



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y PRODUCTOS PARA DESARROLLOS DE VIVIENDA

M. en Arq. Roberto Cruz y Serrano

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. en Arq. Jorge Quijano Valdez
Fac. Arquitectura

SINODALES PROPIETARIOS:

Dra. en Arq. Gemma L.S. Verduzco Chirino Fac. Arquitectura
M. en Arq. Francisco Reyna Gómez Fac. Arquitectura
Dr. en Arq. Manuel Aguirre Osete Fac. Arquitectura
Dra. en Arq. Ana Dolores Flores Sandoval Fac. Arquitectura

México D.F.

junio 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y PRODUCTOS PARA DESARROLLOS DE VIVIENDA

**Tesis que, para obtener el grado de Doctor en
Arquitectura presenta:**

M. en Arq. Roberto Cruz y Serrano



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de maestría y doctorado en arquitectura

2014



Resumen

Esta tesis propone la optimización aplicada a procesos y productos de vivienda como principio de cultura de trabajo sistémico que integra valiosos conocimientos organizativos y técnicos, así como herramientas y medios informáticos y físicos de comprobada eficacia.

El modelo de la administración de proyectos aplicado a la Arquitectura ha sido adoptado como metodología.

El enfoque en la optimización busca el aprovechamiento del conocimiento aplicable, la capitalización de experiencias, la mejora continua, la innovación y la adopción de prácticas conocidas a través del *Bechmarking*.

Con esta metodología, la formación continua y los resultados de futuras investigaciones que las organizaciones consideren útiles, se asegurará un desarrollo permanente.

El factor humano es determinante para el éxito. De la capacidad, actitud y voluntad unificada de todos los colaboradores en una organización bien comunicada y coordinada, con capacidad de respuesta operativa, se depende totalmente para el logro de resultados positivos.

Por todo lo anterior, se concluye que el perfil clásico del Arquitecto individual debe cambiar. Sólo las organizaciones integradas de manera coherente, con una forma de trabajo sistémica, participativa y multiprofesional, enfocadas al cliente y que ofrezcan soluciones accesibles y novedosas, podrán aprovechar los medios tecnológicos disponibles para aplicarlos exitosamente a proyectos complejos, de magnitudes cada vez mayores.

Se han seleccionado y agrupado en tres anexos las prácticas de utilidad comprobada en la administración y dirección empresarial e industrial, en la tecnología ingenieril y constructiva aplicada a la Arquitectura y en el desarrollo sustentable.

Abstract

The main proposal of this thesis is the necessity to apply optimization criteria to house building processes and products as a cultural principle of systemic work, integrating valuable technical and organizational knowledge as well as physical and informational tools and media of proved efficacy.

The methodology has been adopted from a model of Project Management as applied to Architecture.

The focus on optimization seeks to make profitable all the applicable knowledge in order to obtain the most from experience, continuous improvement, innovation and the adoption of practices such as Benchmarking.

This methodology, along with a continuous professional advance and the results of future researches by organizations, represents the key to ensure a permanent development.

The human factor is determinant for success. Positive results in an organization are wholly dependent on the capacities to respond operatively and on a well-coordinated communication among the collaborators.

The ultimate conclusion is that the classical profile of an Architect must change. Only those organizations coherently integrated, where a form of systemic, participative and multiprofessional work with a focus on the client is the rule—so that it may have the possibility to offer accessible and innovative solutions—are able to take advantage of the available technological media for the success of complex and increasingly larger projects.

Finally, in three appendices is offered a substantial selection of proved utility practices for corporate and industrial management and direction, engineering and constructive technology as applied to Architecture, and sustainable development.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis queridos hijos:

**Sandra Paola
y
Marco Aurelio**

**A los jóvenes Arquitectos inquietos por
lograr la excelencia profesional**

**A Araceli por su comprensión y
tolerancia**

P R Ó L O G O

El saber hacer de la Arquitectura y la promoción inmobiliaria, así como la tecnología de la construcción del sector de la vivienda a nivel mundial se ha venido integrando y ha desarrollado un notable progreso principalmente en los últimos treinta años tanto con innovaciones específicas que aportan mayor productividad y calidad como adoptando conceptos, soluciones y métodos pertenecientes en principio a otras disciplinas.

Paralelamente se ve una tendencia hacia el ahorro de energía, la ecología y la sustentabilidad que incrementará el bagaje de aportaciones ya acumulado.

Es sorprendente ver la ayuda de los sistemas informáticos contra el antiguo dibujo sobre restirador, las nuevas soluciones y materiales como los geosintéticos, las fibras de refuerzo, los concretos de alto desempeño y la mecanización y uso de medios auxiliares que permiten ejecuciones de obra en tiempos record y con alta calidad.

Sin embargo, paradójicamente, este nivel de progreso no se ve suficientemente reflejado y capitalizado por la gran mayoría de arquitectos ni de empresas traduciéndose ello en baja productividad, calidad y rentabilidad con sobrecostos que son absorbidos de manera distributiva entre todos los participantes y afectados y, a final de cuentas, por toda la sociedad. Este desaprovechamiento redundará en falta de competitividad y se presenta en todo el mundo aunque con menor intensidad en los países desarrollados.

Por tanto, es importante que, en las universidades, en las empresas del sector vivienda, en los organismos públicos, en los colegios profesionales y cámaras, e incluso a nivel personal, se vaya implantando y enriqueciendo una labor de actualización y de enriquecimiento de conocimientos escogidos y dirigidos hacia la aplicación práctica e inmediata.

El constante cuestionamiento de lo que cotidianamente hacemos (incluso ya por costumbre) en busca de una mejor manera de hacerlo pero sobre todo la metódica detección de fallas, errores y omisiones así como de oportunidades de mejora, implicará la necesidad de documentarse recurriendo a la extensa bibliografía mundial y a la información acumulada en los centros especializados que existen en su mayoría en los países más industrializados y accesible a través de los medios editoriales e informáticos.

En el transcurso de más de 40 años de experiencia profesional y empresarial dentro del sector de la vivienda y dentro de una constante inquietud para aplicar e incrementar los conocimientos adquiridos desde 1969 en la especialización en prefabricación e industrialización de edificios y después en la maestría en arquitectura con especialidad en tecnología, he podido descubrir el gran potencial que se puede obtener y lo que se puede desarrollar en tecnología y en desempeño administrativo y directivo.

Gracias a la obtención de algunas becas de estudio y de estadías profesionales en Europa, a la oportunidad de haber colaborado en proyectos realizados en los Estados Unidos y en Chile, y a un consecuente seguimiento y contacto con organismos profesionales y empresas extranjeras reforzado con la adquisición de la documentación y bibliografía de respaldo, he podido conocer de primera mano prácticas de trabajo y de desarrollo tecnológico implantadas de manera cotidiana cada vez más difundidas y uniformadas.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dichas prácticas han demostrado excelentes resultados al grado de poder afirmar que existe ya un conocimiento tal que al utilizarse rigurosamente podemos asegurar el éxito de los proyectos que nos propongamos llevar a cabo para la reducción de riesgos por incertidumbres.

La aplicación de todas estas prácticas en nuestro contexto es no sólo factible sino urgente pudiéndose capitalizar en breve tiempo la inversión en desarrollo tecnológico hecha por otros y en primera instancia igualar para después superar la competitividad promedio.

El principal problema que se ha experimentado cada vez que se ha buscado instrumentar una mejora es la resistencia cultural lo cual no es algo particular de nuestro medio pero hay que estar consciente de su importancia aunque se manifieste de manera muy velada.

En un segundo plano se tiene el bajo nivel técnico el cual es superable con capacitación sólo si se han superado las actitudes negativas y temores que manifiesta la resistencia cultural.

Hay resultados tangibles de logros dentro del sector vivienda en los últimos 15 años donde se ha constatado un importante incremento cuantitativo de viviendas nuevas gracias a la adopción de sistemas de alta productividad ampliamente utilizados desde hace más de 50 años en países desarrollados.

Puede incrementarse aún más la productividad casando a una ineludible inversión de medios adquiridos con una adecuada calificación de los trabajadores y de los técnicos y administradores que deben utilizarlos y ello implica una importante dedicación en capacitación y planeación que implica un cambio de inercias arraigadas, actitudes y paradigmas en lo que actualmente estamos haciendo.

Aunque en México la capacidad productiva de muchos desarrolladores de vivienda se ha incrementado quedan varias tareas pendientes aún no abordadas consistentemente como la calidad, la seguridad e higiene, el dominio de los costos y la eliminación de la burocracia administrativa. Por esta razón se propone un curso de acción que, bajo el término enfatizado de “optimización”, aborde de manera integral el incremento de la productividad y calidad y, por ende, de la competitividad, entre otras mejoras.

El interés concreto está en proponer un marco de referencias que permita “la integración sistémica” de tantas aportaciones en constante enriquecimiento que pueden aprovecharse para generar nuevos y mejores estilos de trabajo profesional que sirva como un modesto grano de arena dirigido a una urgente evolución de la profesión de arquitectura dedicada al género de edificios que más se construye hoy por hoy en todo el mundo: La vivienda.

Este trabajo incluye la integración de ideas, conceptos y prácticas de muchos profesores, colegas, empresarios y profesionales de diferentes especialidades y países que sería imposible relacionar aquí pero que me han aportado más de lo personalmente abarcable.

Agradezco a la Dra. en Arq. Ana Dolores Flores Sandoval y al Dr. en Arq. Manuel Aguirre Osete sus acertados comentarios y orientaciones.

Muy particularmente agradezco a mi tutor para este trabajo, Dr. en Arq. Jorge Quijano Valdez y a mis cotutores Dra. en Arq. Gemma Verduzco Chirino y M. en Arq. Francisco Reyna Gómez, su atinada asesoría y estímulo constante.

Agradezco también la valiosa e incesante ayuda de la Sra. Livia Cascella Barajas en el trabajo de captura y formateo de este trabajo y de todos los escritos previos y complementarios.

C O N T E N I D O

	No. de página
Prólogo	7
Introducción	11
1. Definición, alcances y aplicación de la optimización	17
1.1 Situación actual del sector de la vivienda en México	17
1.2 El rol de los arquitectos	17
1.3 La necesidad de ser competitivos	18
1.4 La optimización, significado y empleo para la mejora continua. Hipótesis planteada	25
2. El factor humano, los cambios de actitud y el enriquecimiento de competencias	31
2.1 Resistencia cultural y su necesaria transformación	31
2.2 La forma de trabajo y el entorno del trabajo	34
2.3 La conformación organizativa	36
2.4 La participación multiprofesional	51
2.5 El asociamiento	54
3. Antecedentes y técnicas aprovechables	59
3.1 Marco de referencia	59
3.2 Definición de proyecto y administración por proyecto	71
3.3 Técnicas extrínsecas y disciplinas coadyuvantes	99
3.4 Desarrollo tecnológico intrínseco	106
3.5 Desarrollo sustentable	112
3.6 La dirección y el desarrollo organizacional	122
4. Oportunidades vislumbradas y objetivos propuestos	160
4.1 Planteamientos y propuestas	161
4.2 Objetivos a buscar	165
4.3 Factibilidad y dificultad	166
5. Referencias de utilización	169
5.1 Estudio de casos	170
5.2 Experiencias directas	191
6. Aplicación sistémica	202
6.1 Aplicaciones a procesos	202
6.2 Aplicaciones a las viviendas vistas como productos	211
6.3 Aplicaciones a la organización	214
Conclusiones	217
Referencias	225
Glosario	239
ANEXO A Técnicas extrínsecas	257
ANEXO B Propuestas de desarrollo tecnológico intrínseco	681
ANEXO C Técnicas sustentables aplicables a desarrollos de vivienda .	1279



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INTRODUCCIÓN

Dado el enorme déficit de viviendas en México y en varios países del mundo y, el constante incremento anual de los programas nacionales de vivienda⁽¹⁾, se tiene el reto actual y futuro para los arquitectos, los organismos financieros y las empresas desarrolladoras de vivienda de construir más y mejores viviendas a precios más accesibles, en tiempos reducidos y, respetando normas y reglamentos así como las crecientes exigencias de los usuarios y del entorno social.

Por otra parte, la vivienda es el género de edificio que por su incidencia tan alta con respecto a los demás géneros (hospitales, hoteles, oficinas, etc.) requiere la participación de más arquitectos.

Ante este reto será de gran utilidad, la aplicación de estrategias organizacionales y la implementación de la eficacia operativa para la búsqueda de la mejora continua, aplicando criterios y métodos de optimización al producto, al proceso, a la información, a la comunicación y a la administración que conforman las actividades de una organización desarrolladora de vivienda.

Tanto en publicaciones especializadas como en referencias de realización práctica, constantemente se incrementan y se actualizan innumerables conceptos como asociamiento (partnering), productividad, ingeniería de valor, reingeniería, teoría de restricciones, constructabilidad, calidad, higiene y seguridad, logística, comparativas (benchmarking), etc., aplicados al sector inmobiliario y de la construcción en busca de la optimización con muy buenos resultados aunque tan aislados y aparentemente diferentes que han sido poco aprovechados de manera integral.

Con el término de “optimización” se propone emplear criterios y métodos de inclusión de estos conceptos, métodos y técnicas sin pretenderse con ello ser exhaustivo dada la imposibilidad de lograrlo por su variedad, cantidad y crecimiento evolutivo pero buscando dar la flexibilidad para su inclusión y aplicación.

El objeto de la optimización es cumplir una función de síntesis y de interrelación. No es el dominio aislado de determinados conceptos sino el ensamble de todos los criterios, conceptos y métodos considerados para dar una unidad coherente al orientarlos hacia un objetivo común.

Para el logro de estrategias bien enfocadas y de la eficacia operativa, el estudio de la optimización abarca la identificación o creación de las condiciones más favorables, incluyendo principalmente la actitud y las competencias de los participantes, el mejoramiento intrínseco de los procesos y productos y, la búsqueda del mayor partido posible de lo obtenido a la vista de las circunstancias dadas.

Como antecedentes de este tema existe información variada sobre casos exitosos en los que se han desarrollado programas de búsqueda de optimización.

(1) Moreno Héctor – 2006 – Un gigante silencioso el Infonavit – Editorial Océano página 27 – Rezago de 4.290,665 viviendas al año de 2001 y para 2010 se estima una necesidad de hacer en México 11.297,000 viviendas.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

La aplicación de criterios y métodos prácticos de optimización bien estructurados que incluya equilibradamente las características buscadas de productividad, rentabilidad, calidad, funcionalidad, etc. permitirá, a los arquitectos y a las empresas del sector, desarrollar una alta competitividad para poder hacer frente a la participación de empresas extranjeras en México e incluso, para abrir mercados de exportación hasta ahora no suficientemente incursionados.

Por otra parte, la transmisión de este enfoque al contexto universitario dirigirá a los futuros profesionales y posgraduados de arquitectura y disciplinas afines y necesarias, a una formación más acorde con las necesidades actuales del medio y a la conformación de un alto prestigio.

Para estos efectos, el perfil actual de los arquitectos y el enfoque académico que se tiene considerado en su formación requiere una transformación y enriquecimiento al punto tal en que, de no hacerse, existe el peligro de caer en la obsolescencia o la marginación; en cambio, al aplicarse, la cantidad de conocimientos y la mejora en la manera de hacer las cosas reeditarán en significativas ventajas y beneficios.

De hecho, como consecuencia de este trabajo se detecta este cambio futuro de perfil y se proponen características y competencias que enriquecen y complementan al perfil profesional de los arquitectos.

Además de la transformación del propio perfil profesional hay que enfatizar que se da naturalmente el trabajo colaborativo lo cual implica conocer y aplicar las competencias y la disciplina del desarrollo organizacional y directivo.

La hipótesis que busca integrar los conceptos y objetivos descritos en este trabajo se enuncia a continuación:

Con un imprescindible cambio de organización, de mentalidad y de actitud en los participantes, la utilización de un sistema que integre métodos y relacione técnicas ya conocidas y probadas para el logro de mejoras buscadas en términos de economía, productividad, calidad, sustentabilidad, y rentabilidad, podrá optimizar los procesos y productos de los desarrollos de vivienda para el logro de un mejor enfoque estratégico y una mayor eficacia operativa y, por tanto, competitividad.

El objetivo general es el aprovechar el progreso que puede aportar el empleo de criterios y métodos de optimización aplicable a desarrollos de vivienda con un enfoque sistémico que los integre sinérgicamente descubriendo con ello significativas oportunidades de mejora.

Los objetivos particulares que este sistema conlleva son principalmente:

- *Enfatizar la imperiosa necesidad de un cambio de actitud, de mentalidad y de formación a todo nivel en los actuales y futuros arquitectos y profesionales correlacionados como primer paso forzoso para poder aplicar, con resultados positivos, el objetivo general.*

- Identificar y reafirmar las partes más relevantes y más comunes que conforman a los productos, los procesos, los flujos de información, la comunicación, la organización y la administración de una organización promotora y constructora de vivienda y de sus desarrollos.
 - Proponer o repasar los términos que unifiquen el lenguaje y que aclaren el significado y alcance de cada uno de ellos enfatizando los casos en los que existe más ambigüedad.
 - Simplificar los procesos y procedimientos eliminando actividades y relaciones que no den un retorno de valor y encontrar el camino de desarrollo de una empresa con mayor claridad y facilidad.
 - Establecer los métodos que coadyuven al logro de la optimización y que son, por ahora, utilizados de manera aislada y desarticulada.
 - Referir a casos concretos ejemplos parciales de resultados obtenidos a fin de demostrar su efectividad práctica y los beneficios que se pueden obtener con este enfoque.
 - Proponer, a través de la aplicación sistemática e integral de la optimización, un nuevo y superior estilo de trabajo.

Para la *creación de condiciones favorables* se considera el estudio y clasificación de restricciones, riesgos e incertidumbres a eliminar, reducir o manejar

Para el *mejoramiento intrínseco de los procesos y productos* se requiere incluir las aportaciones de conceptos como: asociamiento, trabajo en equipo, metaingresos, productividad, rentabilidad, calidad, logística, justo a tiempo, ingeniería de valor, normalización, coordinación operacional, coordinación dimensional, simplificación, etc.

Para la *búsqueda del mayor partido posible de lo obtenido* será importante el estudio de las características requeridas confrontadas con las características obtenibles en base a estudios de mercado, de necesidades y preferencias de los usuarios, de posibilidades económicas y de estudios de la competencia.

Este trabajo, se limita a los proyectos y obras de vivienda desarrollados para organizaciones deseables (y no a algo existente) que puedan adecuarse posteriormente por terceros a empresas privadas o a organismos del sector público. Este enfoque nos permite partir con propuestas liberadas de casos y situaciones existentes a veces difíciles o imposibles de cambiar y que restringen el objeto de esta propuesta. Podrá servir también de base para aplicarse a investigaciones posteriores y para otros géneros de edificios. Aunque se parte de información preponderantemente de países extranjeros donde estas técnicas se han aplicado con éxito, está considerándose un entorno nacional bajo las condiciones existentes en México, convencido de su buen aprovechamiento en nuestro contexto aunque enfrentándose a la resistencia de la cultura actual de trabajo que

tenemos que cambiar y ello requerirá de tiempo aunque éste se reducirá en la medida en la que ambicionemos un cambio radical y de fondo.

El presente trabajo consta de seis capítulos además de las conclusiones.

En el *primer capítulo*, partiendo de una breve descripción de la situación actual, se externa el origen del proyecto, se explicita el problema viéndolo como solución propuesta y por ello define la aplicación del término “optimización” para nuestro caso y se proponen los alcances de aplicación en el sector de vivienda y la importancia del tema.

El *capítulo dos*, englobado en el término “*factor humano*”, es fundamental y es el “detonador” de la aplicación de todo lo propuesto en este trabajo ya que trata de un indispensable cambio de actitud que implique la flexibilidad y la multidisciplinareidad de los participantes en este tipo de actividad para un imprescindible trabajo en equipo donde la transformación se tendrá que ir logrando por medio de un esfuerzo dirigido.

Si a lo visto en este capítulo no se le da la importancia en términos de apertura, dedicación e inversión económica, las intenciones de implantar a la optimización como parte de la cultura de una organización tendrá en gran número de casos resultados superficiales, pobres y efímeros a pesar de arduos esfuerzos; por tanto, la transformación y el desarrollo del recurso humano será lo que detonará el aprovechamiento exitoso de este enfoque.

En el *capítulo tres* se propone a la administración de proyectos como eje vertebrador de la organización y aplicación de propuestas y se dan conceptos específicos para su empleo. Seguidamente, en el inciso 3.3 se recapitulan en forma de diagrama conceptos y métodos que conforman el marco teórico que aborda otras disciplinas consideradas dentro de la dirección y administración de empresas y de la ingeniería industrial que serán indispensables adoptar como parte del enriquecimiento profesional necesario ya que son las disciplinas que nos dan las soluciones para trabajar colaborativamente hacia objetivos comunes.

El conjunto de estas disciplinas ha sido agrupado con el término de técnicas extrínsecas.

Posteriormente, en el inciso 3.4 se enlistan los conceptos que conforman un marco de referencia de procesos y productos propuestos como opciones de optimización aplicable a las actuales condiciones y soluciones usadas en la práctica profesional.

Estos conceptos han sido titulados con el término de desarrollo tecnológico intrínseco.

Dada la importancia y variedad de conceptos y soluciones relativas al desarrollo sustentable aplicado a los proyectos de vivienda, en el inciso 3.5 se incluye un diagrama que estructura los diversos temas comprendidos.

El objeto de presentar en forma de diagrama o resumen la integración de conceptos es el de visualizar de manera sistémica todos los componentes de cada inciso propuestos en este trabajo.

Dada la enorme importancia de los temas tratados en el capítulo 3, por ser la base de aplicaciones que permiten ir optimizando los procesos y productos actualmente utilizados en los proyectos de vivienda, se han incluido al final de este trabajo tres anexos (A, B y C) que describen respectivamente con más detalle las particularidades de las técnicas extrínsecas, las técnicas de desarrollo tecnológico intrínseco y las técnicas sustentables aplicables a desarrollos de vivienda.

El contenido dado en los tres anexos es una base sólida que facilitará la aplicación de mejoras de optimización.

El *capítulo cuatro* presenta la hipótesis planteada en términos de oportunidades visualizadas, objetivos a buscar y su factibilidad.

En el *capítulo cinco* se analizan varios casos específicos y experiencias que recopilados como muestras corroboran los beneficios aportados por la optimización

En el *capítulo seis*, como comprobación de la hipótesis, se propone la aplicación sistémica que sintetiza la integración de los conceptos y métodos que coadyuvan al logro de la optimización.

Finalmente, en *las conclusiones* se recapitulan los principales fundamentos, aplicaciones y beneficios de la optimización. Se enuncian también los obstáculos a vencer para lograr su empleo donde se termina insistiendo sobre la necesidad de una nueva mentalidad que busque y logre sistemáticamente mejores resultados tanto en el ejercicio profesional actual como (y muy enfáticamente) en la formación de los futuros arquitectos y posgraduados de arquitectura. Se propone ampliar este enfoque como estilo de trabajo aplicable a todas las actividades propias y complementarias de la arquitectura y se considera conveniente continuar abordando este tema en estudios y tesis ulteriores.

Este trabajo incluye conceptos e información útil que pueden aprovecharse parcialmente sin tener que forzosamente aplicarse a todo lo propuesto.

También podrá particularizarse dicha información para hacerla aplicable y adecuada estructurándola para una organización específica.

Se adicionan las referencias que permiten ahondar en cada tema aquí presentado de manera general.

Las referencias en un gran porcentaje han sido editadas en otros países y se han ido obteniendo a través de varios años por lo que podrá apreciarse que parte de ellas han sido publicadas hace ya varios años, sin embargo, a pesar de ello, para el tema tratado en esta tesis pueden considerarse no sólo vigentes sino en varios casos incluso novedosas para efectos de su puesta en práctica.

Además de las referencias, se incluye *un glosario* que se presenta con la connotación particular que se le da a esta tesis.

CAPÍTULO 1

DEFINICIONES, ALCANCES Y APLICACIÓN DE LA “OPTIMIZACIÓN”

En este capítulo se presentan la motivación que dio origen a este tema y los objetivos buscados partiendo de un análisis de la forma en que se trabaja y de los actuales resultados obtenidos.

Se propone como término clave del tema a “la optimización” y se le asigna la interpretación para los efectos de este trabajo.

1.1 Situación actual de la vivienda en México

El sector formal de la vivienda en México ha tenido un importante desarrollo cuantitativo en los últimos quince años al grado de ser reconocido por los medios financieros y profesionales como un sector independiente al de la construcción no sólo por edificar viviendas como género exclusivo sino por integrar las obras complementarias de urbanización, equipamientos e infraestructura que requieren y por incluir en sus procesos servicios muy relacionados con el sector hipotecario y financiero, los organismos oficiales de vivienda y las delegaciones y municipios así como con los clientes para los que se requiere una organización complementaria de gestión y ventas.

Esta condición ha generado una transformación en las empresas que inicialmente tenían un perfil de contratistas a un perfil de desarrolladoras cuyo alcance es más integral y se enfoca en la venta de un producto terminado con servicios y con crédito dejando en el pasado los contratos de obra.

Este cambio ha sido muy benéfico ya que se concentra la responsabilidad, el riesgo, la inversión y la ejecución a una organización dedicada y se eliminan varios problemas de interacción con los organismos públicos, intermediarios y subcontratistas privados externos en los procesos de planeación y ejecución de las obras.

Sin embargo, este nuevo tipo de empresas requiere integrar el total de actividades que implican un desarrollo inmobiliario desde la adquisición de terrenos hasta el servicio posventa lo cual de un lado puede verse más complicado por darse actividades de índole muy diversa pero, por otro, la empresa tiene total control de decisión y de gestión de dichas actividades dándole la oportunidad de desenvolverse con mayor eficiencia.

Este cambio estructural en las empresas de contratistas a desarrolladoras ha generado que varias de ellas hayan desaparecido por su imposibilidad de adaptación y otras en cambio hayan experimentado un crecimiento inesperado y que también hayan surgido empresas nuevas con este perfil integral.

1.2 El rol de los arquitectos

El mismo cambio que se ha dado en las empresas se requiere en las personas que colaboran en ellas y ello demanda de los arquitectos un enriquecimiento de su perfil para poderse desempeñar con el protagonismo que las circunstancias demandan.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

La actividad del arquitecto siempre ha tenido que ser variada y compleja y su entrenamiento para sintetizar y concretar en soluciones tangibles respuestas a problemas inicialmente ambiguos y abstractos es una base muy sólida para lograr un muy buen desempeño; por ello, se da en este caso una excelente oportunidad de expansión de potencialidades para esta profesión y para las demás disciplinas complementarias como la administración y finanzas, la ingeniería industrial, la mercadotecnia, la contabilidad y el derecho bajo un criterio de trabajo en equipo.

Actualmente la actividad supuestamente característica de los arquitectos es el diseño que da forma y cuerpo a los edificios y a los espacios que limitan aunque esto implica además de imaginación volumétrica, un conocimiento amplio y profundo de materiales, procedimientos constructivos, costos, programación, calidad, instalaciones, estructuras, acabados, etc. lo cual constituye el manejo geométrico – formal y el contenido.

Desafortunadamente en el ejercicio profesional se da la tendencia a una parcialización del trabajo volviéndose entonces común el que un arquitecto quede constreñido a hacer sólo el diseño de distribución de espacios como principal actividad característica aunque otros se dediquen a los costos, a la supervisión o a la superintendencia de obras. Lo referente al diseño y cálculo estructural y de instalaciones de cualquier tipo así como la programación y la aplicación de la calidad, salvo algunas excepciones, han sido actividades abandonadas y abordadas por otros profesionales.

La actividad empresarial (empresadora y directiva), también salvo contadas excepciones, no es una parte fuerte del hacer del arquitecto en la práctica.

Tal vez el empleo de programas de ayuda para el trabajo a base de equipos de cómputo sea de las pocas actividades adicionales que los arquitectos han abordado en los últimos años.

En resumen, las actividades tradicionales de un arquitecto deben cambiar volviéndose más complejas y diversificadas; además han surgido actividades complementarias cuya cantidad, profundidad y alcance requieren de competencias muy profesionalizadas de otras especialidades.

Los arquitectos han tendido a parcializar y limitar su desempeño en vez de expandir sus competencias principalmente en los temas técnicos los cuales se han incrementado y sofisticado considerablemente, por otra parte, la interacción y complicación de actividades de carácter comercial, administrativo, financiero, legal y burocrático han llegado a consumir importantes cantidades de esfuerzo, tiempo y dinero.

1.3 La necesidad de ser competitivos

Esta situación puede revertirse si se redefine un nuevo rol del arquitecto primero reafirmando su competencia de sintetización proyectual y organización espacial que le da una estructura mental particular así como retomando el conocimiento tradicionalmente propio el cual es básicamente técnico, además de prepararse e involucrarse en todas aquellas actividades adicionales de índole administrativo, financiero, legal, comercial y burocrático.

Debido al enorme bagaje de todo tipo de conocimiento que se tiene acumulado a la fecha y que continuamente va en incremento y a la cantidad de información disponible resulta imposible que a nivel personal se pueda abarcar dicho conocimiento y manejar la información abrumadora de que se dispone aunque sea uno selectivo y práctico, ello es lo que ha motivado el camino fácil de autolimitación y enfoque hacia un modesto rol que ha disminuido la estatura profesional de un gran número de arquitectos, transmitiendo con ello una desvalorización de su actuación en la sociedad.

Aunque la gran utilidad del conocimiento disponible nos garantiza el éxito y excelentes resultados en cualquier proyecto que abordemos lo que impide aprovecharlo es nuestra gran limitación para conocerlos y aplicarlos. Ello ha dado como resultado que aportaciones tan útiles como los métodos de presupuestación, de programación, de aplicaciones sobre ingeniería de valor para la mejora productiva, la utilización de las herramientas para el logro de la calidad total, así como el acervo sobre diseño arquitectónico, diseño estructural, tecnología de la construcción nuevos materiales, componentes y procedimientos de ejecución, manejo y control físico e informativo, sean poco conocidos y menos aún utilizados a pesar de existir éstos desde hace 50 años o más en algunos casos y de haber venido demostrando y depurando su efectividad a través del tiempo.

También los proyectos a enfrentar son de mayor escala, complejidad y exigencia lo cual hace obsoleta la tradicional actividad de los arquitectos enfocada a proyectos más bien pequeños o singulares de un cliente bien identificado.

Hoy en día predominan los proyectos de vivienda agrupada en conjuntos grandes, medianos o pequeños pero concebidos y ejecutados bajo principios industriales más que artesanales.

Como veremos posteriormente, el mismo término "proyecto" tiene una nueva connotación dejando de significar sólo el diseño arquitectónico y técnico del producto para pasar a cubrir integralmente todas las actividades y sus resultantes de un desarrollo inmobiliario.

Este escenario nos condiciona a trabajar con la participación de varias personas de diferente nivel educativo y especialidad en su formación y ya no considerando al arquitecto como "director de orquesta" per se, sino como un miembro de grupo y que puede estar a nivel operativo, ejecutivo o directivo pero siempre con un trabajo interactivo con personas con diferentes responsabilidades y puntos de vista.

Esta condición de trabajo es lo que genera "una organización" o "empresa". La conjunción del talento y del esfuerzo de personas enfocados a un objetivo común concebida como una organización o empresa es la mejor respuesta para poder manejar y aplicar el conocimiento disponible para afrontar y concluir con éxito los proyectos que se nos presenten logrando así la competitividad necesaria no sólo para subsistir sino para destacar a pesar de la creciente competencia nacional e internacional.

La arquitectura a través de los siglos ha implicado siempre la concurrencia de cantidades importantes de personas para materializarse y, por tanto, los arquitectos por tradición siempre han interactuado al realizar sus proyectos con los implicados en las obras en las que participa.

Por tanto, no es ninguna nueva condición el trabajar en grupo con otros participantes. Lo que sí cambia es la forma en la cual actualmente debe de trabajar.

Hay que olvidarse de la búsqueda del protagonismo y de la fama o reconocimiento que sólo contados arquitectos tienen hoy en día en el mundo, donde se reconoce más al individuo que a su equipo de trabajo, siendo este último quien en realidad concretiza los logros de aparentemente una sola persona.

Hay que estar conscientes que, para el logro de un objetivo común, *nadie va a ser más inteligente y diestro que todos juntos*; esto requiere de una eficiente comunicación y de un trabajo empático y colaborativo donde la visión, la inteligencia y la diligencia no se concentren en una o pocas personas sino en todas aquellas que conforman la organización.

Un líder ya no es suficiente, se requiere la concurrencia de varios líderes cada uno de ellos con liderazgo y visión en una parte de lo que tenga que hacerse pero complementado y compartido con los demás.

En Arquitectura, el trabajar solos y aislados es limitado, sin crecimiento importante a futuro, ineficiente, improductivo y riesgoso por la probabilidad de errores a cometer.

El trabajar en equipo de la manera más extensa, involucradora y comunicativa posible crea sinergias con impresionantes resultados positivos y un constante desarrollo evolutivo.

Al reconocerse las ventajas sinérgicas se tratará de buscar y de integrar el talento de personas preparadas, experimentadas y relacionadas con el desarrollo de los proyectos y con las diferentes actividades de la organización.

El trabajo grupal de coexistencia confrontativa y descalificante con juegos y luchas de poder, sin objetivos comunes, invertebrado y desarticulado o inconexo, con comunicaciones desvirtuadas, da por resultado anti-sinergias tendientes a la autodestrucción y a la pérdida absoluta para todos.

Hay que identificar las tendencias inconvenientes del trabajo individualista y de la confrontación dentro de las organizaciones en las que estemos participando para acotarlas, reducirlas y eliminarlas y hay que estar promoviendo constantemente la positiva cultura del trabajo en equipo, la cual siempre nos permite vislumbrar la manera de extender e integrar sus modos operandi hacia el entorno haciéndolos parte y partícipes de los beneficios logrados.

Por el vertiginoso desarrollo actual, los participantes en los proyectos y en las empresas se enfrentan a la necesidad de ir integrando cada vez más conocimientos y aplicaciones propias y transversales a los productos y a los proyectos que van dando como resultado *una integración expansible y evolutiva* de cada vez más componentes en la solución de un todo.

La transversalidad entendida como cruzamiento o relacionabilidad en dirección perpendicular entre áreas, especialidades o departamentos funcionales enriquece y eleva el trabajo conduciendo a acciones de decisión grupal con mayor valor agregado por la integralidad de las soluciones resultantes.

Paralelamente, se da el intercambio de saberes que coadyuvan con aportaciones tendientes a la unificación de criterios y objetivos.

Estamos llegando a la conclusión de que un arquitecto, para ser competitivo en la actualidad, no sólo debe estar al corriente del conocimiento profesional y técnico que le es propio sino que necesita aprender de otras disciplinas como la informática, la administración, la contabilidad, la legislación, la ingeniería industrial; pero lo más importante y paradójicamente menos evidente debe saber desempeñarse en un ambiente interpersonal donde la colaboración y el *asociamiento* predomine y *ello es un reto* ya que la preparación para el desarrollo de estas habilidades es poco conocida y está poco promovida y difundida.

Para ser competitivo hay que rebasar los tradicionales conocimientos aprendidos en la carrera de arquitectura, hay que desarrollar las competencias requeridas para ser director de una organización; un director de empresa o mejor aún un empresario que genere su propio trabajo en vez de que espere que lo contraten o que le asignen un trabajo.

Bajo este esquema, el arquitecto puede aplicar ventajosamente de manera extensiva su capacidad de análisis y sobre todo de síntesis ya no sólo a las soluciones arquitectónicas y geométricas sino a las soluciones técnicas de procesos constructivos y de procesos administrativos, entre otros, y esta posibilidad plantea una gran veta de desarrollo, pero siempre colaborando, más que en grupos, en equipos multidisciplinarios y concibiendo el trabajo integralmente y no bajo las tradicionales perspectivas parciales y sectarias que impidan el mejor logro de los objetivos preestablecidos.

No se trata, por tanto, de buscar un perfil de arquitecto que lo sepa todo sino que tenga la posibilidad de terminar con éxito proyectos trabajando en equipo con otros participantes clave tomando conciencia de su rol, de sus relaciones con los demás, de la interacción requerida y de la importancia e influencia de cada aportación externa.

Por otra parte no sólo los arquitectos necesitan enriquecer su perfil para ser competitivos sino todos los integrantes de la organización; la diversidad de actividades que se llevan a cabo en un proyecto congrega varios especialistas y trabajadores supuestamente calificados los cuales pueden sumar más de 50 diferentes perfiles tal y como generalmente se dan en la práctica.

A continuación, de manera indicativa se incluyen en el siguiente esquema sus denominaciones y la forma en que pueden relacionarse.

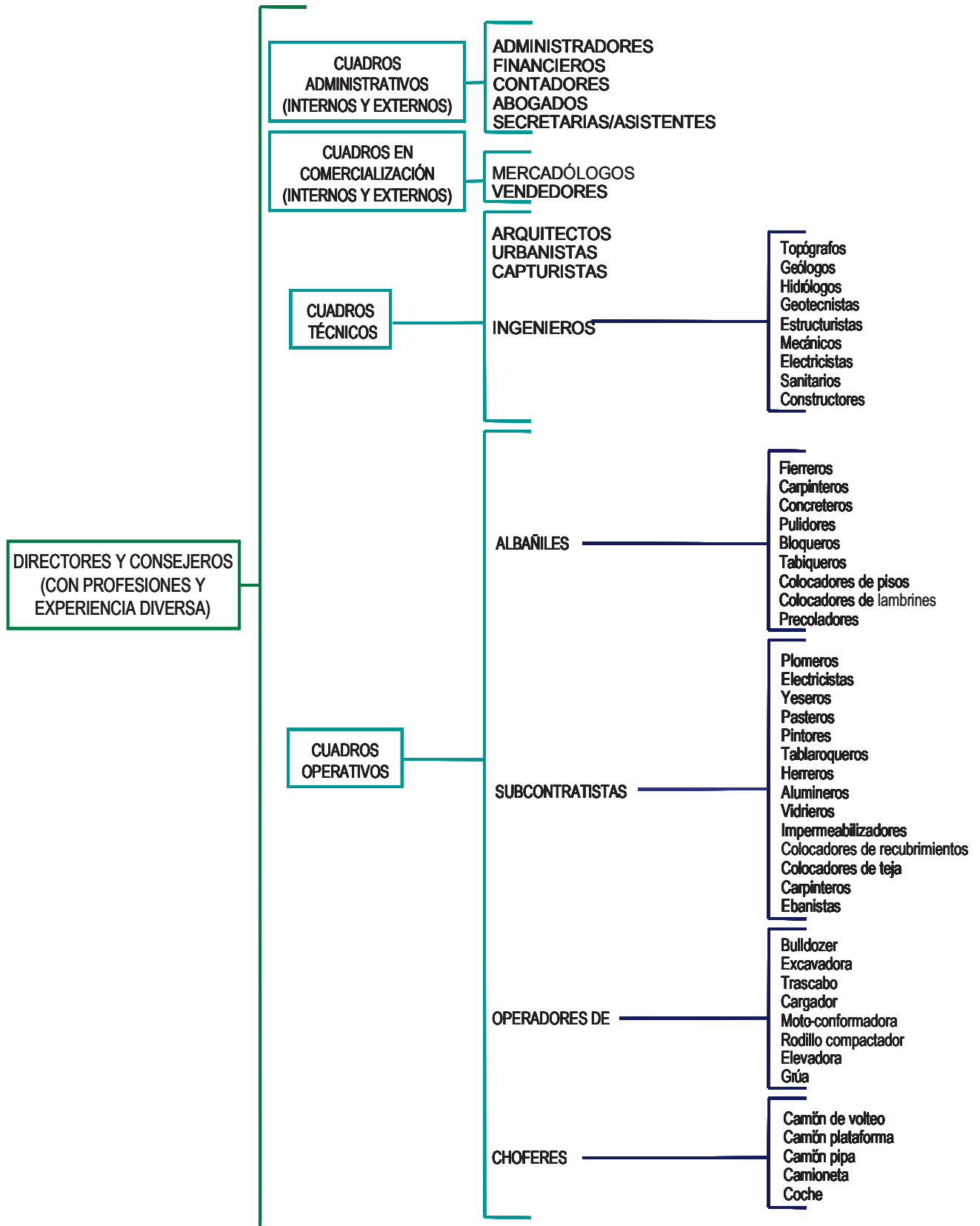


Figura 1.1 - PERFILES PROFESIONALES Y LABORALES GENERALMENTE EXISTENTES EN LAS ORGANIZACIONES DESARROLLADORAS DE VIVIENDA

Por otro lado hay funciones muy claras que deben cubrirse por personal capacitado en conocimientos muy específicos de las cuales las más evidentes son las enunciadas en la siguiente lista (Ver figura 1.2):

<p><u>Para el área administrativa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Contabilidad analítica para empresas inmobiliarias y constructoras • Adquisición de reserva territorial • Compras de materiales, equipo, productos y servicios para la construcción y complementos • Subcontrataciones de partes de la construcción y de servicios relacionados • Legislación fiscal y administrativa aplicable al sector inmobiliario y de la construcción • Recursos humanos enfocados a la contratación, seguimiento, evaluación y promoción del personal y definición de perfiles de puestos.
<p><u>Para el área comercial</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudios de mercado y de la competencia • Estudios de inversión y planes de desarrollo • Análisis detallado de las características de productos y medición de grados de satisfacción con los clientes. • Compra y escrituración de terrenos • Publicidad • Ventas • Escrituraciones y actos notariales
<p><u>Para el área técnica</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de soluciones y prototipos de viviendas • Desarrollo de soluciones urbanas tipo • Concepción y desarrollo de proyectos ejecutivos • Conformación de librerías de componentes y catálogos de detalles constructivos tipo • Conformación de biblioteca técnica • Administración de proyectos • Levantamientos topográficos y fotogramétricos • Estudios geológicos • Estudios de mecánica de suelos • Estudios hidrológicos • Diseño estructural • Diseño de instalación hidráulica • Diseño de instalación sanitaria y pluvial • Diseño de instalación eléctrica y de corriente débil • Diseño de instalaciones especiales • Cumplimiento con la reglamentación y normalización aplicable • Superintendencia de obra • Residencia de obra • Pruebas de laboratorio de control • Inspección y control de calidad de la obra • Auditoría técnico-administrativa
<p><u>Para el trabajo operativo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Albañilería de obras exteriores • Albañilería de concreto armado • Albañilería de mamposterías • Albañilería de acabados y detalles • Yesería • Tablaroca • Aplicación de pastas y pinturas • Carpintería - ebanistería • Ventanería, vidriería • Herrería • Impermeabilización • Colocación de teja en cubiertas inclinadas • Plomeros • Electricistas • Operadores de equipo de terracerías • Operadores de equipo polivalente • Gruistas • Choferes
<p align="center">Figura 1.2 – CONOCIMIENTOS ESPECIFICOS REQUERIDOS EN LA OPERACIÓN DE UNA EMPRESA DESARROLLADORA DE VIVIENDA</p>

Con respecto a lo que realmente se necesita para el tipo de organización aquí tratada podemos apreciar que hay en principio vacíos entre los perfiles que cubren las diferentes funciones ya que, por ejemplo, no cualquier contador o cualquier ingeniero civil o, como ya vimos, cualquier arquitecto está capacitado para desempeñar las funciones que se llevan a cabo en una empresa desarrolladora de vivienda y por tanto queda evidente que no sólo los arquitectos tienen una brecha entre su formación profesional y las competencias requeridas. Además, en principio, tampoco otros profesionales están capacitados para aplicar el mencionado conocimiento en materia de administración, calidad, ingeniería industrial, etc.

Por tanto, hay un enorme vacío de competencias en vez de un desplazamiento de funciones y por tanto, si los arquitectos enriquecen su saber aprovecharán su formación básica creando bastante sinergia.

Es un hecho también que los integrantes de las desarrolladoras que más vivienda construyen y venden, por experiencia y por una formación complementaria y especializada, desempeñan con suficiente eficiencia las funciones enlistadas pero el costo de aprendizaje es alto y por ser en base a experiencia e iniciativas personales quedan lagunas poco identificables y falta de homogeneidad del conocimiento y, por tanto, sin posibilidad de detectar oportunidades de mejora.

Hay actualmente en muchas universidades posgrados especializados en vivienda y en desarrollos inmobiliarios que mucho han contribuido al incremento de conocimientos en este sector.

Lo que podemos resumir de todo lo comentado es que hay un conocimiento muy valioso poco aprovechado o incluso desconocido.

La principal asignatura pendiente está dada en la capacitación de personal para el trabajo operativo y los mandos medios que trabajan en las obras ya que no hay una preparación formal que asegure la confiabilidad de los trabajos ejecutados.

Hay un vacío de aplicación de este conocimiento que, aunque se ha agrupado como parte de otras disciplinas, no han sido implantados de manera sistemática a pesar de existir varios de ellos desde hace bastantes años y de haberse probado su utilidad tanto en el sector de la vivienda y de la construcción en general como en otros sectores.

La profesión de la arquitectura por su preparación para sintetizar y concretar propuestas es una base idónea para poder aprovechar tanto conocimiento en espera de ser empleado y por ello se ve necesario replantear el actual plan académico así como los medios de actualización y formación continua.

No sólo los arquitectos necesitan abarcar nuevos conocimientos sino también los profesionales que coadyuvan valiosamente en las empresas del sector encaminándose todos al desarrollo de un lenguaje y un sistema de trabajo común.

El arquitecto necesita también profundizar su conocimiento técnico por un lado y, por el otro transformar su visión de trabajo de artesano a industrial y de profesionista a empresario.

El trabajo en equipo sin protagonismos infructuosos llega a desplazar al trabajo individual como única solución para aplicar con dominio el conocimiento que puede aprovecharse con resultados excelentes, conformando organizaciones o asociamientos con todos los implicados por proyecto para lograr una participación coadyuvante para el logro de los objetivos buscados cristalizados en un proyecto terminado o en el buen desempeño de una empresa, en vez de confrontaciones y conflictos que mermen los resultados y desgasten el ánimo y el esfuerzo de todos. Bajo estas condiciones, las organizaciones ahora concebidas como equipos de trabajo cohesionados requieren no sólo de cuidar la capacitación continua de sus integrantes sino que necesita verse en su totalidad como “organización que aprende” al tiempo en que produce y por tanto será una empresa donde la capacitación debe tener prioridad como medio para el logro de sus objetivos. A esta iniciativa puede considerarse como una organización que aprende o una empresa-escuela donde más que la enseñanza se produzca el aprendizaje.

Algo que surge también de manera natural es el fomento y la formalización de la investigación y desarrollo ya sea coordinado por un área que lleve su nombre o por el consejo de administración o la dirección, donde se esté siempre buscando la implantación de mejoras de proyecto a proyecto no sólo como resultado de una evaluación y retroalimentación sino como proceso de adopción de métodos y tecnologías aplicables y de propuesta de innovaciones.

Algo que también hay que implementar es la vinculación entre empresas y universidades para ir respondiendo con eficiencia y preparación a las necesidades y situaciones que se presentan en el trabajo real.

No siempre lo que se sabe hacer es lo que se necesita saber hacer y por esos desfases entre preparación y realidad se pierde mucho tiempo, dinero y esfuerzo a veces no bien detectados.

Para ser competitivos, diariamente hay que ir desarrollando la curiosidad para aprender algo nuevo y aplicarlo o al menos ir mejorando procesos, prácticas y productos en cada nuevo proyecto aprovechando su condición de ser nuevo y que está desligado de proyectos anteriores hechos en otro lugar para la implantación de nuevas reglas y de mejoras; de no buscar este camino sugerido, por inercia se tiende a repetir errores o procesos y soluciones mejorables al grado de ya no preguntarse ni de reflexionar sobre lo que se hace y sólo hacerlo porque siempre se ha hecho así.

Es indudable que la competitividad no es una cima a la que hay que llegar sino una constante aplicación del cuestionamiento proactivo con la curiosidad similar a la de un niño inteligente, aunque dicho formalmente, se trata de estar haciendo consistentemente investigación profesional aplicada.

Todo lo hasta aquí descrito, no plantea una pretensión idealista donde un arquitecto o un equipo de trabajo sea un sabelotodo (aunque sí se ve la necesidad de un constante incremento de conocimientos variados) pero sí de desarrollar la habilidad de allegarse datos útiles para emplearlos selectivamente y ser aprovechados al aplicarlos a la solución de proyectos y problemas concretos.

Se trata por tanto de aplicar en cada proyecto nuevo una metodología de trabajo preestablecida donde los conocimientos, competencias y habilidades puedan utilizarse para el establecimiento y el logro de los objetivos del proyecto en cuestión.

Aquí lo que hay que buscar es el justo equilibrio de relaciones, interacciones, importancias y sensibilidades de todos los componentes del problema a resolver y de la aplicación de soluciones mediante un proceso que nos conduzca a los resultados esperados.

El enfoque aquí planteado es semejante al denominado “método del caso” en la terminología de la administración de empresas sólo que no se trata de analizar y aprender de un caso del pasado sino de enfrentar un problema vivo dado en tiempo presente y avanzando día a día.

La aplicación del conocimiento debe darse en equipo donde la especialidad, la competencia y las habilidades de cada integrante así como la infraestructura de medios disponibles de la organización deben amalgamarse para su máximo aprovechamiento, incluso recurriendo eventualmente en caso necesario a especialistas y expertos externos al equipo cuando no se tenga el suficiente dominio.

Además de todo ello, la historia documentada de proyectos previos permitirá aprovechar su retroalimentación y capitalizarla para el beneficio de los nuevos proyectos.

Esta manera de trabajar busca como prioridad aplicar el saber y el saber hacer incrementando con ello la capacidad de acción de la organización.

1.4 La optimización, significado y empleo para la mejora continua. Hipótesis planteada

El desarrollo industrial, empresarial y social que desde el siglo XIX se ha venido dando y que ha generado aportaciones de gran utilidad es tan variado que no se ha podido agrupar en una sola rama del saber y por tanto no pertenece a ninguna especialidad sino que por afinidad se han agrupado y en algunos casos compartido entre diversas especialidades.

La ingeniería industrial, las ciencias de la administración de empresas, la psicología industrial han incluido en su repertorio todas estas aportaciones que se han venido dando pero todas las disciplinas de hecho han logrado su aprovechamiento para mejorar sus prácticas de trabajo.

Cada día nos enteramos de una nueva técnica o método de aplicación en el medio industrial y empresarial como: La calidad total, la ingeniería de valor, la logística, el justo a tiempo, la teoría de restricciones, las comparativas (benchmarking), la reingeniería, la presupuestación A.B.C., la constructabilidad, la producción masiva, la fabricación flexible, la sustentabilidad, la durabilidad, etc., o escuchamos nuevas formas de organizarse para trabajar como el asociamiento (partering), la subcontratación (outsourcing), la organización secuencial, la polivalencia, la mecanización, etc. O también nos informamos de nuevos materiales, componentes, medios de producción, soluciones técnicas, medios de medición y de mejores medios de información que nos abruma y hasta cierto punto nos bloquean la posibilidad de aprovecharlos por su cantidad, su novedad y nuestra falta de tiempo para dedicarnos a su implantación.

La reglamentación y la normalización cada vez más globalizada está incluyendo en su contenido la obligatoriedad de empleo y a veces la recomendación o el requisito para obtener un reconocimiento, certificación o clasificación de persona, empresa, producto o servicio y por tanto ello nos obliga a estudiar, implantar y desarrollar tales técnicas o nos relega y nos saca de competencia.

Adicionalmente vamos descubriendo materiales, métodos de construcción, detalles y soluciones técnicas y administrativas que a pesar de existir desde hace muchos años, y en algunos casos siglos, no los conocíamos y que sin embargo nos son de gran utilidad.

Si como primer paso aleatoriamente tratamos de utilizar en nuestra organización un método que por presentimiento nos parezca que nos beneficiará estamos corriendo el riesgo de no poderlo aprovechar con éxito y con ello vacunarse o cerrarse ante cualquier posible nueva idea o la relación costo-efectividad no es tan buena como pensábamos. Por otra parte tratar de abarcar todo lo que hay o varios conceptos o métodos a la vez se vuelve impráctico y tortuoso.

Por ello, lo que se propone en esta tesis es primero no ver los métodos a aplicar como campos independientes sino hacer un esfuerzo para integrar estos campos de conocimiento y lograr resultados verdaderamente eficientes al conformar un sistema de conceptos, métodos y soluciones que permita contener unos en otros y relacionarlos para unificar tanta diversidad de aportaciones bajo un solo término el cual no solamente sea el título de un sistema complejo sino un objetivo medular que transforme a la empresa, que lo adopte y le genere una nueva forma de hacer las cosas o sea un "estilo propio" que le produzca resultados a corto plazo y motivación para ser cada día mejor y lograr una competitividad de clase mundial.

El término de optimización fue seleccionado para incluir en una sola palabra la conjunción de herramientas metodológicas que contribuyan a mejorar la organización, los procesos y los productos de las empresas desarrolladoras de vivienda; partimos de su definición general para particularizar después su significado con un enfoque sistémico que constituya la aportación de este trabajo, la cual implica proponer un enriquecimiento en el perfil de los arquitectos y del programa de estudios de la profesión.

Integrando varias definiciones de optimizar y de optimización, buscadas en varios diccionarios, se encontraron las siguientes descripciones (Figura 1.3) :

• <u>Optimización:</u>	➤ Es la acción y efecto de optimizar ⁽¹⁾ .
• <u>Optimizar:</u>	➤ Buscar la mejor manera de realizar una actividad ⁽¹⁾
	➤ Dar a cualquier cosa (una máquina, una empresa...) el rendimiento óptimo creando las condiciones más favorables u obteniendo el mayor partido posible ⁽²⁾ .
	➤ Hacer o disponer algo con objeto de que sea altamente funcional o efectivo ⁽⁴⁾ .
• <u>Óptimo:</u>	➤ Estado logrado de desarrollo de cualquier cosa juzgada como la más favorable a la vista de las circunstancias dadas ⁽²⁾ .
	➤ Bueno, tan bueno que no puede ser mejor ⁽³⁾ .
	➤ El mejor resultado posible o el mayor nivel que se pueda obtener bajo ciertas condiciones dadas ⁽²⁾ .
	➤ El punto o grado más favorable para lograr un objetivo buscado como temperatura, luz o humedad para la reproducción y crecimiento de un organismo ⁽⁴⁾ .
Existe otro término en los diccionarios que es sinónimo y se enlista a continuación su correspondiente significado encontrado.	
• <u>Optimación:</u>	➤ Acción y efecto de optimar ⁽¹⁾⁽³⁾ .
	➤ Método matemático para determinar los valores de las variables que hacen máximo el rendimiento de un proceso o sistema ⁽¹⁾⁽³⁾ .
• <u>Optimar:</u>	➤ Es sinónimo de optimar ⁽¹⁾
	➤ Buscar la mejor manera de realizar una actividad ⁽¹⁾
	➤ Mejorar un instrumento, aparato, objeto o proceso cualquiera hasta conferirle las mejores cualidades posibles ⁽¹⁾ .
Figura 1.3 – DESCRIPCIONES SOBRE LAS DEFINICIONES DE OPTIMIZACIÓN Y DE OPTIMIZAR	

Optimización en nuestra connotación representa la sistematización de técnicas, métodos y conceptos que dé como resultado un “estilo de trabajo y de pensamiento” que se derive en una cultura empresarial.

De los dos términos: *Optimizar* y *optimar* se eligió emplear en esta tesis el término optimizar por ser éste de uso más generalizado.

(1) Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española.

(2) Petit Larousse en Couleurs 1989

(3) Nuevo Tesoro Lexicográfico de la Lengua Española

(4) New Webster's Dictionary of the English Language. College edition 1975 – U.S.A.

Evidenciando los diferentes componentes que pueden influir en su definición siendo para este trabajo más relevantes los siguientes:

1. Implica una *búsqueda de la mejor manera de hacer algo* lo cual corresponde a la mejora de procedimientos.
2. Se intenta *lograr lo mejor* refiriéndose al producto.
3. Queda referida a un *adelanto y progreso* por tanto no es un hecho estático sino un proceso de mejora continua.
4. Se habla de *dar el mayor rendimiento* a una empresa, una inversión, una máquina, etc.
5. Se aplica para *sacar el mejor partido posible* a lo que se tiene.
6. Busca *crear las condiciones más favorables* para facilitar el logro de los mejores resultados.
7. Por otro lado busca *el estado o grado de desarrollo de cualquier cosa juzgada como la más favorable a la vista de las circunstancias dadas*, en caso de no poder incidir en la mejora de las circunstancias. Esto implica *adaptabilidad*.
8. Implica ordenar, disponer, acomodar u organizar algo para *lograr su máxima funcionalidad o efectividad*.
9. *Autorregulación ante la presencia de cualquier cambio para siempre lograr la máxima eficiencia operativa*.

La optimización es una búsqueda constante para lograr lo mejor en procesos, procedimientos, productos, servicios, organización, equipos, personas e incluso en la selección de circunstancias o condiciones más favorables que faciliten su logro.

La optimización aplicada consiste en saber poner el mejor recurso o el más escaso en la mejor oportunidad.

No es un concepto estático sino que implica ir adaptando y autorregulando sus características para responder ante cambios externos condicionantes para el logro de lo mejor.

También, lo que ahora puede considerarse como “óptimo” en el futuro puede calificarse como mediocre o normal, y por ello la optimización para ser vigente debe ser una búsqueda dinámica de adelanto y progreso de punta en un proceso de mejora continua.

La optimización se aplica tanto a cosas puntuales y bien definidas como a sistemas conformados por gran cantidad de partes relacionadas de manera compleja lo cual implica mayor análisis y búsqueda de equilibrio para lograr optimización en el sistema a pesar de no poderse obtener optimización en todos y cada uno de los componentes que lo conformen.

En nuestro caso hay que tener siempre en mente el enfoque de sistemas ya que dado que trabajamos siempre con múltiples consideraciones variables hay que siempre identificar las repercusiones o efectos que pueden generar decisiones de optimización sobre una solución dada. También hay que aceptar que no siempre todo lo que se quiere se puede y que la “perfección” es un ideal más que una realidad; por ello, la optimización es una forma de actuar más que un estado logrado.

En base a las definiciones y comentarios anteriores, *la optimización aplicada a nuestro caso la podemos definir como el mejoramiento de los procesos, servicios y productos así como del desempeño de la organización que los realiza, buscando sacar el mejor partido posible identificando o creando las condiciones más favorables a la vista de las circunstancias dadas.*

Desde hace ya varios años se han desarrollado métodos y técnicas para comprender y mejorar las condiciones que pueden conducirnos hacia la optimización del desempeño de nuestro trabajo los cuales han sido aplicados en diferentes sectores de la industria y de la administración y han sido adoptados con éxito en la planeación y construcción de obras de arquitectura como los métodos de cuantificación y optimización de costos, los métodos de programación de tiempos por ruta crítica, los sistemas de calidad, los análisis de tiempos y movimientos para mejorar la productividad, etc. que, sin embargo, se utilizan de manera parcial y a veces aleatoria y que no están concebidos como partes de un sistema de optimización integral y varios de ellos no se emplean de manera sistemática.

Se ha adoptado el término de optimización para sintetizar e interrelacionar en un solo concepto todos los métodos, técnicas y enfoques actuales y futuros que parcialmente coadyuvan hacia la mejora continua de nuestras organizaciones con objeto de incrementar su buen desempeño y competitividad.

La búsqueda de la optimización implica entrelazar unilateralmente estos distintos y heterogéneos conceptos que, siguiendo leyes diversas y a veces opuestas, concurren simultáneamente.

La aportación concreta de este trabajo está dada por tanto en la adecuada integración de todos los conceptos que aportan variadas herramientas que coadyuvan para una mejora integral.

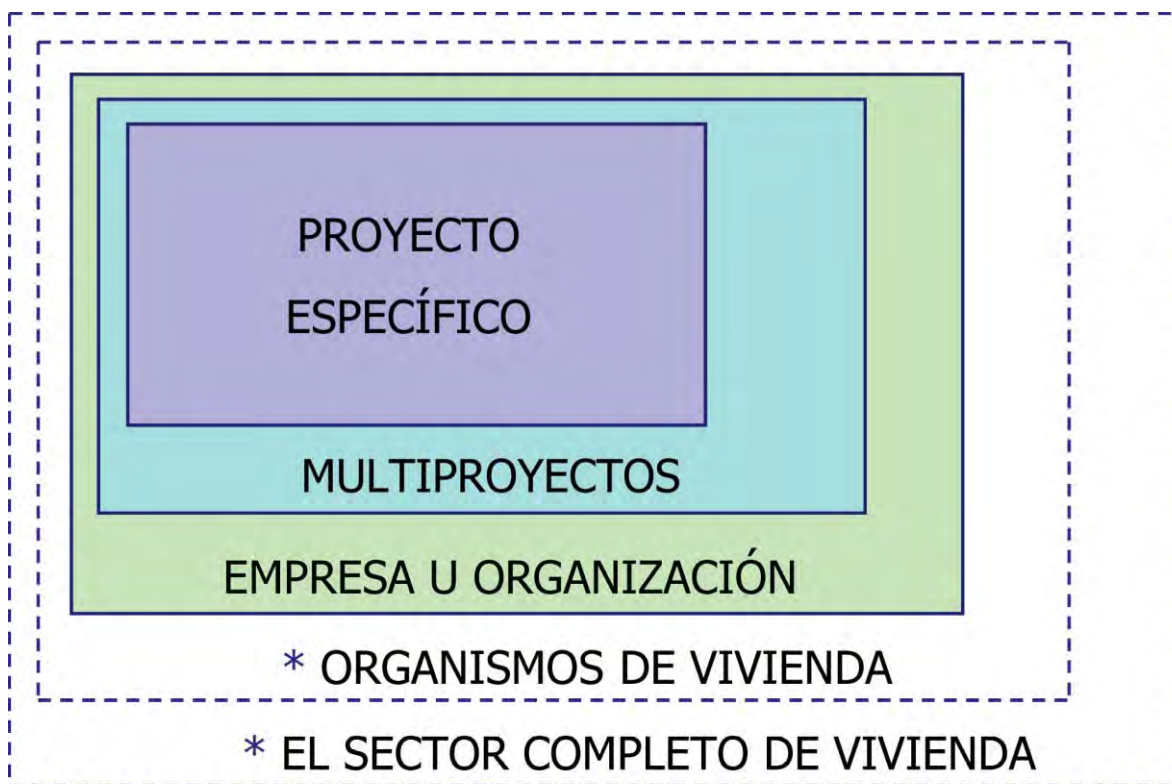
Por otro lado debido a que constantemente surgen nuevas herramientas para el logro de la optimización sería muy limitado proponer un sistema cerrado que cierre las puertas a la mejora continua. Por tanto, lo aquí propuesto deberá imaginarse como un sistema abierto y evolutivo que sirva de recipiente abierto para integrar a futuro nuevas y convenientes propuestas metodológicas. Por tanto, lo aquí propuesto es más representativo que exhaustivo de una actitud y habilidad necesaria a desarrollar en nuestro contexto.

La hipótesis planteada considera integralmente que: con un imprescindible cambio de organización, de mentalidad y de actitud en todos los involucrados de empresas dedicadas al desarrollo de proyectos de vivienda, la utilización de un sistema que integre métodos y relacione técnicas ya conocidas y probadas para el logro de mejoras buscadas, podrá optimizar sus procesos y productos para lograr paulatina pero sólidamente mayor competitividad y prestigio.

Esta propuesta plantea una invitación a la inconformidad constante de nuestro hacer pero no enfocada hacia la frustración por lo hecho sino hacia la motivación de constante búsqueda de mejoras a implantar en futuros desarrollos, por ello, todo proyecto puede concebirse como tema de investigación (procurando la aplicación de nuevas herramientas, de nuevos conceptos y de las innovaciones técnicas que vayan surgiendo en el entorno profesional), de aprendizaje (enlistando las lecciones aprendidas de fallas, omisiones, ocurrencias y aciertos) y como inversión para futuros proyectos.

El proceso de implantación no es sencillo, requiere de ánimo, perseverancia y disciplina donde *las personas que conformen una organización pueden ser el principal obstáculo a vencer o el detonador de un cambio notable.*

La aplicación de la optimización que abarca este trabajo incluye desde proyectos específicos hasta un trabajo formalizado de una empresa. No abarca a los organismos de vivienda ni a las cámaras o asociaciones del sector aunque para aplicaciones reales tendrá que tomarse en cuenta su influencia y participación (Ver figura 1.4).



* No incluidos en el alcance

Para los efectos de este trabajo, se entiende como proyecto a la realización total e integrada de un desarrollo de vivienda (Ver capítulo 3).

Figura 1.4 – ALCANCE DE APLICACIONES DE OPTIMIZACIÓN A DESARROLLOS DE VIVIENDA

Concluyendo y recapitulando los motivos que originan este tema así como los objetivos buscados, se enlistan a continuación los siguientes puntos:

- El sector de desarrollos de vivienda presenta un importante dinamismo actual y futuro lo cual demanda un cambio estructural en el modo de trabajar.
- Existe un amplio conocimiento acumulado y creciente disponible y aplicable que ha probado su efectividad para la solución de problemas de índole técnico y organizativo pero que por nuestra limitación de tiempo y, sobre todo, por la falta de enfoque sistémico dicho conocimiento no se aprovecha.
- Los arquitectos y otros profesionales necesitan ampliar y profundizar sus conocimientos, enriquecer sus competencias y trabajar en equipo pluridisciplinario hacia objetivos comunes preestablecidos. Se ve imprescindible incluir dentro del perfil del arquitecto disciplinas emergentes de gran utilidad hasta ahora consideradas ajenas a su alcance de trabajo.

- Los perfiles de los integrantes de una organización dedicada a la realización de desarrollos de vivienda deberán adecuarse a las necesidades y condiciones reales de los proyectos y deberán incrementar su saber hacer dado el enorme vacío de competencias que se da en todos los niveles y muy profundamente en el trabajo operativo.
- Es necesario capacitarse para la *gestión inteligente de las emociones* con objeto de saber enfrentar, manejar y resolver los conflictos y las adversidades que se presenten a través de la comunicación, la perseverancia, el ánimo y el esfuerzo compartido y dirigido a soluciones.

A través de una eficiente gestión de las emociones se pueden lograr más productividad, más ventas, mejores resultados económicos y un ambiente positivo de trabajo.

- El trabajo en equipo, la investigación y desarrollo y la aplicación constante de innovaciones son indispensables para el desarrollo de una alta competitividad. La experiencia y la tecnología sólo será alcanzada con la dedicación.
- Se ve indispensable establecer la vinculación constante entre universidades y empresas a fin de crear un enriquecimiento sinérgico de conocimientos y habilidades.
- Se requiere hacer con las técnicas, metodologías y conocimientos que se perfeccionan y enriquecen constantemente, un traje a la medida para su utilización en los desarrollos de vivienda y para la forma de trabajar de las organizaciones que los hacen.
- Para el empleo integral de tantas técnicas y métodos útiles existentes se propone la necesidad de integrarlos en un sistema englobado bajo el término de optimización.
- La hipótesis que se plantea implica que, con un cambio de organización, de mentalidad y de actitud en todos los involucrados, la utilización de un sistema que integre métodos y relacione técnicas ya conocidas y probadas para el logro de mejoras buscadas, podrá optimizar sus procesos y productos para lograr mayor eficacia operativa y, por tanto, mayor competitividad.
- El objeto de este trabajo se limita a la aplicación integral de diversas herramientas de optimización, a los desarrollos de proyectos, a la gestión de multiproyectos y a la organización dedicada a su ejecución, sin embargo, puede servir como base o referencia para aplicar esta misma concepción a otros géneros de edificios o a otras circunstancias diferentes.

CAPÍTULO 2

EL FACTOR HUMANO, LOS CAMBIOS DE ACTITUD Y EL ENRIQUECIMIENTO DE COMPETENCIAS

En este capítulo se trata lo crucial para poder lograr que tantas herramientas y criterios disponibles puedan aprovecharse para la optimización de los proyectos y del desarrollo de la organización.

Por un lado se recapitulan situaciones y circunstancias recurrentes que se dan en las organizaciones y que dañan y enrarecen el ambiente laboral dando como resultado la baja de productividad, calidad y eficiencia en las empresas y, por el otro, se propone recurrir a la toma de conciencia de estas circunstancias para su identificación y solución empleando una gama importante de técnicas ya probadas que transforman significativamente los vicios hacia prácticas de éxito para generar un cambio que vaya del conflicto a la sinergia e incrementen el valor al trabajo por medio de la construcción de lazos fuertes entre colaboradores y sólidas alianzas con terceros bajo una búsqueda de ganar-ganar (en vez del criterio mezquino y miope de yo gano cuando tú pierdes).

Se denota que más importante que perfeccionar los procesos y los resultados aprovechando tantas y tan útiles técnicas disponibles para hacerlo, hay que primero asegurar la calidad humana y profesional de los colaboradores que compartan los mismos objetivos y que aprendan lo ventajoso que es la unión de todos para lograrlos en vez de actuar separadamente.

Hay una inercia cultural que hay que romper y para hacerlo hay que comenzar convenciendo a las cabezas que dirijan logrando su total involucramiento.

2.1 Resistencia cultural y su necesaria transformación

Los seres humanos somos seres sociales y gracias a la inteligencia, pero sobre todo a las acciones en grupo, tenemos un desarrollo evolutivo y el dominio sobre otras especies con logros sorprendentes para nosotros mismos e incluso inimaginables por nuestros ancestros.

El contexto de la construcción y de la arquitectura es uno de los ejemplos a la vez que una condición que implica la participación de mucha gente con diferentes características que se complementan para el logro de una obra terminada.

Es imprescindible practicar la profesión donde se presenta la participación de muchos involucrados comenzando con la viva intervención y compromiso del cliente y terminando con la del usuario (que no en todos los casos es el mismo).

Grandes intelectuales ya lo externaban con frases como las siguientes:

➤ “La grandeur d’un métier c’est avant tout d’unir les hommes” (La grandeza de un oficio es ante todo el unir a los hombres).	Saint-Exupéry
➤ “Le geste le plus complet de l’homme est celui de bâtir” (La realización más completa del hombre es la de construir).	Paul Valéry



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Esto implica conformar organizaciones estructuradas y constituidas legalmente como personas morales con derechos y obligaciones jurídicas y sociales. El conocimiento y ejercicio de las herramientas de dirección y administración de empresas así como de otras disciplinas periféricas y complementarias se vuelve imprescindible para poder llevar a cabo con éxito nuestra profesión.

Sin embargo, paradójicamente la formación y la educación no enfatizan el trabajo en equipo ni se aplican las técnicas de comunicación ni de participación generándose así un individualismo mal entendido que se manifiesta en el ámbito laboral y empresarial.

Específicamente en las facultades de arquitectura se transmite a los alumnos, en aras del desarrollo de la creatividad y la búsqueda de la originalidad una tendencia individualista que propicia el desarrollo de una cierta animadversión al trabajo en grupo y, por tanto, al concepto de trabajo en equipo.

Las referencias de la vida de varios arquitectos connotados del siglo XX refuerza esta tendencia dirigida hacia el desarrollo de la creatividad y originalidad individual lo cual en sí no es nada malo pero es un enfoque que hay que complementar dado que la arquitectura como disciplina ha venido evolucionando y se ha ido tornando más compleja y sofisticada, tal vez tanto, que se ha tornado imposible ejercerse por una sola persona por muy competente que sea, dada la actual complejidad de los proyectos; por otro lado, se tiene que interactuar con varias disciplinas que cada vez son menos periféricas y están teniendo más importancia en las decisiones clave de los proyectos.

El arquitecto tradicionalmente identificado, en cada obra que proyecta busca marcar como meta su originalidad donde se busca introducir cambios que pretenden ser radicales consiguiéndose en algunos casos crear modas efímeras.

Hay un desprecio notable por la experiencia y punto de vista de los demás colegas. El arquitecto tiene que cambiar de mentalidad ya que, sobretodo en la realización de desarrollos de vivienda, sólo podrá trabajar en grandes equipos perfectamente coordinados aunque con una influencia y protagonismo claves principalmente en la aportación de lineamientos importantes.

Aunque la arquitectura es un arte paradójicamente también requiere de la aplicación de técnicas muy variadas y complejas donde las realizaciones hasta ahora logradas a través de la artesanía habrán de materializarse a través de la industria.

En arquitectura está desapareciendo el cliente particular apareciendo en su lugar la sociedad entera como cliente masivo y, por ello, la misión del arquitecto es servir a la sociedad a la que pertenece antes que satisfacer sus aspiraciones e íntimos caprichos plásticos y estéticos.

La adopción de una buena solución a un problema encontrada antes por un colega o por alguien más debe considerarse como un inteligente aprovechamiento del conocimiento y no como un "plagio" ya que por su utilidad es mucho más legítima que "la solución original" que funciona mucho más imperfectamente que la anterior.

La industria del automóvil estaría muy atrasada si sus ingenieros hubieran pretendido hacer cada modelo sin tener el menor parentesco con ninguno de los hechos antes por otros. Los técnicos actuales competentes y responsables parten siempre de los últimos resultados obtenidos antes por otros llevando consigo un bagaje impresionante de información perfectamente clasificado para hacerlo eficaz. Si logramos lo mismo creando un acervo con todos los detalles materiales repetibles, ya resueltos por la industria, la creatividad podrá potenciarse enfocándola a lo conceptual y lo integral.

En la práctica, en la que se implican muchos recursos humanos físicos y económicos, por la idea del desarrollo personalista, se genera una visión parcial del alcance de nuestra actividad e incomunicación con los demás participantes.

Los resultados los sufrimos cotidianamente en el entorno laboral en el que se percibe, con honrosas excepciones, aislamiento entre las personas para el seguimiento del trabajo, creación de feudos de poder entre diferentes áreas de una organización, vetetismo, burocratismo, falta de conocimiento ocultada, exigencia de resultados sin explicación de lo que se pide o lo que se espera y mucho menos del curso a seguir para llegar a ellos, parcialidad en los alcances, en el involucramiento y en los objetivos de los proyectos así como de la organización.

Esto genera incomprensión y falta de valoración del trabajo de unos hacia otros llegando en muchos casos a conflictos ocultos y confrontaciones evidentes que merman considerablemente a la organización y al resultado de los proyectos con la consecuente pérdida de esfuerzo y de recursos económicos. Son comunes las desavenencias entre proyectistas y constructores, entre supervisores y supervisados, entre cliente y arquitecto, entre promotores y administradores, etc.

El trabajo se va dando y las circunstancias se van presentando y las vamos sobrellevando por una falta de conciencia y de reflexión sobre lo que pasa, pero se vislumbra a todas luces que el alcance del trabajo profesional y su formación que lo respaldan no son suficientes para llevar a cabo un ejercicio "integral" de la profesión.

Este panorama indica que el perfil del arquitecto tiene que adaptarse a las cambiantes circunstancias de la práctica y de la actual demanda, de no hacerlo, puede quedar relegado y parcializado desvalorizándose con ello su participación al grado de llegar a la obsolescencia y desaparición posterior.

Se ve claramente indispensable que por tanto, la formación y la actuación del arquitecto debe complementarse más que dar borrón a lo que se tiene aunque habrá que darle la verdadera importancia, nivel y lugar a la creatividad, innovación y originalidad.

De hecho, es importante conservar y extender, dentro de la metodología de la enseñanza, la forma en la que se aprende a proyectar lo cual tiene más contenido de aprendizaje que "el método del caso" tan usado en las carreras de administración y dirección de empresas, complementado desde luego con la adquisición de conocimientos, cada vez más amplios y a la vez profundos y de un método para integrarlos y de aplicarlos en la práctica de realización de proyectos.

El método del caso analiza hechos, detecta situaciones o problemas y saca conclusiones o propone soluciones y de ahí se absorbe lo aprendido para ser aplicado a la propia realidad; en el desarrollo de un proyecto se tiene que obtener la información para conocer las necesidades, el contexto condicionante y los recursos disponibles. Parece sin embargo que, a pesar de que antiguamente el arquitecto era el "maestro" que dominaba todos los oficios de la construcción, actualmente el proponer una solución geométrica y descriptiva en un lenguaje gráfico es hasta donde llega su trabajo y lo demás es sólo implementación a elaborarse por otros, con los cuales, hay incluso que discutir mucho para evitar que distorsionen "la solución".

Si a este enfoque de desarrollo de habilidades para lograr la solución a un problema arquitectónico en forma de "síntesis" lo complementamos integrando todos los aspectos que hay que involucrar en un proyecto y a la "síntesis formal" la utilizamos como recipiente para vaciar en ella todos los componentes que la conforman en la realidad, incluso con la posibilidad de ir deformando y reconvirmando dicho recipiente para permitir el buen acomodo paulatino de todo lo que integra al proyecto, estaremos aprovechándolo extensivamente ejercitando así nuestra posibilidad de "pensar en complejo".

La habilidad de poder sintetizar en algo tangible y claro la concurrencia de tantos considerandos en un proyecto es una ventaja competitiva muy poderosa la cual, sin embargo no se ha aprovechado debidamente porque falta implementar otras competencias que por ahora se consideran totalmente ajenas al campo del arquitecto. Tal vez antes lo eran, pero ahora se requiere del enriquecimiento del perfil de los arquitectos para que, lejos de volverse obsoletos o complementarios, tengan un rol preponderante en los desarrollos de proyectos y en la maduración de las empresas dedicadas a ello.

Se podrá pensar que el incursionar y llegar a dominar otras disciplinas ajenas a lo que actualmente hacemos desvirtúa y deforma la identidad profesional pero de hecho en la práctica muchos arquitectos terminan haciendo trabajos muy diferentes a lo que esperaban hacer al terminar sus estudios.

Para ir de acuerdo con la evolución de la realidad hay que adaptar, actualizar y enriquecer el conocimiento lo cual obliga a nunca dejar de estudiar y a una constante renovación de los planes de estudio en las escuelas y facultades, sin abandonar sino más bien mejorar y fortalecer el método de aprendizaje de realización de proyectos donde se mejore cada vez más la habilidad de “sintetizar” soluciones de problemas complejos entendiendo su aplicación a otros conceptos que no necesariamente sean proyectos arquitectónicos sino circunstancias de empresa ya que he venido deduciendo que un arquitecto debe en mucho ser un buen director de empresa, y por lo tanto de personas, más que un buen administrador solamente.

2.2 La forma de trabajo y el entorno del trabajo

El ambiente de trabajo del arquitecto en la práctica está lleno de relaciones humanas y para ello se necesitan adquirir los conocimientos y habilidades para no sólo sobrellevarlas sino para poder liderar su actuación en un trabajo participativo.

La realización de un proyecto o de varios proyectos, trae como consecuencia la necesidad de conformar una organización compuesta por un equipo coordinado de personas; por ello, el ambiente de trabajo del arquitecto en la práctica está lleno de relaciones humanas y para ello se necesita adquirir los conocimientos y habilidades para no sólo sobrellevarlas sino para poder liderar su actuación en un trabajo participativo.

No es suficiente la preparación, la experiencia y la dedicación al trabajo, Hay que desarrollar habilidades adicionales donde la preparación técnica tiene muy poca importancia para mejorar la relación con los demás, el trabajo en equipo y el liderazgo.

La iniciativa, la empatía, la adaptabilidad y la persuasión son cualidades personales muy importantes para entender a los demás y entendernos a nosotros mismo en términos de sentimientos y motivaciones.

Hay que desarrollar aptitudes nuevas como el control de las emociones, el manejo de los enfrentamientos, la comunicación, el diálogo, la coordinación de acciones, el trabajo colaborativo y el liderazgo que fortalezcan los vínculos entre todos los participantes para el logro de un desarrollo positivo.

Es importante comenzar con la identificación de situaciones indeseables en la organización creadas por personas perversas y conflictivas para cambiarlas en el menor lapso posible.

Es un hecho que si no se toman las medidas preventivas y en su caso, correctivas, comienzan a darse ambientes viciados de trabajo promovidos por personas arribistas y manipuladoras, aduladoras con sus jefes y sobajadoras con sus subalternos, insidiosas y maquiavélicas que buscando ventajas personales donde lo que menos les interesa es unirse a los objetivos de la organización. Este tipo de personas esconden su incapacidad y complican y obstaculizan el buen desempeño de los demás. Aunque se dan estos casos más en empresas grandes pueden iniciarse en empresas pequeñas o recién constituidas.

De manera recurrente se da como hecho, principalmente en los altos niveles de las organizaciones, que cada jefe pretende imponer su estilo y sus “originales e inteligentes ideas” partiendo de la crítica descalificante de lo hecho por el jefe anterior y de lo establecido por él y prosiguiendo con cambios, de preferencia radicales, que generalmente implican el despido de colaboradores valiosos por su experiencia acumulada dentro de la organización y su sustitución por nuevo personal que en varias ocasiones no tiene idea del trabajo a realizar pero es de confianza. En este caso, confianza es sinónimo de amistad más que la garantía del saber hacer.

Conviene prevenir esta circunstancia, las cuales se dan principalmente en empresas grandes, con un plan de selección y desarrollo de los colaboradores que dé la posibilidad de ir progresando dentro de la organización hasta llegar a niveles de alta dirección. No se debe permitir que los colaboradores se estanquen para siempre en un nivel de puesto, por ello, la selección de personas con actitud, capacidad y ambición es fundamental.

Bajo este esquema, el personal nuevo ingresa ocupando los niveles desocupados por los colaboradores que vayan subiendo de jerarquía y responsabilidad.

El parentesco y la amistad que tenga un colaborador con los demás y muy particularmente con los directivos debe acotarse a través de la implantación de políticas de empresa que precisen las condiciones que a la empresa convengan.

Hay personas que sin ser malintencionadas son poco asertivas, poco ejecutivas y, en algunos casos, divagantes y problemáticas o incluso que no trabajan o que no organizan su trabajo y no cumplen con los resultados esperados.

La selección del personal es muy importante y debe incluir una investigación y un examen de admisión así como una evaluación a los tres meses de haber ingresado, seguida por un procedimiento evaluativo rutinario de 360° así como un plan de vida y carrera. Hay que ir edificando una estructura organizacional motivante, inclusiva y realizante. La gente debe ser parte fundamental del modelo de producción y de administración de la organización.

Dado que se depende de la infraestructura humana hay que inculcar “el razonamiento” y “el pensamiento positivo” a través de la capacitación y programas puntuales de entrenamiento donde la alta dirección se involucre totalmente.

Es fundamental la participación de los colaboradores en la solución de problemas y en el seguimiento programado del trabajo donde las actitudes a transmitir en la organización sean:

- 1.- Apegarse a los hechos,
- 2.- Atacar la causa de los problemas desde la raíz,
- 3.- Asegurar la participación de todos los involucrados,
- 4.- Determinar las medidas preventivas.

Evitar la repetición de los problemas a través del desarrollo del personal con seguimiento para evitar recaer en los viejos hábitos.

Más que al trabajo en sí hay que dedicarse a la gente, a los colaboradores, todo el tiempo que sea necesario para ayudarles a adquirir una nueva manera de hacer las cosas, de interactuar, de aprender nuevas técnicas y de dominar nuevos métodos de trabajo.

Lo más importante es tomar conciencia de ello lo cual nos obliga a desarrollar nuestras competencias de liderazgo y a capacitarnos en administración y en dirección de empresas así como en relaciones humanas ya que las *organizaciones están conformadas por personas que interactúan conducidas hacia objetivos preestablecidos y que los problemas de trabajo y de empresa son a final de cuentas problemas humanos.*

La función del liderazgo propuesto es para producir más líderes y no más seguidores de líderes.

Por un lado hay que mejorar nuestras competencias pero por el otro necesitamos darnos cuenta de nuestro entorno de trabajo al cual no le hemos dado la suficiente importancia por no estar capacitados en como desenvolverse en él, sumando e integrando las habilidades de todos.

El desconocimiento o relativización de estas condiciones dadas ha generado quiebres importantes en la práctica profesional y en las organizaciones no sólo para no lograr objetivos específicos sino hasta llegar al fracaso del proyecto o a la destrucción de la organización.

Hay una gama enorme y creciente de herramientas mundialmente conocidas y probadas para poder asegurar el éxito sostenido del desempeño de una empresa enmarcadas en una búsqueda constante de la optimización y de ellas trata esta propuesta, pero su efectividad depende del logro de un cambio de la actitud, de la forma de participar, de la forma de interactuar y de la forma de realizarse de cada participante de una empresa y ello implica realizar un tremendo esfuerzo para un cambio de cultura organizacional.

Vemos que organización, empresa, participación, equipo de trabajo interacción, liderazgo, dirección y productividad entre otros no son términos que estén implícitos en nuestra formación y sin embargo los tenemos que amalgamar en la cotidianidad de la práctica no como males necesarios sino como ampliación de nuestro horizonte.

Se han comentado ya los efectos negativos que se dan en las empresas donde no hay una dirección adecuada y por el desconocimiento de los participantes del como se debe de trabajar en equipo y de los beneficios que conlleva.

Muchos comportamientos inadecuados están muy enraizados en la práctica cotidiana y hay que irlos erradicando buscando transformar a grupos de trabajo en equipos de alto desempeño, motivados, con multihabilidades junto con especialistas en variadas disciplinas, conformando organizaciones planas en vez de piramidales y dando la formación y el facultamiento a los colaboradores desde el nivel más bajo de la organización transformando a los ejecutivos y directivos en facilitadores.

Para ello hay que afrontar las situaciones emocionalmente desagradables: Identificar y manejar los sentimientos y reacciones que puedan resolver a fondo los *conflictos repetitivos* de convivencia, aceptación, comunicación y percepción que generan inproductividad en la empresa sobre todo para evitar a toda costa que los problemas laborales se conviertan en personales.

2.3 La conformación organizativa

Se proponen ahora varios conceptos y prácticas que nos permitirán tener éxito o nos servirán de base para ir diseñando e implementando procedimientos propios para construir una plataforma sólida sobre la cual se pueda crecer y optimizar. Enlistamos a continuación dichos conceptos:

- Seleccionar e integrar en la empresa a personas con “madera” para desarrollarse lo cual no implica que sea muy lista, experimentada, preparada e inteligente, sino personas con deseos de superarse, con apertura de mente, fácilmente integrable para trabajar en equipo, con ganas de aprender, objetiva, asertiva, proactiva y con compromiso.
- Establecer un programa de capacitación participativa y continua aplicada en la práctica del trabajo (aprender haciendo) que sirva para transmitir y actualizar la misión, visión, objetivos y valores de la empresa “en vivo”, enfocar la capacitación al aprendizaje más que a la enseñanza además de los conocimientos técnicos, administrativos y conductuales que mantengan vigente y competitiva a la empresa.
- Implantar una cultura de comunicación eficiente tanto en el ámbito formal como informal que parta de los objetivos de la empresa y se base en su código de ética.
- Desarrollar el facultamiento a todo nivel de los colaboradores y el perfil de facilitadores para los jefes, ejecutivos y directivos.
- Fomentar el liderazgo, el trabajo directivo y ejecutivo y el trabajo en equipo así como la relación de cliente-proveedor (interna y externa).
- Aplicar la polivalencia en el trabajo (multihabilidades y multicompetencias) tanto profesionales como laborales.
- Involucrar en la empresa a los proveedores de servicios y productos, a los subcontratistas y a los clientes.
- Mantener estructuras organizacionales planas (con pocos niveles jerárquicos) y sencillas así como flexibles y adaptables a las condiciones del trabajo que se presenten y no a las descripciones de funciones.

Figura 2.1 – CONFORMACIÓN ORGANIZATIVA

Los recursos humanos son la clave del desarrollo de una empresa, y por tanto su éxito depende de su infraestructura humana y de su forma de dirigir; a este respecto es fundamental la creación de principios de relación humana que deben de practicarse sistemáticamente como son: Evitar la arrogancia, el sarcasmo, la ironía, el chisme, el fraude y la descalificación y promover la transparencia de la información, la participación y el respeto entre todos a fin de lograr un clima generalizado de confianza y motivación.

Si no aprendemos y practicamos estas consideraciones con prioridad, la instrumentación de cualquier herramienta que optimice el contenido del trabajo será muy desgastante con resultados pobres y efímeros en muchos de los casos.

El aprendizaje de estos conceptos nos ubica en el papel de un empresario con las características de emprendedor, director, administrador y líder.

Vamos a tratar con más detalle cada uno de los conceptos enlistados anteriormente con objeto de adaptar su enfoque al tipo de organización dedicada al desarrollo de proyectos de vivienda.

□ **Selección del equipo de colaboradores.**

Una empresa nueva requiere establecer un programa de reclutamiento y capacitación tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Currículum de su trayectoria personal y profesional, pidiendo referencias de primera mano y solicitando la presentación de un portafolio del trabajo elaborado, el alcance de sus trabajos y la calidad de los mismos, nos puede dar una idea de su nivel. Más que nada hay que tener los medios de evaluación para vislumbrar si el trabajo lo podrá desempeñar con éxito.

- Examen de conocimientos profesionales y de conocimientos de disciplinas periféricas.
- Con la ayuda y participación de especialistas en psicología empresarial o industrial, establecer exámenes y entrevistas que nos permitan tener una evaluación, lo más acertada posible de sus características.
- Establecer compromisos de cumplimiento con fechas preestablecidas y período de prueba y de adaptación a la organización. Es importante que este período de prueba se evalúe con mucha formalidad para decidir si la persona se queda en la empresa o no.
- Elaborar un plan de vida y carrera conciliándolo con los objetivos y valores de la empresa e instrumentar un procedimiento de seguimiento rutinario.

Una empresa ya existente puede iniciar en cualquier momento un programa de reestructuración que ofrezca oportunidades de desarrollo para sus integrantes y tal vez la mejor oportunidad para hacerlo es cuando se inicia el desarrollo de un nuevo proyecto.

Es muy posible que en este caso surja una resistencia al cambio que se puede manifestar por diferentes razones como sentirse amenazado, salirse de la zona de confort lograda en el trabajo ya que todo cambio exige esfuerzos mentales adicionales a los rutinarios, ver incertidumbre y riesgo en lo que se vaya a emprender o inconveniencia personal. Las personas más reticentes o al menos quienes expresan más evidentemente su inconformidad son las de mayor jerarquía y antigüedad.

Todos los obstáculos que se presenten se atenúan fomentando la participación, el involucramiento y el compromiso. Tenemos la ventaja de que cada proyecto nuevo que se nos presenta es una nueva experiencia y una nueva oportunidad para mejorar, para optimizar y para innovar.

Hay que decir que en las empresas hay intereses y situaciones difíciles de manejar (tanto en empresas familiares como en empresas muy institucionalizadas) por amistad o parentesco de algunos colaboradores con los dueños o directivos o incluso con ejecutivos de nivel medio pero lo importante está en decidirse al más alto nivel a implantar todos estos y otros conceptos y prácticas que hagan a la empresa siempre vigente y competitiva.

El trabajo es arduo, pero es más arduo y menos realizante seguir trabajando por costumbre o por inercia exponiéndose a los vaivenes de las circunstancias.

Organización que no se esté adaptando y evolucionando tiende a desaparecer.

Si el consejo de administración, la alta dirección o los dueños y los principales ejecutivos de la empresa no están comprometidos e involucrados en la mejora continua y en su seguimiento no hay nada por hacer.

La optimización debe entenderse como mejora máxima buscada continuamente. Como resultado de la implantación de cambios en una empresa va a haber gente que no se adapte y salga de la organización, gente que aproveche las oportunidades y progrese y gente que busque mantenerse estable; también habrá colaboradores nuevos que vayan ingresando a la organización por sustitución de los que salgan o por crecimiento y diversificación. En estos casos su inducción a la cultura organizacional de la empresa es importante de implementarla con la asignación de un tutor que sobre la marcha del trabajo vaya explicando todos los detalles propios de su actividad y los de la organización.

Todos los colaboradores en todos los niveles tienen que ir desarrollando sus competencias, nadie puede quedar estático.

La depuración del personal consiste en ir desarrollando a las personas que vayan dando resultados y sean congruentes con la filosofía de la empresa.

Ir cambiando a quienes no dan resultados y no son coincidentes con la empresa y sus objetivos, dar una segunda oportunidad a quienes no den resultados pero que compartan los valores y objetivos de la organización e ir sustituyendo también a quienes den buenos resultados pero transgrediendo los principios de la empresa. Es evidente que una persona por muy efectiva que sea ponga sus condiciones y someta a los principios de colaboración a su forma de hacer las cosas; este tipo de personas son las clásicas “vedettes” y generalmente tienen una personalidad conflictiva y rebuscada que intenta dominar por sus intereses a los demás.

Generalmente se presenta en este caso una decisión difícil pero hay que tomarla. Se podría pensar que lo aquí comentado es válido sólo para grandes empresas que se quieran formar o para empresas con diferente nivel de madurez pero ya muy consolidadas. En realidad estos conceptos se pueden comenzar a preparar aunque todavía no se haya constituido una organización o pueden comenzar a aplicarse en una empresa debutante de sólo 3 ó 4 personas ya que la implantación de todas estas propuestas no tienen escala.

Por lo que respecta a edades se da en un importante número de empresas la limitación de edad. En ocasiones a los 40 años ya no se da empleo a profesionales y esto impide que las experiencias buenas y malas no puedan capitalizarse. Es cierto que la tecnología va cambiando, que día a día hay nuevas maneras de hacer las cosas, pero también es cierto que hay conocimiento y sobre todo criterios madurados que pueden aprovecharse ventajosamente. La experiencia (buena y mala) bien aprovechada da resultados sorprendentes.

Muchos países, principalmente los asiáticos, y en segundo lugar los europeos valoran, respetan y aprovechan la sabiduría de sus adultos y sobre todo de sus adultos mayores los cuales se vuelven los maestros, los guías o al menos una referencia a la cual se le pueda sacar utilidad no sólo por repetición del conocimiento sino por mejoramiento.

El buscar en una empresa que las personas experimentadas sean los consejeros, los tutores o los entrenadores de las nuevas generaciones le ayudará en gran medida al desarrollo de su consolidación y, aunque parezca paradójico a la innovación.

El que un joven profesional comience desde cero, sin guía ni antecedentes que lo refieran al desempeño de su trabajo genera costosos errores que posiblemente se han repetido por diferentes personas y no se han podido prever.

En este caso aplica perfectamente lo dicho por Sir Winston Churchill que:

“Quien no recuerda su historia está condenado a repetirla”.

□ **Establecimiento de un programa de capacitación continua.**

Hay que crear la necesidad y costumbre de la capacitación vista como aprendizaje más que como enseñanza (ya que la primera fuente de aprendizaje es la experiencia y no la enseñanza) responsabilizando así a cada quien de su formación (autocapacitación) acorde con sus objetivos personales y compromisos dentro de la organización.

Una gran asignatura pendiente y a la vez una significativa oportunidad de desarrollo está en vincular a las universidades con las empresas para el logro de sinergias que incrementen y capitalicen el conocimiento.

No se trata de sustituir sino de interactuar con el sistema educativo institucional y de ir asegurando las competencias y habilidades requeridas para el trabajo en los colaboradores; se trata por tanto de difundir por este medio la misión, la visión, los valores, los principios éticos y las políticas de la organización así como los conocimientos requeridos de índole técnica, administrativa, organizativa, directiva o legal que deban compartirse o particularizarse buscando su aplicación inmediata y el desarrollo de multihabilidades y multicompetencias en las personas.

Los enseñantes son los mismos integrantes de la organización abarcándose todos los niveles bajo un esquema de equipos de trabajo donde todas las opiniones, sugerencias y aportaciones son bienvenidas siempre y cuando se siga disciplinadamente la detección de los problemas y las soluciones soportadas con documentación confiable.

En los casos necesarios, el recurrir a la participación de consejeros externos, de cursos externos o a la carta dentro de la empresa y de conferencias, se visualiza como un complemento útil.

Como soporte de la capacitación es medular ir formando un acervo de conocimientos disponible por los medios informativos para su fácil y rápida consulta. El acervo implica la colección de normas, reglamentos y documentos técnicos que aclaren y fundamenten la solución a dudas de carácter práctico, técnico, legal y general.

Es un hecho que, no hemos encontrado respuestas a dudas nunca resueltas, por falta de tiempo o porque sencillamente no aparecen en la bibliografía disponible. Hay también soluciones que damos más por costumbre que por estar seguros de su idoneidad donde el estar al corriente de la tecnología y las prácticas de éxito que no son sólo locales sino mundiales nos permita ir dando soluciones que eliminen problemas que tenemos por costumbre aceptar como si no hubiese ninguna solución que los resuelva.

El conocimiento al día nos da una apertura increíble donde encontramos opciones que nunca antes se nos habían ocurrido, más eficientes, económicas y seguras que las comúnmente utilizadas.

Un nivel más del manejo del acervo es la elaboración de manuales técnicos o de conocimientos diversos modulados para ser usados como material de capacitación, de difusión dentro de la empresa y de base para la realización de planos ejecutivos, especificaciones, contratos, subcontratos y controles. El contenido de toda esta información debe irse incrementando y actualizando y adaptándose a la actividad de la organización.

La aportación fundamentada para ir depurando cada vez más el acervo es requerida a todos los colaboradores que quieran contribuir a su mejora.

El acervo induce a los colaboradores a irse acostumbrando a leer y a actualizarse constantemente hasta convertirse en un hábito, se trata de desarrollar una cultura técnica viva a través de la aplicación.

La realización de los proyectos recurriendo a información disponible más la reflexión y el intercambio de experiencias es el proceso de capacitación en equipo. Será difícil, incluso tortuoso en un principio pero con un alto rendimiento de resultados a mediano plazo el cual equivale al tercero o cuarto proyecto que se aborde con la persistencia de ir aplicando esta forma de hacer el trabajo.

La sensación de seguridad y de confianza así como un cierto orgullo compartido se va dando y va cohesionando a todos los integrantes lo cual hay que aprovechar para crear una motivación creciente en base a los logros medibles que se vayan dando.

Lo importante es nunca dormirse en los laureles sino propiciar siempre un sentido de urgencia y de necesidad de irse perfeccionando.

Todas las herramientas metodológicas que se proponen en este trabajo deben estar contenidas en el acervo con objeto de ir las aplicando en los proyectos en aras de una búsqueda constante y sistemática de la optimización.

□ **Implantación de una cultura de comunicación e interacción eficiente.**

El logro de la comunicación fluida, oportuna, clara y fidedigna entre los integrantes de una organización es uno de los retos más difíciles de lograr principalmente en grandes estructuras donde hay muchos niveles jerárquicos, muchos participantes y distancias físicas muy grandes.

Afortunadamente los medios informativos permiten por correo electrónico la comunicación a distancia aunque ello por sí solo no garantiza una comunicación efectiva, incluso se dan casos de personas que se aíslan usando Internet en vez de comunicarse o se envían correos electrónicos aunque estén sentados uno al lado del otro. Hay mucho por aprovechar de los medios informáticos al poderse establecer comunicaciones instantáneas con cualquier punto del planeta que da la posibilidad, entre otras cosas, de integrar equipos de trabajo a distancia o disponer de información, consultas y relaciones con organismos y empresas del sector que tengan a los mejores especialistas.

En realidad, la comunicación debe darse por cultura de empresa más que por los medios que se tengan. Como ya dijimos, las organizaciones muy departamentadas y grandes son las que más problemas pueden tener de comunicación así como proyectos muy grandes, sencillamente porque interviene un gran número de personas y no siempre se trabaja en equipo ni tampoco están claramente definidos los objetivos y el interés común.

Hay proyectos cuya dimensión y complejidad requiere de la concurrencia de varias empresas donde se establecen bien los canales de comunicación, al darse la responsabilidad a un coordinador (que en muchos casos es el gerente del proyecto) con liderazgo y capacidad técnica y experiencia y se nombran representantes de cada empresa, para no caer en el caso de una “torre de Babel” donde la comunicación se vuelva caótica y las relaciones interpersonales se complican y se creen conflictos.

Se dan muy frecuentemente dos tipos de comunicación: La comunicación formal y la comunicación informal; esta última se desarrolla cuando se desconfía de la veracidad y de la totalidad de la comunicación formal y puede llegar a degenerar en chismes y falsedades.

Hay que esforzarse para lograr una comunicación directa, abierta y eficiente y para ello el ser una pequeña organización o el modular a una organización grande en grupos pequeños con líneas de interacción muy bien formalizadas es un punto a favor.

En el sector de la construcción hay que establecer con especial atención los canales de comunicación y los vínculos laborales entre los colaboradores de oficina y los colaboradores de las obras, ya que, por las condiciones de distancia y tipos de trabajo que se dan, es fácil que se propicie un quiebre relacional que incomunique e impida el trabajo conjunto.

Tenemos que buscar que la comunicación formal e informal sea la misma.

La comunicación requiere de mucho liderazgo comenzando con informar a todos los objetivos, la misión, la visión, los valores y el código de ética de la organización, buscando la comunicación por cara a cara, la motivación y la interacción viva y abierta. Hay que instar siempre a la participación, evitar la autoridad formal, buscar la satisfacción por las ideas y acciones que se aporten, motivar el desarrollo tanto personal como en equipo. Buscar el facultamiento aunque exista el riesgo de que los colaboradores se equivoquen. Buscar una estructura organizacional más bien en forma de telaraña que de árbol piramidal cuya jerarquía sea lo más plana posible.

Tenemos que estar dispuestos a cambiar nuestra personalidad que tiende siempre al individualismo, a no ponerse en los zapatos de las personas con las que nos relacionamos, a no respetar a los demás, a menospreciar lo que no entendemos y a hablar y exponer nuestras ideas, más que a escuchar, más preocupados por mostrar que tenemos la razón que por buscar llegar a la mejor idea o solución.

Al compañero más tímido o menos hábil para algo lo tratamos con sarcasmo y la ironía puede llegar a ser parte de nuestra personalidad. Todo esto lo esgrimimos para destacar pero paradójicamente logramos lo contrario y socavamos la construcción del trabajo en equipo.

Hay que convencerse de que la participación de diversas personas de diferentes disciplinas, niveles y experiencias genera una tremenda diversidad de ideas, de formas de pensar, de puntos de vista y de propuestas que desembocan en soluciones muy superiores a las que individualmente podríamos llegar siempre y cuando el objetivo sea común.

Sin lugar a dudas, varias cabezas piensan más y mejor que una sola y por tanto los resultados no sólo de dar ideas sino del actuar coordinado para la realización de un proyecto, son mucho mejores y rápidos, sin embargo, los votos de humildad, sinceridad y colaboración para formar equipo no implica minimizarse en lo personal, por el contrario, crece uno al saber desenvolverse y comunicarse, saber trabajar bajo la idea de ganar-ganar con personalidades muy diferentes e incluso opuestas a la nuestra volviéndose un complemento en vez de una confrontación.

Hay que ser más colaborativo, eficiente y carismático buscando más que solo consenso, involucramiento y, más que control sobre los demás, convencimiento.

El inyectar de forma consistente motivación y dinamismo al equipo es un trabajo prioritario de cada líder para lograr una comunicación que sea una de las características fundamentales de la empresa y sello de su cultura.

Los dueños, inversionistas y directivos son los motores de una comunicación eficiente, viva y dinámica y ello requiere de un cambio de actitud desde la cúspide de la empresa que implica cambios de costumbres, de paradigmas y de posturas conductuales. Hay que desarrollar *actitudes que cambien actitudes* en toda la organización fundamentada en el fortalecimiento de vínculos y la coordinación de todos los participantes, no sólo de la empresa sino con los actores que la rodean como proveedores, subcontratistas, autoridades y clientes.

Además de partir de los objetivos de la empresa resultantes de su visión y misión, el código de ética para la actuación de todos los integrantes fomentado y predicado con el ejemplo por los directivos son un conjunto de normas a seguir que nos comprometen y nos hacen reflexionar antes de actuar para efficientar la comunicación e interactuar respetando la dignidad y la opinión de los demás así como para evitar la elusión o el desacato de las leyes y prácticas éticas.

La corrupción, el acoso laboral, el acoso sexual, el ventajismo, el no respeto a los demás, etc. deben estar claramente considerados en el código de ética que incluye la aplicación de principios y refleja los valores de la organización.

El código de ética nos guía y ayuda a identificar nuestras actividades y a definir lo permitido y lo prohibido. La ética y el cumplimiento con la ley son las bases que determinarán nuestras acciones y comportamientos. Nos guiará para resolver dudas y para identificar asuntos referidos a la veracidad de la información, las prácticas de ventas, la justeza de los pagos, los conflictos de intereses, los controles y las contrataciones.

El código de ética es nuestra expresión de valores fundamentales y representa una guía en la toma de decisiones y en las acciones.

Los principales principios de ética en la práctica son:

- El cumplimiento con la ley,
- La actuación de buena fe,
- La ponderación del impacto de las decisiones hacia nuestros clientes, socios y colaboradores, proveedores, subcontratistas, competidores y la comunidad.
- La comunicación abierta y efectiva,
- La búsqueda y construcción de la confianza, el respeto y la integridad.

Todo ello dependerá de las acciones individuales de todos. Cada quien tendrá la responsabilidad y será evaluado por el cumplimiento del código.

Las normas de conducta que generalmente quedan implícitas en un código de ética son:

- Ofrecer productos y servicios de calidad requeridos por la sociedad.
- Proporcionar el mayor valor de producto posible.
- Competir en base a méritos
- Emplear materiales de calidad y prácticas de construcción respaldadas con integridad y servicio.
- Actuar honestamente
- Proporcionar viviendas de altos estándares de seguridad, sanidad y habitabilidad.
- Proteger los activos de la empresa.
- Cumplir con las reglas y reglamentos vigentes.
- Información precisa, confiable y completa.
- Tratar a toda persona con respeto.
- Dar un entorno de trabajo seguro.

Además de partir de una difusión de la misión, visión y valores de una empresa con el consecuente establecimiento de un código de ética y de su desglose en términos de reglamentos de obra y normas de oficina por ejemplo, la implantación de políticas de empresa ayudará también a aterrizar todo este bagaje de intenciones y conveniencias.

Las políticas de empresa se establecen para proporcionar uniformidad de respuesta ante situaciones previstas; son vitales para la operación fluida de la empresa; reducen también la necesidad de tomar decisiones diferentes ante una misma situación.

La misión, visión y valores así como la estrategia y la formulación de códigos de conducta y reglamentos aparejados con el establecimiento de políticas de empresa conforman los cimientos de la comunicación. Si ello se amalgama en el contenido de la capacitación se reforzará considerablemente la comunicación la cual debe completarse con el involucramiento y la participación de los colaboradores haciendo que los objetivos personales sean congruentes con los de la organización.

Hay que construir una empresa donde todos se sientan y sean importantes, donde las nuevas ideas sean bienvenidas y donde cada persona se beneficie de los éxitos de la organización. La participación permite a todos mayor satisfacción, menos resistencia a la autoridad, mejores decisiones, dan mejores resultados y mayor realización.

La comunicación potencia una administración participativa. No puede cada quien estar haciendo lo suyo, hay que trabajar en equipo para lograr los objetivos de la empresa. Hay que cambiar las actitudes de la gente o cambiar a la gente.

Definitivamente un cambio hacia la excelencia está dependiendo de nuestro cambio de actitud.

La comunicación exige un comportamiento personal que se podría resumir en la siguiente lista:

- Ser concreto y específico, no abusar de los adjetivos, en vez de hablar con diminutivos y superlativos dar cifras y datos (los números dicen más que las palabras).
- Buscar que la expresión de ideas sea sencilla y clara.
- Comunicar fechas y atributos específicos, hechos en vez de percepciones u opiniones (en vez de hacer juicios enunciar hechos).
- Desarrollar nuestra capacidad de escuchar.
- Ventilar temas escabrosos aunque no sean agradables.
- Evitar la adulación y la autocomplacencia.
- Buscar que abunde la comunicación en vez de que sea escasa.
- Evitar la ironía y el sarcasmo.
- Organizar la comunicación en todos los sentidos (hacia arriba, hacia abajo, lateralmente, en grupo, en lo individual; escrita, oral; formal e informal).

Hay que dedicar mucho tiempo a esta tarea pero vale la pena. Se requiere crear sistemas interactivos que demandan mucha atención día a día y de reuniones ágiles para intercambiar información y condensar ideas, activar el aprendizaje organizacional y resolver o tomar decisiones sobre situaciones inciertas para librar riesgos, enfocándose en la formación de estrategias futuras.

Con una comunicación interactiva más rápida y eficiente por parte de personas en la organización eficientes, motivadas, capacitadas y leales se logran resultados sobresalientes.

La comunicación asegura la reducción de errores e impulsa al aprendizaje por experiencia.

Como parte de la implantación de un sistema de comunicación en la empresa conviene establecer rutinariamente reuniones individuales y juntas de equipo.

En la reunión individual vale la pena repasar el seguimiento de los siguientes aspectos:

- Avances en la vivencia de la cultura y valores de la empresa.
- Situaciones críticas y objetivos fijados.
- Desarrollo de competencias personales.
- Plan de mejora continua, trabajo en equipo y apoyos necesarios.

En las juntas de equipo hay que estar repasando principalmente:

- Los objetivos y habilidades a desarrollar
- Los problemas a enfrentar
- Los retos y oportunidades a futuro
- La retroalimentación de lo hecho.

Estos seguimientos mensuales o bimestrales no duran más de una hora y son muy convenientes e importantes.

Los directivos siempre deben de dedicar tiempo para hablar con la gente de manera sistemática y no sólo con sus subalternos directos.

□ **Desarrollo del facultamiento a todo nivel de los colaboradores y el perfil de facilitadores para los directivos y ejecutivos**

Las organizaciones dependen de una infraestructura humana, por ello es importante que haya personal capaz para enfrentar y comprender el alcance del trabajo, realizarlo y resolver los problemas que surjan con soluciones rápidas y completas de manera sistemática.

La infraestructura humana no tendrá el desarrollo deseado si no se le da la posibilidad y la oportunidad de experimentar en carne propia las consecuencias de sus decisiones y de sus consecuencias, por tanto el desarrollo de la infraestructura humana es importantísimo y por ello, hay que iniciar un programa de implantación de capacitación para homologar los conocimientos que requiere la empresa con objeto de que la gente haga lo que se requiere hacer y no lo que sepa hacer, sobretodo procurando que todos estén enterados de la totalidad de actividades que se realicen y se tenga la visión de que hay que ir conociendo todo con amplitud en lo general y con profundidad lo que específicamente se haga tratando de que dicha especificidad se vaya ampliando y se vayan diluyendo los especialismos dirigiéndose más hacia una policompetencia y a una capacitación más integral. Los colaboradores son un activo en el cual hay que invertir.

Además del conocimiento del contenido técnico de los procesos hay que ir desarrollando habilidades de liderazgo, de dirección, de administración, de negociación y de trabajo en equipo; por ello, la capacitación debe considerarse eje fundamental de desarrollo del recurso humano, el cual es el alma y vida de la organización.

Por ello, el facultamiento (muy conocido en inglés con el término de “empowerment”) es la clave para inducir a toda persona a incrementar su aprendizaje y a crecer tanto a nivel profesional como humano.

Al principio, por supuesto debe haber un período de inducción y de iniciación para el conocimiento de la empresa de aproximadamente cuatro a seis meses, por el método de aprender-haciendo. Posteriormente, dependiendo del perfil de puesto requerido se asignaría un tutor o un guía que busque la eficaz educación para la acción que tenga la obligación de desarrollar, en base a un alcance predefinido, a sus contrapartes usando sólo la persuasión pero pensando que cada quien vaya haciendo las cosas por sí mismo.

A nivel de trabajador, todo trabajador nuevo debe ser entrenado por un trabajador con experiencia y después debe someterse a evaluaciones de desempeño. Todos debemos convertirnos en estudiantes donde lo importante sea aprender por medio de la acción distinguiendo claramente conocimientos de competencias, y no la enseñanza; buscando aprender en poco tiempo más que lo que se aprende en tiempos estándar (aprender en la quinta parte del tiempo normal).

Una vez pasada la etapa de inducción y de familiarización con la empresa se puede comenzar a transmitir el facultamiento hacia el colaborador.

Primero, hay que definir la autonomía de los equipos de trabajo con una cantidad de actividades o responsabilidades más que de funciones, las cuales hay que englobar más que desglosar.

Segundo – Desplazar la mayoría de toma de decisiones de tipo operativo lo más hacia abajo posible del nivel organizacional. Hay que ir depurando al personal buscando rodearse de gente valiosa, dispuesta a dejarse formar, involucrada y participativa en tomar decisiones.

Tercero – Dirigir más por excepción y por consejo al agrandar los rangos de decisión y reducir niveles de puestos, apoyándose en una comunicación eficiente fortaleciendo así la cultura de la empresa.

Por ello, es importante elevar el nivel de habilidades de los diferentes puestos partiendo de una revisión de competencias de nuestros colaboradores para saber quienes necesitan sólo explicaciones someras, quienes requieren de una capacitación y quienes no tienen posibilidades de desarrollo y futuro en la empresa.

Cuarto – Hay que tolerar que los subalternos se equivoquen al dejarlos tomar decisiones aunque ponderando el riesgo y la pérdida, en caso dado, que esté dispuesta la empresa a asumir. Si siempre se pide un resultado favorable se propicia a que los colaboradores se apoyen siempre en su jefe induciéndolo a que decida por ellos o siempre se comprometerán sólo para dar resultados excesivamente seguros (acolchonados) con el consecuente poco logro en los resultados y la pusilanimidad de la gente. Los colaboradores necesitan sentir la diferencia entre decidir y obedecer y más que decidir ... decidirse a, perdiendo el miedo y enamorándose de su propio crecimiento e ideal.

Quinto – Desarrollar la función de facilitador por parte de los directivos, ejecutivos y jefes hacia sus subalternos. Hay que confiar en la gente y demostrárselo, hay que ayudar a los demás a lograr lo que quisiéramos para nosotros mismos. Hay que ejercitar la productividad que nos agrega valor (y evitar el activismo improductivo) procurando hacer lo que se debe y estar en lo que se debe hacer. Si se da una oportunidad a las personas harán por la empresa mucho más de lo que uno podría imaginar.

Delegar no es abdicar *Queen Elizabeth*

Hay que delegar pero con participación e involucramiento y no desentendiéndose. Delegar no significa que los demás hagan lo que detestamos hacer sino que supone que los demás hagan aquello en lo que son especialmente competentes; incluso, mucho más que un director y que su jefe inmediato, además de que al hacerlo se perfeccionan profesionalmente y como personas. Los mejores líderes siempre están buscando el mejor modo de ubicar a sus subalternos en los puestos en los que puedan rendir los mejores frutos, visualizando su trayectoria de desarrollo. Recordemos que toda persona necesita encontrar sentido a su trabajo y a su vida.

Bajo este concepto, los directivos deben dirigir desde una posición diferente, lo cual significa resistir la tentación a solucionar todo y a proporcionar las respuestas de todo. Las soluciones deben provenir de las bases gracias a la implantación de la nueva forma de participación de los colaboradores.

El director debe de convertirse en un observador – controlador – asesor –facilitador.

Las soluciones y el compromiso para entregarse a ellas deben venir de las bases. Los directivos deben mantener la presión hasta que los colaboradores vean que ellos mismos van a tener que hacer que las cosas sucedan.

Dirigir desde una posición diferente trae consigo una transformación en la actitud de los propios líderes teniendo que poner límites a su poder para que las cosas sucedan, (esperando que los gerentes y los jefes de nivel medio contribuyan), se acercan a la posibilidad de *lograr una genuina inteligencia distribuida*, de asumir que hay “personas a cargo” (como por ejemplo el responsable total de un proyecto) que se vuelven una cámara de compensación de los diversos modos en que una organización comprometida se ocupa de sus responsabilidades.

De la evasión de la conversación y la comunicación directa pasan al desarrollo de la habilidad de manejar e incluso *estimular el conflicto constructivamente*. Al asumir los subalternos la grave responsabilidad de planear y actuar su trabajo diario, empiezan a *aceptar el aprendizaje como una forma de investigación para la acción*. Los directivos deben ponerse en la zona incómoda y a tolerar la ambigüedad. Tenemos que *actuar más a nuestro modo en una nueva forma de pensar que pensar a nuestro modo en una nueva manera de actuar* y ésta es la esencia de dirigir desde una posición diferente.

La incorporación de nuevas disciplinas mentales combinada con un tipo diferente de dirección y liderazgo puede conducir a una organización hacia una vitalidad cultural de alta competitividad.

Si una organización cambia la manera en que las personas piensan, actúan e interactúan, si esta nueva forma de trabajar no se evapora de momento, si los resultados financieros se mejoran con ello y la gente comienza a creer que funcionará, entonces las personas deben interiorizar una serie de principios y disciplinas que modelen sus reacciones y dirijan su conducta. Se llegan a establecer patrones de comportamiento duraderos, mucho mejores que los simples hábitos inconscientes. Los hábitos son automáticos y por consiguiente sin fundamento.

En este caso los directivos deben ser verdaderos líderes que actúen como agentes de cambio que:

- Forcen a sus subalternos como seguidores, a que se preparen para la incertidumbre.
- Busquen retos para el conocimiento y la experiencia convencional
- Generen continuamente un entorno de aprendizaje.
- Más que dirigir que apoyen el desarrollo de ideas.
- Más que controlar que eliminen la burocracia.
- Que trabajen para su gente creándoles posibilidades, no viceversa.
- Buscar servir en vez de ser servido.
- Resaltar el comportamiento ético y una manera de pensar y actuar integral.
- Escuchar, enseñar, ayudar y acompañar
- Dedicarle tiempo a las personas.
- Motivar vía valores y objetivos compartidos en vez de vía premios y castigos.

El líder es mejor cuando la gente apenas sabe que existe. Cuando su trabajo se ve cumplido y sus metas realizadas la gente dirá: “Lo hemos hecho nosotros”.

La capacitación de la gente debe de ser constante y debe establecerse un reconocimiento del trabajo de la gente principalmente evaluando a los equipos de trabajo más que a los individuos en base a los resultados logrados y considerándole a cada persona su habilidad para trabajar en equipo y su mejora en este aspecto además de sus propios desempeños en otros temas de evaluación.

La empresa debe considerar al capital intelectual como ventaja competitiva por ello, *el nivel educativo de sus integrantes es fundamental*. Cada proyecto o desarrollo debe estar hecho por una organización de alto desempeño formada por personal movable con agilidad y flexibilidad (policompetencia y disposición), con *ética profesional y personal impecables*. Por ello la palabra colaborador se ve más adecuada que la de empleado.

Para subir el nivel educativo las desarrolladoras de vivienda mexicanas deben estar muy conscientes de la imperiosa necesidad de formar a sus trabajadores de obra considerando tanto los conocimientos generales máximos como los que correspondan a su actividad laboral induciéndolos a la vez a la adquisición de habilidades prácticas.

En países industrializados el personal de las empresas está constituido en un 20% por personas de nivel de primaria, 30% con educación media, 20% con estudios técnicos, 15% con estudios superiores 10% con maestría y 5% con doctorado.

En nuestras empresas se percibe que los trabajadores en un 70% no tienen su primaria terminada y algunos no saben leer ni escribir, hay muy pocas personas con estudios técnicos y su insuficiencia genera una brecha importante de comunicación entre trabajadores y gerentes, hay personas que se ostentan con estudios superiores, pero en más del 50% de casos son estudios no concluidos y el nivel de dichos estudios es bajo.

Las maestrías y los doctorados son poco frecuentes y no son adecuadamente reconocidos ni remunerados por los empleadores.

Tenemos que generar personas con compromiso profesional, enfocadas a resultados muy concretos, sin miedo a la operación y dirigidas a la mejora continua; con ello se genera una conversión rápida de estrategias en prácticas específicas. Ya no podríamos decir que trabajamos para ... sino que trabajamos con

La delegación del trabajo a equipos autoguidados es la columna vertebral del diseño organizacional y la participación es el alma del diseño organizacional.

Bajo este contexto organizar es adaptarse al cambio.

Para mejorar el desempeño de los equipos de trabajo se requiere:

- Proporcionarles recursos tecnológicos adecuados.
- Comprobar sus habilidades y su talento natural.
- Establecer un sistema de incentivos en base al trabajo mismo y no al sueldo.
- Mantener siempre cierto grado de inconformidad (búsqueda de la mejora continua).
- Adoptar normas efectivas y especificaciones conocidas.
- Tareas asignadas claras más en forma de resultados a lograr que de actividades.
- Consensuar toda idea e instrucción.

Por otro lado cada individuo integrante de un equipo necesita:

- Saber que él es el principal responsable de su desarrollo.
- Desarrollar su plan y así sus oportunidades de éxito serán mejores.
- Autoconfianza, autoestima, determinación y compromiso.
- Desarrollar capacidad analítica.
- No esperar la oportunidad sino buscarla.
- Recapitular fuerzas y debilidades continuamente.
- Conocerse a sí mismo y ser honesto consigo mismo.
- Ponerse objetivos claros; lo que se quiere y por qué.
- Capacitarse más (educación, entrenamiento, desarrollo de competencias y habilidades).
- Monitoreo del desarrollo que se vaya logrando.
- Equilibrio con otras actividades (descanso, diversión, familia).

Para todo esto hay que fijar altas normas de desempeño y medirnos frente a ellas reemplazando a quienes no puedan cumplir dichas normas; a la larga, esta iniciativa ayuda a convertir a una buena organización en un gran organización.

En resumen, para lograr el facultamiento se debe estar dispuesto a contratar únicamente los mejores, a desarrollarlos y a crear un núcleo de personas de talento sobre los cuales nos podamos apoyar, creando así una organización vigorosa.

Para conformar equipos de trabajo, para generar sinergias como parte de ellos y para ser un buen líder y facilitador hay que estar conciente de que no estamos preparados para interactuar y cumplir estos nuevos roles, los cuales sin embargo son indispensables y el dominio de técnicas para desempeñarnos con éxito es imprescindible.

Afortunadamente no depende de una forma de ser aleatoria y personal, aunque sin lugar a dudas hay quienes intuitivamente tienen más habilidades para ello, sino que se puede aprender y se vuelve más imprescindible entre más nivel jerárquico y de responsabilidad se tenga.

Sin decir que la preparación técnica haya que dejarla a un lado (sino todo lo contrario, hay siempre que estar al corriente del conocimiento de las mejores prácticas y teorías de la profesión), el conocimiento del manejo de los estados de ánimo y los sentimientos humanos comenzando por los propios y los de los demás para el logro de metas comunes es algo que en ninguna escuela nos han enseñado y sin embargo es medular.

La siguiente gráfica (Figura 2.2) nos esquematiza la necesidad de tener desarrolladas las habilidades conforme se van asumiendo mayores responsabilidades.

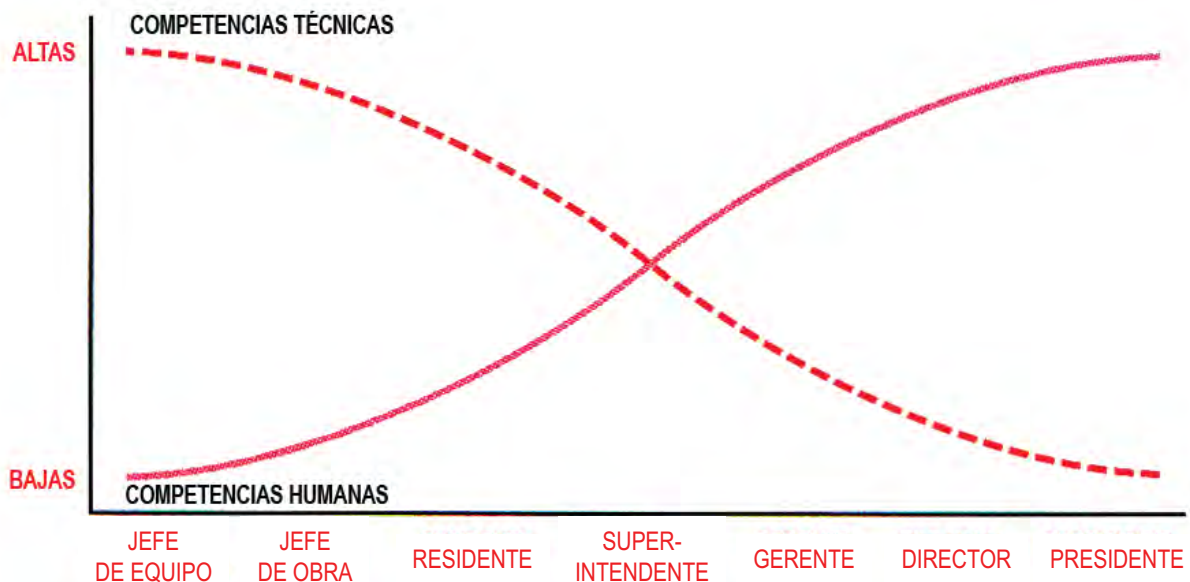


Figura 2.2 – RELACIÓN ENTRE COMPETENCIAS TÉCNICAS Y HUMANAS Y LOS NIVELES DE RESPONSABILIDAD EN UNA ORGANIZACIÓN

Figura adaptada de: *Project Management, A System Approach to Planning, Scheduling and Controlling*, Harold KERZNER, p. 127, Fig. 3.10 – Philosophy of Management.

De alguna manera, la experiencia nos va sensibilizando y desarrollando en estos conocimientos y es por ello que se dan personas que, después de haber iniciado en un nivel modesto escalan hasta las altas jerarquías de la organización; sin embargo, todo este proceso de maduración es, en la mayoría de los casos, lento, tortuoso y asistemático lo cual consume toda una vida activa. Sin embargo, si nos paramos sobre los hombros de personas experimentadas de éxito podremos capitalizar dicha maduración en forma sistemática y en un corto lapso de tiempo.

La propuesta que Daniel Goleman* hace en su libro titulado “La inteligencia emocional en la empresa” abre una ventana importante al tratar estas habilidades a desarrollar para trabajar en equipo, para asumir responsabilidades de altura y para poder controlar y potenciar las emociones personales así como para saber comprender y motivar a los demás y saber negociar bajo un enfoque de ganar-ganar. Nos demuestra la importancia de adaptarnos a las cambiantes condiciones que se presentan en la empresa, la necesidad del autocontrol en situaciones de estrés, la forma de automotivarse y de motivar a los demás y de leer los sentimientos ajenos y la importancia de ser honesto y responsable.

Muchos de los fracasos y los motivos por los cuales no se puede trabajar en equipo es por falta de comunicación y alineamiento de intereses, por no estar concientes del beneficio impresionante de la interacción y de la negociación, ni de que se requiere de un esfuerzo constante dirigido al logro de la acertividad y la motivación.

Tenemos que ser muy persistentes y estar convencidos totalmente para un esfuerzo arduo, “muy duro”, de dominio práctico de este conocimiento. De no hacerlo, trabajaremos más, nos desgastaremos enormemente para obtener avances y beneficios raquíticos con la única ventaja de creer que sin plantearnos esta meta sólo tendremos que ir sobrellevando las cosas como se vayan dando.

La implantación de cualquier búsqueda de la optimización sólida e incremental en la empresa y el aprovechamiento de todas las herramientas metodológicas que día a día vienen perfeccionándose e incrementándose sólo se podrán lograr si el trabajo en equipo, las estructuras jerárquicas planas, la multicompetencia y polivalencia y el facultamiento llegan a ser parte de la cultura de la empresa y para ello el dominio de la inteligencia emocional es lo que detonará la aceptación de éstas nuevas maneras de ser y de hacer.

2.4 La participación multiprofesional

De lo expuesto hasta ahora y haciendo referencia a la práctica diaria, hay que constatar que no se puede uno limitar al trabajo entendido como exclusivo de la profesión. Para comenzar se necesitan conocer las leyes hacendarias que nos obligan a pagar impuestos; las leyes, reglamentos y normas que tamizan nuestras propuestas de diseño y regulan la ejecución de las obras; la ley federal del trabajo y del seguro social para la contratación de colaboradores; la ley de sociedades mercantiles para la constitución y operación de la organización; etc.

Adicionalmente para la construcción de un proyecto se tienen que firmar convenios con sindicatos de trabajadores de la construcción y de transportistas de agregados y téreos.

Para la operación de la empresa son fundamentales los presupuestos, los contratos y subcontratos, los convenios, los registros contables, la obtención y actualización de los estados financieros y su auditoría correspondiente.

Además de la presentación de planes de negocio y corridas financieras tanto por proyecto como consolidadas, la implementación de controles son un medio de información fundamental para la toma de decisiones y la dirección.

Hay que agregar todo el seguimiento y servicio de atención a los recursos humanos.

Ya dentro del trabajo objeto de la empresa se requieren implementar medios informáticos para el manejo de la información y la utilización de programas de cálculo de costos, cálculo estructural y de instalaciones, controles de desarrollo de proyectos en fase de diseño, de construcción o de ventas y su homologación con la información administrativa y contable.

Deben hacerse por cada proyecto estudios previos como los levantamientos topográficos, los estudios geotécnicos, los controles de calidad con servicios de laboratorio, etc.

Todas estas actividades que con diferente intensidad e importancia se requieren hacer en el ejercicio profesional o empresarial demandan por una parte la concurrencia de varias profesiones como contabilidad, administración de empresas, ingeniería civil con diferentes especialidades, ingeniería industrial, ingeniería electromecánica o mecatrónica, psicología industrial, ingeniería en sistemas, mercadotecnia, etc. además de la arquitectura, también con varias especialidades.

Adicionalmente se requiere la ayuda fundamental de asistentes y secretarias.

Para la construcción, la concurrencia de operadores de equipo, albañiles, plomeros, electricistas, carpinteros, yeseros, pintores, colocadores, herreros, etc. trabajando directamente o como subcontratistas adecuadamente coordinada y controlada es lo que logra la ejecución física de las obras.

Todo esto hace patente la necesidad de concebir nuestra actividad más polifacéticamente de lo que en primera instancia se ve.

En la medida en que ignoremos en más o en menos todas estas participaciones nos estaremos parcializando y disminuyendo.

Si comenzamos a estudiar y a entender el trabajo de todas las profesiones y oficios de los demás colaboradores que participan en los proyectos y actividades periféricas de la organización centrándose sólo en lo propio del trabajo que se necesite desarrollar y no en el conocimiento total de cada profesión diferente y, por otro lado, si explicamos el contenido de nuestro trabajo y lo compartimos con los demás, estaremos fortaleciendo a la organización.

Lo más importante es detectar relaciones entre actividades aparentemente disímbolas, sintetizarlas en una sola o integrarlas. En esto hay mucho por hacer y los resultados de todo ello serán excelentes para quien lo haga y tome el liderazgo.

En forma resumida hay que desempeñarse en un ambiente interprofesional de la siguiente manera:

- Evidenciar todas las actividades y eventos de los procesos de trabajo
- Identificar las especificidades, independientemente de la especialidad requerida para cada una de ellas y estudiar su contenido
- Relacionarlas entre sí y simplificar o integrar sus partes
- Desarrollar la multicompetencia participando activamente en los trabajos de tipo administrativo, financiero, técnico, mercadológico, etc.
- Capacitarse en liderazgo y dirección así como en trabajo en equipo.

La formación en liderazgo, trabajo en equipo y dirección debe darse a todos los colaboradores adecuándola a su tipo de trabajo y nivel jerárquico con objeto de que sea de aplicación inmediata.

Definitivamente hay que estar preparado, hay que irse superando para la participación multiprofesional y hay que irse formando y enriqueciendo con nuevos conocimientos buscando ligarlos e integrarlos con nuestra especialidad sea ésta cual sea; sólo así se fortalecerá la comunicación asertiva y sinérgica y se eliminarán muchos malentendidos.

Las relaciones personales a veces se degradan en el entorno laboral por la falta de comprensión y a veces de respeto de especialidades diferentes a la propia y esta siempre latente situación hay que prevenirla versándonos más sobre el conocimiento que adolecemos.

Se trata de construir una organización sólida y con futuro y no un entorno hostil plagado de incomunicación, incomprensión y estériles luchas de poder.

El trabajo en equipo implica la identificación entre integrantes interactuando coordinadamente, apoyándose en un ambiente de colaboración, compañerismo y respeto para alcanzar metas comunes; bajo este concepto se deben cambiar las relaciones autoritarias por relaciones participativas.

Implica el conocimiento humano y cognitivo de los colaboradores entre sí a través de una comunicación viva de información, de valores y de sentimientos.



Figura 2.3 – EL TRABAJO EN EQUIPO

Fuente: Portada de la revista especial PARTENAIRES de la FNB – Fédération Nationale du Bâtiment - Francia

Es importante concientizarse de que un proyecto y todos los proyectos de una organización son el resultado sinérgico del trabajo conjunto dirigido hacia un objetivo común. Entre todos hacemos las viviendas y la falta de conciencia de ello impide resultados exitosos y la mejora continua.

2.5 El asociamiento

Además de ir consolidando con firmeza el trabajo colaborativo de los integrantes de nuestra organización debe plantearse una estrategia enfocada al asociamiento empático con los participantes externos a la empresa como son los clientes, los gerentes de proyectos externos, las empresas supervisoras, las hipotecarias, las autoridades, otras empresas que compartan el trabajo (subcontratistas, asesores externos, etc.).

Hay, además de la forma integral de planear, construir y vender desarrollos de vivienda por parte de una sola empresa, esquemas de asociación en participación o a través de formación de una sociedad o un fideicomiso con terceros para la realización de un solo proyecto o una línea de proyectos y ello puede generar conflictos importantes si no se previenen y no se establecen desde el principio reglas del juego y actitudes que promuevan el arreglo rápido de cualquier desviación, omisión o error que pueda desencadenarse en pleitos legales largos y costosos.

El asociamiento (en inglés *partnering*) ha sido promovido desde hace varios años con resultados espectacularmente positivos en medios tan difíciles y sensibles a ello como en los Estados Unidos de Norteamérica y podremos emplear este recurso para un beneficio compartido.

En nuestro caso basta recordar algunas experiencias vividas de las que sacamos como caso extremo y común denominador una verdadera batalla interna.

- El diseño arquitectónico se elabora cumpliendo con las ideas del arquitecto diseñador quien refleja en él su criterio y sus ideas personales sin afinar o considerar mucho lo que el cliente necesita o lo que la competencia está ofreciendo por el mismo precio o por menos precio ni lo que los compradores potenciales están demandando. El diseñador en este caso se apersona la solución.
- Comienza la lucha con el estructurista y otros técnicos ya que el diseño conceptual no tiene tomada en cuenta la estructuración de la solución ni las trayectorias de las instalaciones. Esta misma confrontación se ve con el constructor quien constantemente aduce que el proyecto está incompleto y con errores reflejándose en retrabajos, desperdicios, tiempo perdido y sobrecostos.

También los proveedores y subcontratistas a veces discrepan con las indicaciones del proyecto o los costos presupuestados en el momento de la subcontratación o la formalización de pedidos.

- El cliente o la hipotecaria generalmente contratan a una empresa especializada en gerencia de proyectos o a una supervisora para revisar la calidad y el avance de la ejecución del proyecto; a veces el arquitecto creador del proyecto o el estructurista, al igual que el director responsable de la obra y los corresponsables, también son contratados para revisar el cumplimiento de la obra conforme al proyecto y para aclarar dudas, hacer algunos cambios para mejorar el diseño y complementar la información.

Sin embargo, la supervisión de la obra toma el rol de enemigo y policía del constructor, en vez de coadyuvar para el logro de la calidad, costo y tiempo de ejecución del proyecto, transformándose todas las reuniones de obra en fuentes de discusión y pleito.

- A escala más operativa ese mismo ambiente de confrontación se da entre los trabajadores de los diferentes oficios y entre los subcontratistas.
- Hay que agregar que además existe una anarquía y falta de coordinación entre las diferentes industrias auxiliares de la construcción.

Entre todos se está trabajando para un objetivo común que es la realización del proyecto de acuerdo a los planes preestablecidos y sin embargo, el ambiente que prevalece es destructivo y parcial más que constructivo e integral. Los malos resultados se reflejan de manera inmediata y ello genera más confrontación, más animadversión y cada vez menos colaboración. Los ataques y las defensas así como la búsqueda de culpables consume importantes cantidades de tiempo y de esfuerzo pero sobretodo de malestar enfermante y alterante.

Pareciera que se gana algo al reclamarle o al evidenciar por algún error a los demás participantes en vez de buscar el criterio de ganar-ganar.

Lo aquí comentado se ve exagerado ya que en varios casos reales afortunadamente no se da de manera tan extensiva ni tan intensa pero de cualquier modo es la tendencia que priva y se da de manera natural e instintiva sin haberse reflexionado previamente y mucho menos sin razonar los hechos para buscar la eliminación de estos comportamientos tan nocivos.

Sin embargo, como extensión del trabajo en equipo por parte de los miembros de una misma organización y como parte de la búsqueda de la calidad y el buen desempeño. *El "asociamiento" ha surgido para etiquetar el tipo de trabajo en equipo entre diferentes personas, organizaciones y empresas, incluyendo a los clientes, reunidos para el logro exitoso de un proyecto específico.*

Por ejemplo, después de analizarse el desempeño de las empresas dedicadas a la construcción en los Estados Unidos de Norteamérica durante la década de los setentas del siglo XX como consecuencia de formas de trabajo basadas en la desconfianza, el trato como adversarios y los litigios, el sector de la construcción se protegía con especificaciones y precios altos para poder cubrir sus riesgos y por contra, los clientes y propietarios trataban de operar con presupuestos muy castigados y buscando transferir lo más posible el riesgo al contratista. Como resultado de esta búsqueda de curarse en salud y de enfocar la actividad como conflicto el sector se caracterizó por sus ámbitos pantanosos e inseguros para invertir con demasiado papeleo que refleja una postura a la defensiva y la preparación para los litigios sin beneficio para nadie.

Afortunadamente, la idea de implantar las técnicas de "administración total de la calidad" (adoptada de otras industrias donde su aplicación fue más clara y rápida después de haberse constatado los excelentes resultados obtenidos en Japón) gestó conceptos adicionales como "el asociamiento" el cual veo prioritario de implantar en nuestro medio ya que definitivamente el cambio de actitudes y de forma de relacionarnos en el trabajo, en este caso al interactuar con otras empresas o personas, son fundamentales para ejecutar y aprovechar las diversas técnicas y métodos que nos ayudarán a ser cada día mejores.

Describo a continuación las características del asociamiento y sus múltiples ventajas:

- El asociamiento es un convenio de buena fe entre todas las partes involucradas.
- Se acuerda operar sobre la base de metas compartidas para el proyecto más que con programas y agendas de trabajo individuales.
- En la duración del proyecto todas las partes se comprometen a tener una relación basada en la confianza y comunicación abierta.
- El proceso de asociamiento construye una nueva relación sobre tres líneas de acción:
 - 1.- A través de la construcción de un equipo de trabajo lo cual permite que la gente se conozca y aprecie sus diferencias. Los participantes aprenden unos de otros sus roles, los riesgos y las preocupaciones que sienten así como lo que necesitan para tener éxito. También aprenden a valorar la importancia de escuchar y de mejorar sus habilidades de comunicación. Conjuntamente identifican obstáculos para construir una exitosa relación y caminos para superarlos.
 - 2.- La solución de problemas se da por colaboración, incluyendo la identificación temprana y el trabajar en los aspectos críticos del proyecto. Los participantes acuerdan enfrentar los problemas que continuamente surjan de manera abierta y oportuna, aprendiendo a tomar decisiones para su solución y a utilizar las habilidades y herramientas en la solución de conflictos. El equipo también debe instrumentar y diseñar un sistema para resolver asuntos futuros y disputas.
 - 3.- Se organizan actividades para el establecimiento de metas compartidas y objetivos para el proyecto. Se firma *una carta de asociamiento* de todos los participantes simbolizando su compromiso entre todos para la realización del proyecto.

Un proceso de evaluación colectiva se formaliza para permitir al equipo de trabajo monitorear su propio desempeño y para evaluar la efectividad de las actividades y actitudes del asociamiento.

Mucho de este trabajo se da en una reunión de trabajo de los participantes al inicio del proyecto donde conviene ayudarse por asesores externos con un entrenamiento en comunicación, solución de problemas y habilidades para la solución de conflictos.

Las reuniones periódicas de los participantes de seguimiento para solución de problemas y evaluación colectiva de esfuerzos le da continuidad al esfuerzo de asociamiento durante todo el transcurso del proyecto.

Los beneficios del asociamiento mejoran los resultados y el desempeño de las personas implicadas como clientes, contratistas, diseñadores, subcontratistas y proveedores.

El asociamiento es un acuerdo entre dos o más partes involucradas en el diseño y construcción de un proyecto para trabajar juntos para su logro en el cual sus objetivos mutuos se cumplan en un ambiente sin adversarios.

Los resultados del asociamiento registrados en los E.E.U.U. han excedido las expectativas donde se ha logrado un entorno de trabajo más seguro, mejor control de los costos, una substancial reducción de papeleos, considerable reducción de retrabajos, cumplimiento de los objetivos de la ingeniería de valor y terminación de los proyectos en tiempo.

El asociamiento fue una derivación que se dio como consecuencia de la implantación del control total de calidad.

Los conceptos del asociamiento son simples aplicaciones del sentido común:

- Para eliminar las disputas y conflictos.
- Implica acciones preactivas para la solución de los problemas que se vayan presentando en el proceso del proyecto.
- Una disputa no es más que un problema nunca resuelto
- Un involucrado es cualquier persona, grupo, entidad u organización comprometida por su interés en el proyecto.



Figura 2.4 – EL ASOCIAMIENTO denota la realización de un todo coherente con la voluntad de cada participante

Fuente: Foto tomada de la portada de la publicación titulada PARTNERING, A concept for Success (Asociamiento, un Concepto para el Éxito) editada por The Associated General Contractors of America (AGC Publication # 1205) 1991.

Es fundamental promover la empatía vista como habilidad de sentir y de entender la posición de los demás participantes.

Empatía y entendimiento son de alguna manera sinónimos.

A veces parece que se trabaja más y se disfruta menos el trabajo en un ambiente hostil ya que las disputas consumen mucho tiempo y energía hasta llegar al punto de enfermarse; por ello, hay que resolver los problemas inmediatamente en vez de dejarlos que se compliquen y se conviertan en enconadas disputas.

Es muy importante para que el asociamiento funcione ir construyendo entre todos un ambiente de confianza la cual es fácil de mencionar pero difícil de poner en práctica. Hay que dar pauta para la confianza cediendo en algunas negociaciones donde el riesgo asumido casi no afecte nuestros intereses, demostrando la confianza hacia los demás participantes dejando de verificarles su trabajo exhaustivamente.

El comenzar un proyecto con planos, especificaciones, presupuestos, contratos, programas y planes lo más completos y condensados posible evita improvisaciones, retrabajos y contradicción de instrucciones con los correspondientes sobrecostos y disgustos.

Tanto el trabajo en equipo entre todos los integrantes de la empresa como el asociamiento entre organizaciones participantes en un proyecto específico o en varios son en esencia lo mismo y sólo se denomina diferente por su aplicación. Sus conceptos hay que implantarlos en nuestra forma de ser y en la cultura de las organizaciones en las que participemos ya que esta nueva mentalidad será la llave que permita la apertura suficiente para poder adoptar y aplicar con excelentes beneficios todas las técnicas y métodos que seguidamente se expongan así como su manejo e integración a nuestro estilo de trabajo para moldearlo y adaptarlo a las circunstancias que se nos presenten.

Con el asociamiento se logra la calidad y la realización de los proyectos con las mejores ventajas en relación a su costo de ejecución y la eliminación de conflictos y litigios a través del compromiso, la equidad, la confianza, el desarrollo de objetivos y metas comunes, la implementación de soluciones, la evaluación continua y el respeto del tiempo plasmado en programas.

En este segundo capítulo hemos expuesto varios inconvenientes en la forma de trabajar que por costumbre o inercia y, principalmente porque no nos hemos percatado de la importancia que tienen, los sufrimos sin establecer una mejora sistemática en la interacción y comunicación colaborativa y en crear la apertura para aceptar procedimientos y técnicas que, aunque varias de ellas son conocidas desde hace años, en nuestro caso serían novedosas al implantarlas.

Por la manera en que normalmente pensamos y actuamos cualquier nueva idea o método así como cualquier cambio con respecto a lo que cotidianamente hacemos es considerado como una amenaza y por ello se presentan obstáculos y negativas llegando en su caso hasta el bloqueo y boicot.

Por tanto, de muy poco servirá tratar de aplicar tantas técnicas útiles con resultados comprobados sin antes iniciar una revisión del factor humano en nuestras organizaciones dirigida hacia los cambios de actitud y el enriquecimiento de nuestras competencias vía capacitación continua dada por el trabajo mismo.

El factor humano y su desarrollo es sin duda el “detonador” o, por falta de visión y dirección, el “obstáculo infranqueable” cuando se quiera buscar mejorar y cuando se busque la optimización de lo que hacemos, todo depende de adoptar un enfoque diferente en nuestro comportamiento interactivo.

Por ello creo que temas como la inteligencia emocional, el desarrollo del criterio, del autodomínio, de la firmeza de carácter, de la disciplina personal y grupal, de la sensatez y de la maduración deberían comenzar a tratarse como parte del sistema educativo y muy principalmente a nivel licenciatura y posgrados.

CAPÍTULO 3

ANTECEDENTES Y TÉCNICAS APROVECHABLES

En este capítulo, después de proponer un marco de referencia que incluya el alcance del término proyecto, se abordan por un lado diversas técnicas que mejoran considerablemente el desempeño en los procesos de una organización para el logro de sus objetivos y la cristalización de resultados esperados en términos de calidad del producto, rentabilidad, productividad y competitividad. Estas técnicas se han considerado partes de la administración de empresas, de la ingeniería industrial y de las herramientas para el logro de la calidad con aplicación a un gran número de sectores productivos y empresariales dentro de los cuales se encuentran la arquitectura, la construcción y la promoción inmobiliaria.

Por otro lado, se hace patente el desarrollo tecnológico propio de la arquitectura, la ingeniería civil y la construcción, traducido en soluciones particulares para mejorar los productos que, en su conjunto, conforman una necesaria cultura técnica, la cual, a través de la aplicación se vuelve viva y en constante desarrollo.

La combinación interactiva entre técnicas, extrínsecas en principio, pero adoptables para nuestra actividad y soluciones propias de la construcción, de la ingeniería civil y de la arquitectura permite un desarrollo consolidado de la competitividad de cualquier organización dedicada a la realización de desarrollos de vivienda, siempre y cuando se tenga un equipo humano competente, *abierto a aplicar nuevas ideas y con un interés apasionado por desarrollarse con la ambición de no sólo mejorar sino de siempre buscar “lo óptimo”*.

Muchas de las técnicas y métodos aquí propuestos son ya conocidos, por ello, más que volver a repasarlos se pretende integrarlos en un sistema que facilite su utilización pero, es importante recalcar que no sólo los métodos, por muy sistematizados que estén, sino también la actitud y las motivaciones de quienes las apliquen, será lo que logre exitosos resultados.

3.1 Marco de referencia

La nutrida cantidad de técnicas, métodos y conceptos que de diferente forma y aplicación podemos aprovechar potencialmente es más una fuente de desorden que de organización, por ello es que veo indispensable estructurar su relación y su interacción ubicándolas dentro de un sistema que seleccione las que en su momento nos sean útiles y las ubique dentro de un *marco de referencia* aquí propuesto.

Lo primero que se ve necesario es darle un nombre al marco de referencia mencionado el cual de hecho no tiene nombre aunque descansa en el término “diseño” en algunos tratados de arquitectura y en otros casos se ha denominado “proyecto”.

Podríamos decir que este objeto de estudio por tener una estructura aún descubrible y expandible no necesitaría tener nombre, por ello el término “diseño” y “proyecto” se han quedado cortos en su alcance con su definición tradicional, sin embargo, más por comodidad que por significación (ya que sólo puede ser descrito en términos de los nombres de sus componentes y de sus relaciones) se ha seleccionado el nombre de “proyecto” para referirnos a todo lo que comprende el proceso y el producto que conforman a un desarrollo de vivienda.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El término de “diseño” se utiliza básicamente como la parte de la planeación de un proyecto que abarca la concepción y la descripción de sus características físicas de forma y de contenido; estas características pueden percibirse en cualquier fase del proceso de desarrollo o en el producto mismo una vez que hayan sido definidas.

El término de proyecto tiene como definición tradicional en nuestro medio el ser un conjunto de planos, memorias descriptivas y de cálculo así como de especificaciones de una obra; incluso hay términos como anteproyecto, proyecto arquitectónico o proyecto descriptivo y proyecto ejecutivo que particularizan aún más los alcances de esta connotación.

Por no existir una palabra adecuada para identificar a todo el proceso de realización de una construcción o edificación y al producto mismo en los años setentas y principios de los ochentas del siglo XX, se comenzó a utilizar el término de “administración de la construcción” (en inglés Construction Management o CM)¹ percatándose que su alcance debía extenderse hacia un proceso integral que incluyera a la planeación además de la ejecución, lo cual llevó a cambiar el término de administración de la construcción por administración del proyecto en esa misma época. Desde entonces, la palabra proyecto se ha utilizado junto con el término administración para integrar todas las fases del proceso de realización (desde su planeación hasta su servicio post-venta) no sólo para identificarlas sino para asegurar su buen seguimiento y desempeño.

Por ello, la nueva connotación que se le da a la palabra proyecto es la de la creación de un producto nuevo (o la mejora de algo existente) importante y cuidadosamente planeado y ejecutado.

Vamos entonces a utilizar este último alcance del vocablo “proyecto” para definir las características de un desarrollo de vivienda en este caso a sabiendas que el término es aplicable a otros géneros de edificios e incluso a otras actividades del sector industrial en general.

Se propone partir de un molde de pensamiento que nos externe un principio de orden de las partes de una obra arquitectónica donde se ve la necesidad de establecer dos puntos de vista de un mismo sistema con objeto de analizar sus partes, buscando con ello traducir lo difícil de su contenido en algo relativamente fácil de entender para aprovecharlo en aplicaciones específicas ya que la realización de proyectos requiere que los participantes conozcan (y de preferencia dominen) sus particularidades descritas en un lenguaje común para obtener con éxito los resultados esperados.

El empleo de esta ayuda metodológica encausa con mayor eficiencia nuestra creatividad potencial. La creatividad es responder preguntas con respuestas nuevas y diferentes y, por ello, requiere de un mayor y más profundo conocimiento de lo que hacemos para poder proponer algo creativo que sea exitoso. Para crear se necesita disciplina y esfuerzo enmarcado en el método.

(1) Ver definición en página 2 - CM: The Construction Management Process – Adrian James J. – Reston Publishing Company, Inc.

El siguiente esquema nos ilustra de manera conceptual la estructura integral de un proyecto (Figura 3.1).

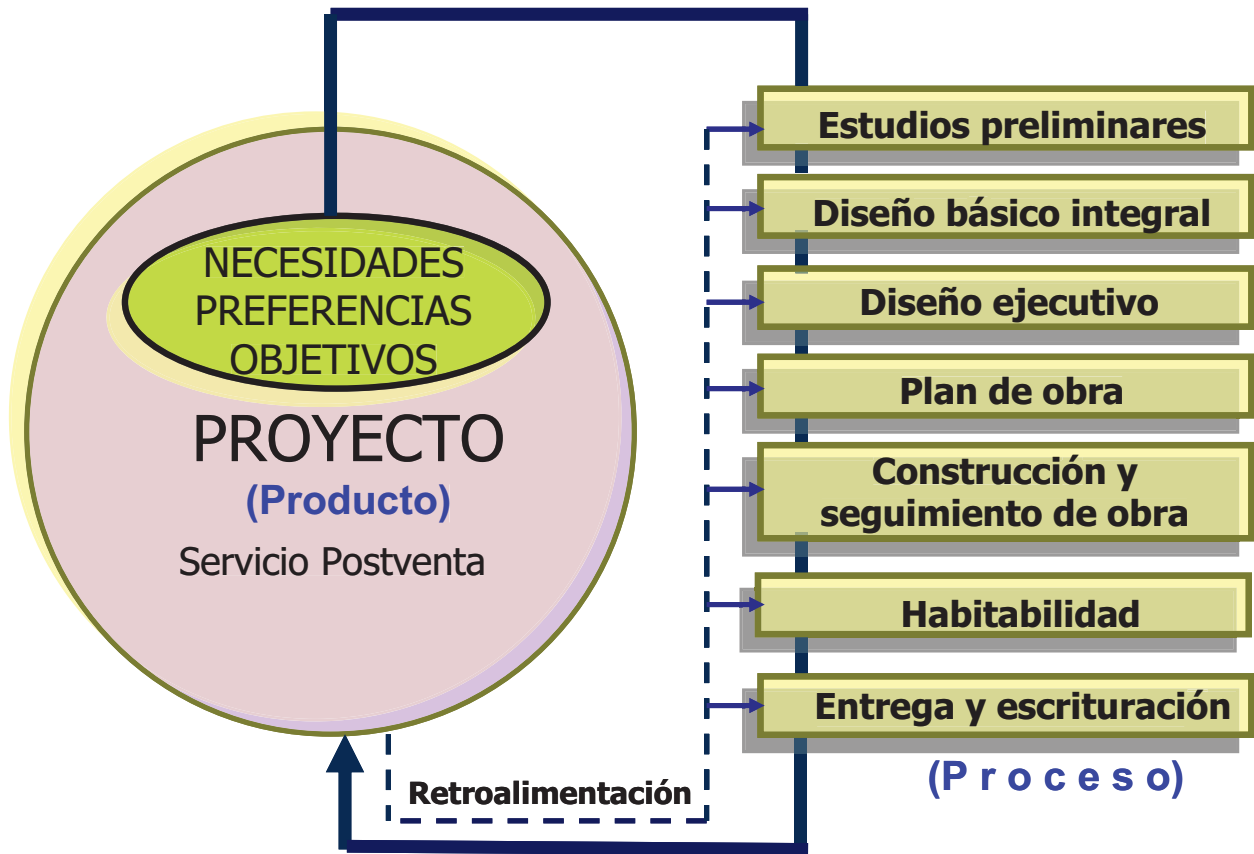


Figura 3.1 – ESTRUCTURA INTEGRAL DE UN PROYECTO

Un punto de vista del esquema es ver al proyecto como producto y el otro punto de vista es verlo como proceso. Ambos puntos de vista son una primera bisección artificial para analizar sus partes.

El análisis de una obra arquitectónica vista como producto nos permite concebirlo como un objeto total ya terminado, como un “ser existente” con forma y contenido a semejanza de un cuerpo humano cuando se analiza por sus características físicas tanto en forma como en contenido.

Un cuerpo humano se juzga formalmente en términos de su fisonomía corporal y, fisiológicamente hablando, se analizan todos sus órganos vitales y sus sistemas óseo, respiratorio, digestivo, circulatorio, nervioso, muscular, etc.

De igual manera, una obra de arquitectura puede ser analizada, juzgada y evaluada por su forma tanto para fines estéticos como funcionales y, por su contenido desglosado, también en sistemas como el estructural, de instalaciones, de aislamiento, de acabados, etc.

En el siguiente cuadro (Figura 3.2) representamos de manera muy sintetizada las características de un proyecto visto como producto.

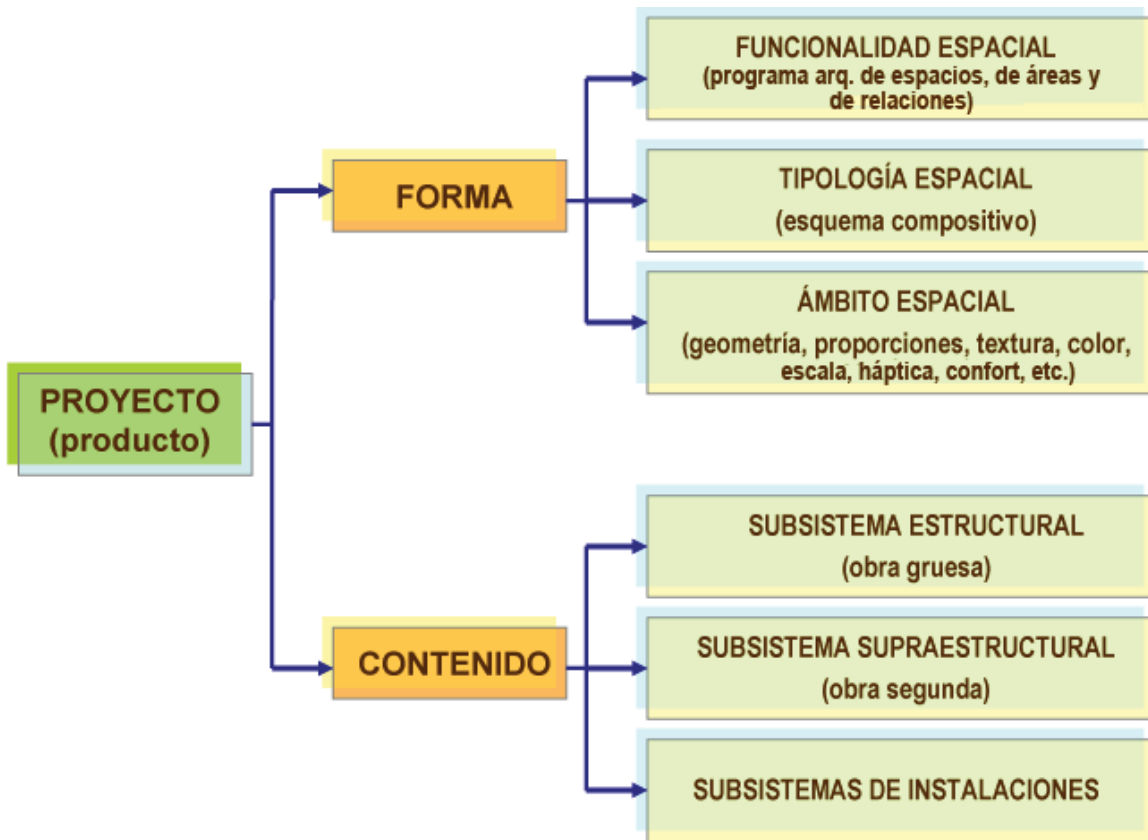


Figura 3.2 – EL PROYECTO VISTO COMO PRODUCTO

Tomando estos esquemas como punto de partida se puede profundizar el análisis de un proyecto ya existente o se puede definir el alcance al máximo detalle requerido de un proyecto en fase de planeación.

Este enfoque analítico también nos permite incluir conceptos o patrones de solución, tecnologías novedosas y propuestas que enriquezcan al producto para dar un mejor comportamiento en su uso.

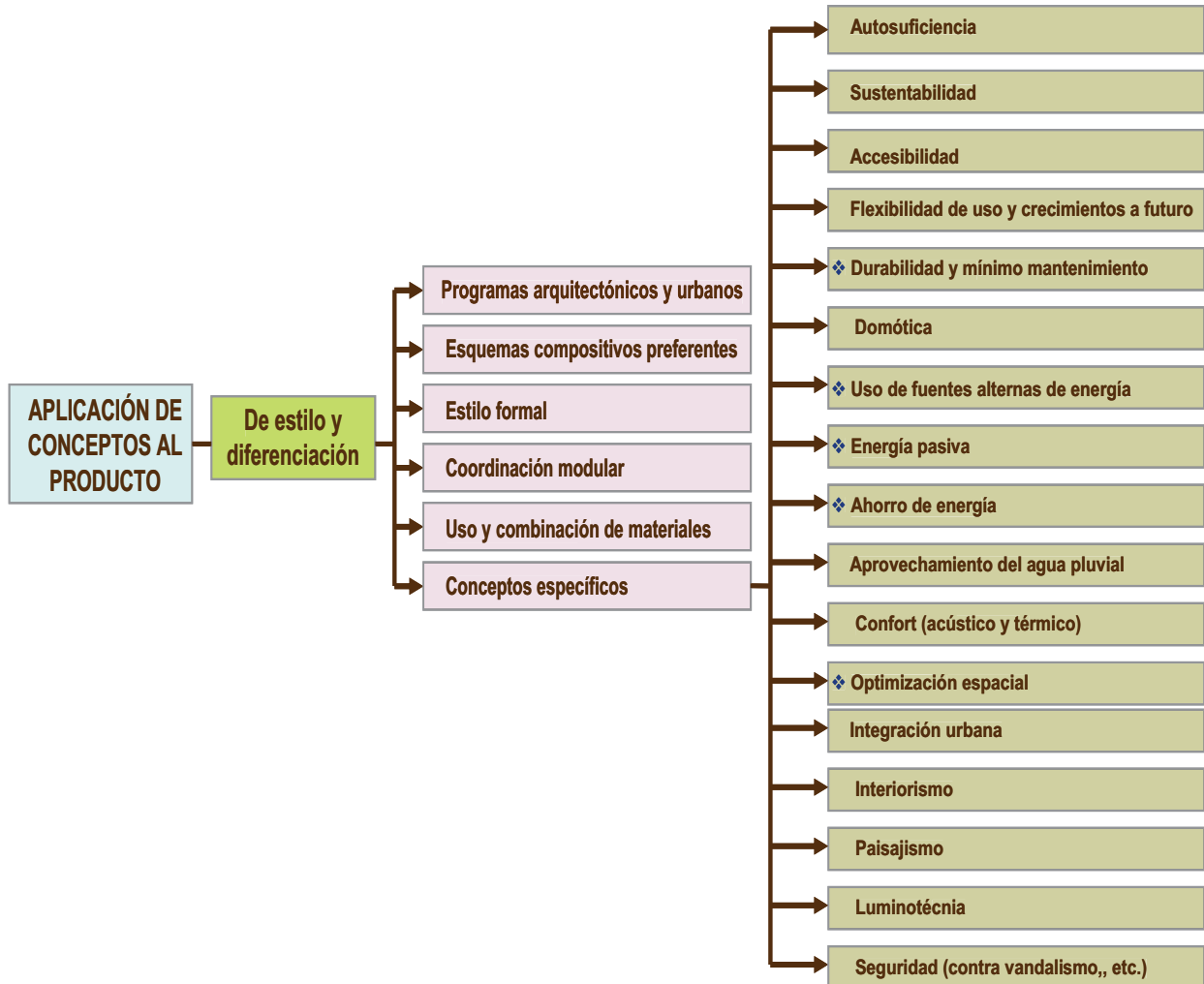
Lógicamente esta metodología propuesta va vaciándose en las imágenes que el diseñador vaya definiendo ya que la mente del diseñador trabaja con imágenes en la etapa de la concepción donde se inicia proponiendo esquemas compositivos poco claros con croquis y planos cada vez más definidos donde se trata de visualizar lo que se busca hasta llegar posteriormente al dibujo de los planos descriptivos y ejecutivos que son los conectores entre lo imaginado y la obra.

Los diseños se van definiendo en un proceso lento, tortuoso, incompleto y poco eficiente cuando no se cuenta con una metodología apoyada en el enfoque de sistemas que integre a todos sus componentes y sus particularidades.

El fomento e incremento de la imaginación, partiendo de la capitalización de experiencias propias, del análisis visualizado de proyectos existentes exitosos y de los conceptos externados y obras resultantes de arquitectos y desarrolladores prestigiosos, así como del análisis funcional y formal de necesidades detectadas por el mercado que se atiende, es de primordial importancia.

El gran científico *Albert Einstein* dijo: “*La imaginación es más importante que el saber*”, pero si la imaginación se apoya en el saber podrán obtenerse resultados inimaginables.

Dentro de la aplicación de conceptos que se pueden ir integrando a los proyectos concebidos ya como producto, enunciarnos a continuación (Figura 3.3) los siguientes:



❖ Estos conceptos conllevan objetivos de optimización.

Figura 3.3 – PROPUESTAS PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

En el caso particular de desarrollos de vivienda se entiende como producto a todos los tipos de obra que eventualmente se realicen a mayor o menor escala en conjuntos de uso habitacional independientemente de su tamaño y, que en rubros generales los podemos dividir en edificación (la vivienda propiamente dicha), urbanización (u obras exteriores), equipamientos e infraestructura.

En la siguiente tabla (Figura 3.4) se indican las características de los componentes básicos de los desarrollos de vivienda.

Figura 3.4 - COMPONENTES BÁSICOS DE LOS PROYECTOS DE CONJUNTOS DE VIVIENDA QUE CONFORMAN AL PRODUCTO INTEGRALMENTE	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Edificación: 	Comprende los prototipos de vivienda diferenciados por niveles de precio y por tipología (horizontal o vertical)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Urbanización: 	Comprende a todas las obras exteriores como vialidades, banquetas, andadores, escaleras y/o rampas exteriores, plazas, terrazas, taludes, muros de contención, redes de todo tipo de instalaciones enterradas y aéreas, jardinería, etc. que dan servicio a las viviendas dentro del terreno propio del conjunto.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Equipamientos: 	Comprende los edificios y áreas de servicio a los habitantes como: escuelas, comercios, clínicas, juegos infantiles, canchas deportivas, etc. Exigidos por la autoridad o propuestos en el proyecto para asegurar el buen funcionamiento de un conjunto dado.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Infraestructura: 	Comprende las obras necesarias de servicios al terreno del conjunto como: vialidad(es) de acceso, cisternas, tanques elevados, redes de alimentación y descarga conectadas a los servicios públicos, planta(s) de tratamiento, cárcamo(s) de rebombeo, etc.

Las características del producto tanto en forma como en contenido dan como resultado el *Programa Arquitectónico* el cual representa la síntesis de necesidades, preferencias y deseos de los potenciales usuarios de los desarrollos de vivienda en términos de espacios requeridos y de sus áreas cubiertas construidas (parciales y totales) así como de sus instalaciones, equipamientos, cimentación, superestructura, protecciones, aislamientos, acabados y complementos. Dicho en pocas palabras, *el programa arquitectónico nos proporciona las necesidades espaciales para en base a ellas proponer un esquema compositivo formal que las cubra y las necesidades de contenido para poder en base a ellas, definir los materiales, componentes constructivos y subsistemas de instalaciones y complementarios.*

En muchos casos las necesidades de contenido no se dan de manera explícita y, por ello, hay que forzar a que se den de manera definida y completa.

El programa arquitectónico requiere ser complementado por más datos para poder elaborar un estudio de factibilidad y de propuestas esquematizadas que sirvan de base para la realización seguida de un diseño básico integral el cual será un partido arquitectónico con un esquema compositivo definido que incluya su contenido

El programa del proyecto incluye al programa arquitectónico, la descripción de sus restricciones y de su contexto (basándose en los estudios previos de topografía, geotecnia, reglamentación, etc.) así como los recursos y medios disponibles para su realización.

El programa del proyecto es también un evento de presíntesis que responde a la planeación estratégica de la empresa transmitida al proyecto en términos de objetivos.

Es recomendable invertir en este paso del proceso antes de la compra del terreno donde se vaya a hacer el proyecto en cuestión, aunque, capitalizando la experiencia vía una revisión tamizada con una lista de verificación, el terreno se puede comprar antes.

Sensibilizando el riesgo, o gracias a la preplantación que se tenga desarrollada (la cual posteriormente veremos en que consiste) se podrá elaborar un programa del proyecto de manera rápida, confiable y económica que nos permita una adquisición rápida y sencilla de los terrenos.

Generalmente, los objetivos de cada proyecto deben ser congruentes con los objetivos estratégicos de la empresa los cuales a manera enunciativa podrían ser:

- Continuar con el mismo mercado y mismo producto.
- Expandirse regionalmente.
- Incursionar en un nicho de mercado diferente.
- Crecer sistemáticamente en ventas anuales un porcentaje predefinido, o por el contrario reducirse en producción pero alimentando la eficiencia.

Además de objetivos directamente relacionados con los proyectos, la empresa puede tener consideraciones adicionales que influyan en la determinación de plazos y otras condicionantes para los proyectos. Estos objetivos adicionales pueden ser:

- Lograr continuidad de trabajo reduciendo la estacionalidad o evitando la disminución del volumen de obra
- Crecimiento sólido apoyado en una infraestructura organizativa eficiente y los recursos y medios suficientes para enfrentarlo con éxito.
- Preparación para una contracción de mercado con un plan B o con estrategias para mantener una posición balanceada o para reducirse.

En base a la estrategia planeada de la empresa hay que explicitar los objetivos de cada proyecto en particular y habrá que explicitar sus objetivos de optimización fundamentándose en sus condiciones y características.

En el caso de los desarrollos de vivienda, más que objetivos comunes se pueden mencionar “prioridades” dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

- producto de rápida venta
- margen alto; valor reconocido alto y costo bajo,
- rapidez de construcción
- riesgos reducidos y controlables.

En base a estas prioridades, se definen tanto los *objetivos particulares de optimización* y su *programa de proyecto*, los cuales son el resultado del análisis de un triángulo virtual de ajuste donde las necesidades, el contexto y los recursos son equilibrados.

Esquemáticamente indicamos las partes principales en la siguiente figura 3.5:

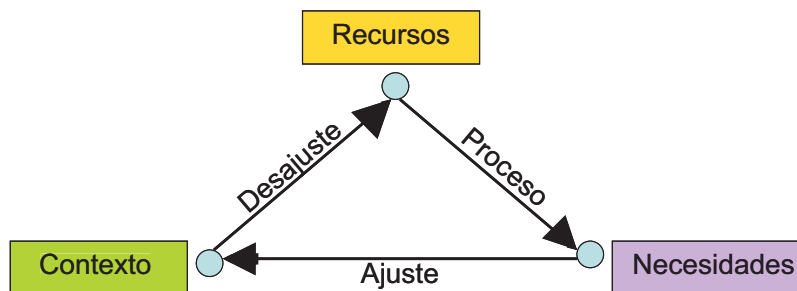


Figura 3.5 – TRIÁNGULO DE AJUSTE

- *El contexto* es el terreno, su ubicación, su periferia incidente y colindancias así como las condiciones socioeconómicas del lugar donde se encuentre y la detección de la clientela potencial mediante un estudio de mercado así como la reglamentación que le sea aplicable.

El estudio de mercado se enfoca generalmente en dos aspectos:

- 1.- La detección de la clientela potencial y el estudio de necesidades y preferencias de dicha clientela.
- 2.- El análisis de la competencia, directa e indirecta, enfocándose principalmente en el producto que ofrece (forma y contenido) y su precio de venta y formas de pago.

Todo ello en base a la ubicación del inmueble.

La competencia directa es la que ofrece en la zona un producto similar al que pretende venderse y la indirecta lo que se ofrece en otras zonas de la ciudad u otras regiones y otros tipos de vivienda así como la vivienda usada.

- *Las necesidades de forma y contenido* están precisadas en el programa arquitectónico.
- *Los recursos* quedan resumidos en el estudio de factibilidad en términos económicos obtenidos del programa del proyecto.

Desde esta fase temprana de elaboración del *programa del proyecto* (antes de la compra del terreno) conviene contar con la participación de personas enfocadas en la comercialización, el diseño, las ingenierías (para la obtención de datos topográficos y de suelo así como de servicios) hasta obtener un planteamiento del esquema compositivo y de la construcción (visualizando procesos, costos y tiempos de ejecución).

Al terminarse esta fase, deberá tenerse definido el *programa del proyecto* o, dicho de otra manera, las *características del producto* plasmadas en una siembra o esquema geométrico básico para tomar la decisión de compra, los argumentos de negociación de la misma y la jerarquización de objetivos a considerarse en el proceso de administración del proyecto.

Se podrá apreciar que uno *no se puede desligar del proceso al hablar del producto ya que ambos son artificios de análisis de una sola estructura sistémica*; de hecho, el pensar en el proceso cuando se define el producto y en el producto final durante el proceso, es fundamental para mantener en mente el todo y evitar errores por omisión.

Un estudio de mercado siempre se enfocará a lograr que el *programa del proyecto sea mejor a vistas de los clientes potenciales que lo que la competencia ofrezca* o, que el producto, ofreciendo lo mismo, tenga un precio de venta más accesible.

Además de que el programa del proyecto agrupe al conjunto de datos, de limitaciones, de requerimientos y de solicitudes de manera escrita, *hay que intuir carencias, necesidades y sentimientos no escritos así como deseos no expresados*. Hay que percibir a través del uso que se dará al proyecto, las necesidades a satisfacer haciendo patente la incertidumbre sobre el uso futuro del proyecto tomando en cuenta a *la intuición* la cual es *el resultado de una metódica intervención de la experiencia*.

El proyecto visto ahora como proceso se representa fácilmente por medio de un flujograma dado su claro principio de orden secuencial. De manera global se incluyen a continuación (en la figura 3.6) las partes más comunes y generales que conforman a un proceso de proyecto a nivel de periodos y de fases.

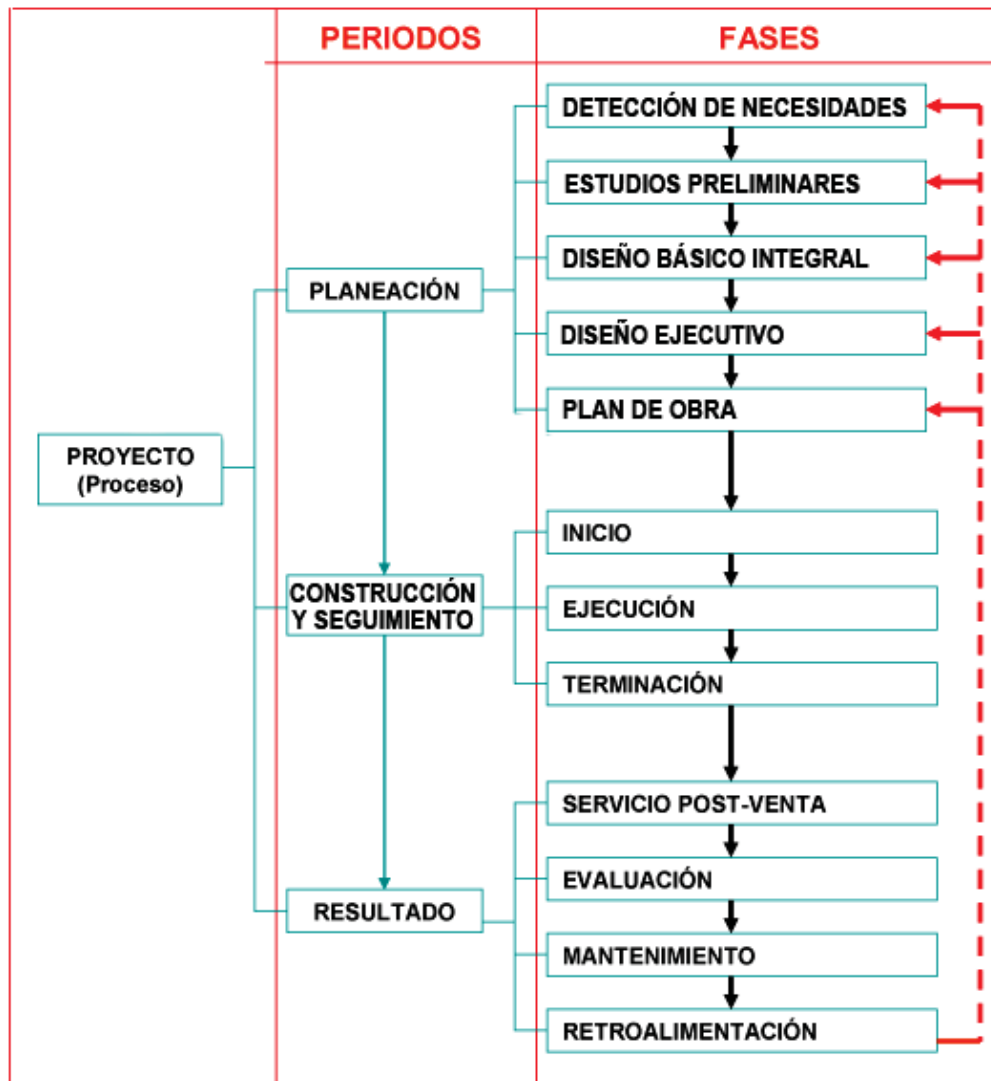


Figura 3.6 – EL PROYECTO VISTO COMO PROCESO

Al ir desglosando estos flujogramas a nivel de etapas y actividades se van conformando redes de ruta crítica donde se van precisando las actividades precedentes, las actividades simultáneas y las actividades consecutivas aplicando con esto una búsqueda de optimización de su duración al buscar la máxima simultaneidad o el máximo trabajo en paralelo y la mínima secuencialidad.

El flujograma también puede irse detallando más al bajarse a nivel de tareas y acciones con la misma idea de optimización ya que entre mayor sea el nivel de detalle y menores sean los lapsos de tiempo, mayor posibilidad habrá de aplicar criterios de optimización.

Al igual que en el análisis del *proyecto visto como producto*, en el caso del *proyecto visto como proceso* también pueden aplicarse conceptos que no sólo nos harán estar más conscientes de los grados de complejidad de nuestros proyectos sino que adquiriremos mayor dominio del análisis que les hagamos y les podremos incluir técnicas de mejora como las enlistadas en la figura 3.7, a continuación.

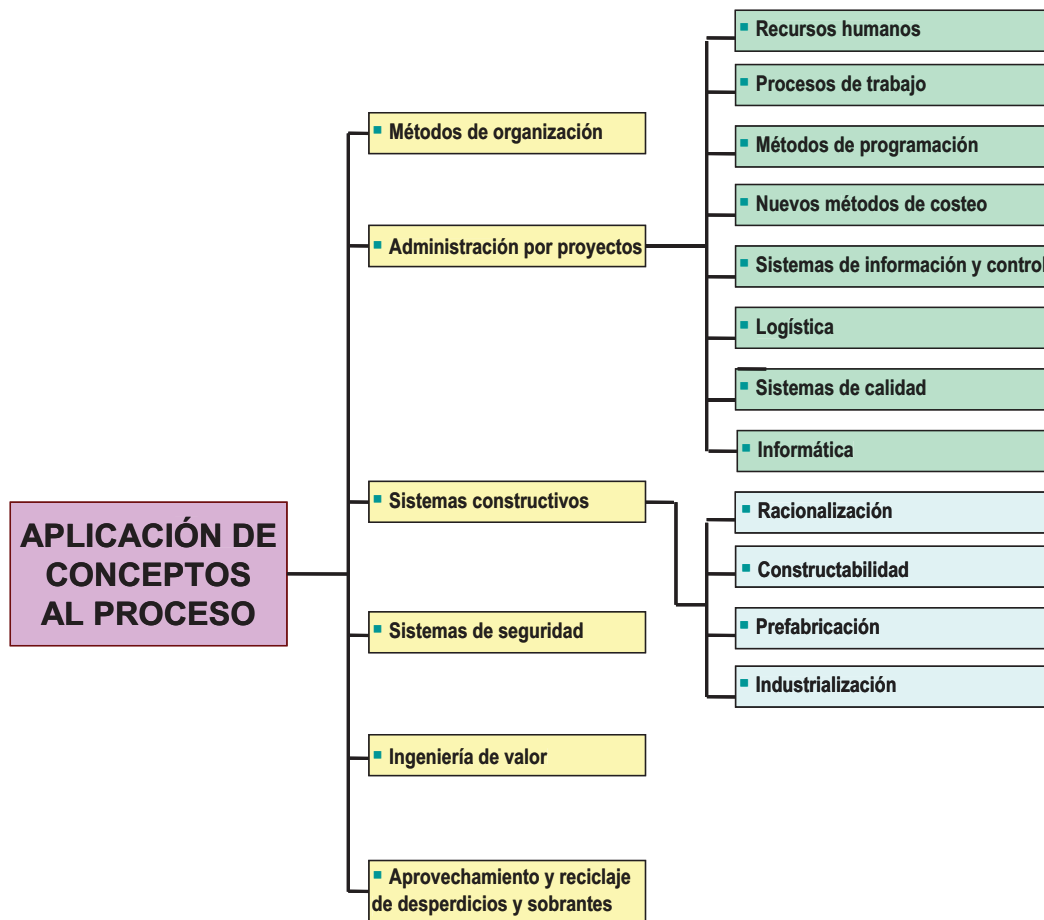


Figura 3.7 – PROPUESTAS PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO

El nuevo alcance de la definición del proyecto está principalmente enfocado a la prioridad dada a los procesos más que a la disección del producto la cual, en caso dado, se ha ahondado como consecuencia de una búsqueda de mejoras operacionales y una inclusión de procesos administrativos a los procesos intrínsecos del proyecto.

Es un hecho que *los procesos propios al proyecto se han enriquecido notablemente con procesos laterales de carácter administrativo e informativo principalmente* aunque también de otras disciplinas; sin embargo, este enriquecimiento conlleva mayor complejidad; por ello, es importante proponer opciones de limpieza de los procesos que nos permitan efficientar y simplificar el trabajo.

A manera de ejemplo se propone un flujograma de proceso general en el que se adicionan carriles de actividades complementarias que la organización incluye para efficientar el proceso de un proyecto particular (Ver figura 3.8).

Un carril corresponde a todas las actividades de gestión y el otro carril incluye toda la información documentada de la experiencia de la empresa que puede capitalizarse en los nuevos proyectos la cual, por estar prevista para ser utilizada como conjunto de partes a “armar”, al adecuarlas a un terreno dado se denomina pre-plantación.

Puede notarse en el flujograma de la figura 3.8 que se van incluyendo actividades propias de la empresa antes de la toma de decisiones propias al proyecto. En este flujograma se incluyen algunos de los conceptos que se proponen aunque no se incluyen los carriles adicionales de implementación y seguimiento administrativo con objeto de concentrar nuestro enfoque en el proyecto mismo.

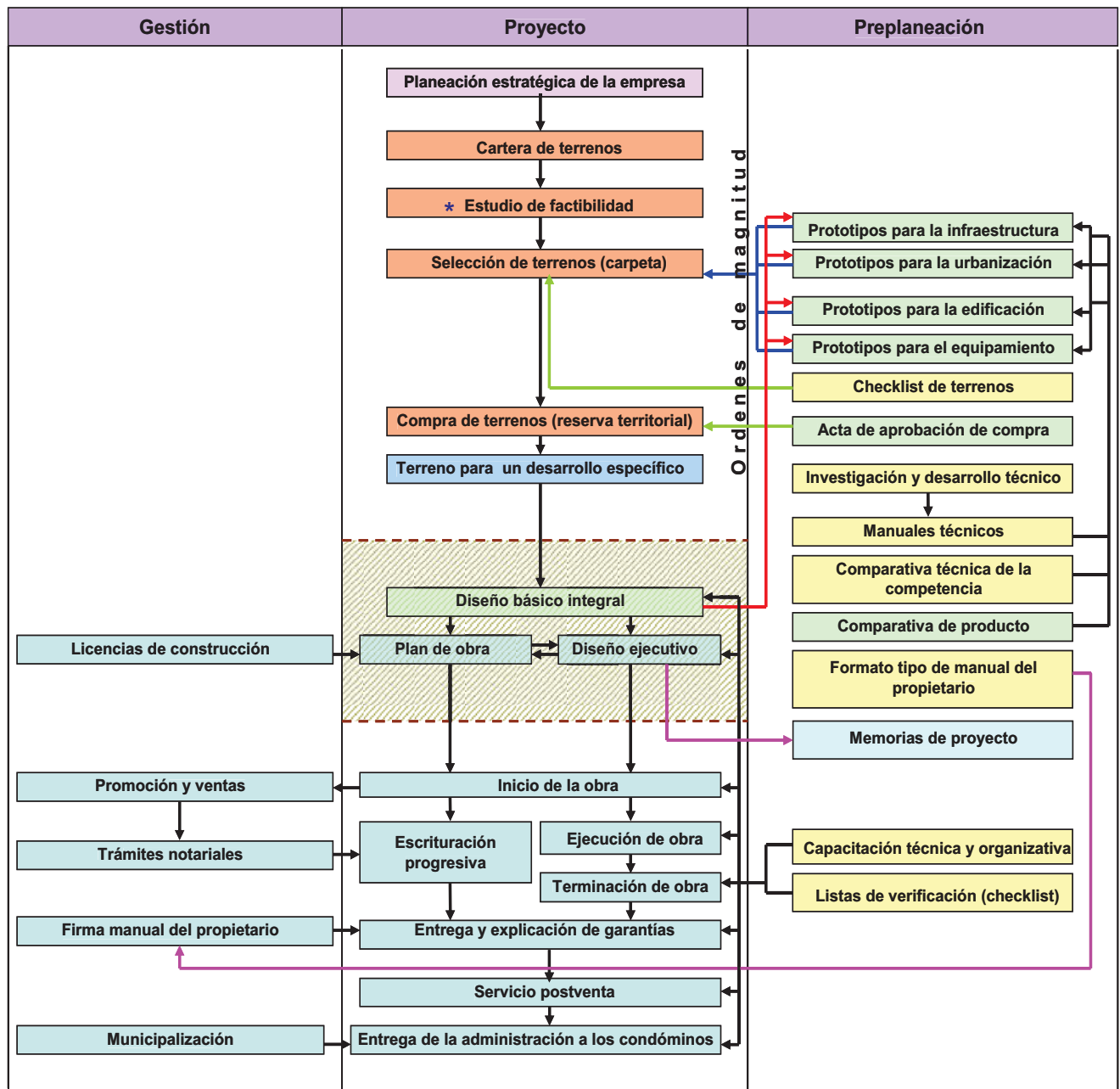


Figura 3.8 - FLUJOGRAMA DEL PROCESO GENERAL INCLUYENDO ACTIVIDADES DE GESTIÓN, PROYECTO Y PREPLANEACIÓN

* El estudio de factibilidad incluye la proposición del programa de proyecto y, una o varias propuestas de siembra de prototipos costeadas en base a ordenes de magnitud preestablecidos.

Se adiciona un desglose (Figura 3.9) que refleja el alcance de la fase de planeación del proyecto sacado del flujograma del proceso general.

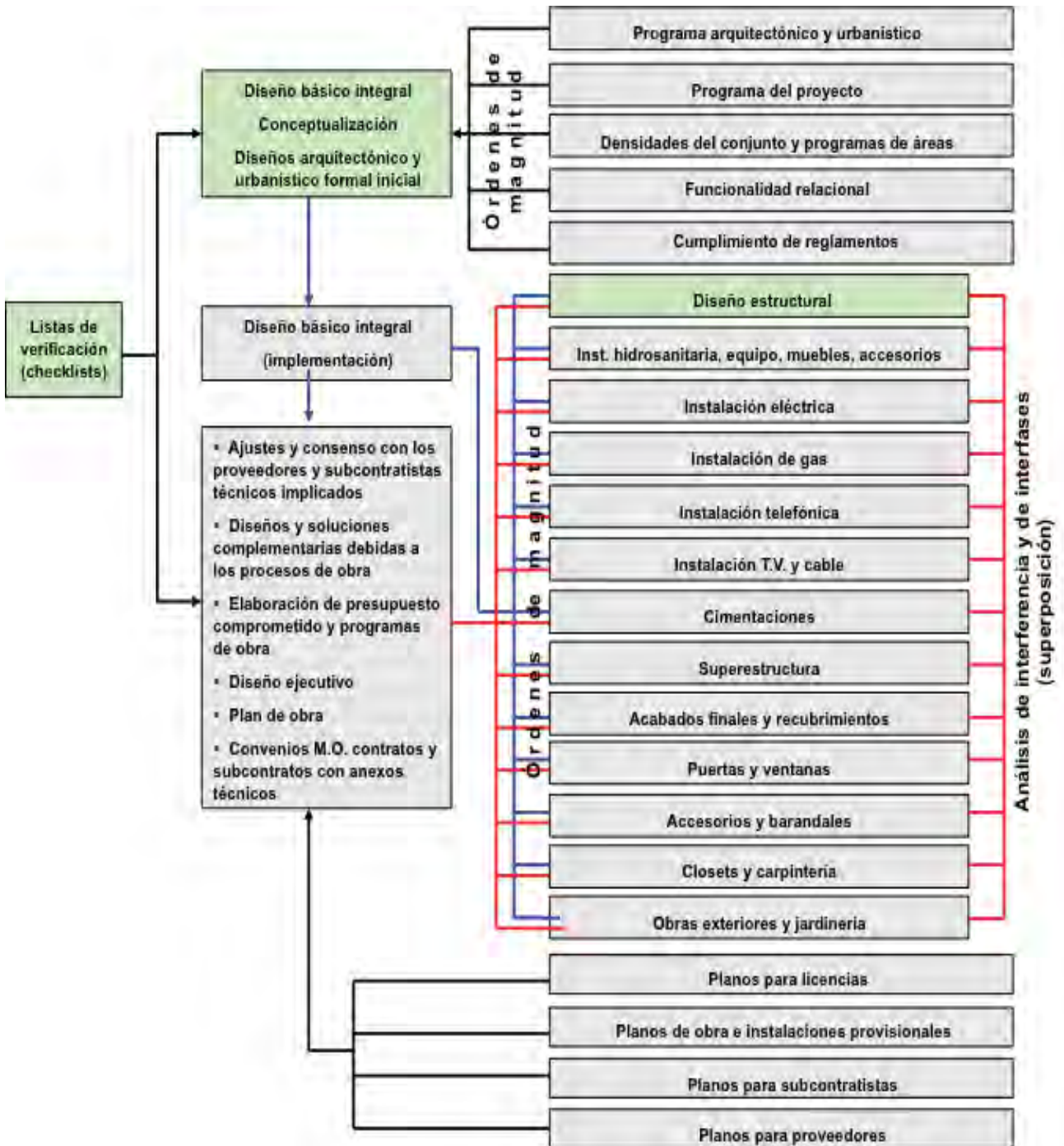


Figura 3.9 - FLUJograma que detalla la parte de planeación propia de un proyecto

3.2 Definición de proyecto y administración por proyecto

Una vez propuesto gráficamente el marco de referencia dentro del cual vamos a referir las principales técnicas existentes que contribuyen a la formulación de un plan de optimización, comenzaremos con la más global de ellas cuyo empleo es cada vez más generalizado, por la búsqueda de una constante renovación de principios y prácticas de administración en esta actividad, llegando a redefinir el alcance de lo que es un proyecto ya que, como ya dijimos, el término “Proyecto” ha venido evolucionando en su significado a través de las últimas décadas, principalmente debido a su fusión con las técnicas de la administración; de hecho, ya no podemos concebir un proyecto que no esté administrado.

Actualmente, con el empleo de la *Administración de Proyectos* como disciplina eficiente de trabajo *el proyecto se define como:*

Un proceso de trabajo temporal dividido en etapas, llevado a cabo para crear un producto (o un servicio preciso) único para alcanzar un objetivo bajo restricciones de costo y tiempo con un consumo limitado de recursos.

Es una creación colectiva, concluida y organizada en el tiempo y en el espacio, irreversible en la cual influye de forma importante el medio ambiente.

En nuestro caso el producto es un desarrollo de vivienda.

Un proyecto tiene:

- Un principio y un final
- Un conjunto específico de objetivos dentro de ciertas especificaciones
- Criterios de calidad preestablecidos y medibles
- Muchas actividades interrelacionadas
- Costo y tiempo definidos
- Recursos limitados

Cada vez más va aparejado el término proyecto con el de su administración dados los excelentes resultados obtenidos en todo el mundo en proyectos de alta complejidad, lo cual está transformando la tradición en la forma de hacer proyectos con más administración; es por ello que para el logro de la optimización, su aplicación es fundamental.

Para el caso de desarrolladoras de vivienda, la administración de proyectos se considera más una filosofía de trabajo en equipo dentro de la empresa que la contratación de una compañía externa por parte de un cliente para administrar su proyecto; ello responde al hecho de que una organización, para ser naturalmente eficiente, tiene que ser el reflejo de lo que esté haciendo.

La administración de proyectos facilita y organiza la aplicación de conocimientos, habilidades y técnicas al proceso de planeación y ejecución de desarrollos de vivienda para satisfacer o exceder las necesidades y expectativas de sus participantes. Se espera de la administración de proyectos lograr un mejor control de calidad, de los plazos de empresa y de los gastos; podrán desarrollarse también técnicas y procedimientos de comunicación, de coordinación y de control para incrementar la eficacia de la operación.

Dada la cantidad de años de ser aplicada es reconocida como una disciplina perfectamente aprovechable al grado de que existen diversos centros de promoción y capacitación para actualizar y mejorar su contenido y para profesionalizar y certificar a quienes han decidido dedicarse a esta actividad.

Por el lado de su aplicación, también es cada vez más utilizado internacionalmente este enfoque en proyectos de vivienda social.

Las áreas que abarca la administración de proyectos comenzaron siendo costo, tiempo y calidad por ser los evidentes signos de buen resultado de un proyecto y la principal preocupación de sus involucrados; sin embargo, como proceso de maduración de su alcance, se ha ampliado a nueve áreas las cuales se muestran en la siguiente lista (Figura 3.10):

Figura 3.10 – ÁREAS DE APLICACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS
<ol style="list-style-type: none">1. Integración (diseño integral y control de cambios)2. Alcance3. Tiempo4. Costo5. Calidad6. Recursos humanos (desarrollo de equipos de trabajo)7. Comunicación (el 80% del trabajo es la comunicación eficiente)8. Riesgo9. Procuramiento (logística de asignación de medios, suministros y subcontratos)

La Administración de Proyectos es una excelente plataforma que apoyada sobre el marco de referencia inclusivo de las partes de un proyecto, nos servirá para soportar sobre ellas, y sus nueve áreas de alcance, las técnicas que coadyuven sinérgicamente para el logro de la optimización.

Los beneficios potenciales de la Administración de Proyectos son:

- Rebasar una aproximación atomizada de la administración limitada a la productividad y a la calidad buscando más bien la coherencia global o incluso mejorando las incoherencias rutinarias para ir evolucionando.
- Identificar responsabilidades y funciones para asegurar que todas las actividades estén cubiertas y no con personal de intervención parcial.
- Minimizar la necesidad de reportes continuos manteniendo, sin embargo, una comunicación viva y eficiente.
- Identificar límites de tiempo por calendarización.
- Identificar una metodología por análisis por balance entre dos situaciones con objeto de obtener resultados aceptables (lo mejor de las opciones)
- Medición de cumplimiento contra lo planeado (aseguramiento constante del buen avance).
- Identificación temprana de problemas y acciones correctivas que se puedan seguir.
- Mejora de la capacidad de estimación para planeaciones futuras.
- Saber cuando los objetivos no son correspondientes o son muy ambiciosos.
- Implica nuevos modelos de organización y de relacionarse mejorando las relaciones entre los participantes estructurando ciertos principios de organización social en una empresa.

Desafortunadamente los beneficios no pueden lograrse sin enfrentarse a obstáculos como:

- La complejidad del proyecto
- Requerimientos especiales de los clientes, tendencias variables del mercado y cantidad de cambios.
- Reestructuración organizacional (para adaptarse a una forma de trabajo más flexible).
- Cambios tecnológicos.
- Riesgos propios del proyecto.
- Planeación y presupuestación limitante.

La Administración de proyectos está diseñada para hacer mejor uso de los recursos disponibles haciendo, en primera instancia, el flujo de trabajo tanto horizontal como vertical dentro de la organización, lo cual implica una organización matricial donde las áreas especializadas se entrecruzan con los procesos del proyecto para utilizar la estructura organizativa de la empresa.

La matriz funcional que se genera inicialmente por esta manera de trabajar se esquematiza a continuación (Figura 3.11).

Áreas funcionales Proyectos	Comercialización	Planeación	Ejecución	Administración
Proyecto - 1	○	●	●	○
Proyecto - 2		○	●	○
Proyecto - 3	○	○	●	○
Proyecto - 4	○		●	○
Proyecto - 5		●		○
Proyecto - 6			●	○

Figura 3.11 – MATRIZ FUNCIONAL DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS

La organización matricial es lo primero que se adopta en una empresa ya constituida por áreas de especialización creada por la inercia de la costumbre con un concepto jerárquico, basado para su operación, en la secuencia de los procesos y en actividades complementarias que participan constantemente durante toda la cadena de actividades.

Por la misma inercia, las empresas recientes buscan emular la organización jerárquica y la departamentalización por áreas especializadas.

Al quererse aplicar la Administración por Proyecto en ambos casos se cae en la aparentemente necesaria organización matricial; sin embargo conviene que esto se considere como un primer paso hacia un cambio de fondo que vaya de una organización piramidal a una organización orientada a proyectos donde las especialidades y profesiones sean sólo énfasis de una cultura organizativa policompetente e interactiva ya que la organización matricial ha mostrado malos funcionamientos en la operación. Se da disgregación entre las partes y falta de transversalidad de las funciones que refleja la falta de un proyecto realizado en equipo.

Se trata de buscar un proceso en el que los conocimientos normalmente acumulados en las áreas funcionales se vayan transmitiendo a equipos de proyectos hasta ir minimizando la concentración de dicho conocimiento aunque siempre haya un área de investigación y desarrollo que capte el conocimiento útil y lo divulgue a los equipos de trabajo.

Al final de este cambio la organización matricial desaparece, la estructura jerárquica expresada en un organigrama tradicional se transforma evolutivamente en un grafo de relaciones y la mentalidad de todos los colaboradores se direcciona hacia el *cumplimiento en equipo de objetivos y metas* más que hacia el cumplimiento de una función delimitada.

Resumiendo, podemos decir que las empresas experimentarán una transformación que parte de una estructura funcional, seguidamente se adecua para formar una estructura matricial y termina conformándose en una estructura proyectizada orientada a proyectos.

Por falta de conciencia del esfuerzo requerido para poder transformarse hacia ese cambio y por no querer sufrir las implicaciones y esfuerzos que conlleva esta mutación inherente a la instauración de una administración por proyecto, en la mayoría de los casos la Administración de Proyectos en el sector de la vivienda se ha congelado en su desarrollo y aprovechamiento.

Aunque la Administración por Proyectos ha probado a nivel mundial su eficacia adaptándose a distintos tipos y condiciones de proyectos, a los clientes y a las circunstancias así como a las consideraciones de la realidad y forma de ser de las personas y, ha demostrado en múltiples casos que siempre se obtienen beneficios a través de este procedimiento organizacional, todavía plantea problemas de comprensión y adhesión.

La inercia que se da en las empresas y en la cultura profesional actual, donde se nota una penetración muy lenta de novedades de organización en la edificación y donde este enfoque diferente implica un profundo cambio en el modo de administrar los recursos humanos, se crea en esta mutación un cambio con dolor y conflicto.

La aplicación de la Administración de Proyectos fracasa cuando las distintas partes defienden sus intereses y sus poderes personales.

Al principio, el especialista o el colaborador casado con su función ya no encuentra su identidad en una nueva manera de trabajar, la sentirá disuelta sin poder reestablecer otras. Al trabajar por tradición no se reflexiona ni se crea la conciencia de lo que entre todos debemos hacer.

A pesar de las circunstancias adversas para implantar una administración por proyecto vale la pena hacerlo debido a que de hecho, la tradicional manera en la que estamos realizando los proyectos está llena de conflictos y de ineficiencias donde se re trabajan varios procesos y se obtienen resultados, en más de las veces, poco coherentes ya que las transferencias de tareas y la administración de las interfases entre las secuencias se encuentran lejos de funcionar armoniosamente.

Más que repasar la metodología de la Administración de Proyectos (la cual se puede ver en libros especializados en el tema, estando algunos de ellos en la bibliografía adjunta) veo importante, por un lado, comparar el trabajo tradicional de hacer proyectos con el trabajo llevado a cabo aplicando las técnicas de la administración por proyecto y por el otro, proponer la inclusión de diversas ideas aplicables a esta metodología de trabajo que pueden dar un plus de eficiencia, productividad y calidad a los resultados.

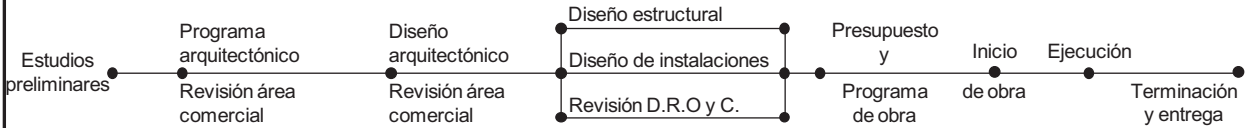
El criterio tradicional de ejecución de proyectos denota los siguientes problemas recurrentes que se han vuelto ya parte de la cotidianeidad:

- Desde el principio existe discordancia sin consensuar objetivos entre los diferentes participantes al tratar de acentuar, por parte de cada uno de ellos, su área de especialidad y experiencia dominante creándose enfoques contrapuestos entre el diseñador, los técnicos en estructuras e instalaciones, el área comercial, el constructor, los subcontratistas, los proveedores, la dirección de la empresa y el cliente.
- Se da una cierta anarquía y fallas de comunicación y coordinación entre los diferentes involucrados en el proyecto; por ejemplo, el área comercial generalmente no participa en la definición del programa del proyecto (que incluye al programa arquitectónico) ni en la concepción del diseño; el diseñador propone un diseño sin considerar desde su inicio la estructuración ni las trayectorias de instalaciones y sin hacer participar desde el principio a los técnicos especialistas correspondientes ni al responsable de construcción.
Se generan problemas de cuestionamiento: El programa del proyecto con frecuencia cuestionará al estudio de factibilidad, el bosquejo arquitectónico correrá el riesgo de modificar al programa, la presupuestación podrá obligar la modificación del diseño, la preparación de la obra podrá en ocasiones cuestionar al presupuesto y, en el proceso de obra, se puede presentar el caso de hacerse notar diferencias de costo y de dimensiones o de interferencias que obliguen a hacerse modificaciones y ajustes sobre la marcha.
- En el ambiente del diseño arquitectónico existe la tendencia de buscar la originalidad en cada proyecto específico, desaprovechando soluciones probadas.
El tratar de dar borrón y cuenta nueva en la concepción de cada desarrollo es un camino poco eficiente en términos de costo, tiempo y logros de mejora.
Hay tremendas pérdidas al comenzar cada proyecto partiendo desde esquemas en croquis tratando de reinventar la rueda o de redescubrir el hilo negro, en vez de aprovechar soluciones de utilidad logradas en proyectos precedentes.
No se puede seguir pretendiendo hacer cada desarrollo distinto al anterior buscando obsesivamente nuevos diseños que no tengan el menor parentesco con ninguno de los hechos antes por otros.
- Los ejecutantes del diseño técnico tienden a ver sólo la parte que dominan (hablando de diseño estructural y de instalaciones principalmente) tocando poco la relacionabilidad con los costos, los procesos constructivos, la estética del proyecto, etc., existiendo a su vez una actitud igual de excluyente hacia ellos por parte de los demás participantes.
- Las áreas de presupuestación y construcción, así como los subcontratistas llegan a veces a dar la impresión de estar en contra de la búsqueda de la optimización del producto y de los procesos. Con una mentalidad aún de contratistas de épocas pasadas al tratar de “cubrirse” aumentando los costos y los tiempos de ejecución.
- En general, el desarrollo del trabajo y la comunicación es muy secuencial (en cadena) y hay una participación de cada área muy parcial en relación al conocimiento integral del proyecto a realizar. En muchas áreas hay muy poco interés por conocer el perfil del cliente a quien está destinado el proyecto.
Una de las principales dificultades reside en la insuficiente articulación entre el diseño del producto y el diseño de su realización; ahí es donde se encuentra una gran ruptura y donde está el origen de muchos malos funcionamientos.

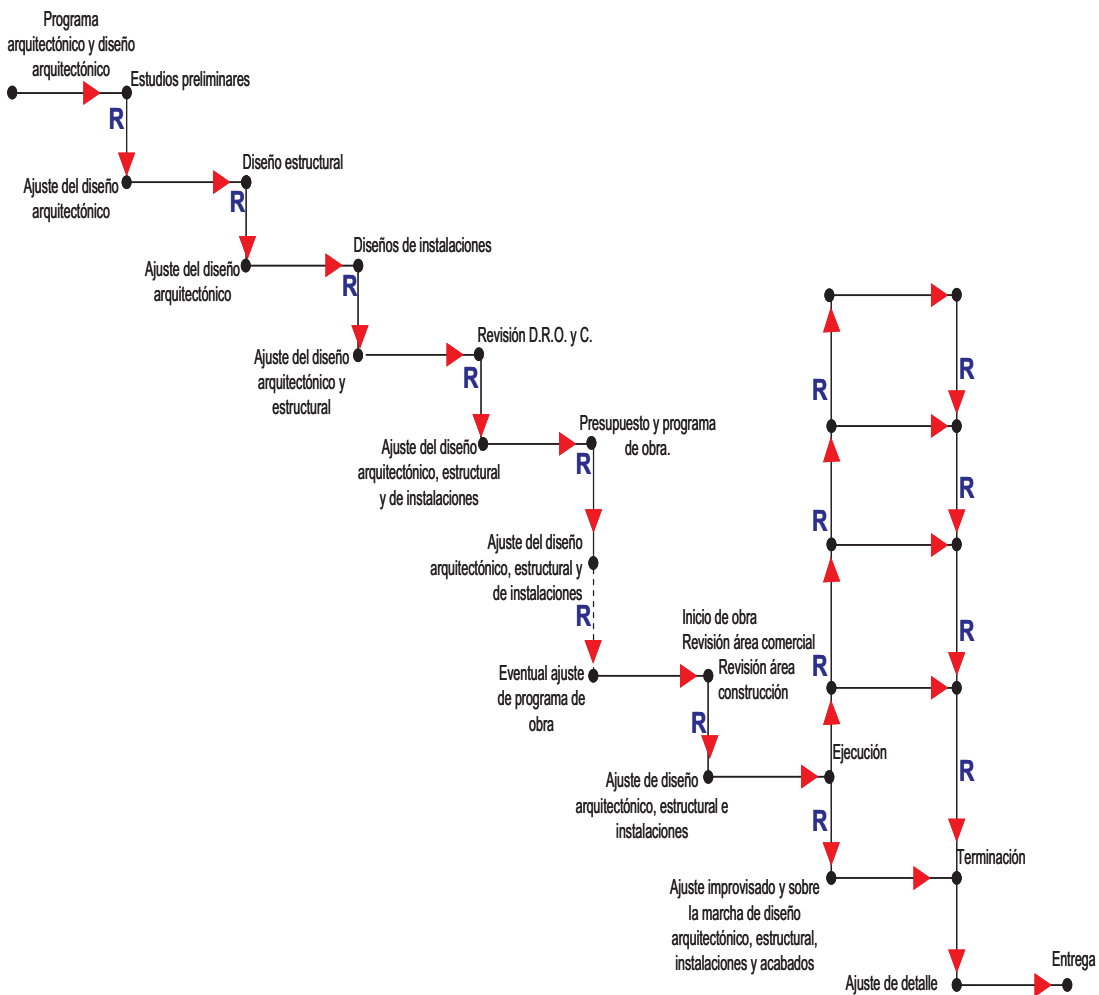
Figura 3.12 - RETRASOS E INCONVENIENTES GENERADOS EN LOS PROCESOS TRADICIONALES DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS

Ref. La gestion de projet dans la construction, Jacotte BOBROFF, Presses de L'École Nationale des Ponts et Chaussées, 1993 p.107.

PROCESO TEÓRICO



PROCESO OBSERVADO



R = Retraso

Cada retraso implica retrabajos y posibilidad de errores, incongruencias y omisiones por los cambios, sobrecostos y, a veces ajustes improvisados y mal solucionados.

- Como resultado negativo se dan sobrecostos motivados por un diseño incompleto o arriesgado, por la inadecuada comunicación y circulación de la información, por errores dimensionales debidos a un levantamiento y trazos deficientes y por una mala administración de la planeación y de la producción.

Los principales sobrecostos son consecuencia de una planeación deficiente y son significativos llegando a ser como mínimo del 15% aunque, por falta de un análisis de causa-efecto se llega a culpar a la obra.

Es un hecho de que cuando no existen personas preocupándose por el desarrollo exitoso de un proyecto (considerando todo su proceso) y ocupándose en lograrlo, lo que generalmente sucede es que cada área específica cumple su trabajo sin ningún plan que visualice el alcance total del mismo, dando como resultado incongruencias en el diseño y quiebres en la comunicación con visos de anarquía (omisiones, errores, interferencias) y ambigüedad o diferencias interpretativas de los objetivos.

En los diagramas siguientes (Figura 3.12) puede apreciarse la serie de retrasos e inconvenientes adicionales que se dan por esta manera de trabajar y que cada uno de nosotros ha experimentado en carne propia.

Entre más secuencial sea el trabajo más cuestionamientos, críticas y modificaciones habrá por parte de los participantes posteriores hacia los primeros en el proceso de trabajo y, por tanto, se darán retrocesos que pueden incidir hasta en el doble de tiempo o más, con respecto a un trabajo en equipo con participaciones tempranas que de ser posible se den desde el inicio.

- Actualmente, *se ahorra donde se debería gastar y se gasta donde se debería ahorrar*. No se dedican suficientes recursos ni tiempo a la planeación y se gasta demasiado en la ejecución de las obras. Los montos a erogar en la fase de planeación son significativamente menores a la fase de ejecución. Se propone dedicar el tiempo requerido en las etapas previas que, con poca aplicación de recursos, aseguran el éxito de las etapas subsecuentes que son más costosas. La planeación es el cimiento del éxito de un proyecto.

Las oportunidades de ahorro en el ciclo de vida de un proyecto se dan más en la fase de planeación que en la fase de ejecución y es donde más actividades de razonamiento y uso de materia gris deben darse.

Al actuar con superficialidad no es evidente que, a mayor tiempo de dedicación en la fase de planeación y de preparación, la ejecución y su seguimiento se simplifican y se agilizan; sin embargo, parece ser que iniciando los trabajos de obra, aunque aún no se tengan los planos totalmente terminados ni el diseño bien definido (y mucho menos el costo, la duración y la contratación), se va a tener más éxito en los resultados y que lo pendiente de definir se va a ir solucionando sin problemas.

La realidad nos demuestra que la improvisación retrasa, encarece y genera problemas de calidad y riesgos que pueden llegar a ser críticos, aunque se suponga que la experiencia del principal responsable pueda sustituir la incertidumbre.

La excepción hace la regla, ya que sólo bajo condiciones específicamente previstas y bien planeadas, pero sobre todo apoyadas en un equipo de personas altamente capacitadas, se puede adoptar un método de construcción acelerada (en inglés llamado Fast-tracking) para reducir la secuencialidad y aumentar la simultaneidad de actividades aunque paradójicamente requiere de mucha planeación y preparación previa (preplantación).

La figura 3.13 nos muestra la cantidad e importancia de actividades necesarias previas a la ejecución, las cuales son mayores en cantidad y contenido con respecto a las de ejecución.

La siguiente figura 3.13. denota esta condición:

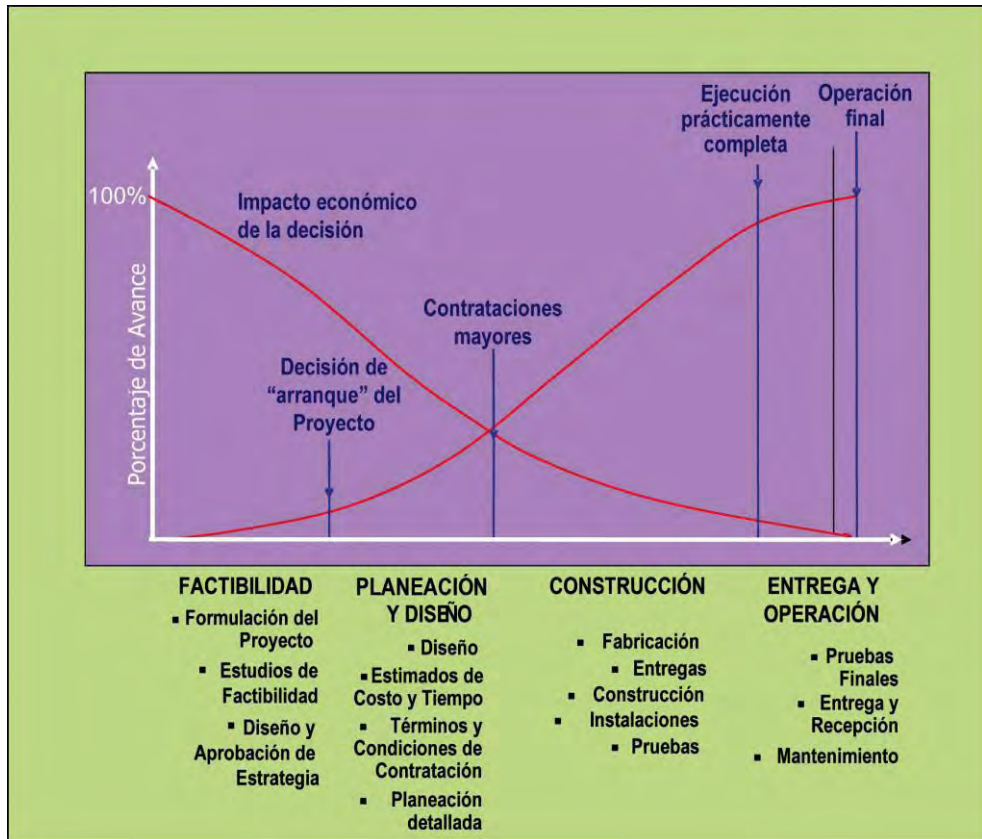


Figura 3.13 – CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO

Fuente: Project Management, a System Approach to Planning, Scheduling and Controlling, Harold Kerzner, p. 127, Philosophy of Management

Por otra parte, por falta de importancia dada a la planeación, se termina teniendo el conocimiento pleno de las características de un proyecto realizado cuando éste se termina, o sea, cuando dicho conocimiento ya no es útil ya que todo está hecho como lo muestra la siguiente figura 3.14:

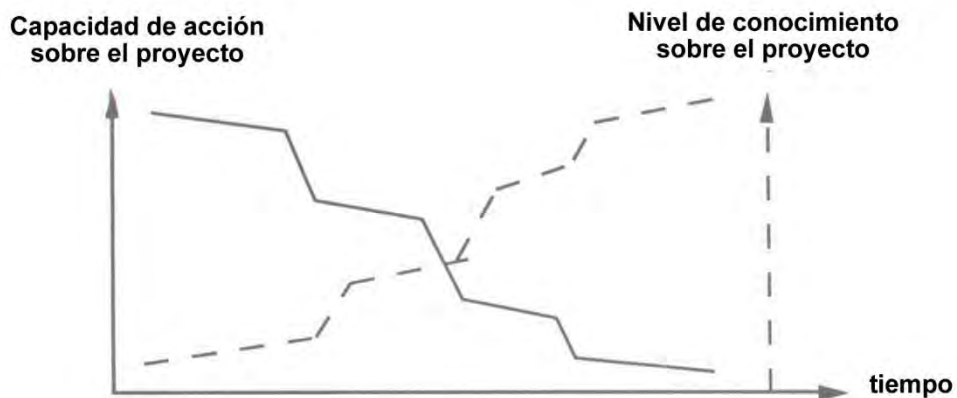


Figura 3.14 – DINÁMICA DE LA REALIZACIÓN TRADICIONAL DE UN PROYECTO

Fuente: La gestion de projet dans la construction – Jacotte BOBROFF Edit. Presse de L'École Nationale des Ponts et Chaussées, 1993, p. 199

Y aunque el conocimiento obtenido en un proyecto terminado se podría aprovechar en nuevos proyectos, esto tampoco se hace por no estar formalizada la planeación y mucho menos por no tenerse establecido un procedimiento de retroalimentación dentro de la planeación.

Resulta evidente la necesidad de invertir más en materia gris durante la planeación y la preparación para el logro de resultados satisfactorios.

- El organigrama que tradicionalmente se emplea en este caso está dividido en áreas y denota varios niveles jerárquicos. A continuación mostramos de manera simplificada las características de su estructura hasta un tercer nivel (figura 3.15), aunque en la realidad, se llegan a dar casos de hasta 9 ó 10 niveles.

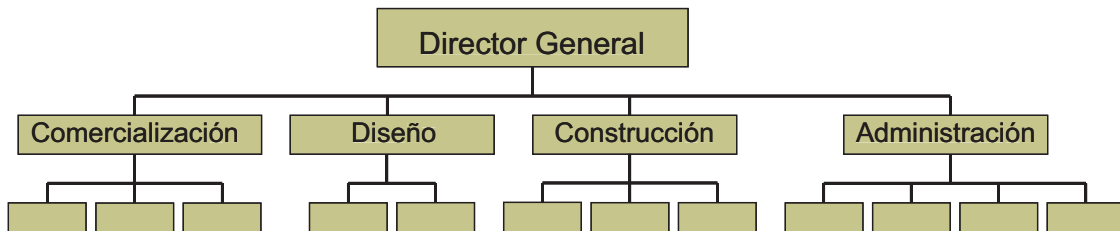


Figura 3.15 – ORGANIGRAMA FUNCIONAL Y JERÁRQUICO TRADICIONALMENTE UTILIZADO EN LAS EMPRESAS

- Adicionalmente a las circunstancias (Figura 3.16) y problemas que se dan dentro de una organización dedicada a la realización de desarrollos de vivienda, existe una total desarticulación entre las diferentes industrias auxiliares de la construcción debido a que no se involucra a proveedores ni a subcontratistas en la definición de características de los proyectos desde la fase de diseño, aunando el hecho de que, hasta ahora, la Arquitectura aún en sus tiempos de máxima producción se ha realizado con una mentalidad artesanal donde el protagonismo personal de los arquitectos ha inhibido el trabajo en equipo y donde la perspectiva de cada participante en el proyecto, incluyendo el dueño, en caso dado, es muy parcial y, salvo casos contados donde se haga participar a un responsable del proyecto integral que aplique los alcances de la administración de proyectos arquitectónicos, no existe una persona cuyo rol integre y sintetice la totalidad de un proyecto para verse como objetivo común.

También se adolece de una metodología y de una mentalidad de trabajo articuladora que encuadre y discipline el alcance y la ejecución de las personas que participan en un proyecto.

La siguiente matriz presentada a continuación indica un proceso secuencial teórico donde en la retroacción no se visualizan con realismo los retrasos y retrabajos por la falta de una consideración integral desde el principio de la planeación de los proyectos, por falta de un involucramiento de todos los participantes del proyecto desde el inicio y, finalmente, por la falta de obtención oportuna de estudios previos confiables (levantamiento topográfico, alineamiento, estudio de suelos, estudio hidrológico, estudio de mercado, etc.).

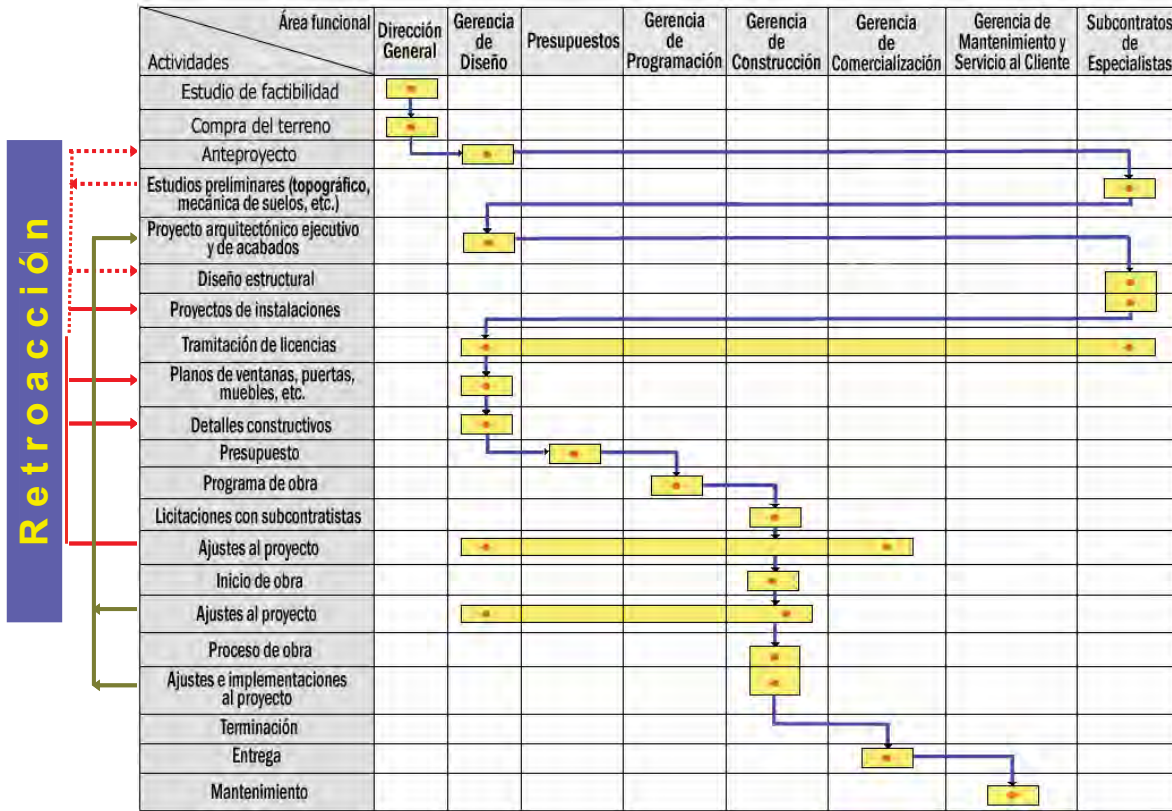


Figura 3.16 – MATRIZ TÍPICA DE UN PROCESO SECUENCIAL TRADICIONAL

Por otro lado, suponiendo que el proceso se llevara a cabo en la realidad como teóricamente se muestra, *la secuencialidad implica un trabajo sucesivo con pocas posibilidades de reducir tiempo* al no darse una ejecución de actividades efectuadas en paralelo.

La propuesta ahora planteada para eficientar la ejecución de los proyectos incluye diversas mejoras metodológicas de trabajo que consideran los siguientes aspectos:

- El arquitecto tiene que cambiar de mentalidad, sólo podrá ahora trabajar en equipos perfectamente coordinados con influencia para marcar lineamientos importantes de una actividad muy diversificada en vez de distraerse en la solución de detalles ya resueltos en proyectos anteriores, potenciando su creatividad al enfocarla en la solución total.

Los arquitectos dedicados al diseño ya no deben diseñar aislados, su etapa creativa debe ser asistida por los demás.

En la concepción de viviendas, principalmente las viviendas más económicas se tienen limitaciones importantes. *En arquitectura, sabemos que entre mayores sean las limitaciones mayor será la creatividad requerida* y, por ello, la participación en la concepción del diseño por parte de varias personas que aporten sus ideas, es crucial.

- El ir desarrollando prototipos, estándares, criterios comunes, etc., e irlos depurando, reduce tiempos y costos de planeación y realización así como desagradables sorpresas siempre latentes en todo cambio por la omisión de un análisis de repercusiones.
- Adoptar la metodología de la administración de proyectos transformando a la administración funcional dando la responsabilidad a un equipo capacitado y experimentado cuyos integrantes cubran todas las áreas del proceso.
- Involucrar desde el principio del proceso a todas las áreas funcionales de la empresa con un enfoque holístico del proyecto y con una tendencia de cambio hacia la Administración de proyectos amalgamando principalmente a los responsables de la fase de proyectos con los de la fase de ejecución de obra en un solo equipo para evitar conflictos posibles articulando su función.

También es fundamental implicar desde el principio del proyecto, a los participantes de etapas posteriores, apreciando su saber-hacer, aprovechándolo y permitiendo el enriquecimiento del proyecto desde las fases de diseño iniciales, además de hacer sentirse completamente involucrados en las decisiones que se lleven a cabo pudiendo apegarse mejor a ellas en etapas posteriores.

- Constituir equipos con *personas que se hagan responsables* de esta distinta forma de trabajar al crearse nuevas y enriquecidas maneras de colaborar entre los participantes, contrarias al tradicional tipo de relaciones, las cuales son más bien de competencia y hasta de oposición.
- Establecer los canales, los registros y procedimientos de comunicación los cuales se van complicando en la medida en la que los proyectos sean más grandes o complejos.
- Es fundamental, como soporte importante de la información generada, la existencia de archivos informáticos de planos y que los planos tengan toda la información en base a una lista de alcances, incluyendo los requerimientos del proyecto, su revisión y seguimiento y la actualización de planos.

Hay que aprovechar la capacidad informática para formar una biblioteca digitalizada cuya utilidad será invaluable para futuros proyectos, además de tener el registro histórico completo del trabajo ya que en la Administración de Proyectos es tan importante la letra como el espíritu.

- Precisar los roles de los participantes y sus responsabilidades. Para que las áreas de la empresa funcionen en forma coordinada, se requiere desarrollar un conocimiento global y compartido de la actividad del grupo, lo suficientemente amplio y profundo para poder interactuar de manera interdisciplinaria evitando así que unas personas tengan que esperar a otras la conclusión de su trabajo y haya flujo continuo. Este conocimiento deberá adquirirse mediante capacitación bajo el criterio de *“aprender haciendo”*, buscando que el trabajo forme a las personas.
- Partir de los resultados obtenidos en proyectos anteriores por uno mismo o por otros, formando un amplio y útil bagaje de información perfectamente clasificado para hacerlo eficaz.
- Aprovechar al máximo la experiencia existente buscando *usar la repetitividad de procesos y soluciones* en la empresa. *La repetitividad permite ir perfeccionando el trabajo por medio de la retroalimentación.* Se cambia para mejorar y no sólo por cambiar. Esto permite un ahorro impresionante de trabajo operativo; a esta manera de aprovechar lo hecho anteriormente se le llama *pre-planeación*.

La pre-planeación permite la recuperación documentada de la experiencia por medio del aprendizaje por ser un medio de conformación de la memoria y de la comunicación de la organización.

El ir incrementando el acervo de soluciones modulares pre-planeadas es una excelente inversión ya que *iniciar cualquier trabajo por primera vez cuesta muy caro*; en cambio, el efectuar sólo el armado de lo existente y lo mínimo de complemento por adecuación o desviación, reduciendo cambios sobre la marcha tiene altos beneficios en términos de reducción de tiempo, calidad y costo de la solución (por ser algo ya probado y mejorado).

- La sensibilización del proyecto que se aborde a través de la búsqueda de casos similares (analogías) propios o de la competencia y de citas o trabajo directo en el terreno desde el inicio refuerzan la idea de equipo y de familiaridad con el proyecto en cuestión.
- El uso eficiente de la información para ir archivando proyectos y datos útiles logra una excelente optimización del uso del tiempo. *Evitar la visión de "túnel"* a la que se puede tender en las áreas operativas *refiriéndose constantemente a los objetivos buscados y a la visión general del proyecto*, promoviendo el aprendizaje interactivo entre los participantes.
- Establecer convenios y contratos enfocados a los objetivos del proyecto y no a costumbres que promuevan el beneficio parcial.
Toda forma de administración por proyecto debe ser el resultado de la administración de intereses particulares. El proyecto debe derivarse de una cascada de compromisos y de poderes, o sea, de reubicación de intereses personales hacia un interés colectivo conveniente y satisfactorio para todos y cada uno ya que *para que una organización funcione debe corresponder a los intereses de todos sus integrantes*.
El interés colectivo traducible al interés particular genera una mayor preocupación para el cumplimiento de resultados, de mejora de la calidad y de la creatividad así como de la administración del tiempo, el cual se ha vuelto clave últimamente, ya que todo ello es la medida de actuación del equipo y, a su vez, la fuente de beneficios del equipo en su conjunto y de los integrantes en particular.
Las participaciones de todos deben concebirse como *"juegos de cooperación"* bajo el concepto de "ganar-ganar".
- Elaborar un diseño integral desde el principio (diseño básico) hasta el final (proyecto ejecutivo) involucrando a todos los participantes en el desarrollo durante todo el proceso avanzando en forma simultánea y paralela (en peine) y no en forma secuencial (en cadena).
Una importante ineficiencia potencial en la fase de diseño es la falta de suficiente experiencia en construcción por parte de los diseñadores y es por ello tan importante y benéfica la participación de los responsables de obra en esa fase del proceso.
- No iniciar una obra hasta no tener el diseño ejecutivo y sus permisos de construcción junto con un plan de obra definido y de haber formalizado contratos, convenios y compromisos y no realizarle cambios al proyecto durante la ejecución debido a que se desarticula el control e invalida la inversión en planeación.
- Tener siempre dentro de la planeación un "plan B" para solucionar cualquier contingencia que se presente en la ejecución, basado en un análisis de crisis y de imprevistos potenciales, previa autorización del Comité correspondiente, llevándose un registro de control de cambios y de sus repercusiones.

- Desarrollar sensibilidad (olfato) para lograr proyectos exitosos y rentables
 - con congruencia entre la ubicación, el producto, el mercado, los costos y el precio.
 - con interacción y armonización de todas las áreas del proceso viendo al producto mismo de manera integral desde la fase de planeación con el convencimiento de que *si en el papel no sale un negocio inmobiliario, en la realidad menos.*
- Es importante destinar los recursos y el tiempo necesario para poder elaborar los estudios técnicos, legales y económicos que den certidumbre y soporte a las decisiones que nos aseguren el éxito del negocio de un desarrollo específico.
- Basarse en *prototipos pre-analizados* de todos los tipos de obra al elaborar la siembra de estudio de factibilidad económica antes de decidir la compra de un terreno.
- Basarse en la síntesis desglosada de parámetros que denominaremos *órdenes de magnitud* que sirva de guía y limite a los valores económicos de cada parte del desarrollo asegurando así el respeto a las premisas del negocio.

Con este planteamiento diferente, una matriz organizacional donde se trabaje combinando las áreas funcionales con los equipos de los proyectos, las actividades del proceso en su avance van literalmente peinando e involucrando a todas las áreas funcionales como se muestra en la siguiente **figura 3.17** en vez de irse concatenando por pase de estafeta al seguir un avance secuencial.

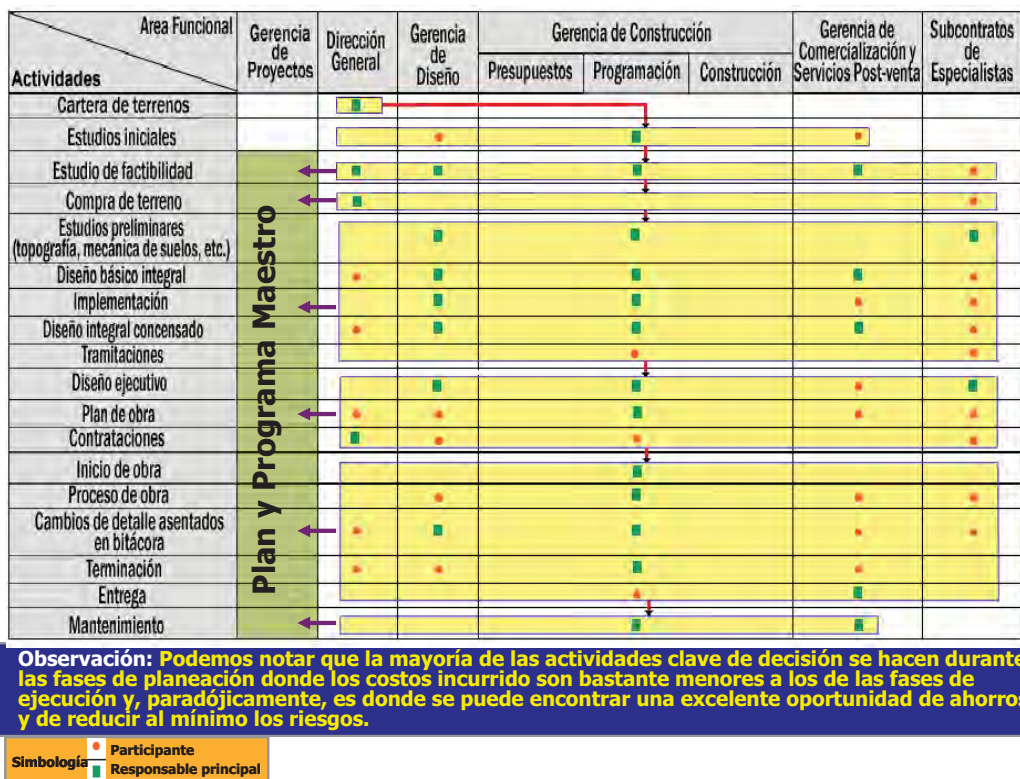


Figura 3.17 – MATRIZ PROPUESTA DE UN PROCESO CON AVANCE EN PARALELO

Adicionalmente, se pueden ir haciendo actividades, tradicionalmente elaboradas siguiendo un orden sucesivo, en un orden paralelo o simultáneo con retroacciones y decisiones casi simultáneas lo cual ahorra una interesante cantidad de tiempo.

Surge entonces como reto trabajar conjuntamente y de manera simultánea cuya complicación inicial se vislumbra evidente.

El conjunto de colaboradores no sólo deberá ir aprendiendo e irse ajustando para un trabajo simultáneo de manera competitiva sobre objetivos comunes y no sobre objetivos distintos y separados.

A través de la capacitación y tutoría se podrán ir aplicando estas modificaciones. Lo fundamental es ir abandonando los conflictos por poderes para ponerse a trabajar conjuntamente más allá de las disparidades.

La capacitación debe enfocarse a un tronco común de conocimientos y a un lenguaje común.

- Es importante hacer notar que el desempeño global del equipo de trabajo dependerá del eslabón del proceso más débil, el cual hay que identificar y solucionar cuidando que los demás eslabones no terminen siendo más débiles que el crítico.

Este enfoque diferente propone los siguientes cambios:

- En base a un estudio de mercado que incluya un análisis detallado de los productos que ofrece la competencia a las condicionantes reglamentarias a las que esté sujeto el predio y a los resultados de los estudios preliminares hechos al terreno, definir el programa arquitectónico y el programa del proyecto a realizar.
- Previamente a la adquisición del terreno, es importante *revisar integralmente su "status"* legal, topográfico, geotécnico, geohidrológico (en su caso), reglamentario, de servicios, comercial y urbano, así como su idoneidad de utilización con la ayuda de una lista de verificación detallada que implique la participación de todas las personas de la empresa que posean el conocimiento requerido para su análisis y evaluación.
- A partir de que se llegue a un esquema compositivo o a la selección del o de los prototipos de vivienda y a su siembra en el terreno incluyendo cortes y alzados, incluir la definición y el contenido de su solución estructural, de instalaciones y equipos accesorios y la propuesta de especificaciones de materiales, componentes y acabados así como un análisis de su modo constructivo.
- Conjuntamente ir estableciendo parámetros de costo y órdenes de magnitud de todas las partidas que integren al proyecto partiendo del precio de venta competitivo que arroje el estudio de mercado.
- Al terminar esta primera fase muy interactiva se llegará a un "*diseño básico integral*" complementado por un estudio de factibilidad basado en los datos acumulados por la experiencia de la empresa y complementados por consultas y acuerdos previos con proveedores y subcontratistas.
- El diseño básico integral se va afinando hasta llegar al desarrollo completo del proyecto ejecutivo. Este proceso propuesto es totalmente diferente a lo acostumbrado y la diferencia medular está en la *visualización e imaginación integral del proyecto aplicada desde el principio del proceso y en el involucramiento de un grupo informalmente formado de personas que aporten su experiencia y especialidad.*

A medida que el proyecto avanza hasta el inicio de la fase de “diseño básico integral” deberá irse formalizando un equipo dedicado al proyecto.

Es importante notar que *el proceso tradicional es aditivo* donde inicialmente se dan análisis y propuestas desintegradas parciales las cuales se van complementando sucesivamente a medida que se va avanzando en el proceso con *efectos colaterales indeseables* que retrasan el tiempo planeado al irse modificando el diseño y se magnifican las confrontaciones y los conflictos por los diferentes puntos de vista de los participantes.

El ir armando un todo con piezas que en principio no están pensadas para integrarse genera ajustes forzados, cortes, desperdicios y un mal acabado en el resultado.

El camino propuesto se asemeja al enfoque paulatino de ir logrando la definición de una *“imagen completa”* al ir girando y ajustando la lente de una cámara profesional donde el objeto visado desde el principio es total y lo que hay que hacer es ir obteniendo la mejor definición visual posible de sus partes. Al principio, todo estará opaco pero completo y al final todo se apreciará con nitidez y claridad.

Este procedimiento demanda un profundo cambio en la manera de pensar, actuar y organizarse.

El primer cambio se da en el perfil de los colaboradores quienes necesitan desarrollar las siguientes características:

- Para crecer profesionalmente “haciendo lo que nos gusta” tendremos también que conocer, abordar y realizar con éxito muchas actividades que en principio no nos gustan o que desconocemos totalmente y, que no atraen nuestra atención.
- Partiendo de una responsabilidad parcial de un área específica que puede ser la de diseño arquitectónico, diseño estructural, diseño de instalaciones, costos y presupuestos, programación, construcción, administración, etc. hay que capacitarse en administración por proyectos y comenzar a responsabilizarse de un proyecto a desarrollar en equipo en vez de sólo cubrir un área especializada.

Hay que también olvidarse de la pertenencia a una institución buscando más bien el desarrollo de competencias para el logro de los resultados esperados (tener la camiseta del trabajo en vez de la camiseta de la empresa).

- Trabajar en equipo aprendiendo a escuchar y a intercambiar ideas, a enriquecer las propias con la aportación de otras. Saber tolerar y buscar el aprovechamiento de lo diferente. Saber distribuirse el trabajo e integrarlo sinérgicamente como resultado de la participación de todo el equipo.

El trabajar en un mismo lugar ayuda mucho a la conformación del equipo y el trabajar en equipo reduce considerablemente los tiempos de planeación.

- Aprender sobre la marcha del trabajo mismo nuevas competencias de otras especialidades y de actividades variadas hasta llegar a ser multicompetente.
- Ir participando en la conformación de una nueva cultura organizativa que sea un soporte sólido para *la administración eficiente de proyectos la cual está más basada en el comportamiento organizacional que en la organización de los procesos*, por tanto *la interacción entre colaboradores adquiere gran importancia*.

El buen desempeño en la administración por proyecto se logra cuando la cultura de la compañía es capaz de cambiar rápidamente para adaptarse a las condiciones particulares de cada proyecto.

Implica ir *desarrollando consistentemente valores propios de la administración por proyecto como: cooperación, trabajo en equipo, confianza y comunicación efectiva* además de los valores propios que adicionalmente se cultiven en la empresa.

Hay que ir evolucionando hacia el reforzamiento de la ejecución por proyectos e ir reduciendo a su mínima expresión las áreas o departamentos especializados hasta llegar a convertirlas en parte del desarrollo de los proyectos. La cultura que se vaya creando se va edificando con perseverancia y disciplina a través de los años, *no es algo que pueda formarse de la noche a la mañana.*

De esta manera, para integrarse en el equipo hay que funcionar como hombre de proyectos, y no como administrador o especialista, logrando aplicaciones y resultados concretos.

El papel del participante en un proyecto será esencialmente ejecutivo en función de la dinámica del proyecto vista ésta ante todo como una responsabilidad dirigida hacia resultados.

El otro cambio se da en la conformación de equipos para el desarrollo de los proyectos (en vez de áreas funcionales) donde se requiere.

- Convencimiento de que desde el planteamiento de objetivos hasta la depuración de soluciones de detalle la participación en equipo es bastante más eficiente que la acción individual. Es un hecho de que *nadie será más inteligente que todos juntos.*
- *Hay que conformar un equipo de proyecto más que asignar un jefe de proyecto.* Es más eficiente un equipo interactivo autocordinado de colaboradores trabajando para un proyecto que un solo responsable dirigiendo subordinados y concentrando todas las habilidades y conocimiento variado requerido en su persona. El concepto muy utilizado en la década de los 70s del siglo XX donde un administrador de proyectos coordinaba todo el proceso ha sido cambiado por el de *una empresa temporal la cual es el proyecto mismo.*

La acumulación de responsabilidades depositadas en una sola persona refuerza el riesgo de conflicto y las fuentes de reclamaciones sin respuesta; por tanto, es más adecuado implantar una estructura compuesta por participantes equilibrados, con diálogos y acciones adecuadas.

Las decisiones deben tomarse de acuerdo con una lógica de conjunto para cada uno de los involucrados y buscando el interés global del proyecto. Es una forma de organizarse que favorece la continuidad y sustituye a la sucesión de secuencias que multiplican los riesgos de incomunicación y de conflicto.

- *Cada proyecto debe concebirse como una empresa temporal* cuyo objetivo sea optimizar el proyecto. Este concepto difiere de lo que inicialmente se hacía, donde un administrador de proyectos coordinaba todo el proceso o a un equipo dirigido y no autocordinado; incluso en organizaciones medianas y pequeñas se asignaba a una persona para administrar varios proyectos (Multiproyectos) bajo la idea supuesta de ahorrar costos de personal.

El sobre costo del equipo enfocado a un proyecto contra el costo de un solo administrador para varios proyectos queda ampliamente compensado por los resultados logrados.

Siempre es importante *ver la relación costo-beneficio y no sólo el costo.*

- Hay que estar consciente que entre más singular y especial sea el proyecto, más numerosos sean los participantes y menos se tenga la costumbre de trabajar en grupo y mucho menos en equipo, mayores serán las desavenencias y los malos resultados consecuentes. Hay que buscar por tanto que los proyectos no sean innecesariamente complejos y que sean pocos los integrantes del equipo de trabajo asignado para llevarlos a cabo con *experiencia y conocimiento "ad hoc" a las condiciones y características del proyecto a desarrollar.*

Para proyectos especialmente complicados se requiere gente especialmente competente y eficiente. Y se necesita ir formando responsables calificados ya que hasta ahora es raro encontrar arquitectos con la preparación suficiente para llevar con seguimiento eficiente desde el inicio hasta el final al conjunto de un proyecto incluso sencillo.

- Para el trabajo en equipo es vital establecer primero la confianza en las relaciones personales, crear lazos directos sin malos pensamientos ni juicios desconfiados, expresar ideas en lenguaje claro y directo conjuntamente para *crear algo en común*. Establecer una misma perspectiva para fortalecer el desarrollo de las relaciones francas y para progresar. Deberán criticarse todas las ideas emitidas en el sentido más amplio y más noble del término haciendo el papel de “abogado del diablo”. Por ello, cada colaborador debe acostumbrarse a aceptar constructivamente las críticas y a criticar con objetividad, sin lastimar a los demás y con fundamentos documentados y demostrables.

Las dificultades hay que resolverlas a la brevedad y no dejarlas pendientes.

El equipo de integrantes debe ser capaz de resolver problemas y de aumentar su aptitud para ello autoprohibiéndose el crear conflictos o externar quejas.

Hay que desarrollar un carácter humano con *visión técnica de conjunto donde las especialidades se transformen y se movilicen nuevas competencias* que nos permitan “*pensar en complejo*” desde varios puntos de vista y llegar a síntesis y soluciones prácticas y eficientes.

Para *administrar la complejidad* se requieren, además de medios informáticos adecuados y competencias profesionales complementadas y suplementadas, un *estado mental especialmente asertivo*.

- Dentro de este cambio en la manera de interactuar por proyecto hay que imaginar a este *equipo de trabajo multiforme que realiza una carrera en conjunto y no como un equipo de relevos* (que refleja a la acostumbrada forma de trabajar). En una carrera de relevos cada quien corre después del que le pasó la estafeta. En un equipo en conjunto la formación será como la de un vuelo de patos “en triángulo”; el que se encuentra en la punta del triángulo cambiará de lugar permitiendo mantener en la punta permanentemente a alguien “fresco” pero el equipo conservará la misma composición. *Así en el desarrollo de un proyecto aún cuando la atribución del papel principal pueda variar según las fases del proceso, será importante movilizar el mayor número de competencias*. La formación de un vuelo de patos en triángulo se refiere a todo el desarrollo del proyecto (planeación, construcción, comercialización, administración, etc.) donde se irán turnando las fases los de mayor competencia en la misma *evitando que un solo jefe de proyecto la haga de diseñador, presupuestador, calculista, constructor y vendedor*. Es importante, sin embargo, que una sola persona lleve a cabo el seguimiento administrativo y la conducción general de las actividades sin dejar de proporcionar a cada quien el papel más importante en el momento en que deba ejercerse, esto se traduce en *tener diversos jefes de proyecto y un único árbitro*. Lo esencial será que estas competencias se encuentren siempre movilizadas en conjunto.

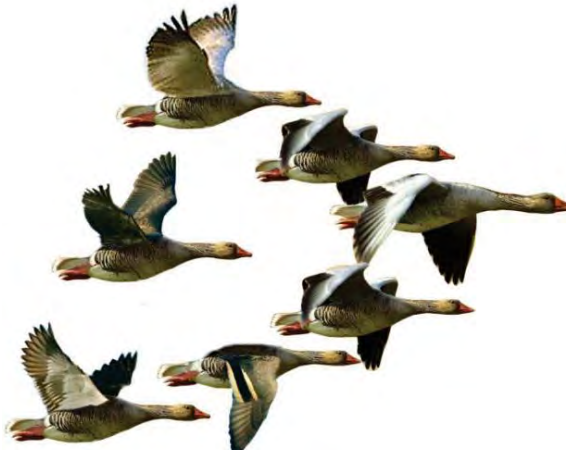


Figura 3.18 – EL VUELO DE PATOS en triángulo para largas distancias puede tomarse como analogía para la manera de trabajar en equipo al desarrollar un proyecto.

- El objeto de trabajar en equipo no es sólo complementar y subsidiar competencias parciales sino crear un medio de formación para *transformar a los especialistas en generalistas policompetentes a profundidad* (no de superficialistas) hasta llegar a ser capaces de desempeñarse satisfactoriamente en la coordinación de un desarrollo de proyecto completo.

A final de cuentas un arquitecto debe ser capaz de llevar a cabo el proceso de un proyecto de la A a la Z pero ahora será indispensable hacerlo abarcando las particularidades técnicas, legales, comerciales y administrativas que se impliquen.

El perfil de profesional resultante conforma una característica tipo “T” la cual se esquematiza en la siguiente figura 3.19:

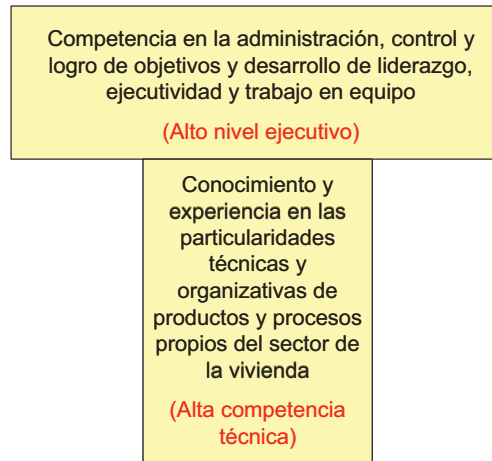


Figura 3.19 – PERFIL PROFESIONAL DENOMINADO EN “T”

- Al ir trabajando en equipo se pasa de una organización solamente productiva a una organización creadora donde permanentemente se busque la optimización de todos los objetivos planteados.
- La comunicación se enriquece consensuando los desacuerdos y resolviendo conflictos cuando todavía haya tiempo de resolverlos. Se crea un lenguaje y unas reglas del juego comunes para que todos contribuyan a que cada uno de los participantes trabaje de manera lógica y coherente. Bajo este criterio se define el papel de cada participante no en función de su nombre de puesto o especialidad sino más bien en función de la plusvalía que cada uno pueda aportarle al proyecto.
- El trabajo en equipo para la administración de un proyecto implica que las interacciones vayan más allá de simples relaciones de subcontratación o de repartición del trabajo, cuyos efectos negativos se conocen. Hay que tomar en cuenta más la totalidad e integralidad del proyecto y por tanto, hay que prestar mucha atención a la autorevisión, a la circulación de la información, a la administración de interfases y a la eliminación de interferencias y duplicidades.
- Al iniciarse la implantación de esta nueva manera de trabajar van surgiendo problemas de funcionamiento, errores y quiebres interpersonales. Un gran número de errores proviene de las relaciones entre los distintos participantes y de la manera en la que las administran. El error y el mal funcionamiento no deben considerarse como fallas infranqueables sino como medios para progresar; en vez de buscar culpables con frecuencia el problema deriva del sistema el cual hay que ir ajustando; de hecho, no se puede mejorar la calidad de un proceso y del producto que crea si se ignoran sus defectos y su causa.

Los errores deben facilitar la innovación y la adaptación de los equipos de trabajo, de hecho, a cada proyecto hay que verlo como una oportunidad de adquisición de experiencia y hasta como una aventura enriquecedora ya que es un proceso de cambio cuyo objetivo lleve implícito algo novedoso; entre más innovador y complejo sea un proyecto, habrá más errores y, por ello, hay que estar preparado para aceptar los errores, analizarlos y sacarles partido. Por ello, hay que desarrollar formas de organización de los participantes entre sí que sean estrategias de acción para manejar sistemas complejos modificando sus culturas profesionales para estar siempre listos para cooperar.

Todo esto requiere de un nuevo comportamiento: aceptar el error y sacarle provecho, hay que aprender de los errores y replicarlos en soluciones.

El éxito de un proyecto en este caso depende en gran parte del equipo de trabajo y de sus asesores en lugar de depender del contratista o de alguien en particular; por ello, la capitalización de errores debe ser mayor.

- *La forma de participar de cada quien se vuelve muy peculiar; hay que pensar como empresario, actuar como jugador de su equipo (con roles de sociólogo y psicólogo) y hablar de arquitectura y construcción, aunque conscientes de que hoy por hoy los proyectos son dirigidos más por los costos que por el diseño y la técnica, de hecho más bien se busca optimizar la relación costo-plazo y calidad del proyecto.*
- *Se deberá aprender a trabajar con la ambigüedad y la incertidumbre, y a poder aprovechar las competencias de otros profesionales.*
- *La búsqueda de la optimización de un proyecto puede ser fuente de conflicto si sólo se van yuxtaponiendo o sobreponiendo objetivos parciales sin poder despejar una verdadera coherencia del conjunto.*

La optimización de un proyecto no es la suma de las optimizaciones logradas por cada uno de los participantes. El desempeño es global y corresponderá a la capacidad de todos para trabajar en conjunto y optimizar al proyecto en su globalidad. La complejidad del proyecto y sus factores desconocidos son las dimensiones a tomar en cuenta para progresar y lograr la optimización total.

- *Es importante para trabajar en equipo que quede clara la forma en la que cada quien vaya a alcanzar sus propios objetivos personales sin oponerse a los de los demás ni a los de la empresa para garantizar un equilibrio entre todos, tanto en el plano profesional como el económico; por ello, es importantísimo dedicar mucho tiempo y talento al establecimiento de condiciones de trabajo, a la unión de objetivos, a la motivación, a la planeación y a la coordinación de los participantes además de buscar consistentemente, por parte de cada quien, actitudes que favorezcan la colaboración en vez de la confrontación.*

Los participantes pueden discrepar, disentir y dar diferentes ideas que pueden estar encontradas con respecto a una iniciativa dada, pero en el horizonte de la conciencia, se debe tener claro que, para bien del objetivo del proyecto y de todos, se debe llegar a algo que por su soporte justificado y objetivo o por mayoría de opiniones se llegue al consenso y se decida hacer. Se debe tener el compromiso previo de no llegar a quiebres, puntos muertos, indecisiones o bloqueos que perjudiquen el buen avance del proyecto o que mermen su resultado esperado.

Así como se debe tener definida la actuación y el desarrollo de cada persona dentro de la organización, debe preverse su salida bajo las condiciones más convenientes para ambas partes y, en caso de incumplimiento, falta de lealtad o fraude tener previstas también las consecuencias.

- Cada integrante del equipo de proyectos debe desarrollar las competencias propias de un administrador de proyectos las cuales se integran en el siguiente cuadro (Figura 3.20):

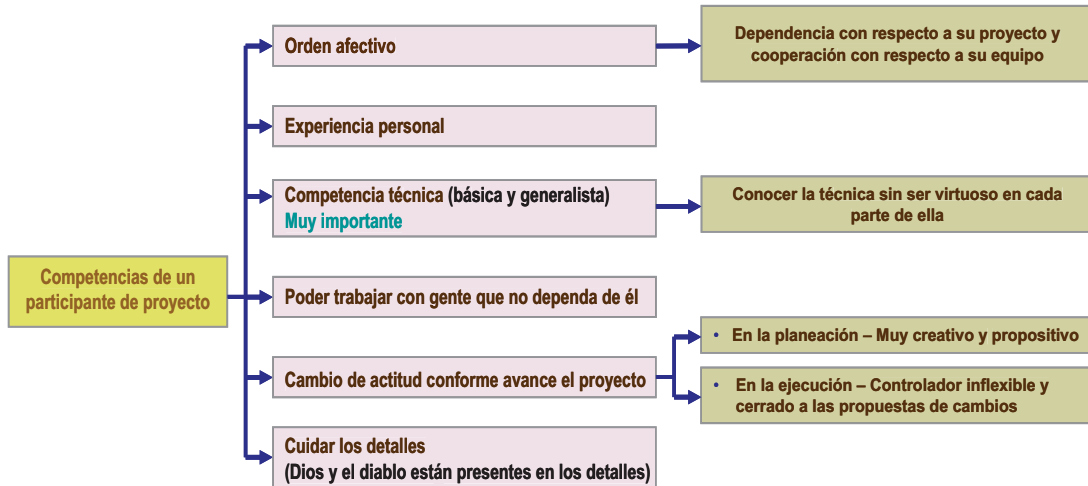


Figura 3.20 – COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA UN INTEGRANTE DE EQUIPO DE PROYECTO

La legitimidad de los miembros del equipo debe basarse en su experiencia demostrada en comunicación, coordinación, cooperación y en lograr el control y dominio de la complejidad de los proyectos, enfocando su energía y experiencia al servicio de su proyecto asignado y no al servicio de un objeto técnico o estético. Las cualidades adicionales de los coordinadores o árbitros de los participantes de proyecto se enlistan a continuación (Figura 3.21):

Figura 3.21 – CUALIDADES DE LOS COORDINADORES DE PROYECTOS
<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de dirigir, motivar y ser respetado, - Tener conocimiento, experiencia y ser confiable - Saber delegar, - Capacidad de prever y organizar - Entusiasta - Abierto a la aportación y desarrollo de los demás participantes - Personalidad y dar ejemplo - Ser responsable y mostrar autoridad - Fomentar el adecuado espíritu de equipo, - Comunicar y cooperar - Ser honesto, imparcial y objetivo

- Además de la búsqueda de empatía entre los integrantes de un equipo y de conversión de personas que pueden ser extremadamente distintos y que no hablan el mismo idioma pero que necesitan estructurarse de manera flexible y mucho más adaptable, partiendo de una estructura matricial de empresa donde a todos los niveles se lleven a cabo contactos de trabajo entre áreas, hay que desarrollar capacidades de análisis y de síntesis en grupo por ser éstas los pilares de toda actividad ordenadora.

No hay síntesis posible sin previo análisis y es inútil todo análisis que no culmine en una síntesis, por ello, es imprescindible buscar establecer como noción “la plataforma de síntesis” tal vez iniciando con trabajos de “presíntesis” al imaginar, aunque de forma no muy definida, las características más importantes del proyecto buscadas.

El análisis cerrado y detallado sin una plataforma de síntesis puede llegar a destruir la totalidad o a hacernos perderla de vista.

Siempre hay que buscar construir un todo unificado así como la conciliación de las diferencias.

Las buenas soluciones están destinadas a permanecer íntegras. Si vemos los fragmentos sin una constante visualización con un todo inicialmente preestablecido y posteriormente reafirmado, la integralidad tiende a desaparecer.

Para un exitoso procedimiento sistemático de síntesis es aconsejable implantar células de síntesis. Una célula de síntesis comprende a 4 ó 5 personas como máximo para confinar en ideas concretas los resultados de comunicaciones, aportaciones y acuerdos de los colaboradores, subcontratistas, clientes, proveedores, tanto para ser aprovechadas en el proyecto en el que se esté trabajando como para ser una referencia útil a tomar en cuenta y, en su caso, a adoptar en futuros proyectos o en proyectos simultáneos.

- Finalmente, sin ser menos importante, el equipo debe tener siempre incluido a un integrante: “*el cliente*” y para ello, *hay que tener muy claras las figuras de cliente externo, cliente interno y cliente final.*

El cambio más impactante y sustancial se da en la empresa en su conjunto la cual tiene que ir experimentando una mutación que va de la organización clásica departamentada y piramidal a una organización orientada al desarrollo de proyectos que visto de otra forma sería una empresa controladora (holding) de empresas temporales al considerar a un proyecto como una empresa temporal. Esta paulatina transformación requiere de tenacidad para lograrlo donde el objetivo se anteponga a los medios existentes y a lo establecido y donde las funciones preestablecidas, inicialmente muy técnicas, así como las especialidades, deben sufrir una gran transformación dirigida a ir dando resultados al avance y garantizar el cumplimiento de objetivos y expectativas.

El eje de una organización orientada y dedicada a proyectos es más bien de dirección, de soporte, de acumulación de saber hacer y de instrumentación para su aplicación exitosa. Además de cubrir las técnicas tradicionalmente aplicables de una empresa común el eje “desarrollo de personas” implica, por una parte, un desarrollo de la organización del trabajo y de la organización técnica y por la otra de una evolución tendiente hacia una mayor autonomía de los colaboradores.

Las características de una organización orientada al desarrollo de proyectos coincide con la tendencia de cambio que se está gestando en las organizaciones clásicas las cuales han estado clasificándose últimamente en tres tipos cuyos enfoques se enlistan a continuación en la siguiente tabla (figura 3.22) :

En realidad todas las empresas tienen una mezcla de los tres enfoques mencionados pero para el efecto de este trabajo su distinción sirve de base para proponer una nueva manera de concebir una organización.

Las empresas orientadas al desarrollo de proyectos tienen una marcada tendencia hacia el enfoque de empresa organicista cuyo nombre se ha adoptado por analogía o por emulación a un organismo vivo cuyos órganos forman parte de un sistema que interactúa con su medio cambiante.

Es más lógico considerar a nuestro tipo de empresas como organismos y no como mecanismos debido a que están conformadas por seres humanos.

Las organizaciones orientadas a proyectos (empresas para hacer proyectos) tienen las siguientes características básicas:

Figura 3.22 – ENFOQUES DIRECTIVOS EN LAS EMPRESAS	
Enfoque	Características
Personalista (se da comúnmente en las empresas pequeñas que se inician por un solo dueño)	Lo importante es el líder No hay organigrama Relaciones funcionales mal delimitadas Motivación por autoridad o miedo Fuerte influencia directiva del propietario Dirección centrada en las situaciones (táctica)
Mecanicista (se da en el tipo de empresa tradicional)	Lo importante es el manual Organigrama vertical (muy piramidal) del que se depende mucho La persona se ajusta a la función asignada La motivación está en conservar o escalar un puesto Dirección centrada en mantener la organización
Organicista (nuevo enfoque más congruentemente dirigido hacia la optimización)	Lo importante es el criterio Organigrama llamado de bisagra con poco énfasis en su formalidad Las personas modulan su función La motivación se da en el desarrollo La dirección se centra en el acierto de las decisiones (sintéticas, asistemáticas y generalistas)

- Sus límites y contextos son dinámicos los cuales cambian por los diferentes proyectos. Entre más proyectos tengan mayor será su complejidad.
- Sus principales quehaceres para manejar y administrar sus proyectos están dados en intensivas actividades de identidad corporativa, tales como actividades de planeación estratégica, maduración de una cultura unificadora, continuo desarrollo organizacional, la concentración, enriquecimiento y difusión del acervo de conocimientos y experiencias aplicables y las funciones específicas integrativas tales como la administración de multiproyectos y administración de su portafolio de proyectos.
 Con objeto de sostener el exitoso desempeño particular de cada proyecto así como para asegurar el cumplimiento de objetivos de los diferentes proyectos con las estrategias de la organización, se requieren estructuras específicas de integración tales como un centro estratégico, un grupo de expertos, un centro de desarrollo de competencias en gerencia de proyectos y un comité de dirección y conducción de portafolios de proyectos. La idea es que estas estructuras sean permanentes pero virtuales al estar amalgamadas en la multifuncionalidad de los mismos colaboradores de la empresa para evitar la rigidización y burocratización.
- Debe elaborarse e implantarse un plan de comunicación para llevar a cabo el trabajo en equipo; se requiere de un arbitraje diario como parte del control permanente, lo cual se traduce en un verdadero mejoramiento de la productividad, buscando eliminar tanto tiempos muertos como sobrecargas de trabajo, equilibrando el trabajo entre todos. El trabajo de asignación cotidiana deberá ser minucioso.

- La administración de proyectos y en equipo, comparada con la administración piramidal tradicional es el origen de seguras ganancias de productividad. La administración de la comunicación implica el establecimiento de procesos requeridos para asegurar la generación, recolección, distribución, almacenamiento y utilización de la información de los proyectos en forma apropiada y oportuna. Es de suma importancia desenmascarar las barreras de comunicación que se estén dando en la organización para eliminarlas en el menor tiempo posible. Entre los móviles de dichas barreras pueden encontrarse los siguientes (Figura 3.23):

Figura 3.23 – PRINCIPALES BARRERAS DE COMUNICACIÓN	
•	Juegos de poder
•	Detención o extravío de la información
•	Administración a través de memorandums (indirecta)
•	Comportamiento emocional negativo
•	Mensajes mezclados y/o poco claros
•	Comunicación indirecta
•	Estereotipos o ideas fijas.

Hay que combatir estos motivos y efectos construyendo un entorno de comportamiento proactivo, consistente en razonar de manera progresiva y constructiva lo cual implica una importante dedicación de tiempo en conversaciones con los colaboradores (siempre hay que tomarse el máximo tiempo posible para hablar con la gente).

El logro de una adecuada comunicación se traduce en incremento de la productividad.

- El portafolio de proyectos está conformado por todos los proyectos que la empresa esté desarrollando en un momento dado. Como los proyectos tienen una duración limitada y un proceso siempre en avance, el portafolio va cambiando constantemente.
- A diferencia de las empresas tradicionales, las empresas orientadas al desarrollo de proyectos y muy específicamente las especializadas en vivienda requieren de procesos y de métodos específicos de administración. La organización matricial que hace interactuar a las áreas especializadas de comercialización, planeación, diseño, ingeniería, producción y administración entre otras, con equipos de proyecto o gerentes de proyecto es un primer paso de adaptación a la orientación a proyectos pero no es en realidad el esquema organizativo idóneo. Su estructura organizacional se asemeja a la de una controladora (holding) de empresas con la particularidad de que, en este caso, las empresas son los proyectos, los cuales van variando y tienen una duración limitada.
- El organigrama que refleja su estructuración, a diferencia del organigrama jerárquico piramidal de las empresas tradicionales, se asemeja a un sistema solar sólo que *en vez de sol, la empresa es el área inscrita en una órbita* cuya figura va constantemente cambiando de área y contorno dependiendo de la cantidad y tipo de proyectos que en un momento determinado tenga trabajando. En apariencia, por su variabilidad, es un organigrama poco formal donde no se reflejan con evidencia las fases de proceso.

A continuación se esquematiza en la siguiente figura 3.24 el organigrama mencionado.

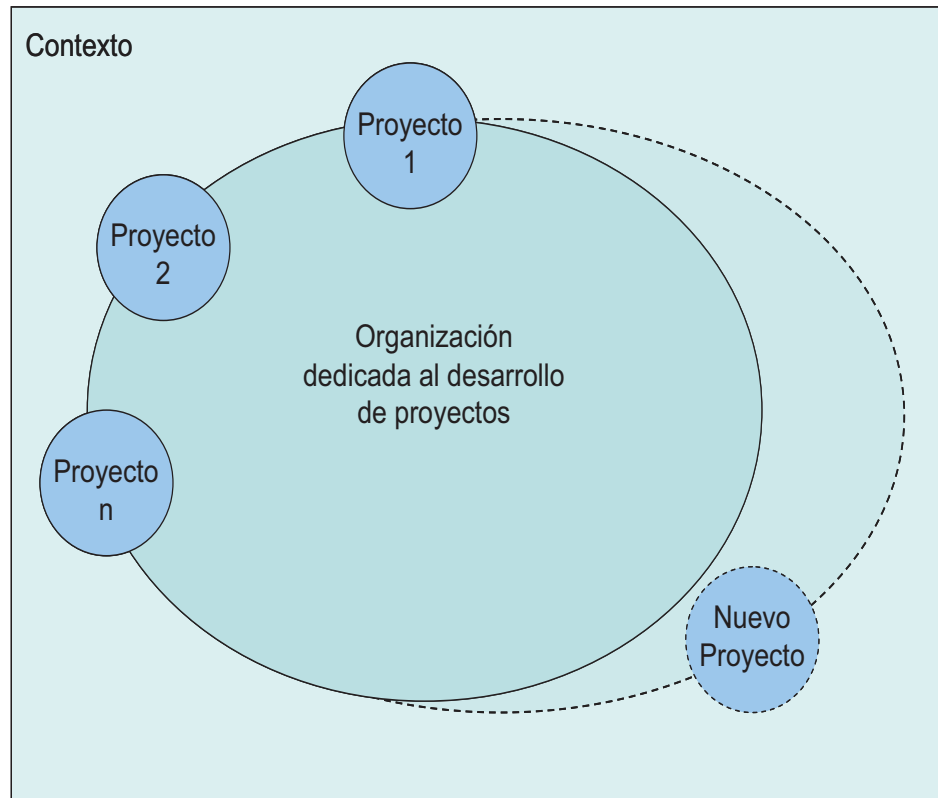


Figura 3.24 – ORGANIGRAMA DE UNA ORGANIZACIÓN ORIENTADA A PROYECTOS

*Fuente: Program Management and Project Portfolio Management –
New competences of Project-Oriented Organisations GARELS, Roland, 2000, p. 1*

Adicionalmente, como complemento del organigrama anterior, se incluye un organigrama esquemático que refleja la interacción de los participantes de un proyecto dado, visto como empresa temporal (Ver figura 3.24)

La estructura de dicho organigrama corresponde a la de un grafos de relaciones donde cada integrante que realice un grupo o familia de actividades interactúa con la doble función de cliente interno y proveedor que también se relaciona con proveedores externos y con el cliente final considerado este último como un ente virtual en los casos de sólo conocerlo hasta el momento de la compra.

Puede adivinarse en este tipo de organigrama la importancia que se da a las relaciones y, por tanto, a la comunicación viva y al trabajo conjunto, en todo momento y desde el principio, y la relativa importancia dada a las jerarquías y a las dependencias piramidadas.

En este caso, la autoridad es más una *autoridad moral dada a cada miembro del equipo* como reconocimiento a su preparación, experiencia, participación y aportación que una autoridad jerárquica impuesta.

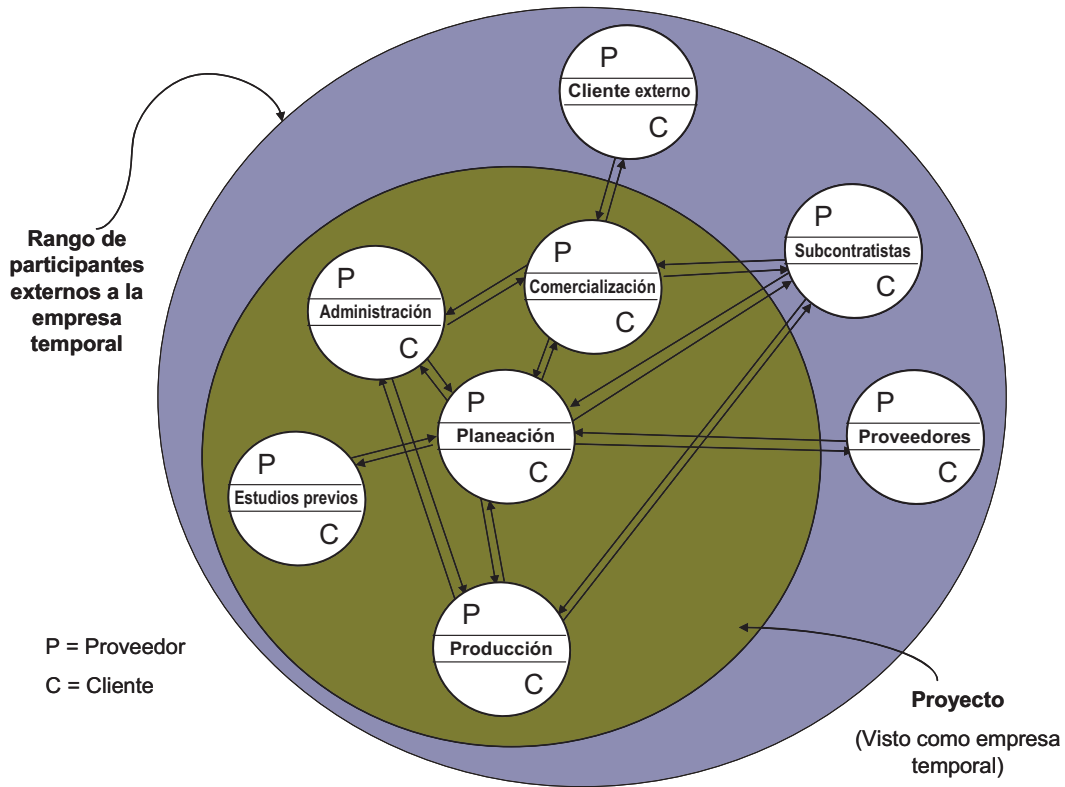


Figura 3.25 – ORGANIGRAMA GENERAL PARA UN PROYECTO DADO CONSIDERADO COMO UNA EMPRESA TEMPORAL CONTROLADA POR LA ORGANIZACIÓN
 Fuente: *Program Management and Project Portfolio Management – New Competences of Project-Oriented Organizations*
 GARELS, Roland, 2000 - p. 3

- La peculiaridad de este tipo de organización de “desarrollar proyectos” es su principal “estrategia organizacional” que la ubica en un nicho diferenciado. La siguiente figura 3.26 muestra su estrategia, estructura y cultura.

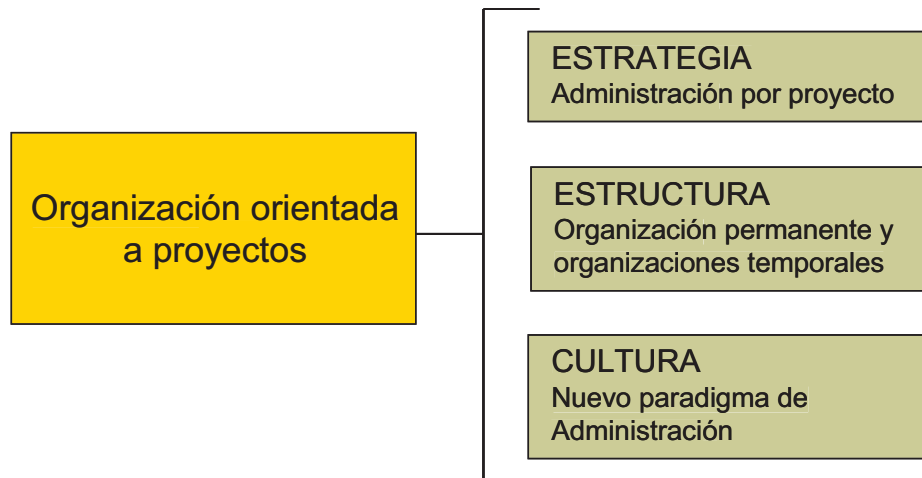


Figura 3.26 – ESTRATÉGIA, ESTRUCTURA Y CULTURA DE UNA ORGANIZACIÓN ORIENTADA A PROYECTOS

- Crea organizaciones temporales para el desempeño de procesos complejos al administrar un portafolio de diferentes proyectos.
- Es una organización permanente específicamente instrumentada para proporcionar funciones integradoras.
- Crea un nuevo paradigma de administración.
- Los objetivos organizacionales que persigue son principalmente:
 1. La diferenciación organizacional y descentralización de la responsabilidad administrativa.
 2. El aseguramiento de la calidad y unificación de soluciones aplicadas a los proyectos.
 3. Orientación de metas compartidas y de desarrollo personal
- Debe buscar, por un lado la simplificación por medio de *procedimientos específicos y entendimiento común del desempeño de los procesos y, paradójicamente por el otro, debe prepararse para incrementar su capacidad para manejar portafolios de proyectos diferentes. Entre más diferentes lleguen a ser mayor será su complejidad administrativa.*
- Los principales conceptos nuevos a aplicar a este enfoque de administración son entre otros los enlistados a continuación (Figura 3.27):

Figura 3.27 – CONCEPTOS APLICABLES A UNA EMPRESA ORIENTADA A PROYECTOS

- Considerar a la organización como ventaja competitiva
- Facultamiento a los colaboradores
- Orientación a procesos
- Organización plana principalmente enfocada al equipo de trabajo
- Cambio organizacional continuo y discontinuo
- Orientación al cliente
- Integración con proveedores, subcontratistas y clientes

Todo esto integrado puede concebirse como un nuevo paradigma de administración.

- De los proyectos que se realicen secuencialmente o simultáneamente, la organización debe establecer un soporte de preplantación y redes de relaciones que agrupen familias de productos por la implementación y aprovechamiento de soluciones comunes y comprensivas las cuales pueden ser: Un mismo programa de cómputo a usar, mismos detalles constructivos, mismo diseño arquitectónico y constructivo de prototipos, etc.

- Un ejemplo de estructura de apoyo que la organización debe desarrollar para administrar sus proyectos se esquematiza a continuación (Figura 3.28).

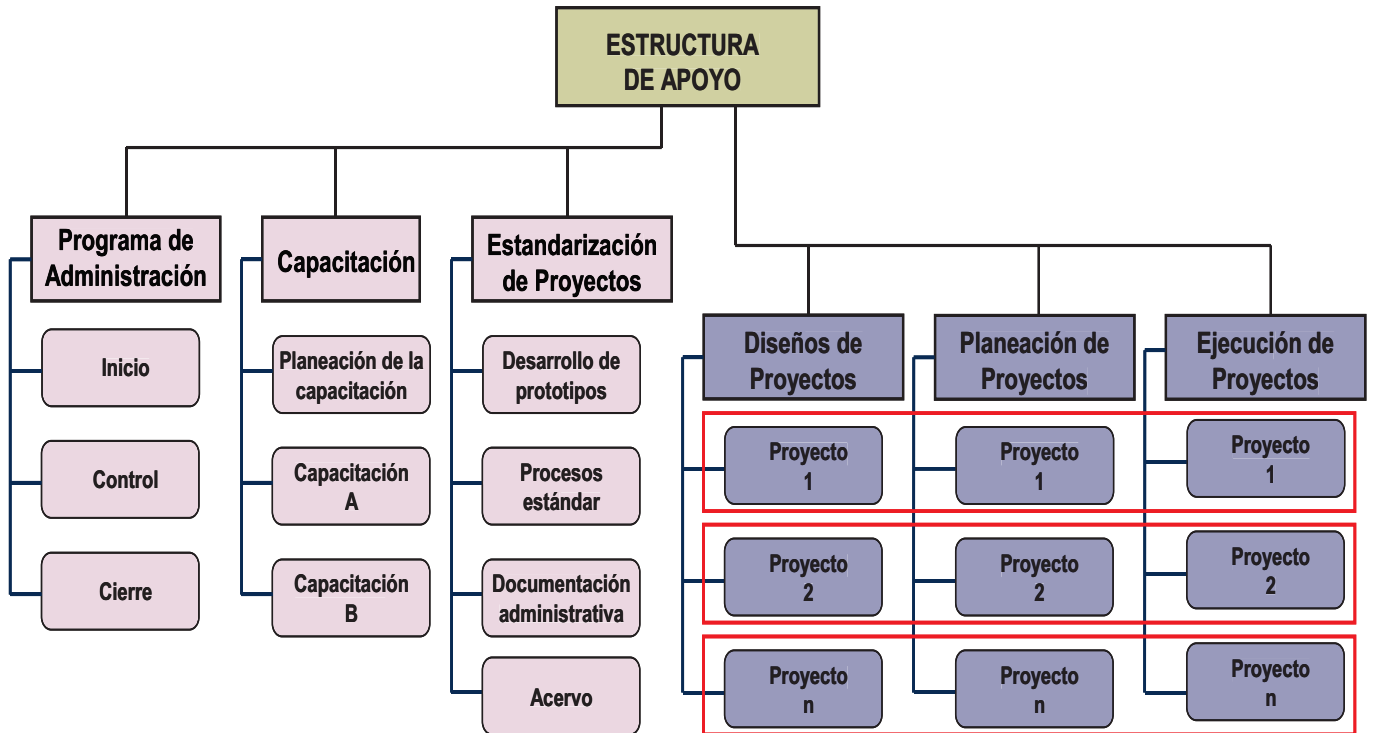


Figura 3.28 – ORGANIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE APOYO DADA POR UNA EMPRESA CONTROLADORA ORIENTADA A PROYECTOS

Fuente: Program Management and Project Portfolio Management – New Competences of Project-Oriented Organisations GARELS, Roland, 2000 – p. 3.

- Se podría plantear como alternativa, que en principio podríamos pensar que está hecha a la medida para proyectos de vivienda, el definir un “mega proyecto” que aglutine a subproyectos que tengan varias características en común pero las ventajas del diseño específico de las organizaciones orientadas a proyectos sobre esta alternativa son:
 - Una organización menos jerárquica
 - Una terminología clara, no hay administradores de proyecto piramidados
 - Facultamiento en los proyectos y, por tanto, autonomía, permitiendo desarrollar culturas específicas por proyecto, relaciones específicas de entorno y organizaciones específicas de proyectos.

- Para la coordinación del portafolio de proyectos es de gran ayuda el empleo de una base de datos que incluya:
 - Las relaciones de un proyecto con otros proyectos
 - La información sobre la organización del proyecto
 - La información sobre entornos relevantes del proyecto
 - Órdenes de magnitud de los proyectos

Estos datos pueden usarse para relacionar proyectos entre sí, para mejorar las decisiones en los nuevos proyectos a iniciar, para establecer prioridades y para finalizar proyectos.

Hay que desarrollar métodos de reportes de status de proyectos unificados siendo los más clásicos los “*programas maestros*” con red de ruta crítica y su traducción a barras, el avance económico con su utilidad y descripción de riesgos, la gráfica de avance, los planos secuenciales programados y reales, etc.

- La empresa requiere contar con un proceso de comunicación y de coordinación de su portafolio de proyectos cuyos objetivos sean los siguientes (Figura 3.29):

<p>Figura 3.29 – OBJETIVOS DE UN PROCESO DE COMUNICACIÓN Y COORDINACIÓN DE UN PORTAFOLIO DE PROYECTOS.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - La optimización de los resultados del portafolio de proyectos (y no de los proyectos solos) - La selección de proyectos a iniciar - La interrupción o el paro de los proyectos - La definición de prioridades de los proyectos - La coordinación de recursos internos y externos - La organización del aprendizaje de los proyectos colaterales.

Por todo lo visto sobre organizaciones orientadas a proyectos, podemos afirmar que *no es suficiente tener la competencia para administrar proyectos individuales eficientemente sino que se requieren competencias adicionales para poder asignar proyectos, asesorarlos y auditarlos así como también para crear interacciones entre proyectos, para administrar su seguimiento y para coordinar el portafolio de proyectos.*

Por otro lado, *una organización orientada a proyectos es la fuente y a la vez el receptáculo acumulativo del saber hacer* de todos y cada uno de sus proyectos con dotes para dar a luz a nuevos y mejorados proyectos y de crecer en competencia empresarial, administrativa y directiva.

En la metodología de administración por proyecto aplicada al desarrollo completo de los proyectos de vivienda y a una nueva concepción organizativa y administrativa de empresa orientada a dichos proyectos sin intermediar niveles ni áreas especializadas, hay una veta de oportunidades de innovación para un trabajo empresarial y profesional diferente para el desarrollo de competencias más amplio e integral que se vislumbra como una metamorfosis organizativa con una estructura más plana, más eficiente y productiva que permita la optimización del trabajo y un desarrollo personal de los colaboradores motivante y realizante y sin limitaciones funcionales.

Esta nueva manera de trabajar es un paso obligado para obtener mejores resultados y para responder a los nuevos requerimientos de desempeño y calidad ya que los modos actuales de hacer el trabajo es un punto débil a cambiar urgentemente.

Para hacer frente al crecimiento de exigencias de desempeño y de productividad frente al *incremento de una demanda de calidad*, las empresas deben implantar modos de administración de los proyectos más integrados.

La capacidad de conducir y de concluir un proyecto con éxito es hoy en día una competencia clave y un perfil más estratégico para las desarrolladoras.

Por tanto la administración de proyectos tiene la capacidad de:

- Asegurar la calidad
- Eficientar la información
- Administrar las interfaces
- Aprovechar los medios informáticos con coherencia de lenguajes
- Inducir a llevar a cabo actividades lo más al principio del proceso

Conlleva un triple enfoque:

- Tecnológico
- Social
- Económico

En este caso el proyecto se define como una operación de promoción y construcción que responde a una demanda; tiene por objetivo realizar un producto preciso respetando un presupuesto de consumo de recursos.

Es una creación colectiva organizada en el tiempo, el espacio y con una serie de fases que *van de un inicio a un fin*.

Se debe administrar en tiempo real y es una actividad generalmente irreversible donde la influencia del entorno es muy fuerte.

3.3 Técnicas Extrínsecas y Disciplinas Coadyuvantes

Sobre la base de un cambio fundamental de perfil y estilo de trabajo de colaboradores con actitud positiva, práctica, proactiva, creativa y multiprofesional y con un entorno de trabajo fundamentado en la conformación de equipos pluridisciplinarios y tomando como plataforma metodológica a la *administración por proyecto* y a la estructuración de *empresas orientadas a proyectos* referidas a un marco metodológico específico para proyectos de vivienda visto hasta ahora, se propone en este inciso la *inclusión de técnicas, métodos y conceptos* que han demostrado ampliamente su eficacia y han experimentado un desarrollo consistente a través de los años.

Su empleo en las empresas desarrolladoras de vivienda asegurará una mejora de desempeño para el logro de los objetivos de optimización que buscamos.

Hay también un constante desarrollo tecnológico propio del campo de la arquitectura, la ingeniería civil y la construcción que hemos denominado "*desarrollo tecnológico intrínseco*" a nuestro sector que coadyuva de manera importante en la optimización de procesos, costos y desempeños de productos. Se describirán en el siguiente inciso las características de algunos de ellos y su participación en la mejora de muchas soluciones técnicas que hasta ahora aún permanecen congeladas sin ninguna evolución ni mejora en la práctica cotidiana de nuestras obras.

Por ahora, en este inciso comenzaremos enlistando y agrupando varias herramientas de útil aplicación, muchas de ellas son ya conocidas aunque no aplicadas de manera extensiva y sistemática, otras se verán novedosas para algunos, pero lo importante es relacionarlas y adaptarlas en búsqueda de la creación de un sistema que las contenga aunque haya que modificar algunas de sus características para aplicarlas de manera práctica y útil para el logro de la optimización buscada.

No se busca ser extensivo sino más bien selectivo sin cerrar con ello la posibilidad de incluir más técnicas existentes y técnicas nuevas que en un futuro vayan surgiendo, dado el dinámico desarrollo del conocimiento que día a día se tiene en el mundo.

Las técnicas tradicionalmente utilizadas desde hace varios años y por tanto que son ya parte de nuestro trabajo y de la forma de comunicarnos son:

- *Los métodos de costeo* (desglose de costos directos y costos indirectos), donde generalmente se calculan los costos siguiendo los siguientes criterios:

- Para estimaciones paramétricas se acostumbra calcular el costo por metro cuadrado de superficie construida, multiplicado por el área cubierta.
- El cálculo de costos directos más detallado se conforma por el análisis de costos unitarios por unidad de medición preestablecida que incluye al material (considerando su desperdicio), la mano de obra (diferenciándose cuadrillas tipo y asignando rendimientos), el equipo (equipo mayor y equipo menor calculado su empleo por costo horario), la herramienta menor y los medios auxiliares requeridos (andamiaje, protecciones, apuntalamiento, etc.).

Un presupuesto de costo directo se integra por el enlistado de conceptos agrupados por partidas que generalmente corresponden a la secuencia constructiva de la ejecución de un proyecto. Cada concepto lleva un análisis de costo unitario por unidad de medición y la cantidad por concepto a ser multiplicada por dicho costo unitario y obtener su costo correspondiente.

Las cantidades de los conceptos son calculadas en tablas de cálculo de cantidades denominadas “generadoras” o en los mismos planos del proyecto ejecutivo.

Al sumarse por partida los costos de los conceptos que la componen (compuestos por su costo unitario, multiplicados por sus cantidades) se obtienen montos subtotales y al sumar en un resumen todas las partidas se obtiene el costo directo total de la obra.

Aunque supuestamente basados en el mismo método de presupuestación, hay casos en los que un presupuesto de costo directo es solamente la suma de presupuestos acordados con varios subcontratistas.

- El costo indirecto, que agrupa a todos los rubros que no corresponden a un concepto de obra directamente identificable, está compuesto por costos de oficina central, costos de administración y servicios de obra, costos financieros, imprevistos, fianzas y seguros, etc.
- En el caso de empresas desarrolladoras de vivienda integradas horizontalmente se adicionan los costos de planeación, del terreno, de publicidad y ventas, de tramitaciones, de estudios técnicos, de diseño, etc.

A los costos indirectos o a los costos de todo el proyecto se les adiciona la utilidad bruta esperada con objeto de obtener los precios de venta.

Existen otros métodos de costeo así como de estimaciones paramétricas y criterios de determinación de costos y precios de venta los cuales se van a abordar en el tema que trata sobre herramientas de la productividad.

- *Los métodos de programación* (para el cálculo de duraciones de las diferentes fases del proyecto: planeación, ejecución, tramitaciones, comercialización, etc.)

Los más utilizados en nuestro medio son el diagrama de barras (de Henry Gantt) y la ruta crítica (cuyo método determinístico es el *CPM* por sus siglas en inglés **Critical Path Method**, y cuyo método probabilístico es el *PERT* por sus siglas en inglés: **Program Evaluation and Review Technique**). De manera menos frecuente se utilizan dichas herramientas para la elaboración de programas colaterales de suministro de materiales, de necesidad de mano de obra, de utilización de equipo, de intervención de subcontratistas y de erogación económica.

En varios países europeos se utilizan programas complementarios de proceso (planos dibujados por actividad diaria), de secuencia (con planos de avance semanal) y cinemáticos (que reflejan la estrategia general del avance de una obra). Hay también un tipo de programas llamados de “trenes de trabajo” (del francés: *chemin de fer*). A todos estos tipos de programas los podemos identificar como programas de trabajo.

Los programas de trabajo son una excelente herramienta de análisis y control más detallado de tiempos para los procesos de proyectos pero con más utilización en el seguimiento de la ejecución de la planeación.

Es un hecho que a medida que la programación se vaya dividiendo en lapsos de tiempo más cortos a controlar, se tendrán mejores resultados en su seguimiento y mínimas desviaciones con un rápido y fácil re-encausamiento.

Posteriormente, al abordarse el tema de herramientas de la productividad trataremos con más detalle varios métodos complementarios de programación.

Desafortunadamente pocas empresas dedicadas a la vivienda aprovechan a fondo el potencial de control que brindan los métodos de programación y aunque de nombre es muy conocido el método de la ruta crítica pocas personas lo saben utilizar y lo aprovechan como herramienta cotidiana de trabajo.

- *Convenciones de contratación* (materializadas en formatos de contratos)

Todos los formatos de control comenzando por las especificaciones, las fichas de control, los boletines de cambio, la bitácora, los diarios de obra, etc., son de gran ayuda para estandarizar la comunicación escrita de una empresa pero lo más útil son los contratos y convenios porque formalizan compromisos incluso con consecuencias legales y económicas entre todos los participantes de un proyecto (diseñadores, técnicos, contratistas, subcontratistas, proveedores, colaboradores y clientes).

Los anexos de los contratos y convenios (especificaciones, diseños, presupuestos, programas y referencias a normas y reglamentos) son importantes complementos de los contratos y subcontratos para precisar sus alcances y objetivos. En ocasiones, la preparación de estos documentos se ve sólo como un trámite burocrático y por ello, a veces, no se formalizan bien y no cumplen su objetivo en el caso eventual de incumplimientos y problemas.

El proyecto, las especificaciones, el presupuesto, los programas (maestro, de diseño y de obra) y los contratos son partes de un sistema integral de definición y control y, por tanto, deben formularse y utilizarse manejando el mismo idioma y visualizando un solo control.

Generalmente no hay correspondencia de información ni congruencia entre los datos del proyecto, los conceptos “presupuestados”, las “actividades” de un programa y el “clausulado” de un contrato. Es muy importante subsanar esta información tan desintegrada y la propuesta está dada en la formulación de paquetes de obra.

Un paquete es una unidad de pago compuesta por conceptos que forman parte de una etapa constructiva claramente delimitada y diferenciada dentro del proceso de construcción, de una semana de duración.

El paquete debe ser la unidad de costo y duración con sus correspondientes características dentro del diseño y consignas de calidad a cumplir.

En los casos requeridos se incluirán, en los costos de contrato, los procedimientos y medios de pruebas de control de calidad así como las acciones consecuentes de corrección y aceptación.

En la formalización de formas de pago descritas en un contrato, los paquetes definen calidad, tiempo y costo integralmente.

Con la implantación de paquetes van de la mano, en un único medio de definición y control, los datos del diseño, las características de calidad requerida y los costos delimitados en la unidad de tiempo en la que late una organización. En nuestro sector: La semana.

Todas estas y otras herramientas de trabajo deben potenciarse a no sólo conformar un procedimiento de definición y control de proyectos sino a utilizarse como medios de optimización.

Bajo este enfoque, *un presupuesto es una valiosa herramienta para buscar que el proyecto se complemente y que junto con sus especificaciones se ajuste para lograr el costo óptimo.* Conjuntamente con el programa, desglosado en paquetes, se predeterminan las duraciones de los proyectos que satisfagan las necesidades, objetivos y exigencias de la organización y de sus clientes.

Al buscar la optimización del diseño, presupuesto y programa, se crea una interacción de participantes enfocados al cambio y ajuste de cada fase para lograr mejoras e implementaciones: Por ejemplo, se avala o se ajusta el sistema constructivo, se modifica en lo necesario el proyecto tanto en forma como en contenido, se afirman compromisos de los participantes y se formalizan en los contratos. Todo ello va con *una búsqueda del mejor proyecto, al mejor costo y en el mejor tiempo de realización. Las exigencias de calidad y de cumplimiento reglamentario van implícitas en los alcances del proyecto.*

Como complemento hay que mencionar al seguimiento para asegurar el buen cumplimiento de lo planeado y para ello, las listas de verificación y las revisiones semanales de obra acompañadas de toma de decisiones nos aseguran el cumplimiento adecuado.

Además de buscar un mayor aprovechamiento de las herramientas que comúnmente se utilizan, haciéndoles los ajustes y las implementaciones necesarias, se proponen a continuación diversas iniciativas técnicas, métodos y conceptos usados en diversos sectores empresariales e industriales.

Unos conceptos a establecer son aplicables a la organización en su conjunto y los demás se aplican tanto a la organización de la empresa como a la vida organizativa de los proyectos.

Para la empresa en su conjunto se propone implantar los siguientes conceptos:

- Definir su misión, visión, valores y expansión futura
- Establecer su estrategia de negocios (incluyendo su perfil de empresa orientada a proyectos)
- Enunciar un código de ética y de conducta
- Enumerar sus políticas de empresa
- Acordar su forma de trabajo (adoptando la metodología de administración por proyecto)
- Redactar los perfiles de puesto (policompetentes)
- Replantear los criterios de selección, seguimiento, capacitación y evaluación de los colaboradores (como individuos y como equipo).
- Incrementar las ventas con el mismo costo de operación (throughput) buscando consistentemente un mejor desempeño de la empresa

Seguramente varias empresas tienen incluida ya parte o la totalidad de estos conceptos y en ese caso valdrá la pena complementar y replantear dichos conceptos para *ir mutando a la empresa hacia un perfil orientado a proyectos* y con un enfoque dirigido hacia la optimización donde se desarrolle una mentalidad extensiva de *ver a cada proyecto como una oportunidad de hacer lo mejor y no como un trabajo más*.

Dentro de los conceptos aplicados tanto a la organización como a los proyectos se propone primeramente afianzar los ya conocidos de la manera estructurada en la que pueden integrarse en el todo de la organización ya que algunos son propios del proceso y otros propios del producto o de ambos:

- Aprovechamiento de normas nacionales e internacionales.
- Aprovechamiento de la reglamentación vigente.
- Establecer órdenes de magnitud como plataforma de búsqueda de lo óptimo.
- Mejorar y aumentar los alcances de los diseños básicos, diseños descriptivos y diseños ejecutivos.
- Mejorar los formatos de contratación precisando y complementando sus alcances.
- Sistematizar e incrementar el empleo de la programación por ruta crítica de manera integral, para controlar la duración de los proyectos en todas sus fases y para la toma de decisiones en la definición de sus características, así como para la ejecución de programas colaterales de suministros, intervención de subcontratistas, utilización de equipo y medios, requerimientos de mano de obra y flujo financiero.

Adicionalmente pueden irse implantando los siguientes conceptos y técnicas de trabajo, los cuales se han organizado en el siguiente diagrama de la Figura 3.30):

El diagrama 3.30 muestra claramente que el objetivo de optimización puede lograrse con el aprovechamiento de demasiados conceptos, métodos y técnicas y, por tanto, se requiere dedicar tiempo, esfuerzo y una erogación continua de recursos económicos para su implantación y aplicación. Esta condición insinúa inmediatamente un costo fijo o constante que nos conduciría a incrementar los precios de venta, a reducir las utilidades o a una combinación de ambas cosas y esto puede ser cierto si no se toma en cuenta también el retorno de valor que puede obtenerse al aplicar una combinación, por modesta que sea, de las técnicas propuestas.

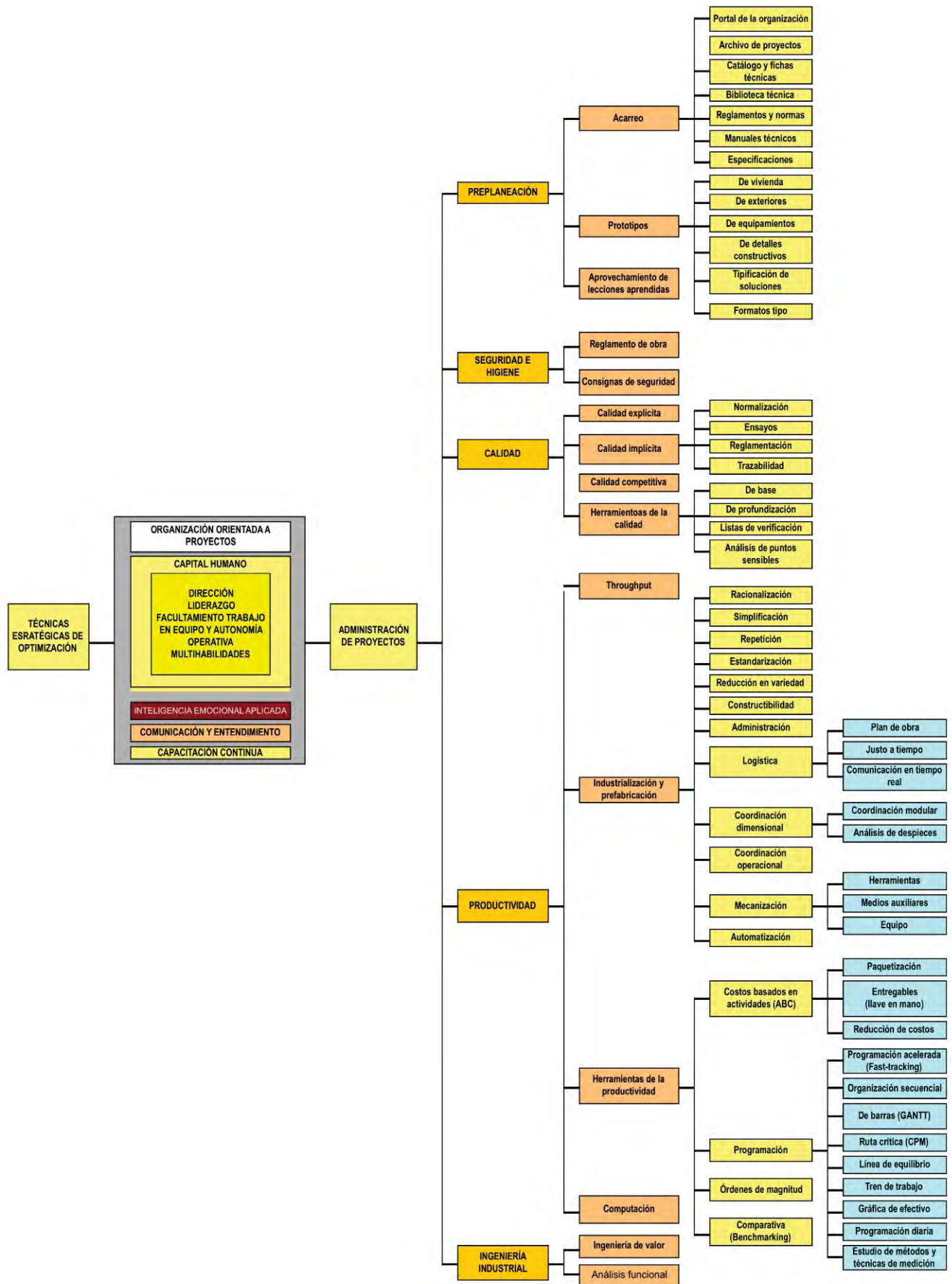


Figura 3.30 – HERRAMIENTAS EXTRÍNECAS PARA EL LOGRO DE LA OPTIMIZACIÓN

Resultaría imprácticamente ambicioso querer implantar en una organización todas las técnicas indicadas en el diagrama **3.30** de manera inmediata; ello requiere la elaboración juiciosa de un plan y programa de implantación buscando, por un lado, la mejor relación costo-beneficio de lo que se vaya implantando y, por el otro, la aplicación inmediata y directa a los proyectos que se vayan realizando con objeto de ver resultados tangibles con un retorno rápido de beneficios por su aprovechamiento puntual que permita absorber los costos en el proyecto beneficiado y con ello no incrementar el costo fijo.

Otro comentario sobre el diagrama **3.30** es la reiteración clara de lo importante que es la selección de colaboradores y la creación de equipos de trabajo. Sin esta materia prima fundamental cualquier inversión en la implantación de una o varias técnicas tendrá malos resultados o logros efímeros; por tanto, es fundamental consolidar a los equipos de colaboradores competentes y principalmente con actitud y hambre de logro.

Además de la selección adecuada de personas, la inversión en *capacitación por el método de aprender-haciendo concibiendo a la empresa como una escuela práctica donde el tema de estudio sea su propia actividad y los proyectos que vaya realizando* siendo los enseñantes y a su vez los aprendices los propios miembros del equipo de cada proyecto y los coordinadores de la organización así como eventuales especialistas que sea necesario consultar.

Cada empresa va haciendo su propia historia y va aprendiendo de su dinámica de trabajo para ir forjando su porvenir y, por ello, no pueden igualarse las organizaciones entre sí.

Además de poder incluir a la administración por proyecto los demás conceptos indicados en la figura **3.30**, cada empresa puede incluir también ideas propias a probar y aprovechar; de hecho, en el curso de este trabajo se van proponiendo algunas iniciativas que pueden enriquecer la concepción y la ejecución de la administración de proyectos que pueden servir como referencia de diferenciación de *estilo de trabajo*.

El término “*estilo*” en principio puede tener una connotación de superficialidad. Sin embargo, en este caso es más bien un reflejo de una diferenciación profunda en la manera de hacer las cosas que refleja un importante cambio de competencias y de interacciones en las personas que conforman la organización.

Con objeto de darle a cada término indicado en la figura **3.30** nuestra interpretación y justificación de validez y de adicionarle ideas complementarias que incrementen su utilidad, se define y se explica en el Anexo-A el alcance a cada uno de ellos, exceptuando los conceptos ya tratados anteriormente, los cuales sólo mencionaremos para mantener la ilación de la idea del contenido global de lo que queremos incluir para la conformación de un sistema de optimización.

Muchas explicaciones y referencias estarán dadas considerando el sector de la vivienda aunque no se vayan haciendo explícitas.

Intencionalmente se habla de la vivienda en el sentido más amplio del término lo cual incluye a la vivienda económica, la vivienda de interés social, la vivienda media, la vivienda residencial y la vivienda residencial plus, ya que el interés y el alcance de este tema es aplicable a todos estos casos.

Por otra parte, aunque no es el objeto de este trabajo, es importante establecer una vinculación entre los diferentes tipos de vivienda en donde, como se hace en varios países europeos, la vivienda más económica se toma como base de estándares mínimos y como referencia para los niveles económicos superiores de casas en términos de superficie construida, confort térmico y acústico, acabados, ubicación, programa arquitectónico y predio. Adicionalmente, *los enfoques industrialistas que naturalmente se buscan aplicar a las viviendas económicas pueden llegar a aplicarse con éxito a los demás niveles económicos de vivienda aprovechando así los consecuentes beneficios de calidad y productividad*, aunque, por supuesto, con las adecuaciones particulares correspondientes y la inclusión de más insumos y actividades, principalmente en lo que respecta a acabados e instalaciones.

Refiriéndonos a la figura **3.30** tanto el rubro de optimización como el del factor humano (que incluye a la organización orientada a proyectos, el facultamiento, el trabajo en equipo y el desarrollo de multihabilidades entre otros) así como la metodología de la administración por proyecto han sido tratadas en los capítulos 1, 2 y lo hasta ahora visto del capítulo 3. Se abordan por tanto, en el Anexo-A, los demás rubros del diagrama mostrado para explicar su enfoque así como la manera en la que pueden implementarse con aprovechamiento en los procesos de proyectos.

3.4. Desarrollo Tecnológico Intrínseco

Todas las técnicas extrínsecas y disciplinas coadyuvantes son tan conocidas en el sector de la vivienda y de la construcción que se han hecho exitosas adecuaciones particularizadas de las cuales se han abordado aquellas que se han considerado de utilidad.

Tales técnicas han sido empleadas en diversas disciplinas con aún más éxito que en la nuestra principalmente debido a un mayor interés y aplicación.

Queda una amplia tarea pendiente de aprovechamiento, conscientes de la dificultad que ello implica por la variabilidad de los proyectos y por la disponibilidad de tiempo que se requiere.

Hay también, en el campo muy propio de la construcción un desarrollo tecnológico que día a día se incrementa y se perfecciona y ello nos abre una ventana de oportunidades excelentes, las cuales no se están aprovechando por la inercia de la costumbre tradicionalista que ha imperado en la construcción.

Es evidente que, para ir aprovechando los cambios e innovaciones, tenemos que ser cada vez más flexibles en nuestro actuar, el hacer siempre lo mismo no da resultados diferentes.

Sin embargo, siempre es momento de reaccionar y aprovechar la tecnología propia y empleable sobretodo por las crecientes necesidades de adecuarse al desarrollo sustentable (a las condicionantes medioambientales, al mejor aprovechamiento y ahorro de la energía, a la durabilidad, a la buena gestión del agua, etc.).

Por otro lado, hay que mejorar las condiciones actuales de competitividad proponiendo viviendas con más y mejores prestaciones a precios cada vez más accesibles bajo un enfoque de economía sustentable.

Ahora, en vez de regirse por la época en que se vive y por el modo acostumbrado de hacer las cosas hay que proponer soluciones que integren en los diseños aportaciones útiles y estéticas.

Es necesario evitar caer en la obsolescencia y ya *no sólo ponerse al corriente* y manejar el cambio, sino que *hay que aprender a anticiparse a las tendencias y a los cambios en innovación y tecnología* e identificar cuando y como aplicarlos.

El contexto nos exige habilidades concretas para transformar las actuales condiciones con nuevos conocimientos y nuevas prácticas tendientes al empleo de mecanismos de creación de valor innovadores.

La innovación, generada a partir de los avances en los ámbitos de la tecnología aplicada creativamente junto con las ciencias y las disciplinas de dirección, se debe convertir en alto valor novedoso.

Hay que buscar la alta calidad del conocimiento y el ejercicio práctico del mismo; para tal efecto, hay que considerar a la eficiencia constructiva como punto de partida para seleccionar objetivamente (en vez de al sistema constructivo más adecuado para nuestros proyectos) soluciones integrales y específicas enfocadas a la eliminación de problemas frecuentes; que sean eficientes en tiempo, costo y calidad y no sólo en su tecnología intrínseca también, *más que buscar “el sistema constructivo idóneo” hay que desarrollar como organización competencias en el saber hacer y destrezas que permitan utilizar una amplia gama de sistemas y soluciones constructivas con el dominio requerido.*

Hay que estar preparado para la realización de una edificación mixta que implica la combinación de tipos y relaciones de sistemas de cimentación, de muros, de losas, de acabados, de instalaciones y de complementos requeridos por el modo constructivo de cada proyecto.

Las nuevas ideas deben ser nuevas propuestas de valor. No se trata de buscar sólo un nuevo sistema constructivo aparentemente de alta tecnología; ni se trata de copiar sistemas en forma burda sin detenerse a entender su esencia y las razones por las cuales han funcionado.

Hay que buscar modelos que, aunque sean soluciones o técnicas aisladas pero eficientes e integrables, respondan mejor a las condiciones y necesidades propias.

Por otra parte, el desarrollo tecnológico particularmente aplicable exige adquirir conocimientos múltiples y desarrollar habilidades variadas continuamente.

La innovación y su exitosa implantación crea siempre nuevas oportunidades de negocios y, por tanto, deberá poderse comercializar con éxito; por ello, hay que ser muy selectivos y *proponer sólo lo que a los clientes les guste, necesiten o valoren* adelantándose a lo que rige en el momento.

Por otro lado, hay que buscar la mejora y el replanteamiento de los procesos y modelos de negocio a la luz de los nuevos avances e incluso a la gestación de nuevas aportaciones al sector.

Los colaboradores en la empresa necesitan constituirse en equipos multidisciplinarios dirigidos a la innovación y a la aplicación por analogía de soluciones exitosas de otras empresas (benchmarking) y a la solución o mejoramiento de situaciones concretas de la organización con objeto de convertir las buenas ideas en valor para la empresa y para el mercado.

En vez de seguir enraizados en la costumbre debemos enraizarnos en el cambio continuo para adaptarse a nuevos entornos y liderarlos.

La aplicación de nuevas ideas implica irse renovando a través de respuestas bien pensadas y oportunamente dadas que solucionen la demanda del momento.

Hay que proponer nuevos productos de mayor valor y la innovación en la estrategia para comercializarlos (uso estratégico del conocimiento) y crear impacto de las innovaciones en la cadena de valor.

Los nuevos productos y los nuevos procesos no deben ser aplicaciones de ideas caprichosas o de ocurrencias seductoras que a primera impresión nos parezcan excelentes, deben de plantearse previamente objetivos claros de eficiencia, de economía, de diferenciación, de calidad y de función y, filtrar las ideas que vayan surgiendo por dichos objetivos buscados.

No hay que impresionarse por respuestas y soluciones sin cuestionarse cual es la pregunta y el problema que resuelven.

Por otro lado, toda descripción de funciones y todo material, componente y subsistema constructivo que se quiera implantar deberá pasar por un procedimiento de evaluación y de aprobación inicial para ser aplicados, en lo posible, a un proyecto seleccionado como piloto.

En la implementación sobre el proyecto piloto se verán las ventajas y desventajas y la recapitulación de aciertos y errores cometidos para, en base a ello, extender su aplicación a más proyectos.

Para el caso del desarrollo tecnológico intrínseco es de llamar la atención el surgimiento constante de nuevos materiales, de nuevos procedimientos de ejecución, de nuevas prestaciones o características de materiales tradicionales, de interesantes medios de administración y de control de las obras, de nuevas exigencias reglamentarias y normativas, de nuevas tendencias de enfoques (como el ahorro de energía, la durabilidad, el aprovechamiento del agua, etc.) de nuevos e impresionantes sistemas constructivos y de obras espectaculares ejecutadas en varios países.

Toda esta información sugerente y atrayente puede hacernos perder el piso y a veces hasta mucho tiempo y dinero de inversión si no sabemos filtrarla.

Por ello, es fundamental la evaluación fría que considere todos los factores complementarios que inciden en la puesta en marcha y en la operación de algún producto, procedimiento o sistema constructivo nuevo.

Cada familia de estructuras y de materiales utilizados en la construcción tiene características específicas de comportamiento ante sus exigencias funcionales requeridas que confieren a corto, mediano y largo plazo patologías particulares; por tanto, el desempeño que se les pueda asignar debe considerar dichas características y, por tanto, no se puede unificar ni mucho menos normar de manera indistinta y uniforme un desempeño idéntico para varias familias de materiales y de estructuras.

En la evaluación deben considerarse los antecedentes existentes, el cumplimiento a normas y reglamentos, las aplicaciones exitosas, las limitaciones de uso, la logística necesaria, la competencia requerida de los trabajadores y colaboradores técnicos, la idoneidad o ventajas aparentes de uso en los proyectos de vivienda y la aceptación por parte de los clientes y usuarios potenciales.

En caso de no existir antecedentes de una nueva idea o producto habrá que hacer todo un procedimiento de *apreciación técnica de experimentación* en donde, además de las pruebas de desempeños comprobadas en laboratorio, se tendrán que llevar a cabo aplicaciones a muy pequeña escala, con soluciones de respaldo que sustituyan un posible mal funcionamiento de la propuesta; de los resultados obtenidos van haciéndose los ajustes necesarios de mejora o se puede llegar a abortar la idea si no se ve el adecuado cumplimiento de nuestras expectativas.

La *EFICIENCIA CONSTRUCTIVA*, es el punto de partida para seleccionar objetivamente un sistema constructivo, un producto o un material de construcción, así como para decidirse sobre el modo constructivo más adecuado a un proyecto específico.

La eficiencia en tiempo, costo y calidad no es la tecnología intrínseca de una propuesta y, por ello, hay que evaluarla desde estos puntos de vista.

Generalmente no se utilizan sistemas constructivos que abarquen por completo todas las partes y procesos de las edificaciones sino que se da una edificación mixta que combina tipos y relaciones de subsistemas e incluso de componentes y piezas.

Comenzando por las cimentaciones, sus características están muy en función de las características del suelo y de la topografía a la que se tienen que adecuar en cada terreno. Por lo que se refiere a la superestructura, se pueden combinar varias alternativas de muros y de losas en busca de lo más conveniente para un proyecto dado. También, las instalaciones, la cancelería y ventanería, la carpintería interior, los acabados interiores y los acabados y obras exteriores se pueden combinar más en base al nivel de precio de la vivienda y de su ubicación geográfica que en base al respeto a un sistema constructivo.

Por tal motivo, lo que prácticamente y de manera natural se hace es la utilización de sistemas constructivos abiertos y de inclusión de soluciones y componentes que responden a las necesidades del género de edificios, a las condicionantes de costo, tiempo y calidad y a las demandas del mercado.

Los escenarios que se nos presentan nos conducen más a la búsqueda de soluciones a problemas puntuales que a la selección de un sistema constructivo.

Hay tendencias generales que en cada época diferente van surgiendo en el medio. Actualmente, el desarrollo sustentable (que implica el ahorro de energía, el aprovechamiento e infiltración del agua, la durabilidad, el reciclaje, etc.) se ha sumado a las inquietudes existentes desde hace ya varios años como la productividad, la calidad y la optimización de costos. Se vislumbra que la creatividad, la innovación y el humanismo, serán las directrices en un futuro próximo.

Es entonces de gran utilidad formalizar, dentro de las organizaciones dedicadas a proyectos de vivienda, las acciones de “investigación y desarrollo” en búsqueda de la competitividad.

Los fabricantes y proveedores de productos para la construcción son quienes deberían proponer soluciones a las necesidades de los constructores y de los clientes o usuarios como se hace en los países industrializados pero, dada esta deficiencia, los desarrolladores de vivienda necesitan estar cada vez más al corriente de los productos novedosos y útiles para sus proyectos para no quedarse atrás, dada la globalización que se va desarrollando, lo cual permite la importación de productos producidos en otras latitudes.

Cada año se realizan exposiciones y eventos de gran magnitud que permiten, a los participantes del sector al visitarlas, conocer todos los productos nuevos, estrechar contactos con sus proveedores y contactar a nuevos proveedores que ofrezcan los mismos productos o productos sustitutos a los acostumbrados.

Las visitas a las ferias y su seguimiento posterior nos harán llegar a concretar una aplicación y el enriquecimiento de la biblioteca técnica de la empresa donde se conozca o se profundice el *conocimiento actualizado y completo* sobre los productos y los procedimientos adecuados para irlos utilizando incrementalmente conforme las condiciones organizativas de la empresa y la peculiaridades de los proyectos se vayan ajustando para irlos absorbiendo.

La investigación y el desarrollo tecnológico pueden partir de varios inicios de manera indistinta:

1.- *Por la curiosidad* de lo que hay y se acostumbra en el medio inmobiliario y de la construcción en otros países observando los productos que se ofrecen en las ferias internacionales y visitando obras, empresas y centros dedicados a actividades relacionadas con el sector, ahí se descubren necesidades y problemas que nunca nos imaginábamos tener a pesar de presentarse en nuestras narices cotidianamente o que tenemos identificadas pero que nunca se nos ha ocurrido satisfacer o resolver.

2.- *Por la detección de necesidades y problemas* que, con los medios que tenemos, y el conocimiento obtenido tanto teórico como experimental, no hemos encontrado como solucionarlos llegándose en primera instancia a un conformismo o incluso a un fatalismo absurdo, presintiendo sin embargo que, dedicando tiempo y enfoque, se pueden encontrar soluciones o se pueden proponer ideas originales que funcionen.

3.- *Por el azar* de encontrar alguna aplicación o la solución a alguna inquietud o preocupación. Podemos toparnos con una respuesta directa o una referencia que nos asocie a la idea que dé en la solución consciente o inconscientemente.

Para lo que hace falta llevar a cabo en la promoción y construcción de vivienda en México hay muchísimas aportaciones internacionales que adoptar y adecuar bien pensadas y con una historia de utilidades tal que los costos de prueba y error que normalmente surgen en cualquier línea o proyecto de investigación se minimizan sustancialmente.

Siempre será necesario partir de una información suficiente y técnicamente bien soportada para no planear soluciones mal fundamentadas que nos hagan perder tiempo, dinero y, muy principalmente, cuidando la estabilidad y la seguridad estructural.

Por otra parte, aunque las publicaciones técnicas extranjeras son más caras que las editadas en México, es un hecho que *la investigación bibliográfica es la inversión más económica y la que mejor relación costo-beneficio da; por ello, la creación y aprovechamiento de una biblioteca técnica de la que haya que extraer manuales técnicos prácticos y sintéticos es de utilidad vital.*

A manera de ejemplo se relacionan a continuación, en la figura **3.31** algunas soluciones vistas y adecuables en base a la siguiente lista agrupada en etapas constructivas.

1.- Taludes, contenciones, explanaciones, mejoramientos

1. Taludes,
2. Elementos de revestido y apilados en seco,
3. Tierra armada, (también llamada tierra reforzada),
4. Anclaje de suelos,
5. Muros de contención de concreto armado prefabricados,
6. Drenado y encubado de contenciones y sótanos,
7. Reciclaje de material de demolición para rellenos y plataformas de cimentación,
8. Suelo-cal y suelo-cemento.

2.- Cimentaciones

1. Cimentaciones sobre arcillas expansivas,
2. Micropilotes,
3. Protección antiraíces,
4. Inclusiones,
5. Protección a colindancias.

3.- Productos de estructura y obra negra

1. Concretos de alto desempeño,
2. Pre-esfuerzo,
3. Concreto reforzado con fibras cortas,
4. Ferrocemento,
5. Calzas para acero y tubería, y atado de refuerzos,
6. Piezas de mampostería de gran formato y muros aparentes,
7. Muros de concreto colados in situ,
8. Repisones y dinteles,
9. Marcos de ventanas,
10. Remates de bardas y pretilas,
11. Viguetas,
12. Bovedillas,
13. Trabes precoladas,
14. Doblaje de muros, piso flotante y forrado de tuberías para aislamiento térmico y acústico,
15. Teja autoimpermeable, en cubiertas inclinadas,
16. Detalles y refuerzos de impermeabilización en azoteas planas.

4.- Instalaciones

1. Incorporación de tuberías en la obra negra,
2. Tubería de CPVC y de otros materiales plásticos para agua caliente,
3. Plomería prefabricada,
- 4.
- 5.
6. Fijación de tuberías aparentes,
7. Instalaciones eléctricas prefabricadas,
8. Zoclos para alojar instalaciones.

5.- Ventanería y Carpintería

1. Ventanas, cancelas, puertas exteriores y tragaluces,
2. Detalles diversos,
3. Escaleras y barandales,
4. Escantillones, premarcos, marcos, puertas interiores y closets

6.- Soluciones complementarias de protección y acabados

1. Selladores,
2. Soluciones complementarias de protección,
3. Pinturas, acabados autolavables, hidrofugantes y lasuras
4. Recubrimientos monocapa y recubrimientos colocados en grandes formatos,
5. Fachadas ventiladas.

7.- Redes, instalaciones y acabados exteriores

1. Tubería enterrada,
2. Rellenos fluidos en cepas,
3. Banquetas técnicas,
4. Registros prefabricados y pozos de visita,
5. Cisternas, tanques, cárcamos y fosas,
6. Canalillos recolectores,
7. Brocales, tapas y rejillas,
8. Instalación de redes exteriores sin zanja,
9. Pavimentos de asfalto, de concreto, de adoquines y de losetas,
10. Sobrecapas de concreto (Whitetopping y Ultrawhitetopping) y de adoquines,
11. Guarniciones y canalillos,
12. Pavimentos porosos.

Figura 3.31 – PROPUESTAS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO INTRÍNSECO

Todas estas propuestas se explican con suficiente alcance en el [ANEXO-B](#) con el objetivo de puntualizar las características de los varios detalles constructivos importantes poco atendidos así como de las nuevas tecnologías de construcción más utilizables y su aplicación mostrándose algunas figuras descriptivas.

3.5 – Desarrollo Sustentable

Todos los ejemplos de soluciones aplicables a desarrollos de vivienda que suscintamente se han expuesto tienen como común denominador la búsqueda de la *optimización integral* (económica, cualitativa, funcional, etc.) la cual es congruente y coadyuvante con el enfoque de desarrollo sustentable que busca dejar de seguir el modelo de vida “*devorador*” de espacio y de energía y productor de demasiados artículos desechables de un solo uso” que en muchos casos son altamente contaminantes.

Hay que *reemplazar al modelo productivo lineal, gran devorador de recursos y productor de desechos por una economía circular que logra el circuito de los flujos de desarrollo gracias al reciclaje hasta llegar a desaparecer el concepto de basura y su práctica actual.*

Hay que evocar también una *economía de la funcionalidad que consiste en vender el uso y la función de un bien material, más que el bien material mismo.*

El desarrollo sustentable es un desarrollo económico y de calidad de vida para cumplir con nuestras necesidades sin comprometer los recursos para satisfacer las necesidades de generaciones futuras. Implica la obligación de dejar, generación tras generación, lo necesario para satisfacer al menos el mismo buen nivel de vida que el nuestro.



Figura 3.32 – DESARROLLO SUSTENTABLE, cuidando el planeta para generaciones futuras.

Fuente: Construire durable. Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment hors-série, 2008; p. 180-181

Podemos *eleva*r cada vez más nuestros niveles de confort y de calidad de vida con *equidad social, respetando la sustentabilidad*, así como hacer congruente el desarrollo y el crecimiento con el respeto y la mejora del medio ambiente.

La alta calidad medioambiental exige construir de manera ecológica, económica y confortable como imperativos dentro del marco de desarrollo sustentable, lo cual implica reducir los consumos de energía, de agua y de electricidad y de disminuir las emisiones de CO₂ así como la producción masiva de desechos.

El enfoque de economía implica *gastar menos a largo plazo obteniendo la misma o mayor calidad de vida.*

LA ECOLOGÍA se logra mediante el desarrollo durable y dinámico y no sólo aplicando conceptos conservacionistas.

LA ECONOMÍA se da proporcionando beneficio a todos los participantes e involucrados (diseñadores, constructor, proveedores, subcontratistas, ocupantes, propietario, etc.) pensando más en una *menor pero diferente erogación de costos en el tiempo*.

En estos casos, se eroga al principio un poco de más dinero para después ahorrar mucho en vez de erogar poco al principio y mucho más durante la vida útil del edificio.

El enfoque económico que debe darse en los proyectos es el de costo en ciclo de vida. No debe verse como inversión ya que la inversión implica un riesgo de perder y este no es el caso.

La comparación económica debe verse de forma integral al final y siempre traduciendo las ventajas y desventajas en costos. El costo es la medida de conveniencia.

EL CONFORT *incluye cubrir los requisitos de limpieza, iluminación, funcionalidad acústica, aislamiento y durabilidad cuidando el bienestar de las generaciones presentes y futuras.*

Hay muchas acciones que están en proceso, dirigidas hacia el logro de la sustentabilidad, las cuales se resumen en las llamadas tres **Rs**.

1. **Reducir el consumo** (en los procesos y en las costumbres) y el desperdicio (de energía y de materias) buscando la conservación de los recursos naturales (agua, bosques, etc.).
2. **Reutilizar al máximo artículos o productos antes de deshacerse de ellos.**
3. **Reciclar materiales como plásticos, metales, pétreos, concreto, madera, vidrio, cartón, papel, etc.**

El concepto de DESARROLLO SUSTENTABLE ha surgido como fundamento que engloba a una gran cantidad de tecnologías para el aprovechamiento de fuentes de energía no contaminantes (eólica, solar, hidráulica y geotérmica) y de medios para el cuidado del medio ambiente y el aprovechamiento eficiente y limpio de los recursos, pero sobre todo que propone acciones de fondo que implican un cambio de hábitos y de un estilo de vida diferente que necesita de todos y cada uno de nosotros un esfuerzo de readecuación; por tanto, el cambio requerido no es una responsabilidad parcial de gobiernos o de sólo algunos países o sectores sociales .

Hasta ahora se continua con costumbres y prácticas irresponsables que suponen, sin mucha reflexión, que los recursos de los que se dispone en el planeta son inagotables y autoregenerables a corto plazo, lo cual no es cierto.

Las fuentes de energía más empleadas actualmente son producto de fósiles cuyas reservas no son renovables (petróleo y sus derivados, gas y carbón) y altamente contaminantes para el aire, el agua y el suelo.

Aportamos gases contaminantes como resultado de nuestro consumo energético diario, los cuales han contribuido al calentamiento global y a la pérdida del ozono que protege contra la radiación solar.

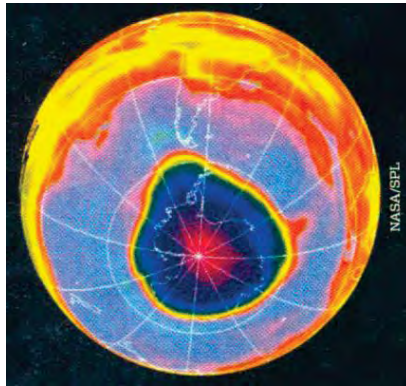


Figura 3.33 – PÉRDIDA DE LA CAPA DE OZONO (NASA SPL) se ha firmado por 24 países el Protocolo de Montreal para la Protección de la Capa de Ozono. Se tuvo como objetivo reducir a partir del año 1988 al año 1999 en un 50% las emisiones de CFC (Cloro Fluoro Carbones).
Ref. Construire Durable, Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment Hors-Série, 2008 ; p.10

Además de la *contaminación de la atmósfera, contaminamos el suelo, el agua dulce y el mar* (las playas e incluso el mar abierto con derrames de petróleo por accidentes).

Los *hábitos de alto consumismo y de consecuente alta generación de desperdicios indeseables e inaprovechables* ha alterado preocupantemente los recursos y el entorno que nuestro planeta nos proporciona.

Lo relacionado con *la construcción en general incluyendo a todas las edificaciones es, después del transporte, el segundo consumidor de energía y también el segundo generador de daños y productor de desechos en el planeta.*

En países como México, 23% del consumo de energía corresponde al sector relacionado con los edificios. En varios países con climas fríos dicho consumo puede elevarse hasta un 40% con las correspondientes emisiones de CO₂ (bióxido de carbono) equivalente a casi la cuarta parte de los gases de efecto invernadero.

La creación de *tanto pavimento y sustitución de vegetación cambia desfavorablemente el clima, los escurrimientos de agua y la vegetación.*

El consumo paralelo de otros recursos como el *agua dulce y la madera* tiende también a agotar su disponibilidad.

Por el crecimiento de las ciudades y de las infraestructuras carreteras, alteramos las condiciones originales del medioambiente.

El desarrollo sustentable, sin embargo, no tiene porque contraponerse con la búsqueda creciente de la calidad de vida y del confort de los seres humanos. Pueden compaginarse y fundirse en un solo objetivo todas las necesarias adecuaciones a efectuar en nuestros actuales hábitos.

La sanidad y la calidad del medioambiente interior de los edificios se suma a las directrices establecidas por el desarrollo sustentable.

El *CONFORT se tiene que dar sin olvidar que una edificación es ante todo hecha para ocuparse y que su limpieza, su iluminación, su funcionalidad, su acústica, su aislamiento térmico y su durabilidad son elementos indispensables dentro de una preocupación de bienestar de las generaciones presentes y futuras; por tanto, no se deben disminuir los niveles de confort sino más bien buscar incrementarlos.*

Nuestros modos de vida evolucionan; cada vez exigimos un mayor bienestar y nuestras expectativas de confort son cada vez más precisas.

La sensación de bienestar en una edificación depende también del *confort visual*. La luz diurna es un plus sobre el plano psicológico y fisiológico: Por tanto, hay que lograr soluciones concretas que optimicen la iluminación natural la cual, además de sus efectos positivos sobre el confort, el bienestar y la salud de los usuarios, se agregan los beneficios para el medioambiente gracias a las economías de energía.

El confort higrotérmico debe de permitir tener confort tanto en verano como en invierno ofreciendo al interior de los edificios condiciones, de temperatura y de humedad, adecuadas, estables y homogéneas.

La calidad del aire interior es primordial, por ello, hay que reducir primero las fuentes de contaminación como el gas radón emanado del suelo, las emisiones provenientes de los aparatos de combustión utilizados (calentadores de agua, calefactores, chimeneas, etc.), del mobiliario y de las actividades humanas, y segundo evacuando los contaminantes renovando el aire suficientemente, encontrando un equilibrio entre economía de energía y calidad del aire.

Al considerar a los materiales empleados en la construcción como productos, se ve conveniente mostrar sus direccionamientos en su ciclo de vida de desarrollo medioambiental.

La siguiente figura muestra las secuencias básicas del ciclo de vida de los productos que integran a las construcciones.



Figura 3.34 – CICLO DE VIDA DE LOS PRODUCTOS QUE INTEGRAN A LAS CONSTRUCCIONES
Fuente: *Environnement, santé, construction... une industrie s'engage*; CERIB, FIB, CIMBÉTON; p. 9

El concepto de ciclo de vida de los productos tiene varias aplicaciones a los proyectos.

En nuestro caso *tenemos que considerar, inicialmente, como productos a todos los materiales y componentes que conformen a las edificaciones que se hagan y, de manera integral, a la obra completa como un producto total* donde se busca como objetivo último una alta calidad medioambiental que implica construir con ecología, con economía y con soluciones confortables.

El involucramiento medioambiental y sanitario se articula en torno a dos principios: *el conocimiento completo del ciclo de vida de los productos* que utilizamos como insumos y de los que hacemos; y *la información transparente para el conocimiento de todos* a través de la elaboración de fichas de declaración medioambiental y sanitaria.

El hecho de incluir las limitaciones de carácter medioambiental en todas las fases de diseño exige el *uso de una nueva generación de procedimientos*, así como una *educación formal* y actividades de *formación continua*. Los *elementos esenciales de esos nuevos procedimientos de diseño* son:

- *La selección de materiales compatibles entre sí y con el medio ambiente,*
- *El diseño de procesos unitarios que consuman menos energía, menos recursos y que generen el mínimo posible de residuos,*
- *Los principios económicos de la prevención de la contaminación,*
- *El desglose del proceso en un diagrama de flujo para facilitar la reducción de los residuos al mínimo posible,*

Los nuevos criterios medioambientales que se añaden a la lista de los habituales de proyecto son:

- El aumento de la eficiencia energética y la reducción del consumo de energía.
- El uso racional de recursos naturales (materiales) renovables.
- El empleo de materiales reciclados.
- La utilización de menos disolventes tóxicos o su sustitución por disolventes menos tóxicos.
- El aprovechamiento de la chatarra y demás materiales excedentarios.
- La reducción del total de embalajes.
- La producción de un mayor número de piezas sustituibles.
- La creación de productos más duraderos.
- La fabricación de bienes y embalajes que se presten a la reutilización por parte de los consumidores.
- La manufactura de productos acabados que sean reciclables.

El nuevo concepto de ciclo de vida de los productos se enfoca en 14 metas para lograr dos grandes objetivos:

- 1) *Controlar los impactos sobre el medioambiente exterior* (de la meta 1 a la 7)
- 2) *Crear un medio ambiente interior sano y confortable* (de la meta 8 a la 14).

Hay que jerarquizar en cada proyecto la aplicación de las 14 metas por estar éstas en función del terreno, del uso, del tipo de obra, etc.

A continuación se enlistan las 14 metas que incluye la iniciativa de *Alta Calidad Medioambiental* aplicables a los productos y obras de construcción.

- 1) *Relación armónica* de los edificios con su contexto y medio ambiente inmediato (adaptabilidad, esteticismo de las soluciones),
- 2) *Selección integral de procedimientos y de productos* de construcción (calidades técnicas, medioambientales y sanitarias),
Las normas de materiales deben incluir su objetivo de menor consumo de energía en su producción (con certificación incluida),

3) *Obras que den pocas molestias* (productos listos para colocarse (prefabricados, prehabilitados o preparados),

Una obra es una fuente inevitable de algunas molestias locales (ruido, polvo, lodo, llegadas y salidas de camiones grandes y pesados, etc.) y con consecuencias globales (producción de desechos, consumo de recursos, consumo de energía, etc.).

La optimización de su duración es, por tanto, un elemento importante tanto en el plano económico como en el plano medioambiental.

4) *Administración de la energía* (dar soluciones de buen desempeño por su *inercia térmica* y por su capacidad de asociación con todo sistema de aislamiento),

5) *Administración del agua* (buscar medios de reducción de consumo, funcionalidad de productos de almacenamiento y de tratamiento o depuración),

En lo concerniente al agua, las nuevas normas de potabilidad han introducido cambios notables donde *se mide la calidad del agua cuando sale de la llave y no a nivel de la toma de agua*; por tanto, hay que tomar en cuenta el comportamiento de todas sus canalizaciones y de su interacción con el agua.

Para evitar los efectos devastadores de inundaciones por lluvias fuertes y tormentas, es importante contar con medios de regulación, de aprovechamiento y de absorción que las almacenen temporalmente, las infiltren al suelo para la recarga de acuíferos o las restituyan a las redes de alcantarillado con un gasto controlado y mínima contaminación por arrastre.

6) *Administración de desechos* por las actividades

Los tipos de desechos producidos por el sector de la construcción y sus porcentajes de incidencia son aproximadamente los siguientes:

- 70% de desechos inertes (concreto, ladrillos, etc.),
- 25% de desechos industriales de poca importancia (madera, cartón, plásticos, etc.)
- 5% de desechos peligrosos (pinturas, solventes, lubricantes, desmoldantes, etc.),

Los cuales pueden reciclarse en el caso de materias inertes y derivados industriales o sustituirse los desechos peligrosos por nuevos productos denominados ecológicos.

7) *Administración del mantenimiento* y de la conservación (buscando la *durabilidad y la ausencia de mantenimiento necesario*),

8) *Confort higrotérmico* (control de las variaciones higrométricas y térmicas (inercia).

En lo referente al confort higrotérmico se depende de dos problemáticas diferentes: La *temperatura* y la *higrometría*. La *temperatura* generalmente se puede controlar bien, en cambio, la *humedad* es, en muchos casos, excesiva pudiendo favorecer el desarrollo de moho que produce alergias, irritaciones, infecciones, etc. Este problema puede resolverse con una *ventilación suficiente*.

- 9) *Confort acústico*: Buen desempeño de las obras [por lo pesado (por la masa) de la mampostería y del concreto],

El ruido es otro elemento importante. 50% de personas se quejan ya que el ruido es incomodísimo y hay efectos reales sobre la salud. El confort y la salud van muy relacionados. *La salud debe de ser el elemento de transversalidad en el campo de la construcción.*

Al ruido hay que combatirlo reduciendo su transmisión y difracción y aumentando su absorción por materiales adecuados.

- 10) *Confort visual*: (adaptabilidad arquitectónica),

- 11) *Confort olfativo* (ausencia de olores),

- 12) *Condiciones sanitarias de los espacios* (buen comportamiento por el carácter mineral e inerte de los materiales),

- 13) *Calidad sanitaria del aire*: (ausencia de emisiones contaminantes).

El aire interior puede llegar a estar más contaminado que el aire exterior. Es por tanto esencial que los materiales utilizados en la construcción sean seguros y sanos buscando principalmente materiales minerales; por su naturaleza inerte se contribuye a la realización de tales construcciones. Cuidar las posibles emisiones de gas radón,

- 14) *Calidad sanitaria del agua*.

Importante que las redes de conducción de agua potable y de aguas residuales sean estancas, durables y resistentes para evitar todo riesgo de contaminación entre suelos y aguas subterráneas.

Adicionalmente hay que seguir considerando la seguridad de los ocupantes o utilizadores.

- Contra el fuego, buscando incombustibilidad, baja conductividad térmica, baja emisión de tóxicos, inflamabilidad, creación de barreras (compartimentando) y alta resistencia incluso ante muy altas temperaturas, permitiendo con ello la protección de personas y la salvaguarda de bienes.

La resistencia al fuego se mide en tiempo. La reacción al fuego se refiere a una clasificación que va de incombustible, comburente, combustible y explosivo.

- Contra los sismos buscando siempre obras estables y antisísmicas.
- Contra los ciclones y fuerza del viento y lluvia.
- Contra la nieve y el granizo (peso y golpeteo respectivamente).
- Contra la intrusión (robos).
- Contra el vandalismo (de partes de los edificios).

Acorde con todas estas directrices debemos establecer políticas de empresa con los siguientes lineamientos:

- Reducir a su mínima expresión el desperdicio de materiales en las obras mediante un proyecto con despieces al detalle y una política estricta de ahorro y limpieza preventiva en la obra.
- Buscar para todos los productos de construcción al menos una segunda vida.
- Buscar, en vez de la eliminación, la valorización de los desechos inherentes a la producción de materiales y a la construcción.
- Los materiales inertes tienen una incidencia medioambiental mínima y no dañan la salud humana, por ello, conviene triturar y reciclar los desperdicios del concreto y ladrillo.
- Conviene separar y reutilizar la tierra y hierba producto de despalmes en la propia obra.
- El acero se puede reutilizar por sustitución de resistencia, en armados poco solicitados o, en el caso más extremo, se puede vender al kilo para su reciclaje industrial.
- Es importante considerar una separación adecuada de los materiales de construcción para poderlos aprovechar eficientemente o por el contrario, en otros casos, mezclarlos bien para unificar sus características de un nuevo producto.
- Siempre hay que buscar el reciclaje de materiales con la mínima desclasificación posible de su valor en segundo uso.

Como conclusión de todo lo visto en esta parte hay que considerar que *el ahorro de actividades innecesarias, redundantes o mejorables reduce consumos de energía aparentemente insignificantes pero que, sumada por las varias veces que se hace y multiplicada por tantos habitantes en la tierra, adquiere magnitudes importantes.*

Debido a que las principales fuentes de energía provienen de productos fósiles generamos su casi agotamiento (con el alto consumo de productos no renovables) y, producimos contaminaciones a escala planetaria que amenazan con la desaparición de la especie humana.

Adicionalmente, estamos devorando espacio y recursos del medio ambiente convirtiendo al planeta en un sitio inhabitable en un futuro próximo.

Paralelamente al alto consumo irracional, producimos desechos sólidos y contaminación del entorno a gran escala.

Afortunadamente se está creando conciencia mundial de la problemática y hay propuestas de solución bien consensadas englobadas en el término de “desarrollo sustentable”, aunque falta difusión y conocimiento.

Hay mucha tecnología por desarrollar para obtener con mayor provecho las ventajas de otras fuentes de energía existentes, sin embargo, hay pasos firmes y soluciones que se están aplicando con éxito y se está extendiendo su implantación.

El desarrollo sustentable debe ser un trabajo continuo y voluntario a largo plazo.

El desarrollo sustentable tiene tres ejes estructurados (y no es una simple yuxtaposición de ellos):

1. Desarrollo medioambiental,
2. Desarrollo económico
3. Desarrollo social.

Y, por tanto, hay que llevar a cabo interacciones poderosas para el éxito de su interdependencia.

A veces son más importantes las relaciones del sistema de desarrollo sustentable que sus tres componentes básicos.

Aunque es cierto que *la edificación y la construcción en general* son el segundo sector más consumidor de energía y, a la vez, el segundo sector que más contaminación genera después del transporte, también *es una de las promesas más motivantes ya que con la amplísima gama de soluciones que se están desarrollando, los edificios y obras urbanas no sólo podrán llegar a ser autosustentables sino que podrán llegar a ser fuentes de energía y de bienestar creciente para varias generaciones.*

Desde hace varios años han venido implantándose nuevas leyes, reglamentos, normas y requisitos enfocados a la sustentabilidad en la construcción y han venido surgiendo organismos de evaluación y calificación como el sistema HQE (alta calidad medioambiental) o el LEED (por sus siglas en inglés: Leadership in Energy and Environmental Design) que coadyuvan de manera importante en la implantación de las técnicas sustentables en todo el mundo.

En el diagrama figura **3.35** se muestran de manera condensada las técnicas sustentables más utilizables en los desarrollos de vivienda que incluyen el ahorro de energía, el empleo de técnicas alternativas de infiltración y aprovechamiento del agua de lluvia, el aprovechamiento de energía limpia, la mejora de la calidad de vida, el favorecimiento de áreas verdes y el manejo de residuos sólidos.

Siguiendo el orden de conceptos enunciados en el diagrama mostrado se incluyen en el [ANEXO C](#) algunas referencias y datos adicionales relativos a las técnicas sustentables más comúnmente empleadas en los desarrollos de vivienda.

Le ejecución de las obras implica varias afectaciones al medio ambiente durante su proceso y, por ello, hay que llevar a cabo diversas acciones de mitigación y de control.

El impacto medioambiental durante la construcción se da de varias maneras; por ello, como última parte del Anexo C se relacionan los diferentes tipos de afectaciones y las previsiones a llevar a cabo para evitarlas o reducirlas al mínimo posible.

Desde la fase de diseño al seleccionar los materiales y procedimientos a utilizar deben buscarse productos seguros y seleccionados con un concepto medioambientalista.

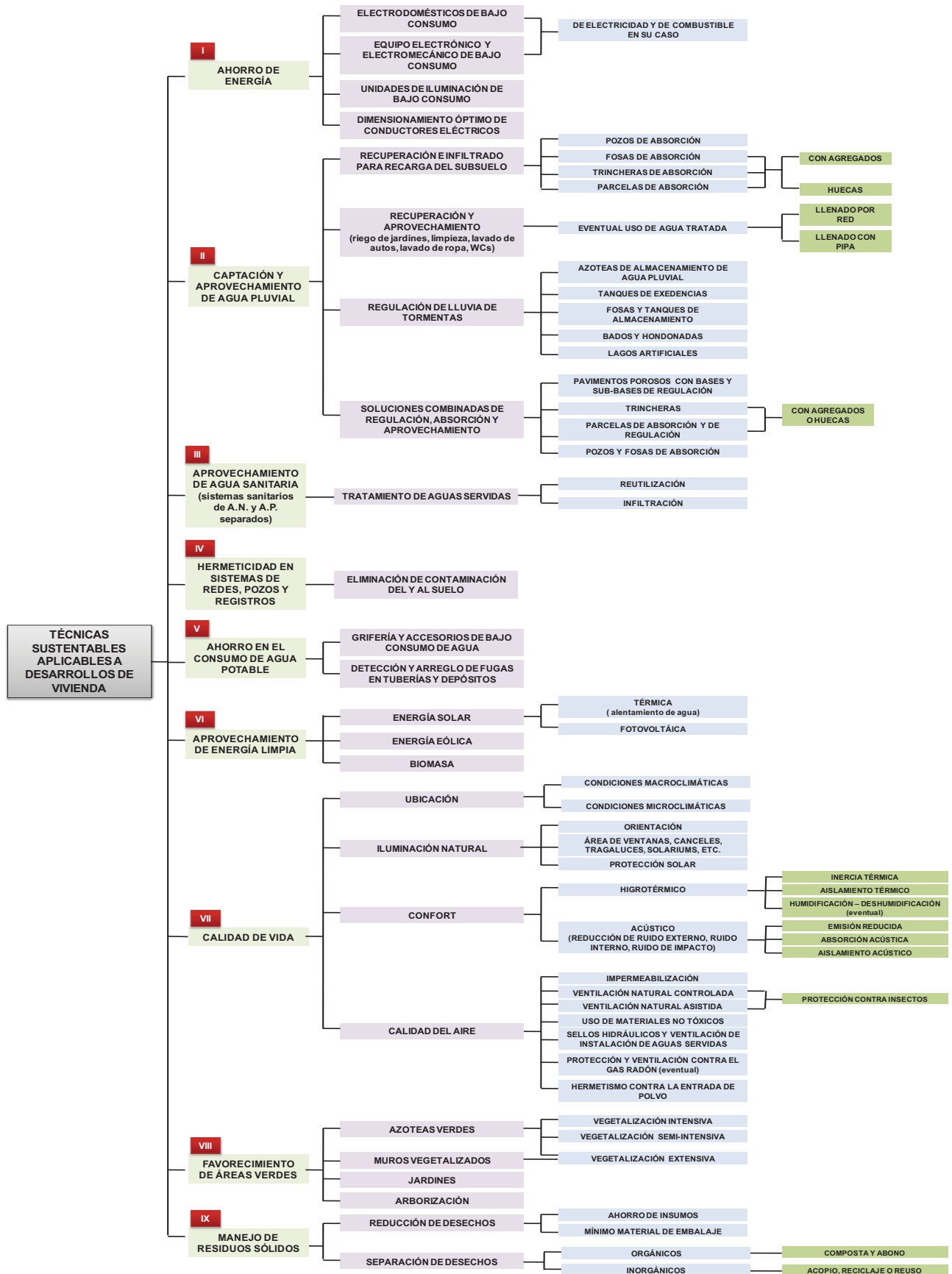


Figura 3.35 – TÉCNICAS SUSTENTABLES APLICABLES A DESARROLLOS DE VIVIENDA

3.6 – La Dirección y El Desarrollo Organizacional

Cada vez más, se universaliza la aplicación de metodologías de dirección y desarrollo organizacional que es imprescindible implantar en cualquier organización dedicada a los desarrollos de vivienda y, por otro lado, la propia experiencia nos lleva a sintetizar conceptos útiles que pueden ser de utilidad principalmente para las empresas de constitución reciente sin querer decir con ello que no se puedan implantar en empresas maduras a través de una gestión efectiva y sistemática de cambio en la organización.

Lo primero que hay que tomar en cuenta son los ingredientes que conforman la planeación estratégica.

PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

La Planeación Estratégica es el proceso de desarrollo de metas a corto, mediano y largo plazo y de definición del curso que una organización debe seguir para el logro exitoso.

El propósito de un negocio no es ofrecer los servicios que la empresa quiera ofrecer sino el proveer el producto y los servicios que la clientela necesita.

La planeación de un negocio debe comenzar con el desarrollo de estrategias que sirvan como fundamento de crecimiento y desarrollo de una empresa para:

- Identificar segmentos de mercado que se estén desarrollando e incrementando,
- Identificar necesidades sociales (por ejemplo: la vivienda considerando el desarrollo sustentable, mejoramiento de los equipamientos y de la infraestructura, etc.)

Las estrategias deben identificar necesidades y áreas de objetivos potenciales de mercado donde haya demanda de nuestros productos y servicios.

Para lograr efectividad, las estrategias deben estar todas incluidas en un plan operativo conjunto.

Para el logro de objetivos de largo plazo establecidos durante el proceso de planeación estratégica, se identifican pasos de acción que remarquen a un proceso paso a paso hacia el logro de dichos objetivos. Cada meta y paso de acción debe de tener una fecha definitiva de cumplimiento.

Como un ejemplo de aplicación de metas y pasos de acción en empresas dedicadas a desarrollos de vivienda podemos relacionar:

- *Meta*
 - Incrementar las ventas de vivienda 10% cada año.
- *Pasos de acción*
 - Identificar nichos de mercado por tipo de cliente y tipo de producto
 - Investigación de disponibilidad de terrenos, ubicaciones y precios.
 - Contactar instituciones financieras
 - Recapitulación de exigencias legales, normativas y administrativas.
 - Inicio con proyectos seleccionados (con programa arquitectónico y de proyecto adaptados).

El éxito o fracaso de los planes estratégicos así como de los negocios en general, relaciona y hace interactuar a cada individuo involucrado. Las tareas deben llevarse a cabo en tiempo. Las personas clave deben estar al tanto del estatus de las actividades. Cuando aparezcan los obstáculos deben manejarse y resolverse inmediatamente antes de que causen retrasos infranqueables.

Ninguna persona sola puede soportar la carga completa. Las responsabilidades deben compartirse conjuntamente por el equipo de trabajo. Conforme los individuos más eficientes trabajen conjuntamente como equipo, es mayor la probabilidad de éxito.

Siempre cuidar el cauce de trabajo colaborativo y evitar el trabajo confrontativo.

El primer paso del proceso de elaboración de un plan estratégico depende de la aplicación de una buena mercadotecnia, la cual es crucial para cimentar la continuidad de una empresa a través del tiempo.

El siguiente flujograma muestra el proceso de mercadotecnia a seguir por las empresas, en el cual se incluye el análisis denominado **FODA** (Fuerzas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) y donde va implícito el análisis de las cinco Fuerzas de Porter.

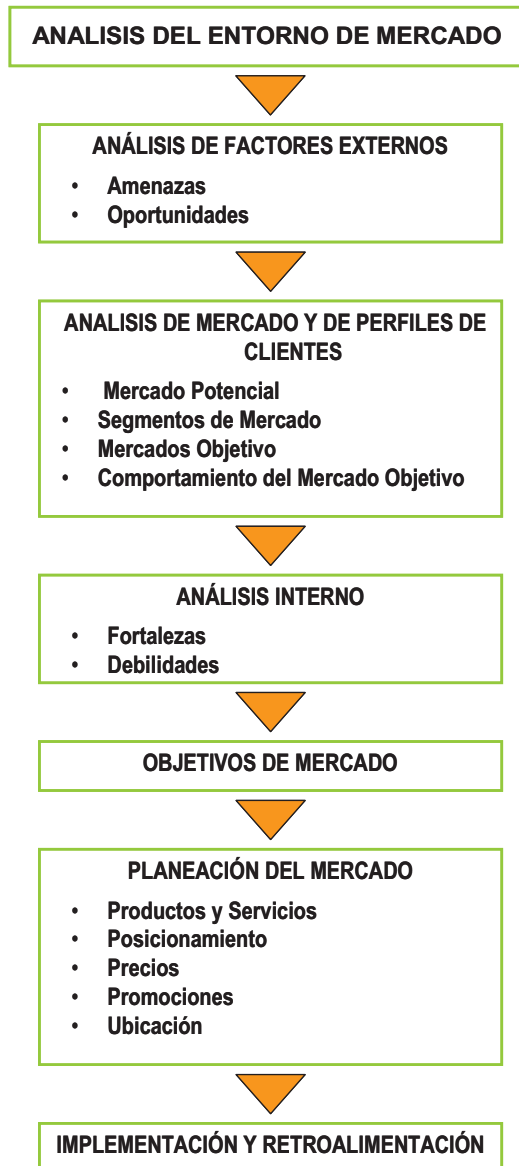


Figura 3.36 – PROCESOS DE MERCADOTECNIA

Ref: Marketing Strategies for Engineers, Jonathan SNYDER – Published by the American Society of Civil Engineers, p. 3, 1993.

La mercadotecnia exitosa depende de la habilidad de la empresa para responder a las necesidades cambiantes. Ninguna compañía puede disfrutar de un eterno éxito con sólo ofrecer los mismos productos y servicios a los mismos clientes una y otra vez.

Aunque las metas a largo plazo deben proyectarse en el proceso de planeación estratégica, la empresa debe estar sensible a los cambios en las necesidades de los clientes. En caso contrario, la conducirán a una baja en sus ingresos y, finalmente, al fracaso en el negocio.

Los cambios en las necesidades de los clientes estarán influenciados por varios factores: El crecimiento y desarrollo del negocio y los avances tecnológicos así como los aspectos sociales.

Por ejemplo, se pueden enumerar algunos cambios de necesidades que hayan ocurrido a través del tiempo en la industria de la construcción como:

- Mayor amplitud en recámara principal
- Espacio adicional de usos múltiples (adaptable por el usuario),
- Incremento de áreas de guardado,
- Incremento de cajones de estacionamiento,
- Cajones de estacionamiento a cubierto o garage propio,
- Nuevos materiales de acabado,
- Tomar en cuenta el ahorro de energía,
- Reciclado de aguas jabonosas
- Aprovechamiento e infiltración del agua de lluvia,

En la misión de las empresas con enfoque institucional se da un cambio significativo con respecto a las empresas más comunes.

Generalmente, las empresas pasan por tres períodos con un enfoque de nacer, crecer, madurar, declinar y morir por ser el reflejo de la vida biológica de sus fundadores y líderes.

Las empresas institucionales rebasan los límites naturales de los seres humanos con objeto de persistir a través del tiempo como persona moral (aprovechando el legado de sus integrantes en diferentes períodos) en aras de una permanente continuidad de oportunidades de trabajo y una adecuación flexible para satisfacer con eficiencia las necesidades del entorno social al que sirve con objeto de ir ampliando su campo de acción para coadyuvar al fortalecimiento económico del entorno en el que esté presente.

El enfoque mercadológico implícito debe de integrar el grado de institucionalidad buscado por los líderes de la empresa.

Las siguientes gráficas muestran las trayectorias de los dos tipos de empresa comentados.

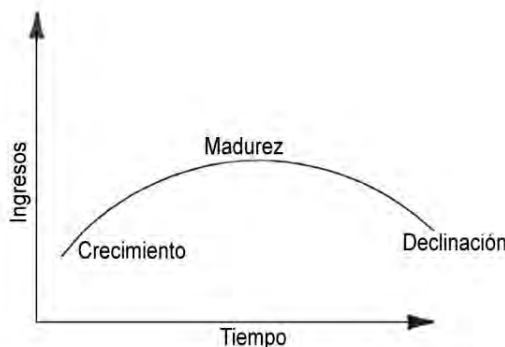


Figura 3.37a – Curva de una empresa normal, reflejo del desarrollo de sus fundadores

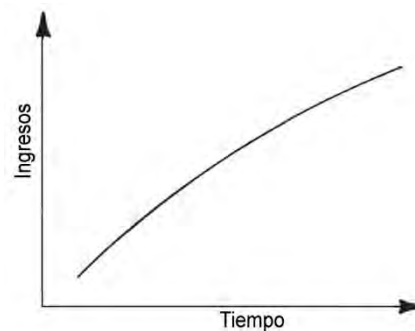


Figura 3.37b – Curva de una empresa consolidada e institucionalizada

Figura 3.37 – TRAYECTORIAS COMPARADAS DE TIPOS DE EMPRESAS

Ref. *Marketing Strategies for Engineers*, Jonathan SNYDER – Published by the American Society of Civil Engineers, p. 14, 1993

Las 5 fuerzas de Porter

- Barreras de entrada y salida,
- Poder de negociación de los proveedores,
- Grado de rivalidad entre competidores y existencia de productos sustitutos (vivienda usada),
- Poder de negociación de los compradores,
- Relación con el Gobierno (trámites lentos e inciertos).

Para consolidar el presente, se efectúa un análisis de oportunidades y amenazas existentes en el momento, desembocando en un plan de acción.

Para consolidar el futuro se efectúa un análisis de fuerzas y debilidades de la organización para establecer un plan de desarrollo competitivo.

En el estudio de oportunidades y amenazas conviene incluir el análisis de las cinco fuerzas (del profesor Michael Porter) que interactúan en un ámbito de mercado.

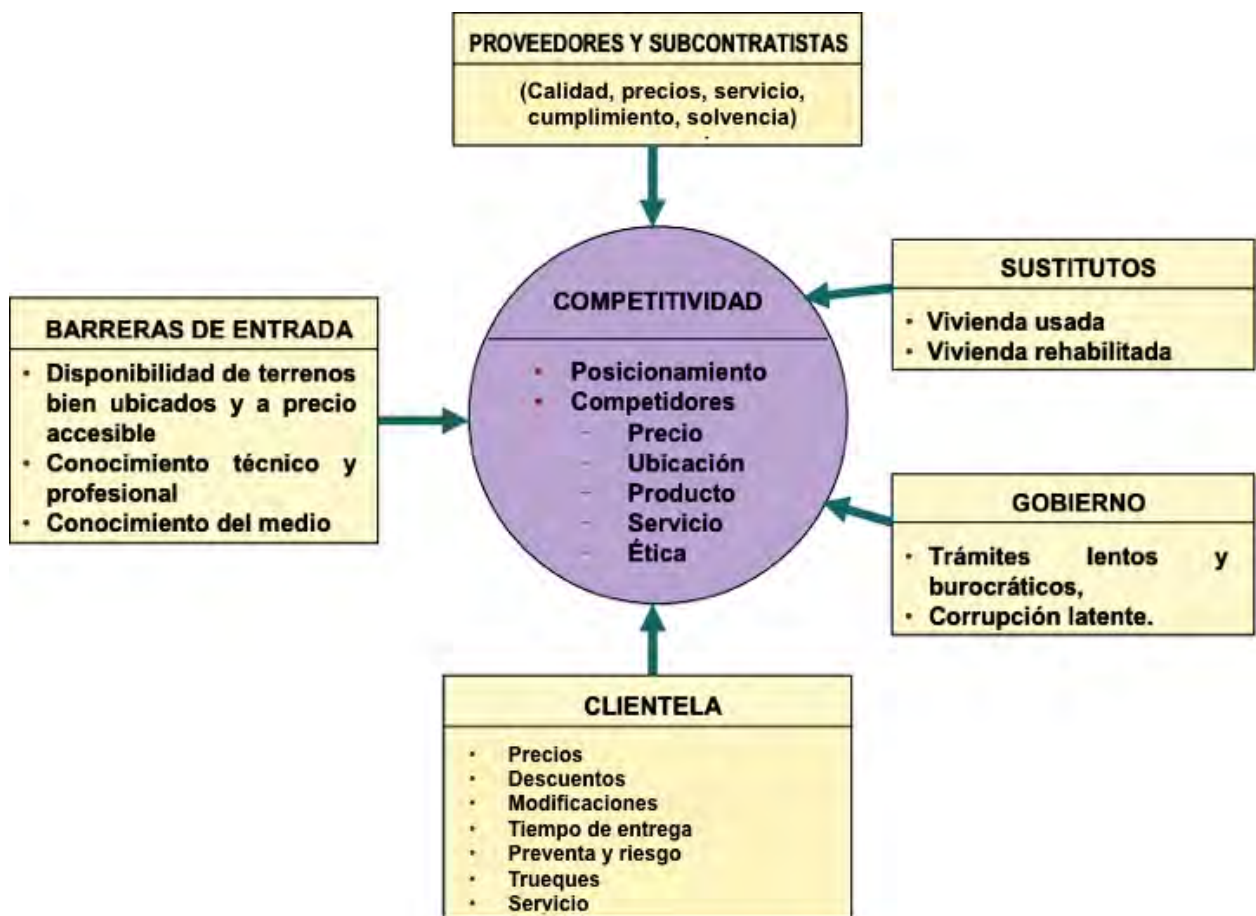


Figura 3.38 – ANÁLISIS DE LAS CINCO FUERZAS DEL ENTORNO EN EL ÁMBITO DEL MERCADO HABITACIONAL

Ref. Modelo de Porter, las cinco fuerzas del entorno; Carlos RUIZ Gonzáles; periódico El Financiero, jueves 26 de agosto de 2004, Sección: Negocios, p. 23

Como resultado de todos estos análisis hay que definir la fuerza competitiva de la organización partiendo inicialmente de tres posibilidades y de la rentabilidad buscada.

1. *Liderazgo en precios* (implica dominio y optimización de costos así como alta eficiencia).
2. *Diferenciación* (buscando la originalidad de diseño, la innovación técnica, la adecuación al detalle de las sugerencias de los clientes, el servicio y trato personalizado).
3. *Concentración en un segmento* (enfocarse en la vivienda de interés social, en la vivienda media o en el sector residencial, ubicarse en una zona, en una ciudad o en una región).

El no tener precios bajos que acoten a la competencia ni diferenciación de producto y de servicio y, sin concentrarse en un segmento, nos ubicará en un ámbito de mercado promedio y con una rentabilidad baja, sobre todo, si se permanece estático.

Para el seguimiento del análisis de fuerzas y debilidades de la organización para *buscar sistemáticamente el incremento de fortalezas y la reducción de debilidades*, se proponen como conceptos clave los mostrados a continuación:

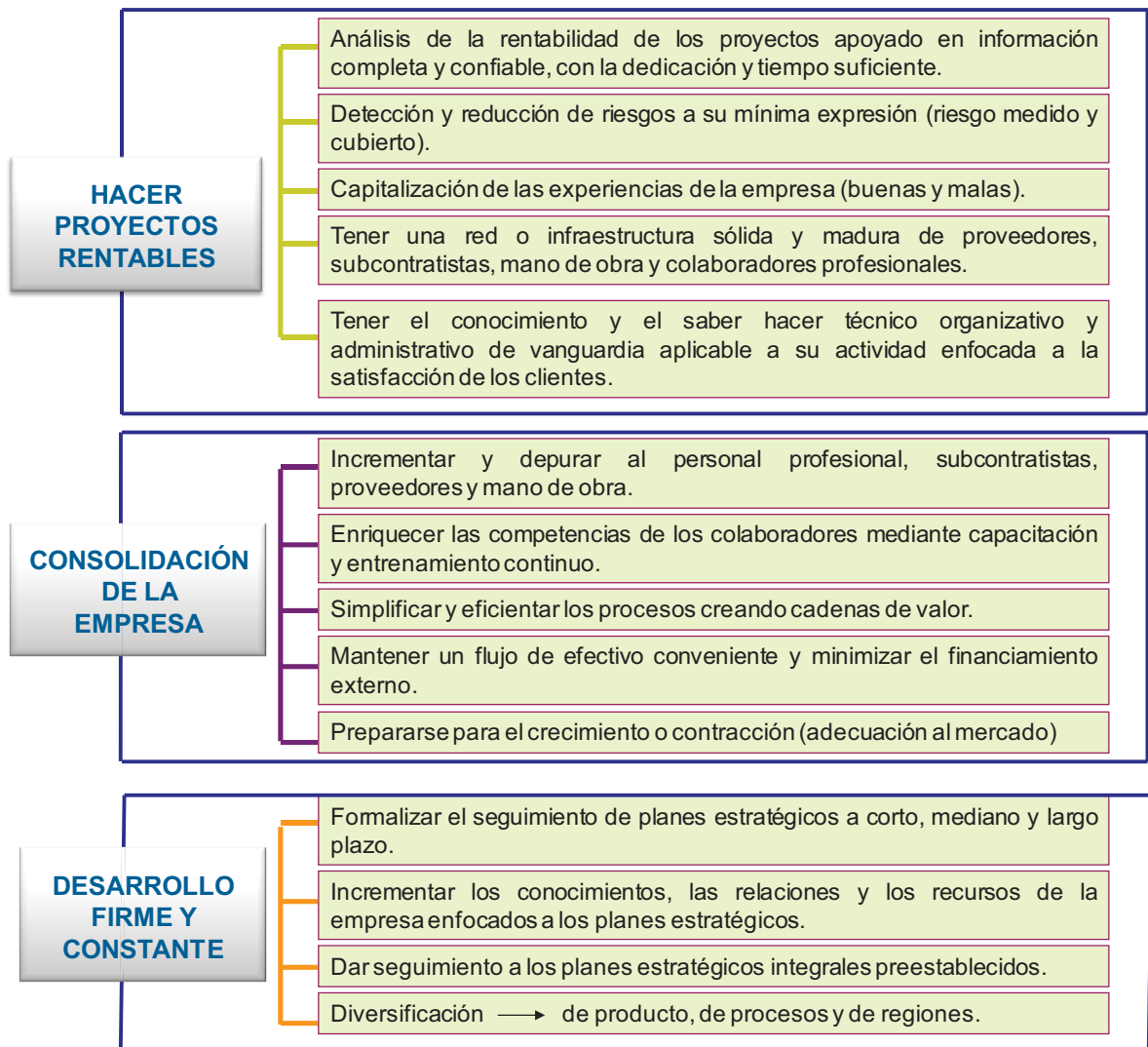


Figura 3.39 – CONCEPTOS CLAVE PARA EL ÉXITO SOSTENIDO DE LA EMPRESA

La aplicación de los conceptos enunciados debe llevarse a cabo con disciplina buscando el desarrollo institucional y operacional en el día a día.

La figura 3.40 siguiente presenta de manera esquemática y resumida la estructuración de estos conceptos.



Figura 3.40 – ESTRUCTURACIÓN DE LOS CONCEPTOS CLAVE PARA EL ÉXITO SOSTENIDO DE LA EMPRESA

No todas las empresas del sector tienen la disciplina metodológica de desarrollo para dirigir, organizar y aplicar de manera consistente la planeación estratégica mencionada aunque afortunadamente cada vez más empresas (incluso las empresas familiares pequeñas) están implantando estas prácticas con una tendencia institucional.

El creciente desarrollo de Normas de Desempeño para las empresas como las Normas Internacionales ISO 9000 (Gestión de Calidad), ISO 14000 (Gestión Ambiental), ISO 27000 (Seguridad de la Información), ISO 26000 (Responsabilidad Social), etc. así como la Norma Europea OHSAS 18001 (Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo) son excelentes referencias y acicates para mejorar. Su adopción que culmina en la Certificación siempre vigente nos asegura la aplicación de un buen sistema que mejora los resultados en términos de efectividad y competitividad.

La Normalización aplicada nos obliga a *decir lo que hacemos, a hacer lo que decimos y a demostrarlo* sin menoscavo de la diferenciación en productos y servicios que la empresa ofrece.

DESARROLLO ORGANIZACIONAL

A pesar de la planeación estratégica y de su seguimiento, se constata que recurrentemente surgen imprevistos, fallas inesperadas, duplicidad de trabajos, contraindicaciones, malos entendidos y, en resumen, sorpresas desagradables que impiden el cumplimiento cabal de lo planeado.

Bajo estas circunstancias, lo planeado se ve como un simple pronóstico que puede o no cumplirse y el seguimiento se convierte en un levantamiento de hechos y de explicaciones de motivos por los cuales lo planeado no pudo cumplirse.

Los directivos y ejecutivos de las organizaciones dedican la mayor parte de su tiempo a dar soluciones improvisadas a problemas causados por fallas en la ejecución de colaboradores incompetentes o por omisiones previsibles en vez de utilizar su tiempo en ir mejorando los sistemas organizacionales y en ir mejorando la competitividad de la empresa para el aseguramiento de su crecimiento y de su futuro con mayor generación de productividad y de riqueza.

El desarrollo organizacional depende totalmente de la capacidad y conocimiento de los colaboradores trabajando en equipo.

“La experiencia y el talento de cada uno es el tesoro de todos.

Gérard de Nerval 1808 – 1855.

y la incompetencia merma considerablemente los logros buscados.

En varios casos tenemos empresas que de manera entremezclada cuentan con personas preparadas, experimentadas, responsables y comprometidas en los niveles jerárquicos más altos trabajando conjuntamente con personas con un conocimiento muy parcial y poco estructurado obtenido de experiencias aleatorias, sin preparación académica adecuada ni conocimiento de respaldo e incluso con ciertos vicios y prácticas incorrectas o, sin la más mínima experiencia respaldada ni demostrada que avale su competencia para hacer el trabajo por el que se le contrató. Salvo algunas excepciones, la empresa tampoco tiene implantada en sus procedimientos de contratación la constatación metódica basada en hechos de las habilidades y destrezas del contratado.

La alta competencia profesional y laboral de los integrantes de la organización, en vez de reflejar frutos y resultados destacados, queda anulada e incluso eventualmente con malos resultados por la incapacidad de personas que no saben hacer su trabajo, que crean problemas, desperfectos, retrabajos, sobrecostos y a veces desastres que no saben resolver ni pueden reparar.

La incompetencia técnica generalmente va muy de la mano con la incompetencia emocional que se manifiesta en: La generación de conflictos, las luchas de poder, el ocultamiento o distorsión de la información, el bloqueo de actividades, el derrotismo y la promoción del descontrol, la desobediencia, la indisciplina, la deshonestidad, la deslealtad y la corrupción.

También hay personas profesionalmente muy preparadas pero con serias dificultades para dar resultados, para trabajar en equipo y para lograr armonía y sinergia.

Por la falta de educación enfocada al respeto de los demás y a la comunicación colaborativa e interactiva desde edad temprana, existen personas que no saben cómo se debe trabajar en una empresa ni como comportarse en la vida cotidiana.

Como resultado de ello siempre nos encontramos con personas problemáticas dedicadas a quejarse de todo, a descalificar, a envidiar y a juzgar con dureza a quienes les rodean en vez de enfocarse al trabajo productivo resultante del esfuerzo y la sinergia de grupo.

Las personas mentirosas, crítonas, arrogantes, pesimistas y conflictivas bloquean el desarrollo de las organizaciones, desgastan anímicamente el trabajo y nos alejan de nuestras metas.

Hay también, en varios casos, falta de *educación integral* en los inversionistas, directivos, ejecutivos y colaboradores a nivel general. Tenemos una pobre educación cívica, financiera y empresarial. Nos queda claro el significado de “actuar en equipo” cuando se juega un deporte como el foot ball, ya que se conocen y se siguen las reglas del juego (cantidad de jugadores y roles, dimensiones de la cancha y de las porterías, prohibiciones, sanciones, etc.) y los objetivos buscados (goles), pero no se tienen reglas claras de actuación ni objetivos medibles en la mente de los participantes cuando se trabaja (se juega) en una empresa.

Todas estas circunstancias pueden y deben cambiarse y para ello hay que actuar implantando políticas, medios y procesos que generen cambios de paradigmas que a veces hacen pensar que hay condiciones imposibles de cambiar. *Si se sigue haciendo siempre lo mismo no podremos obtener resultados diferentes y mejores.*

“Si buscas resultados distintos no hagas siempre lo mismo”

Albert Einstein

Analizando lo que en los países desarrollados se hace al respecto, se puede empezar a ver las cosas de manera muy distinta y a conocer otras formas de aprender a resolverlas, para ello, se pueden concretar cursos de acción con altas probabilidades de éxito que coadyuvarán en la competitividad organizacional.

Todas las iniciativas de protección que las empresas establecen para prever y poner límites a los problemas potenciales de incapacidad de sus integrantes, se puede resumir en: selección, capacitación, seguimiento y evaluación donde se buscan personas con preparación, actitud positiva, motivación, vocación, aptitud (madera) y deseos de superación constante.

En México existen programas y centros de capacitación para los niveles profesionales y administrativos y las universidades también ofrecen cursos de diferente alcance que llega hasta nivel de maestría. No hay, sin embargo, centros de formación de calidad para mandos medios operativos ni para mano de obra calificada ni mano de obra especializada para el sector de la construcción, lo cual crea una brecha muy profunda que se refleja en constantes problemas de calidad, de cumplimientos de tiempos, de alcances y de sobrecostos que consumen excesivo tiempo de coordinación, supervisión, revisión, seguimiento, control, negociación y retrabajos para los niveles superiores quienes a su vez, en muchos casos, tienen conocimientos limitados sobre las técnicas constructivas, de sus rendimientos y de sus costos. La falta de valoración y conocimiento relativo a las técnicas de construcción y a su coordinación acentúan la brecha y cierran el camino hacia la eficiencia.

Las empresas japonesas, alemanas, francesas, inglesas y norteamericanas tienen muy establecidos sus mecanismos de selección de certificación y de formación continua de su personal nuevo y en funciones los cuales se vinculan con universidades, centros de formación e institutos técnicos de oficios.

Los ascensos de las personas son planeados individualmente y programados para asegurar la mejora continua de nivel laboral, económico y personal.

Existen varios esquemas de formación que parten de organizar un plan de cursos internos en la propia empresa dados por los altos directivos y ejecutivos, por personas específicamente contratadas, por subcontratación de centros de formación externos o combinando la formación de la empresa con los programas preestablecidos o diseñados a la carta de varios centros de capacitación (universidades, tecnológicos, centros de formación de oficios, etc.); este último esquema de capacitación está muy establecido en Alemania con el nombre de “Sistema Dual” y en Francia es conocido como “*Formación en Alternancia*”.

En estos casos también se vincula la formación con la selección y propuesta de una bolsa de trabajo donde se recomienda a los aprendices evaluados con mayor desempeño.

Esta función que tienen las empresas de clase mundial integrada a su organización las hace ser con más o menos acento "*Empresas-Escuela*"; donde la formación es vista como inversión y no como costo.

Las pequeñas y medianas empresas que por su tamaño no pueden costear una sección en su organización dedicada a la formación, se asocian para costear centros técnicos y de investigación especializados que organizan cursos y proporcionan información de gran utilidad. En algunos casos estos centros son costeados parcialmente por el Gobierno.

Se da mucha importancia y acento a los oficios y a la formación de la mano de obra calificada y especializada involucrando de forma detallada en su conocimiento a los profesionales de ingeniería, arquitectura y disciplinas afines. Se busca unificar y homologar procesos a nivel nacional y se difunden en todo el sector.

Paralelamente la formación técnica se complementa con otros temas de desarrollo humano, personal y grupal con objeto de lograr un desarrollo integral y la mejora continua de los colaboradores.

Adicionalmente, no se considera ahora suficiente dominar una actividad o técnica, se promueve cada vez más la multicompetencia y la polivalencia de habilidades en una misma persona y en el trabajo grupal.

Existen en Europa asociaciones de oficios que por una parte buscan conservar, documentar y difundir el saber hacer por tradición de los oficios de construcción, entre otros, y por la otra buscan aplicar el desarrollo tecnológico más avanzado asistido por las herramientas, máquinas herramienta, equipo de fabricación y habilitado así como de equipo de cómputo, para estar al día en primera línea en las disciplinas que abarcan.

Estas asociaciones promueven en los jóvenes su inserción a través de una formación teórico-práctica que implica viajar para aprender a adaptarse a diferentes contextos culturales, a diferentes materiales y procedimientos constructivos regionales y a diferentes formas de organización.

El periodo de estudios de los egresados de este tipo de instituciones es de hasta ocho años, son verdaderos oficiales de elite y son muy demandados por el sector de la construcción y cotizados con altos sueldos.

Hay centros de formación creados por las Cámaras de Construcción que aisladamente o en alternancia ofrecen cursos específicos y existen también centros de formación privados de gran prestigio para la enseñanza de oficios.

Es de llamar la atención que en México no se dé la importancia a la formación ni al desarrollo de oficios de la construcción y que incluso se delegue (o se relegue) su seguimiento a supuestos maestros de obra no confirmados para una certificación y se desdeñe tanto en las empresas como en las instituciones educativas dejando a la improvisación estas actividades con menosprecio a las mismas y a los trabajadores que las realizan.

La construcción no es algo que cualquiera puede hacer bien; no es una actividad de improvisados, de "mil-usos" o de "aficionados", está basada en un sólido conocimiento fundamentado por la tradición, transmitido por la capacitación y dinamizado por la innovación. Tradición, aprendizaje e innovación se fusionan en un todo durante la ejecución de cada obra. Cada proyecto es una oportunidad más de adquirir nuevas destrezas y conocimientos para ser mejor, se crea de manera natural un proceso de educación continua.

Son muy conocidos los círculos de calidad japoneses, formados por los trabajadores de las empresas que conforman el nivel más operativo en sus funciones.

En los Estados Unidos de Norteamérica se ha demostrado que el "entrenamiento" de corta duración (Training considerado como una invención norteamericana) inspirada en el aprendizaje (Apprenticeship considerado como un invento Alemán) ha sido el motor del rápido desarrollo de ese gran país.

El conocimiento depurado a través del tiempo y la conformación de la tradición de un oficio ha llegado a requerir hasta 200 años (Ref. *Managing for the Future*. Peter Drucker, editor: Truman Talley Books/Dutton, New York, págs. 26 a 30). La capacitación dada por un artesano calificado dentro de la tradición del oficio a jóvenes aprendices logra que un conocimiento depurado y madurado durante 200 años pueda transmitirse en 5 años, en 6 meses o incluso en 90 días por medio de entrenamiento y la formación metódica.

Al expandirse los métodos de entrenamiento en toda una empresa y después en todo el sector dentro del país con la creación de centros de formación y adiestramiento vinculados con las empresas, se deja de depender de la aleatoria tradición laboral de oficios por la aleatoria experiencia personal directa.

En los países desarrollados, el camino más rápido para una persona para tener un nivel de vida digno y decente estaba en el llegar a ser operador medianamente diestro. Después de 6 semanas de demostrar mayor competencia, probablemente podía aumentar sus ingresos ganando más que un oficinista o incluso que un profesionista recién egresado.

Hoy en día un operador o un trabajador puede formar parte de un medio de vida ascendente a través del *aprendizaje continuo y del conocimiento demostrado*.

El entrenamiento y la formación práctica, eficiente y rápida ha permitido que países como Corea del Sur y Singapur, sin una previa tradición de oficios o destrezas ni tradición ingenieril propia en los últimos 30 años, puedan hacer hoy en día, con la misma calidad, casi cualquier cosa que se hace en una nación industrializada.

El entrenamiento y la formación laboral es un primer paso que permite el desarrollo paulatino del desempeño colectivo de los colaboradores de las empresas que da como resultado mayor competitividad del sector en el país y, por tanto, mayor riqueza generada.

Los cuadros técnicos, administrativos y directivos de las empresas deben enlazar la teoría con el ejercicio práctico de su quehacer muy ligado a las actividades físicas de los trabajadores para lograr un constante enriquecimiento mutuo de saberes.

No hay nada más práctico que partir de una buena teoría ya que al final de cuentas, en la construcción y en el hacer arquitectura, la teoría es la práctica escrita.

La sólida formación de la mano de obra y el convencimiento del beneficio que da trabajar en equipo logra mayor productividad, alta calidad, cero desperdicios, cero accidentes con total independencia y autonomía de acción, auto-organización y eficiencia.

Los cuadros superiores bajo este esquema son sólo facilitadores y coordinadores donde su principal trabajo se enfoca en la planeación, en la previsión, en la dirección, en la innovación, en el crecimiento sólido de la empresa, en el seguimiento y control y en la intervención por excepción en vez de pasársela como coloquialmente se dice, apagando incendios y matando culebras.

La dirección y el desarrollo organizacional están totalmente integrados. Es cierto que un excelente negocio en papel puede terminar siendo un fracaso por un mal desempeño directivo y que un negocio mediocre puede terminar siendo exitoso por una excelente actuación del director pero también, para una mejora consistente y sólida un *“Director solo”* no podrá lograr buenos resultados consistentes sin el desarrollo organizacional de los colaboradores que conforman la empresa y, muy especialmente, si los niveles operativos no saben hacer un trabajo integral de calidad.

Ningún país avanzado tiene a su mano de obra sin la preparación pertinente para hacer el trabajo que se le asigne, por el contrario, sus trabajadores tienden a estar cada día más calificados que especializados ya que por el vertiginoso avance tecnológico la especialización en una actividad tiende a la obsolescencia y la calificación, con el enfoque de *aprender a aprender*, tiende a la polivalencia, al trabajo colaborativo, a la adecuación a innovaciones, al aprovechamiento de medios y a incrementar las competencias sobre actividades no propias de un oficio dado pero fundamentales para el crecimiento personal.

En la construcción cada vez más surgen nuevas formas de dividir e integrar el trabajo, nuevas reparticiones de tareas, nuevas especialidades y, por tanto, nuevas calificaciones y competencias requeridas.

Como casos concretos de referencia se incluyen a continuación algunos ejemplos de aplicación conocidos.

La primera referencia muestra la manera en la que la empresa Bouygues, una de las más grandes edificadoras y constructoras de grandes obras civiles del mundo, imprime una remarcable importancia al desarrollo de sus trabajadores y al mantenimiento de armonía en sus relaciones. La empresa ha identificado que el desarrollo conjunto de todo su personal y muy particularmente el de sus obras ha contribuido considerablemente en el auto-desarrollo y posicionamiento de la organización a nivel mundial.

Su enfoque se da en torno a tres importantes ideas:

- La empresa es una comunidad de personas.
- El consenso entre todos es un factor importante de progreso
- El desarrollo del grupo depende del espíritu de equipo en la compañía.

El sentido de pertenencia a la misma comunidad formada va más allá de los estrictos confines del trabajo. Hay un verdadero espíritu de unidad y de identificación con la empresa.

Es ampliamente sabida y reconocida la prioridad que esta empresa fundada y dirigida por el Ing. Francis Bouygues (finado[†]) dio a sus colaboradores dándose énfasis a la convicción de que *el desempeño del grupo es el resultado directo del trabajo y de la iniciativa de cada persona en todos los niveles y funciones.*

También en esta empresa se mantiene el más alto nivel de seguridad en el trabajo como permanente preocupación. Esto ha hecho que el dinamismo del grupo se haya traducido en un incremento anual del 29% de rentabilidad.

La empresa ha invertido en la constante mejora de seguridad laboral, desde sus diseños, su organización, sus métodos operacionales y sus prácticas, también ha invertido en medios y equipo de alto desempeño. Todos estos esfuerzos en el campo técnico hubieran sido inefectivos si los trabajadores en la obra no hubiesen participado en dicha mejora; para haberlo logrado fueron necesarias importantes campañas de capacitación que concientizaron a la gente sobre las ventajas comunes a lograr durante varios años.

Bouygues tiene un esquema de entrenamiento y promoción para todo su personal y un esquema particular enfocado a los jóvenes creando una organización denominada “**Jeunes Constructeurs en Bâtiment (JCB – Jóvenes Constructores de Edificios)** para atraer a una fuerza de trabajo calificada preparada para asumir responsabilidades a futuro.

Los jóvenes trabajadores reclutados han sido egresados de escuelas técnicas o han hecho estudios en ellas pero con capacidades reconocidas. Los jóvenes trabajadores reciben su capacitación en la misma obra (por el método de aprender haciendo) por miembros calificados del gremio o por jefes de equipo (equivalentes a verdaderos maestros de obra muy conocedores de su oficio) que fungen como padrinos o tutores y que asumen la responsabilidad profesional y moral.

Los jóvenes tienen como destino llegar a ser futuros jefes de equipo y administradores de proyectos o a asumir varias posiciones clave en la organización.

Los excelentes prospectos de promoción interna son una característica muy particular de esta empresa que contrasta con las clásicas estructuras burocráticas; le da a todo mundo una oportunidad independientemente de su nivel académico si hay resultados de buen desempeño en su trabajo lo cual genera gran motivación. De esta manera el espíritu Bouygues queda expresado con una actitud dinámica, moderna y competitiva.



En toda la empresa se asegura constantemente la comunicación y el diálogo sin perder el respeto a la autonomía en la toma de decisiones, la delegación de funciones y la autoridad compartida. Bouygues se ha preocupado por la valoración de sus trabajadores asegurando su estabilidad, mantenimiento y promoción a través de “Les Compagnons de Minorange” donde se promueve el trabajo calificado y se busca cumplir los objetivos siguientes:

- Retener a los mejores miembros del gremio en la empresa,
- Permitir a estos miembros del gremio participar en la vida de la Compañía y en su éxito.
- Hacer a los miembros del gremio sentirse orgullosos de su oficio y de su empresa.
- Permitirles administrar con autonomía sus responsabilidades.

Como otra referencia citamos a una organización de oficios de gran tradición y prestigio de nacionalidad francesa llamada “Les Compagnons du Devoir” cuyo origen data de la edad media durante la construcción de catedrales.



Figura 3.42 –MAQUETA DE UNA CATEDRAL INGLESA que muestra sus condiciones de proceso en obra y dibujos que muestran las peculiaridades constructivas de las edificaciones en la Edad Media – *Fuentes: Información Publicada por la Organización “Les Compagnons du Devoir y (*) Fotografía tomada de Maqueta de una Catedral Inglesa.*

Su principal objetivo se centra en la preservación del conocimiento histórico de la construcción y en el desarrollo constante de las competencias en varios oficios y muy particularmente en los oficios de la construcción.

Los oficios son vistos por esta institución de manera integral que implica conocer e ir dominando los oficios del futuro considerando a la vez las técnicas del pasado aplicables en la restauración y la renovación considerando adicionalmente la utilización de tecnologías de punta para la innovación.*

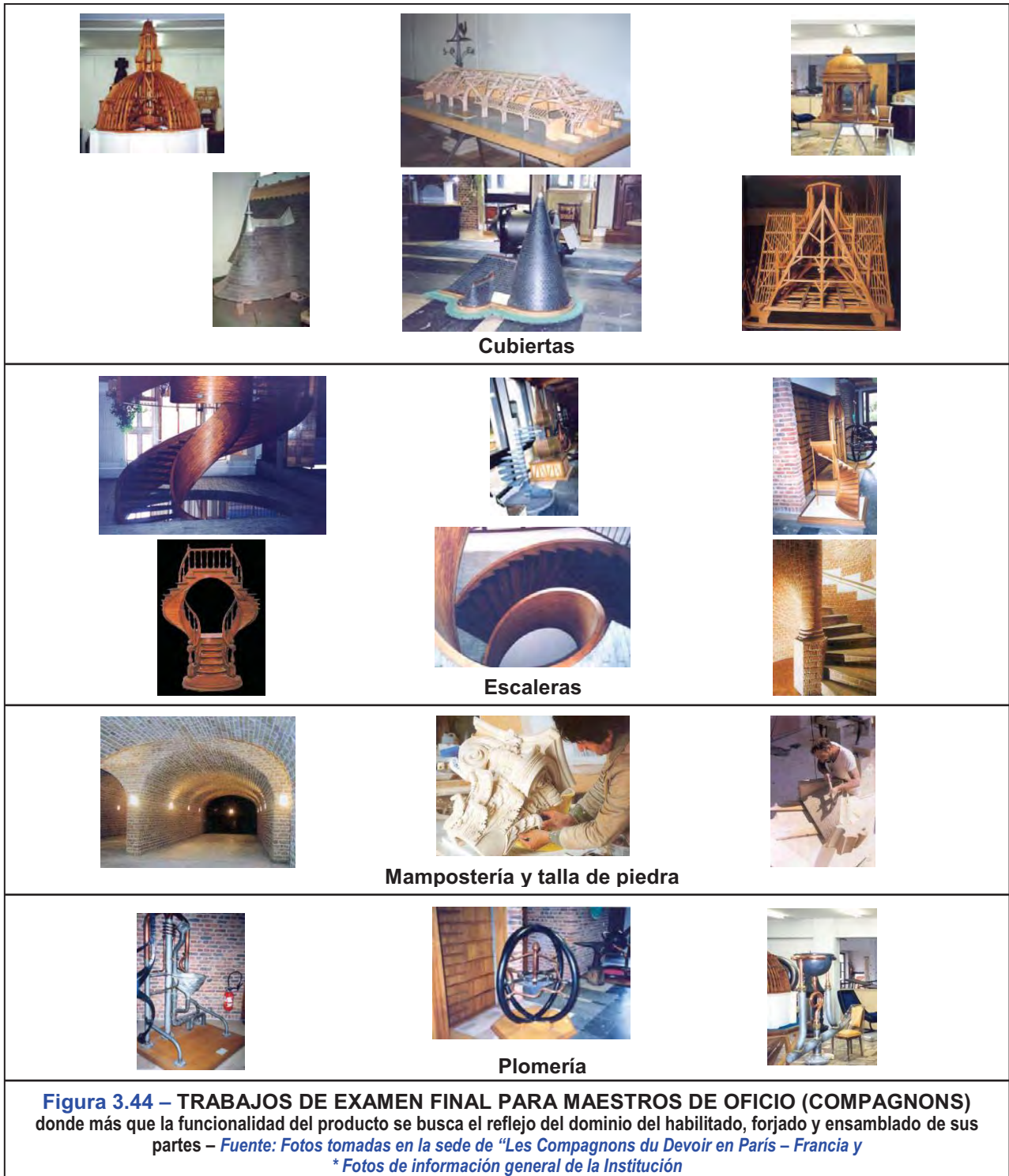


Figura 3.43 –ATUENDOS Y MANIFESTACIONES GREMIALES que evocan la tradición y la continuidad a través del tiempo de los oficios de la construcción en Europa.

Fuentes: Información Publicada por la Organización “Les Compagnons du Devoir y del Libro () Grundwissen Bau, Autor: Batran BALDER, Edit. Handwerk und Technik - Hamburg, 2002*

Los oficios necesitan aptitudes manuales y conocimientos generales y tecnológicos de alto nivel.

Los Compagnons son verdaderos maestros de oficios que obtienen un saber-hacer de alto nivel adquirido por la vivencia directa de su vocación durante varios años y en diversos lugares de Europa y de otros países del mundo. Su formación puede llegar a durar hasta 8 años para ser reconocido como “Hombre de Oficio” llamado Compagnon.



Los oficios más requeridos en México que ofrece esta organización son: *albañilería, carpintería, herrería, plomería, talla de piedra, yesería y tablaroca* así como *mecánica y torno*.

Esta organización, por medio de sus hombres de oficio ofrece planes de capacitación en los diferentes oficios de la construcción a jóvenes con vocación.

Uno de los compromisos de “Les Compagnons” es, además del dominio de los oficios, su transmisión por medio de la enseñanza a los jóvenes.

Sus planes de capacitación son sumamente flexibles que incluyen a la formación en alternancia donde se combina el aprendizaje en aula-taller-estadías-empresa:



Figura 3.45 – VISITA AL CENTRO DE ENSEÑANZA DE OFICIOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE L'ILLE, Francia.

Fuente: Fotografías tomadas durante la visita al Centro

Con objeto de dar una idea del contenido de la formación continua que se ofrece en cada oficio, se enlistan a continuación los rubros generales.

<p><u>Albañilería y Obra Negra</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lectura de planos, nivelación y trazo, • Colados de concreto de calidad, • Cimbrado y apuntalamiento, • Habilitado de acero, • Uso de cimbras metálicas y moldes, • Mampostería (ladrillo, block, piedra), • Recubrimientos (chapeos, azulejo, cerámica, etc.), • Precolados de concreto, • Rehabilitación de edificios antiguos, • Organización física de obras • Jefe de equipo (maestro de obra), • Jefe de obra (Residente), 	<p><u>Talla de piedra</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lectura de planos, • Levantamientos y aparejos, • Despieces, • Herramienta específica del trabajo de piedra, • Equipo de corte, taladrado, martelinado, pulido, etc. • Corte de piedras, • Talla de piedras blandas y duras, • Manipulación y colocación de piedra, • Organización física de obras
<p><u>Yesería</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lectura de planos, • Muros divisorios de yeso y pegados con yeso, • Aplanados tradicionales, • Colocación de productos secos (tablaroca), • Preparación y aplicación de yeso, • Moldeo, • Estuco de piedra y de mármol, • Organización física de obras. 	<p><u>Plomería</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lectura de planos, • Equipo y herramientas especializadas, • Habilitado y colocación de tubos de cobre y de acero, • Habilitado y colocación de tubos de plástico, • Soldaduras de todo tipo, • Preparación para certificación de soldador, • Instalación hidro-sanitaria, • Prefabricación de plomería, • Diseño y cálculo de instalaciones hidrosanitarias, • Organización del trabajo, • Organización física de obras.
<p><u>Herrería</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lectura de planos, • Trazo y colocación de lámina, • Soldaduras de todo tipo, • Herrería de acero, • Aluminio, • Acero inoxidable, • Escaleras rectas y helicoidales, • Concepción y cálculo de estructuras, • Herrería ornamental, • Bajo-relieves, • Organización del trabajo, • Organización física de obras. 	<p><u>Carpintería</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lectura de planos, • Máquinas y herramientas para madera • Carpintería interior, • Escaleras, • Closets y muebles interiores, • Cerrajería • Acabados, • Prefabricación de carpintería, • Organización del trabajo, • Organización física de obras.

Existen otros centros de formación de oficios de tradición en Italia, en el Reino Unido, en los Estados Unidos y en Alemania principalmente.

También hay varios centros de formación de oficios de la construcción en todos los países europeos para jóvenes de 18 a 24 años sin gran tradición pero con reconocido prestigio como el Instituto Gaudi en España o la escuela de Egleton en Francia.

El Oficio de Albañilería se subdivide en dos grandes ramas a dominar:



A.- Obras de Concreto



B.- Obras de Mampostería

Figura 3.46a – ENTRENAMIENTO PARA OFICIOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA
 Fuente: *Modern Masonry; Clois E. KICKLIGTER; THE GOOD HEART-WILLCOX COMPANY Inc., 1997; p. 188, 189, 190, 191, 300, 301 y 323*



Figura 3.46b – ENSEÑANZA DE OFICIOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN ESPAÑA
 Fuente: *Información publicitaria del Instituto Gaudi de la Construcción, Barcelona*



Figura 3.46c – EN ESPAÑA EXISTE LA CARRERA CORTA DE 3 AÑOS DE ARQUITECTO TÉCNICO (antiguamente llamado aparejador) la cual se enfoca exclusivamente al trabajo profesional de dirección técnica y administrativa de las obras
 Fuente: *Información publicitaria del Instituto Gaudi de la Construcción, Barcelona*



Figura 3.46d – CURSOS FORMALIZADOS DE CAPACITACIÓN EN CASAS GEO organizados con la participación de enseñantes de “Les Compagnons du Devoir” de Francia para albañilería (concretos, mamposterías y obras complementarias).
 Fuente: *Fotografías tomadas directamente en Obra de Ixtapaluca 2000, construida por Geo Edificaciones, S.A. de C.V.*

En la oferta de otros centros de formación de oficios de edificación se pueden encontrar una amplia gama de opciones; de entre ellas hay algunas que se han visto de utilidad en nuestro sector particular las cuales se enlistan a continuación incluyéndose su contenido de alcances:

<u>Pintor y Fachadista</u>	<u>Impermeabilización de fachadas, azoteas y cubiertas</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Reparaciones (Yeso, concreto, acabados aparentes) y refuerzos (mallas, pasivación de acero, etc.). • Preparación de superficies de soporte (plomeo y nivelación, decapados químicos, mecánicos y térmicos, aplanados, juntas). • Acabados (pastas, pinturas). • Limpieza de superficies y materiales. • Colocación de chapeos y fachadas ventiladas. • Levantamientos de fachadas existentes y croquis de ejecución. • Chapeos adheridos (incluyen pruebas de desprendimiento). • Recubrimientos fijados mecánicamente (despieces, ventilaciones, puntos singulares, puentes térmicos, tornillería, herrajes, bastidores, juntas, cortes rectos y oblicuos, molduras, etc.). • Protección y limpieza de materiales (en obras de conservación). 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento de superficies de soporte (incluyendo pendientes, escurrimientos, bajadas y caídas). • Sistemas de impermeabilización. • Tipos de productos. • Refuerzos de impermeabilización (esquinas entrantes y salientes, perímetros de coladeras y rebosaderos, pasos, etc.) y puntos singulares. • Despieces y traslapes de membranas. • Impermeabilización flotante. • Acabados y juntas. • Goterones (flashings), goteros, molduras y remates.

De no menos importancia, existen también centros especializados en la formación de personal de operación de equipos y de maquinaria de obra y en trabajos específicos de urbanización e infraestructura como el tendido de tuberías de saneamiento y de alimentación de agua potable o gas natural y la instalación de redes de electrificación y de instalación eléctrica y de gas.

Los cursos se dirigen a personas que trabajan en las empresas e incluso pueden darse a una empresa específica en sus instalaciones o a jóvenes dentro de los sistemas escolares preestablecidos.

Las cámaras de la edificación y de obras públicas también ofrecen cursos en alternancia.

Para la conducción segura y productiva y para el cuidado y mantenimiento de equipos de construcción; Escuelas como la Emile Picot o la Federation Nationale de Travaux Publics.

Con objeto de dar una referencia de los contenidos de los cursos de capacitación ofrecidos por los centros de formación mencionados, se incluye a continuación un desglose de módulos y de sub-temas que los integran en lo utilizable para proyectos de vivienda.

Debido a la relativa corta duración de los módulos es conveniente que, por cada colaborador de la empresa, se elabore un plan de capacitación que incluya varios módulos que le permitan adquirir una capacitación lo más completa y variada posible en base a un programa de desarrollo personal que, a su vez, sea necesitado por la empresa.

Los cursos pueden diseñarse de manera combinada con los trabajos que la empresa vaya requiriendo en sus obras en proceso con objeto de ir produciendo mientras se va aprendiendo y de ir capitalizando el aprendizaje en su aplicación sobre la realidad; esto requiere de la asistencia directa en obra de los profesores y conlleva, en algunos casos, sobre todo al principio, un mayor consumo de tiempo en las operaciones de la obra pero, dicho tiempo adicional hay que considerarlo como una inversión que da resultados a corto plazo.

Capacitación enfocada a la ejecución de obras de urbanización y de infraestructura:

- *Vialidades urbanas* y espacios públicos o privados al exterior (construcción y mantenimiento de pavimentos, de adoquines, de losetas, de piedra, de concreto y de asfalto, guarniciones, banquetas, andadores, ciclopistas, áreas de juego, canchas deportivas, jardinería, etc.), implica la realización de señalización urbana, la colocación de pavimentos y de pequeñas obras exteriores de albañilería.
- *Canalizaciones* de agua potable, saneamiento y ramaleos.
Incluye la ejecución de obras de captación, almacenamiento y distribución de agua potable así como la evacuación de aguas servidas (con registros, pozos y cárcamos de rebombeo) hacia las plantas de tratamiento y su retorno al medio natural.
Incluye también el tendido de canalizaciones para el transporte de fluidos de todo tipo (gas natural, etc.).
Igualmente, asegura el mantenimiento de las instalaciones existentes.
Para todos estos trabajos se consideran los métodos tradicionales de ejecución así como las nuevas técnicas de hincado y de perforación dirigida, aprendiéndose a utilizar desde minicargadores, miniexcavadoras, hasta equipo de perforación.
- *Operación de equipo de obra* (motoconformadoras, bulldozers, cargadoras, excavadoras, cargadora-retroexcavadoras, elevadoras, compactadores, finishers, etc.).
El aprendizaje para la operación de cada tipo de equipo de construcción requiere de una división de cursos específicos (motoconformadora, excavadora, cargadora (sobre orugas y sobre neumáticos), bulldozer, cargadora-retroexcavadora, elevadora, grúa móvil, equipos multifunciones, rodillos compactadores, grúa torre, minicargador, minipala, etc.).
A cada curso específico se le denomina módulo con duraciones que varían de una a más de ocho semanas.
Esta formación en módulos se debe a que cada tipo de equipo sirve para funciones diferentes y, por ello, sus características de diseño también son diferentes.
Un solo operador puede aprender por tanto a conducir varios tipos de equipos al haber cursado los módulos de formación correspondientes.
El alcance de cada módulo se puede desglosar en: tecnología de la máquina, conducción, mantenimiento preventivo y general, prácticas de ejecución de trabajos específicos, consignas de seguridad y prevención de accidentes, productividad, calidad de las obras ejecutadas, métodos de trabajo y organización, así como cuidados específicos para cada tipo de equipo.
- *Mecánica de máquinas de construcción* (mantenimiento, reparación en obra y en taller).
Esta capacitación se da a personas con conocimientos formalmente aprendidos de mecánica. Incluye en su alcance el mantenimiento preventivo y rutinario así como la reparación hidráulica de máquinas, electricidad de máquinas y vehículos, motores diesel y soldadura.
Con esta preparación un mecánico puede montar y desmontar todo equipo de construcción gracias a sus excelentes conocimientos de hidráulica, neumática, electricidad y de electrónica aplicados con organización, orden, imaginación, habilidad y asertividad.
- *Instalación de redes de electrificación* (líneas de transporte y distribución eléctrica y así como de telecomunicación).
Incluye la instalación de redes aéreas y/o subterráneas de transmisión y de distribución de energía eléctrica en alta, media y baja tensión, así como de telecomunicaciones y de alumbrado público, con prudencia y respeto de las consignas de seguridad aplicables.
En todas las especialidades de oficios hay temas comunes y válidos que se imparten junto con las asignaturas específicas de cada oficio.

Los módulos de este tipo se pueden agrupar en tres grandes familias de temas:

- Módulos de formación general,
- módulos técnicos comunes y
- módulos de seguridad e higiene.

El contenido de cada uno de estos tipos de módulos se enlista a continuación.

Formación General

- Español: Terminología y ortografía de términos de construcción.
- Matemáticas: Aritmética y geometría aplicada a la construcción.
- Entorno Profesional: Estructura organizacional, reglas y costumbres.
- La Lógica del Aprendiz-Oficial-Maestro.
- Los Considerandos Económicos
- Comunicación, colaboración, trabajo en equipo, dependencia, independencia e interdependencia laboral y social.

Módulos Técnicos Comunes

- Organización en el tramo de trabajo (incluyendo: recepción del trabajo previo, proceso de actividades con limpieza y cuidados, entrega completa y limpia).
- Andamiaje (caballetes, plataformas, hamacas), apuntalamiento, aprovechamiento de equipo mayor.

Módulos de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente

- Sensibilización a los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
- Consignas de seguridad e higiene (contra riesgos físicos y químicos).
- Medios y equipos de seguridad personal y colectiva; señalización.
- Señalización, acciones y posturas.
- Salvamento, socorrismo en el sitio de trabajo.
- Riesgos psicosociales (factores de stress en el trabajo).
- Prevenciones contra incendio, sismo y viento.
- Sensibilización al impacto ambiental (ruido, polvo, vibración, etc.).

Existen la percepción general de escasez de trabajo pero paradójicamente para los oficios de la construcción hay un vasto campo de desarrollo tanto cuantitativo como cualitativo dada la necesidad de construcción obras de edificación (viviendas, equipamientos, etc.) de urbanización (calles, banquetas, andadores, estacionamientos, etc.) y de infraestructura (cisternas, tanques, plantas de tratamiento, emisores, etc.)... *el trabajo espera a los que lo saben hacer bien.*

Los participantes en el acto de construir a todo nivel deben ser personas con vocación, con sólidas bases de conocimiento en su hacer y con oficio madurado con la experiencia y la actualización continua.

Los trabajadores de la construcción deben ya ser responsables de sus acciones y no meros ejecutores ciegos.

La formación será el detonador del urgente cambio que se necesita hacer y la experiencia de otros países nos será de gran ayuda como apoyo y referencia para tal fin.

Urge un enriquecimiento de competencias, ya no basta el saber hacer un trabajo con calidad, se requiere trabajar en equipo, flexibilidad organizacional hacia una nueva economía del tiempo, productividad, mutación de los oficios de la construcción hacia la industrialización y la desespecialización tendiendo más a la polivalencia y a la inclusión de un alcance llave en mano (más integralidad del trabajo) con más autonomía y más responsabilidad.

Bajo este enfoque hay que buscar la extensión de roles hacia la policompetencia desarrollando las potencialidades escondidas que cada quien tiene.

Los trabajadores de la construcción deben aportar ahora su apertura y disposición para constantemente ir desarrollando destrezas, competencia y técnicas así como conocimientos múltiples y enfoque intuitivo.

Debido a que las condiciones del trabajo son al exterior, se requiere que las personas que trabajen en la obra gocen de una buena salud y les guste el contacto con los elementos naturales que les rodean (sol, viento, lluvia, etc.).

Se requieren habilidades mentales como ingenio y sentido práctico incluyendo el cálculo matemático y geométrico, sensibilidad para estimar cantidades, dimensiones y pesos así como para apreciar las características de los diversos materiales que se manipulan, transforman y colocan (sentir la materia).

Hay que detectar, solucionar y cuidar los detalles; *los pequeños detalles bien ejecutados hacen las grandes diferencias.*

Es imprescindible fomentar una comunicación constante y un mejor manejo de las relaciones humanas con los compañeros, con los demás especialistas de la construcción, con los subalternos, los jefes y los clientes.

Hay que saber escuchar, expresarse, aprender, enseñar y compartir conocimientos y habilidades, buscando una renovación y actualización constante además de la mejora continua compartiendo los conocimientos no sólo de padre a hijo como en antaño sino de hombre maduro a joven buscando adeptos con vocación. *No sólo hay que ser bueno sino hay que enseñarlo a los jóvenes.*

El espíritu de observación y el saber capitalizar la experiencia es una ocupación que exige competencias y requiere de estudio, concentración, habilidad mental y corporal con continuo aprendizaje.

Hay que estar abierto a aprender de otra manera (en alternancia aula-taller-obra y a aprender otras cosas).

Es imprescindible saber interpretar dibujos y planos así como especificaciones escritas y cotas o cifras para la aplicación en el trabajo y saber tomar escuadras, plomeos y otros instrumentos de medición con conocimientos de topografía.

Una característica importante es la fuerza física y la buena coordinación de mente y cuerpo para desarrollar destrezas manuales con organización, conocimiento y habilidad artesanal.

El ir mejorando la relación humana, la coordinación y el aprendizaje constante no son fáciles. El *desarrollo “duele”*; *necesita esfuerzo, disciplina y entereza personal* pero es el camino conocido para crecer como ser humano en una actividad que no sólo nos permite ganarnos la vida con decoro y bienestar sino que nos crea grandes satisfacciones y en resumen mucho orgullo.

Generalmente, los cursos destinados a los colaboradores de una firma se hacen a la carta tomando en cuenta los equipos de su propiedad, los tipos de obras que realiza y las necesidades, dudas específicas e inquietudes particulares. Estos centros también llegan a incluir en sus alcances el seguimiento de desempeño y la evaluación de los aprendices así como la ayuda para reclutar a nuevo personal calificado y evaluado.

Una empresa grande o varias empresas pequeñas y medianas organizadas con la implicación de la Cámara de la Construcción pueden iniciar la formación de su personal para este tipo de conocimientos tan necesarios.

El nivel educativo de los trabajadores de la construcción con oficio en los países desarrollados generalmente equivale al de bachillerato o de bachillerato más dos o tres años, su sueldo es alto si lo comparamos con lo que se paga en nuestro país pero el valor que le dan a su trabajo por lo bien hecho, rápido, seguro, limpio, sin desperdicio, etc., termina conviniendo a las empresas al evitarse costos por incumplimiento de compromisos, por irresponsabilidad, por mala calidad (retrabajos, retoques y reparaciones), por desperdicios de insumos, por improductividad y por daños y efectos colaterales que, incluso obligan a recurrir a demasiado tiempo de supervisión, de seguimiento y de control de mucho desgaste y de poca efectividad cuyo costo siempre es alto.

La supervisión de un trabajo mal hecho nunca sustituye a un trabajo bien hecho a la primera. La autorevisión llevada a cabo conforme se va avanzando asegura la calidad de lo hecho.

Sin lugar a dudas, la inversión que se haga en entrenamientos prácticos, de corta duración y con alcances específicos para nuestros actuales tipos de trabajadores, tomando como referencia los contenidos de los planes de formación establecidos en países avanzados, nos dará en el corto, mediano y largo plazo, un alto retorno de valor traducido en competitividad y rentabilidad.

Las empresas desarrolladoras de vivienda y el sector en su conjunto tienen la posibilidad de enriquecer significativamente su trabajo al implantar el esquema de empresa-escuela en su organización apoyándose con las universidades y centros de enseñanza para establecer programas de capacitación en alternancia o de formación similar y complementaria.

Los centros de enseñanza y las universidades hasta ahora dan una formación desvinculada del sector productivo.

Salvo algunas excepciones, las universidades y centros de enseñanza superior se están enfocando en la preparación con enfoque más académico que práctico dándose por ello como resultado altos índices de desempleo en los profesionales por falta de práctica y experiencia, resultante de esta falta de comunicación y coordinación de empresa-escuela a través de la formación en alternancia.

Los profesionales destinados a ocupar puestos de nivel ejecutivo y directivo adolecen de una suficiente preparación técnica, administrativa y directiva dándose como consecuencia altos costos operativos para las empresas y poca competitividad a nivel internacional.

Se ve necesario enfatizar la enseñanza y la investigación de tecnología para los profesionales de licenciatura, maestría y doctorado.

En los países desarrollados se da gran importancia al aprendizaje de *ingeniería arquitectónica* y a la *organización y dirección práctica y vivencial de las obras* ya que se enseña a través de simulaciones, de análisis de casos y de prácticas en obras reales de construcción o del trabajo cotidiano en las empresas.

Los egresados, por tanto, ya tienen integrada en su formación la experiencia práctica que las empresas requieren, incluso, en muchos casos, los estudiantes que hicieron sus prácticas en empresas durante su formación son directamente contratados por dichas empresas al terminar su carrera o al terminar sus estudios de posgrado.

Desde hace varios años, la formación en alternancia de jóvenes universitarios se está expandiendo a prácticas en empresas de países extranjeros en todo el mundo lo cual implica conocer otros idiomas, otras costumbres y condiciones diferentes que los hace más competitivos y adaptables.

La formación para los cuadros técnicos y administrativos del sector corresponde a cuatro perfiles estandarizados de nivel universitario para carreras cortas de 3 años o de cinco años.

Los nombres y equivalencias con actividades comúnmente conocidas se incluyen a continuación partiendo del nivel inferior hacia el nivel jerárquico más alto.

- **Jefe de equipo** (equivalente al antiguo maestro de obras pero con capacitación formal).
- Asegura diariamente la organización general de una obra o de una de sus partes (en caso de obras grandes) a veces reemplaza en ciertas tareas al Jefe de Obra, siempre está presente en su obra o en su tramo, vigila la calidad, la seguridad y la productividad.
- Coordina el trabajo de las cuadrillas, toma iniciativas y posee alto sentido de responsabilidad y de organización, sabe manejar a su gente.

Los principales conocimientos a adquirir son:

- Lectura de planos.
- Trazos y nivelaciones.
- Organización de puestos de trabajo.
- Animación de equipos.

➤ *Jefe de obra (Residente)*

- Prepara la obra en función de sus condiciones y obstáculos.
- Reparte los trabajos y registra avances al final de cada jornada y asegura las condiciones adecuadas a mantener en el área de trabajo.
- Depende del conductor de obras.
- Tiene desarrollado el don de mando y le gusta dirigir y organizar la actividad de sus cuadrillas.

Los principales conocimientos a adquirir son:

- Organización de obras.
- Preparación e instalación de obras (planes de obra).
- Comunicación y administración de equipos.

➤ *Conductor de obra (Superintendente General o Gerente de Construcción).*

- Es el responsable por la ejecución de los trabajos de una obra grande o de varias obras.
- Trabaja directamente en el sitio de construcción, define los medios de producción (equipos de personas, maquinaria, materiales, medios auxiliares).
- Elabora los reportes y diarios de obra y, coordina y dialoga con todos los participantes en la construcción. Es el responsable de los métodos y modos de construcción así como de su calidad.
- Conoce todas las técnicas constructivas de las obras a su cargo, la normatividad y reglamentación y las consignas de seguridad aplicables. Soluciona los problemas que se presenten y supera retos con alto sentido de relaciones humanas.

Los principales temas para su formación son:

- Gestión de contratos.
- Legislación, reglamentación y normalización.
- Comunicación y animación de personal.
- Administración del tiempo.
- Reportes de Geotecnia.
- Conducción de obras en todas sus especialidades.

➤ *Director de Obras*

- Es un ingeniero o arquitecto que planea la construcción de los proyectos incluyendo presupuestos, programas, contratos, planos constructivos y especificaciones, trabaja en gabinete y en obra.
- Es responsable del éxito de las obras que coordina y da las directivas a los conductores de obras o jefes de obra. En su caso, debe ser una persona de acción altamente preparada.

Todos estos perfiles son de “hombres de terreno” y de hombres “todo terreno”. Estos apelativos enfatizan la necesidad de tener amplia experiencia práctica en obra.

Es obvio que en nuestro contexto no hay una preparación ni una valorización de los oficios de la construcción pero no se ve tan evidente la falta de preparación técnica, pragmática y experimental en materia de tecnología de la construcción y en conocimientos paralelos de gran utilidad sobre gestión, presupuestación, relaciones humanas, calidad, etc. que se requieren y se dan en otros países.

Los cuadros técnicos y administrativos con título profesional requieren también ser capacitados en Tecnología de la Construcción y en los conocimientos paralelos de Administración General, Administración por Proyectos, Contratación, Relaciones Humanas, etc.

Es necesario capacitar a nivel general a todos los cuadros técnicos y administrativos con contenidos de tecnología constructiva y arquitectónica así como con el empleo de la técnica de administración de proyectos en lo aplicable a los proyectos de la empresa.

También es necesario capacitar a nivel específico impartiendo conocimientos prácticos adecuados a los perfiles y tipos de trabajo de los colaboradores.

Los principales temas de capacitación a cubrir tanto a nivel general como específico son los indicados en la siguiente tabla.

Temas técnicos	Temas administrativos
Diseño arquitectónico y urbano.	(*) La comunicación en la empresa.
Topografía.	Administración de proyectos en desarrollos de vivienda.
Geotécnia y cimentaciones.	
Conceptos estructurales.	Elaboración, organización y archivo documental de proyectos.
Mamposterías y concreto en muros.	
Losas de entrepiso y azotea.	Presupuestación de proyectos.
Laboratorio de suelos y materiales	Programación de proyectos.
Instalaciones hidrosanitarias.	Contratación.
Instalaciones eléctricas y de corriente débil.	Seguimiento y control de proyectos.
Instalaciones de gas.	Seguridad e higiene.
Instalaciones especiales.	Contabilidad analítica y contabilidad general.
Protección de la construcción.	Calidad total.
Aislamiento térmico y acústico.	Trazabilidad.
Acabados, recubrimientos, muebles y accesorios.	
Obras exteriores (redes urbanas, guarniciones, pavimentos adoquinados, de losetas, de concreto y de asfalto, jardinería, etc.).	
Normatividad y reglamentación.	

Todo el contenido de capacitación en este caso está enfocado en aplicar lo aprendido de la manera más inmediata. No está concebida como un solo repaso de lo estudiado en la universidad.

* De los alcances de capacitación sobre administración, el correspondiente a *Comunicación en la Empresa* debe ser considerado como uno de los más importantes.

El contenido de este tema incluye la difusión de la visión, misión, valores, políticas y códigos de ética entre los colaboradores de la organización así como la importancia de una comunicación oportuna, efectiva y eficiente lograda con los medios y rutinas de información.

La incomunicación es uno de los principales males que afectan el adecuado flujo del trabajo colaborativo y el compañerismo requerido para el desarrollo de equipos de personas.

Las principales condiciones de trabajo en las empresas que construyen vivienda se dan en dos entornos de trabajo muy diferentes: *La oficina y la obra*; se requiere establecer por tanto sistemas de comunicación que involucren a todos los tipos de colaboradores de la empresa, difundidos y exigiéndolos para lograr eficiencia, sinergia y unificación de metas.

Se comentan a continuación los principales problemas de comunicación entre los dos entornos mencionados y se proponen líneas de acción para resolverlos.

Los colaboradores del ambiente de oficina conforman principalmente los cuadros técnicos y administrativos de la empresa con formación universitaria (arquitectos, ingenieros, contadores, administradores de empresas, mercadólogos, etc.) que sin embargo adolecen de una preparación orientada a la ejecución física de las obras y desconocen su ambiente de trabajo; tampoco están capacitados para trabajar en equipo.

Los trabajadores de obra generalmente tienen un promedio de nivel educativo bajo y se han ido adiestrando en los trabajos que realizan de manera circunstancial y aleatoria sin los conocimientos básicos y de respaldo que se necesitan para llevar a cabo un trabajo colaborativo eficiente y de calidad.

Los dos entornos de trabajo, tan diferentes, generan una brecha natural que impide el entendimiento, la comunicación y el trabajo sinérgico.

La incomunicación propicia la falta de aprecio y de respeto entre ambos tipos de colaboradores. La falta de confianza germina principalmente en el ámbito de la obra por dejarse al personal de construcción muy al margen del circuito de decisiones importantes que impactan o inciden sobre ellos. Dicho sentimiento puede rápidamente repercutir en el ciclo de producción; por ello, hay que fomentar el máximo respeto interpersonal *posible combinado con el reconocimiento económico; ambos son muy importantes para todos los colaboradores.

Los lazos de unión entre las personas que trabajan en oficina, (en administración, comercialización, finanzas, etc., así como directivos, ejecutivos y supervisores) y los empleados y trabajadores de obra pueden mejorar de manera directa y positiva las utilidades de la firma.

La comunicación es sumamente importante lo cual obliga a mantener a los colaboradores de todo tipo informados sobre los logros, los avances y los retos de la compañía.

La administración y la producción deben estar presentes para complementarse en sus respectivas funciones y esta relación deberá basarse en la confianza y en la comunicación efectiva.

Es importante construir un sistema de relaciones entre la administración y la producción definiendo procedimientos y líneas de comunicación sencillas y eficientes.

En la medida en la que se mejoran las relaciones y la comunicación entre las áreas administrativas y gerenciales (incluyendo arquitectos e ingenieros, diseñadores, residentes, supervisores, etc.) y los ejecutores de las obras, se podrán esperar mejoras en cada una de las áreas.

La comunicación es la clave para la construcción de relaciones de confianza. El uso de informes escritos distribuidos (tipo periódicos o revistas en empresas grandes) con datos de actualidad en la empresa, de lo que se está haciendo, del estado económico, etc. ayuda a tener a todos al corriente.

Las reuniones regulares, formales o informales, donde la actual y la relevante información sea compartida entre todas las áreas es otro medio de mejora en la comunicación.

La constante comunicación de ida y vuelta entre áreas y niveles jerárquicos ayuda significativamente para puentear sus brechas. Siempre hay al principio escepticismo el cual hay que ir venciendo paso a paso.

Cada persona debe preguntarse: ¿Realmente sé que está pasando en las obras de la empresa? ¿Puedo recorrer mis obras y reconocer si tenemos un problema o no?

La formulación de una lista de preguntas y respuestas con interés y escucha es el primer paso para incrementar la productividad a los niveles previstos o incluso superarlos y para la obtención de beneficios comunes que construyan una sólida conexión entre las áreas de administración y producción. Este proceso no es sencillo principalmente para los administradores. “El proceso toma tiempo y hay que ser persistente y paciente principalmente con los “jefes” de personalidad (testaruda y mandona) quienes tienden a impedir la armonía entre áreas.

La creación de lazos fuertes entre el personal de producción y el personal de oficina es un reto que hay que descubrir y afrontar una vez identificadas las desventajas de este tipo de incomunicación que se da en nuestra actividad; por tanto, hay que ayudar a implantar sólidos principios en torno a estas dos importantes tipologías de recursos humanos (de obra y de oficina) para fortalecer y hacer más cohesiva a la empresa.

Lograr esta meta no es nada fácil pero es vital desarrollar buenas relaciones entre los trabajadores de obra y los equipos de administración; sin ello, la empresa no tendrá un buen desempeño; por ello, es que se sabe que la gente es un activo y no una herramienta; con ello se lograrán lugares de trabajo más armoniosos con un personal de obra más productivo, seguro y leal.

Casi inmediatamente se verá una subida de moral entre los empleados y una mayor actitud de proposición de ideas.

Otros beneficios colaterales que se pueden dar son: menos ausentismo, más puntualidad, más trabajo en equipo y mayor retorno de la inversión con mayor incremento de márgenes para la empresa en su conjunto.

Por el incremento de la comunicación e interacción entre áreas de oficina y de obra se logran visibles mejoras de los niveles de limpieza, seguridad, productividad y calidad.

El protagonista clave para consolidar la comunicación viva y rutinaria entre la oficina y la obra es el Superintendente de Construcción o el Residente.

Lamentablemente, muchos arquitectos nunca han estado involucrados en los procesos de producción de las obras y no entienden los fundamentos básicos que tienen detrás. Se limitan a hacerse presentes en la obra con un rápido y corto recorrido por las mañanas para asegurarse a sí mismos de que todo vaya caminando. Algunos son buenos para leer reportes y gráficas pero les faltan conceptos básicos de construcción (como por ejemplo: cómo se debe dosificar y mezclar un concreto); otros delegan y piden al responsable de una actividad de la obra que los tengan al tanto.

Los superintendentes deben ser capaces de construir confianza y buenas relaciones con todos los empleados de oficina y con los trabajadores de obra.

Dado el problema de varios arquitectos, ingenieros y administradores sobre el desconocimiento de las demás áreas funcionales de la empresa, es importante establecer cursos de capacitación sobre los procesos de construcción y la manera en que pueden afectar las utilidades del negocio. Necesitan participar, involucrarse, escuchar al personal de obra (trabajadores, proveedores, subcontratistas, etc.) y tratar de encontrar soluciones de manera conjunta.

Los superintendentes deben ser proactivos y asertivos como parte de su trabajo pero, bajo estas condiciones, deben darse tiempo para mejorar sus habilidades de escucha en vez de siempre estarle diciendo a otros lo que deben de hacer.

Los superintendentes deben crearse la costumbre de recorrer tanto sus oficinas donde trabajan (diariamente) como las obras para interactuar con los colaboradores de todas las áreas, haciendo preguntas y escuchando comentarios. La clave es “hacerse visible”. Esto realmente es muy apreciado por los empleados y trabajadores y conlleva la creación paulatina de lazos y relaciones que no podrían darse de otra forma.

Adicionalmente, se aprende más sobre la gente por sus ideas y conceptos útiles para potenciar mejoras gerenciales.

Los jefes de las obras también deben mantener la limpieza, la seguridad y la calidad de sus construcciones.

No se aprende solamente mientras se trabaja. El “aprender-haciendo” necesita complementarse “en alternancia” con capacitación sobre el cómo hay que interactuar con los trabajadores, principalmente con los oficiales calificados o especialistas en un oficio para tener una visión general que ayudará a entender la diferencia entre las funciones pasadas y las actuales responsabilidades.

Una acción clave para reforzar la comunicación se da con el establecimiento de las dos líneas de comunicación, particularmente para quienes históricamente no han cultivado dicha costumbre.

El tipo de comunicación normal “de jefes a subordinados” sigue sobreviviendo pero para una gerencia más efectiva hay que escuchar la retroalimentación de quienes trabajan en la obra y reaccionar en concordancia.

Las utilidades no se hacen detrás de un escritorio en una oficina bien decorada sino ahorrando costos en las obras haciendo las cosas bien.

Para la construcción de una relación efectiva se recomienda:

1. Priorizar la selección y contratación de los trabajadores basándose en el compromiso de productividad y calidad a través de su lealtad y dedicación, entre otras cosas. Los empleados de oficina y, muy especialmente los gerentes supervisores, etc., deben ser contratados en función de su experiencia en obra y su habilidad para trabajar en equipo en la empresa en su conjunto.
2. A los trabajadores de obra hay que mantenerlos involucrados atendiendo y solucionando rápidamente los asuntos o comentarios surgidos en campo. Esto crea respeto, confianza y credibilidad donde generalmente los trabajadores de las obras llegan a formar parte de la solución. Hay que reconocer y celebrar los éxitos conjuntamente.
3. Hay que conformar a un grupo élite: Muchas organizaciones no entienden que cuando se tiene un núcleo de muy buenos colaboradores que formen una masa crítica que nos aporte ideas y trabajo conjunto, ya que sirven de referencia para mejorar la organización en las obras.
4. Es necesario recorrer las áreas de trabajo regularmente. El liderazgo es crítico. Los superintendentes y gerentes así como otros trabajadores de oficina requeridos necesitan salir a las obras frecuentemente y hacerse conocer por su nombre entre los trabajadores.
La confianza se construye con el tiempo y con integridad.
5. Evitar los despidos numerosos con el argumento de ahorrar. Los continuos despidos de empleados genera reacciones negativas y destruye la lealtad y las relaciones constructivas.

Aunque los medios informativos coadyuvan en el logro de una eficiente comunicación, es un hecho que la presencia y seguimiento personalizado de los dirigentes (superintendentes, ejecutivos y directivos) en términos de recorridos regulares y reuniones asertivas con los trabajadores, es el mejor medio de lograr una comunicación viva y motivante.

Hay que darle importancia a estos temas para *cerrar la brecha entre teoría estudiada y práctica requerida* conformando un conocimiento integrado.

Esto puede verse como foco de alerta, exagerado e innecesario, como falla imposible de cambiar o, como una gran oportunidad de mejora que implica reaccionar y actuar haciendo los ajustes e implementaciones necesarias en el sistema educativo profesional y en las empresas.

El aprendizaje y el desarrollo del conocimiento (gracias a la capacitación modulada concebida como entrenamiento) es la fuente de competitividad y de generación sólida de riqueza, ambos son fundamentales para lograr la calidad y la productividad bajo las circunstancias de corto plazo pero, para realmente ser competitivo de manera sustentable para asegurar una continuidad más o menos exitosa en el largo plazo, se necesita ir adaptando los procesos y productos a las necesidades cambiantes de los usuarios tomando como base las tendencias percibidas dentro y fuera del contexto en el que se trabaja.

A esta adaptación constante y a *la búsqueda sistemática de la optimización a través de la adopción de nuevas soluciones y de nuevas propuestas le llamamos innovación* la cual sólo podremos aplicar con la calidad profesional y la formación continua de los colaboradores a todo nivel de la organización y, por ello, el inicio de todo lo mencionado a continuación lo da el conjunto de personas bien formadas que conforman la empresa.

El futuro se va forjando constantemente, no se adivina, no se pronostica ni se predice en una empresa.

El asegurarse de tener colaboradores cada vez más preparados y de mantener la motivación y el compromiso dirigido hacia un objetivo común para el desarrollo de todos, es una función crucial de los líderes de la organización ya que se aprende y se trabaja mejor cuando hay un componente emocional positivo.

La motivación se centra en el trabajo mismo, en la realización profesional de cada persona.

La actividad de cada quien es la que define su personalidad y la que le da valor y, por tanto, es la fuente motivante para su desarrollo constante.

Todos los colaboradores deben estar altamente enfocados en las metas para generar e incrementar una cultura centrada en los resultados.

La formación debe ser continua para asegurar en todos su nivel de competencia requerido para cumplir con las expectativas de un medio cada vez más exigente ya que no es importante solamente lo que se sabe sino lo que se es capaz de seguir aprendiendo.

Hay que *implantar paralelamente una cultura de compromiso* con objeto de que los colaboradores den vida a la misión, visión y valores organizacionales que produzcan un beneficio más allá del sólo cumplimiento de lo suficiente.

INNOVACIÓN

Aunque la eficiencia y la eficacia operativa de la organización aseguradas por la calidad y nivel laboral y profesional de sus participantes son fundamentales para la competitividad, no son atributos suficientes para destacar y para diferenciarse sino sólo los estándares mínimos para mantenerse en el mercado y, por tanto, no bastan para asegurar la continuidad ni el desarrollo sólido de la firma.

Es necesario aprender a anticiparse a los cambios y a las tendencias arquitectónicas y tecnológicas y reconocer cuándo y cómo deben aplicarse.

Hay que desarrollar habilidades concretas para transformar los nuevos conocimientos y tendencias en mecanismos de creación de valor innovadores.

Para capitalizar y rentabilizar consistentemente a la organización a mediano y largo plazo, se requiere de innovación soportada por el buen uso de la tecnología. La operación eficiente, la innovación constante y la tecnología de punta permiten dar respuestas ágiles y flexibles a contextos exigentes y cambiantes ya que la competitividad es relativa a la velocidad de cambio y avance de los competidores nacionales y extranjeros.

La constante innovación soportada por una sólida tecnología es el camino para ganar terreno y posicionar mejor a las empresas del sector en el escenario global.

Innovar es proponer y aplicar nuevas y mejores soluciones, es incluir cosas nuevas a nuestros proyectos que aporten mayor satisfacción a las necesidades y preferencias evidentes o deducidas de nuestros clientes, mayor economía y mayor cumplimiento con los objetivos de cada proyecto, siempre en torno a la búsqueda de su optimización.

El respaldo de la innovación lo da la investigación y el desarrollo.

La manera más práctica y fructífera de llevar a cabo la investigación y el desarrollo parte del análisis del amplio marco de referencia que hay en nuestra disciplina. La acción de investigación se traduce en el estudio bibliográfico de la tecnología y de la constante y viva aportación de soluciones, de ofertas de productos, de actualización e incremento de normas y reglamentos y de aplicaciones en proyectos de referencia.

Para impulsar la investigación y el desarrollo de nuevas propuestas hay que estar consciente del surgimiento de posibles errores al momento de su ejecución. Los errores deben asumirse, tolerarse y corregirse rápidamente en vez de ocultarse o sancionarse.

El error perdonable se da por la equivocación honesta en base a una decisión soportada, a una falta de experiencia suficiente y a falta de un trabajo de investigación sólido, el error imperdonable es el surgido del cinismo, la mala intención y la negligencia.

A pesar de los errores que se den en los procesos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), siempre y cuando se siga la disciplina prescrita por el método científico (donde se detecta la necesidad de comprender un hecho o de resolver un problema, se hace una hipótesis, se prueba y se comprueba o se constata lo contrario a lo establecido en la hipótesis para finalmente llegar a una conclusión o a una solución), en diversas empresas europeas se han logrado resultados muy positivos en el incremento de ventas de hasta un 16% por año y en el crecimiento sólido.

En nuestra disciplina queda más patente que la innovación es la resultante de la optimización creativa como factor fundamental.

La innovación filtrada por la optimización es la promotora de la productividad.

El futuro será de quienes ofrezcan bienes y servicios útiles, adecuados y valorados y no de quienes hasta ahora sólo se han dedicado a innovar manipulaciones financieras de engañoso beneficio y alto riesgo o, peor aún, de quienes han crecido por clientelismo y relaciones preferentes logradas con dádivas, atenciones y corrupción.

La innovación optimizada contribuye significativamente en la rentabilidad buscando siempre la ética para lograrla con trabajo inteligente, gastar con austeridad y mesura y, administrar con honradez y responsabilidad.

Se enlistan a continuación las principales características, condiciones y ventajas que, como resultante de la aplicación de un sistema de investigación y desarrollo de soluciones optimizadas, nos puede aportar la innovación.

- La innovación puede considerarse como la herramienta estratégica de una empresa.
- La innovación no sólo debe buscarse en tiempos de crisis.
- El tejido productivo del sector necesita romper con esquemas obsoletos e innovar para afrontar crisis y nivelarse con las empresas punteras.
- La innovación es la vacuna para la crisis.
- Las empresas que inviertan, que se diferencien, que busquen mejorar y crear nuevas aplicaciones y una nueva imagen de marca, estarán desarrollando su futuro.
- La innovación debe comenzar con la identificación de las áreas estratégicas.
- No se puede improvisar una cultura de la innovación.
- Tenemos que convertir en rutina la innovación.
- Cada vez hay que adaptarse mejor a las condiciones cambiantes a través de la innovación.

- Quien quiera conseguir creación de valor en el futuro, tiene que innovar ya que con ello se logran ventajas competitivas.
- Se requiere compromiso firme y riguroso.
- Gestionar la innovación supone siempre la necesidad de tener un modelo sistematizado que aproveche el marco de referencia al cual recurrir.
- La palanca de la innovación y de la mejora de la competitividad de las empresas se incrementa a través de la normalización y certificación.
- Un sistema de gestión de la I+D+i permite disminuir los riesgos económicos y técnicos derivados del desarrollo de un nuevo producto gracias a la clara definición de los objetivos perseguidos y a la procedimentación razonada en la toma de decisiones.
- Las empresas punteras llegan a invertir más del 8% de su facturación en actividades de I+D+i que en nuestro caso dicha inversión puede convertirse de inmediato en ahorro si se logra la optimización económica en el resultado logrado.
- La I+D+i regida por una búsqueda sistemática de soluciones optimizadas debe ser:
 - Motor para el crecimiento de la empresa generando nuevos y mejores productos.
 - Capacitación a la empresa para reconocer tecnologías emergentes o nuevas tecnologías no aplicadas en su ámbito de actuación.
 - La proximidad al mercado y el conocimiento del sector.
 - Valor diferencial respecto a la competencia, aportando prestigio y reconocimiento.
 - Colaboración con universidades, instituciones científicas y centros de investigación para la mejora continua.
- Implicación transversal de todos los colaboradores para facilitar una operación vertebrada, sólida y ligada en todo momento.
- Satisfacer necesidades de los clientes con productos y servicios de mayor valor agregado para obtener mejores rendimientos económicos.
- Mejora de la comunicación interna y externa así como el trabajo en equipo a lo largo de todo el proceso.
- Documentado y trazabilidad de resultados creando una base del conocimiento que contribuirá al éxito de otras implementaciones.
- Innovación = aplicación de generación de conocimiento.
- Sólo se mejora de forma objetiva aquello que se mide y sólo se puede medir aquello que está bien definido.
- La gestión del valor de edificios se basa en el ciclo de mejora continua.
- Se integran sistemas de calidad, medio ambiente y riesgos laborales en las empresas.

Del marco de referencia que cada organización pueda investigar, se puede ir seleccionando una tremenda cantidad de soluciones a aplicar con altas posibilidades de éxito en su aplicación por la certeza que nos da su aplicación en proyectos ya hechos y por tenerse claros los objetivos de mejora.

En una extensa primera etapa de investigación, desarrollo e innovación, no es necesaria la búsqueda de ideas originales de innovación disruptiva que incrementen riesgos de malos resultados y sus consecuencias, aunque en principio se vean atractivas y sugerentes.

La productividad y la innovación deben buscarse constantemente.

La obtención de utilidades por la sola reducción de costos y el decremento de la productividad (haciendo poco y buscando altos márgenes) sin innovar, no dará una posición sustentable y las aparentes utilidades no serán consistentes; se estará destruyendo el capital.

Por contra, si se persiste en la mejora de productividad de todos los recursos clave (capital humano, bienes de capital, organización, etc.) y en una innovación constante, se logrará ser rentable sustentablemente no sólo ahora sino en el futuro. *La continua búsqueda de la aplicación del conocimiento en el trabajo humano como fuente de riqueza asegurará las bases para obtener una organización económica.*

El conjunto de todos estos enfoques expuestos integran al desarrollo económico de las empresas como una disciplina relacionada con los valores humanos que aporta un criterio para saber si estamos avanzando en la dirección correcta y si los resultados que se vayan obteniendo son reales o sólo ilusiones engañosas del momento.

La constancia y la dedicación enfocadas a aplicar todos los conceptos enunciados nos coloca en el umbral de una concepción cimentada en un nuevo entendimiento de lo que ahora sabemos y comprendemos sobre la generación de riqueza.

El éxito o el fracaso de un proyecto se constatan por el tiempo que le toma llegar a ser aceptado por el mercado. Una mejor comercialización es esencial, pero esto por sí sola influye poco en el resultado inevitable. *Los proyectos son estructurados como éxitos o fracasos antes de que lleguen al mercado.*

Al proceso de descubrir las debilidades y transformarlas en fortalezas se le llama innovación.

La meta de una innovación exitosa es hacer que el producto del competidor se vuelva obsoleto para un área del mercado específica, y al hacerlo así crear un monopolio temporal para el nuevo producto.

La innovación de un producto requiere una investigación que represente el mejor y más alto avance de optimización del producto. Si una característica no existe dentro del área del mercado de la vivienda, será necesario ir a aquellas áreas del mercado en donde sí existe y hacer la investigación requerida para obtener una innovación exitosa. Los intentos que se hagan para innovar sin una investigación adecuada seguirán una ruta azarosa, y el resultado de tales esfuerzos depende de la suerte.

La investigación requerida para la innovación debe ser llevada a cabo de un modo sistemático y completo. Se pueden aprender algunas lecciones de los proyectos no exitosos así como de los exitosos. Sin embargo, al estudiar un proyecto no exitoso la meta es únicamente aprender de sus errores. Por esta razón, la investigación de un proyecto no exitoso en general consume menos tiempo que la investigación de los proyectos exitosos.

Los proyectos exitosos necesitan una documentación completa y detallada para servir como lineamiento para la adopción exitosa de los conceptos y los detalle ganadores en un programa de desarrollo de producto.

Una vez que se han identificado los segmentos de mercado que vayan a ser servidos por el programa de desarrollo en la empresa, los tipos de producto que han sido generalmente utilizados para atraer a esos segmentos deben investigarse. Es importante que la investigación cubra los tipos más exitosos de productos que actualmente se producen, ya sea un área del mercado inmediata o bien una lejana (incluso extranjera).

La forma más práctica, segura y económica de innovar se inicia con el establecimiento de contactos, con la asistencia a cursos y coloquios y con reiteradas visitas a ferias y exposiciones internacionales relacionadas con el sector.

Se continúa con la selección, difusión y modificación o adecuación de las nuevas tecnologías que se vean potencialmente aplicables; este proceso implica un trabajo interactivo de constante aprendizaje al tratar de sistematizar el conocimiento adquirido al ir conformando una red de relaciones de su contenido.

Esto nos lleva a entender y comparar las fuentes y los patrones de los cambios tecnológicos del sector para enfocarse especialmente en un proceso de aprendizaje y en la búsqueda de oportunidades de mejora tecnológica bajo condiciones apropiadas tendiendo a la creación de nueva tecnología para nuestro contexto, para la aplicación de innovaciones, la colaboración y apoyo de la organización y, en muchos casos, del conjunto de empresas, organismos y personas que inciden en la realización de sus proyectos.

Se van conformando ideas estructuradas como sistemas de innovación utilizables como soporte del nuevo conocimiento sistematizado para lograr una renovada competencia tecnológica en los diferentes colaboradores internos o subcontratistas de una empresa.

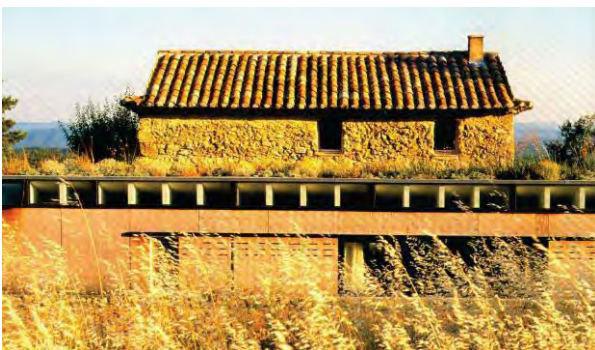
Las innovaciones bajo este esquema son generadas y logradas por un trabajo organizado de investigación y desarrollo interno seleccionador de conjuntos de opciones promisorias.

Aunque en muchos casos la realización de proyectos y, particularmente, la construcción son vistas como procesos y no como una industria al considerarse que incluye al diseño, a la construcción, al mantenimiento y a la adaptación del entorno de las edificaciones, implican a una multitud de organizaciones de diferentes sectores industriales trabajando conjuntamente en colaboraciones temporales sobre tareas específicas de un proyecto.

Es importante considerar que la naturaleza de un proyecto, al basarse en procesos, crea discontinuidades en el desarrollo del conocimiento y en su transmisión entre las empresas participantes y de un proyecto a otro cuando se quiere implantar la innovación.

Los estudios de investigación relativos a la construcción de vivienda están por natural condición dominados por los proveedores; la mayoría de líneas de investigación y desarrollo aplicados a nuevos materiales, y componentes son desarrolladas por sus fabricantes con objeto de contribuir en la mejora y ampliación de desempeños de estructuras y edificaciones.

Hay, porcentualmente hablando, muy poca investigación y desarrollo para mejorar los procesos de construcción lo cual afecta el desempeño del desarrollo tecnológico surgido de la integración, el ensamblado y la instalación para las organizaciones de construcción ejecutantes de proyectos, aunque algunos productores de grandes componentes y materiales pueden ser la fuente de mayor cantidad de innovaciones para la construcción aunque al principio no considerándola como su mercado objetivo como es el caso de productos químicos y del vidrio.



Ejemplo de casa construida con muros de piedra extraída del mismo suelo

Fuente: La maison individuelle, les révolutions; revista Science et vie, hors-série, 2005; p. 30



Ejemplo de casa construida con muros y pavimentos de piedra braza obtenida del mismo terreno del Pedregal de San Ángel

Ref. Fotografía tomada por el Autor

Figura 3.47a – APROVECHAMIENTO DEL MATERIAL NATURAL DEL SUELO EN EDIFICACIONES

Figura 3.47A – EMPLEO Y APROVECHAMIENTO DE MATERIALES NATURALES LOCALES Y RENOVADOS DE BAJO CONSUMO DE ENERGÍA EN SU PRODUCCIÓN



Figura 3.47b – CONSTRUCCIONES HECHAS CON MUROS DE BLOQUES HIPERCOMPRESOS DE SUELO ESTABILIZADO CON CEMENTO donde el material del terreno fue aprovechado.
Fuente: Manual de producto – Bloques de Tierra Hipercomprimida Estabilizada – TERO, 1987 – páginas centrales



Bloques vibrocomprimidos a base de agregado pumítico o de arcilla expandida como opción de monomuros aislantes.
Fuente: L'isolation écologique, Jean-Pierre OLIVA, edit. Terre Vivante, 2006; p. 129



Paneles a base de fibra ecológica derivada de madera utilizados para muros divisorios interiores.
Fuente: Revista Science et Vie, hors-série; la maison individuelle, les révolutions, 2005; p.51

Figura 3.47c – EMPLEO DE MATERIALES ECOLÓGICOS EN COMPONENTES DE ENVOLVENTE



Lana de lino en paneles semi-rígidos
 Doc. TEXTINAP; p. 75



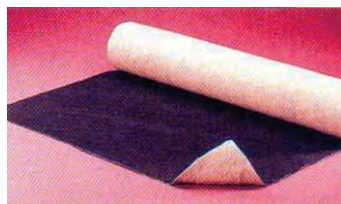
Paneles aislantes de celulosa
 Doc. HOMATHERN; p. 64



Lana de lino en rollos
 Doc. TEXTINAP; p. 75



Lana de algodón en rollos
 Doc. ISOCOTTON; p. 79



Lana de algodón en fieltro
 Doc. ISOCOTTON; p. 79



Lana de algodón a granel
 Doc. ISOCOTTON; p. 79



Colocación de paneles semi-rígidos de lana de lino sobre bastidor
 Doc TEXTINAP; p. 75

Figura 3.47d – EMPLEO DE MATERIALES NATURALES PARA EL AISLAMIENTO DE MUROS Y LOSAS
Fuente: La maison individuelle. les révolutions: revista Science et vie. hors-série. 2005

Figura 3.47B – EMPLEO Y APROVECHAMIENTO DE MATERIALES NATURALES LOCALES Y RENOVADOS DE BAJO CONSUMO DE ENERGÍA EN SU PRODUCCIÓN

Por tanto, las iniciativas que se tengan en el seno de una organización deben considerar un plan de transmisión a las demás empresas que participen como asesoras, contratistas, subcontratistas o proveedoras y un plan complementario de relaciones inter-organizacionales.

En la actualidad, las iniciativas de inclusión de tecnologías sustentables está generando una exitosa aplicación de innovaciones en la industria de la construcción dirigidas a la reducción de requerimientos de energía por parte de los edificios y/o a la reducción de impacto ambiental denominado también como “huella medio-ambiental” de las edificaciones.

Este enfoque ha generado innovaciones con propuestas como el uso de materiales naturales, el uso de materiales reciclados y renovados o de materiales de bajo consumo de energía en su producción así como la reducción de consumo de energía y de generación de desperdicio, el aprovechamiento de materiales locales.

La innovación dirigida al beneficio social y económico a través de la reducción de costos de consumo energético es parte de esta misma línea.

La industria de la construcción está fuertemente regulada por reglamentos y normas que imponen considerables restricciones a la innovación tecnológica.

La percepción generalizada de que la innovación es riesgosa y costosa, con economías de escala sólo aplicables a empresas de gran volumen productivo aunado ello el incremento de costos de aprendizaje y falta de experiencia en la implementación de una nueva tecnología que involucre a proveedores y subcontratistas con las capacidades, experiencia y deseos para participar en el diseño, suministro y colocación de nuevas soluciones no siempre fáciles de encontrar, dificultan su aceptación.

Para contrarrestar las aparentes condiciones desfavorables que obstaculizan la aplicación de innovaciones se requiere tomar la batuta para investigar, desarrollar, impulsar y aplicar el desarrollo tecnológico y organizativo, jugando el rol de integrador en todo el proceso de los proyectos y un rol de mediador en la interacción con los organismos e instituciones nacionales e internacionales que investigan y desarrollan nuevos productos y procesos.

Los desarrolladores de vivienda en México generalmente tienen todo el proceso de sus proyectos integrado y, por tanto, pueden ser fácilmente la fuente de innovación tecnológica en la construcción y en la integración de toda novedad al sistema completo de su actividad.

Una desarrolladora de vivienda integrada puede fortalecer y consolidar las relaciones inter-organizacionales de manera bastante eficiente de forma similar a lo logrado en países como Suecia y Dinamarca donde la productividad del sector de la construcción es alta y muy competitiva a pesar de lo costoso de sus materiales y de la mano de obra.

Hay entonces una importante ventana de oportunidad de mejora en la aplicación de la investigación, el desarrollo y la innovación si se toma conciencia y se aprovecha bien el manejo de redes inter-organizacionales.

El desarrollador de vivienda (y eventualmente de otros géneros de edificios) también es quien “intercepta” y “adopta” todas las innovaciones desarrolladas en otras partes tanto de nuevos materiales como de procesos con la competencia y habilidad para aprenderlas y aplicarlas en sus proyectos así como para incorporarlas en su sistema completo.

Los cambios e innovaciones y mejoras se van dando paulatina pero persistentemente y ello es de capital importancia ya que, dado el vertiginoso avance mundial que se está experimentando, la innovación está pasando rápidamente de ser una opción a ser una necesidad ineludible que exige la constante transformación de ideas propias y adoptadas en proyectos empresariales reales.

Los inversionistas de las empresas necesitan convencerse de la necesidad de implantar “sistemas de innovación” en sus empresas que incluyan un control estratégico y la asignación de recursos de carácter irreversible y con cierto grado de incertidumbre pero con la alta posibilidad de retornos de inversión por proyecto y no con expectativas vagas de resultados a largo plazo. Hay que evitar la presión no razonada de sólo buscar beneficios a muy corto plazo sin comprometerse a invertir en tecnología, optimización productiva y maquinaria.

Las soluciones innovantes aplicadas a los proyectos se integran en su diseño mismo y la implementación e innovaciones de carácter general como el uso de nuevos sistemas informáticos, reestructuraciones organizativas, etc. que afectan a la empresa en su conjunto se da a través de programas de inducción y de implantación que pueden iniciarse de manera parcial como planes piloto para posteriormente, con la depuración de resultados positivos, extenderlos a toda la organización.

La paradoja que siempre se presenta en primera instancia entre “innovación y reglamentación” puede eliminarse si se toman en cuenta a las leyes, reglamentos y normas a nuestro favor, de hecho la normatividad, a pesar de su tinte restrictivo e inquisidor, contiene importantes aportaciones de gran utilidad; de hecho, en la normatividad existente hay instrumentos formales y bien regulados para la aplicación de innovaciones que son de utilidad comprobada por su rigor metódico y sistémico.

La tecnología debe emplearse para optimizar y competir.

La normalización es la mejor herramienta para el impulso tecnológico; cuando se realiza de forma adecuada es de alta rentabilidad.

La competitividad la da una organización eficiente soportada en la fuerza tecnológica y financiera.

La calidad es la clave que permite percibir proactivamente las nuevas necesidades de los clientes.

El área de la innovación engloba los campos de la funcionalidad, la calidad y el medio ambiente.

Para un aseguramiento de resultados positivos medibles, la innovación va aparejada de su trazabilidad.

La trazabilidad consiste en realizar el seguimiento de un producto para poder obtener información relativa a las fases de producción, tratamiento y venta. Es indispensable para incrementar la seguridad y fiabilidad de los proyectos.

Hay que ir de la gestión de la calidad a la calidad en la gestión.

La principal preocupación del sector y de los organismos implicados en la construcción de vivienda está basada en la sustentabilidad y, por ello, las innovaciones que se apliquen a los proyectos de vivienda relacionadas con esta preocupación son, hoy por hoy, las preferentes.

Sin embargo, por lo ya mostrado en el tercer capítulo de este trabajo, existe un amplio abanico de aplicaciones potenciales de innovación para nuestro contexto que no pueden postergarse o sustituirse. Hay que estar a la caza de nuevas ideas que aporten beneficios a los proyectos aunque, para evitar divagar y para no desgastarse en múltiples esfuerzos con pobres resultados, conviene partir siguiendo la lógica de solucionar primero problemas existentes y continuar con oportunidades de mejora antes de comenzar a introducir cosas nuevas o de alterar lo existente.

En el flujograma siguiente se propone un curso de acción que indica el avance lógico que, en su último agrupamiento de etapas, indica la innovación continua (sin fin) soportada por una constante búsqueda de optimización.

La implantación de un sistema de optimización es el filtro que asegura que cualquier innovación adoptada debe implicar uno o varios beneficios al producto, al proceso y/o a la organización. No se trata, bajo este enfoque, de incluir novedades sólo por moda o búsqueda de cambio.

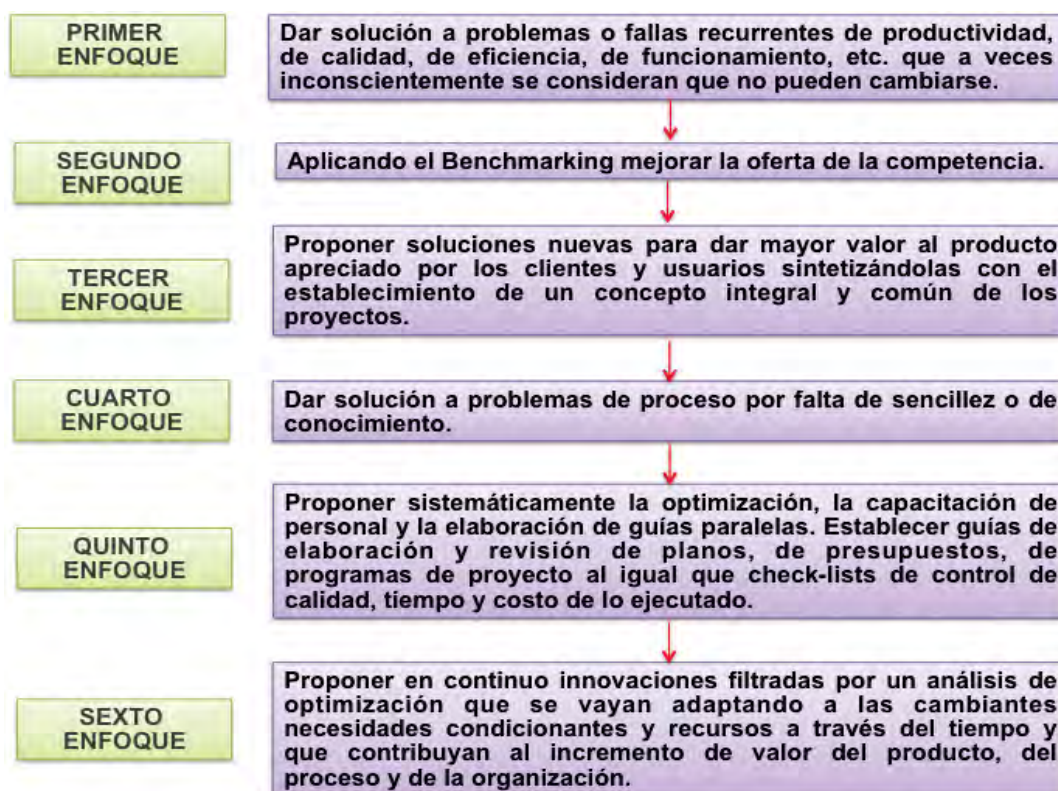


Figura 3.48 – SECUENCIA DE ENFOQUES A DESARROLLAR – Este proceso puede ser secuencial o puede tener algunos enfoques desarrollándose paralelamente. Implica compromiso, esfuerzo, perseverancia y capacitación constante por parte de todos los colaboradores de proyecto y de la empresa.

Sería absurdo estar proponiendo innovaciones teniéndose problemas de calidad o de desempeño y eficiencia paradigmáticos que afecten el prestigio de la empresa y que obstaculicen la implantación de nuevas y mejores soluciones; por ello, el proceso indica enfocarse primero a adquirir nuevas soluciones para afrontar problemas, deficiencias y patologías.

Los objetivos a lograr que se proponen de manera secuencial al establecer un plan de mejora continua fundamentada de manera importante en la adopción de tecnología y en el establecimiento de innovaciones son:

- La detección de fallas y disfunciones recurrentes y consideradas como paradigmas y la investigación de soluciones existentes y ofertadas por la tecnología para aplicarlas y para establecer un cambio estructural de paradigmas.
- El análisis de la competencia (nacional e internacional) y de referencias de otros sectores productivos siguiendo la llamada por el Lic. Miguel Ángel Cornejo “Tecnología de lo Obvio” (elige al mejor, imita al mejor, iguala al mejor y supera al mejor) en la práctica de emprendimiento y de dirección en su conjunto y en particularidades de detalle.
- La búsqueda constante y sistemática de prácticas y soluciones novedosas por medio de la compra de información nacional e internacional (libros y revistas impresos y digitalizados) y de la participación y asistencia a eventos nacionales e internacionales (coloquios, seminarios, cursos, exposiciones, etc.) que nos mantengan al corriente sobre las novedades que vayan surgiendo relacionadas con nuestras actividades y que nos aportan ideas inimaginables.
- El análisis y detección constante de todo tipo de fallas, disfunciones y patologías y obtención de soluciones.

El reto al establecer el concepto de un desarrollo de vivienda es ajustar el enfoque correcto del proceso o del producto a la necesidad del mercado. Se debe siempre ajustar el producto correcto a la necesidad del mercado. *Entre mejor sea el ajuste del producto con la necesidad del mercado aunando las capacidades organizacionales y los objetivos, mayor será la oportunidad de éxito.*

Los objetivos deben ser estructurados adecuadamente desde el comienzo porque *“una mejor organización es equivalente a grandes cantidades de esfuerzo o capital. La ganancia no viene por el trabajo o la intensificación del capital sino que más bien es el resultado de un mejor orden y un cronograma para ajustar la oportunidad correcta con el concepto, los recursos y las capacidades correctas.”* El área comercial que recomienda en sus análisis dirigirse hacia las áreas candentes del mercado o producir un concepto en particular en un área del mercado porque eso es lo que los líderes del mercado están haciendo, debe ser visto con precaución. Se podría estar recomendando tomar un commodity en el lugar donde abunda en vez de una necesidad satisfecha en donde es escasa.

Para llevar a cabo lo planteado se requiere ir desarrollando de forma constante conocimientos, competencias y habilidades a través de la formación continua y del incremento del nivel educativo vertido en colaboradores con vocación, curiosidad, hambre de logro y compromiso siempre trabajando en equipo sabiendo ser interdependientes y asertivos en la comunicación.

La aplicación del Plan de Mejora Continua con la adopción de recursos tecnológicos implica inversión en medios, en nuevas herramientas y en equipo así como en capacitación y en la re-estructuración organizativa cuyo monto no es nada despreciable y, por tanto, debe planearse por etapas, implantarse iniciando con acciones piloto y justificarse con seguimiento de información económica que demuestre la rentabilidad y conveniencia de la inversión en el corto, mediano y largo plazo.

La adopción de Recursos Tecnológicos implica llevar a cabo un importante proceso de mutación de la organización que la convertirá en una empresa tecnificada de mayor nivel competitivo e incluso de clase mundial con mayor valor intrínseco.

Las principales aplicaciones de Recursos Tecnológicos se dan en:

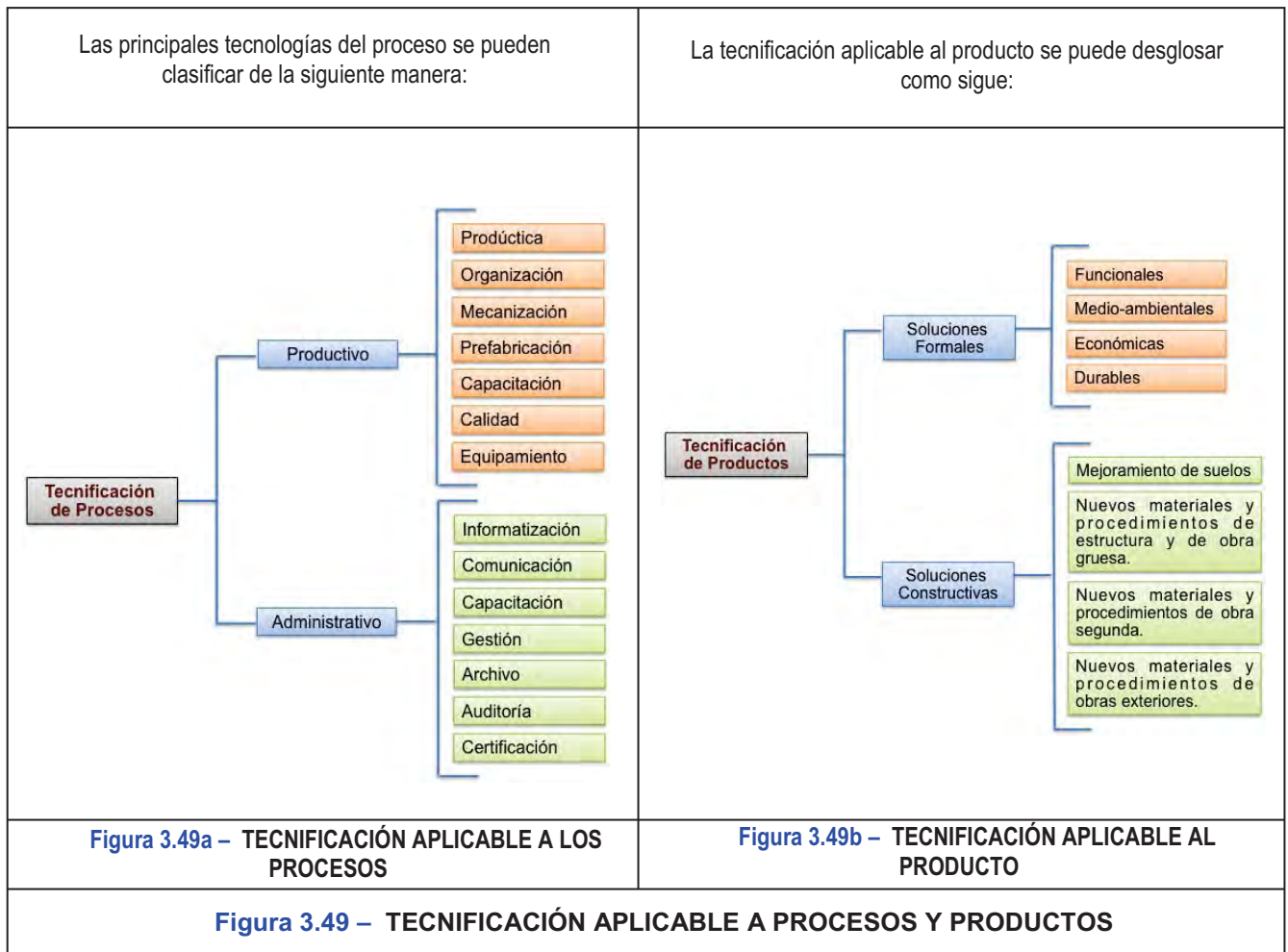
- Los procesos de estudio preliminares, de planeación y de construcción.
- La inclusión de nuevas soluciones y técnicas arquitectónicas y constructivas.
- Los procesos colaterales de gestión, dirección y seguimiento de carácter comunicativo, administrativo y de control.

La implantación de Recursos Tecnológicos se justifica con logros medibles de seguridad e higiene, calidad, productividad, eficiencia y rentabilidad que le den a la firma un cambio estructural y de fondo (y no un simple cambio coyuntural que dependa de los ciclos de trabajo) y que la coloquen en altos niveles de competitividad.

La decisión de invertir en tecnología se justifica más cuando se tienen perspectivas de desarrollo y crecimiento de la firma a largo plazo y cuando se tiene clarificada una especialidad definida a llevar a cabo.

Los Recursos Tecnológicos, como los incluidos en los anexos de este trabajo, se aplican al proceso de desarrollo de proyectos y al producto resultante.

De manera indicativa y resumina se incluyen en la siguiente figura algunas iniciativas de adopción de recursos tecnológicos.



4.- OPORTUNIDADES VISLUMBRADAS Y OBJETIVOS PROPUESTOS

El entorno actual es paradójico ya que, por una parte, se perciben condiciones difíciles en términos de falta de oportunidades, competencia cerrada, limitaciones y obstáculos.

Los medios informativos y la comunicación social de hecho magnifican estas percepciones y desmotivan principalmente a la juventud necesitada de prospectos atractivos para su futuro.

Por otra parte, se ve evidente que *estamos en un medio de abundancia y de oportunidades*, dado todo ello por los propios recursos que el mundo natural ofrece y por el conocimiento acumulado de la tecnología que a la fecha ha desarrollado la humanidad a través de sus siglos de existencia lo cual nos pone al alcance beneficios inimaginables desarrollados por las generaciones que nos precedieron a costos accesibles para un gran número de personas.

Sin decremento del optimismo realista que ofrecen las oportunidades posibles, no hay que ignorar las condiciones adversas ocultas y difíciles de prever principalmente en la fase inicial de operación de las empresas, pero también dadas por los cambios de circunstancias legales, mercadológicas, financieras y administrativas que constantemente se dan.

Al ver el estado existente en las formas y estilos de trabajo en las empresas dedicadas a la vivienda y a la promoción y construcción en general (**Cap.1**) confrontado con las técnicas intrínsecas y extrínsecas y las disciplinas coadyuvantes expuestas, se percibe una amplia gama de oportunidades de mejora al momento de decidir y llevar a cabo su aplicación.

Sin embargo, los esfuerzos y los tropiezos que se tienen al momento de querer implantar cualquier mejora así como la perseverancia requerida para romper inercias de todo tipo para lograrlo (**Cap. 2**), genera desgaste, desánimo y, a veces, claudicación y frustración.

Con frecuencia *los directivos y ejecutivos, por tenerse que enfocar a las actividades operativas, dejan a un lado la implantación de mejoras y la capitalización de lecciones aprendidas.*

La abundancia de oportunidades, de medios y de conocimiento puede aprovecharse sólo con dedicación de tiempo, recursos económicos, esfuerzo y talento de nuestra parte. La abundancia que flota en el entorno nos será siempre ajena si no la identificamos

Estamos luego tan bloqueados que si alguien externo evidencia alguna oportunidad aprovechable y nos la pone enfrente, *nos volvemos creativos e imaginativos para argumentar su inaplicabilidad a nuestros casos o para externar tal cantidad de desventajas y motivos por los cuales es inconveniente, costosa, impráctica y perjudicial.*

A veces, un acto de autoridad jerárquica para la adopción de algo nuevo puede llegar a ser discretamente boicoteado por una mayoría de colaboradores por miedo al cambio, por escepticismo o por sensación de amenaza en sus intereses personales o grupales, entre otros motivos.

En el fondo, el esfuerzo plural de estudio, de trabajo, de dedicación racional y emocional que implica implantar y aprovechar la abundancia que nos rodea es tal que, por ello, consciente o inconscientemente, preferimos no aprovecharla dejando pasar las oportunidades y beneficios que conlleva.

Adicionalmente, se percibe en algunos casos falta de interés por parte de gente joven mimada en exceso que fue educada con demasiada preponderancia y falta de sacrificio, que quiere orden pero con libertad y beneficios y que actúa como lastre en vez de ayudar.

El estudiar sistemáticamente, el superarse y el enfrentar nuevos retos, el mantenerse al corriente en el saber hacer de la profesión es un alto costo que no todo mundo está dispuesto a pagar, por ello, para destacar sólo pocos han tomado la decisión y la perseverancia que implica.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El entorno externo de las organizaciones formado por autoridades gubernamentales y el sistema burocrático que las rodea, las organizaciones financieras, los proveedores y subcontratistas e incluso, en algunos casos los clientes, también son potenciales factores de oposición a la puesta en práctica de nuevas ideas y nuevos productos.

Todo ello debe ser previsto para poder tener éxito en el aprovechamiento de las oportunidades que vislumbremos y será indispensable desarrollar medios para sobrellevar las adversidades y para sobreponernos con argumentos sólidos que reduzcan o eliminen su incidencia.

El descubrimiento de oportunidades y de información aprovechables se da fácilmente si se busca donde puedan encontrarse por sentido común, también podemos descubrir ideas, soluciones y conceptos útiles de manera aleatoria y sin un método de búsqueda con sólo tener la inquietud de mejorar nuestro trabajo.

Hay un enorme y creciente desarrollo técnico confiable y regulado a través de sistemas normativos cada vez más internacionalizados así como reglas de arte que denotan prácticas adecuadas, reconocidas, documentadas y difundidas por los cada vez más eficientes y extendidos medios de divulgación, disponibles a costos accesibles para una firma, que facilitan notablemente la puesta al día, el enriquecimiento de competencias y la mejora continua de una organización.

Está en nosotros como profesionales y en las empresas del sector el aprovechar y capitalizar todos estos abundantes recursos.

Se parte de la hipótesis de que existe un marco de referencia amplísimo, dado el dinamismo tecnológico creciente que además se está globalizando con impresionante rapidez. La actividad profesional puede desarrollarse en muy corto tiempo si se va conociendo, adecuando, difundiendo, aplicando, evaluando y ajustando toda la oferta de opciones disponibles a nivel internacional.

Las herramientas y recursos disponibles para la buena administración y dirección de los proyectos, las técnicas de todo tipo aplicables al amplio abanico de sectores y el desarrollo tecnológico propio de la construcción y de la arquitectura aplicable a desarrollos de vivienda son sumamente amplios y crecientes.

De ello, en el capítulo 3 y sus anexos de este trabajo, se ha hecho una descripción amplia de aplicaciones utilizables, seleccionadas para denotar nuevas soluciones que se han utilizado con éxito en la mayoría de países industrializados dándose incluso el uso común, normal y maduro de muchas de ellas que pueden aprovecharse en nuestro contexto como líneas de investigación, desarrollo e innovación, con beneficios de economía, rapidez y facilidad de adecuación.

La manera eficiente de beneficiarnos de la investigación, el desarrollo y la innovación que se propone para evitar divagaciones y resultados no deseados, se basa en establecer a la búsqueda de la optimización como método generalizado y consistente para filtrar y asegurar el logro de los objetivos planteados en los desarrollos de proyectos así como el logro de los planes de incremento de competitividad.

4.1.- Planteamientos y propuestas

Lo que se propone en términos específicos es la constitución de una línea de trabajo que abarque a la investigación, al desarrollo y a la innovación (I+D+I) y que impregne a toda una organización de sus aportaciones.

Esta línea de trabajo puede formalizarse integrando en la organización un área específica, puede darse de manera concentrada en la Dirección o puede ser parte de las responsabilidades de todos los integrantes de la empresa.

Aunque lograr la participación y el involucramiento de todos los colaboradores en las acciones de investigación, desarrollo e innovación requiere de bastante esfuerzo y tiempo, es la opción más recomendable ya que, una vez lograda una cierta maduración, los avances pueden llegar a ser espectaculares.

Las aportaciones serán el resultado dado por el conocimiento seleccionado y acumulado por la empresa y aplicado con éxito en los procesos y en las soluciones a sus proyectos de la manera más repetitiva y consistente posible.

Con este enfoque hay que ver a los proyectos como partes de un todo y no como una serie de experiencias aisladas.

Hay que desarrollar un pensamiento sistémico que nos permita identificar el todo que implica nuestro trabajo con un enfoque holístico.

Para enfrentarse a un problema complejo conviene tener bien identificado al todo a resolver como un sistema que necesita descomponerse por niveles en subsistemas, conjuntos, componentes y partes para poder ir resolviendo con mayor facilidad cada uno, de manera relativamente independiente de los demás aunque con las interconexiones que hay que identificar, para evidenciar posibles afectaciones a los demás subsistemas, conjuntos, componentes o partes.

Bajo esta perspectiva se considera a un sistema como el conjunto de subsistemas (a su vez conformados por conjuntos, componentes, partes, piezas, etc.) relacionados entre sí de manera organizada para el logro de uno o varios objetivos.

El identificar a todos los subsistemas vinculados entre sí pero suficientemente libres los unos de los otros, nos permitirá definirlos y analizarlos independientemente (para su concepción, su corrección o su cambio) con menor esfuerzo analítico al querer solucionar un todo complejo.

El concepto utilizado en estática denominado “*diagrama de cuerpo libre*” que consiste en representar a un cuerpo en equilibrio liberándolo de los otros de forma tal que siga estando en equilibrio, sustituyendo a las fuerzas actuantes o a los apoyos por otros medios de representación, es otro recurso metodológico de referencia que puede aprovecharse para poder analizar los componentes de un sistema y sus interrelaciones de manera extensiva para otras aplicaciones.

Existen en todo el mundo aportaciones que, por sus buenos resultados, están siendo utilizadas de manera normal desde hace varios años y que incluso tienen un soporte experimental y normativo que asegura un cierto refinamiento en sus características y que, sin embargo, para nuestro propio hacer son algo totalmente nuevo que necesita ser aceptado y probado. Todas estas aportaciones son consideradas como innovaciones en nuestro contexto.

Para nuestros efectos, *la innovación es la incorporación de productos, procesos y soluciones ya existentes y utilizadas por otros pero novedosas y diferentes para nosotros.*

La gran ventaja de utilizar nuevas soluciones, nuevas formas de organización, nuevos procesos, nuevos medios de trabajo y nuevos productos con historia de éxito avalada por terceros, con el rigor técnico que se da principalmente en los países avanzados, es la alta probabilidad de lograr los resultados esperados con bajo riesgo y el argumento sólido que contrarresta objetivamente a los escepticismos, las oposiciones y los paradigmas que hay tan enraizados principalmente en el medio de la construcción.

Se habla de innovación y no de invención porque para desarrollar la competitividad y el alto desempeño de una empresa no se requiere inventar sino más bien aprovechar de la manera más amplia y detallada el desarrollo impresionante disponible a nivel global.

El *conocimiento no es de quien lo genera sino de quien lo utiliza con dominio y beneficio*; por eso, se ve que las empresas de mayor desarrollo técnico y administrativo en el mundo y de mayor productividad y rentabilidad no son las inventoras de los productos sino las que aplican de la mejor manera sus particularidades tecnológicas, productivas y comerciales.

La invención implica inversión de tiempo y dinero para poner a prueba un producto o un procedimiento que debe de garantizar el cumplimiento de sus características buscadas así como su buen comportamiento y desempeño a través del tiempo.

Dado que las empresas desarrolladoras de vivienda necesitan dar resultados conforme van terminando proyecto por proyecto no es rentable enfocarse a la proposición de inventos que requieren grandes inversiones en laboratorios y personal especializado a recuperar en el largo plazo, sobretodo habiendo disponibles tantas nuevas soluciones a adoptar.

Son las empresas que fabrican productos para la construcción (cementos, concretos, morteros, aditivos, aceros, aislantes, equipos, tubería, pinturas, recubrimientos, impermeabilizantes, selladores, perfiles, vidrio, herrajes, grifería, cables, alambres, geosintéticos, etc.) quienes tienen la infraestructura adecuada y la vocación natural para ofrecer al sector de la construcción productos con cada vez mejores prestaciones (durabilidad, economía, rapidez de colocación, estética, desempeño, etc.). Las empresas que fabrican medios eficientes para los procesos de obra (maquinaria, herramientas, medios auxiliares, máquinas herramientas, equipo de seguridad, etc.) así como las que contribuyen a una mejor administración de las empresas (que producen equipo de cómputo, de medición y control, programas o software técnicos y administrativos así como metodologías operacionales) también aportan lo que inventan ofreciendo el aseguramiento de sus características enunciadas.

De manera puntual, circunstancial o accidental, una desarrolladora de vivienda puede inventar un producto, un procedimiento o una solución cuyas características justifiquen la inversión en su desarrollo y utilización o impliquen, por su sencillez intrínseca o facilidad de realización para utilización propia de la empresa, poca inversión en tiempo y dinero, pero no es redituable, para sus objetivos que la definen, la realización sistemática de inventos.

En países europeos está establecido un camino a seguir para la invención y comercialización de nuevos productos que tiene una duración que fluctúa entre 10 y 20 años. Primero pasa por una ATEX (**A**preciación **T**écnica de **E**xperimentación) donde su aplicación queda restringida a usos experimentales, durante 3 ó 4 años, después se puede comenzar a comercializar siempre y cuando tenga una *Evaluación Técnica* (llamada también Documento de Idoneidad) que respalde sus características enunciadas y las aplicaciones permitidas; la evaluación técnica puede irse renovando hasta cubrir un período de 5 a 15 años, con derechos de patente (como trámite independiente) a favor del inventor y comercializador. De ahí se pasa a un proyecto de norma y finalmente a una norma nacional que permite la fabricación del producto a otros productores y regula sus características y aplicaciones, dándose un tiempo sumado de hasta 20 años lo cual es a todas luces poco redituable para una empresa desarrolladora.

Las normas nacionales se homologan y pasan a ser o formar parte de normas internacionales como las EN o las ISO.

Trabajar de manera sistemática y continua en la inclusión de innovaciones y en la formación de su personal para asegurar la aplicación exitosa de dichas innovaciones debe ser una línea de acción fundamental e indispensable para consolidar la competitividad y la continuidad de la empresa. De hecho, *una organización sin mejora continua y sin innovación tenderá a desaparecer por obsolescencia y mediocridad.*

No hay que perder de vista que en la medida en que el mundo moderno se vuelve más sofisticado y mecanizado nos puede ir alejando del conocimiento de cómo surgen, se hacen y se fabrican las cosas y nos puede desviar de lo que busquemos. No hay que alejarse de lo básico.

La información de aportaciones administrativas así como de tecnología constructiva y computacional es tan grande que puede llegar a saturar y a confundir nuestro criterio de selección y de utilización de lo más conveniente para la empresa, por ello, hay que buscar en toda información y en toda idea a adoptar:

- Que contribuya a la optimización (económica, operacional, funcional, etc.) de los proyectos que la empresa tenga,
- Que dé un plus al valor del producto reconocido por los clientes o al valor del proceso o servicio que se realice,
- Que se aplique inicialmente a un proyecto piloto o a proyectos pequeños con el fin de reducir al mínimo el costo de aprendizaje y de prueba,
- Que sea fácil de aplicar por el equipo responsable del proyecto escogido para su inclusión o que se capacite a dicho equipo a fin de garantizar su adecuado aprovechamiento,
- Que, después de un período de rodaje, de evaluación y de levantamiento de lecciones aprendidas, se difunda su empleo en los demás proyectos basándose en un plan de implantación.

Es muy conveniente iniciar la aplicación de soluciones nuevas para eliminar problemas recurrentes de calidad que impliquen retrabajos y restituciones de insumos así como reclamos crónicos de los clientes.

En la construcción, los problemas de calidad que generalmente se dan son: defectos de apariencia, fisuras, humedades y fugas en tuberías. El dar soluciones novedosas a fondo que eliminen estos problemas persistentes es un gran primer paso.

También los procesos pueden iniciarse buscando eliminar problemas de comunicación, de coordinación y de control adoptando softwares que reduzcan tiempos operativos y proporcionen información más confiable (programas de presupuestación, de control de gastos, etc.). La procuración a los colaboradores de medios de comunicación en tiempo real (teléfono celular, internet, etc.) y el establecimiento de políticas de comunicación en la empresa es, para estos efectos, de suma importancia.

Una vez iniciada la aplicación exitosa de soluciones a problemas que a veces son tan repetitivos que se hayan incluso considerados como paradigmas, se puede proseguir proponiendo nuevos métodos, nuevos materiales y componentes constructivos y nuevos conceptos de diseño al producto.

Es tan amplio el abanico de innovaciones a adoptar que nos puede perder y nos puede conducir a errores costosos y contraproducentes; por ello, *siempre hay que filtrar cualquier innovación a través de la búsqueda de la optimización.*

La optimización debe de ser el fin que justifique los medios y las propuestas innovantes.

Se propone que cada organización desarrolladora de proyectos busque la *“definición inicial de un proyecto modulable ideal”* que integre y sintetice al conjunto de soluciones y consideraciones en términos de características objetivo que le den originalidad y diferenciación en base a las preferencias externadas por los clientes, a necesidades evidenciadas durante el servicio posventa y a las nuevas exigencias de sustentabilidad.

La característica modulable del proyecto ideal busca poder adaptar, al conjunto de peculiaridades que contenga, casos reales donde será necesario hacer adecuaciones para su aplicación. El proyecto ideal planteado debe imaginarse como un recipiente holístico de soluciones que permita cambiarlas en busca de la mejora continua.

Siempre hay que tener en mente en todo proyecto la satisfacción del cliente, el menor impacto medioambiental negativo y la mayor rentabilidad económica.

Conviene que la aplicación metodológica de la optimización se enfoque en preferencias buscadas como: la economía, la utilidad, la funcionalidad, el confort, la sustentabilidad y la estética del producto y/o la simplificación, el dominio y la rapidez de los procesos operacionales y administrativos.

Toda innovación, por tanto, será una respuesta a la búsqueda constante de la optimización solucionando los problemas recurrentes o puntuales en primera instancia.

4.2.- Objetivos a buscar

Si la búsqueda de la optimización se hace siempre y ya como hábito de manera conjunta por todos los integrantes de una organización, los beneficios logrados dan como resultado una sinergia de alto impacto positivo.

La comunicación fluida y continua es fundamental para evitar posibles decisiones confrontadas y desvinculadas y para reforzar las propuestas y consensuarlas.

Es realmente motivante cuando se va uno percatando de la cantidad y calidad de soluciones a las que se llega en conjunto al afrontar un problema, al buscar una mejora o al tratar de aprovechar un recurso.

No es recomendable por tanto que, cuando se busque optimizar un proceso, un elemento constructivo o un proyecto en su totalidad, la solución sea dada por una sola persona.

El concentrar el compromiso, el conocimiento, las habilidades y las destrezas de una empresa en una sola persona y el concentrar así la toma de decisiones y el seguimiento ejecutivo en dicha persona aunando la falta de involucramiento y de crecimiento de los demás colaboradores, genera una verdadera bomba de tiempo y falta de futuro.

El proceso de optimización será constante e infinito, si se considera por todos los integrantes de una organización como forma de trabajo y como rutina.

Las personas que integren la organización deben estar abiertas para afrontar con disciplina un duro y difícil cambio en su forma de ser y de actuar.

Hay que recordar que la Arquitectura, como disciplina que es, nos exige ser disciplinados.

Las adecuaciones a efectuar son muy severas para muchas personas y, por ello, será necesario implantar un riguroso plan de selección, capacitación, seguimiento de desempeño, evaluación y depuración de personal que generalmente desemboca lamentablemente en el despido de varias personas.

Hay que erradicar la actitud mental de dependencia y de independencia funcional implantando el trabajo interdependiente entre todas las personas, con funciones básicas definidas y con autonomía delegada pero con una constante comunicación y participación sin limitación a funciones parciales e inconexas; por el contrario promoviendo la participación interdisciplinaria e interfuncional es imprescindible la existencia de un objetivo común claramente comprendido aunque desglosado en metas y responsabilidades repartidas entre los integrantes e interconectadas.

La participación interactiva, el intercambio de saberes implica que cada participante de la empresa debe comprometerse a enseñar y compartir lo que sabe y a aprender de los demás conocimientos incluso ajenos a su formación previa.

Adicionalmente, se requiere en cada persona el ir enriqueciendo de forma autodidacta sus conocimientos enfocados al trabajo y a su educación general con un enfoque pragmático. Este esfuerzo personal implica que para hacer lo que nos gusta y nos apasiona potenciándolo a niveles que le agreguen valor, necesitamos, trabajando en equipo, aprender y hacer satisfactoriamente actividades que no nos gustan así como actividades desconocidas y novedosas para nuestra experiencia anterior y nuestra formación.

La unificación de hábitos de: puntualidad, cumplimiento, responsabilidad y asertividad así como de compañerismo aunados al desarrollo del talento por medio de la curiosidad, la reflexión, el razonamiento, la visualización, la imaginación y la creatividad (vistos en su conjunto, como parte importante de la cultura de una organización vaciada en el actuar de cada actor, al promoverse y llevarse a cabo) incrementan significativamente el nivel de profesionalismo y de competitividad de la firma.

4.3.- Factibilidad y dificultad

Se puede optimizar más una solución cuando se tiene mayor información, conocimiento, experiencia y referencias; por ello, es de capital importancia crear y aumentar paulatinamente el acervo de fuentes de información y de formación así como las relaciones con organismos y personas que nos tengan al corriente de la profesión y de los desarrollos más punteros en aplicaciones tecnológicas y arquitectónicas.

Para optimizar no es suficiente la búsqueda de la austeridad, del ahorro o de las ofertas; se requiere de talento, conocimiento y creatividad cuya aplicación se traduzca en soluciones más eficientes, productivas, económicas y estéticas, así como durables de mínimo mantenimiento y sostenibles con valor agregado. En la fase de diseño, planeación y preparación es donde se dan las más sustanciosas oportunidades de optimizar.

La tecnología es indispensable para hacer Arquitectura y las nuevas tecnologías han venido incidiendo de manera diferente en el hacer profesional; en unos casos han sustituido formas y medios de producir y han llegado a cambiar de manera impactante a los productos haciendo, eventualmente, a algunos de ellos obsoletos y, en otros casos, han generado nuevas profesiones y nuevas especialidades y, paralelamente, han limitado o desaparecido a otras disciplinas de gran tradición.

También los nuevos conocimientos, inventados o descubiertos así como su tecnología correspondiente han aportado un plus y han enriquecido de manera insospechada las actividades en varios sectores como el de la construcción y el de desarrollos inmobiliarios.

La constante investigación científica nos ha evidenciado también la existencia de problemas nuevos que han surgido o problemas existentes descubiertos hasta ahora y se han venido aportando propuestas para su solución.

Estas dinámicas se están presentando en lapsos de tiempo cada vez menores. La reacción que podemos tener ante este panorama de hechos puede ser la de tomar la defensiva ante una amenaza de ser desplazados o, en el mejor de los casos, de ser relegados en nuestro trabajo profesional y ello sucederá si no se toma una postura abierta de aceptación, adopción, aprovechamiento y apropiamiento de toda novedad que amplíe el horizonte de nuestra disciplina y la enriquezca.

La gran motivación de utilizar tanta innovación y de ver a una amenaza como un tesoro de oportunidades para ser más competitivos debería de movernos a una acción continua de investigación, desarrollo e innovación filtrada por análisis objetivos y rigurosos de optimización y de factibilidad que reduzcan al mínimo posible los riesgos como se ha propuesto.

Los caminos más confiables de adopción de innovaciones que se recomiendan esencialmente van directo al conocimiento y análisis de la manera en la que se realiza nuestra actividad en países altamente industrializados; algunas actividades y productos utilizados se verán poco novedosos en una primera percepción, otros se verán con diferencias en diversos grados y, finalmente, se apreciarán procedimientos y productos que ni siquiera sabremos para qué sirven.

Las principales fuentes de obtención de datos son los centros de documentación y de capacitación técnica y profesional, los eventos recurrentes como coloquios, exposiciones de gran envergadura, las revistas especializadas y las publicaciones de editoriales especializadas.

No es posible estar al corriente del desarrollo sin leer, no hay inteligencia superior alejada de los libros.

En las grandes exposiciones se conocen físicamente medios, equipos, herramientas y productos con sus fichas técnicas y catálogos así como con demostraciones y pruebas físicas; algunos de los productos pueden copiarse o pueden importarse como muestras o incluso como activos de la empresa en el caso de ser maquinaria y equipo ya que este tipo de bienes no se fabrican en el país.

La búsqueda de tecnologías avanzadas en sus contextos de origen requieren conocer países, con su idioma, costumbres y entorno edificado.

Ello nos despierta la capacidad de observación, nos hace descubrir otras maneras de pensar y de actuar que enriquecen y agudizan nuestro intelecto alimentando nuestra creatividad e imaginación y, sobretodo, nos motiva intensamente a fomentar un cambio profundo hacia la mejora para el medio en el que trabajamos y para la sociedad a la que servimos; también todo ello nos motiva a tratar de ser mejores valorando lo mucho que ya se tiene.

Lo que se ve no solamente se copia o se compra sino que es fuente de nuevas ideas nunca antes pensadas al casar nuestras necesidades con necesidades ajenas y al tomar contacto con entornos inspiradores.

El estudio de normas, documentos técnicos (revistas y libros) y de catálogos de productos relacionados con las actividades que hacemos y con los productos que utilizamos son un excelente medio de actualización de conocimientos necesarios y nos percata de la ceguera en la que queda uno atrapado por falta de curiosidad e iniciativa.

Es muy común llegar a considerar lo que hacemos como una costumbre e incluso como un paradigma imposible de cambiar y ello nos impide notar errores, desconocimiento y consecuencias negativas.

Por todo el conjunto de cosas nuevas descubiertas generalmente terminamos cambiando nuestras ideas fuente y nuestros conceptos ampliando así de manera increíble nuestro horizonte.

En la búsqueda y convencimiento de subcontratistas, proveedores y colaboradores de todo nivel dentro de la empresa dispuestos al cambio a través de aplicaciones y modos diferentes de trabajar y en el apoyo de clientes, dueños, inversionistas, socios, compañeros, directivos y ejecutivos y los subalternos de la firma así como de subcontratistas, proveedores y autoridades, se puede encontrar la factibilidad positiva o la dificultad en varios grados de innovar y de optimizar la eficiencia organizativa y la, incluso, competitividad de la empresa.

Hay que valorizar la diversidad buscando el enriquecimiento de ideas y de logros con aportaciones dirigidas hacia objetivos comunes en vez de ver a la diversidad como cúmulo de confrontaciones. Siempre hay que unir y sumar en vez de desunir.

Hay empresas mexicanas fabricantes de productos para la construcción que pueden progresar mejorando o fabricando un producto o implementando una idea, hay empresas mexicanas que distribuyen varios productos de igual diseño de otra marca o son representantes de la misma marca pero que no se sabía de su existencia y hay empresas que se crean para fabricar y comercializar productos similares a los extranjeros pero que nunca se habían contactado y hay productos que se podrían haber fabricado en México pero no se ha encontrado a nadie interesado en hacerlo o no es sencillo ni económico disponer de la inversión para hacerlo.

En cuanto a nuevas soluciones al diseño en bastantes casos se pueden implementar varias soluciones exitosamente.

Los cambios al innovar se dan en cantidad e importancia solamente si se invierte el necesario tiempo, esfuerzo y dinero y ello implica obtener la aceptación de presupuestos dedicados para tal fin.

Un trabajo paulatino pero constante de implantación de novedades donde a relativamente corto plazo se puedan demostrar objetivamente los beneficios que se vayan obteniendo abre las puertas para continuar innovando y optimizando.

También se pueden presentar inconvenientes inesperados y hasta sorprendentes que desmotive la consecución de una línea de investigación, desarrollo e innovación.

Una importante dificultad que se da es la falta de desarrollo técnico o de servicio post-venta así como la complicada logística que implican las eventuales importaciones que se hagan y los sobrecostos correspondientes pero la verdadera dificultad para llevar a cabo con éxito una innovación y la búsqueda de la optimización reside en el factor humano.

Por falta de capacitación y falta de competencia emprendedora y ejecutiva además de significativas deficiencias en conocimientos técnicos por inseguridades y miedos de tipo emocional y por actitudes negativas muy enraizadas y francamente opuestas a la participación colaborativa o simplemente por inercia al cambio, hay una gran cantidad de personas que de manera directa y confrontativa o de manera velada y mezquina tratan de impedir o de boicotear las nuevas propuestas.

Contra lo nuevo, por ser extranjero, a veces es visto como una afrenta contra la identidad nacional. Este punto de vista no expresa un fundamento racional para una utilización de carácter profesional. En general, en vez de buscar la identidad hay que lograr obtener un modelo de desarrollo y de bienestar que nos beneficie.

Se ha notado que entre los países desarrollados, se da una rápida y eficiente difusión de las innovaciones; lo que se inventa, descubre o innova en un país, rápidamente se conoce y se utiliza eficientemente en los demás ya sea importándolo o produciéndolo con igual o mejor tecnología.

La información está disponible mundialmente y por Internet se puede acceder a ella y se puede contactar a proveedores de todo el mundo con una comunicación muy eficiente.

La otra dificultad aparejada que reside en el factor humano es la falta de disciplina y de método para utilizar con destreza y eficiencia una herramienta, un material o un equipo novedoso, independientemente de su sencillez o de su complejidad de uso.

Hay que establecer con énfasis e importancia un procedimiento formal de aprendizaje instrumentado con personal responsable y comprometido que funja como tutor para asegurar una rápida y eficiente aplicación de las nuevas iniciativas que se propongan.

Concluyendo lo expresado en este inciso, podemos decir que toda innovación debe asegurarnos una contribución hacia la mejora continua y hacia la elevación del nivel técnico, industrial y profesional de la organización, debe considerarse como un paso más hacia la optimización económica y productiva, debe incidir para lograr una mayor competitividad en el desarrollo de procesos y/o de los productos (proyectos) hechos por la empresa y requiere del compromiso y no sólo de la aceptación para su aplicación exitosa de parte de todos los integrantes de la empresa e involucrados externos.

Tenemos que estar dispuestos para aprender a conocer, a hacer, a saber, a convivir, a emprender y a atrevernos.

Los planteamientos tratados en todo el contenido de este trabajo tienen una alta factibilidad de ser aplicados si se da el convencimiento y la disposición de los involucrados; los resultados de éxito o fracaso se dan muy en función del nivel de convencimiento y entusiasmo de los implicados o de su escepticismo, por ello, es muy importante asegurar una comunicación, una implicación y un compromiso de su participación positiva; con ello se mitiga considerablemente la dificultad de hacer realidad las propuestas que se planteen.

En el proceso de investigación, desarrollo e innovación que se da para el logro de la optimización se conocen mucho más ideas sugestivas y cautivantes que las que pueden aplicarse lo cual nos da un amplio panorama que fortalece nuestra cultura técnica y profesional.

Algunas propuestas que se desechan en su momento posteriormente se ven útiles al surgir algún problema o circunstancia en un proyecto particular. El enfrentarse repentinamente con algo nuevo permite posteriormente adquirir un conocimiento más profundo y detallado de sus características por curiosidad y búsqueda o porque, aleatoriamente, se presenta varias veces posteriores lo mismo o algo similar. La cultura técnica que se va adquiriendo por la búsqueda continua de innovaciones, de mejoras y de optimización de soluciones nos vuelve más creativos al grado de poder dar soluciones aparentemente improvisadas y adecuadamente certeras, gracias a la memoria formal y escrita o sólo mental que se va acumulando.

La investigación, desarrollo e innovación que una organización va adoptando va mutando la esencia, la estructura y las características de la empresa en la medida en la que nuevas tecnologías se vayan volviendo parte de su *modus operandi* y de su cultura empresarial y, contribuyen notoriamente en el desarrollo del nivel de madurez de la empresa en menor tiempo requerido.

5.- REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

De manera natural y espontánea, aunque poco metódica, cuando la concepción de un proyecto se ve con un enfoque integral, el diseñador va cuidando la simplificación constructiva y el ahorro en costos a medida en la que va definiendo el contenido de la edificación y de las obras exteriores en términos de subsistemas de estructura, instalaciones y supraestructura (diseños sencillos, poca variedad de materiales, trayectorias cortas, etc.).

Lamentablemente cuando intervienen diferentes personas, con enfoques, especialidades e intereses variados y a veces opuestos, al fragmentarse el alcance de un proceso de planeación y ejecución en diversas áreas de trabajo (diseño arquitectónico, diseño y cálculo estructural, diseño y cálculo de instalaciones de todo tipo, diseño técnico de vialidades y redes diversas, definición de acabados y recubrimientos, presupuestación, programación, ejecución de la obra, comercialización, etc.) no se da ninguna búsqueda de mejora como en el primer caso a menos de que haya una persona particularmente interesada que esté dando objetivos y lineamientos con el consecuente seguimiento y revisión de cumplimiento.

En ninguno de estos casos puede considerarse la aplicación de un método formal de optimización sino simplemente se da la búsqueda de lo que, por percepción, sentido común o aplicación de experiencia y de conocimientos, sea aplicable aleatoria y circunstancialmente.

La optimización se debe de formalizar y se deben de prever formas de medición y de evaluación que aseguren grados de cumplimiento.

Como en la mayoría de los casos en los procesos de los proyectos intervienen diversos actores trabajando en equipo, es fundamental tener claros y específicos los objetivos y los criterios de optimización buscados.

Los beneficios que pueden obtenerse se evidencian con precisión al ser cuantificables.

La optimización puede enfocarse muy directamente por medio de iniciativas o planes específicos o puede ser considerada como una característica constante que da identidad a la forma de trabajar de una organización.

Con objeto de ilustrar los dos criterios de aplicación en acciones de optimización, se incluyen seguidamente como referencia del primer criterio un estudio de varios casos aportados por experiencias extranjeras que puntualmente definieron sus objetivos de optimización y los logros cuantificados y, como segundo criterio, se relacionará un conjunto de experiencias que directamente se han realizado con la idea de ir forjando por constancia, retroalimentación y capitalización de lecciones aprendidas un estilo profesional y empresarial integral y la intención de irlo extendiendo hasta considerarlo como costumbre o cultura de trabajo impregnada en los colaboradores para la realización de todas sus actividades.

Bajo este segundo propósito, la optimización llega a formar parte fundamental integrada a toda acción.

El constante estudio de casos externos sirve de fuente de inspiración y de adopción de lo aplicable.

Generalmente, el conocimiento y análisis de casos aparentemente propios de otros contextos y ajenos a nuestra cotidiana actividad en realidad pueden abrirnos los ojos, viendo las situaciones y hechos con una perspectiva enriquecida que desencadena propuestas más creativas que pueden darnos desde opciones de detalle o tips, hasta conceptos globales de gran valor y de aplicación general.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

5.1 Estudio de casos

Los casos expuestos son referencias extranjeras exitosas difundidas que han servido como surgimiento de nuevos conceptos que se han replicado incluso internacionalmente y de pauta para nuevas iniciativas tendientes a la depuración de enfoques que responden a inquietudes adicionales.

Existen casos exitosos en los que se han desarrollado programas a nivel nacional de búsqueda de optimización a la vista de las circunstancias y limitaciones dadas en su momento.

Primer Caso

Teniéndose como antecedentes en Japón un programa que convocó a los principales actores de la industria para lograr reducir a la mitad los costos de las viviendas en aquel país, este programa se hizo en la época de la posguerra mundial y se denominó HOUSING 55.

Esta experiencia fue la inspiración de otro caso denominado HABITAT 88, se inició en Francia en 1985 y se terminó en 1988 y sirvió de base para nuevos programas con objetivos diferentes. Se llevó a cabo por iniciativa del Ministerio de Urbanismo y Vivienda a través del grupo de trabajo llamado “Plan Construction et Architecture” e involucró a todas las áreas del sector (proyectistas, especialistas, desarrolladores, constructores, vendedores, hipotecarias, etc.) cuyo objetivo se evidenció en su slogan: “*Construire moins cher pour construire plus et mieux*” (Construir menos caro para construir más y mejor).



HABITAT.88.

CONSTRUIR MENOS CARO PARA CONSTRUIR MÁS Y MEJOR

Figura 5.1A – PRIMER PASO DE MEJORA: MECANIZACIÓN DE OBRAS TRADICIONALES

Referencia: HABITAT 88, Construire moins cher pour construire plus et mieux, idées bâties; Plan construction et architecture: 1989; p. 15

Esta iniciativa convocó a todas las organizaciones públicas y privadas relacionadas con el sector de manera abierta y, por ello, se presentaron múltiples soluciones que, por una parte, abrieron un amplio abanico de opciones y que, por la otra, se lograron acuerdos de utilidad general. En varios casos las Normas y Reglamentaciones pre-existentes tuvieron que ser reconsideradas, revisadas y modificadas o cambiadas.



(1)

HABITAT, **88**.

CONSTRUIR MENOS CARO PARA CONSTRUIR
MÁS Y MEJOR



(2)

Figura 5.1B – EMPLEO DE CIMBRAS METÁLICAS (1) Y DE PANELES ALIGERADOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON BASTIDORES DE MADERA (2).

Referencia: HABITAT 88, Construire moins cher pour construire plus et mieux, idées bâties; Plan construction et architecture; 1989; p. 83 y 121

Como resultados de HABITAT-88 se logró un ahorro promedio nacional del 25% en el costo de las viviendas y, la implantación y aplicación de más y mejores normas de calidad útiles a nivel nacional para futuras edificaciones. Por lo que respecta al tiempo, se logró reducir en un promedio del 30% gracias al surgimiento de un nuevo método de planeación y seguimiento denominado la “Organización Secuencial”.

La “Organización Secuencial” se ha vuelto un estándar nacional de planeación desde entonces.



HABITAT,88.

CONSTRUIR MENOS CARO PARA CONSTRUIR
MÁS Y MEJOR

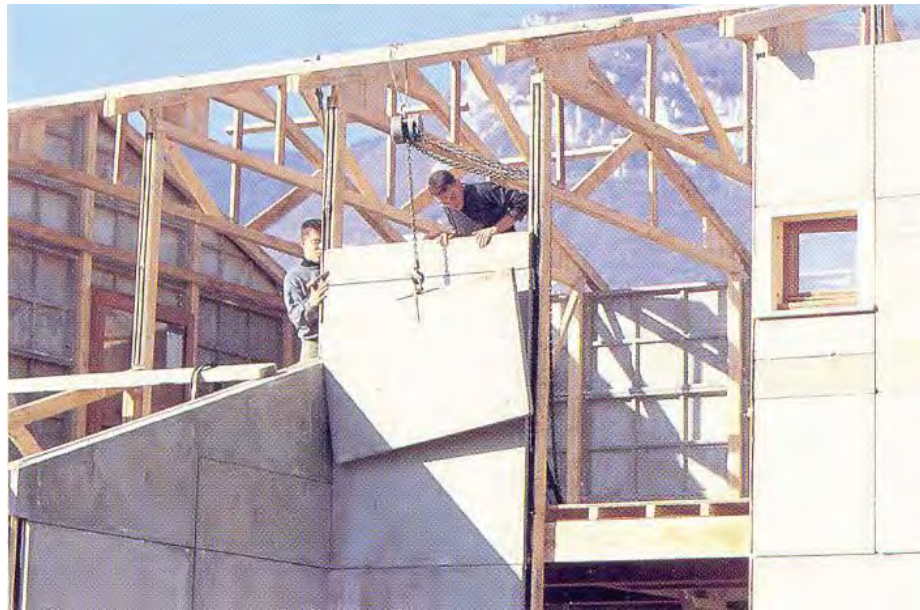


Figura 5.1C - EMPLEO DE MUROS CON CIMBRA DESLIZANTE Y PANELES DE CONCRETO DE FORMATO MEDIANO

Referencia: HABITAT 88, Construire moins cher pour construire plus et mieux, idées bâties; Plan construction et architecture: 1989; p. 67 v 200

Por la diferencia de épocas y condiciones, los objetivos de HABITAT-88 en Francia eran más que los de HOUSING 55 en Japón pero, ambos casos, fueron ejemplo de búsqueda y logros de optimización.

Una de las aportaciones resultantes de este programa de investigación y de experimentación Habitat 88 a escala nacional que ha modificado la manera de planear y programar los proyectos de vivienda en Francia con resultados muy positivos y que puede replicarse en otros países, con las adecuaciones y ajustes de tropicalización necesarios, es el enfoque llamado “*organización secuencial*” reforzado con propuestas de utilización de técnicas constructivas que asocian:

1. El uso de materiales, componentes y subsistemas que contribuyan a la calidad, la simplificación y el ahorro en costos.
2. El reagrupamiento de los cuerpos de oficio o especialidades para llegar a una nueva división de etapas de obra consistente en ocho secuencias:
 - 1) Cimentación y firme de planta baja (o losa de cimentación),
 - 2) Cierres (muros estructurales y de fachada así como ventanas, cancelas y puertas exteriores)
 - * 3) Estructura de madera (entrepiso, armaduras de madera) y cubierta,
 - 4) Acabados exteriores,
 - 5) Divisiones interiores y doblajes,
 - 6) Acabados interiores,
 - 7) Instalaciones,
 - 8) Obras exteriores, accesos y redes

* En Francia, Alemania y Reino Unido las estructuras de techo de las viviendas, construidas con muros de concreto o de mamposterías y losas de entrepiso de concreto o de vigueta y bovedilla, son generalmente de dos aguas formadas a base de armaduras de madera sobre las que se colocan largueros y cubiertas aisladas de teja, de pizarra, de lámina de acero zincado o de materiales de función equivalente.

El seccionamiento o subdivisión secuencial se muestra de manera general en el siguiente conjunto de esquemas propuesto por la empresa SCOBAT (Société d'Ingénierie de Conception et de Coordination, Bureau d'Études Techniques).

3. El empleo de la informática al servicio de todos los participantes (para el manejo, control, interconexión y seguimiento de todas las fases de proyecto).

Este conjunto de propuestas ha permitido lograr una economía inmediata del 19% en los costos de construcción desglosada de la siguiente manera:

- 8% por la utilización de nuevos materiales y de nuevas técnicas,
- 7% por la organización secuencial de la obra y por la utilización de la informática (que permite principalmente reducir en cuatro meses la realización de un proyecto de cinco viviendas individuales).
- 4% por la reducción de tiempos (gastos generales, revisión de los trabajos, costos financieros, costos de administración y coordinación).

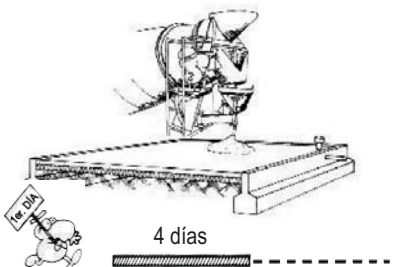



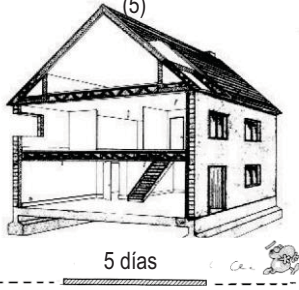
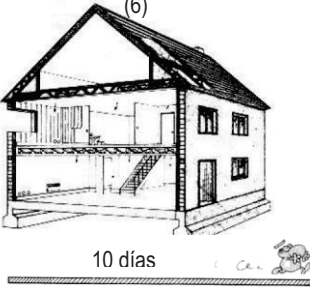
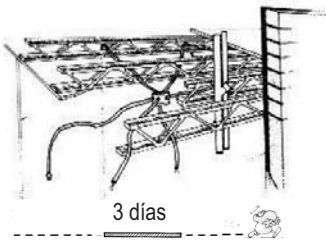

<p>(1)</p>  <p>4 días</p>	<p>(2)</p>  <p>8 días</p>	<p>(3)</p>  <p>5 días</p>
<p><u>Cimentación y firmes de P.B.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Terracerías generales y particulares • Cimentaciones • Canalizaciones • Firme de P.B. (con instalaciones 1ª etapa) <p>4 días</p>	<p><u>Muros de cierre</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Muros de mampostería, de concreto o de paneles precolados • Puertas exteriores, ventanas y cancelas <p>8 días</p>	<p><u>Losas y cubiertas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Losas de entrepiso • Escaleras • Muros piñón • Cubiertas (con instalaciones 2ª etapa) <p>5 días</p>
<p>(4)</p>  <p>2 días</p>	<p>(5)</p>  <p>5 días</p>	<p>(6)</p>  <p>10 días</p>
<p><u>Recubrimientos de fachadas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplanados exteriores • Recubrimientos exteriores <p>2 días</p>	<p><u>Muros divisorios y doblajes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aislamiento de techo • Doblaje con aislamiento en muros • Muros interiores • Marcos y puertas interiores • Zoclos (con instalaciones 3ª etapa) <p>5 días</p>	<p><u>Acabados interiores</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplanados y pastas • Recubrimientos rígidos (losetas de cerámica, mármol, etc.) en muros • Acabados de piso (losetas, madera, alfombra, etc.) <p>10 días</p>
<p>(7)</p>  <p>3 días</p>	<p>(8)</p>  <p>5 días</p>	
<p><u>Instalaciones (en las 3 etapas indicadas)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Electricidad • Plomería • Ventilación • Calefacción <p>3 días</p>	<p><u>Obras exteriores, accesos y redes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vialidades • Saneamiento • Redes diversas • Espacios verdes • Bardas <p>5 días</p>	<p>TOTAL 42 días hábiles</p>

Figura 5.2 – SUBDIVISIÓN SECUENCIAL ESQUEMATIZADA PARA EL CASO DE UNA VIVIENDA INDIVIDUAL
Fuente: *Construire Moins Cher Pour Construire Plus et Mieux – Habitat 88 – Idées à Bâtir - CSTB 1985, p. 85*

La duración total en días hábiles mostrada en un programa de obra se incrementa al traducirlo en Calendario de Obra donde se consideran adicionalmente los días no trabajados (fines de semana, días festivos, días de lluvia, etc.) los cuales varían dependiendo de la época del año en la que se haga la obra. Hay épocas del año con muchos días festivos o de vacaciones y temporadas de lluvia que inciden en la definición de fechas de calendario.

Considerando en promedio una duración de calendario de 60 días naturales (equivalente a dos meses) generalmente se cubren los 42 días trabajados.

El seccionamiento secuencial esquematizado es reflejo de los procedimientos, materiales y técnicas de construcción que tradicionalmente se utilizan en Francia en la construcción de viviendas, ya que cada país difiere en particularidades organizativas y constructivas aunque esencialmente los conceptos y la generalidad de principios pueden aprovecharse haciéndose las adecuaciones necesarias para su aplicación en otros países.

Para nuestro entorno las ocho secuencia esquematizadas pueden adaptarse y redefinirse conforme a la siguiente lista:

1. Cimentación y firme de planta baja o losa de cimentación (libre de suelos).
2. Superestructura cerrada (muros de carga y de fachada, columnas en su caso, losas de entrepiso, azotea y cubiertas, con casco de azotea e impermeabilización, así como ventanas, cancelas y puertas exteriores colocadas. (cierres y cubiertas).
3. Acabados y recubrimientos de fachadas (trabajos en fachadas).
4. Muros divisorios en interiores, tablaroca o yeso en muros y rampas de escaleras, techos, doblajes con aislamientos, en su caso, recubrimientos de pisos y muros aplicados en húmedo (losetas, cerámicas, mármol, azulejo, etc.), colocaciones de accesorios y detalles de albañilería (trabajos en interior).
5. Acabados y recubrimientos interiores aplicados en seco, carpintería interior (puertas de intercomunicación de madera, muebles bajo lavabo, closets, cocinas integrales, colocación de muebles y accesorios hidro-sanitarios, calentador, pisos de madera o alfombra, recubrimientos de escaleras, zoclos, última mano de pinturas, pastas, barnices (acabados interiores).
6. Instalaciones (hidráulicas, sanitarias, de aprovechamiento de agua pluvial, de gas, eléctricas y de corriente débil, aire acondicionado y/o calefacción en su caso, y especiales.
7. Obras exteriores, accesos y redes (redes de agua potable, agua tratada, drenaje sanitario, drenaje pluvial, alimentación eléctrica, voz y datos, gas natural en su caso etc., pavimentos, bardas, jardinería, mobiliario urbano, señalización, etc.).

En esta lista adecuada a las condiciones del sector de la construcción de vivienda en México, se pueden apreciar inferencias en algunas secuencias, concretamente en la 2 y 3 originales que se agruparon en una sola y algunas variantes en el contenido de las secuencias originales 5 y 6 convertidas en 4 y 5 en las secuencias adaptadas.

Específicamente se ve indispensable en nuestro caso definir a la secuencia 2 como la estructura y envolvente completa con control de acceso al interior de la vivienda a la terminación de este entregable así como el diferenciar la obra gris (colocaciones de acabados en húmedo) de la obra blanca (ejecución de acabados y colocaciones en seco) con excepción de la última mano de pinturas, barnices y pastas así como de retoques).

Los términos comúnmente denominados como obra negra (secuencias 1 y 2) obra gris (secuencias 3 y 4) y obra blanca (secuencia 5) quedan comprendidos en la organización secuencial en lo correspondiente a la edificación.

Por lo que respecta a la aplicación específica de esta metodología a proyectos concretos, hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones a favor que pueden reducir la duración de obra en días trabajados.

A.- Se puede aplicar la simultaneidad de etapas agrupando las secuencias indicadas en la red siguiente:

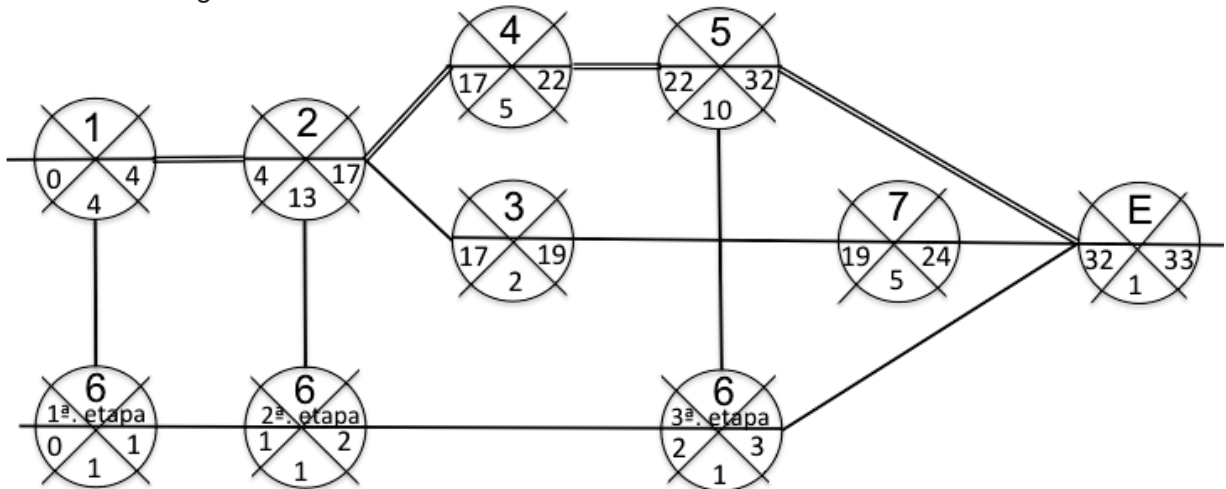


Figura 5.3 – RED DE RUTA CRÍTICA QUE INCLUYE LA BÚSQUEDA DE LA SIMULTANEIDAD.

Dando como resultado un ahorro de 10 días trabajados. La secuencia adicional marcada con la letra E considera el día de entrega y constatación de obra terminada.

B.- Se nota que las instalaciones van colocándose conforme al avance de las diferentes secuencias de la obra 1, 2 y 5 donde se busca tener sólo tres intervenciones rápidas de un día de duración cada una que suponen prefabricación de ductos, troncales, ramales y pulpos.

También hay que tomar en consideración las condicionantes particulares de cada proyecto (topografía del terreno, siembra de la edificación, accesos y circulaciones en proceso de obra, horarios de trabajo, etc.) que pueden obligar a una edificación por zonas secuenciadas motivada por una siembra muy densificada que impida la distribución y entrega sin estorbarse o por la necesidad de hacer trabajos previos de acondicionamiento del terreno u obras de protección.

En el capítulo 3 se propuso una organización secuencial plasmada en *paquetes entregables* para poder *replicar de manera directa esta metodología de "organización secuencial" que nos permite traducir la complejidad de procesos de obra que nos inducen al desorden y a veces al caos, a una concepción clara, ordenada, sencilla y rápida de ejecución.*

Implica de nuestra parte contar con el personal capacitado y entrenado con la organización soportada por una planeación puntillosa y detallista y *con el seguimiento logístico* exigente que se necesita para hacer realidad esta propuesta.

Dentro de todo, no es suficiente la buena organización interna de la empresa. Se necesita también la participación comprometida y eficiente de proveedores, subcontratistas, trabajadores y prestadores de servicios, así como de una comunicación y coordinación eficiente de acciones.

Adicionalmente, hay que considerar los riesgos de problemas que se dan por la intervención de las autoridades, de los vecinos, etc., y que pueden afectar en poco o mucho el cumplimiento de los objetivos de un proyecto, principalmente en términos de alcance, costo y/o tiempo de ejecución y hay que tomar las medidas preventivas necesarias para eliminar o disminuir significativamente sus efectos.

Segundo Caso

Una referencia adicional es la evolución que se ha tenido en el diseño y realización de calles residenciales en los Estados Unidos donde, en los años 50 (después de la 2ª. guerra mundial) lo buscado era hacer calles rectas y anchas con carriles anchos como reflejo natural del estilo norteamericano de amplitud y confort. Sin embargo, varios estudios indican que conforme una calle es más ancha, la cantidad de accidentes por kilómetro se incrementan exponencialmente y que la calle residencial más segura puede ser una calle estrecha.

El ancho más recomendable en calles locales fluctúa entre los 7.30 m y los 7.95 m si se consideran dos carriles para estacionar autos y un carril para la circulación o un carril para estacionarse y dos para circular a baja velocidad.

Para calles de poco tráfico con limitado estacionamiento de autos un ancho de 6.70 m a 7.95 m es adecuado.

Para calles de poco tráfico local sin autos estacionados es suficiente un ancho de 5.50 m.

Las vialidades con un poco de más ancho no incrementan de manera útil su capacidad, sin embargo incita a los automovilistas a manejar a mayor velocidad.

Las vialidades con mayores anchos le quita la escala de privacidad a los accesos de las viviendas que generalmente forma parte del atractivo urbano de una zona habitacional.



Figura 5.4A – VIALIDAD EXCESIVA para desarrollos de viviendas
Referencia Residential Streets 3rd. Edition – NAHB and Urban Land Institute, 2001; p. 23

Debido al alto costo, a la inseguridad, al mal funcionamiento y a la poca integración urbana con los conjuntos residenciales, se han reducido estas calles en ancho, en estructuras de pavimento y en geometría para mayor integración al contexto urbano de los conjuntos de vivienda, obteniéndose adicionalmente optimizar el uso de los terrenos con calles rentables (con menor costo inicial y de mantenimiento) y seguras (inhibiendo la velocidad de los conductores de autos) con mayor área destinable a vivienda y mayor atractivo habitable dándole, a dichas calles, mayor sentido de comunidad con funciones adicionales de recreación, paseo en bicicleta y peatonal así como zonas de reunión, y respeto a los contornos naturales del sitio, sentido de ubicación, escurrimiento y calentamiento no excesivos.

En los conjuntos de vivienda se proponen generalmente calles troncales cuya función es la de servir de vínculo entre las calles locales y las calles arteriales de ciudad por las que se accede al conjunto.

Las calles locales sirven ya de acceso directo a un grupo de viviendas.

La longitud sumada de calles locales con respecto a calles troncales es bastante mayor. Las calles locales contribuyen y se integran bastante al entorno urbano doméstico de las viviendas a las que sirve y a veces incluyen en su diseño una integración con andadores y pistas de bicicletas.

El tipo de flujo de tráfico que se da en las vialidades es el tráfico libre (caso de algunas calles troncales) y el tráfico de flujo lento (caso de calles locales).

Lo que se busca en mayor medida es reducir la velocidad de flujo del tráfico a valores lo más lentos posibles en los conjuntos de vivienda de todo tipo.



Figura 5.4B - Vialidades adecuadas en zonas residenciales
Referencia: Residential Streets 3rd. Edition – NAHB and Urban Land Institute, 2001 – p. 37 y 38

La reducción de velocidad y ruido del tráfico se logra ahora por la combinación de tres medidas:

1. Reduciendo el ancho de las calles o la apariencia de su ancho hacia los conductores,
2. Limitando la distancia de vistas con curvas y
3. Agregando textura a la superficie circulable.

La diferenciación clarificada de vialidades para conjuntos habitacionales y residenciales con respecto a las calles y avenidas de ciudad fundamentada principalmente en la reducción de flujos de velocidad vehicular donde se logra un criterio claro de optimización del uso del suelo con la reducción de costos, la mejora del diseño urbano y mayor funcionalidad con seguridad lograda en los Estados Unidos de América, ha llegado a cambiar y a ajustar normas de diseño para los desarrollos de vivienda en casi todos los países.

Por tanto, su repercusión positiva ha sido sustancialmente benéfica.



Figura 5.5 – Imagen de calles residenciales en desarrollos europeos coincidentes en su concepción de diseño y aplicación de principios acordes con los establecidos en los Estados Unidos de América. Adicionalmente puede apreciarse el uso de pavimentos adoquinados, la inexistencia de postes de luz, teléfono, cable, etc. Y una arborización y vegetación cuya sombra y humedad impide el calentamiento excesivo de las áreas exteriores en días muy soleados.

Ref. Guide des Caniveaux Hydrauliques. catálogo de productos, empresa NICOLL

COMO REFERENCIA ADICIONAL AL ESTUDIO DE CASOS se incluyen a continuación algunos criterios de optimización generalmente aplicados en proyectos de vivienda internacionales principalmente acostumbrados en el sector de vivienda de los Estados Unidos de América y en Europa.

- Omitir características o accesorios que menos frecuentemente se utilizan así como sustituir ventajas de proyecto que los usuarios no toman casi en cuenta por ventajas o características más frecuentemente demandadas y notorias. Por ejemplo los bares, las chimeneas, los jacuzzis, las tinas de baño y los bidets tienden a ser menos requeridos y menos valorados por los clientes de vivienda de nivel medio y residencial y, sin embargo, los amplios vestidores y closets, los estacionamientos o cocheras a cubierto, los cajones para autos grandes, la mayor cantidad de lugares de estacionamiento por vivienda y el jardín privado con terraza son bien apreciados.

Las soluciones de sustentabilidad están siendo muy impulsadas por nuevas exigencias reglamentarias pero son aún poco valoradas aunque en un futuro muy próximo terminarán siendo muy comúnmente aplicadas.

- Analizando de manera afinada un proyecto, se pueden reducir salidas eléctricas no indispensables o se pueden reubicar para reducir trayectorias y, por tanto, longitudes de canalizaciones y de cables.

Se pueden obtener ahorros por medio de una distribución eficiente de la electricidad ubicando a los centros de carga cerca de los medidores y a las salidas cerca de los interruptores.

Se busca ubicar tableros cerca de áreas de mayor carga eléctrica como la cocina y el aire acondicionado para reducir costos de distribución dentro de la vivienda.

Evitar interruptores de luz en closets grandes y usar lámparas de cadena.

- Por medio de un diseño eficiente de la plomería y un agrupamiento de instalaciones, se puede reducir la longitud de troncales y ramales de tubería así como los costos colaterales de la distribución horizontal y vertical de las instalaciones aplicables a la estructura, a los acabados y a trabajos complementarios.

- Se pueden también reducir los costos de aire acondicionado y de calefacción, en caso dado, por medio de una planeación eficiente al permitir una menor elevación o pérdida de calor por el buen aislamiento y la reducción de puentes térmicos y al reducir los costos de los ductos al propiciar que el aire sea alimentado a través de las habitaciones (cámara plena) en vez de ser ducteado.

- Utilizar medidas modulares de puertas de acceso y ventanas así como de puertas interiores de madera. Se puede también minimizar el desperdicio y el corte de los materiales de madera (madera maciza, triplay, madera laminada, MDF, etc.), así como los requerimientos de travesaños y de cargadores.

Utilizar preferiblemente puertas, ventanas, closets y cocinas integrales prefabricadas con vidrio, cerrajería y acabados incluidos desde fábrica con montaje pensado para su fácil colocación.

Es indispensable, en este caso, incluir el embalaje o cubrimiento de protección contra daños eventuales sufridos en obra así como posibles trabajos de resanado y de retoque.

Por medio de un diseño eficiente se puede reducir el número de puertas, de entrepaños y de cajones y se pueden usar puertas de piso a techo (de altura total) para reducir el número de dinteles y antepechos de albañilería.

- Utilizar una sola capa de pintura de cubrimiento total sobre paredes uniformizadas y texturizadas.
El color en detalles es una muy buena opción de diseño para lograr interés arquitectónico a bajo costo.
Reducir en lo posible la cantidad de colores diferentes en un proyecto (a veces se suman como máximo de 4 a 6 colores diferentes incluyendo los colores de puertas y ventanas).
Limitar el uso de relieves y de cambios de paños en fachadas e interiores a las disponibilidades del presupuesto.
Es recomendable seleccionar los colores llamativos y de detalle hasta que una gran parte de la edificación haya sido pintada para asegurarse de lograr el efecto exacto pretendido sin necesidad de andar repintando por cambio de colores que no hayan gustado.
- El espacio inicialmente remanente e inútil que se dé en áreas exteriores puede convertirse en espacio privado para una vivienda y, por tanto, se puede incrementar el precio de venta de dicha vivienda.
- Reducir lo más posible las áreas pavimentadas en el diseño exterior (reducir longitud y ancho de vialidades, banquetas y andadores a los estándares de conjuntos residenciales o habitacionales).
Una menor área exterior utilizada permitirá incrementar la densidad de edificación dentro de lo permitido o incrementar las superficies de espacios habitables de las viviendas o dejar un remanente de espacios recreativos o de servicio que aporten un plus y un valor agregado al proyecto.
Los ahorros en vialidades también pueden considerarse como aumento en el margen bruto o en la utilidad a discreción del desarrollador.
- En la estructura pueden buscarse ahorros en varios conceptos como en la cimentación dimensionando los cimientos conforme a las condiciones del suelo constatadas por un estudio de mecánica de suelos confiable en vez de usar soluciones estandarizadas o acostumbradas generalmente excedidas.
- Omitir o reducir lo más posible los muros de mochetas y despiezar los componentes o materiales utilizados para estructura como muros y losas para evitar desperdicios (paneles, piezas de mampostería viguetas y bovedillas, aceros, cimbras, etc.)
Uniformizar longitudes de claros y apoyar la estructura de losas y trabes en el sentido más corto.

Los clientes promedio no notarán en donde los costos se han reducido pero sí notarán (por medio del impacto visual, por la información y explicación que el Responsable Técnico y Comercial le venda y por medio del uso frecuente a posteriori), en donde se han proporcionado inteligentemente los extras ventajosos por medio de la adecuada aplicación de los recursos económicos.

Hay que tomar muy en cuenta que *la gente se relaciona con lo que tiene cerca, por asociación y por una exposición repetida*; por ejemplo, si la mayoría del tráfico de peatones se induce a través de los estacionamientos en vez de inducirlo por áreas bien diseñadas para su exclusiva circulación peatonal ambientada con jardines bien diseñados, la constante sobreexposición a las áreas de estacionamiento y la falta de contacto con las áreas agradables reduce y desgasta parte del valor de la alta inversión hecha en un proyecto.

Es por ello importante integrar en la etapa de planeación del proyecto al enfoque comercial donde se acostumbra como método de análisis el *“Pensar como cámara de video”* que nos permita sensibilizarnos sobre las características de los proyectos vividas por los usuarios.

Es muy difícil ofrecer todo: Acabados y accesorios caros, instalaciones muy completas, espacios grandes, etc., por ello, en el diseño se tiene que ser muy selectivo con respecto a lo que se puede y lo que no se puede permitir ofrecer. *Un desembolso de efectivo que no genere una ganancia correspondiente es un desperdicio* ya que dicho desembolso no podrá ser recuperado de igual forma, *una inversión de efectivo que no produce una ganancia relacionada no hace nada para aumentar el valor y limita la habilidad del desarrollador para financiar el costo.*

En la aplicación de la optimización de proyectos de vivienda tenemos que tomar y fomentar la *conciencia de lo que hay que hacer con la lupa enfocada a los clientes y usuarios*. No aplica la acostumbrada búsqueda de sólo la apariencia estética ni la originalidad obsesiva sin soporte.

En los diseños de vivienda hay que predecir las consecuencias de lo que diseñamos. Para saber y asegurar que lo que hacemos va a funcionar hay que referirse a edificios similares hechos antes regresando a la aplicación metodológica de *“análisis de edificios”* cuya utilidad puede considerarse de gran valor.

Los proyectos deben diseñarse con un criterio de *“máxima flexibilidad de uso”* que permita hacer adecuaciones a las necesidades propias de diferentes clientes y usuarios potenciales.

Los clientes ya no pueden seguir aceptando forzosamente nuestras soluciones aunque no cumplan con sus necesidades y sin posibilidad de cambiarlas o regularlas.

Hay que *dar soluciones a funciones, espacios, crecimientos y cambios, así como a la requerida identidad y posibilidades de participación del usuario*, así como a adaptaciones posibles de carácter tecnológico e informático (con la concepción actual de vivienda comunicante), medioambiental (para ahorro de energía, uso de nuevos materiales, mejoras de aislamiento, durabilidad, aspecto, etc.) y paisajístico (aprovechamiento del agua, del suelo y de la vegetación con valor agregado).

Toda esta *versatilidad de diseño para estar dentro de un entorno optimizador* implica no abandonar sino más bien reforzar las búsquedas de simplicidad, universalidad y facilidad de realización y uso.

La aplicación de la flexibilidad en los proyectos de vivienda se ve plasmada en la práctica del sector de vivienda residencial en los Estados Unidos de América, que parte de una oferta de diseños básicos que, en desarrollos de cierta magnitud, se construyen como casas muestra a ser recorridas por los clientes en prospecto.

Adicionalmente, las empresas desarrolladoras ofrecen amplias gamas de opciones de acabados (alfombras, tapices, lambrines, cerrajerías, puertas y ventanas especiales, etc.) de instalaciones ampliadas o especiales, accesorios y equipos (de cocina, de closets, etc.) así como amenidades complementarias (chimenea, asador de carne, jacuzzi, alberca, bar, terraza en jardín, etc.).

Las opciones son mostradas en un espacio alquilado o propio con una oficina de ventas generalmente ubicado en un local de un gran centro comercial.

Las opciones no sólo están expuestas, están mostradas con una ambientación muy ad hoc que permite al cliente en prospecto darse idea de cómo quedaría en su futura casa.

Con esta estrategia comercial, las desarrolladoras norteamericanas pueden vender una casa al doble de valor o más que la oferta básica cuando se adicionan varias opciones. En promedio las casas se venden con un 30% a un 40% más de precio con respecto a la oferta básica por las opciones adicionales que compran los clientes.

Como puede deducirse, el diseño básico está pensado para recibir adicionalmente las opciones adicionales de manera rápida y sencilla (generalmente con trabajos de montaje, colocación y fijación en seco) y sin tener que demoler destruir, ranurar o ajustar la obra previa.

Otra práctica de la que se puede aprender y se pueden adoptar ideas es la que se lleva a cabo en la comercialización de la vivienda mínima en Europa.

La vivienda mínima en México, hasta ahora, es considerada también como la vivienda económica o de interés social por la burda idea de que entre menos metros cuadrados tenga una vivienda más económica será.

La vivienda mínima en Europa responde a un programa arquitectónico para una persona sola, para una pareja sin hijos o para una familia con un solo hijo, siendo estos tipos de usuarios de nivel económico medio-alto o alto quienes buscan sólo los espacios que necesitan con funcionalidad, facilidad de limpieza y bajo mantenimiento con alto nivel de confort y de acabados así como excelente ubicación en términos de proximidad y conectividad con los servicios y lugares clave de la ciudad en donde esté construida y en términos de calidad de barrio.

En las ciudades más importantes de México, existe un nicho potencial de mercado de personas solas o de familias de pocos miembros con capacidad económica para vivir en colonias de medio a alto nivel económico que requieran vivir en casas o departamentos con superficies suficientes para su confort en vez de grandes espacios sobrados y desaprovechados.

Adicionalmente, en aras de la sustentabilidad, se está promoviendo en las ciudades un desarrollo urbano con altas densidades de construcción de vivienda con alto nivel en cantidad y calidad de servicios (transporte público, vialidades, redes urbanas, etc.) que, al concentrarse, reduce los consumos de energía, los tiempos de transporte y los consumos de agua.

Para las viviendas de superficie reducida que respondan a las necesidades y expectativas de los usuarios, las desarrolladoras de vivienda generalmente tratan de ofrecer las características siguientes:

- Formas ergonómicas y multifuncionalidad del mobiliario,
- Colores claros, gran luminosidad y sensación de amplitud,
- Poca variedad de materiales,
- Fusión entre muebles y acabados o decoración interior,
- Iluminación natural y artificial bien pensadas desde el punto de vista funcional y estético,
- Muebles que permitan mantener todos los objetos de los usuarios guardados, ordenados y ocultos para permitir conservar siempre la sensación de mayor espacio (ocultar lo que no se quiere ver),
- Instalaciones de todo tipo accesibles y modificables.

Lo que en resumen se busca en las viviendas de superficie construida reducida es la funcionalidad de los espacios y del amueblado, aprovechamiento, amplitud y confort en su utilización y recorrido fluido y sin estorbos, acabados y recubrimientos de alto precio y características valoradas (buenos recubrimientos de mármol fino, madera exótica y/o de primera, detalles, accesorios y complementos de buen diseño y alta calidad reconocida, etc.), practicidad de los muebles de cocina, de baño, de closets y muebles de guardado, etc.

El buen gusto reflejado en los detalles bien resueltos y en los objetos pequeños es más notorio en espacios reducidos que en los espacios generosos.

Finalmente, el acondicionamiento térmico y el aislamiento acústico deben solucionarse tomando muy en cuenta que la transmisión de calor y del ruido se magnifican en los espacios reducidos y, por ello, la selección de electrodomésticos, de ventiladores, de muebles sanitarios y tuberías, de acabados de piso y de mecanismos de operación de puertas y ventanas de funcionamiento silencioso es de fundamental importancia.

Las referencias de tipo comercial traducidas a diseños ofrecidos por las desarrolladoras, pueden ser de gran utilidad y son verdaderos ejemplos de búsqueda sistemática de optimización.

Operativamente, es común también *incluir en los procesos de diseño dos pasos importantes que afianzan al trabajo de optimización: el rediseño o depuración y la revisión* que, en algunos casos, se multiplica cuando varias personas revisan para lograr la exhaustividad o sólo se duplica cuando una sola persona revisa; (comúnmente llamado en inglés *the double check*); para estos casos el contar con listas de verificación (*check lists*) o de alcances es de gran utilidad.

Los análisis de optimización son minuciosos y tediosos pero rinden excelentes frutos. Se incluyen algunos ejemplos de rediseño de proyectos norteamericanos donde se busca lograr ahorros de costo y, a su vez, donde se trata de incrementar el valor reconocido por las preferencias de los clientes y usuarios potenciales. Posiblemente, las propuestas de mejora expuestas no denoten bajo nuestro punto de vista una idea de suficiente ahorro o de adecuada mejora como se diga debido a que la evaluación que hacemos se basa en una sensibilidad o costumbre diferente; por ello, lo importante de estos ejemplos es percatarnos de su método de análisis y de su obtención de resultados más que considerar a los rediseños mismos como soluciones a adoptar.

El *primer ejemplo* buscó como objetivo incrementar las utilidades del desarrollador ya que al hacerse el presupuesto sobre planos ejecutivos se obtuvo un margen muy reducido con el riesgo de, incluso, no tener utilidad en caso de presentarse imprevistos que pudieran sobrepasar el limitado monto de reserva para tal efecto.

El tiempo de análisis y corrección del proyecto fue de once horas ya que se tenía una restricción de tiempo de entrega para la tramitación del crédito puente.

Como resultado de este ajuste se logró un ahorro en el desarrollo de aproximadamente \$80,000.00 dólares (\$500.00 dólares por unidad) sin alterar el monto del avalúo sobre el cual se obtuvo el monto del préstamo; adicionalmente, se mejoró el producto para reforzar la posición de comercialización del desarrollador.

Este caso consta de viviendas de una recámara como se muestra en los siguientes planos 1 y 2 que corresponden al diseño inicial y al rediseño respectivamente (Ver figura **5.6 y 5.7**).

Estos cambios produjeron una planta más abierta y espaciosa así como una estancia sustancialmente más grande. La barra de cocina y el recubrimiento de la pared de fondo fue una importante ventaja para la comercialización. Las áreas de las ventanas agrandadas agregan iluminación y alegría a la unidad. La vista desde la cocina hacia la estancia a través de la barra es una mejora sustancial con respecto a la solución original que dejaba a la cocina totalmente encerrada y sin luz natural.

Todas estas mejoras fueron logradas junto con un ahorro de \$500.00 (quinientos dólares) que se desglosaron en: \$130.00 dólares en el sistema eléctrico, \$75.00 en el aire acondicionado (sistema mecánico) y \$295.00 en los trabajos de tablaroca, carpintería, herrería y pintura.

El ahorro de \$500.00 dólares no fue de hecho sólo un aumento de ganancias de \$500.00 sino que, debido a que se aumentó el valor en el proceso en vez de reducirlo, el desarrollador pudo incrementar el precio de venta en \$500.00 dólares lo cual le dio una diferencia a su favor de \$1,000.00 dólares por vivienda que se tradujo en \$80,000.00 dólares en ahorro total y de \$80,000.00 dólares adicionales al precio de venta considerando todo el proyecto.

La optimización de los proyectos no puede ser aplicada como revisión de generalidades. Cada diseño debe ser analizado en términos muy específicos para determinar riesgos y factibilidades.

Una revisión general y superficial concluiría notando que ambos planos, el 1 y el 2, son típicos de viviendas de una recámara y, por tanto, estarán vistos como soluciones estándar para el área de comercialización y sólo con un análisis más detallado pueden lograrse diferencias muy ventajosas en los rediseños.

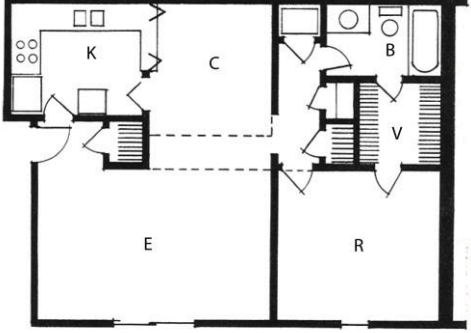
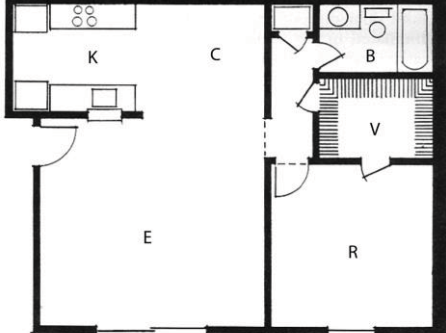
 <p style="text-align: center;">1</p>	 <p style="text-align: center;">2</p>
Plano de vivienda antes del rediseño	Plano de vivienda después del rediseño
<p>1. La cocina no tiene ventanas o vista hacia la estancia (muy acostumbrado y apreciado en los E.E.U.U.) y tiene puertas así como hojas plegables hacia el comedor.</p>	<p>1. El fregadero fue movido hacia la pared de la estancia y se abrió un vano en dicha pared creando así un efecto de barra, la puerta y las persianas entre la cocina y el área del comedor se eliminaron por completo para proporcionar una mayor abertura e integración espacial. En la pared trasera del comedor se colocó un recubrimiento con textura y color llamativo para agregar vivacidad.</p>
<p>2. La puerta de acceso abre directamente hacia un muy pequeño vestíbulo topándose con la puerta del closet de visitas como remate al frente.</p>	<p>2. Se elimina el closet de visitas dejándose libre y abierta el área de la estancia. Se incorpora el closet de visitas al closet de la recámara. Se da una mayor sensación de amplitud al entrar pero también se aumentó el tamaño de la estancia.</p>
<p>3. El cancel de piso a techo de 1.80 m de largo es la única fuente de iluminación y de ventilación para la estancia, el comedor y la cocina.</p>	<p>3. El tamaño del vano se incrementó a 2.40 m de largo.</p>
<p>4. El tamaño de la ventana de recámara es un cancel de piso a techo de 60 cm de ancho.</p>	<p>4. Se sustituyó el cancel de recámara por una ventana de 1.20 m x 1.50 m dejando un murete de respaldo para mejor versatilidad de amueblado y lográndose una mejor fuente de luz.</p>
<p>5. El área de closets tiene demasiadas puertas y muros divisorios.</p>	<p>5. El área de closets se rediseñó para eliminar dos puertas y un muro divisorio de 1.05 m de largo dándose como resultado mayor espacio de guardado aunque el closet de la entrada se eliminó.</p>
<p>6. Se tiene un falso plafón de yeso con metal desplegado que aloja al ducto de aire acondicionado para dar servicio a la cocina.</p>	<p>6. Con la eliminación de la pared entre la cocina y el comedor, se puede dar servicio a la cocina por una rejilla colocada en la pared opuesta al comedor, esto redujo los requerimientos de funcionamiento del ducto a la mitad y eliminó la necesidad del falso plafón de yeso cuyo aspecto también interrumpía la continuidad espacial.</p>
<p>7. El centro eléctrico de cargas se encuentra en el vestíbulo junto con una salida de iluminación exterior y otra en el vestíbulo de entrada. Se tiene una salida de centro con cableado a su interruptor en el vestidor.</p>	<p>7. El centro de cargas se reubicó del vestíbulo de la cocina para dejarlo más cerca de las cargas eléctricas primarias que más energía demandan. Se eliminaron las salidas de iluminación del patio exterior y del vestíbulo de entrada. Se eliminó una salida de techo a la recámara y se sustituyó la salida de techo de closet por una luz operada con cadena para su iluminación.</p>

Figura 5.6 – ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE CONCEPTOS DE REDISEÑO – Primer Caso

Fuente: Profit Planning for Real Estate Development, The Complete Guide for Builders, Lenders and Other Investors

Autor: Michael HALPIN, Edit. DOW JONES and IRWING, 1977, p. 161.

Un *segundo ejemplo* donde la optimización puede aplicarse en situaciones comunes de la práctica profesional sin la costumbre de elaborar oportunamente rediseños, parte de una condición desfavorable evidenciada sobre la marcha de un proyecto en proceso de licitación después de haberse obtenido la Licencia de Construcción y de haberse obtenido la autorización del préstamo.

Por las cifras primarias de la licitación el desarrollador se percató que el proyecto iba a exceder los cálculos preliminares de sus costos reflejados en el plan de negocio y corrida financiera.

Se requirió profundizar en los análisis de costos para ajustar el proyecto a los lineamientos de factibilidad: al entrar a detalle se descubrieron consideraciones fundamentales de diseño y de mercadeo que aumentaban inútilmente el riesgo de la inversión. Todos los ajustes al diseño se tenían que efectuar dentro de las limitaciones de la Licencia de Construcción vigente y de varias consideraciones comprometidas esenciales.

Al ir analizando el proyecto se fueron ajustando los costos y se pudieron eliminar varios factores de riesgo de mercadeo que tenía el diseño. Aunque no todos los factores de riesgo se pudieron eliminar, muchos de ellos pudieron minimizarse.

Se mejoró el diseño y, en este proceso, se abatió un costo de \$1,200.00 dólares por unidad.

De manera resumida se mostrará de inicio solamente el proceso de rediseño de un prototipo de dos recámaras para ilustrar algunas de las técnicas utilizadas que dieron un ahorro de \$450.00 dólares por unidad considerando solamente el rediseño de su distribución interior en este ahorro.

Posteriormente se analizará un edificio completo dentro del proyecto para mostrar algunas de las técnicas que permitieron un ahorro de \$750.00 dólares por vivienda como resultado de la optimización en su estructura y en sus instalaciones, adicionalmente a los ahorros logrados en el diseño del prototipo mismo.

Por respeto a la licencia y al crédito autorizado no se consideraron cambios en la siembra de los edificios ni en sus obras exteriores.

Es muy importante tener la suficiente sensibilidad y prudencia para no alterar el buen avance del proceso o las características sensibles del diseño ante ciertos cambios en el rediseño cuando ya está terminada su fase ejecutiva o se tiene ya Licencia de Construcción o Registro de Manifestación o, incluso, cuando ya se está en fase de construcción. Se pueden generar efectos perjudiciales directos (como la anulación de la Licencia de Construcción o caer en un incumplimiento reglamentario y normativo o incluso generar una afectación estructural y/o constructiva) o efectos secundarios difíciles de identificar en su momento (como surgimiento de incongruencias de información en los diferentes planos ejecutivos y/o de interferencias entre subsistemas de la edificación).

Se debe definir y respetar el momento de “congelamiento del diseño” para evitar cambios, en principio convenientes, pero finalmente perjudiciales en sus consecuencias.

El rediseño de la planta del prototipo de dos recámaras se muestra a continuación.

Plano 1 del prototipo antes del rediseño	Plano 2 del prototipo después del rediseño
<ol style="list-style-type: none"> 1. La cocina está encerrada en tres de sus costados y el lado libre está bloqueado con el mueble de la cocina con gabinetes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el lado libre se eliminaron la cubierta y los gabinetes de la cocina integral para proporcionar una sensación de amplitud.
<ol style="list-style-type: none"> 2. El closet de visitas abre hacia la sala y reduce área a la cocina 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Se reubica el closet de visitas dando hacia el pasillo que comunica al área íntima (recámaras y baño) liberando al espacio de la cocina y eliminando el inconveniente abatimiento de dicho closet hacia la estancia.
<ol style="list-style-type: none"> 3. El fregadero de doble tarja está ubicado en la pared trasera. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. El fregadero se reubicó hacia la pared que divide a la cocina con la estancia y su tamaño se redujo quitando una tarja, la tarja doble no es necesaria cuando se cuenta con una lavavajillas.; sobre la pared de fondo del fregadero se abrió un vano que permitió comunicación y vista hacia la estancia. La abertura sobre el fregadero proporciona un efecto de barra la cual se arregló con un tablón de madera y un estante para vinos en la parte superior.
<ol style="list-style-type: none"> 4. La cocina integral está dispuesta en forma de herradura. 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Se cambio la forma de herradura de la cocina integral por dos tramos rectos. Los tramos rectos simplifican significativamente el diseño de los gabinetes reduciéndose los costos y eliminando los espacios desperdiciados de los gabinetes de las esquinas.
<ol style="list-style-type: none"> 5. El espacio entre la parte superior de los gabinetes y el techo está cubierto por un faldón, lo cual aumenta el costo y elimina un potencial espacio de almacenado en esa zona. 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Se quita el faldón para disponer de un espacio usable y se elimina su costo.
<ol style="list-style-type: none"> 6. Se tiene una vista decorativa para la cubierta de la cocina integral que da de frente al comedor. 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Se eliminó la necesidad de una vista decorativa hacia el comedor con tres luces colgantes sobre la cubierta así como su apagador y cableado correspondiente.
<ol style="list-style-type: none"> 7. El closet de la recámara principal tiene poca longitud de guardado (1.80 m) y se indicaron puertas plegables en los closets. 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Se incrementó la longitud del closet (4.20 m). Se sustituyeron las puertas plegables dobles con travesaños superiores por puertas corredizas de piso a techo sin travesaño lográndose ahorro de costos y menos estorbo al abrirlas.
<ol style="list-style-type: none"> 8. Se consideraron mochetas en closet de recámara secundaria. 	<ol style="list-style-type: none"> 8. Se eliminan las pequeñas mochetas que encarecen tanto la obra negra como los acabados.
<ol style="list-style-type: none"> 9. El proyecto incluye un área de instalaciones que incluye al calentador de agua que da al comedor con 2 puertas corredizas. 	<ol style="list-style-type: none"> 9. Se reubica el calentador de agua y se pone junto al closet de la recámara principal. Las puertas corredizas se eliminaron. El espacio del comedor queda más definido y los ejes estructurales de los muros coinciden.
<ol style="list-style-type: none"> 10. El closet de la recámara principal tiene una salida de iluminación al centro del techo y lámparas colgantes en las recámaras. La vivienda cuenta con un timbre en la puerta principal así como con salidas de luz en el exterior y otra a prueba de agua en el balcón. Hay demasiados interruptores de 2 y 3 vías 	<ol style="list-style-type: none"> 10. Se eliminaron salidas de centro en recámaras para ser sustituidas por lámparas proporcionadas a posteriori por el propietario. Se sustituyeron salidas eléctricas de centro en closets por lámparas de cadenas. Se eliminaron interruptores de 2 ó 3 vías que complicaban el cableado.
<ol style="list-style-type: none"> 11. Las ventanas de las recámaras están ubicadas en el extremo de los espacios que requieren cortinas sencillas, poco atractivas y de efecto poco estético. La entrada a la recámara principal se da con monotonía al no verse ninguna ventana en la pared opuesta. 	<ol style="list-style-type: none"> 11. Las ventanas se reubicaron hacia el centro para proporcionar una mejor distribución de la luz dentro de la habitación y para permitir el uso de cortinas dobles.
<ol style="list-style-type: none"> 12. El balcón tiene 1.20 m de ancho con un uso muy limitado (muy angosto). 	<ol style="list-style-type: none"> 12. Se acorta el balcón en longitud pero agrandando su ancho a 1.80 m para lograr mejor amueblado y confort de uso.
<ol style="list-style-type: none"> 13. La calefacción y el aire acondicionado distribuía el aire hacia todas las habitaciones por medio de difusores de techo los cuales generan cambios de nivel de plafón poco atractivos además de que se acumula tizne en el techo alrededor de los difusores principalmente por el aceite quemado de la cocina. 	<ol style="list-style-type: none"> 13. Los difusores de techo han sido sustituidos por difusores de muro. El área de la cocina es servida por un difusor ubicado en el muro del comedor que lanza el aire hacia la cocina haciendo innecesario el difusor de techo en la cocina lo cual permite eliminar el poco atractivo falso plafón tipo cajillo ubicado entre el comedor y la estancia, este cambio permitió también eliminar 21 m de ductos con el consecuente ahorro en costos y en obra falsa con una apreciable mejora estética.
<p>Figura 5.7 – ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE CONCEPTOS DE REDISEÑO – Segundo Caso Fuente: Profit Planning for Real Estate Development, The Complete Guide for Builders, Lenders and Other Investors Autor: Michael HALPIN, Edít. DOW JONES and IRWING, 1977, p. 165.</p>	

Todos estos ajustes dan un uso más eficaz del espacio de cocina y aumentan el espacio de la estancia. Se aumenta la longitud del closet de la recámara principal de 1.80 m a 4.20 m. Muchos clientes no hubieran comprado el departamento con solamente 1.80 m de closet para la recámara principal ya que un matrimonio hubiera tenido sólo 90 cm de largo por persona. Indudablemente se hubiese tenido que hacer un descuento significativo al precio de venta proyectado, poniendo en riesgo la utilidad esperada.

Se logró como mejora de la recámara principal la amplitud de su closet y sin puntos de congestión para pasar al baño al no tener que pasarse por el closet-vestidor.

El baño mismo quedó mejor acondicionado ya que la puerta que abría directamente hacia el WC (visualmente muy desagradable) y abatía directamente contra la tina en el rediseño al abrirse la puerta se remata con un atractivo mueble de lavabo y abate contra el muro.

Estas modificaciones del diseño dieron como resultado una cocina más iluminada y con más espacio de almacenaje así como vista hacia la estancia que le quita lo encerrada. La sala quedó 20 cm más ancha. El comedor quedó liberado del closet de instalaciones e integrado a la estancia.

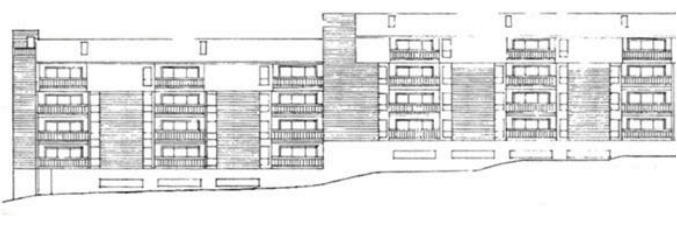

El aumento de longitud de closet, de recámara principal, la mejor disposición del baño, la mejor distribución de la iluminación con la posibilidad de mejor diseño y lucimiento de sus cortinas incrementan la competitividad comercial de la vivienda. Al aumentar el ancho del balcón se ofrece un espacio exterior útil para la relajación. Al quitar el cajillo de falso plafón y sus difusores del techo se logran espacios más amplios y ordenados a la vista.

Lo mejor de todo con estos cambios más convenientes y comercialmente más competitivos fue el ahorro conjunto de \$450.00 dólares de los cuales fueron \$ 210.00 dólares de ahorro en trabajos de carpintería, gabinetes, puertas, herrería y acabados, \$ 110.00 en instalaciones de aire acondicionado y \$130.00 dólares en instalaciones eléctricas.

Por lo que respecta a la estructura del edificio, se muestra a continuación lo logrado en su rediseño como un *tercer ejemplo* de búsqueda de optimización de este tipo.

Al estarse haciendo estas revisiones a los proyectos buscando ajustes y mejoras traducidas en *reducción de costos e incremento de valor comercial* se van evidenciando también posibles problemas de obra o de utilización que pueden preverse y evitarse para eliminar sobrecostos por cambios, ajustes o extras cuyo costo siempre resulta ser mayor al costo que se da desde el principio en el presupuesto de obra, en las licitaciones y en las negociaciones antes de la firma de los contratos.

En este segundo ejemplo, se notó un potencial problema de transmisión de ruido por la forma en la que las instalaciones se iban a colocar, el problema se atacó en el rediseño y se evitaron con ello problemas potenciales con los clientes. Cambiándose las secciones de los bastidores de madera que conforman la estructura de muros de 2" x 6" a 3" x 4" se redujo su espesor y se aumentó la superficie habitable en 1.30 m² por vivienda; se consideró la conveniencia de colocar desde el principio un barandal alrededor de la losa libre sobre el estacionamiento para aprovecharlo como medio de seguridad en el proceso de obra, evitando con ello pagar un costo adicional por un barandal provisional requerido por norma de seguridad.

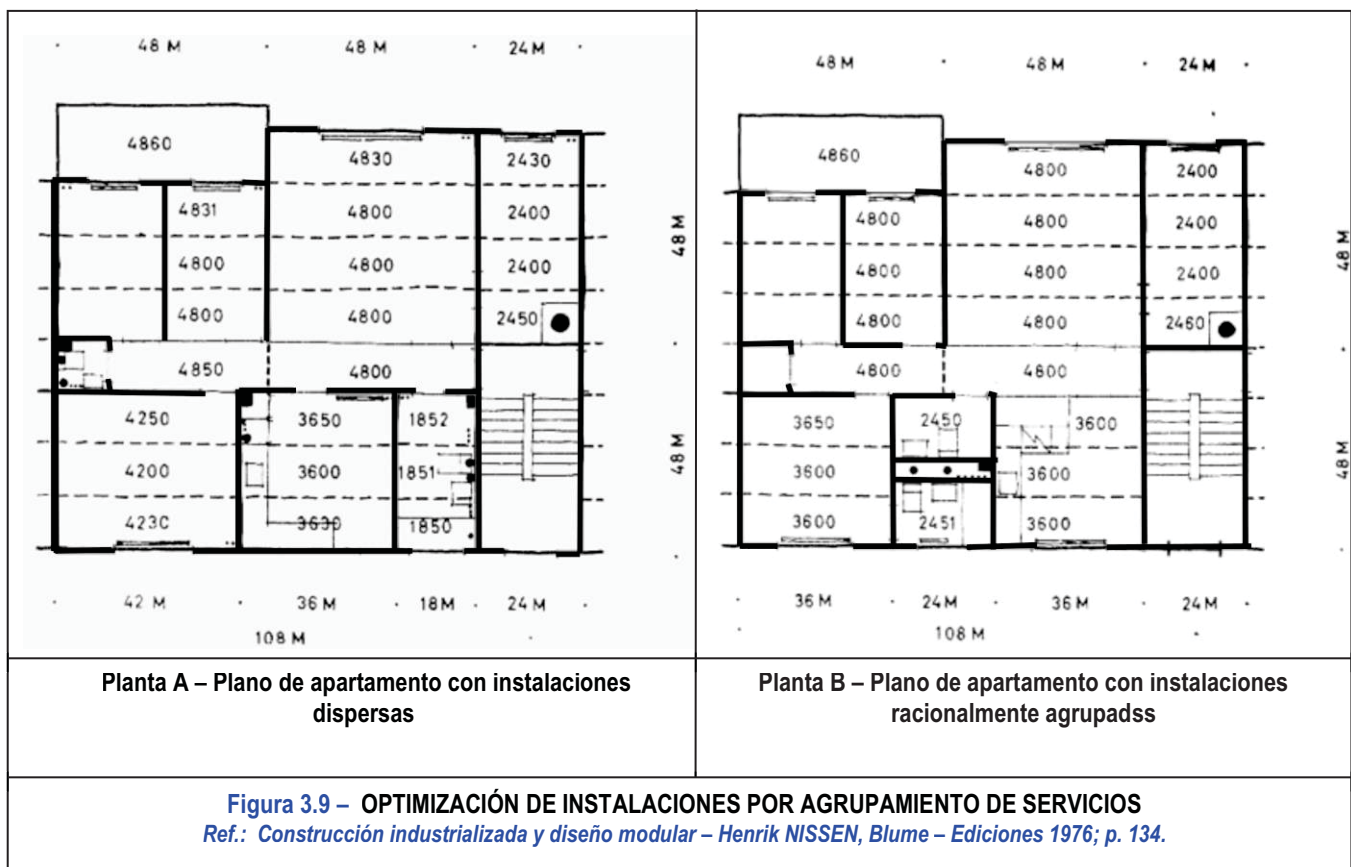
	
Plano 1 – Fachada de edificio inicialmente diseñado	Plano 2 - Fachada del edificio rediseñado
<p>1. El basamento de concreto armado del estacionamiento sobre el cual se desplantan las viviendas sube hasta 3.60 m de altura y, en su punto alto, para absorber desniveles se da una sobre-altura hasta 4.20 m con una fachada de concreto aparente que da al frente de los departamentos a través de un patio muy angosto. La luz y ventilación al estacionamiento se da a través de vanos en el concreto asistidas con ventilación mecánica.</p>	<p>1. Los muros perimetrales del edificio de concreto reforzado acabado aparente se sustituyeron por mampostería de concreto aparente con color acabado tipo adobe (slump-blocks) y por una celosía de barro recocido extruido para dar la iluminación y la ventilación requerida para el estacionamiento. La ventilación lograda con la celosía eliminó el requerimiento de una ventilación mecánica. La sustitución del concreto por estos materiales permitió un ahorro de \$23,200.00 dólares</p>
<p>2. Los tratamientos de superficie de fachada eran a base de chapeo de cintilla imitación ladrillo demasiado recargada y con 10 cm de espesor.</p>	<p>2. Las áreas de chapeo de cintilla se redujeron para dar un aspecto balanceado más residencial a las fachadas. El espesor del chapeo se redujo de 10 cm a 2 cm y conllevó menor carga a la estructura con un ahorro de \$24,600.00 dólares.</p>
<p>3. Se tienen especificados barandales metálicos, plafones de plástico, vigas en cantiliver en los balcones y los necesarios flashings e impermeabilizaciones para esta solución.</p>	<p>3. Se sustituyó el barandal por uno de madera tratada más económico y de apariencia más natural y cálida. Se elimina el plafón de plástico, el cantiliver de las vigas se reduce así como los requerimientos de flashings e impermeabilizaciones. Al simplificarse la construcción de las losas se ahorró en el costo de los balcones \$87.00 dólares por unidad (87.00 x 18 = \$1,566.00).</p>
<p>4. Los cancelles corredizos de acceso a los balcones tienen 3 módulos de vidrio con un ancho total de 3.60 m. Las ventanas de recámaras de 0.90 m x 1.80 m están ubicadas en un extremo de las habitaciones.</p>	<p>4. Se vio una oportunidad de ahorro reduciendo los cancelles de área sustituyéndolos por cancelles corredizos de sólo 2 módulos de 2.40 m de ancho que dan adecuada iluminación y ventilación para lograr un ahorro promedio de \$105.00 dólares por cada unidad. Se reubicaron las ventanas desde la esquina hacia el centro para proporcionar una mejor distribución de la luz y una mejor ventilación para la habitación y se sustituyeron por ventanas corredizas de 1.20 m x 1.20 m.</p>
<p>5. Se tenía un estrecho corredor interior en la zona de elevadores obligado por tenerse al cubo de elevadores dentro del cuerpo del edificio.</p>	<p>5. Se libera del cuerpo del edificio el cubo de elevadores reduciéndose así el espacio de circulación interior con mejor volumetría de fachadas. La altura del cubo de elevadores se aumentó, cambio de concreto a madera con respiraderos para eliminar la ventilación mecánica. Aunque al elevar el cubo se produjo un costo extra, se eliminaron 32 m² de circulación interior en los 4 pisos lográndose en total un ahorro de \$1,800.00 dólares.</p>
<p>6. Se tiene una escalera dentro del cuerpo de aislamiento acústico integrado a los entrepisos.</p>	<p>6. Se sustituye la solución por una escalera exterior abierta, se eliminan sus vestíbulos en todos los pisos y la ventilación mecánica. Se sustituye la estructura de concreto por estructura de madera. La escalera de concreto colada in situ se sustituye por concreto prefabricado lo cual da un ahorro adicional de \$7,000.00 dólares.</p>
<p>7. Se tenía especificado un sistema de aislamiento acústico integrado a los entrepisos.</p>	<p>7. Se eliminó el aislamiento acústico en los entrepisos y se colocó alfombra y congoleum mullido en baños y cocina lográndose el mismo aislamiento, lográndose con ello un ahorro de \$16,500.00 dólares y se obtuvo por el contrario una sensación de mayor lujo.</p>
<p>8. Se incluyen chimeneas en todos los apartamentos de una y dos recámaras porque las chimeneas son generalmente un lujo y pueden justificar un plus.</p>	<p>8. Debido a que se estaba ofreciendo un plus sin obtener ningún beneficio económico diferenciado, fueron eliminadas las chimeneas en un tercio de las viviendas para ofrecer un producto más económico a los clientes. En los dos tercios restantes se ofrece un plus más apreciado sin afectar adversamente la absorción general de ventas.</p>
<p align="center"> Figura 5.8 – ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE CONCEPTOS DE REDISEÑO – Tercer Caso <i>Fuente: Profit Planning for Real Estate Development, The Complete Guide for Builders, Lenders and Other Investors</i> <i>Autor: Michael HALPIN, Edit. DOW JONES and IRWING, 1977, p. 169.</i> </p>	

Un tipo de optimización comúnmente considerado se da en la búsqueda de la *concentración de instalaciones* la cual incide en el diseño en planta de los espacios, dándose como resultado una agrupación concentrada de los espacios de servicios (baños cocina, etc.).

La disposición de un muro doble compartido facilita y permite la racionalización del trabajo implicado por las instalaciones, que se pueden hacer prefabricadas en forma de módulo o panel de instalaciones, permitiendo así que los espacios causantes de ruidos se agrupen a una distancia considerable de los espacios habitables. De este modo se logra disminuir a niveles permitidos los ruidos generados por el funcionamiento de las instalaciones así como costos más bajos y procedimientos más eficientes de ejecución para el logro de mayor productividad.

La reducción de interrelaciones entre estructura y trayectorias de tuberías así como la *asignación del mayor número posible de funciones dentro del menor número posible de variantes* en el diseño de componentes y en su despiece dentro del diseño redundarán en resultados optimizados.

En la siguiente figura se muestra una comparación entre un diseño con instalaciones dispersas (Planta-A) y un diseño con instalaciones racionalmente agrupadas (Planta-B) logrado después de un proceso de optimización aplicada a un apartamento de 4 espacios habitables de aproximadamente 110 m² de superficie construida con un programa Arquitectónico comúnmente utilizado en países europeos.



Adicionalmente al agrupamiento de espacios de servicio con instalaciones logrado en la planta-B con la consecuente concentración y disminución de longitud de tuberías, se nota una reducción en variación dimensional de los paneles de losas prefabricados, simplificándose con ello la logística y los costos de los procesos de fabricación y montaje.

Los ejemplos referidos denotan la necesidad de ver varios detalles con conocimiento y actualidad cuya dedicación, aunque engorrosa y tediosa, no puede ser ignorada. La búsqueda de la optimización por esta metodología bautizada como ingeniería de valor requiere de atención al detalle en fase de diseño principalmente, la cual no puede sustituirse con ahorros sobre la marcha, regateos, morosidades, negociaciones, etc., que acostumbradamente se hacen. Al efectuar el trabajo de optimización mostrado nos hace dedicar la mayor parte del tiempo cuidando los pesos y dejando que los centavos se cuiden por medio de controles confiables y sencillos.

Las fuerzas competitivas del mercado demandan una estricta atención a los detalles.

Si la competencia usa este enfoque y nosotros no lo hacemos por la comodidad de no querernos involucrar en los detalles, tenemos el riesgo de dejar de permanecer en el negocio. Mientras más organizaciones usen el enfoque de la ingeniería de valor para optimizar sus productos y procesos, la competencia será cada vez mayor.

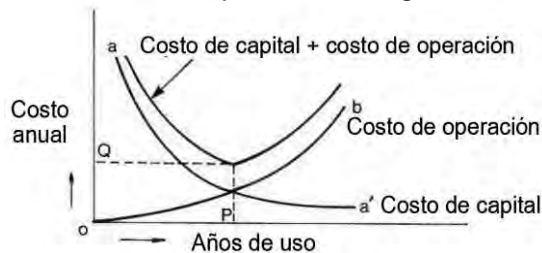
Los detalles a analizar podrían aparentar ser de proporciones agónicas pero *debemos ajustar nuestras actitudes volviéndonos cada vez más conscientes de los detalles* conservando la visión completa y global e interrelacionada de los costos sobre las utilidades.

La implantación de este tipo de mentalidad, enriquecida con el contenido propuesto para la organización a todos los niveles garantizará la realización de proyectos exitosos.

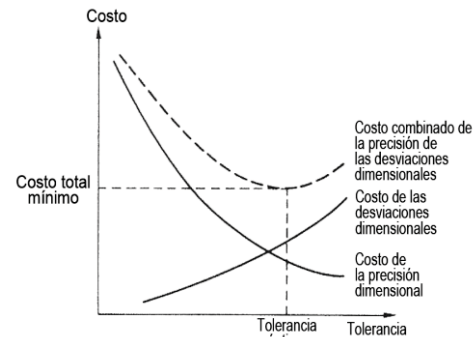
Siempre hay que parrear la búsqueda de reducción de costos con el incremento del valor comercial. La reducción de costos por su propio mérito es un enfoque simplista para aumentar la rentabilidad. La sola búsqueda de austeridad no resuelve los objetivos económicos. *Una reducción de costos a costa de la reducción del valor no produce ningún efecto positivo para aumentar el margen de ganancias entre el costo y el valor. Lo opuesto también puede crear que el aumento de los gastos en muchos rubros del proyecto no necesariamente aumenta el valor y podría de hecho generar el efecto opuesto.* Se debe tener un proceso inteligente de reducción y asignación de costos donde se requiere un amplio análisis y un completo entendimiento del producto y su diseño, construcción, financiamiento y comercialización.

Para la aplicación de análisis de optimización particulares con pocas variables a considerar, es muy común utilizar gráficas que hagan obtener y notar el valor o dato "óptimo" para la toma de decisiones con certeza dentro del alcance del propio análisis.

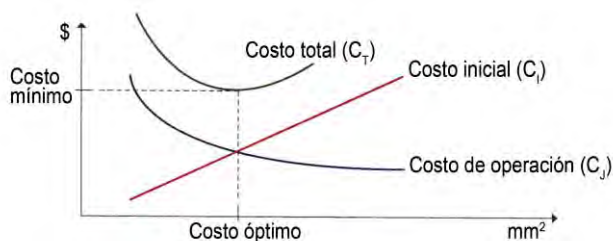
En las siguientes figuras se incluyen tres ejemplos que denotan la gran variedad de aplicaciones que puede tener este tipo de análisis gráfico.



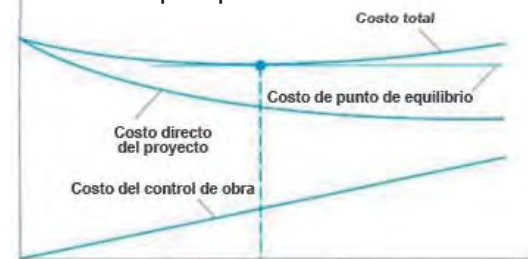
5.10a - Método de MAPI (Machinery and Allied Products Institute) para determinar el costo óptimo de utilización de equipo de obra.



5.10b – Tolerancia óptima por costo en sistemas constructivos



5.10c – Costo óptimo de diámetro de un conductor eléctrico



5.10d – Costo total óptimo por el control de obras

Figura 5.10 – EJEMPLOS DE GRAFICAS DE OBTENCIÓN DE COSTOS TOTALES ÓPTIMOS APLICADAS A DIFERENTES ANÁLISIS ECONÓMICOS - Fuentes: (a) *Improving Productivity in Construction through QC and IE*, Yoshitsugu HASHIMOTO, edit. Asian Productivity Organization, 1986; p. 113; (b) *Guide pratique pour la construction – Reporte No. 67 Tolérances dimensionnelles* – CIB (Conseil International du Bâtiment pour la Recherche, l'Étude et la Documentation, p.3 y 4; (c) *Dimensionamiento óptimo de conductores eléctricos - PROCOBRE*, 2010 p.9 y (d) *Construction Management – Manual de gestión de proyecto y dirección de obra*, Autores: Frank HARRIS y Ronald McCaffer, p.105

5.2 Experiencias Directas

En la práctica profesional y empresarial, trabajando en obras particulares y en empresas dedicadas a la vivienda de varios niveles económicos con una experiencia acumulada de más de 40 años, de manera obligada, circunstancial y aleatoria en sus inicios y, posteriormente de manera paulatina siguiendo un método, se ha buscado la optimización de diseños y procesos y, por ello, muchos de los conceptos que fundamentan esta búsqueda están incluidos en este trabajo.

Los primeros resultados de estas experiencias fueron la concretización de prototipos de vivienda y la solución de detalles tipo lo cual formó una librería de propuestas que fueron conformando un bagaje de preplaneación.

Por la difícil aceptación para la unificación de criterios que se da en las empresas, principalmente en las empresas grandes con mucho personal y muchos ejecutivos y directivos, se vuelve difícil culminar en todo su alcance útil prototipos y detalles constructivos con presupuestos modulados incluidos.

Los prototipos y las soluciones tipificadas que se van desarrollando pueden ir aumentándose, complementándose y mejorándose a través de la aplicación en proyectos específicos sucesivos.

Bajo este enfoque, la realización de diseños se convierte en un proceso de armado y siembra de prototipos y de sus obras de urbanización, equipamiento e infraestructura prediseñados con el consecuente ahorro de tiempos de realización y de costos de diseño así como con la seguridad de ofrecer soluciones detalladas, probadas y conocidas.

El llegar al momento de tener *una preplaneación útil y eficiente implica invertir tiempo, dinero, esfuerzo y constancia*; conlleva muchísimo trabajo que no siempre se está dispuesto a dedicar, principalmente por ser una inversión a futuro, aunque los resultados son a mediano y largo plazo muy redituables, siempre y cuando se permanezca en el sector de desarrollos de vivienda o de proyectos con contenidos similares.

Otra resultante útil de la búsqueda de la optimización de soluciones se ha dado en la redacción de listas de ayuda para ir calificando y tamizando las características de un proyecto en todas las fases de su proceso.

Los requerimientos plasmados en estas listas no siempre se pueden cumplir en su totalidad y, en varios casos, se tienen que tomar decisiones a pesar de haberse evidenciado, en las listas, uno o varios inconvenientes.

Las decisiones se llegan a tomar en contra a lo recomendado en las listas en algunos rubros porque se demuestra que el precio de venta puede absorber los sobrecostos que se den, por la ventaja comercial del producto que se tenga pensado, por no encontrarse una mejor alternativa por las condiciones financieras del momento o para evitar la estacionalidad en la empresa, etc., y porque es muy difícil encontrar terrenos para proyectos que cumplan con todas las características ventajosas por ser tantas; sin embargo, los inconvenientes o deficiencias notadas contra la lista pueden ser evaluadas y superadas en un análisis de segundo o tercer nivel y consideradas en el plan de negocio previendo su costo y evitando así el surgimiento de imprevistos.

Lo más valioso del empleo de este tipo de revisión asistida está en la detección oportuna de proyectos inconvenientes disfrazados a veces de grandes oportunidades. Hay casos en que las condiciones de un terreno, por motivos legales, técnicos, medioambientales, de entorno social, etc., son fundamentalmente inviables desde el punto de vista económico o por otros motivos donde aún la más amplia reducción de costos analizados punto por punto y detalle por detalle no podrá remediar un proyecto o una estructura de inversión fundamentalmente defectuosa. Es la esencia básica de las condiciones de un terreno y de los considerandos de un negocio los que determinan el resultado; las decisiones incidentales afectan el resultado de manera inevitable únicamente hasta cierto grado.

Se incluye a continuación, como ejemplo propuesto, una relación de criterios y condiciones de optimización básicas a revisar en proyectos de vivienda.

Condiciones y criterios de optimización comunes en los proyectos de vivienda – 16/01/2012.

a) Para la compra de terrenos

- Dar preferencia a terrenos planos y no hundidos o inundables con pendiente preferente del 3% sin los servicios en contrapendiente.
- Con proporciones geométricas lo más cuadradas posibles (relación 1/3 de preferencia).
- Con una superficie de terreno que permita una alta densidad bruta autorizada de construcción (sobre el área total del predio).
- Con servicios de agua potable, drenaje, telefonía y electricidad al límite del lote, así como, vialidad de acceso suficiente al mismo.
- Con una incidencia en precio de venta de la vivienda baja (si la incidencia en el precio de la vivienda es menor, la densidad podría bajarse en el proyecto o subirse la utilidad).
- Que no se generen problemas potenciales para el aprovechamiento adecuado del terreno por su forma en planta, por sus colindancias o por existir árboles, espacios perdidos inutilizables o que generen obras exteriores o complementarias adicionales.
- Entre más superficie útil y más grande sea el terreno, menores costos indirectos genera; por el contrario, entre más pequeño sea, incrementa más el costo del desarrollo.
- Es requisito muy recomendable disponer de un levantamiento topográfico completo, confiable y detallado (incluyendo sus colindantes y zonas aledañas de influencia así como ubicación de redes de alimentación o descarga de fluidos, postes y árboles dentro o fuera del terreno que puedan afectar al proyecto y a sus accesos) antes de la compra del terreno.
- Se debe de contar con toda la documentación legal vigente (alineamiento y No. Oficial, Certificado de Uso del Suelo, Escrituras a nombre del vendedor y liberadas de demandas, deudas, sucesiones testamentarias en proceso, etc.).
- Es importante también elaborar desde el principio un estudio de mecánica de suelos y un estudio geohidrológico (que incluya la capacidad de absorción del suelo) antes de la compra del terreno cuidando principalmente que no existan arcillas expansivas, rellenos recientes, basura o cascajo, minas u oquedades así como demasiada maleza o espesor importante de capa vegetal a remover.
- En caso de existir en el terreno a comprar, construcciones pre-existentes, habrá que solicitar sus planos que aún existan y también hacer un levantamiento de las mismas para, posteriormente, decidir sobre su aprovechamiento o su demolición y reciclaje de materiales producto de la misma. El levantamiento debe incluir la detección de trayectorias y características de obras enterradas (instalaciones, depósitos, sótanos, etc.).
- Los costos y los tiempos de demolición o de adecuación que surjan por estos conceptos deben considerarse en el plan de negocio del proyecto, así como los ahorros que eventualmente se puedan dar por el aprovechamiento de lo existente.
- Elaborar análisis de las condiciones de las propiedades colindantes y vecinas para prever un costo por protecciones y recalces de cimientos colindantes, así como por daños y molestias a los vecinos (reales o reclamados) o para poder evitarlos. Es posible también constatar afectaciones de los vecinos hacia la propiedad de implantación del proyecto por sus condiciones defectuosas, ruinosas o inestables.
- En algunos casos existen servidumbres de paso o restricciones a la propiedad cuyas condiciones hay que tomar muy en cuenta en la solución del diseño.

b) Para la elaboración del diseño conceptual y el proyecto ejecutivo

- Optimización del rendimiento de plano (establecimiento de parámetros y relaciones de área de vivienda/área total, % de áreas comunes, densidad de muros, densidad de ventanas, densidad de puertas, razones de superficie, de desarrollo y de cantidades sobre el costo del proyecto).
- Mínima obra de urbanización (en términos de superficie pavimentada, longitud de redes y cantidad de registros y pozos de visita).
- Mínimos costos de alumbrado exterior (luminarias adosadas a la vivienda eliminando los postes de iluminación).
- Máxima densidad de construcción para prorratear el costo del terreno y eliminación de pequeñas áreas exteriores comunes integradas a áreas privadas y vendibles buscando dejar lo mínimo de áreas comunes y lo máximo de áreas privativas a vender y a ser cuidadas por un propietario (evitar la "tierra de nadie").
- Agrupamientos con el máximo número de casas juntas (prorrateo de muros divisorios en el caso de vivienda de interés social), o más muros con separación de colindancias que muros de fachada por ser estos últimos más caros.
- Mínimas profundidades de tuberías enterradas y de registros y pozos de visita (o utilizar banquetas técnicas) y mínima cantidad y dimensión de registros y de pozos de visita permitidas por la normatividad.
- Utilizar cisternas, tanques de almacenamiento de agua pluvial, biodigestores y otros recipientes enterrados de plástico de la capacidad requerida en uno o dos recipientes de este tipo sobre una plantilla de arena y con relleno de suelo-cal y/o suelo-cemento en su perímetro vertical. Esta opción es más económica que la construcción de recipientes de concreto o mampostería.
- Minimizar la cantidad de contratraves aprovechando la rigidez que pueden aportar los muros a la losa (en el caso de utilizarse losas o cadenas de cimentación).
- Minimizar profundidades de desplante y anchos de cimentaciones superficiales (en el caso de utilizarse cadenas, zapatas corridas o zapatas aisladas). Los cimientos que lindan con las áreas exteriores pueden desplantarse a una profundidad mínima de 50 cm, pero los que quedan en el interior de las edificaciones (protegidos) se pueden desplantar a 30 cm, siempre y cuando se apoye sobre terreno sano y competente.
- En la nivelación evitar contrapendientes y adaptarse lo más posible a la topografía del terreno.
- En los casos de no estar restringidos en áreas exteriores utilizables, disponer de taludes en vez de muros de contención en terrenos con desnivel (si se ponen muros de contención ver que sean muros segmentados simples o reforzados con geored a base de elementos apilables u otra alternativa más económica que los muros tradicionales).
- Mínimos desniveles en plataformas (entre sí) absorbiendo la mayoría de desniveles en las vialidades y áreas exteriores así como respetando las disposiciones del drenado positivo.
- Aprovechar lo más posible el suelo existente mejorándolo con cal y/o cemento en caso necesario, eliminando acarreo fuera de obra del material del terreno producto de excavación y reducir o eliminar la compra de material de banco para dar la nivelación o para rellenos, plataformas, subrasante, sub-bases, bases y capas de conformación.
- Reducir las distancias de acarreo para rellenos y de excavaciones internas lo más posible para optimizar acarreo internos.
- Eliminar interferencias entre elementos constructivos y precisar interfases.
- Eliminar interferencias de actividades y establecer interacciones entre trabajadores y especialidades.
- Buscar las secciones menos grandes para elementos prefabricados o hechos en el sitio (vg. Guarniciones, estructuras de pavimentos, banquetas y andadores, etc.).
- Incrementar los muros de mampostería reforzada por integridad estructural y reducir los muros armados interiormente cuando la solución estructural lo permita.
- Procurar una estructuración de las edificaciones eficiente a través de la búsqueda de una geometría regular concretada en las siguientes características recomendadas en el Reglamento de Construcciones para el D.F. (Art. 140).
 - Planta lo más simétrica posible.
 - Relación entre altura y lado menor de su desplante igual a 2.5 ó menor.
 - Relación entre largo y ancho (en planta) igual o menor a 2.5.
 - Sin entrantes ni salientes en su contorno en planta mayores a su longitud paralela.
 - Evitar los entrepisos blandos (en estacionamientos).

- Pozos de luz o huecos en losas no mayores del 20% de la superficie de desplante y de sus dimensiones paralelas.
 - Los pesos de los niveles superiores menores en un 70% a los pesos de sus niveles inferiores inmediatos (no mayores). El último nivel (azotea) es el único que podría tener menos del 70% de su nivel inmediato inferior.
 - Ningún piso tendrá un área delimitada por los paños exteriores de sus elementos resistentes verticales mayor que la del piso inmediato inferior ni menor de 70% de éste, exceptuándose el caso del último piso.
- Prever las suficientes longitudes para resistir el sismo en ambos sentidos y no deben proponerse ni muros de doble altura ni discontinuidad estructural entre sus elementos por motivos de seguridad y economía a menos que se demuestre que la solución específica no afecta dichos motivos.
 - Concretos de revenimientos bajos y con T.M.A. lo mayor posible (para ahorrar cemento).
 - Cepas estrechas pero respetando los mínimos normalizados (empleando diferentes anchos de cucharones de excavación).
 - En cepas para instalaciones, tratar de alojar el máximo número de redes compatibles reduciendo así el número de cepas (trincheras técnicas).
 - Las canalizaciones de agua potable, de ramaleos sanitarios, de instalaciones eléctricas y de instalaciones de corriente débil cuyo diámetro no exceda $1\frac{1}{2}'' \text{ } \varnothing$ (38mm) colocarlas dentro del tercio central del espesor de la losa de cimentación de 12 cm de peralte o sobre la plataforma compactada (sin excavarla) cuando se coloque un firme armado en su lecho superior de 8 cm de espesor mínimo:
 - Poca superficie de fachada.
 - Poca cantidad de mochetas.
 - Mínima longitud y altura de bardas (1.80 m + pieza de enrase) y reducción de sus cimentaciones donde sea posible (anclando en el suelo, sólo micropilotes bajo castillos espaciados según lo indicado en el cálculo).
 - Poco recorrido de tuberías y conduits de instalaciones, así como de redes (menos longitud y menos diámetros así como menos vueltas y puntos de conexión).
 - Máxima dimensión de los componentes constructivos con máxima ligereza (bloques, paneles de vigueta y bovedilla).
 - Mínima cantidad de material por componente o pieza buscando el máximo de huecos que eliminen el uso de material pesado y con un desempeño nulo o insignificante por su disposición geométrica (quitar masa e incrementar eficiencia).
 - Mínima cantidad de acero de refuerzo y sustitución de acero por fibras cortas para mejor desempeño y economía.
 - Mínima cantidad de capas sobre capas en acabados intermedios.
 - Capas de recubrimientos lo más delgadas posible (cumpliendo normas y sin dejar visible marcas o el fantasma en las juntas).
 - Separar las instalaciones de la obra gruesa y acabados (no ahogarlas o alojarlas dentro de la obra gruesa sino ducteándolas u ocultándolas con doblajes o por ubicación en zonas no visibles).
 - Concentrar en una sola losa los pulpos eléctricos y buscar el mínimo de recorridos y cambios de dirección.
 - Tener doble opción de que los elementos sean manportables o movidos con máquinas.
 - Material de obra negra, despiezado y precortado por submúltiplos dimensionales, en su caso, para lograr un proceso aditivo de colocación de componentes sin cortes ni generación de desperdicios en obra.
 - Reducción o eliminación de obra falsa (reducción lo más posible de cimbras y apuntalamiento improvisado). Empleo de cimbras, largueros y puntales industrializados evitando la madera maciza y el triplay habilitados en obra.
 - Reducción de variedad de piezas.
 - Emplear materiales de línea (industrializados) y no pedidos especiales.
 - Coordinación modular (para eliminar trabajos de cortes, ajustes y desperdicios).
 - Unificación de dimensiones de puertas, ventanas y cancelas considerando las dimensiones de vidrios, de paneles y de elementos lineales (manguetas) para un mínimo de cortes y desperdicio.
 - Despiece de recubrimientos buscando el mínimo de desperdicios por cortes y ajustes (adoquines, losetas y azulejos).
 - Geometría sencilla de cubiertas inclinadas (la menor pendiente funcional posible).
 - Claros inferiores o iguales a 3.00 m en vivienda social y media.
 - Escaleras sencillas.
 - En el proyecto debe siempre preverse el espacio necesario para que en las obras los equipos de obra puedan trabajar y puedan entregar los materiales a pie de muro en palet o en tolva y puedan montar las piezas prefabricadas de mayor tamaño y peso.

c) Para la planeación y la ejecución de las obras

- Mecanizar lo más posible las obras para los trabajos de demolición, terracerías y manipulación de los materiales y elementos constructivos (acarreos, elevaciones y procuración).
 - Demoler las construcciones existentes y aprovechar en la obra el material producto de demolición respetando normas de utilización.
 - Mínimos movimientos de tierra (tanto internos como externos).
 - Reducir pasos o actividades que conformen el proceso de obra.
 - Buscar reducir y complementar la secuencialidad de los procesos con la alternividad y la interactividad.
 - Cero almacén (justo a tiempo y no almacén de obras anteriores).
 - Uso de escantillones, plantillas y maniqués que eviten tener que medir con cinta métrica.
 - Uso de máquinas, medios auxiliares y herramientas adecuadas para la mano de obra.
 - Evitar improvisaciones y promover la elaboración y el aprovechamiento de la preplaneación y la planeación al detalle.
 - Coordinación operativa, aplicación de logística y de logística inversa.
 - Tener siempre al equipo, a las máquinas herramientas y a la herramienta manual así como a los medios auxiliares con el cuidado de uso adecuado, su mantenimiento al día y en condiciones de utilizarse en el momento requerido.
 - Obra arreglada en sus áreas exteriores haciendo parte de la urbanización el mejoramiento de circulaciones para no trabajar con lodo o con polvo (trabajar sin generar roderas).
 - Polivalencia de la mano de obra y en constante capacitación y mejora.
 - Interfases definidas entre las diversas especialidades así como protocolos de entrega y recepción.
 - Que cada especialidad (de mano de obra o subcontratista) intervenga trabajando en los procesos de obra el mínimo de veces (de preferencia una sola vez).
 - Definir el trabajo lo más llave en mano posible y formalizar los procesos de verificación (check lists) y protocolos de entrega y recepción (contratos a precio alzado).
 - Ahorro en impuestos (no activos fijos, IMSS con tasa reducida gracias a la seguridad de las obras, etc.).
 - No construir en temporadas de lluvias las obras de urbanización y en obra gruesa (aunque sí se puede ejecutar obra segunda por hacerse con la protección de la obra gruesa terminada).
 - Dar preferencia de instalación de talleres y puestos de trabajo en las obras grandes y, si es posible, donde convenga económicamente, en las obras chicas.
- Como segunda opción, que las obras grandes suministren a las chicas y, finalmente siempre contar con proveedores externos complementarios de:
- Concreto premezclado
 - Mortero premezclado
 - Precolados
 - Vibrocomprimidos
 - Habilitado de acero
 - Plomería (subcontratada)
 - Instalaciones eléctricas (subcontratadas).
 - Utilizar para este fin las áreas del terreno (que no vayan a ser desplante de la edificación en proceso) de futuros jardines, de restricción, de donación, de afectación o aledañas a la obra para no pagar rentas ni fletes.
 - Prever equipos de puestos de trabajo fáciles de transportarse, de montarse y de desmontarse para una instalación rápida y económica.
 - Buscar equipo con producción modular y flexible para adaptarse a las variantes condiciones de las obras.

Dada la gran cantidad de conceptos buscados en las diferentes fases del proceso de un desarrollo, sólo en muy pocos casos (casi en ningún caso) es posible cumplirlos en su mayoría en primera instancia, por ello, se necesita resolver a un segundo, tercero o cuarto nivel la serie de desventajas que tenga un terreno (ubicación regional poco desarrollada, altimetría topográfica muy accidentada, poligonal muy irregular, demasiados árboles, suelo muy compresible, etc.) o un diseño muy condicionado (uso del suelo restringido, características de colindantes difíciles, etc.).

Es conveniente por tanto conocer las soluciones técnicas más prácticas, económicas y confiables así como las artimañas más eficientes para poder enfrentar las condicionantes tan abundantes y variantes que puede presentar un proyecto dado con objeto de dar viabilidad a casos que se presentan con cada vez mayor grado de dificultad por el incremento poblacional, por el incremento y complicación cada vez más significativa de leyes, reglamentos y normas y por la creciente competitividad que se viene dando en el sector.

En los Anexos B y C del Capítulo 3 de esta tesis se dan una amplia gama de tecnologías que fueron incluidas como respuesta a la búsqueda de soluciones optimizadas y adecuadas al género de edificios de vivienda porque uno de los principales objetivos de este trabajo es el ofrecer información de referencia técnica para la selección y utilización de soluciones relativamente poco conocidas pero aprovechables en la práctica.

La información incluida también intenta contribuir a la obtención de conocimientos más detallados sobre las características de materiales y procedimientos de construcción que nos son familiares y de uso cotidiano para un uso optimizado.

Dada la vertiginosa velocidad con la que día a día la tecnología avanza y se expande en opciones, no es posible ser exhaustivos. Las propuestas presentadas son por tanto sólo ejemplos de aplicaciones óptimas posibles que tienen que analizarse con profundidad y costearse detalladamente antes de ser adoptadas.

Como experiencias directas que se han tenido, se relacionan en primera instancia varias iniciativas implantadas de forma tal que se han vuelto costumbres o estándares en la forma de trabajar y que han modificado los procesos de planeación y de ejecución. En este caso no se ahonda en la historia de aplicaciones sino sólo se comenta brevemente su ventaja de utilización.

Las iniciativas han sido tomadas del repertorio incluido en el capítulo 3 de este documento, algunas han sido implementadas en unos casos y han perdido su continuidad por varias razones y otras se han venido repitiendo rutinariamente.

De las soluciones utilizadas sistemática y rutinariamente enlistamos a continuación las siguientes:

- Empleo de acero de refuerzo electrosoldado (mallas y armaduras de diseño comercial y, eventualmente, de diseño especial) que reduce el habilitado de acero en obra.
- Empleo de piezas de block de concreto cuyo formato y dimensiones permiten formar un metro cuadrado con menor cantidad de piezas (12.5 piezas en vez de 45 a 50 piezas en el caso del uso del ladrillo normal), conformar muros reforzados interiormente que evita el cimbrado y el colado de castillos de confinamiento y las cadenas se integran al espesor de las losas.

Existe la posibilidad de utilizar piezas de 60 a 80 cm de largo, siempre que no se rebase el peso máximo de 18 kg que tienen los boques de 20 x 20 x 40 cm considerados como el estándar a nivel mundial; con ello, se puede formar un metro cuadrado con menos piezas, lo cual implica menor cantidad de juntas (consideradas como zonas débiles), menos consumo de mortero y más rendimiento de la mano de obra. Todas las piezas estándar van complementadas con piezas especiales y, muy principalmente, las medias piezas de 20 x 20 cm que gracias a un análisis previo de despiece en el proyecto se evitan cortes y desperdicios.

- Empleo de piezas de bock acabado esplitado o estriado con hidrofugante y color integral rejunteado con mortero de color integral que evita la necesidad de aplanar o de recubrir con varias capas a los muros de fachada.
- Fabricación y empleo de piezas precoladas de concreto, manuportables o montables con equipo elaboradas en talleres de obra (dinteles, repisones, remates, pozos de visita, registros, escaleras, piñones, lavaderos, guarniciones, etc.).
- Prefabricación de piezas de concreto vibrocomprimido en talleres de obra con la disposición de una máquina vibrocompresora (para la fabricación de bloques, tabicones, adoquines, losetas, placas de adopasto, piezas especiales, etc.).
- Instalación de centros de habilitado de acero de refuerzo con máquinas combi (cortadoras y dobladoras) en obra.
- Prefabricación de ramaleos de plomería para simplificar y apresurar la instalación en obra y reducir desperdicios de material.
- Cambio de tubos de cobre por tubería de CPVC para conducción, distribución y suministro de agua fría y caliente con la ventaja de eliminación de corrosión potencial y de sarro interno (con tendencia a la disminución del diámetro efectivo a través del tiempo). En este caso se obtienen como ventajas adicionales la reducción de costos de adquisición y la economía, sencillez, seguridad, ligereza y limpieza en el habilitado, armado y colocación de esta tubería eliminando a su vez los riesgos de quemaduras e incendios implícitos en los trabajos en caliente por el soldado de tubos de cobre. En un futuro muy próximo será también posible utilizar tubería plástica para la instalación de gas.

Dada la sensibilidad de este material a los rayos UV de la radiación solar del CPVC es necesario proteger con pintura vinílica a la superficie expuesta de estos tubos.

- Sustitución de aplanados de yeso (que tardan de uno a dos meses en secar) por recubrimiento de tablaroca antifuego en plafones (en los casos de protección de bovedillas de poliestireno expandido) y en doblajes de muros (en casos específicos).
- Empleo de selladores adherentes para la fijación de recubrimientos pétreos para usos varios, en vez de la utilización de morteros de adhesión en algunos casos específicos.
- Utilización de productos geosintéticos para la estabilización mecánica de suelos para rellenos de contención con muros segmentados apilados en seco, para la separación de arcillas de materiales granulares, para la conformación de drenes, etc.
- Estabilización química de suelos arcillosos o arcillo-limosos con cal, de suelos granulares con cemento y de suelos limo-arenosos o más combinados con cal y cemento.

Esto permite aprovechar el suelo del terreno para trabajos de relleno y de plataformas cumpliendo con las características requeridas y evitando excavaciones, acarreos a tiros autorizados y explotación de minas con el consecuente sobre costo e impacto ambiental.

- Utilización de pavimentos a base de adoquines y de losetas sobre cama de arena montados en seco y a tope. Es necesario conocer y practicar la tecnología implícita de estas opciones para asegurar su buen y económico comportamiento. Como posibilidad adicional de aprovecharse esta solución para la conformación de pavimentos filtrantes con bases granulares o con bases de bloques de plástico para la regulación y/o absorción del agua de lluvia.
- Empleo de viguetas de concreto armado de alma abierta o de alma llena de concreto presforzado semiresistentes (que requieren apuntalamiento) o autoresistentes (que no requieren apuntalamiento) con bovedillas de concreto o de poliestireno expandido. Las bovedillas de poliestireno expandido están siendo las de mayor empleo, por su ligereza, aislamiento y economía directa (de adquisición y de colocación) e indirecta (porque se pueden usar viguetas menos reforzadas y se logra economía en el dimensionamiento estructural, por lograrse menor carga muerta).

- Utilización de piezas de remate con gotero integrado para bardas y pretilas evitando con ello la infiltración del agua de lluvia y la impregnación de contaminantes arrastrados por los enrase libres de muros considerados como zonas altamente expuestas y, por lo tanto, sensibles al ataque de humedad y suciedad urbana. Ello ahorra costos de mantenimiento (limpiezas, resanes y pintura) y conserva el buen aspecto de bardas y fachadas a través de los años. Este tipo de piezas debe ser liso, de colores crudos (para disimular la suciedad) y deben estar bien junteados y sellados con sellador de alta resistencia al intemperismo.
- Empleo de repisones y de umbrales con gotero integrado bajo ventanas y bajo puertas exteriores respectivamente que impiden la infiltración del agua de lluvia en el enrase de los muretes bajo ventana y por la unión entre ventanas y obra de albañilería gracias a un realce o tacón de aumento que calza al manguete inferior y permite el libre flujo del agua y su caída al piso por medio del gotero evitando así manchar las fachadas. Los repisones, también necesitan tener una superficie impermeable y lisa, fácil de limpiar y con una fuerte pendiente de desagüe (10% mínimo). Es importante respetar su diseño geométrico para asegurar un buen comportamiento.
- Empleo de material reciclado, producto de la trituración del material de demolición o de desperdicio inerte (concretos, bloques, adoquines, losetas, etc.) para la conformación de rellenos y de bases o plataforma compactadas. El acero producto de demoliciones ha podido ser reutilizado en armados complementarios o como sustitución de refuerzo de estructura incrementando su cantidad en base a pruebas de resistencia efectuadas en laboratorio y a la aplicación de factores de seguridad adicionales.
- Reducción considerable de cimbras de contacto y de obra falsa improvisada de poca duración. Empleándose solamente medios de apuntalamiento industrializados de fácil, rápida y segura utilización, de fabricación industrializada. Se prefiere por ello emplear dinteles y trabes prefabricadas de rápido y fácil montaje manual o con equipo para evitar el empleo de cimbrados en el sitio que generan altos e incontrolables desperdicios.
- Tendido de redes sanitarias y de alimentación de agua potable con tubería de PVC con junta hermética de neopreno entre tubos y entre tubería y registros y/o pozos de visita así como también utilización de cisternas y tinacos de agua potable, depósitos de agua pluvial, cárcamos de rebombeo y biodigestores o fosas sépticas de gran capacidad de material plástico. La fabricación de estos depósitos por empresas especializadas que respetan normas de calidad asegura una estanqueidad e inocuidad total (lo cual generalmente es difícil de lograr a largo plazo en obras hechas de mampostería o de concreto). La tubería de plástico y los depósitos de plástico, por su ligereza permiten una colocación en frío sencilla, rápida y económica y sus uniones a través del empleo de juntas de neopreno garantizan la hermeticidad necesaria que evita fugas, contaminación y daños colaterales. En un futuro próximo es probable que nuevas empresas o las ya existentes ofrezcan también registros, trampas de grasas y aceites, decantadores, etc. así como pozos de visita de plástico a precios convenientes lo cual permitirá complementar sistemas integrales de redes hidráulicas y sanitarias para el logro completo de ventajas.

Se han llevado a cabo también aplicaciones muy concretas del tipo caso por caso de las cuales podemos mencionar brevemente las dos siguientes:

1.- Proyecto Lomas del Parque III, ubicado en Ciudad Labor, Tultitlán, Estado de México, propiedad del Infonavit consistente en una segunda etapa de 414 viviendas de interés social construidas por la empresa Geo, S.A. de C.V.

Los principales inconvenientes de este proyecto se gestaron por la accidentada topografía del terreno y la dureza del suelo y ello elevó los costos presupuestados al punto de llegar a sobrepasar los topes de precios tabulados por el Infonavit para la asignación de las viviendas.

Uno de los sbrecostos importantes era la de un muro de contención de 8 metros de altura para delimitar la propiedad y dar un nivel de vialidad adecuado para acceder a las viviendas y sus áreas de estacionamiento.

El costo de un muro de concreto armado, y de los movimientos de tierra y cimbra requeridos, era demasiado elevado y tardado en su construcción. Empleándose un relleno de tierra reforzada con georedes y con un chapeo de bloques de concreto de gran formato se erogó el 35% del costo del muro de concreto armado y se construyó en el 40% del tiempo con respecto a la opción inicialmente planteada.



Montaje de piezas de block mecanizado



Detalle de fijación de malla tendida en huecos de block rellenos con grava que funciona como filtro.



Compactación de suelo en capas de 20 cm



Vista de avance desde el borde del muro

Figura 5.11a– MURO DE CONTENCIÓN DE 8.00 m DE ALTURA A BASE DE RELLENO REFORZADO CON GEOREDES PLÁSTICAS Y CHAPEO CON BLOCKS HUECOS DE CONCRETO DE 40X 60X 20 cm, CON CARA APARENTE ESTRIADA APILADOS A TOPE - *Obra: Lomas del Parque III - INFONAVIT*

Figura 5.11A – APLICACIONES TÉCNICAS PARA AHORRO DE COSTOS Y TIEMPOS EN:
Obra Lomas del Parque III – Prop. Del INFONAVIT

Otra decisión que redujo al 30% los costos de excavación en macizos de roca y en excavación de tepetate extremadamente duro, consistió en sustituir el empleo de rompedoras neumáticas manuales accionadas por compresores rentados por la compra de dos martillos romperocas hidráulicos acoplados a dos cargadoras-retroexcavadoras o que sustituyeron a 18 rompedoras neumáticas rentadas con un rendimiento 5 veces mayor.



Figura 5.11b – EMPLEO DE DOS MARTILLOS ROMPEROCA (Marca MONTABERT BRH-125 y BRH-250) MONTADOS SOBRE 2 CARGADORAS-RETROEXCAVADORAS que permitieron un trabajo rápido y económico de excavación en tepetate duro y roca.

**Figura 5.11B – APLICACIONES TÉCNICAS PARA AHORRO DE COSTOS Y TIEMPOS EN:
*Obra Lomas del Parque III – Prop. Del INFONAVIT***

El costo de los martillos romperocas fue menor que la renta que se pagaba por el equipo neumático y dichos martillos quedaron como activo de la empresa para ser usados aún por varios años después.

El Infonavit en su carácter de contratante aseguró los costos de construcción de esta obra (que, en su primera etapa denominada Lomas del Parque I había sobrepasado el presupuesto inicial en un 25%) mediante la firma de un contrato a precio alzado y tiempo de entrega comprometido con multas por incumplimiento.

El contrato a precio alzado evitó un importante trabajo administrativo de revisión y aprobación de estimaciones semanales.

La empresa cumplió en costo y tiempo la obra contratada con las utilidades esperadas.

Hubo otras soluciones de economía adoptadas como el encostalado de rellenos para evitar empujes a los muros de enrase de cimentación de las viviendas y, por tanto, evitar hacerlos de mayor espesor y de concreto armado (se hicieron de block reforzado interiormente) aunque con ahorros menos importantes en los costos.

2.- Proyecto ubicado en la Av. San Juan de Aragón No. 439 que consta de 66 edificios de vivienda de interés social de 5 niveles. Desarrollado por la empresa Geo-ICA, S.A. de C.V.

En este caso, por la alta compresibilidad del suelo, el costo de la cimentación, inicialmente considerada a base de cajones de sustitución con una profundidad de 2.80 m, resultó con un monto del 70% adicional a lo esperado además de haberse notado muy riesgosa en su comportamiento a través de la vida útil de los edificios *por la alta compresibilidad del suelo y el alto nivel freático*

Ello motivó a ver otras alternativas de solución diseñadas y calculadas a detalle para obtener la necesaria certeza económica en el análisis comparativo.

Una propuesta fue una cimentación a base de pilotes de cimentación y otra propuesta fue una cimentación a base de inclusiones (solución de cimentación muy utilizada en cimentaciones de edificios sobre suelos de alta compresibilidad en Europa).

La opción más económica de estas dos propuestas fue una solución mixta a base de inclusiones de 30 a 40 cm Ø coladas con mortero a base de suelo-cal y cemento pobre sin refuerzo a 21 m de profundidad y enrasada a 3.00 m de profundidad sobre los cuales se tendió una base compactada de 30 cm de espesor para recibir una losa de cimentación rigidizada con contratraveses (ver figura siguiente).

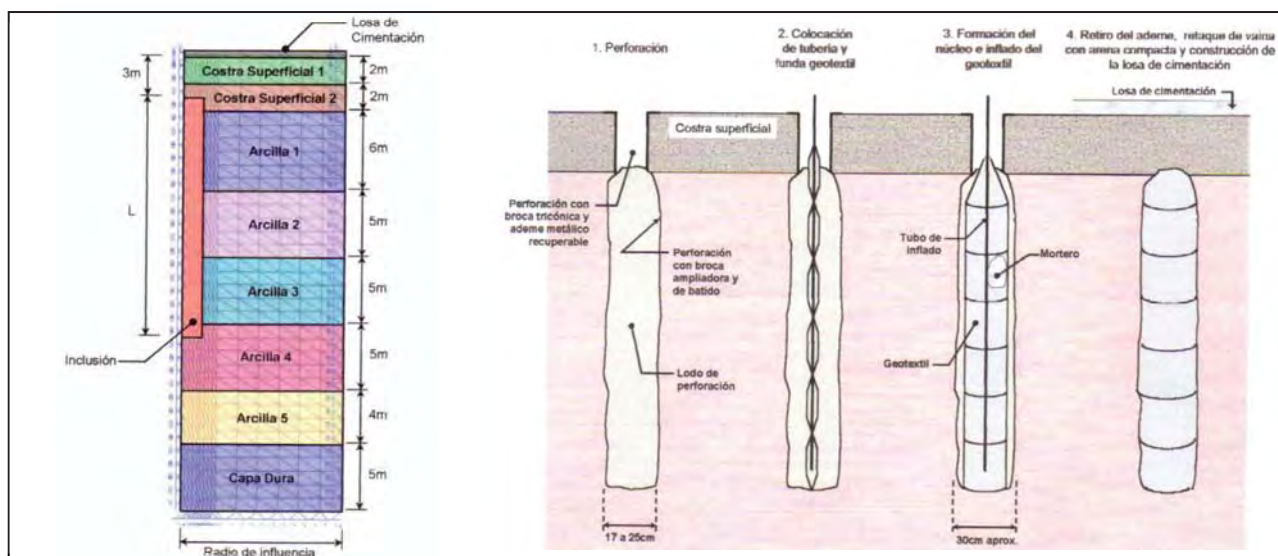


Figura 5.12A – CORTE ESQUEMATICO DE UNA INCLUSIÓN y su radio de influencia en la estratigrafía del suelo del proyecto de Av. San Juan de Aragón No. 439 en el Distrito Federal.

Figura 5.12B – PROCESO DE EJECUCIÓN DE INCLUSIONES DE MORTERO ENVUELTAS EN GEOTEXTIL.

Fuente: Análisis Evaluativo de Soluciones de Cimentación – Dr. Juan Félix RODRIGUEZ y Dr. Gabriel Auvinet, 2003.

Esta solución redujo los asentamientos máximos generados por los edificios de 150 cm sobre losa de cimentación a sólo 30 cm (permitidos por el Reglamento de Construcciones del D.F.).

Las inclusiones son más económicas que los pilotes de fricción por ser hechas de mortero pobre sin refuerzo de acero además de eliminarse dados de liga para recibir las cabezas de los pilotes y contratraveses peraltadas de liga y rigidización de concreto armado ya que esta solución costura y

refuerza al suelo para disminuir su asentamiento quedando desligada de la cimentación de los edificios por carecer de conexiones con la misma.

En general, se ha logrado, en la búsqueda y la utilización de materiales, la ligereza (se ha podido reducir el peso de una casa de interés social de 63 m² de 55 ton a 28 ton, por el empleo de materiales más ligeros que, sin embargo, cumplen con las necesidades y normas de calidad requeridas, la rapidez de ejecución (por el empleo de piezas de grandes formatos y por la colocación en seco, en los mayores casos posibles, que reducen tiempos de espera de endurecimiento y secado y facilitan el desmontaje, la recuperación del material y la modificación con operaciones simples).

Todo ello puede permitir economías inmediatas del 15% al 20% y economías posteriores que pueden incrementarse hasta llegar a ahorros de hasta del 30 al 35% gracias a las habilidades, destrezas y competencias de los equipos de trabajo de todo nivel asignados a un proyecto dado y al grado de madurez que la empresa haya podido lograr.

6.- APLICACIÓN SISTÉMICA

La adopción inicialmente utilizada en algunos proyectos de varias tecnologías expuestas en el capítulo 3 y sus anexos se han venido replicando en proyectos subsecuentes por las ventajas que se constataron o por una búsqueda evolutiva de mejoras y ajustes.

Muchas aportaciones tecnológicas expuestas aún no se han podido aprovechar por su actual alto costo, por falta de adecuación reglamentaria o por falta de infraestructura industrial. En algunos casos incluso, se ha visto económicamente conveniente la importación de materiales, componentes, medios auxiliares y bienes de capital que, sin embargo implican la amortización de su costo de adquisición en varios años en el caso de medios de producción.

Las aplicaciones, tanto de tecnologías duras (aplicadas a los productos y medios de producción) como blandas (aplicadas a los procesos de planeación, de ejecución y de seguimiento) y los resultados obtenidos demuestran muy satisfactoriamente ventajas económicas e innovadoras que incrementan la productividad y el valor de los proyectos así como una interesante reducción de costos de mantenimiento.

Lo fundamental de llevar a cabo una aplicación sistémica se da más en los conceptos de fondo que en la copia superficial y atractiva de lo que se vaya adoptando. Hay muchas ideas nuevas que para concretizarse no es necesario adquirir productos y medios de fabricación importados pero requieren de un cambio de hábitos y costumbres en las personas difícil de lograr por las inercias culturales de todo tipo que se tienen en las empresas y en el país.

Las inercias culturales que puedan tener los participantes de todo nivel jerárquico de una empresa pueden llegar a boicotear de manera intencional o inconsciente (por inadaptabilidad a lo novedoso, por dificultad de cambio de hábitos, por falta de cultura empresarial, por falta de experiencia de trabajo en una empresa o por incompetencia no evidenciada).

El boicot a la eficiencia administrativa y colaborativa que se da por parte de algunos integrantes de las empresas generan altos costos y fuertes pérdidas a las inversiones en bienes de capital y, por ello, hay que cuidar escrupulosamente la coincidencia de objetivos de propósitos de vida y de valores de los integrantes de la empresa con los objetivos de la empresa misma partiendo del hecho de que toda innovación que altere el estatus operandi o la zona de confort de las personas dada por lo acostumbrado generalmente genera escepticismo, alarma y oposición en primera instancia.

Por ello, con visión de negocio y de práctica arquitectónica cambiante, hay que *lograr que la constante aplicación de innovaciones a través de procesos sistematizados de optimización se vuelva lo rutinario*, partiendo del convencimiento de que el estancamiento de una organización sólo asegura su obsolescencia y posterior desaparición y, por ello, no tendrá futuro.

Aunque no se perciba de manera evidente con contundencia, urgen propuestas innovadoras e ideas frescas que mantengan al sector de la vivienda competitivo.

Las aplicaciones sistémicas demuestran y comprueban la alta ventaja de empleo de medios de optimización en los procesos, en los productos y en la mejora de eficiencia en las organizaciones.

A continuación se recapitulan las aplicaciones de métodos e iniciativas de optimización a procesos, productos y a la organización en su conjunto aunque en realidad no en todos los casos es posible separar las aplicaciones de optimización al poner en práctica los conceptos de optimización y de inclusión de innovaciones (por la manera tan integral en la que se interactúa y se incide).

6.1 Aplicaciones a procesos

La aplicación a procesos que con mayor contundencia aporta beneficios de optimización es la adopción del estándar cada vez más generalizado de la administración por proyectos adecuado metodológicamente a las características de los desarrollos de vivienda y a las peculiaridades y dimensión de cada empresa.

El primer paso para poder aplicar los conceptos y criterios de optimización se da evidenciando los procesos de realización de los proyectos a través de la definición de flujogramas como los incluidos a continuación.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

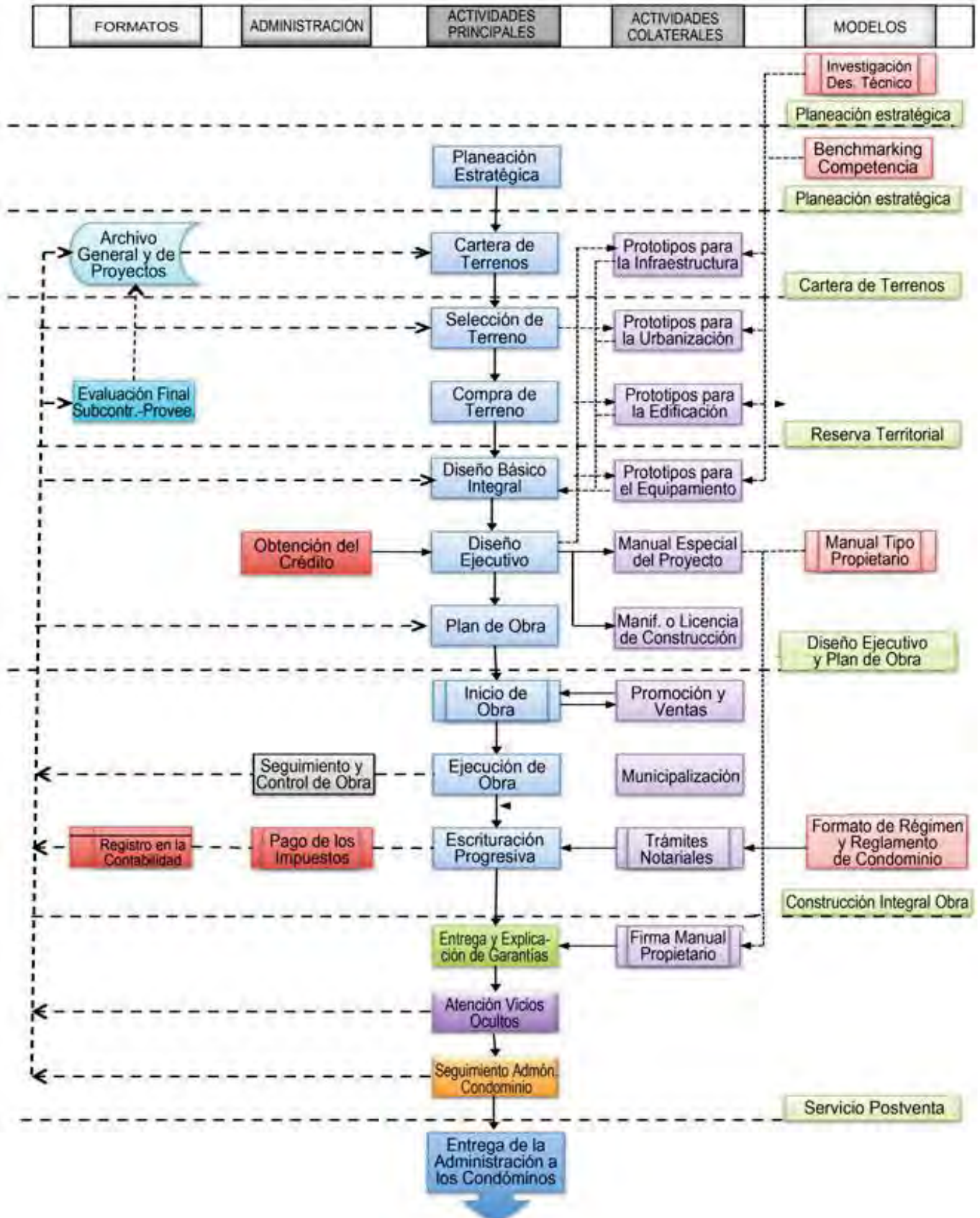


Figura 6.1a – DESARROLLO INTEGRAL DE PROYECTOS: RESUMEN

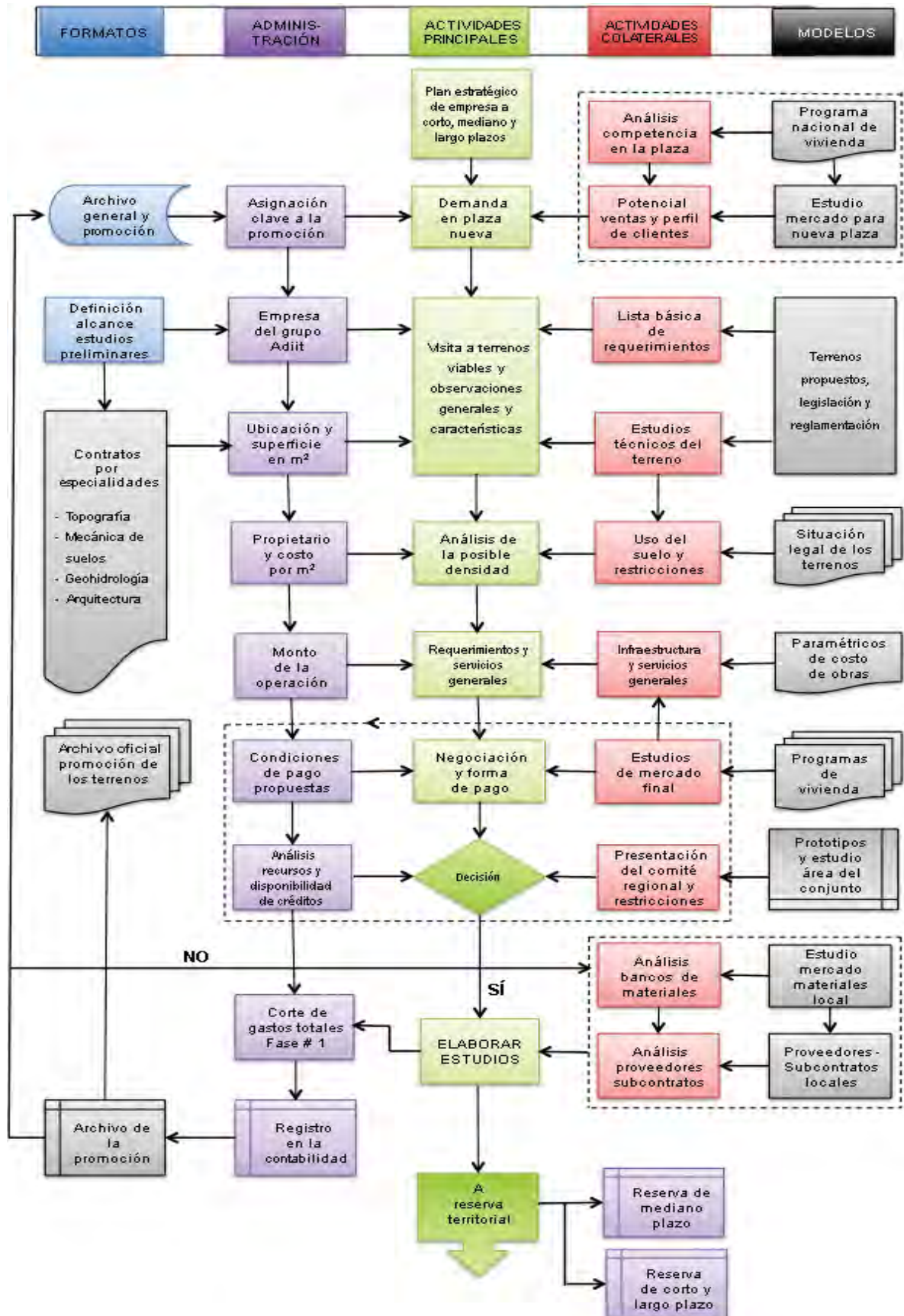


Figura 6.1b – FLUJOGRAMA DE FASE 1 – CARTERA DE TERRENOS

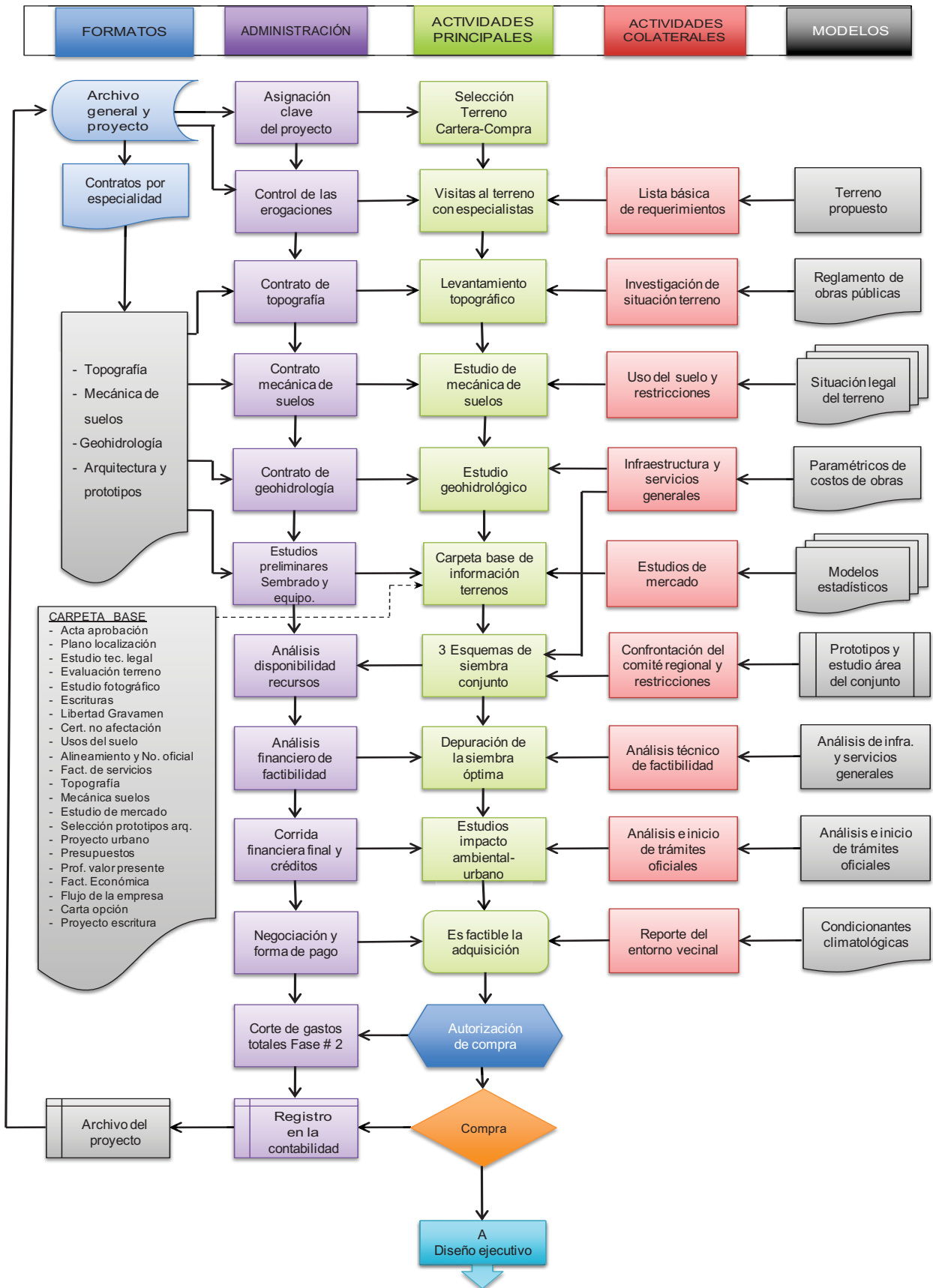


Figura 6.1c – FLUJOGRAMA DE FASE 2 – RESERVA TERRITORIAL

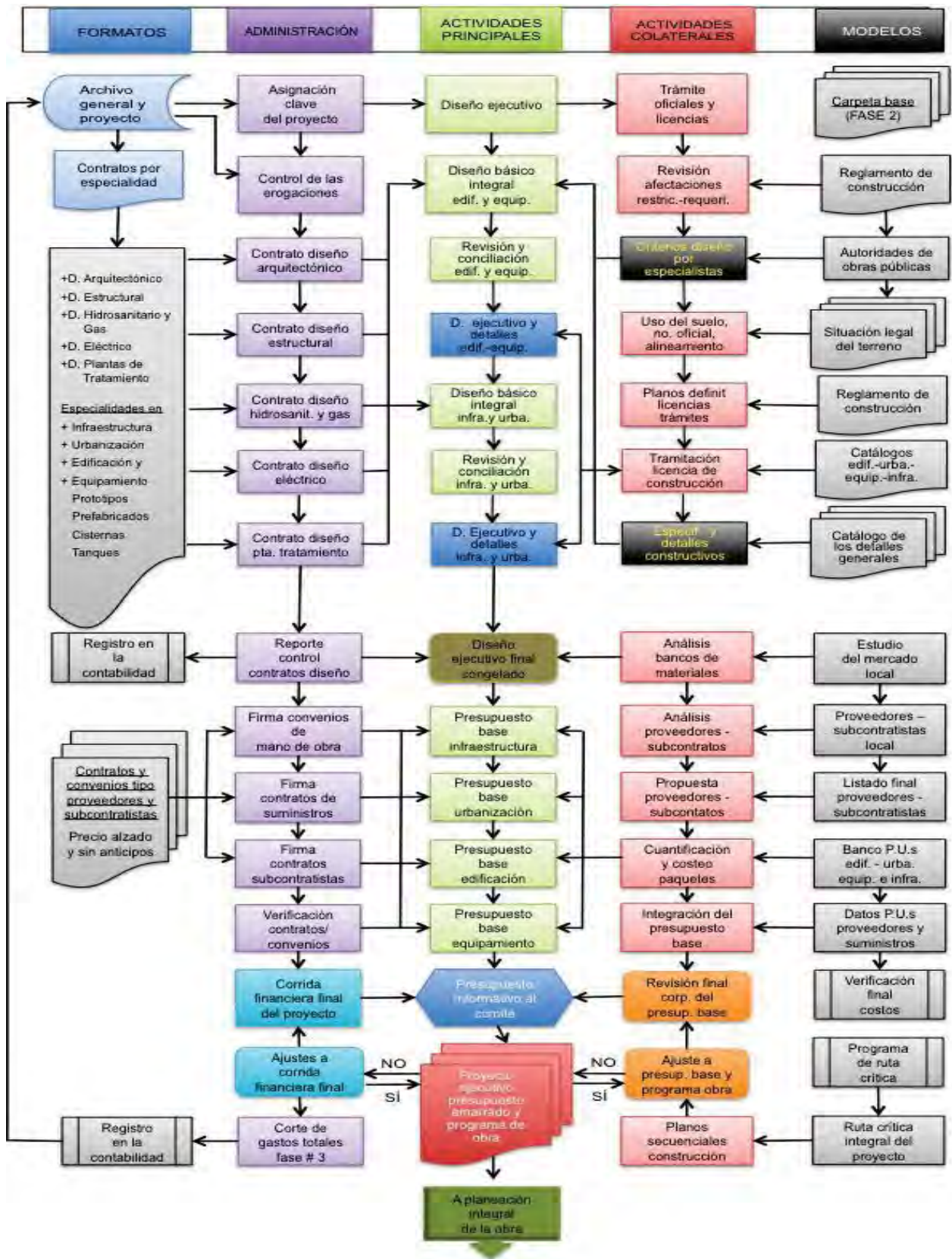


Figura 6.1d – FLUJOGRAMA DE FASE 3: DISEÑO EJECUTIVO

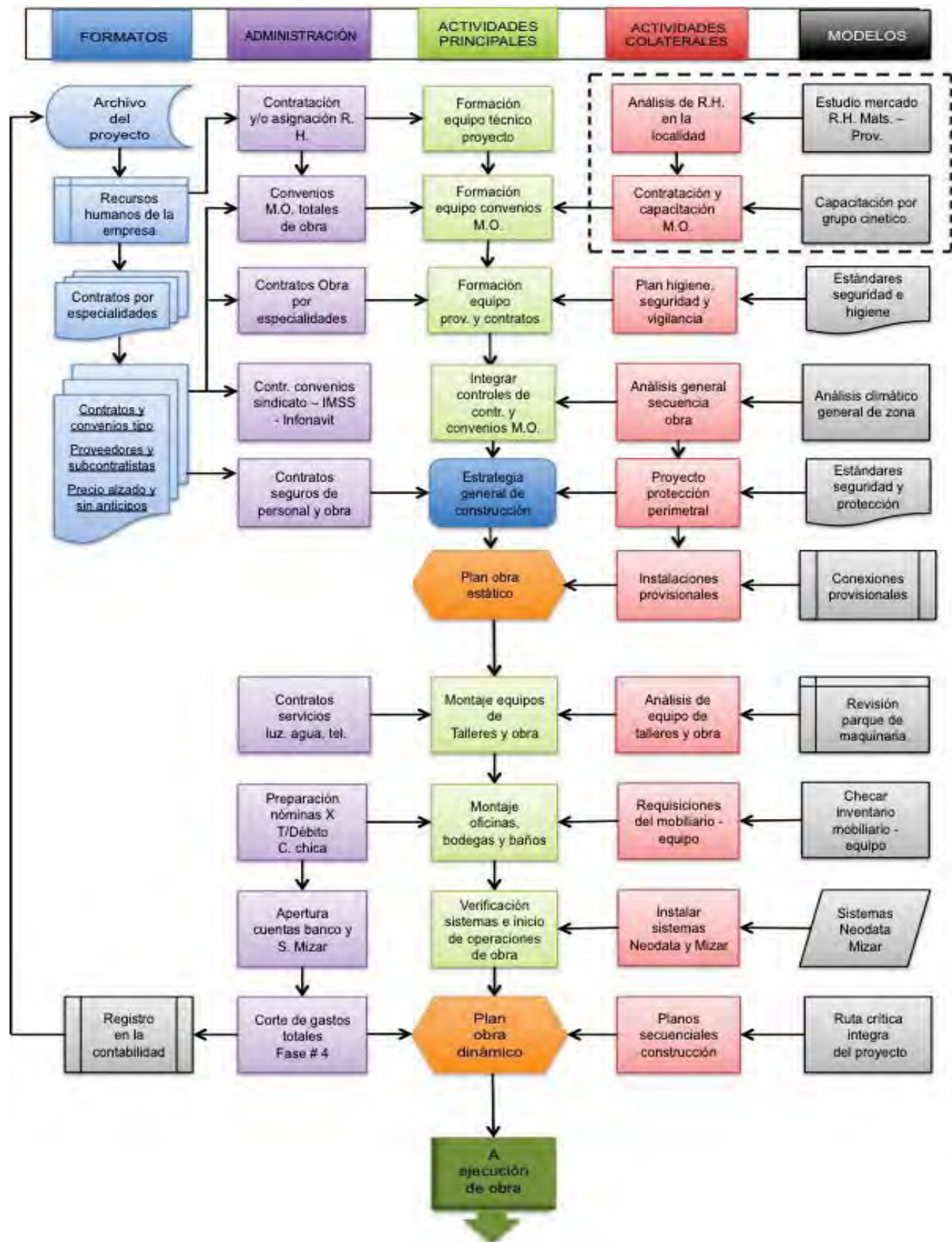


Figura 6.1e – FLUJOGRAMA DE FASE 4: PLANEACIÓN INTEGRAL DE OBRA (Plan de obra)

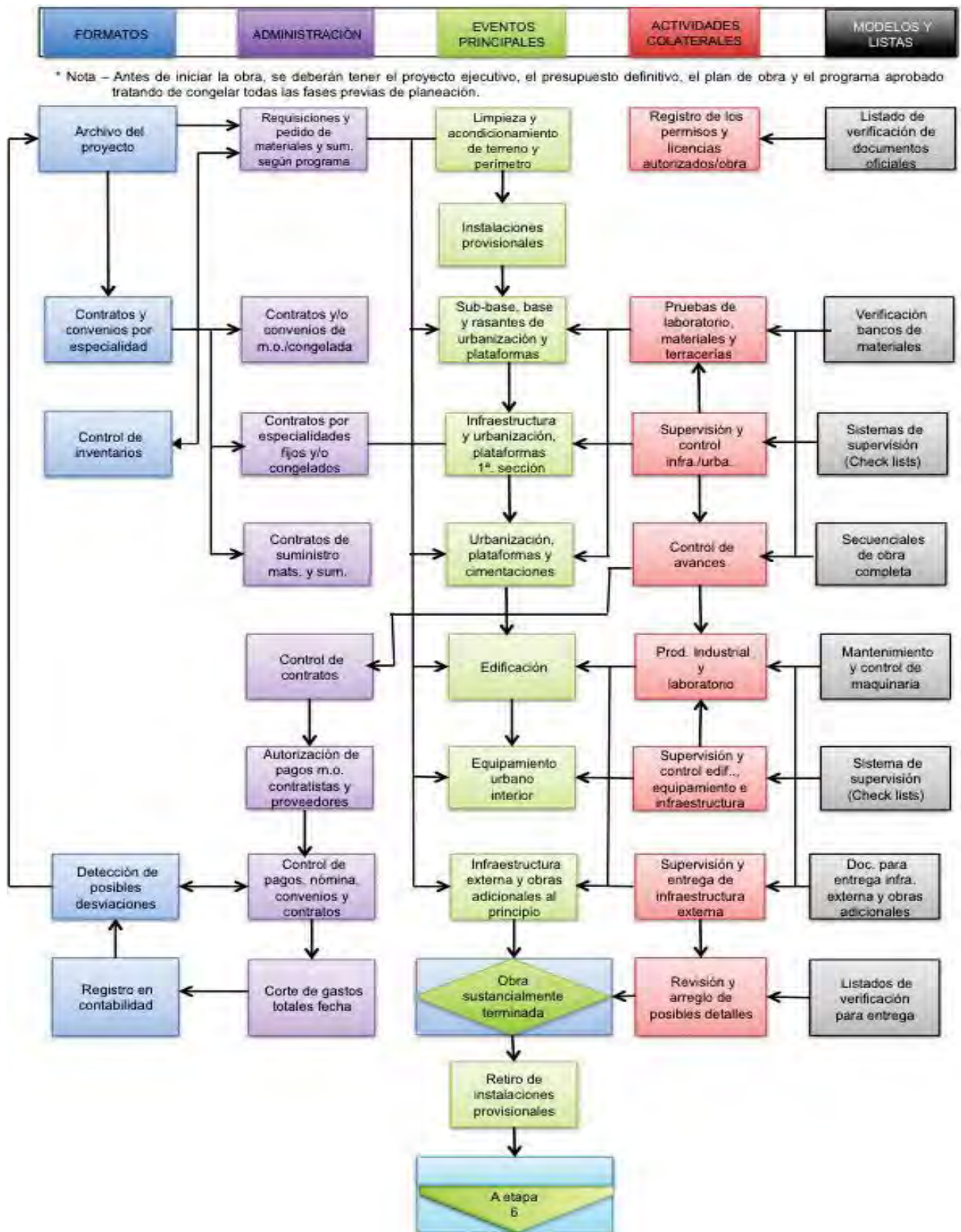


Figura 6.1f – FLUJOGRAMA DE FASE 5: AVANCE DE EJECUCIÓN DE OBRA ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO

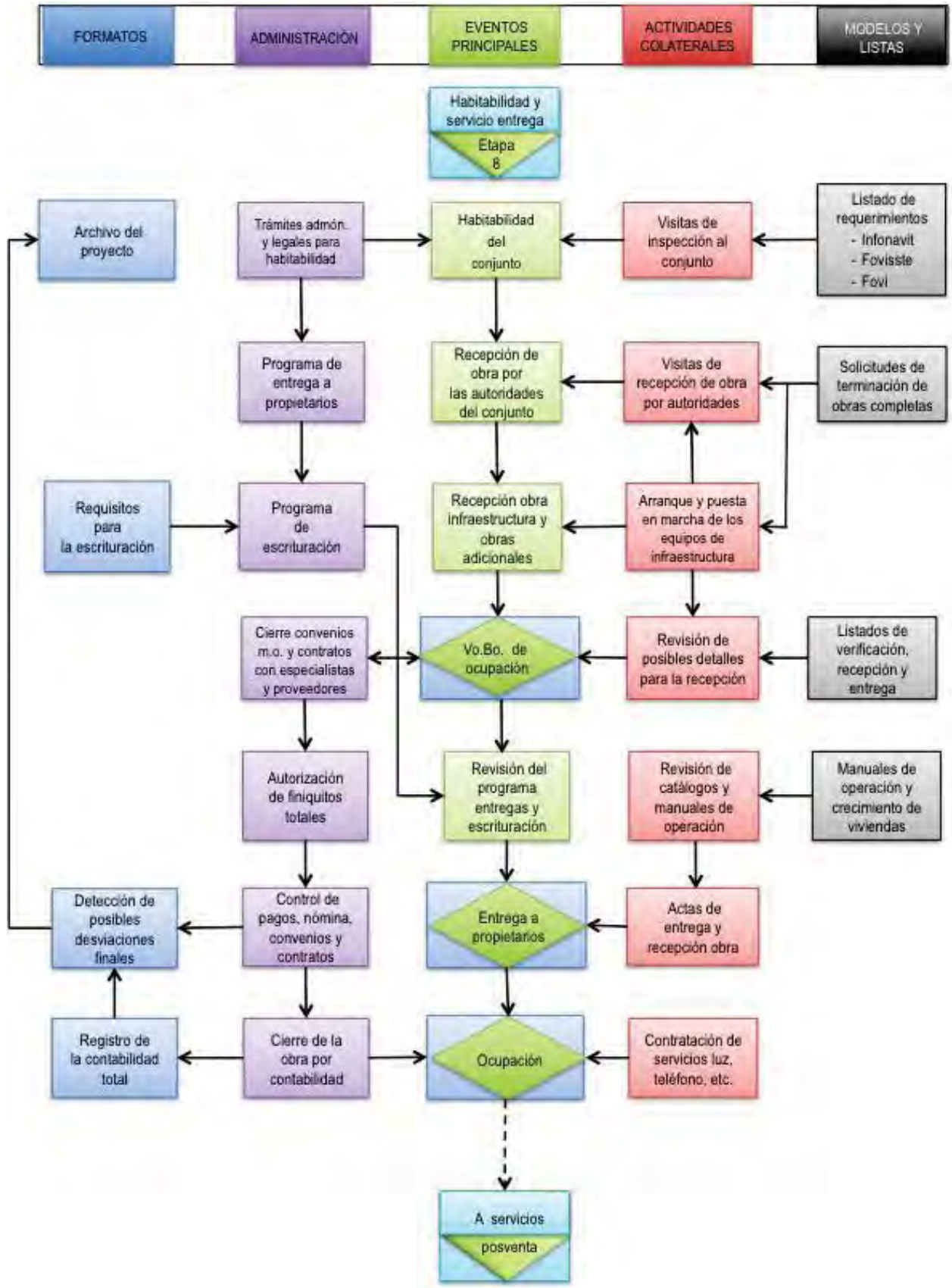


Figura 6.1g – FLUJOGRAMA DE FASE 6: ADMINISTRATIVO – TÉCNICO

Los diagramas de flujo mostrados están enfocados a empresas dedicadas a proyectos de vivienda en condominio que pueden ser desde pequeños conjuntos residenciales hasta grandes conjuntos habitacionales.

Para empresas dedicadas a viviendas unifamiliares o con características diferentes a las del régimen en condominio habrá que ajustar algunos bloques del contenido descriptivo del proceso en los diagramas.

En relación a la descripción de los flujogramas se muestra en primera instancia un flujograma resumen del desarrollo integral de proyectos que sintetiza el proceso; seguidamente, se desglosa en seis fases el proceso completo del proyecto.

La fase 1 – CARTERA DE TERRENOS

Describe las actividades necesarias para la búsqueda y selección de terrenos con factibilidad para los futuros proyectos que tenga la empresa incluidos en su plan estratégico.

La fase 2 – RESERVA TERRITORIAL

Incluye los pasos a realizar para la adquisición de terrenos que pasen a formar la reserva territorial de la empresa para la realización de sus proyectos.

La fase 3 – DISEÑO EJECUTIVO

Desglosa las partes que comprenden la realización de los diseños desde su concepción descriptiva hasta cristalizarlos en un diseño ejecutivo totalmente definido y detallado.

La fase 4 – PLANEACIÓN INTEGRAL DE OBRA (Plan de Obra)

Comprende a todas las actividades de planeación de obra buscando en su contenido coherencia e integralidad.

La fase 5 – EJECUCIÓN DE OBRA (Alcance Administrativo y Técnico)

Considera a todas las etapas de obra clave aunque para estos efectos es de mayor utilidad y descripción la representación de los procesos de obra por medio de redes de ruta crítica, diagramas de barras, planos de secuencia y planos cinemáticos donde se puede analizar la simultaneidad, la secuencialidad y la estrategia de avances.

La fase 6 – TERMINACIÓN, FINIQUITO Y ENTREGA

Contempla las actividades necesarias a realizar para el logro de la terminación, finiquito, escrituración y entrega de la totalidad de un desarrollo a sus ocupantes así como los alcances del necesario servicio de post-venta y cumplimiento de garantías y atención a clientes.

Los flujogramas incluyen, en sus fases de actividades, diversos términos que han sido propuestos: cartera de terrenos, reserva territorial, diseño básico integral, diseño ejecutivo coherente, planeación integral de las obras y servicio post-venta y, también se incluyen términos como: preplaneación, prototipos, plan de obra, manual de propietario, retroalimentación y lecciones aprendidas que denotan una depuración sistémica de procesos resultante de un trabajo previo y persistente de optimización.

Los flujogramas de procesos aplicados en una organización imponen ventajosamente una comprensión total de las fases, etapas, actividades y tareas que interactúan en los procesos de realización de proyectos, establecen un lenguaje técnico y administrativo de comunicación común con alcances prácticos, útiles, transparentes y rastreables por el respaldo documental que se va generando durante el proceso de realización y que queda disponible en archivos consultables para aprovechamiento de lecciones aprendidas y de trabajo utilizable en futuros proyectos para aclarar y deslindar responsabilidades en caso de presentarse fallas, omisiones, cambios o ambigüedades o, simplemente, por requerirse copia de algún documento en una diligencia o trámite posterior.

Los flujogramas que guían y ordenan la interconexión de actividades y que sirven de base para definir alcances, compromisos, tiempos y costos de un proyecto son en sí valiosas herramientas de optimización.

Los flujogramas son el reflejo de un orden metódico indispensable para el desarrollo de proyectos de vivienda que estructura y alinea el trabajo de todos los colaboradores que participan en una empresa o en un proyecto.

Los métodos cuantitativos de diseño que fueron tan populares y novedosos en los años de 1970 a 1975 no han sido suficientemente aprovechados en la práctica arquitectónica e, incluso, aún persiste, en muchos casos, el desarrollo de procesos llevados a cabo por la inercia de la costumbre, por la ocurrencia y la improvisación y por una visión miope que fragmenta y desvirtúa los objetivos de un proyecto dado y de una empresa.

Los diagramas de flujo mostrados no son universales (aunque pueden servir de referencia) porque, de hecho, cada organización debe desarrollar sus propios diagramas de flujo que reflejen las tipologías de proyectos de vivienda que desarrolla, la estructura organizativa y la relacionabilidad de sus integrantes entre otras características.

Los diagramas de flujo necesitan estar en constante actualización y, por tanto, continuamente deben estarse ajustando, complementando y enriqueciendo con procesos más eficientes de trabajo.

A los flujogramas de una organización dada se les puede adicionar el estándar de administración de proyectos, la metodología de ingeniería de valor, las normas internacionales de calidad, sustentabilidad, responsabilidad social, etc., así como los lineamientos de certificación que le sean aplicables y que, o por mandato de los accionistas o como intención estratégica, se vea conveniente.

Los flujogramas también se van adaptando a las condiciones reglamentarias, crediticias y administrativas impuestas por las zonas donde se realicen los proyectos.

Todos los participantes de una empresa deben conocer, entender y respetar su metodología de trabajo plasmada en los flujogramas y en sus documentos y formatos anexos.

Las técnicas extrínsecas e intrínsecas relacionadas en esta tesis pueden incluirse y reflejarse en los diagramas de flujo y en sus documentos anexos que expliquen y detallen las peculiaridades de cada proceso indicado; esta inclusión es la manera práctica de considerar cualquier innovación e implementación que se busque aplicar.

En lo que específicamente concierne a la ejecución física de construcción, es fundamental buscar y desarrollar un criterio de montaje y desmontaje en vez de construcción y demolición y buscar el concepto de armado y desarmado que implique reutilización de partes en vez de un concepto de hechura y destrucción.

En el proceso documental de seguimiento de un proyecto hay que buscar la aplicación de este mismo criterio en la utilización de los medios e implementos que sea necesario utilizar.

Para este objeto, la preplaneación permite el reaprovechamiento y la depuración de los medios utilizados con objeto de agilizar, simplificar, economizar y eficientar paulatinamente a la cadena productiva.

6.2 - Aplicaciones a las viviendas como productos

Varias de las propuestas mostradas en el Capítulo 3 y sus anexos así como otras técnicas y productos convenientes pueden irse especificando en uno o en diversos proyectos o pueden servir como referencia o idea básica de una nueva propuesta.

Será necesario enfocar al diseño como detonador del desarrollo reflexionando más, imaginando más y economizando más haciendo proyectos para encajar adecuadamente en el lugar y en el tiempo considerando siempre su sostenibilidad y reducido impacto ambiental.

Bajo este enfoque, el diseño de proyectos debe verse como una forma de investigación continua y como medio de aprendizaje y de retroalimentación basado en la experimentación y en la capitalización de experiencias.

La inclusión sistémica de cualquier propuesta en primera instancia se puede referir fácilmente al modelo gráfico del diseño visto como producto en lo correspondiente a su forma y/o contenido.

Con objeto de ir teniendo visualizables y manejables las características de los productos y de las propuestas que se vayan incluyendo, es primordial ir elaborando inicialmente esquemas compositivos que terminen concretándose en múltiples soluciones geométricas, prototípicas de conjunto, de agrupamiento, de unidad (vivienda propiamente dicha) y de detalle.

La geometría pura representa las formas, las relaciones, las proporciones y la dependencia de las partes de un esquema compositivo sin tomar en cuenta la materia ni la magnitud, pero la geometría es la base formal de la arquitectura y de los objetos.

La asociación lógica de la geometría con las necesidades espaciales y ergonómicas, la habitabilidad y las funciones arquitectónicas, con la resistencia de materiales y su estructuración y con consideraciones de carácter económico y contextual permite plasmar, en principios de orden formal y formas tipificadas, soluciones de diseño o de prediseño aplicables a casos particulares abordados como diseños basados en prototipos.

La representación gráfica o la graficación de cualquier idea o propuesta de solución para su visualización, así como la abstracción de datos para la adopción de cualquier producto es fundamental para lograr una aplicación práctica y rápida de carácter técnico, funcional, estético, económico, etc.

La constante elaboración y puesta al día de representaciones gráficas de soluciones arquitectónicas, estructurales, constructivas y de detalle adecuadamente complementadas con dimensionamientos y especificaciones directamente referidas, es la mejor manera de capitalizar con eficiencia ideas y soluciones que vayan asegurando la mejora continua en los diseños recurrentes que progresivamente se vayan desarrollando aprovechando también las lecciones aprendidas con el máximo detalle posible.

La graficación es una de varias técnicas capaz de manejar la variedad tan amplia de complejas condiciones de interacción, comunicación e intercambio.

En las técnicas intrínsecas expuestas en el capítulo 3 y sus anexos, aplicables a las características de los productos a diseñar, podrá apreciarse demasiada explicación y detallado de sus características constructivas, principalmente donde se han apreciado propuestas poco conocidas en nuestro medio, para lograr un aprendizaje y mejor aprovechamiento de lo expuesto.

Se ve en general muy necesario incursionar lo más posible en el detallado de las soluciones y de aprovechar el conocimiento implícito en las normas y los reglamentos usándolos a favor del diseño logrado.

Los ejemplos expuestos en el capítulo 5 sobre la aplicación del análisis por ingeniería de valor muestran la manera de valorar y mejorar los diseños específicos que se vayan generando.

Los análisis de ingeniería de valor eliminan nuestra ceguera de taller ya que este método no sólo nos ayuda a encontrar errores, omisiones o incongruencias que usualmente, por falta de análisis, llegamos a repetir inconscientemente varias veces en proyectos sucesivos sino, también, nos da la posibilidad de ir buscando mejoras e ir optimizando soluciones constantemente para lograr la mejora continua como estilo de trabajo en una organización.

Para conocer al detalle a los competidores a través de sus productos, es necesario también aplicar esta misma metodología obteniendo como provecho ideas que funcionan y el aprendizaje de errores sufridos por otros para no cometerlos.

Es imposible predecir la vigencia del diseño de un desarrollo de vivienda con una vida útil probable de 30 a 100 años o más y, por ello, la búsqueda obsesiva de la forma por moda o estilo, la definición de funciones limitada a las necesidades presentes o supuestas, tiende a ofrecer soluciones limitadas o inadecuadas para la realidad futura.

Hay que buscar siempre soluciones de Arquitectura más racionales, lógicas y discretas pensadas para realmente ser utilizadas y para servir al usuario y olvidarse de la arquitectura del exceso formal.

Los usuarios que acepten las soluciones arquitectónicas y funcionales de un diseño actual tendrán que adaptarse a ellas a través del tiempo aunque no vayan cumpliendo con sus necesidades, tendrán que hacer adecuaciones o cambios o venderán su vivienda para comprar otra que les solucione sus necesidades reales.

Como respuesta a la imposibilidad de saber que lo que hacemos funcionará lo más posible durante su vida útil, es importante ofrecer diseños con concepto de flexibilidad y versatilidad de uso y de implementación de los espacios y de sus componentes y subsistemas constructivos permitiendo la participación del usuario, la flexibilidad de uso, la posibilidad de crecimiento y cambio y la posibilidad de efectuar ajustes, cambios y reparaciones en las instalaciones de todo tipo sin afectar a la construcción.

Las instalaciones, por estar dinámicamente canalizando fluidos (hidráulicos, eléctricos y gases) y por requerir de equipos y dispositivos electromecánicos que necesitan un mantenimiento regular, son los subsistemas de menor durabilidad y tecnológicamente los que más evolucionan; por ello, es importante predisponer su accesibilidad e independencia de la estructura y de obras de albañilería y acabados con objeto de permitir: adecuaciones a las necesidades particulares de los usuarios, así como la reparación o mantenimiento y cambio de una o varias instalaciones por actualización tecnológica.

Hay que prever, en los diseños de vivienda, ductos técnicos verticales y horizontales de agrupamiento coordinado, dispuestos respetando las normas que les sean aplicables y protegidos contra daños e incendio.

Las soluciones mostradas en el capítulo 3 (anexos) de banqueta técnica en zonas exteriores, ductos técnicos, bastidores y muretes para alojar instalaciones hidrosanitarias en baños y cuartos de lavado y planchado, fondos y ductos registrables en muebles de cocina integral, zoclos-ducto, los faldones, los falsos plafones, los vacíos sanitarios, tubos camisa o fundas en pasos de muros, trabes y losas, etc., en conjunto, permiten irse adecuando a estas necesidades futuras.

En lo referente al programa arquitectónico es necesario también ofrecer cierta flexibilidad de uso.

Las viviendas económicas o de interés social son soluciones con muy poca área construida que impiden una habitabilidad confortable.

Se puede ofrecer mayor área optimizando los costos de construcción o dejando a la vivienda o con poca obra segunda (pocos acabados e instalaciones) para ser posteriormente complementada o, se puede dejar la preparación para futuros crecimientos de área (generalmente más recámaras).

En vivienda media y residencial, la previsión de espacios de guardado y espacios de uso múltiple posible y la posibilidad de utilizar muros divisorios ligeros de tablaroca para variar algunas características de los espacios ofrecidos dan a los ocupantes la posibilidad de adaptar su vivienda a sus necesidades particulares.

En países como los E.E.U.U. se acostumbra en el mercado de vivienda residencial ofrecer prototipos de vivienda básicos con posibilidad de ser complementados con opciones de equipamientos (bar, chimenea, jacuzzi, piscina, asador de carne, etc.), de implementos y de acabados exhibidos en una sala de exposición (denominada Design Center) que permiten al cliente personalizar su propiedad conforme a su gusto, necesidad y presupuesto. Este enfoque hace sentir al cliente partícipe importante en el diseño de su casa además de incrementar el precio de venta.

6.3 – Aplicaciones a la organización

La aplicación exitosa de las propuestas que en todo el contenido de esta tesis se han expuesto se da en la medida en la que se apliquen con rigor y disciplina los métodos de trabajo colectivo acordados y coordinados, con establecimiento de objetivos comunes, fluida y eficiente comunicación, búsqueda de competencias múltiples en cada uno de los integrantes, sentido de trabajo en equipo, dedicación, motivación, afán de logro, templanza ante la adversidad y ambición por la mejora continua.

El entorno profesional y sectorial que actualmente se tiene en el país tiene un generalizado rezago educativo importante que impide cumplir de manera natural y lógica con estas condicionantes mencionadas.

Lamentablemente, la preparación profesional no está vinculada con las necesidades de la práctica empresarial y técnica del sector que, día con día, se hace más exigente: Esta circunstancia rebasa al lógico camino de selección acuciosa, capacitación, seguimiento, evaluación y promoción.

El primer problema a resolver está, por tanto, identificado en la falta de recursos humanos adecuados y ello genera costos operativos de bajo, medio y alto impacto que convierten a la labor empresarial dedicada al desarrollo de proyectos de vivienda muy riesgosa y con costos poco competitivos en relación a otros países lo cual hará en el futuro próximo la potencial sustitución de empresas mexicanas por empresas extranjeras bien organizadas y preparadas para cubrir nuestro propio mercado en vez de poder incursionar en la exportación y crecimiento internacional.

Bajo este panorama, las aplicaciones de éxito comprobado desde hace varios años, en innumerables proyectos de todo el mundo, sólo podrán rendir frutos si se trabaja con urgencia en la formación de los nuevos cuadros profesionales y en la actualización y educación continua de los profesionales en actividad con la participación combinada y bien coordinada de las universidades y del sector empresarial de la vivienda.

Todas las técnicas intrínsecas y extrínsecas enunciadas y explicadas con un enfoque aplicativo y relacionadas con la organización de empresas para este objeto, deberán transmitirse y practicarse con un cambio fundamental de mentalidad inculcado a los colaboradores de todo nivel jerárquico que erradique ideologías de confrontación que impidan el pensar en equipo, en la sinergia que se da con el trabajo colaborativo y en el beneficio grupal y personal.

La formación en alternancia instrumentada, inicialmente como plan piloto o como opción entre el sector productivo y las universidades, puede ser un comienzo de este cambio educativo. La mutación de las empresas de actual enfoque limitado a la operación al día y al cuidado económico y financiero de su desempeño, necesarios pero no suficientes, deberá abarcar en sus esfuerzos y actividades prioritarias a la planeación más seria y detallada y a la formación de su gente.

Las aplicaciones a la organización que mayor retorno de valor pueden aportar son: La adopción del estándar de la administración de proyectos, el cambio de la estructura organizacional piramidal por una estructura de asociamiento y de equipos por proyecto y facilitadores de alto nivel, la policompetencia y la polivalencia de todos los colaboradores de todo nivel y de todo tipo de actividad a través de la formación continua y en alternancia, la comunicación eficiente y efectiva y la automotivación de todos los integrantes fundada en la actividad misma y en el sentido de equipo y espíritu de servicio y no sólo dependiente de la incentivación, el elogio y/o el regaño del superior.

Las nuevas aportaciones sobre inteligencia emocional, inteligencia intuitiva, coaching, etc. serán de gran ayuda para dar el nuevo enfoque en el modo de trabajar para el logro de altos objetivos. Además de la adquisición necesaria de nuevas competencias hasta ahora no consideradas dentro del horizonte profesional de la arquitectura y la construcción es de notar en los arquitectos, los ingenieros, los trabajadores y los colaboradores en general un alto desconocimiento técnico sobre lo que se hace y, más que eso, una falta de cultura técnica que permita enfrentar problemas, incluso desconocidos o vistos por primera vez, y resolverlos con éxito mediante una metodología de investigación, desarrollo, aseguramiento, solución y aplicación. La falta de cultura técnica se recrudece en la medida en la que va pasando el tiempo y la tecnología va avanzando.

El desconocimiento, muy generalmente escondido por el mismo desconocedor, por su inseguridad o su complejo, llega a ser la causa inicial o la fuente de problemas interpersonales y de errores, omisiones o malentendidos de alto costo y merma de prestigio.

Es muy importante la difusión actualizada de la tecnología de la construcción la cual, de ser una tradición artesanal de cada país y de cada región, se ha convertido en un conocimiento normalizado y globalizado que día con día se viene perfeccionando e innovando. Quien no está consciente de este fenómeno y no está al corriente de las constantes novedades terminará en la obsolescencia en un futuro próximo.

Debido a que toda desarrolladora de vivienda opera y se relaciona con otras empresas: proveedores de servicios, proveedores de insumos y subcontratistas principalmente, es necesario incluirlos en la trayectoria de cambio y de constante maduración y actualización del mismo.

Así como es posible desarrollar a los colaboradores, y a los trabajadores directos de la empresa, para irlos haciendo cada vez más policompetentes y talentosos, es posible también establecer una búsqueda de desarrollo de proveedores y de subcontratistas.

El objeto es lograr que los proveedores puedan ofrecer más y mejores productos que concuerden con las necesidades de los diseños planteados, que cumplan con normas de calidad y que ofrezcan un servicio integrado "llave en mano", convirtiéndose en subcontratistas con soluciones integrales que incluyan sistemas abiertos de componentes con complementos, accesorios y variantes en vez de productos simples y sueltos de poco valor agregado.

Los productos para la construcción han venido evolucionando en todo el mundo hacia la conformación de sistemas cada vez más completos, integrados y plurifuncionales no sólo por haberseles adicionado medidas modulares de coordinación dimensional y piezas complementarias de ajuste y remate sino que tienen cada vez más prestaciones integradas.

Lo que antes era sólo térmico ha llegado a ser también acústico, los muros divisorios simples son ahora también muros de carga o muros técnicos (con instalaciones incorporadas registrables), las ventanas tienen nuevas características técnicas.

El cambio de noción de producto por la de sistema toma en cuenta todas las etapas de vida de un producto (fabricación, transporte, almacenaje, manejo, facilidad de colocación, etc.) así como la versatilidad de utilización que puede darse con productos simples como el tablaroca con el que es posible realizar obras complejas (muros curvos, ductos técnicos, muros calefactores, etc.).

También el vidrio, al principio simple medio de paso de la iluminación, ha llegado a ser acústico, térmico, antifuego, antivandalismo, etc.

Otra evolución se ha dado en la adaptación de los productos a la renovación.

En un futuro próximo se propondrán gamas especiales para la rehabilitación y la renovación que tomen en cuenta las particularidades de este tipo de obras.

Por lo que respecta a los subcontratistas es posible fomentar su polivalencia convirtiendo a pintores en pasteros, tablaroqueros e impermeabilizadores o, a carpinteros en subcontratistas de cocinas integrales, ventanas, puertas exteriores y cancelas o, incluso, también en impermeabilizadores, los plomeros pueden también extender sus alcances incursionando en instalaciones de gas o en instalaciones eléctricas y de corriente débil, etc.

Los subcontratistas también pueden ampliar sus competencias como en el caso de los plomeros que puedan hacer instalaciones hidrosanitarias prefabricadas o los electricistas que puedan fabricar pulpos eléctricos de canalizaciones precableadas.

Las cocinas integrales, así como carpinterías de interior, ventanerías y herrerías prefabricadas o industrializadas con su selección por catálogo e, incluso, algunos recubrimientos y acabados pueden también ser prefabricables con un diseño pensado para una colocación en obra rápida y sencilla.

La aplicación de la tecnología se da a través de la gestión técnica donde se conjuga la técnica con la administración conformando un todo más eficiente sensibilizándose en la agudeza del empleo del sentido común.

CONCLUSIONES

Ante una aparente encrucijada, la única alternativa del futuro de la profesión de arquitecto está en la prometedora e importante conformación y en la participación de empresas formadas por equipos multidisciplinarios de integrantes altamente capacitados y actualizados en las competencias que les sean necesarias, donde los logros sean el resultado del espíritu colaborativo de todos sus integrantes dada la necesidad creciente de hacerse todo en colaboración donde el desarrollo de cada quien va vinculado con el desarrollo del grupo.

Este panorama expuesto plantea retos difíciles a superar a través de la dedicación, la capacitación constante y la transformación del enfoque universitario y profesional actual, con un cambio de actitud dirigido hacia la apertura y a la policompetencia en constante dinamismo y actualización.

Afortunadamente gracias a la globalización, se cuenta con un enorme cúmulo de información de conocimientos y de experiencias documentadas así como de normas, códigos y reglamentos que dan respuestas confiables a los problemas que se van presentando en la realización de los proyectos y en la operación de las empresas.

La globalización y magnitud de la información y el desarrollo de los medios informativos nos permite en la actualidad acceder a datos y contactos antes inimaginables con sorprendente eficiencia y ello nos facilita estar al corriente de todas las novedades y soluciones de utilidad para responder a inquietudes y circunstancias que surjan en el desarrollo del trabajo, a mejoras consistentes de los procesos y de los productos a realizar y a las propuestas de innovación que diferencien y hagan a las organizaciones más competitivas.

El enfoque de nuestras investigaciones se debe dar de manera muy práctica en la búsqueda de soluciones de éxito comprobado y en la recapitulación de cuidados a tomar para evitar errores y ello permite lograr incalculables ahorros de tiempos y de costos de investigación y desarrollo si se compara esta opción con procesos donde se parta de cero y con falta de certidumbre aplicable a proyectos reales.

Ante tanta abundancia de retos y de exigencias crecientes pero, aparejada por la igual o mayor abundancia de medios disponibles en espera de ser aprovechados, se nos presenta un panorama pleno de oportunidades y de éxitos posibles; todo ello, nos confirma que el éxito será el resultado de una sólida preparación para enfrentar los retos con compromiso y automotivación, apoyando las decisiones y las acciones en el conocimiento de las mejores prácticas y fundamentos teóricos de soporte aplicando una metodología sistemática y consistente.

Para el conocimiento, análisis, acervo y aprovechamiento eficaz de nuevas soluciones y medios aplicables a la empresa se requiere formalizar una línea de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) dentro de la organización que se ocupe de esta tarea y que vaya dando resultados a través de la implantación y adecuación de opciones en proyectos específicos.

La responsabilidad de llevar a cabo el trabajo de I+D+i puede estar asignada a un área funcional de la organización existente o creada exprofeso o puede considerarse como parte de la responsabilidad de todos los ejecutivos y directivos de la empresa, aunque siempre con una cabeza integradora y coordinadora.

Una sola persona, por muy capaz que sea, tendrá un resultado mediocre si está rodeado de compañeros de trabajo incompetentes, desmotivados y sin ambiciones de desarrollo ni de logros por lo cual hay que tener siempre en mente la búsqueda de la sinergia por la integración y complemento de talentos.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Como una propuesta para responder de manera efectiva a los retos y a los objetivos de desarrollo profesional planteados en este trabajo se ha incluido la estructuración de diversos conocimientos y técnicas de aplicabilidad flexible, utilizadas en diferentes disciplinas. También se incluyen técnicas muy propias de la arquitectura y de la construcción sostenible (algunas de ellas disponibles desde hace muchos años pero poco enseñadas y poco aprovechadas en el trabajo profesional y otras más recientes o novedosas adoptadas o deducidas).

La optimización planteada como común denominador de búsqueda de la mejora continua de los proyectos vistos como procesos y como productos ha sido el enfoque vertebrador de lo expuesto regido por una estructura metodológica a la cual referirse.

Se considera que la hipótesis queda probada tomando en cuenta las siguientes consideraciones y condiciones:

El contenido propuesto en este trabajo ha sido hasta ahora el resultado de una trayectoria profesional de más de 40 años sobre la que se ha buscado persistentemente la aplicación sistémica de métodos de trabajo eficientes, la obtención y adopción de conocimientos y prácticas utilizadas en países avanzados adecuables al contexto en el que se trabaja y, la depuración de aplicaciones enfocadas a la mejora continua.

El planteamiento que en este trabajo se ha expuesto al estar fundamentado en axiomas, conceptos y soluciones probadas y comprobadas en otros países, incluso llegando a su aceptación generalizada y normalizada, ofrece de inicio una comprobación de su certidumbre y validez.

Una importante parte de este planteamiento expuesto ha sido puesto en práctica y se han obtenido resultados muy positivos en varios casos, en otros casos los resultados han sido negativos y aún se tienen varias propuestas que aún no ha sido posible poner en aplicación en un proyecto o en la operatividad de una organización.

Hay propuestas que, en unos casos, han sido muy exitosas y, en otros casos, han fracasado a pesar de ser las mismas.

Se ha constatado, por tanto, que la validez comprobada o disprobada de la hipótesis y del contenido propuesto depende de circunstancias y condiciones exógenas.

Las circunstancias exógenas que condicionan el éxito o el fracaso de una iniciativa de mejora son dadas directamente por los colaboradores de las organizaciones y por los implicados en la realización de los proyectos que, de manera directa, indirecta o circunstancial, interactúan o influyen de diversa manera. Es por tanto el factor humano el que puede detonar o bloquear una aplicación exitosa.

Se ve conveniente recurrir a las últimas aportaciones y tendencias de la psicología industrial, la psicología empresarial y la psicología social para comprender los hechos observados y proponer cursos de acción que los mejoren pero, en general, lo que en principio se nota de manera generalizada en el medio, es un conjunto de características que destacan de manera evidente como: una falta de cultura empresarial actualizada, falta de espíritu de trabajo en equipo, incluso se da más bien “exceso de individualismo”, falta de método en el trabajo que da como resultado la parcialización disfrazada de especialidad, la improvisación, la ocurrencia, la indecisión, el incumplimiento y las equivocaciones, falta de formación técnica y falta de costumbre de manejo y aprovechamiento de la planeación y de la documentación, entre otras.

Se ve por ello importantísimo incidir en la mejora educativa y profesional en el sentido más amplio posible y en las acciones más específicas y puntuales que incluyan temas no considerados hasta ahora como: cambio de actitudes, sentido de existencia y de futuro, afán de logros, interacción social y laboral, liderazgo compartido, etc., muy abarcados por las últimas aportaciones sobre inteligencia emocional e inteligencia intuitiva, además de temas sobre desarrollo de habilidades para el manejo de la adversidad, el conflicto, la incertidumbre y el riesgo.

Adicionalmente, es básica la preparación y la actualización de la tecnología; la tecnología es parte del proceso creativo. Hay que integrar a la tecnología en el proceso creativo y hay que considerarla como contenido de lo creado y no como algo externo. La tecnología, de hecho, es parte de la Arquitectura.

Se da con mucha frecuencia que "la ignorancia escondida o disfrazada de conocimiento" es fuente de importantes problemas de relaciones humanas que afectan considerablemente los resultados de una organización.

Debido a que la comprobación o disprobación de lo postulado y de todo el contenido de disciplinas extrínsecas, intrínsecas y sustentables regidas por un camino de búsqueda de optimización dependen del factor humano, se ve necesario considerarlo como el detonador potencial (o la limitante infranqueable).

Por eso se han incluido también en el contenido de este trabajo referencias y propuestas específicas que vayan asegurando la validez comprobada de las propuestas dadas.

La optimización está entendida como búsqueda sistemática de mejora continua aplicada a los proyectos vistos como procesos y como productos.

La optimización es sistémica porque está basada en el trabajo metódico participativo y coherente y no en la ocurrencia aleatoria e improvisada sin ser filtrada por la reflexión y la evaluación.

Las ideas, percepciones, enfoques y deseos personales pueden transformarse en líneas de acción aplicables con beneficios y resultados positivos, al ser aprovechados por un proceso estructurado.

La persistente búsqueda de mejoras permite el paulatino dominio de los procesos y la consolidación del conocimiento aplicado.

Entre las propuestas a insertar en la forma de actuar de los colaboradores de una empresa con mayor impacto posible se han dado: la inclusión de la *administración por proyecto* y la *estructura organizacional flexible* en vez de la tradicional estructura piramidada de tipo rígido, la inclusión del concepto de *empresa-escuela concentrada en el aprendizaje* como una característica de valor agregado, la *planeación acusiosa aprovechando la preplaneación*, la *polivalencia* y la *policompetencia* en las personas, la búsqueda de la *sinergia dada por el talento colaborativo*, la *comunicación lo más en tiempo real posible*, la *revisión cerrada* y el *aseguramiento sistemático del trabajo* realizado con responsabilidad, disciplina y compromiso consensuado, la *asertividad* y el *sentido de servicio integral y completo*, la profesionalización y *valorización de los oficios de la construcción* y el desempeño con *buen talante, ética y proactividad*.

Es de notar que la utilidad de las propuestas extrínsecas, intrínsecas y sustentables aplicables al trabajo profesional dedicado a desarrollos de vivienda (anexos A, B y C) dependen del nivel y desarrollo del capital humano que conforma a las empresas; esta constatación siendo tan relevante, generalmente no es notoria a primera vista y, por ello, no es considerada con la debida importancia y atención.

El fracaso de muchas empresas y los resultados mediocres o negativamente sorprendidos se dan por la falta de una metódica, rigurosa y profesional aplicación de temas como los propuestos en esta tesis que se consideran de gran valor potencial.

Se propone con énfasis iniciar cualquier camino de mejora en las organizaciones existentes (o en la creación de una nueva empresa) seleccionando, preparando, apoyando, controlando, evaluando, depurando y promoviendo a su capital humano, buscando personas competentes, con vocación, con sólida preparación, con actitud positiva, ética y proactiva, etc. que permitan conformar equipos de personas auto-organizados para la realización de un trabajo colectivo sinérgico.

El medio más eficaz que se ha propuesto para implementar este inicio y detonador de cambio positivo consiste en formalizar la capacitación continua por aprendizaje cruzado donde todos aprendamos de todos tomando como líneas directrices la misión, la visión, los valores y los objetivos de la organización.

Contrariamente al especialismo, se pugna por la formación generalista que desarrolle la policompetencia y el trabajo en equipo muy remarcados por slogans como *“nuestra especialidad es la multiespecialidad”* o el desarrollo de *“competencias múltiples para clientes y proyectos únicos”*.

Por ello, este trabajo busca mostrar y estructurar conocimientos diversos y habilidades variadas enfocadas a responder a las circunstancias complejas de la práctica profesional que exige soluciones integrales.

Los arquitectos necesitan desarrollar habilidades cognitivas para adquirir la capacidad de transformarse y reconvertirse. Su formación ya no debe estar orientada a los contenidos sino al desarrollo de habilidades para aprender a pensar, a comprender y a ofrecer soluciones prácticas y sintéticas y no a memorizar y repetir lo hecho anteriormente.

De esta forma un arquitecto podrá enfrentar con éxito responsabilidades directivas de alto nivel.

Lo que definitivamente limitará o incluso anulará cualquier esfuerzo de mejora técnica, organizativa o directiva será la ineficiencia y la incompetencia de los integrantes de una empresa aunadas a la negligencia directiva y a una falta de implantación de procedimientos de desarrollo de su capital humano.

El alcance de esta tesis se ha limitado a los proyectos de vivienda pero muchos temas y conceptos expuestos pueden aplicarse de manera general o puntual a proyectos de otros géneros de edificios y construcciones siempre y cuando se efectúen las adecuaciones necesarias.

Las técnicas extrínsecas y disciplinas coadyuvantes que se han tocado en el anexo A son de hecho estándares aplicados a múltiples sectores industriales y empresariales y conforman las bases necesarias para la certificación de productos, de procesos y de empresas con reconocimiento a nivel internacional; permiten referir y comparar organizaciones para el logro de intercambios y adopciones de prácticas de éxito a través de los métodos de Benchmarking.

Las técnicas intrínsecas, relacionadas en el anexo B, con aplicaciones ventajosas para los desarrollos de vivienda, en muchos casos son aportaciones y soluciones de detalle paradójicamente generalizables a otros géneros de edificios. Particularmente, la tecnología de construcción va desarrollando en las personas sensibilidad y talento práctico e ingenioso donde se enriquece notablemente la asociación de ideas y de experiencias para aportar soluciones originales, prácticas y eficientes aplicables a diferentes circunstancias.

La sustentabilidad descrita en el anexo C requiere ser vista como el inicio de un futuro promisorio de aprovechamiento congruente con el medio ambiente y como importante medio de optimización que siga el ciclo virtuoso de la naturaleza.

El principio de sustentabilidad se aplica también a las organizaciones implicando políticas financieras sanas, fuerte cultura corporativa y ambiente de bajo riesgo.

En todos los casos “la optimización”, al buscarse como parte de cualquier proceso intelectual y ejecutivo, es una forma de ser y hacer profesional que asegura la mejora continua de manera infinita y le da a una persona o a una organización completa un plus generalizado de alta competitividad constante.

Aunque se ha modelizado de manera resumida y simplificada el contenido de procesos y productos tratado en esta tesis para mostrar su enfoque sistémico, queda totalmente abierta y flexible la posibilidad de aprovechar parcial y puntualmente las soluciones, detalles, conceptos y/o ideas que puedan verse de utilidad.

En la mayoría de los casos, lo expuesto corresponde a un conjunto de conocimientos incluso surgidos desde hace varios años en muchos casos (y otros relativamente novedosos) que, sin embargo, permanecen desconocidos o muy poco aplicados en el cotidiano trabajo profesional con el consecuente desaprovechamiento del valor agregado y de competitividad que pueden aportar.

Los contenidos expuestos, por tanto, pueden ser utilizados como temas a incluir en los programas de estudio de la carrera de Arquitectura y/o como contenido adicional en las asignaturas vigentes donde se incluya también la vinculación con las empresas del sector como parte del programa académico. Este enfoque puede acercarse de manera amigable a los alumnos de los diferentes grados académicos y a los profesores a la dinámica profesional para la implantación conjunta de técnicas y métodos de trabajo de comprobada eficacia.

Lo expuesto en este trabajo no sólo es una recapitulación de teorías, conceptos, métodos y soluciones ya comprobadas y utilizadas con éxito reiterado, se incluye también un principio de vertebración, basado en el estándar de administración de proyectos, que puede depurarse, complementarse y adecuarse a organizaciones específicas.

Dada la reiterada comprobación de validez que a través de los años han dado, tanto las técnicas extrínsecas como las técnicas intrínsecas, el éxito o el fracaso de su aplicación depende de manera muy directa y sensible de quienes las utilicen y, por tanto, en un altísimo porcentaje, el factor humano es definitivamente clave para su aplicación benéfica.

El impedimento se da por escepticismo, temor, egoísmo, desinterés o negligencia de los responsables de su implementación y la acción detonadora será la resultante lógica del involucramiento, el entusiasmo, la apropiación de ideas y acciones y la perseverancia que con dedicación se aplique aún ante eventuales adversidades.

La búsqueda de la optimización dentro de este planteamiento es una disciplina sistemática, constante y sin fin que se identifica como un estilo de trabajo.

Este trabajo pudo haberse limitado al solo planteamiento de estructuración para la aplicación de criterios y de enfoques de optimización, sin embargo, se han incluido en los anexos A, B y C varias alternativas particulares de soluciones comprobadas a nivel internacional y nacional que pueden darse a problemas o situaciones más o menos recurrentes en el trabajo cotidiano de realización de proyectos.

El enfoque sistémico que se propone también puede adoptarse en lo conveniente para la implantación de una metodología estandarizada de organización que facilite y promueva el trabajo pluridisciplinario y colaborativo.

La inclusión de alternativas de detalle y del enfoque sistémico busca despertar el interés pragmático tanto para ejemplificar lo propuesto como para inducir y motivar su aplicación a proyectos en fase de inicio; con ello se intenta promover un replanteamiento de los actuales enfoques del perfil profesional de los arquitectos y de otras disciplinas coadyuvantes al sector de la Arquitectura (y particularmente de la vivienda) que vincule a las empresas en la actual operación, más que sólo proponer un camino para estudios ulteriores.

Se ve evidente la necesidad de incrementar el conocimiento sobre ingeniería arquitectónica de construcción, de sustentabilidad y de administración, liderazgo y dirección, sin por ello reducir el interés en la Arquitectura estética y emocional.

Se requiere de una Arquitectura integradora con más conceptos a integrar y más personas involucradas en dicha integración.

Se ve también evidente la necesidad de desarrollar habilidades personales y grupales para trabajar en equipo dentro de las organizaciones entendiendo las diferencias culturales y profesionales para, en primera instancia, enfrentar y gestionar las adversidades y los conflictos, superando las barreras de comunicación.

Hay que buscar y lograr que la diversidad sea una ventaja para las organizaciones ya que la integración cultural da grandes beneficios cuando se combinan conocimientos, habilidades y experiencias y, cuando se fomenta el respeto y la comunicación con una visión común, en aras de lograr la inteligencia colectiva donde toda la organización como un solo ente logre importantes sinergias.

Los enfoques de calidad relativos a la relación “*cliente-proveedor*” que sustituyen a la relación “*jefe-subordinado*” así como los de producción esbelta, contribuyen notablemente en la creación de un ambiente laboral de compañerismo acertivo y altamente competitivo.

Para líneas de investigación derivadas, se propone a este trabajo como punto de partida y camino para estudios ulteriores que profundicen y sintetizen varios temas propuestos como la Preplaneación, la Logística, el Asociamiento, la Calidad, la Organización de Procesos por Paquetes, el Análisis y Solución de Patologías, etc., descritos tanto en el contenido de la tesis como de sus tres anexos A, B y C.

Hay, definitivamente, un prometedor panorama de oportunidades esperando pero implica una transformación profunda del actual rol de los arquitectos en su participación en importantes, medianas o pequeñas empresas desarrolladoras de vivienda de alta competitividad y en empresas dedicadas a otras actividades o a la realización de otros géneros de edificios donde los arquitectos talentosos y altamente calificados puedan aportar un alto valor agregado a la sociedad.

De las experiencias pasadas hay que extraer lo bueno y aprovecharlo para el futuro. Toda nueva idea requiere de mucho trabajo para ser realidad exitosa y, por tanto, lo aquí tratado necesita dedicación para la cristalización de resultados positivos.

“Los países no sólo se distinguen por su historia sino también por sus proyectos”

Octavio Paz

Las organizaciones orientadas a proyectos de arquitectura tienen, por tanto, más futuro que presente y hay que aprovecharlo aplicando sistemática y metódicamente herramientas útiles como las tratadas en esta tesis.

Se relacionan a continuación los *conceptos clave* que se proponen en esta tesis para lograr una diferenciación organizacional de base conducente hacia la mejora continua que se propone.

Estos conceptos clave, además de ser útiles para el objeto buscado, pueden servir de referencia para investigaciones derivadas y estudios ulteriores.

También se enlistan los diagramas clave que representan la inclusión de parte importante del contenido de este trabajo.

PRINCIPALES CONCEPTOS CLAVE QUE CONTRIBUYEN de manera significativa EN LA TRANSFORMACIÓN ESTRUCTURAL DE UNA ORGANIZACIÓN tradicional a una eficiente organización orientada a proyectos que implican cambios estructurales y de hábitos profundos.

- **ENRIQUECIMIENTO DEL ACTUAL PERFIL DEL ARQUITECTO PARA SU ADECUACIÓN AL PERFIL NECESARIO** necesario en la práctica dominando disciplinas rectoras como: La administración y la dirección de proyectos y de empresas, el trabajo multidisciplinario en equipo, las relaciones humanas con liderazgo participativo, la policompetencia, la tecnología, la normatividad así como mejorando su capacidad de análisis exhaustivo, de reflexión ingeniosa, de pensamiento sistémico y de síntesis creativa e innovadora, que conforman la esencia de la profesión para ofrecer servicios integrales con alta competitividad.
- **FOCALIZACIÓN SOBRE EL FACTOR HUMANO** a través de mayor rigor aplicado a la selección, el seguimiento, la evaluación, la formación, la certificación y la motivante oferta de oportunidades de desarrollo personal y profesional a manera de conformar el capital humano calificado colaborativo, polivalente y de alto desempeño requerido por la organización para su consolidación y crecimiento firme.
- **FORMALIZACIÓN DE UNA COMUNICACIÓN EFECTIVA** por medio de la construcción de un sistema de relaciones que defina procedimientos y líneas de comunicación sencillas y eficientes fundamentadas en la divulgación de la visión, los valores, las políticas y los códigos de ética de la empresa mediante un lenguaje común y en la búsqueda de un ambiente de respeto, colaboración, confianza y amistad entre los integrantes de la organización.
La comunicación directa cara a cara reforzada con el respaldo escrito facilita el entendimiento y la efectividad.
Al privilegiarse el trabajo en equipo, la comunicación se vuelve fluida y se da en tiempo real al aprovecharse la tecnología informática.
- **IMPLANTACIÓN DE UNA NUEVA ORGANIZACIÓN ORIENTADA A PROYECTOS** representada gráficamente con un organigrama de forma semejante a la de un sistema solar (o satelital) (ver figuras 3.24 y 3.25 en páginas 94 y 95) a diferencia del organigrama común de tipo piramidal que representa niveles jerárquicos de funciones separadas (ver figura 3.95, página 79). Los niveles jerárquicos se reducen al mínimo, se sustituye a la relación jefe-subordinado por la relación cliente-proveedor.
El staff de directivos y sponsors cubre una función de facilitadores.
Por este medio se busca desarrollar el trabajo conjunto, la autogestión, la racionalidad colaborativa y la unidad de intereses.
La actividad práctica de esta forma de organizarse se asemeja más a la de un equipo de Foot Ball en acción que a la de una empresa tradicional funcionando.
Con este tipo de organización se logra aplicar con facilidad la producción esbelta así como la mejora continua por búsqueda de la optimización.
- **OPTIMIZACIÓN PERMANENTE DE PROCESOS Y SOLUCIONES** que comprenden a los proyectos dirigida a la mejora continua entendida como forma de trabajo de una organización.
Bajo este enfoque, la optimización representa la sistematización de técnicas, métodos y conceptos para reflejar “un estilo de trabajo y de pensamiento que se derive en una cultura organizacional”.
Dentro del proceso de optimización necesariamente hay que establecer procedimientos de *investigación, desarrollo e innovación* (I+D+i) como manera práctica de ir proponiendo y aplicando nuevas y mejores soluciones. Dentro de este alcance innovar no es inventar sino adoptar para nuestros proyectos ideas y prácticas exitosas y bien probadas para evitar o reducir riesgos en inversiones tan importantes que se dan en la construcción.

DIAGRAMAS CLAVE DE SÍNTESIS

En el contenido de esta tesis se incluyen varios modelos gráficos que sintetizan los principales conceptos de integralidad y coherencia propuestos, los cuales se enuncian a continuación:

MODELOS GRÁFICOS CORRESPONDIENTES AL CONTENIDO DE LA TESIS	
Figura 3.1 – página 61	Estructura integral de un proyecto. (Visto com proceso y como producto a la vez).
Figura 3.2 – página 62	Desglose del proyecto visto como producto. (Punto de vista formal y punto de vista de su contenido).
Figura 3.6 – página 67	Desglose resumido del proyecto visto como proceso. (En las fiugras 6.1a, b, c, d, e, f y g, páginas 203 a 209, se presenta dicho desglose de forma más detallada).
Figuras 3.24 y 3.25 páginas 94 y 95	Organigrama de una organización orientada a proyectos y organigrama que detalla la relación organizacional de un proyecto dado, respectivamente.
Figura 3.30 – página 104	Diagrama que agrupa a las herramientas extrínsecas propuestas en la tesis.
Figura 3.31 – página 111	Índice general que relaciona las propuestas de desarrollo tecnológico intrínseco incluidas.
Figura 3.35 – página 121	Diagrama que integra a las técnicas sustentables propuestas para su aplicación en desarrollos de vivienda.

MODELOS GRÁFICOS GENERALES DE UTILIDAD INCLUIDOS EN EN ANEXO A, ÚTILES PARA CUALQUIER PROYECTO	
Figura A-16 – página 302	Calidad explícita de la edificación.
Figura A-84 – página 404	Planificación previa al plan de obra.
Figura A-86 – página 406	Desglose del plan de obra.
Figura A-263-A – página 613	Desglose de actividades de ejecución física de obra.
Figura A-263-B – página 614	Desglose de actividades de ejecución administrativa de obra.
Figura A-228b – página 555	Organización propuesta para presupuestos de obra a base de paquetes semanales.
Figura A-229 – página 556	Rubros que componen el costo indirecto de una constructora.
Figura A-234 – página 564	Programa técnico de intervenciones de obras de edificación.
Figura A-235 – página 566	Programa técnico de intervenciones en obras exteriores.
Figura A-236 – página 569	Ahorro en tiempo de un proyecto en fast-track.

REFERENCIAS

LIBROS

1. ADRIAN, James J.
1995 *CM: The Construction Management Process*
U.S.A.: Reston Publishing Company, Inc. - A Prentice Hall Company
2. ADRIAN, James J. y Douglas J. Adrian
1995 *Total Productivity and Quality Management for Construction*
U.S.A.: Stipes Publishing L.L.C.
3. AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)
2007 *Gestión de la Calidad en las Empresas Consultoras de Ingeniería Civil. Aplicación Práctica de la Norma UNE-EN ISO 9001: 2000*
España: s.e.
4. AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)
2007 *Guía Interpretativa de la Norma UNE-EN ISO 14001: 2004 Para Empresas Constructoras*
España: s.e.
5. AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)
2003 *Guía para la Aplicación de la Norma UNE-EN ISO 9001: 2000 en Empresas Constructoras*
España: s.e.
6. AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)
2007 *Sistema de Gestión de la Calidad para Arquitectos . Directrices para la Aplicación de la Norma UNE-EN ISO 9001: 2000*
España: s.e.
7. AGENCE QUALITÉ CONSTRUCTION, MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE
1993 *Enseigner la Qualité BTP*
París,: Euroquip – Nathan, Qualité Construction
8. ALAIN ROULET, Claude
2004 *Santé et Qualité de l'Environnement Intérieur dans les Bâtiments*
Collection Gérer l'Environnement
Lausana : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes
9. ALLIER, Jacques e Yvon Mougín
s.f. *Architecte et Maîtrise d'Oeuvre*
20 histoires et fiches techniques pour mieux comprendre la Norme ISO 9001
Francia : Qualité Construction Editeur



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

10. ARMAND, Jacques e Yves Raffestin
1997 *140 Séquences pour Mener une Opération de Construction – Des études préalables à l'achèvement de l'ouvrage – Actions techniques et démarches administratives*
Francia: Le Moniteur – Collection Méthodes
11. ASCE
1990 *Quality in The Constructed Project – A guide for owners, designers and constructors – Volume I – Manuals and reports on engineering practice No. 73*
U.S.A.: American Society of Civil Engineers
12. ASSOCIATION QUALITEL
1993 *Guide Qualité*
Francia: s.e.
13. ASTM INTERNATIONAL
2004⁵ *ASTM Standards on Building Economics -*
U.S.A.: Patrocinado por el Subcomité E06.81 sobre Economía de la Construcción (Building Economics).
14. BAVEYE DE, Hervé, François Pélegrin y Jean-Jacques Terrin
1993 *10 Outils pour la Qualité dans le Bâtiment*
Gestion dynamique des projets de bâtiments, les outils indispensables à chaque étape de l'opération, 80 modèles types pour maîtriser la qualité
Francia : Le Moniteur - Collection méthodes
15. BERNARD, Paul
1982 *La Construction par Composants Compatibles*
Paris, Francia : Editions du Moniteur (Tr. fran. Francisco Javier Calveras Marles; *La Construcción por Componentes Compatibles*, Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1983).
16. BERNSTEIN, Daniel,
2007 *Traité de Construction Durable – Principes, détails de construction*
Paris : Ediciones « Le Moniteur »
17. BOBROFF, Jacotte, Elisabeth Campagnac
1987 *La Démarche Séquentielle de la SGE-BTP, Quels Atouts pour les Travailleurs et les P.M.E : Programme B.V.M.B. Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports -*
Francia : Plan Construction
18. BOBROFF, Jacotte
1993 *La Gestion de Projet dans la Construction sous la direction de Jacotte Bobroff*
Francia : Presses de L'École Nationale des Ponts et Chaussées
19. CALDEIRA, Edward
1994 *Quality Management, Best Practices for Home Builders*
U.S.A.: NAHB Research Center/Home Builder Press

20. CERIB
2000 *Memento Qualité*
Francia : Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie
du Béton Manufacturé
21. CHASE G.W., Jerry
1993 *Implementing TQM in a Construction Company*
U.S.A.: The Associated General Contractors of America
22. CHAUVEL, A.M. y M. Pouvreau
1985 *Gestion de la Qualité dans la Construction*
Francia : Eyrolles
23. CLELAND, David I. y William R. King
1968 *Systems Analysis and Project Management*
U.S.A.: McGraw-Hill, Inc.
24. CLUB CONSTRUCTION ET QUALITÉ – AGENCE QUALITÉ CONSTRUCTION –
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS
1993 *Investissements et Rentabilité en Gestion de la Qualité*
Francia : Editeur Qualité Construction
25. CLUB CONSTRUCTION ET QUALITÉ – AGENCE QUALITÉ CONSTRUCTION -
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT, DES TRANSPORTS ET DE
LA MER
1990 *La Formation à la Gestion de la Qualité*
Francia : Editeur Qualité Construction
26. CLUB CONSTRUCTION ET QUALITÉ - AGENCE QUALITÉ CONSTRUCTION -
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT, DES TRANSPORTS ET DE
LA MER
1990 *La Gestion de la Qualité dans la Conception*
Francia : Editeur Qualité Construction
27. CLUB CONSTRUCTION ET QUALITÉ - AGENCE QUALITÉ CONSTRUCTION -
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT, DES TRANSPORTS ET DE
LA MER
1990 *La Gestion de la Qualité dans la Préparation du Chantier*
Francia : Editeur Qualité Construction
28. CLUB CONSTRUCTION ET QUALITÉ - AGENCE QUALITÉ CONSTRUCTION -
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT, DES TRANSPORTS ET DE
LA MER
1990 *La Gestion de la Qualité dans la Programmation*
Francia : Editeur Qualité Construction
29. CLUB CONSTRUCTION ET QUALITÉ – AGENCE QUALITÉ CONSTRUCTION -
MINISTERE DU LOGEMENT
1990 *Manuel et Plan Qualité d'une Entreprise: Guides de
Rédaction*
Francia : Editeur Qualité Construction
30. CLUB CONSTRUCTION ET QUALITÉ, PROVENCE – ALPES – COTE D'AZUR -
MINISTERE DU LOGEMENT
1993 *La Préparation de Chantier, Outil d'Aide à la Gestion*
Francia : Éditeur Qualité Construction

31. CLUB CONSTRUCTION ET QUALITÉ, LANGUEDOC - ROUSSILLON - AGENCE QUALITÉ CONSTRUCTION - MINISTERE DE L'ÉQUIPEMENT, DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS
Outils Pratiques de Gestion de la Qualité
Programme, Préparation de Chantier, Chantier - Formation
 Francia : Editeur Qualité Construction
32. CLUB CONSTRUCTION ET QUALITÉ, BOURGOGNE – AGENCE QUALITÉ CONSTRUCTION - MINISTERE DE L'ÉQUIPEMENT, DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS
 1993
20 Recommandations et 4 Outils pour Gérer la Qualité de la Construction
 Francia : Editeur Qualité Construction
33. COMISIÓN DE TECNOLOGÍA, COLEGIO DE APAREJADORES Y ARQUITECTOS TÉCNICOS DE MADRID
 1989
Control de Calidad en la Edificación de las Fábricas, de Forjados, en las Instalaciones de Fontanería y Desagües y en las Carpinterías Metálicas y de PVC (5 tomos)
 España: Comisión de Tecnología, Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid
34. COMITÉ DE L'O.P.P.B.T.P.
 1983
Conseils de Sécurité, Bâtiment et Travaux Publics
 Francia : Editions O.P.P.B.T.P.
35. CONSTRUCTION QUALITÉ
 1992
Gérer la Qualité de la Construction
 Francia : Eyrolles
36. CSCV
 1987
Guides : Les Malfaçons dans le Logement
 Francia : Editions La Découverte
37. DEMING W., Edwards
 1986
Out of the Crisis, Quality Productivity and Competitive Position 1982
 s.l., s.e. (Tr. Ing. Jesús Nicolau Medina y Mercedes Gozalbes Ballester; *Calidad, Productividad y Competitividad – La salida de la crisis*, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A., 1989)
38. DENT, Stephen M.
 1999
Partnering Intelligence – Creating value for your business by building strong alliances
 U.S.A.: Davies-Black Publishing
39. DEPARIS, Roger
 1999
Qualité et Préparation des Chantiers
 Francia : AFNOR
40. DION, Thomas R.
 1993
Land Development for Civil Engineers
 U.S.A.: John Wiley and Sons, Inc.

41. GODDARD, Walter
1990 *Découplez la Productivité de Votre Entreprise par le Juste-à-temps*
Francia: Éditions du Moniteur
42. GOLDRATT, Eliyahu M. y Jeff Cox
2000² *The Goal* (T.ing. Enrique Rey Arufe y Ma. Consuelo Núñez Fernández; *La Meta – Un proceso de mejora continua*, España: Editorial Díaz de Santos, 2005).
43. GOLEMAN, Daniel
2005³ *Working with Emotional Intelligence* (T.ing. Edith Zilli; *La Inteligencia Emocional en la Empresa*, México: Editorial Vergara).
44. GREZES, D. y J.P. Charon
1982 *Industrialisation Ouverte – Recherche et Expérimentation 1971-1983*
Francia : Plan Construction & Habitat
45. GUFFOND, Jean-Luc y Gilbert Leconte
2005 *Logistique et Ingénierie de Production Cahier Thématique Chantier 2000*
Francia : Plan Urbanisme, Construction, Architecture
46. HALPIN, Daniel W. y Donald W. Woodhead
1976 *Design of Construction and Process Operations*
U.S.A.: John Wiley and Sons
47. HALPIN, Daniel W. y Leland S. Riggs
1992 *Planning and Analysis of Construction Operations*
U.S.A.: John Wiley and Sons
48. HALPIN, Michael C.
1977 *Profit Planning for Real Estate Development The Complete Guide for Builders, Lenders and Other Investors*
U.S.A.: Dow Jones – Irwin
49. HAMMER, Michael y Steven A. Stanton
1995 *The Reengineering Revolution*
U.S.A.: Harper Business
50. HARRINGTON, James H.
1990 *Poor-Quality Cost*
New York, E.U.A.: Marcel Dekker Inc. (T.ing. René Pietri; *Le Coût de la Non-Qualité*, Francia : Eyrolles, 1987).
51. HARRIS, Frank y Ronald McCaffer
1995⁴ *Modern Construction Management* (T.ing. Sarah Case; *Manual de Gestión de Proyectos y Dirección de Obra*, Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, 1999).
52. HERNANDEZ, Arnold
1992 *Just in Time Manufacturing – A practical approach*
E.U.A.: Prentice Hall, Inc. (T.ing. Jorge Rodríguez; *Manufactura Justo a Tiempo – Un enfoque práctico*, México: Cía. Editorial Continental, S.A. de C.V., 1993²).

53. HETZEL, Jean
2003
Haute Qualité Environnementale du Cadre Bâti, Enjeux et Pratiques
Francia : AFNOR
54. HINZE W., Jimmie
1997
Construction Safety
U.S.A.: Prentice Hall
55. HIRANO, Hiroyuki
1988 (1987)
JIT Koo Kakumei
U.S.A.: Productivity Press (T. ing. Antonio Cuesta Álvarez; *El JIT – Revolución en las Fábricas – Una guía gráfica para el diseño de la fábrica del futuro*, Madrid, España: Tecnología de Gerencia y Producción, S.A., 1992²)
56. INSTITUT INTERNATIONAL D'ARCHITECTURE MÉDITERRANÉENE
1985
L'Organisation des Grands Chantiers
Francia : Conseil International de la Langue Française.
57. INSTITUTO DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CATALUÑA
1983
Control de Calidad en la Edificación (7 tomos)
España: Consejo General de Colegios Oficiales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos
58. ISO
1998⁷
ISO 9000 Quality Management
Reino Unido: ISO Standards Compendium
59. JAMES SULLIVAN, Barry
1980
Industrialization in the Building Industry
U.S.A.: Van Nostrand Reinhold Company
60. JURAN, J.M.
1990
Juran on Leadership for Quality – An executive handbook
U.S.A.: Juran Institute, Inc. (T.ing. Nicolau Medina y Mercedes Gozalbes Ballester; *Jurán y El Liderazgo para La Calidad – Un manual para directivos*, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.)
61. JURAN, J.M.
1990
Juran on Planning for Quality
U.S.A.: Juran Institute, Inc. (T.ing. Nicolau Medina y Mercedes Gozalbes Ballester; *Jurán y El Liderazgo para La Calidad – Un manual para directivos*, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.)
62. KERZNER, Harold
1997
In Search of Excellence in Project Management Successful Practices in High Performance Organisations
U.S.A.: Van Nostrand Reinhold
63. KERZNER, Harold, Phd.
2001⁷
Project Management A System Approach to Planning, Scheduling and Controlling
U.S.A.: John Wiley & Sons, Inc.

64. KNEELAND, A., Godfrey Jr.
1995 *Partnering in Design and Construction*
U.S.A.: Mc Graw Hill.
65. KONE D, Linda
2000⁹ *Land Development*
U.S.A.: Home Builder Press NAHB
66. KUBAL Michael T.
1994 *Engineered Quality in Construction, Partnering and TQM*
U.S.A.: Mc Graw Hill
67. KULASH M., Walter
2001 *Residential Streets*
ULI, NAHB, ASCE, ITE
U.S.A.: Third Edition
68. LANG, Damian y Ray R. Glenn
2003 *Rewarding and Challenging Employees: For profits in masonry*
U.S.A.: Hamley Wood
69. LE SELLIN, Yves
1992 *Réussir la Qualité dans la Construction, Analyse des Risques, Organisation de la Prévention et du Contrôle, Réduction des Coûts, Étude de Cas Réels*
Francia : Éditions du Moniteur
70. LITAUDON, Maurice
1981 *La Bataille de la Productivité se Gagnera dans les Usines*
Francia : Plan Construction, Ministère de l'Urbanisme et du Logement
71. LUTHANS IRWIN, Fred
1998⁸ *Organizational Behavior*
U.S.A.: Mc Graw Hill
72. LLANO CIFUENTES, Carlos
1998 *La Enseñanza de la Dirección y el Método del Caso*
México: IPADE
73. MAES, Pascale
2004 *Gestion des Déchets de Chantier*
Guide Méthodologique
Francia : AFNOR
74. MANCUSO, Hugo R.
1999³ *Metodología de la Investigación en Ciencias Sociales*
Lineamientos Teóricos y Prácticos de Semioepistemología
México: Editorial Paidós Educador
75. MATTHEWS, Michael F. y James L., BURATI Jr.
1994 *Quality Management Organizations and Techniques*
U.S.A.: Construction Industry Institute, Clemson University

76. MERCHAN GABALDON, Faustino
1996 *Control de Calidad Total en la Construcción según Normas de la C.E.E.*
España: Editorial Dossat
77. MINISTÈRE DE L'URBANISME, DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS
1995, Octubre *HABITAT-88 - Construire moins cher pour construire plus et mieux*
I, Idées à bâtir
II, Idées bâties
Francia : Plan Construction et Habitat – CSTB
78. MOINEAU, J.P. y J.C. Voisin
2002 *Logistique de Chantier et Coordination de Sécurité*
Francia : Ingenieros del INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité, 2002).
79. MONDEN, Yasuhiro
1990 *El Sistema de Producción de Toyota – “Just in time!”*
Argentina: Ediciones Macchi
80. MORENO, Héctor
2006¹ *Un Gigante Silencioso El Infonavit*
México : Editorial Océano: 27
81. MOTOR COLUMBUS, SPIE BATIGNOLLES, SOCOTEC
1984 *Code de Pratique de Gestion de la Qualité pour le Génie Civil*
Francia : Edit. Lavoisier, Techniques et Documentation
82. OCHOA, Miguel Lic.
Futuro: ¿Adivinarlo? o ¿Forjárnoslo? - Toma de decisiones y mando de hombres
México: IPADE
83. OHNO, Taiichi1991 *Toyota Seisan Hoshiki* (T. jap. SAX Traductores; *El Sistema de Producción Toyota - Más allá de la producción a gran escala*, Barcelona: Ediciones Gestión 2000, S.A.
84. OLIVA, Jean-Pierre *L'isolation écologique – Conception, matériaux, mis en oeuvre.*
Editorial: Terre Vivante
85. PARDINAS, Felipe
2006² *Metodología y Técnicas de Investigación en Ciencias Sociales*
México: Siglo Veintiuno Editores
86. PARRA De La, Eric y María del Carmen Madero
2006⁴ *La Fascinante Técnica de los Esquemas Mentales Su Teoría y Aplicación Práctica*
México: Panorama Editorial
87. PARKER, Henry W. y Clarkson H. Oglesby
1972 *Methods Improvement for Construction Managers*
U.S.A.: Mc. Graw Hill

88. PLAN CONSTRUCTION ET ARCHITECTURE
1988 *La Qualité en Chantier: Un Enjeu du Travail, Actes de Colloques*
Francia : Plan Construction et Architecture
89. PYHRR A., Peter
1973 *Zero-Base Budgeting*
U.S.A.: John Wiley and Sons (T.ing. Leonor Corral Camou; *Presupuesto Base Cero - Método Práctico para Evaluar Gastos*, México: Editorial Limusa, 1983⁴)
90. QUALIFORM
1987 *Gérer la Qualité sur le Chantier*
Francia : Qualité Construction
91. QUALITÉ CONSTRUCTION
1996 *Fiches Points Sensibles de la Construction*
Francia : Qualité Construction
92. QUALITÉ CONSTRUCTION con la participación del CONSEIL NATIONAL DE L'ORDRE DES ARCHITECTES ET DE L'UNION NATIONALE DES SYNDICATS FRANÇAIS D'ARCHITECTES (UNSA)
1996 *Organisation et Qualité dans les Agences d'Architecture, Guide Pratique – Méthode et Processus*
Francia : s.e.
93. SLUZAS, Raymond y Anne Ryan
1977 *A Graphic Guide to Industrialized Building Elements*
U.S.A.: CBI Publishing Company, Inc.
94. SNYDER, Jonathan
1993 *Marketing Strategies for Engineers*
American Society of Civil Engineers
U.S.A.: s.e.
95. SPENDOLINI, Michael J.
1992 *The Benchmarking Book*
U.S.A.: AMACOM (T. ing. Carlos Fernando Villa; *Benchmarking*, México: Grupo Editorial Norma, 1994).
96. STUKHART, George
1995 *Construction Materials Management*
U.S.A.: Marcel Dekker, Inc.
97. THE CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE
1996 *Total Quality Management Task Force Implementing TQM in Engineering and Construction*
U.S.A.: The Construction Industry Institute
98. TURIN, Duccio A.
1975 *Aspects of the Economics of Construction*
Londres: George Godwin Limited (T. ing. Cristina Holm, *Economía de la Construcción – Tecnología y Arquitectura*, Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1979).

99. VACHAL, Jean-Marie
2002 *Manuel de Gestion des Chantiers de Travaux Publics
La Méthode – des Outils*
Francia : Presse de L'École Nationale des Ponts et
Chaussées
100. VALLES, Michel
1986 *Guide pour la Gestion Industrielle de la Qualité dans
l'Industrie du Béton Manufacturé*
Francia : CERIB – Tomo 1 y 2
101. VECONI, Gilbert J. y Charles A. Layne
1996 *Destination: Quality – How our Small Volume Building Firm
Used TQM to Improve our Business*
U.S.A.: Home Builder Press.
102. VUILLERME, Bernard y Henri Richaud
2002 *Chantiers de Bâtiment – Préparation et suivi*
Francia : Nathan Technique
103. YOSHITSUGU, Hashimoto
1986 *Improving Productivity in Construction through Quality
Control and Industrial Engineering*
Japón: Asian Productivity Organization

DICCIONARIOS

104. THE MULTILINGUAL DICTIONARY OF ARCHITECTURE AND BUILDING
TERMS
1998 Reino Unido: Chris Grech – E and FN SPON
105. DICCIONARIO DE SINÓNIMOS Y ANTÓNIMOS DE LA LENGUA ESPAÑOLA
2006 Barcelona: Larousse Editorial, S.L.
106. DICCIONARIO DE LA EMPRESA INMOBILIARIA – ESPAÑOL - INGLÉS
1993 Madrid: Biblioteca Inmobiliaria M.D.I. No. 1
107. DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA
2003²² Real Academia Española
CD Rom Versión 10
108. DICOBAT – DICTIONNAIRE GÉNÉRAL DU BÂTIMENT
1993 Jean de Vigan
Éditions Arcature
109. LONGMAN BUSINESS ENGLISH DICTIONARY
2000 Reino Unido: Pearson Education Limited
110. NEW WEBSTER'S DICTIONARY OF THE ENGLISH LANGUAGE. COLLEGE
1975 U.S.A.: s.e.
111. PETIT LAROUSSE EN COULEURS
1989 Francia : Librairie Larousse

PUBLICACIONES

112. CII
1995
Quality Performance Management System
Benchmarking Implementation Results
U.S.A.: Apud – CII Conférence
113. CSTC
1976
Publication du Centre Scientifique et Technique de la
Construction – Revue No. 2 - Trimestriel
Belgica
114. CSTC
1977
Publication du Centre Scientifique et Technique de la
Construction – Revue No. 3 - Trimestriel
Belgica
115. CSTC
1981
Publication du Centre Scientifique et Technique de la
Construction – Revue No. 2 - Trimestriel
Belgica
116. CSTC
1981
Publication du Centre Scientifique et Technique de la
Construction – Revue No. 4 - Trimestriel
Belgica
117. FOTI, Ross
2001 August
Managing- Large Construction Projects
U.S.A.: PM Network
118. GARELS, Roland
2000
*Program Management and Project Portfolio Management:
New Competences of Project – Oriented Organisations*
Proceedings of the Project Management Institute
Houston, Texas – E.U.A.: University of Economics and
Business Administration, Viena - Annual Seminars and
Symposium – September 7-12, 2000.
119. HUNT, Ch. y J.P. Roure
1975
*Les Ratios de Quantités et de Prix dans la Construcción -
Ratios de Surface $\varpi_x, \varpi_q, \varpi''$*
Cahiers du CSTB No. 159 – Première Partie
Francia
120. HUNT, Ch. y J.P. Roure
1975
*Les Ratios de Quantités et de Prix dans la Construcción –
Ratios de Prix $\delta, \delta_x, \delta''$*
Cahiers du CSTB No. 164 – Deuxième Partie
Francia
121. LE MONITEUR hors-série
2008
Construire Durable
Francia

122. NEIL, James M. Dr.
1994 *Constructability*
U.S.A.: PE CCE.
123. ONU (Naciones Unidas)
1966 Coordinación Modular en Vivienda
Informe No. TAO/Global/4
ONU – Naciones Unidas
124. The Associated General Contractors of America
1991 Partnering – A Concept for Success
AGI – Publication # 1205
U.S.A.

CURSOS

125. IESE
2004 Marzo 26 *Saint-Gobain Montblanc*
España: Universidad de Navarra 2-404-009 DPO 26 – supl.
126. IESE
2003 *Zara – Moda rápida*
0-503-021 - España
127. HARVARD BUSINESS REVIEW
2005 *Poniendo el Tablero de Control a Trabajar*
IPADE - CN-220-R - México
128. IPADE
1999 Enero *ADIT (Alta Dirección en Investigación Tecnológica)*
DGN:167 - México
129. IPADE
1999 Agosto *Aprendamos a Aprender*
Experiencias sobre el modo de propiciar el cambio de las
organizaciones
(P) AD/M – 193 – México
130. IPADE
1998 *Caso Sears Roebuck*
P AD-183 - México
131. IPADE
2003 *Corporación Interamericana de Entretenimiento*
(P) DG-594 - México
132. IPADE
2002 Julio *Costeo ABC y Análisis Transaccional*
(P) CN-201 - México
133. IPADE
2001 Septiembre *De la Producción Masiva a la Producción Esbelta (A)'*
(P) PN:109 - México
134. IPADE
2000 Agosto *Decodificando el ADN del Sistema de Producción de*
Toyota
PN:260 – México
135. IPADE
2001 *El Efecto del látigo en las Cadenas de Abastecimiento*
PN:267 – México

136. IPADE
MORGAN, Stanley
2004 Enero *Evaluación del Desempeño de 360°*
IPADE DPN:394 - México
137. IPADE
2001 Enero *La Función Directiva del Control*
Primera Parte
CN:158 - México
138. IPADE
1999 Febrero *La Planeación Estratégica*
¿Avanzando en reversa?
DGN, 168 - México
139. IPADE
2005 NOKIA: ¿Cómo recuperar la gloria del pasado?
(P) M-91 - México
140. IPADE
Principios y Roles de la Dirección de Personas
Apuntes de Roberto Cruz y Serrano
tomados el día 3 de noviembre 2006 sobre el tema - México
141. IPADE
1997 Mayo *¿Qué es estrategia?*
DGN:158 - México
142. IPADE
2003 Abril *The Architects Collaborative, Inc.*
P:450 - México
143. IPADE
2003 Noviembre *Toyota Motor Manufacturing USA, Inc.*
P:560 – México
144. IPADE
2000 Junio *Volkswagen Beetle (Caso)*
(P) P-569 - México
145. OLSEN, Robert
1990 *Just-in-time Manufacturing*
Technology Training Corp.
Fabricación en el Momento Justo (JIT)
Capítulos 2, 3 y 8 - México

Las referencias correspondientes a varias figuras incluidas en esta tesis se indican al pie de cada una de dichas figuras para facilitar su correlación.

G L O S A R I O

Nota: Las definiciones son connotaciones particulares que se dan a los términos utilizados en este documento.

1. **ADMINISTRACIÓN** -(En inglés: **Management**) - Actividades involucradas con la gestión y la organización del trabajo de una organización desarrolladora de vivienda
2. **ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD** – Conjunto de actividades de la función general de administración que determinan la política de calidad, los objetivos y las responsabilidades y se implementan por medios tales como la planificación de la calidad, el control de la calidad, el aseguramiento de la calidad y el mejoramiento de la calidad dentro del marco del sistema de calidad aplicado en los desarrollos de vivienda.
3. **ADMINISTRACIÓN TOTAL DE LA CALIDAD** (Por sus siglas en inglés: **T.Q.M.** - **Total Quality Management**)
 - Es una estrategia organizacional que incluye a todas las técnicas que conllevan a productos y servicios de calidad en los proyectos. Es toda una estrategia organizacional y no sólo una técnica de planeación o control de calidad.
4. **ADCRETOS** – Adoquines de concreto producidos industrialmente y utilizados como acabado de superficie de pavimentos. Estos productos son por definición aquellos cuya relación de su superficie en cm^2 con respecto a su espesor en cm sea inferior a 100. Los espesores más comúnmente comercializados son 6.3, 8 y 10 cm.
5. **ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD** – Estudio y selección de la mejor propuesta para encontrar que el programa del proyecto con eventuales ajustes convenientes sea realizable cumpliendo con los objetivos que lo generaron.
6. **ANÁLISIS DE SUPERPOSICIÓN DE SUBSISTEMAS DE PROYECTOS** - Revisión detallada de planos ejecutivos despiezados de cimentación, estructura, instalaciones, (incluyendo ductos y preparaciones) y acabados, sobreponiendo sus ubicaciones y trayectorias con objeto de eliminar interferencias y resolver sus interfases.
7. **APLICAR** – Poner en práctica un conocimiento, medida o principio a fin de obtener un determinado efecto o rendimiento en los resultados de un proyecto.
8. **ARMONOGRAMA** – Representación gráfica de un programa tipo “Tren de Trabajo”.
9. **ARTESANÍA** - Trabajo efectuado por una sola persona (o con un grupo de ayuda) hábil en manualidades que imprime su sello personal. En el sistema artesanal, el costo no disminuye con el volumen y no se pueden fabricar productos idénticos por falta de sistemas de medición normalizados.
10. **ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD** – Conjunto de actividades preestablecidas y sistemáticas implementadas dentro del marco del sistema de calidad y demostradas conforme se necesite para proporcionar la confianza adecuada a los clientes. Ciertas acciones del control de calidad y del aseguramiento de la calidad están interrelacionados.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

11. **ASERTIVIDAD** - Poner en claro. Actuando responsablemente de acuerdo a nuestro criterio y respetando el criterio y los puntos de vista de los demás. Buscar siempre la objetividad y la equidad.
12. **ASOCIAMIENTO** – (En inglés: *Partnering*) – Conjunto de participantes e involucrados en un proyecto o varios proyectos (los clientes, los inversionistas, los administradores, los diseñadores, los constructores, los subcontratistas, los proveedores, las hipotecarias y los comercializadores).
13. **AUDITORÍA DE CALIDAD** – Examen metódico e independiente para determinar si las actividades y resultados relativos a la calidad satisfacen las disposiciones preestablecidas y si estas disposiciones se implementan de forma efectiva y son aptas para lograr los objetivos de la organización y de los proyectos.
14. **AUTOCONTROL** – Control del trabajo efectuado por el ejecutante mismo del trabajo de acuerdo con el diseño ejecutivo.
15. **BISECCIÓN** – Dividir algo en dos partes de igual importancia o dimensión.
16. **CADENA DE VALOR** - Conjunto de componentes de una organización y/o de un proceso que agregan unitariamente valor a los productos y servicios efectuados. Implica estar constatando que se dé valor en todas las partes de la cadena y que se justifique la inversión para mejorar cada parte. Va desde las materias primas y llega hasta el cliente final. La cadena de valor desglosa a la empresa en sus actividades estratégicas relevantes para comprender el comportamiento de los costos y las fuentes de diferenciación existentes y potenciales.
17. **CALIDAD** - Conjunto de propiedades y características de un proyecto, de un proceso y/o de un servicio que le confieren la aptitud para satisfacer íntegramente necesidades explícitas e implícitas de los usuarios a un precio competitivo.
18. **CALIDAD IMPLÍCITA** - Eliminación de fallas y disfunciones durante el proceso de ejecución y la vida útil del proyecto a través de la aplicación del conocimiento técnico actualizado y formalizado por normas, reglamentos y especificaciones.
19. **CALIDAD EXPLÍCITA** - Aceptación y valoración de las características del proyecto vistas y comprendidas por el cliente.
20. **CALIDAD COMPETITIVA** - Es la calidad que ofrece la competencia comparada con la que ofrece una organización específica.
21. **CARTERA DE TERRENOS** – Relación de terrenos adquiribles estudiados y vistos como convenientes para su futura compra.
22. **CÉLULA** – Zona, frente, nivel, edificio u otra unidad de lugar de una obra preidentificada.
23. **CICLO DE LA CALIDAD** – Modelo conceptual de las actividades interdependientes que influyen en la calidad durante las diferentes fases que se escalonan desde la identificación de necesidades hasta la evaluación de la satisfacción de un proyecto.
Nota: La espiral de la calidad es un concepto similar.
24. **CLASE** – Categoría o rango atribuido a las entidades que tengan la misma función de uso pero sometidas a exigencias diferentes
25. **COADYUVAR** – Contribuir, asistir o ayudar a la consecución de uno o varios objetivos.

26. **COEFICIENTE K** – Flujo de calor que atraviesa una pared de 1 m² por una diferencia de temperatura de 1 grado entre el interior y el exterior del local. El coeficiente K se expresa en W/(m²•K) Watts por metro cuadrado/grado Kelvin.
27. **COMERCIALIZACIÓN** - Actividad o área funcional dedicada a clarificar el negocio en el que se está, el enfoque que se tiene en la empresa, las necesidades del cliente a satisfacer, el mercado y su evolución y el desempeño de la competencia.
28. **COMPARATIVA** (En inglés: **Benchmarking**) - Proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de organizaciones que nos sean reconocidas como referencias útiles de mejores prácticas con el propósito de realizar mejoras en nuestra organización y en nuestros productos. Es un proceso de comparación de métodos de trabajo y servicio para detectar cambios que resultarán en mejores resultados de calidad.
29. **COMUNICACIÓN** – Correspondencia, interacción, consulta y participación empática de información entre dos o más personas.
30. **CONSTRUCTABILIDAD** - Desarrollo de técnicas, habilidades y competencias para lograr un modo constructivo perfeccionado. Es el uso óptimo' del conocimiento y experiencia en planeación, diseño y operaciones de campo que comprende todos los objetivos del proyecto. Es una forma de analizar la ingeniería de valor y del análisis del valor enfocada sólo a la fase de construcción.
31. **CONSTRUCCIÓN ACCELERADA** (En inglés: **Fast tracking**) – Método por el que se comienza parte de la construcción antes de concluir la planeación del proyecto para reducir tiempos y costos.
32. **COORDINACIÓN DIMENSIONAL** - Sistema de organización de dimensiones de sistemas, componentes y elementos de forma tal que puedan combinarse y ensamblarse sin necesidad de ningún trabajo de ajuste o modificación; ello permite eliminar desperdicios de materiales y reducir costos y tiempos de obra.
33. **COORDINACIÓN FUNCIONAL** - Sistema de organización de características de desempeño de las partes funcionales que conforman un proyecto para permitir su óptimo desempeño en su uso y combinación. Una parte o elemento funcional de un edificio se distingue de otros por la función que satisface.
34. **COORDINACIÓN MODULAR** - Es un sistema para coordinar dimensionalmente los elementos de construcción y los edificios mismos, refiriéndose todas sus medidas a una unidad dimensional básica prefijada llamada módulo base.
35. **COORDINACIÓN OPERACIONAL** - Organización interactiva entre los diferentes **cuadros de oficio** que participen en un proyecto con el fin de evitar interferencias en los trabajos y formalizar sus fronteras de responsabilidad e interfases. Implica una búsqueda interfuncional de todas las actividades de desarrollo tecnológico para lograr un conjunto congruente de objetivos explícitos que deben incluir la utilización eficiente de recursos, la calidad y facilidad de fabricación de los diseños, la introducción fluida de los procesos de fabricación, los ciclos de desarrollo más cortos y la mejora continua del proceso.
36. **COMPATIBILIDAD** – Aptitud de las partes para ser utilizadas conjuntamente bajo condiciones específicas para satisfacer las exigencias de un proyecto.
37. **CONCRETO AUTOCOMPACTANTE** – Concreto que por su fluidez y consistencia llena las cimbras o moldes que le dan forma, compactándose por el sólo efecto de la gravedad, sin necesidad de emplear vibración ni compactación mecánica o manual.

38. **CONFORMIDAD** – Satisfacción de las características y exigencias especificadas de un proyecto.
39. **CONTROL** – Actividades previstas tales como medir, examinar, ensayar o pasar por calibración una o varias características de una entidad y comparar los resultados con las exigencias especificadas para determinar si la conformidad se obtiene para cada una de estas características.
40. **CONTROL DE LA CALIDAD** – Técnicas y actividades de carácter operacional utilizadas para satisfacer las características y las exigencias para la calidad.
41. **COSTO-EFICIENCIA** - El ahorrar dinero haciendo un proyecto o el desempeño de una actividad de una mejor manera.
42. **COSTO-EFECTIVIDAD** (En inglés: **Cost-effectiveness**) - Evaluación comparativa derivada del análisis de alternativas (acciones, métodos, enfoques, equipo, etc.) en términos de influencias interrelacionadas de costo del ciclo de vida y efectividad de algo específico.
43. **COSTOS OBJETIVO** (En inglés: **Target Costing**) - Costo predefinido deliberadamente por una organización para lograr no rebasarlo en la ejecución de un proyecto.
44. **CREATIVIDAD** - Capacidad de generar alternativas de solución. Requiere el ejercicio de toda nuestra imaginación e iniciativa. Es nutrirse con lo que abunda a nuestro alrededor y que a veces no sabemos detectar.
45. **CUADROS DE OFICIO** - Equipos de trabajo por especialidad o subcontrato que participan en la ejecución de una construcción.
46. **DECIBEL** – Es la unidad de medida de intensidad del ruido y del sonido. El decibel sirve de unidad práctica de medición y de comparación de ruidos y sonidos así como de su atenuación.
47. **DECIBEL ACÚSTICO** o ponderado indicado como dB(A), es un valor corregido y global del decibel que toma en cuenta las distorsiones de percepción del oído humano según las diferentes bandas de octavos presentes en el sonido considerado. El decibel como medida física no toma en cuenta las características psicológicas del oído humano más o menos sensible a los sonidos según su frecuencia.

El **decibel acústico** [dB(A)] ha sido implantado con objeto de evaluar el nivel de ruido real percibido por el oído humano.
48. **DEFECTO** – No satisfacción a una exigencia o a una expectativa razonable ligada a una utilización prevista, incluye aquellas que conciernen a la seguridad, el aspecto y la funcionalidad.
49. **DESARROLLO SUSTENTABLE** – Es un desarrollo económico y de calidad de vida para cumplir con nuestras necesidades sin comprometer los recursos para satisfacer las necesidades de generaciones futuras.
50. **DESEMPEÑO** – (En inglés: **Performance**) – Comportamiento de un sistema, componente o parte frente a sus características requeridas.
51. **DESPERDICIO** - Cualquier cosa que no corresponda a los requerimientos mínimos de equipo, materiales, componentes, refacciones, espacio y tiempo de los trabajadores absolutamente necesarios para dar valor.

52. **DESPIECE** – Aparejo predibujado en planta, en corte y en elevación con los detalles necesarios de piezas (ladrillos, bloques, adoquines, losetas, azulejos, bovedillas, paneles, mosaicos, etc.) o de ubicación de juntas a trazar sobre una superficie que puede incluir la numeración y ubicación de cada pieza, dividiendo así a un elemento constructivo en las distintas partes que lo componen.
53. **DIEDRO** – Figura formada por dos semi-planos inclinados en forma de “V”, generados por una misma recta (Por ejemplo: Un techo de dos aguas constituye un diedro). La forma de diedro puede ser positiva (V) o negativa (Δ) que hace a la “V” invertida como en el ejemplo de techo de dos aguas.
54. **DINTEL** – Cerramiento que trabaja a flexión para librar un vano en su parte superior y soporta a la mampostería situada sobre la abertura transmitiendo las cargas hacia las jambas, cabezas de muro o columnas.
55. **DIRECCIÓN** - Implica la toma de decisiones y de acciones por parte de un director con una función de síntesis orientadas a un objetivo común y el liderazgo sobre los colaboradores de una organización dada para coordinar y manejar su trabajo hacia el cumplimiento de ese objetivo común. La dirección se centra en las personas y no en las tareas.
56. **DISEÑO** – Parte de la planeación de un proyecto que abarca la concepción y la descripción de sus características físicas en términos de forma y de contenido.
57. **DISEÑO BÁSICO INTEGRAL** – Es lo que tradicionalmente se denomina partido arquitectónico pero en este caso, el esquema del partido ya incluye una propuesta de estructura, de instalaciones, de acabados, etc. (de contenido) que debe tener el proyecto.
58. **DISEÑO DE DETALLE o DISEÑO EJECUTIVO** – Es el conjunto de planos que sirven para presupuestar, programar y construir el proyecto.
59. **DISPOSICIÓN** – (En inglés: **Layout**) – Distribución de todas las partes de un edificio o instalación.
60. **EFFECTIVIDAD** - Logro del efecto deseado o producción de los resultados esperados, Confiere realidad práctica en su riguroso sentido de poner algo en la realidad. Desempeño apropiado de un sistema o producto para cumplir un objetivo, necesidad o expectativa. Logro o adecuación para su uso. La efectividad de un producto consta de los parámetros de disponibilidad, confiabilidad y capacidad.
61. **EFICACIA** - Capacidad para producir el resultado o efecto esperado.
62. **EFICACIA OPERATIVA** - Eficacia en los procesos de producción, de administración y de complemento. Para la eficacia operativa se emplean todas las herramientas y métodos como calidad total, comparativa, reingeniería, etc. que se han abordado para el logro de la optimización. Significa realizar actividades similares mejor que los rivales. La eficacia operativa incluye a la eficiencia pero no se reduce a ella. Se refiere al uso de prácticas que le permiten a una organización utilizar mejor sus recursos (reduciendo defectos, desperdicios, tiempos y costos).
63. **EFICIENCIA** - Competencia, rendimiento o adecuación en el desempeño o en la operación para lograr resultados. Es la relación real de desempeño sobre los números estándar de desempeño usualmente expresada como porcentaje el cual se obtiene dividiendo las horas obtenidas entre las horas reales o el costo obtenido entre el costo estándar multiplicando el resultado por 100.

- 64. EMISIVIDAD** – Aptitud de un material para transmitir el calor absorbido. Para un vidrio común la emisividad es del orden de 0.8 que significa que el 80% del calor absorbido se transmite en forma de radiación.
- 65. EMPLEADOR** – Persona que emplea a colaboradores, empleados u obreros.
- 66. EMPRESA** – Entidad organizada que produce productos y/o servicios; en este caso, los productos son los desarrollos de vivienda y los servicios son aquellos colaterales y complementarios a dichos desarrollos (V.g. tramitaciones, estudios y servicios profesionales de índole técnica o administrativa, servicios de postventa, etc.).
- 67. ENCUBADO** – Obra de estanqueidad de las paredes y pisos de un local subterráneo o de una cisterna realizada con un mortero estanco (mortero muy hidrofugado o mortero de resinas sintéticas) o con una membrana impermeable sellada perfectamente en sus uniones. La función principal de un encubado consiste en resistir las presiones hidrostáticas subyacentes en terrenos húmedos o con nivel freático.
- 68. ENTIDAD** – Es aquello que puede describirse y considerarse individualmente.
Nota: Una entidad puede ser una actividad o un proceso, un producto, un organismo (un sistema o una persona) o una combinación del conjunto de lo anterior.
- 69. ENTREGABLE** – Información, subcontrato, fase constructiva definida o resultado con sus alcances y condiciones de entrega claramente definidas para que se pueda entregar a alguien o a algo
- 70. EQUIPO DE TRABAJO** - Grupo pequeño (2 a 10 personas) de personas con habilidades y competencias complementarias comprometidas con un propósito común visto como conjunto de metas de desempeño y enfoque para el cual los mantiene entre sí mutuamente midiéndose. Interactúan en sus tareas para la realización de una fase o parte específica de obra o de un trabajo específico. Los equipos son organizados por un facilitador de equipo o supervisor o se organizan para trabajar con autonomía. Los equipos de trabajo serán la unidad primaria de desempeño en las organizaciones de autodesempeño. Deben desarrollar la mezcla correcta de habilidades y talentos necesarios para hacer el trabajo en equipo.
- 71. ERGONOMÍA** – Estudio de datos aplicados a problemas de adaptación entre el hombre y la máquina.
- 72. ESCANTILLÓN** – Regla, mascarilla, plantilla o patrón que fija la dimensión y la forma de una parte de la obra.
- 73. ESPECIFICACIÓN** - Descripción de un producto, un servicio o un procedimiento de ejecución donde se enuncian principalmente sus características, sus alcances, las normas y reglamentos aplicables, sus interfases, sus interacciones y criterios de medición.
- 74. ESTACIONALIDAD** – Interrupción del flujo productivo en la organización.
- 75. ESTANQUEIDAD (ESTANQUIDAD)** – Característica de toda pared que obstaculiza totalmente el paso de un elemento como agua, vapor de agua, aire, luz, polvo, gas, etc. Este término tiene un alcance más amplio que el de impermeabilidad el cual sólo abarca la estanqueidad a los líquidos pero dejando filtrar al aire y al vapor de agua por transpiración.

76. **ESTRATEGIA** - Es la creación de una posición inimitable y valiosa, producto de un conjunto diferente de actividades integradas formando un sistema (no un agregado de partes). Su ventaja competitiva se da por la forma en que todas las actividades se adecuan y se refuerzan entre sí. Se crea una cadena que resulta ser tan fuerte como su eslabón más fuerte. La esencia del posicionamiento estratégico es escoger actividades que sean diferentes a las de los rivales y escoger que no hacer. Mientras la eficacia operativa busca lograr excelencia en las actividades individuales o en las funciones, la estrategia maneja la combinación de actividades.
77. **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD** – Examen sistemático y numérico para determinar en qué medida una entidad es capaz de satisfacer exigencias especificadas.
78. **EVOLUTIVO** – Desarrollo de una organización o de una instalación que pasa gradualmente de lo simple y homogéneo a lo compuesto y heterogéneo para responder a necesidades productivas.
79. **EXIGENCIAS PARA LA CALIDAD** – Expresión de necesidades o su traducción en un conjunto de requisitos expresados en términos cuantitativos y/o cualitativos para las características de una entidad a fin de permitir su realización y su examen.
80. **FACILITAR** – Por parte de los directivos, dirigir desde una posición diferente, como observador, controlador, asesor, enseñante y entrenador de los colaboradores a todo nivel priorizando el nivel más básico de la empresa, resistiéndose a la tentación de proporcionar las respuestas y soluciones ninguneando la eventual iniciativa del colaborador. Los líderes deben mantener la presión hasta que los seguidores vean, ellos mismos, que van a tener que hacer que las cosas sucedan.
81. **FACTOR SOLAR** – Energía total que entra a un local a través de un vidrio. Esta energía total es la suma de la energía transmitida directamente y de la energía absorbida por el vidrio y transmitida hacia el interior.
82. **FACULTAMIENTO** – (En inglés: **Empowerment**) – Concesión de facultades que implican responsabilidad y autoridad para desempeñar un cargo o una tarea.
83. **FUNCIONALIDAD** - Característica de los edificios y espacios exteriores donde su forma y el resultado de su apropiación exacta tienen un servicio utilitario.
84. **GEOSINTÉTICOS** – Término genérico para designar a membranas, textiles, mallas, redes y celdas de material sintético para el refuerzo, impermeabilización, estabilización y drenado de suelos.
85. **GESTIÓN** - Acción y efecto de gestionar. Acción y efecto de administrar. **Gestión de negocios** - Hacer diligencias conducentes al logro de un negocio o de un objetivo cualquiera.
86. **IMBRICACIÓN** – Entrelazamiento o trabado geométrico de perfiles de ventanas para lograr reducir su sección total y lograr ventanas y cancelas con embones con perfiles más esbeltos para lograr mayor superficie de iluminación y mayor estética. También, las tejas de cubiertas inclinadas, a semejanza de las escamas de los peces se sobremontan para evitar la infiltración del agua de lluvia y, por tanto, su despiece incluye la imbricación.
87. **HIGROMETRÍA** – Parte de la física relativa al conocimiento de las causas productoras de la humedad atmosférica y de la medida de sus variaciones.

88. **HOLGURA** – Espacio suficiente que se deja entre dos piezas para que pasen, quepan, se muevan o encajen entre sí.
89. **INCLUSIONES** – Elementos de forma cilíndrica, no conectados a la cimentación ni a la estructura, que se incluyen en el suelo recurriendo a diferentes técnicas a base de material granular, mezcla de suelo-cal y cemento u otro material estabilizante para conferir a suelos mediocres capacidad de carga y control de asentamientos.
90. **INGENIERÍA DE VALOR** - Es un proceso de reflexión y de análisis estricto para crear un alto valor percibido y apreciado por los clientes a costo mínimo. Es un esfuerzo organizado para lograr más con menos o sea maximizar el margen entre el costo y el valor. Es lo buscado por la optimización.
91. **INDUSTRIA** - Conjunto de operaciones materiales necesarias para la obtención, transformación y transporte de productos primarios o naturales efectuadas con eficacia operativa.
92. **INDUSTRIALIZACIÓN** - Proceso de manufactura a través del cual, por el uso de tecnología, de organización y de técnicas de producción masiva se logra un incremento de productividad, eficiencia y calidad del producto.
93. **INNOVACIÓN** - Es hacer algo nuevo o diferente que agrega valor para los clientes.
94. **INTERCAMBIABILIDAD** – Aptitud de una entidad para ser utilizada, sin modificación, en lugar de otras para satisfacer exigencias pertinentes.
95. **INTERFASE** – Definición de límites de alcance, responsabilidad y relación entre dos o más tipos o especialidades sucesivas de trabajo.
96. **INTERFERENCIA** – Interposición de algo o de una actividad en el lugar o en el camino de otra cosa o de una acción, causando su imposibilidad de colocación, estorbo o perturbación.
97. **JUSTO A TIEMPO** (En Inglés: *Just in time*) - Es a la vez una actitud (otra manera de pensar) y un método de organización y de administración basado en la búsqueda de la eliminación sistemática de toda clase de desperdicio a través de procesos de logística con objeto de mejorar, de forma permanente, la productividad. Como consecuencia de ello se llega a la búsqueda del inventario cero, de insumos y a la reducción del ciclo de producción.
98. **KIT** – Conjunto de materiales y de elementos a ensamblar entre sí preparados para llevar a cabo la realización de una parte específicamente predeterminada de la obra; en unos casos incluyen sus utensilios y elementos complementarios suministrados en un mismo embalaje.
99. **LÍDER** – Persona a la que un grupo sigue reconociéndola más que como jefe como orientadora y guía.
100. **LIDERAZGO** – Situación de superioridad en la que se haya una persona, una empresa o un producto dentro de su ámbito.
101. **LISTAS DE VERIFICACIÓN** (En inglés: *Checklists*) - Enlistado de conceptos a verificar para asegurar el cumplimiento de la calidad parcial o total de un proceso, un producto o un servicio referidos a tolerancias de aceptación o de cumplimiento.

- 102. LOGÍSTICA** - Conjunto de actividades que aseguran la ejecución al mínimo costo con una cantidad de insumos suministrados en el lugar y en el momento en que se requieran. No sólo comprende el procuramiento de materiales e información con una estricta administración de flujos, sino que implica llevar a cabo tareas previas de planeación que aseguren los diversos recursos requeridos en la obra con oportunidad. Con ella se logra la optimización de la continuidad entre aprovisionamiento y producción. A la logística aplicada se le llama también control de producción.
- 103. LLAVE EN MANO** - (En Inglés: *Turn key*) – Proyectos o partes de un proyecto que se entregan totalmente terminadas y listas para ser usadas inmediatamente por el cliente.
- 104. MANUAL DE CALIDAD** – Escrito con la estructura organizacional, procedimientos, procesos y recursos necesarios para implementar la administración de la calidad. La política de la calidad; Las responsabilidades, los poderes y las relaciones entre las personas que dirijan, ejecuten, verifiquen o revisen los trabajos que tengan una incidencia sobre la calidad. Los procedimientos y las instrucciones del sistema de calidad.
- 105. MANUPORTABLE** – Pieza o componente que se puede cargar y transportar a mano; para tal efecto su peso queda limitado a 80 kg. para poder ser manipulado por dos hombres.
- 106. MECANIZACIÓN** - Empleo de máquinas de construcción, máquinas de fabricación de materiales y máquinas herramientas en las obras con objeto de aumentar el rendimiento y la calidad de los trabajos, y sustituir actividades manuales de demoliciones, de movimientos de tierra de procesamiento y de procuración de materiales.
- 107. MEDIOS AUXILIARES** - Son todos aquellos utensilios que permiten hacer varios trabajos en obra; entre los más comunes se encuentran los andamios, los puntales y largueros industrializados; las cimbras industrializadas, los sargentos, las piquetas, los bajantes de escombro, etc.
- 108. MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD** – Acciones tomadas en toda la organización para incrementar la eficacia y la eficiencia de las actividades y procesos para proveer de ventajas o beneficios adicionales tanto a la organización como a sus proyectos.
- 109. MICROPILOTES** – Pilotes de pequeñas dimensiones (con diámetros que van de 10 cm a 45 cm y profundidad limitada a 75 veces su diámetro sin normalmente exceder 5.000 m) utilizados para cimentar construcciones de poca altura en suelos expansivos.
- 110. MODELO PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD** – Conjunto normalizado o seleccionado de elementos del sistema de calidad asociados para satisfacer las necesidades de aseguramiento de la calidad en una situación dada.
- 111. MÓDULO BASE** - Dimensión básica prefijada que puede ser una unidad tridimensional con dimensiones específicas. Todas las dimensiones de los componentes del edificio deberán ser múltiplos exactos del módulo base o estar referidos a submódulos que generalmente son mitades o cuartos del módulo base. El módulo base normalizado es un cubo de 10 cm de lado.

- 112. MONOBLOQUE** – Una sola pieza con todas sus partes incluidas.
- 113. MONOMURO** – Son muros de carga y aislantes a la vez y, por ello no necesitan de ningún aislamiento complementario. Por tanto, los muros y el aislamiento se ejecutan en una sola operación. Las piezas más utilizadas para este tipo de muros son hechas de barro extruido multiperforado y de concreto celular.
- 114. MORTERO AUTONIVELANTE** – Mortero predosificado con fluidez similar a la del agua que por ello se autonivela con un mínimo de herramienta de repartición para lograr la planeidad requerida en losas y firmes de piso.
- 115. MULTIFUNCIONAL** – Que puede desempeñar varias funciones.
- 116. NO-CONFORMIDAD** – No satisfacción a una exigencia especificada (inaceptable).
- 117. NORMALIZACIÓN** - Tiene por objeto suministrar documentos de referencia (normas) que contienen soluciones a problemas técnicos y comerciales que conciernen a los productos y servicios que se dan de manera repetitiva en las relaciones entre interventores económicos, científicos, técnicos y sociales.
- 118. OBJETIVOS** - No son sólo descripción de tareas. Son retos impuestos después de analizar problemas y debilidades así como fortalezas y oportunidades para avanzar sistemáticamente en base a un programa predeterminado.
- 119. OBRA GRUESA** – Conjunto de trabajos de una obra que comprenden toda su estructura y aseguran su estabilidad (también llamada obra negra).
- 120. OBRA SEGUNDA** – Conjunto de trabajos de una obra que incluyen los acabados, las puertas y ventanas, la impermeabilización, los muebles, accesorios y equipos, la carpintería, el aislamiento y la decoración etc. (también llamada obra gris más obra blanca).
- 121. OBSERVACIÓN DE AUDITORÍA DE LA CALIDAD** – Constatación hecha en el curso de una auditoría de calidad soportada por pruebas tangibles y medibles
- 122. OPERACIONAL** – Dicho de una persona cuya preparación académica y experiencia previa le permite estar en condiciones de operar e interactuar con eficiencia en una organización.
- 123. OPTIMIZACIÓN** - Mejoramiento de los procesos, servicios y productos así como del desempeño de la organización que los realiza, buscando sacar el mejor partido posible identificando o creando las condiciones más favorables a la vista de las circunstancias dadas.
- 124. ORDENES DE MAGNITUD** – (En inglés: Project Ratios) - Rangos cuantitativos que dan una aproximación paramétrica y una idea general de cantidades que un proyecto tiene en materiales, superficies, volúmenes, pesos, proporciones, longitudes, costos, unidades y porcentajes. Nos permiten detectar la envergadura de un proyecto dado o diferencias, desviaciones y errores en los datos calculados y obtenidos.
- 125. ORGANISMO DE VIVIENDA** – Institución pública dedicada a la promoción, regulación y/o financiamiento de vivienda.

- 126. ORGANIZACIÓN** - Se dan dos empleos a este término:
- 1.- El primero puede ser sinónimo de empresa o compañía e implica que existe una manera en la que está constituida una empresa. Asociación de personas regulada por un conjunto de normas en función de determinados fines.
 - 2.- Conjunto de actividades coordinadas que tienen por objeto cumplir uno o varios objetivos.
- 127. ORGANIZACIÓN SECUENCIAL** - Consiste en reducir las etapas tradicionales de las obras a un número restringido de secuencias reagrupando tareas enriqueciendo los alcances y la polivalencia de los obreros para ampliar su campo de intervención. El enfoque secuencial es ante todo una respuesta a las ineficiencias de la ejecución tradicional donde la responsabilidad de los trabajos queda ampliamente diluida y desmembrada y donde se genera un gran desperdicio de tiempo, de medios, de mano de obra y de equipo.
- 128. PAQUETES DE OBRA** - (En Inglés: **Piecework**) Fases constructivas claramente delimitadas y diferenciadas dentro del proceso de construcción, de una semana de duración y compuestas y presupuestadas por cantidades preestablecidas de materiales, mano de obra, herramienta, equipo y medios auxiliares para su pago y seguimiento.
- 129. PARIETODINÁMICA** – Técnica de utilización del espacio comprendido entre dos paredes externas de un local calefaccionado para recuperar una parte de la energía calorífica disipada y reintroducirla al local. Esta recuperación puede hacerse por medio de un flujo de aire que circula en la doble pared antes de ser dirigido hacia el interior del local.
- 130. PIRÓLISIS** – Depósito por aspersión en caliente. Una capa se forma por la incorporación de sales de óxidos metálicos a la superficie del vidrio caliente. La capa así formada es extremadamente resistente.
- 131. PLAN DE CALIDAD** – Documento que enuncia las prácticas, los medios y la secuencia de las actividades ligadas a la calidad específica de un producto, proyecto o contrato particular. Un plan de calidad generalmente hace referencia a las partes del manual de calidad aplicables específicamente a un caso. Según el objeto del plan, puede emplearse un calificativo como por ejemplo “Plan de Aseguramiento de la Calidad” o “Plan de Administración de la Calidad”.
- 132. PLAN DE OBRA** - Es la planeación detallada del curso de la obra subdividida en plan de obra estático (donde se prevén las instalaciones provisionales de la obra, las conexiones y suministros provisionales a servicios públicos, el bardeado y protecciones, etc.), y en plan de obra dinámico donde se visualiza el avance de la obra a través del tiempo y se cuantifican todos los recursos requeridos y la preparación de todos los participantes involucrados (proveedores, subcontratistas, especialistas, etc.).
- 133. PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD** – Actividades que determinan los objetivos, las exigencias para la calidad, así como, las exigencias para la aplicación de los elementos del sistema de calidad a la empresa y a los proyectos.
- 134. PLANOS CINEMÁTICOS** - Son juegos de representaciones gráficas, generalmente en perspectiva, que permiten visualizar el avance de una obra de la estructura y envolvente de una obra desde su inicio hasta su fin.

- 135. PLANOS DE GUÍAS MECÁNICAS** – Representan las disposiciones (ubicaciones, trayectorias, puntos de conexión y de alimentación, etc.) así como las características (materiales, diámetros, distancias de abrazaderas, etc.) de todas las instalaciones (hidráulica, sanitaria, eléctrica, de gas, telefónica, de intercomunicación, etc.) de espacios equipados (baños, cocinas, lavanderías, cuartos de equipo, etc.).
- 136. PLANOS DE PROCESOS** - Son representaciones gráficas, generalmente en perspectiva, complementadas por plantas, alzados y detalles que muestran todas las actividades, personas, herramientas, máquinas, materiales y pasos a seguir en un proceso definido - Vg, Un colado, un cimbrado, un armado, etc.).
- 137. PLANOS DE SUPERPOSICIÓN DE REDES** – Superposición gráfica en capas o estratos (layers) de instalaciones en los edificios o de redes urbanas para evidenciar interferencias y resolverlas, especificando al detalle su solución.
- 138. PLANOS EN BLOQUE (o planos integrales)** – Incluyen toda la información superpuesta del contenido de un diseño (estructura, instalaciones, acabados, mobiliario fijo, puertas, ventanas, etc.) con el objeto inicial de identificar y resolver problemas de interferencias, (incluyendo interfaces, cruces y radios de acción) e incongruencias y, con la función final de mostrar las soluciones dadas para su ejecución en obra.
- 139. PLANOS SECUENCIALES** - Son juegos de representaciones gráficas generalmente en planta, que representan los avances de obra desglosados por paquetes. Cada plano permite ver el avance acumulado a la semana indicada y la cantidad de planos que conforman al set corresponde a la cantidad de semanas programadas. Los paquetes se indican con colores en base a una simbología indicada. Estos planos en ocasiones incluyen información adicional sobre condiciones de entrega y recepción de los paquetes, de cantidades de obra y de consignas de calidad.
- 140. POLÍTICA DE CALIDAD** – Orientaciones y objetivos generales de una organización concerniente a la calidad tal como se expresen formalmente por la dirección al más alto nivel.
- 141. POLÍTICA DE EMPRESA** – Lineamientos que se establecen como unidad de respuesta ante situaciones previstas, evitan la necesidad de tomar decisiones diferentes ante una misma situación.
- Toda organización para operar adecuadamente requiere de un sistema jurídico propio que establezca por anticipado lo que se puede y lo que no se puede hacer.
- Las políticas son guías de carácter general que canalizan el pensamiento de los ejecutivos para tomar decisiones y ejecutar su trabajo, establecen el marco en que deben tomarse las decisiones tendientes a la consecución de los objetivos de la empresa.
- Deben servir de criterio y orientación para resolver una amplia gama de casos, problemas y situaciones con seguridad y uniformidad de decisión y acción.

- 142. POLIVALENCIA** (también llamada multihabilidades o policompetencia) - Es una visión más flexible de la producción donde se definen las áreas homogéneas de trabajo que agrupan todas las funciones a desarrollar (las cuales tradicionalmente están divididas en puestos o especialidades de trabajo) a las que se asignan obreros capacitados para poder realizar todas esas funciones sin importar cual de ellas debe hacer en cada momento. El modelo polivalente se apoya en cuadrillas con una alta preparación de sus oficios, capacitados para ocupar distintos puestos de trabajo con objeto de que la organización gane en flexibilidad y desempeños varios en función de las necesidades de las obras; así se pueden realizar distintas funciones sin detrimento de los niveles de producción y calidad. En este caso la atención se centra en la persona y no en el puesto de trabajo. Todo se basa en la flexibilidad, la profesionalidad y el trabajo en equipo.
- 143. PREFABRICACIÓN** – Ensamblaje, hechura, moldeado o habilitado de ciertas partes de un edificio antes de su entrega o colocación en la obra. Se produce antes sin condicionar unas partes del proceso con otras logrando con ello ahorro de tiempo. Se da cuando hay la opción de fabricar las partes en una planta, taller o puesto de trabajo o de hacerlas en la obra.
- 144. PRESUPUESTOS DE COSTOS BASADOS EN ACTIVIDADES ABC** - (Por sus siglas en inglés: **Activity Bases Costing**) - El ABC postula que todos los costos son variables; sin embargo, en la mayor parte de los costos indirectos el factor de variabilidad no es el volumen de producción. De ahí se parte deduciendo que en realidad no debemos asignarle costos al producto sino a lo que los provoca y lo que los provoca son las actividades. (Las actividades que generan los costos son llamadas razón de cambio generador que en inglés se le denomina Cost Driver o simplemente Driver). El costo por actividad incluye todos los factores de producción empleados para realizar una actividad. Dichos factores pueden ser gente, equipo, fletes, refacciones, sistemas computacionales y otros recursos.
- 145. PREPLANEACIÓN** - Es un sistema organizado de planeación que produce instrucciones escritas detalladas para facilitar la ejecución específica de algún proyecto. Como existen muchos detalles, especificaciones y procesos repetibles en diferentes proyectos, se aprovecha el esfuerzo de pensamiento a través de detalles y de la preparación de una comunicación escrita en varios casos se da una repetitividad modular de la planeación con aplicaciones a diferentes casos. Parte de la identificación y mejora de aquellos elementos de proyecto que se pueden usar universalmente. Conviene concentrarse en optimizar los componentes tradicionalmente más caros de los edificios y en los procesos más tardados que cuestan y no dan un retorno de valor para los usuarios.
- 146. PROACTIVO** - Es quien toma un problema u oportunidad y pasa a la acción. Quien ve las cosas positivamente y actúa con estrategias y soluciones sobre los problemas que se presentan para lograr un resultado positivo. Implica anticipación y dinamismo.
- 147. PROCEDIMIENTO** - Acción de proceder. Método de ejecutar algunas cosas. Der. Actuación por trámites judiciales o administrativos.
- 148. PROCESO** - Acción de ir hacia adelante. Transcurso del tiempo. Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.

- 149. PRODUCCIÓN ESBELTA** - Proceso que utiliza menos recursos y costos comparativamente con los sistemas conocidos de producción industrial, requiere menos mano de obra, menor espacio, menores inversiones y menos tiempo para el desarrollo de nuevos productos. Se busca sistemáticamente la optimización y la mejora continua y tiene como meta ideal la perfección.
- Usa los métodos más efectivos (justo a tiempo, cero defectos, no retrabajos, pocos y rápidos procesos, etc.) y la menor cantidad de trabajadores posible.
- 150. PRODUCCIÓN INDUSTRIAL** - Producción masiva que implica la organización o reasignación de la mano de obra, equipo, materiales y demás recursos para el logro de procesos altamente eficientes que mejora a los métodos artesanales tradicionalmente utilizados. La mejora puede medirse en términos de ahorros de energía, materiales y tiempos de diseño y construcción dando por ello más (cantidad con calidad) con menos inversión directa (en materiales, mano de obra, energía y tiempo) lo cual se traduce en ventajas económicas. Implica generalmente un uso intensivo de equipo. La clave de la producción industrial son los conceptos de intercambiabilidad de partes y la necesidad de ensamble que permiten la fabricación en serie. Esto hace que no se requieran trabajadores calificados o artesanos sino ensambladores con un mínimo de experiencia y capacitación práctica lográndose también la intercambiabilidad de obreros.
- 151. PRODÚCTICA** - Conjunto de técnicas informáticas y automáticas implementadas al equipo de producción para el logro de incrementos en productividad. Implica una fabricación asistida por computadoras.
- 152. PRODUCTO** – En nuestro caso, un desarrollo de vivienda terminado.
- 153. PRODUCTIVIDAD** - Relación medible entre el producto obtenido y la cantidad producida y la tecnología con los recursos utilizados para obtenerlo. Se expresa comúnmente en dinero generado sobre las horas de trabajo efectuado. Tiene como objetivo sacar partido de los recursos humanos, el material empleado y el equipo implicados en la realización de tareas. Es producir fácil y abundantemente.
- 154. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO** – Descripción de espacios y áreas requeridas para un proyecto dado así como de su contenido para la definición de subsistemas de instalaciones y de elementos constructivos.
- 155. PROGRAMA DEL PROYECTO** – Además del programa arquitectónico considerado como desempeños requeridos, incluye la descripción de sus restricciones y de su contexto así como de los recursos disponibles para su realización.
- 156. PROGRAMA MAESTRO** – También denominado Plan Maestro, es el programa integral de un proyecto que incluye a la planeación, la ejecución, la tramitación, la entrega y todas las demás actividades que lo interactúan.
- 157. PROGRAMACIÓN ACELERADA** - Permite aprovechar la posibilidad de aplicar la simultaneidad de actividades y trabajos entre las fases de comercialización, diseño y construcción así como en varias actividades de la construcción misma (Trabajar con procesos que avancen más en peine en vez de en cadena).

- 158. PROTOCOLO** – Conjunto ordenado de procedimientos formales a los que se tiene que atener un proceso de ejecución.
- 159. PROYECTO** - Proceso de trabajo temporal llevado a cabo para crear un producto único para alcanzar un objetivo bajo restricciones de costo y tiempo. Un proyecto tiene: Un principio y un final, un conjunto específico de objetivos, criterios de calidad medibles, muchas actividades interrelacionadas, recursos limitados, costo y tiempo definidos. Anteriormente, (y en ciertos casos aún en la actualidad) se entendía como proyecto al resultado gráfico y escrito de la planeación descriptiva de una obra a construirse en términos de planos , memorias de cálculo y especificaciones.
- 160. PRUEBAS DE CONTROL** - Ensayes hechos en laboratorio para controlar sistemáticamente la calidad, las características y proporciones de materias primas y productos de la construcción en base a normas, reglamentos y especificaciones predeterminadas.
- 161. PRUEBAS DE CONVENIENCIA** - Ensayes hechos en la obra con objeto de corroborar el cumplimiento de especificaciones previas de componentes o partes de una construcción bajo las particulares condiciones de trabajo de la obra.
- 162. PRUEBAS DE ESTUDIO** - Ensayes hechos en laboratorio para diseñar las características y proporciones de materias primas, materiales y componentes de la construcción con objeto de definir sus especificaciones o normas.
- 163. PUENTE TÉRMICO** – Un puente térmico corresponde a una zona puntual o lineal que, en la envolvente de un edificio, presenta una mínima resistencia térmica (bordes de losas y de muros, uniones de paredes, estructura metálica, perfiles de ventanas de aluminio o de acero. Para una casa que posea un aislamiento común, los puentes térmicos representan alrededor del 30% de pérdida térmica total de la edificación.
- 164. REACCIÓN AL FUEGO** – Aptitud de un material a ser el alimento aportable al fuego y, por tanto, a contribuir al desarrollo de un incendio. Se clasifica dicha aptitud en cinco categorías con las siglas M-0, M-1, M-2, M-3 y M-4.
- M-0** – Son materiales como el concreto, el ladrillo, el vidrio, la piedra, el acero, la cerámica, el yeso, el asbesto-cemento, etc. que ni se inflaman ni se consumen ante la acción de una flama.
- M-1** – Son materiales no inflamables pero que se consumen al contacto con una flama directa como el poliestireno expandido.
- M-2** – Son materiales que se inflaman y propagan poco el fuego.
- M-3** – Son materiales que se inflaman y propagan con avidez..
- M-4** – Son materiales incendiables y en algunos casos explosivos.
- 165. RECICLAJE** – Acción y efecto de someter a un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar para la misma u otra función.
- 166. REDUNDANCIA** – Sobredimensionamiento o duplicidad de medios de funcionamiento o de protección para evitar la falla o disfunción de una parte importante de una construcción a pesar de la falla de uno de dichos medios.

- 167. REGLAMENTACIÓN** - Conjunto de documentos de estructura legal expedido por una autoridad regional o local para el cumplimiento de prescripciones enfocadas al bienestar de la comunidad a la que rige. Se aplica principalmente para definir las características mínimas de habitabilidad, funcionamiento, seguridad, higiene, acondicionamiento ambiental, prevención de emergencias (incendio, sismos, ciclones, etc.) convivencia, modificación del entorno y procedimientos administrativos.
- 168. REGLAMENTO DE OBRA** - Es un documento que rige la vida de la obra. Tiene por objeto precisar la organización de la obra por ser uno de los puntos importantes para realizar una operación de calidad. Debe ser respetado por todos los participantes y ejecutantes de la obra e implica una concertación coherente entre los involucrados. La búsqueda conjunta de la calidad coadyuva e interactúa proactivamente para un resultado satisfactorio.
- 169. REINGENIERÍA** - Replanteamiento de fondo y rediseño radical de los productos, procesos y servicios que lleva a cabo una organización para lograr mejoras sustanciales (no marginales) en su desempeño. Implica un borrón y cuenta nueva para lograr la máxima eficiencia y ver que cada fase, etapa o actividad agregue valor.
- 170. RELACIÓN COSTO-EFECTIVIDAD** (En inglés: *Cost-effective*) – Dar las mejores ventajas posibles en relación al costo.
- 171. RELLENO FLUIDO** – Es un material autocompactante compuesto por una mezcla de materiales granulares (arena, grava, fillers...) con baja cantidad de cemento (menos de 100kg/m³) agua y aditivos, empleado principalmente para relleno de cepas.
- 172. RENTABILIDAD** - Generalmente se mide como el beneficio/inversión. Para incrementar la rentabilidad o se incrementa el beneficio o se reduce la inversión.
- 173. REOLOGÍA** – Viscosidad, plasticidad y elasticidad de un fluido.
- 174. RESERVA TERRITORIAL** – Cantidad de terrenos comprados y en espera para ser utilizados para la construcción de un desarrollo.
- 175. RESILIENCIA** – Tendencia de un material a tomar su forma primitiva después de un esfuerzo de compresión o de punzonamiento y resistencia a golpes repetitivos. El corcho y ciertos aglomerados de fibras son materiales resilientes utilizados en aislamiento acústico (por impacto principalmente) para constituir subcapas resilientes (en particular bajo losetas y pisos duros). También se usan calzas y bandas resilientes bajo desplantes de muros divisorios y en los bordes de unión con los muros, columnas y demás obra de albañilería para constituir zonas de compresión que absorban y mitiguen la transmisión de vibraciones.
- 176. RESISTENCIA AL FUEGO** – Es el tiempo durante el cual los elementos de construcción se oponen a la acción de los incendios (para flama o corta fuego). La resistencia al fuego se mide en minutos.
- 177. RETROACCIÓN** - Acción que el resultado de un proceso material ejerce sobre el sistema que lo origina.

- 178. RETROALIMENTACIÓN** - (En inglés: **Feed-back**) – Evaluación y crítica sobre productos o ideas realizadas para capitalizar experiencias y lecciones aprendidas aplicables a nuevos productos y/o procesos.
- 179. SECUENCIAL** – Serie o sucesión de actividades o eventos con continuidad ordenada que guardan entre sí cierta relación.
- 180. SINERGIA** – Acción de dos o más causas cuyo efecto es superior en resultados a la suma de resultados de los efectos individuales.
- 181. SISTEMA** – Conjunto de reglas o principios sobre una materia, vista como un todo, racionalmente enlazados entre sí. Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto. Conjunto de órganos que intervienen en alguna de las principales funciones.
- 182. SISTEMA DE CALIDAD** – Estructura organizacional, procedimientos, procesos y recursos necesarios para implementar la administración de la calidad en los proyectos.
- 183. SISTEMÁTICO** – Que sigue o se ajusta a un sistema.
- 184. SISTÉMICO** – Perteneciente o relativo a la totalidad de un sistema general, por oposición a local. Perteneciente o relativo a un todo en su conjunto.
- 185. STAFF** – Personas clave que detentan el conocimiento, la dirección y el liderazgo de la organización y sus asistentes operativos.
- 186. SUBCONTRATACIÓN** - (En inglés: *Outsourcing*) – Contrato con una persona física o moral de una parte especializada o conveniente del trabajo a realizar que implica la realización de un entregable.
- 187. SUELO-CAL** – Terreno estabilizado por incorporación de cal en cantidad reducida (generalmente utilizado para suelos arcillosos o limosos).
- 188. SUELO-CEMENTO** – Terreno estabilizado por incorporación de cemento en cantidad reducida (generalmente utilizado para suelos granulares).
- 189. SUSTENTABILIDAD** (también llamada *Alta Calidad Medioambiental* o *Sostenibilidad*) - Búsqueda de soluciones que tomando en cuenta la ecología logren un mínimo impacto, un reducido mantenimiento y un reciclaje futuro aprovechable.
- 190. TABLERO DE CONTROL** - (denominado en Inglés: **Balanced Scorecard**) Es una herramienta administrativa que proporciona un marco de referencia integral que traduce los objetivos estratégicos de una organización en un conjunto coherente de parámetros para el desempeño. No sólo es un ejercicio de medición sino un sistema directivo que puede motivar mejoras que conducen a notables avances en áreas tan importantes como el producto, el proceso, el cliente y el desarrollo del mercado.
- 191. TEORÍA DE RESTRICCIONES** - Gira alrededor del concepto de encontrar y explotar la restricción de toda organización. Incluye 5 pasos: 1.- Encontrar la restricción, 2.- Decidir como explotar la restricción, 3.- Subordinar todo a la decisión anterior, 4.- Mejorar la restricción, 5.- Regresar al paso número uno. Una restricción puede convertirse en una mejora diferenciadora.

- 192. THROUGHPUT** -Velocidad a la que la empresa genera valor económico agregado a través de los ingresos. Cuando se logra hacer mucho más con lo que se tiene manteniendo la inversión y los gastos de operación (quitando el costo de materiales) el impacto sobre los indicadores financieros es directo y significativo.
- 193. TIEMPO REAL** – (En Inglés: **Real time**) – Se dice en tiempo real cuando se maneja la información tan pronto como se recibe, aprovechando la red de computación de la empresa. De esta manera se permite producir y manejar información sobre cambios tan pronto como sucedan (en el aquí y el ahora).
- 194. TOLERANCIA** – Variación, margen o diferencia que se admite entre el valor especificado y el valor real o efectivo dado en las características físicas y químicas de un material, pieza o producto. Las tolerancias generalmente se especifican en forma de diferencias o desviaciones admisibles con respecto a un valor de referencia.
- 195. TRANSMISIÓN LUMINOSA** – Relación entre el flujo luminoso transmitido y el flujo luminoso incidente. El flujo luminoso corresponde a la parte visible del espectro solar.
- 196. TRAZABILIDAD** - Aptitud para encontrar la historia, la aplicación o la localización de una entidad por medio de identificaciones registradas.
- 197. UTE** – (En inglés: **Joint-venture**) – Unión temporal de empresas o asociamiento para la realización conjunta de uno o varios proyectos.
- Actividad de negocio en la cual dos o más empresas invierten juntas.
- 198. VALIDACIÓN** – Confirmación por examen y aporte de pruebas tangibles de que las exigencias particulares para un uso específico previsto se satisfacen.
- 199. VALOR** - Es el mérito, la utilidad o la importancia relativa de un producto o un servicio evaluado por la clientela. Rendimiento que produce en productos equivalentes, servicios, dinero o satisfacción. El valor, visto desde puntos de vista psicológicos, funcionales y económicos, es ampliamente medido por las percepciones, las emociones y las actitudes subjetivas y es dependiente de las siempre cambiantes condiciones monetarias cíclicas, la moda y las condiciones del sector en general. No hay un solo valor que se busque sino una multitud de valores interdependientes. Los valores parciales que componen al valor total se interrelacionan, se refuerzan entre sí para crear una suma más grande que el total de las partes (y no que tiendan a desgastarse el uno al otro de modo que se genere un efecto de erosión donde el total sea menor). El valor para el cliente abarca la disponibilidad del producto, la facilidad de su adquisición, la funcionalidad o características apreciadas, la relación humana y el precio competitivo. La idea de valor se entiende como precios menores combinados con el mejor producto y servicio.
- 200. VERIFICACIÓN** – Confirmación por comprobación, examen y aporte de pruebas tangibles de que las exigencias especificadas hayan sido satisfechas.
- 201. VIGILANCIA DE LA CALIDAD** – Supervisión y verificación continuas del estado de una entidad y análisis de los registros con objeto de asegurarse que las exigencias especificadas se satisfagan. El término inspección puede designar una actividad de vigilancia de la calidad llevada a cabo en el marco de una misión de trabajo bien definida. Es la primera acción del control de calidad.

ANEXO-A

Técnicas Extrínsecas

INTRODUCCIÓN

El diagrama de la figura 3.30 muestra de manera integral y relacionada las técnicas extrínsecas aplicables a diferentes disciplinas y consideradas en este alcance para el logro de la optimización con objeto de dar su visualización general.

En dicho diagrama se ubica a la Administración de Proyectos como la disciplina vertebradora y gestora de todas las técnicas extrínsecas e intrínsecas enunciadas tanto en la figura 3.30 como en la figura **3.31**.

En este caso, como lo indica el diagrama **3.30**, se considera necesario enriquecer a la Administración de Proyectos con conceptos de organización orientada a proyectos, capital humano, inteligencia emocional, comunicación y capacitación continua.

En este anexo se incluye la explicación de los componentes del desarrollo extrínseco propuesto de conformidad con el contenido que se desglosa.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

No. de página

INTRODUCCIÓN	257
A-1 PREPLANEACIÓN	260
1.- Acervo	262
1.1. Portal de la organización.....	262
1.2. Archivo de proyectos.....	262
1.3. Catálogos y fichas técnicas.....	263
1.4. Biblioteca técnica.....	263
1.5. Reglamentos y normas.....	264
1.6. Manuales técnicos.....	264
1.7. Especificaciones.....	264
2.- Prototipos	266
2.1. De vivienda.....	266
2.2. De exteriores.....	266
2.3. De equipamientos.....	266
2.4. De detalles constructivos.....	266
2.5. Tipificación de soluciones.....	266
2.6. Formatos tipo.....	266
3.- Aprovechamiento de lecciones aprendidas	268
A-2 SEGURIDAD E HIGIENE	270
1.- Reglamento de obra	271
2.- Consignas de Seguridad	279
A-3 CALIDAD	298
1.- Calidad explícita	300
2.- Calidad implícita	303
2.1. Normalización.....	307
2.2. Ensayos.....	307
2.3. Reglamentación.....	311
2.4. Trazabilidad	312
3.- Calidad competitiva	312
4.- Herramientas de la calidad	324
4.1. De base	327
4.2. De profundización.....	359
4.3. Listas de verificación.....	359
4.4. Análisis de puntos sensibles.....	373

A-4 PRODUCTIVIDAD	380
1.- Throughput	383
2.- Industrialización y prefabricación	388
2.1. Racionalización	388
2.2. Simplificación	388
2.3. Repetición	388
2.4. Normalización	389
2.5. Reducción en variedad	389
2.6. Reducción en heterogeneidad	389
2.7. Constructabilidad	389
2.8. Organización	390
2.9. Administración	390
2.10. Logística	391
2.10.1. Plan de obra	403
2.10.2. Justo a tiempo	
2.10.3. Comunicación en tiempo real.	
2.11. Coordinación dimensional	424
2.12. Coordinación operacional	429
2.13. Mecanización	429
2.13.1. Equipo	429
2.13.2. Medios auxiliares	466
2.13.3. Herramientas	478
2.14. Automatización	501
3.- Herramientas de la productividad	511
3.1. Costos basados en actividades (ABC)	511
3.1.1. Paquetización	515
3.1.2. Entregables	515
3.1.3. Reducción de costos	516
3.2. Programación	559
3.2.1. Programación en simultáneo (fast-tracking)	568
3.2.2. Organización secuencial	570
3.2.3. Programas de barras (Henry GANTT)	574
3.2.4. Ruta crítica (CPM)	574
3.2.5. Gráficas de pendiente	578
3.2.6. Línea de equilibrio	579
3.2.7. Tren de trabajo	580
3.2.8. Gráfica de efectivo	585
3.2.9. Programación diaria	587
3.2.10. Estudio de métodos y técnicas de medición	593
3.3. Órdenes de magnitud.	615
3.4. Análisis comparativo (Benchmarking)	626
A-5 COMPUTACIÓN	635
A-6 INGENIERÍA INDUSTRIAL	658
1.- Ingeniería de valor	658
2.- Análisis funcional	660

A-1 PREPLANEACIÓN

Es un hecho que la dinámica de los proyectos nos condiciona los tiempos disponibles de realización, los cuales son generalmente en una primera apreciación muy ajustados lo cual en muchas ocasiones da como consecuencia inicios de ejecución sin un diseño suficientemente detallado y con una planeación previa inconclusa y retrasos en las obras con improvisaciones sobre la marcha y costos adicionales.

Por las características diferentes de los terrenos (en topografía y suelos), de ubicación de producto, de infraestructura periférica y, a veces de reglamentación aplicable, cada proyecto es diferente, “único” y aparentemente ello impide aprovechar la experiencia adquirida de manera directa.

Por el sentido de urgencia, principalmente para iniciar las obras, se suele también dedicar muy poco tiempo a la fase de planeación impidiéndose con ello hacerla completa razonada y condensada y mucho menos se pueden plantear alternativas en busca de soluciones óptimas.

El resultado de todo ello crea un perfil en los equipos de trabajo parecido al de una cuadrilla de bomberos que reacciona hasta con espíritu heroico en el seguimiento de las obras más que como profesionales con dominio de su actividad respaldada por una detallada planeación y preparación.

Una empresa “dedicada” a la vivienda (especializada en un género de edificios) y que está ubicada en una sola ciudad o región, tiene una gran ventaja de entrada con respecto a aquellas que hacen diferentes géneros de edificios y construcciones en diferentes plazas.

Sin dilucidar mucho, se puede uno percatar de muchas similitudes que de manera circunstancial o aleatoria se van aprovechando; esto nos permite intuir que se van capitalizando experiencias y soluciones para nuevos proyectos (las cuales a veces, por falta de un análisis evaluativo y sereno de ellas, pueden no sólo repetir aciertos sino también errores y omisiones). *Al buscar de manera metódica y sistemática las soluciones, actividades y detalles repetibles a nivel parcial o modular en proyectos totalmente diferentes en su generalidad pero con componentes y partes similares o idénticos se pueden obtener grandes ventajas.*

La especificación de un muro de block de concreto, por ejemplo, es la misma si se aplica en un conjunto de vivienda de interés social o en un proyecto residencial; lo mismo podemos decir de un colado de concreto en losas, si hablamos de actividades. Si pensamos en detalles, la altura de un lavabo de baño está normalizada y por tanto es la misma en cualquier proyecto.

Partiendo de estos simples ejemplos mencionados podemos ir enlistando soluciones, especificaciones, actividades y detalles que se van repitiendo en la mayoría de proyectos para ir conformando un acervo de información pre-elaborada aplicable a futuros proyectos y depurable conforme se vaya adecuando y cuestionando reiteradamente al buscar su mejora y no sólo su cambio sin objeto.

Todo este conjunto de trabajo pre-hecho que va depurándose al aplicarse proyecto tras proyecto de manera razonada es lo que se denomina preplaneación e incluye generalmente a formatos de información técnica y administrativa.

La preplaneación es un sistema organizado de planeación que produce información escrita y gráfica detallada en lo más posible, buscando la optimización, antes del inicio del proceso de los proyectos para facilitar la ejecución de una tarea o la solución a un problema o requisito, planteado modularmente y repetible, que implica esfuerzo y tiempo de pensamiento, a través de soluciones, de detalles y de la preparación de una comunicación elaborada una sola vez y aprovechada en un sinnúmero de veces con sólo algunos cambios y adecuaciones de mejora y adaptación; con ello, se prorratea el costo y tiempo invertidos en dichas soluciones.

La preplaneación también es una planeación lo suficientemente temprana para que todo lo implicado pueda tener la oportunidad de incluirse, discutirse, aclararse coordinarse y modificarse tanto como se necesite.

La preplaneación visualiza o descubre las potenciales interferencias, deficiencias, omisiones y peligros en la fase de planeación para prever que no sucedan en la fase de ejecución. Ayuda a ejecutar trabajos tanto físicos de manera ordenada, completa y económica, convirtiendo al trabajo operativo de administración y ejecución en procesos de actividades rápidas y eficientes, sin perder tiempo en improvisar soluciones o en enderezar enredos y detalles deficientemente planeados. La preplaneación asegura los resultados esperados.

En el caso de la vivienda, los proyectos tienen procesos, partes y componentes repetibles y por tanto industrializables tanto en su planeación como en su realización, por presentarse la circunstancia en la que procesos y productos se realizan muchas veces con particularidades dadas por cada proyecto y cada terreno específico dando como consecuencia la *repetitividad modular en la aplicabilidad casuística*.

El tiempo de preplaneación requerido es considerable, de hecho, se debe estar haciendo continuamente aunque la parte más útil requiere de un año a cinco años. No hay que esperar hasta tener un proyecto o hasta tener un gran proyecto; este trabajo previo debe irse haciendo lo más previamente posible, de acuerdo a un plan de prioridades el cual se irá ajustando sobre la marcha en base a las características demandantes de los proyectos que vayan surgiendo.

Una recurrente regla práctica para utilizar con provecho la información que conforme a la preplaneación requerida es la de contar con ella 10 días antes, como mínimo con respecto a la fecha planeada para su uso.

Como estrategia importante *hay que buscar que el trabajo realizado para un proyecto actual sirva de preplaneación, en lo más que se pueda para futuros proyectos* y por tanto, no se considere a la preplaneación como un trabajo previo independientemente a los trabajos propios de cada proyecto.

La preplaneación más comúnmente utilizada se ha agrupado bajo los siguientes títulos: acervo, prototipos y lecciones aprendidas (Ver figura 3.30).

1.- ACERVO

El acervo a su vez está compuesto de: portal de la organización, archivo de proyectos, catálogos y fichas técnicas de productos y servicios, biblioteca técnica, reglamentos, normas, manuales técnicos y especificaciones y soluciones repetibles.

1.1. Portal de la organización

El portal de la organización plasma todas sus características en términos de su visión, misión, valores, código de ética y de conducta, estrategia, reglamento interno, políticas, curriculum, portafolio de proyectos ilustrado, organigrama, perfiles de puesto, directorio y curricula de colaboradores, descripción ilustrada de instalaciones de activos y de medios de producción, registros oficiales, reportes financieros, directorio de subcontratistas, proveedores y asesores o participantes externos especializados.

El portal es una fuente de información para clientes, colaboradores, inducción de personas de recién ingreso y terceros, la cual conviene tenerla disponible en medios informáticos de manera selectiva dependiendo del tipo de usuarios tanto externos a la empresa como internos.

1.2. Archivo de proyectos

El archivo de proyectos es una recopilación de soluciones a nivel arquitectónico descriptivo, las cuales puede “sembrarse” en un terreno dado adoptando también un esquema compositivo urbano. La ventaja de estas soluciones es que tienen implícita su propuesta estructural y de instalaciones así como de obra segunda. Hay otro tipo de archivo consistente en ejemplos detallados del alcance completo que debe contener un proyecto ejecutivo con objeto de ser usado como referencia para la realización de proyectos ejecutivos específicos.

Este tipo de ejemplos van constantemente actualizándose y enriqueciéndose con las experiencias de proyectos reales.

En un principio pueden ser listas de informaciones y detalles a incluir para terminar siendo formatos de planos o planos de referencia muy completos en datos, especificaciones, memorias descriptivas de proyecto y memorias de cálculo en su contenido. Todos los formatos deben ser no sólo referentes útiles para ser simplemente usados como *partes a armar* de cualquier nuevo proyecto sino como medio importante de aprendizaje.

Toda esta información pormenorizada, para ser aprovechada con productividad y utilidad debe ser razonada para detectar sus diferencias contra un proyecto real y poder hacer las adecuaciones necesarias y pertinentes, así como para complementar la información con los datos adicionales particularmente requeridos.

Bajo esta intención pueden ampliarse los alcances tradicionalmente considerados en los planos de proyecto al incluir datos como especificaciones y planos de proceso constructivo, detalles, descripción de equipo y medios a utilizar, requisitos de calidad, tolerancias, cuantificaciones y características detalladas de materiales, elementos de fijación, etc.

Toda esa información se irá depurando y complementando a través del tiempo y se irá relacionando e integrando con el resto de documentos utilizados en todo el proceso como pueden ser presupuestos, programas de obra y contratos.

1.3. Catálogos y fichas técnicas

Será también de gran utilidad el contar con información clasificada de los materiales, componentes y otros productos y servicios que ofrezcan proveedores y subcontratistas; principalmente, la información de carácter técnico y publicitario (*catálogos y fichas técnicas de productos*) donde puedan apreciarse las ventajas y características de todos los insumos.

Toda esta información debe referirse a un directorio de proveedores y subcontratistas con sus datos de domicilio y teléfono, e-mail, etc.

1.4. Biblioteca técnica

La *biblioteca técnica* es una fuente de información básica para la mejora de la eficacia operativa de los integrantes de la empresa.

En general, nuestro conocimiento técnico está formado por lo aprendido en la universidad y se va complementando por lo que aleatoriamente vamos aprendiendo a través de la experiencia y por cursos y seminarios y, en reducidos casos, por una formación a nivel de posgrado.

Hay un bagaje de conocimiento enorme y creciente al cual no accedemos para saber más ni para estar al corriente de los últimos adelantos.

Por otro lado, es sorprendente nuestra ignorancia sobre lo que hacemos día con día al comparar lo que sabemos contra lo que se debe de saber, incluso de las tareas o acciones más simples en apariencia. Lo que generalmente pasa, es que se aplica un conocimiento adquirido puntualmente en corto tiempo y se aplica, sin variación ni mejora alguna durante toda una vida profesional.

La biblioteca técnica sirve para salir de un conocimiento estático cuya obsolescencia se va incrementando al correr de los años. Gracias a dicha biblioteca se pueden hacer actividades tradicionales de manera más rápida, económica y con mayor calidad, se reducen las fallas y siniestros consecuentes por el desconocimiento o incertidumbre del comportamiento de una solución durante su vida útil, se pueden conocer nuevas soluciones técnicas, administrativas o complementarias aplicables con ventaja a los proyectos, lográndose así proponer innovaciones soportadas técnicamente para asegurar la optimización y el éxito en su implantación y reducir el riesgo de incertidumbre sobre su desempeño esperado.

A manera de ejemplo, se enlista en la figura **3.31** un índice de contenido de dicha biblioteca, que en este caso se ha organizado por orden alfabético, pero que podría reflejar la secuencia de un proceso de proyecto en su orden de rubros.

El contenido de la biblioteca técnica debe incluir la información más actualizada y avanzada posible, aunque hay datos técnicos de los años 50s del siglo XX que no sólo son vigentes sino de gran utilidad; ello induce a formar dicha biblioteca con documentos extranjeros hasta en un 95% y sólo un 5% de publicaciones nacionales, en el mejor de los casos.

La información extranjera debe seleccionarse para que sea utilizada con total adecuación al sector que tenemos y al país, lo cual es comprobadamente un hecho. Sin embargo, además de la dedicación de búsqueda y del costo que implica el allegarse de esta información, hay que traducirla al castellano para hacerla accesible a todos los colaboradores, subcontratistas, proveedores y asesores.

El origen de toda esta documentación puede ser principalmente europeo (Francia, España, Inglaterra, Alemania, Italia) y norteamericano, aunque se pueden encontrar también en inglés algunas publicaciones japonesas.

Para problemas o dudas puntuales pueden consultarse centros extranjeros técnicos especializados, aunque su costo es en la mayoría de los casos alto para nuestros estándares, hay que analizar su relación costo-beneficio.

Lo que justifica esta inversión no es sólo el obtener información actualizada sino información útil que tal vez nunca se pueda obtener en nuestro país de otra manera y que, por otro lado, nos abre los ojos al conocer la forma en que se trabaja en otras latitudes y, sobre todo, la forma en la que nosotros podríamos ser competitivos internacionalmente.

1.5. Reglamentos y normas

Además de la biblioteca técnica, es de gran utilidad tener disponible para consulta y referencia los *reglamentos* aplicables a nuestros proyectos (V.g. Reglamento de construcciones para el Distrito Federal y reglamentos estatales), las *normas técnicas complementarias de dichos reglamentos*, las *normas oficiales mexicanas (NOM)* y las *normas mexicanas (NMX)* así como la información técnica de índole oficial que nos pueda ser útil (normas del I.M.S.S., normas de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro y de la C.F.E., normas de Teléfonos de México, etc.).

1.6. Manuales técnicos

El acervo también debe contener un inciso de manuales técnicos elaborados para poder adecuarlos a proyectos específicos.

1.7. Especificaciones

Tanto la biblioteca técnica como el conjunto de reglamentos y normas así como la información técnica de los catálogos y fichas de proveedores y subcontratistas son una base muy útil y sólida de información para la redacción de *especificaciones* de materiales, componentes y procesos repetibles de uso propio de la empresa.

Figura A.1 – PROPUESTA DE ÍNDICE DEL CONTENIDO DE UNA BIBLIOTECA TÉCNICA

- ACEROS DE REFUERZO Y FIBRAS DE REFUERZO
- AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACÚSTICO
- AGREGADOS
- ADITIVOS ADICIONES MEMBRANAS DE CURADO Y DESMOLDANTES
- APLANADOS Y RECUBRIMIENTOS
- BANQUETAS ANDADORES ESCALONES GUARNICIONES Y CUNETAS
- BOVEDILLAS Y CASETONES
- CÁLCULO ESTRUCTURAL
- CALIDAD
- CARPINTERÍA INTERIOR
- CEMENTOS
- CIMENTACIONES
- COMPONENTES DEL MORTERO
- CONCRETOS – AGREGADOS
- CUBIERTAS DE TEJA
- DEMOLICIONES Y RECICLAJE DE MATERIALES
- DESARROLLOS INMOBILIARIOS
- EQUIPO DE OBRA Y MEDIOS AUXILIARES
- ESCALERAS
- FORMULARIO
- GEOTECNIA TOPOGRAFIA TRAZOS NIVELACIONES Y TERRACERÍAS
- HIGIENE Y SEGURIDAD
- IMPERMEABILIZACIONES CALAFATEOS Y SELLADOS
- INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE CORRIENTE DÉBIL
- INSTALACIONES HIDRÁULICAS SANITARIAS Y DE GAS
- INSTALACIONES ESPECIALES
- MEDIOS DE FABRICACIÓN
- MORTEROS
- MUEBLES Y ACCESORIOS
- MUROS DE MAMPOSTERÍA
- NORMAS Y CRITERIOS DE DISEÑO Y REPRESENTACIÓN
- OBRAS CONEXAS DE VIALIDADES Y ÁREAS EXTERIORES
- OBRAS DE CONCRETO
- OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
- ORGANIZACIÓN
- PAVIMENTOS A BASE DE ADOQUINES
- PAVIMENTOS A BASE DE LOSAS Y LOSETAS
- PAVIMENTOS DE ADOPASTOS
- PAVIMENTOS DE CONCRETO COLADOS IN SITU
- PAVIMENTOS DE SUELO-CEMENTO CONCRETO Y ASFALTO
- PREVENCIÓNES Y SISTEMAS CONTRA INCENDIO
- PRODUCTOS DE CONCRETO MANUFACTURADO POR DESMOLDEO DIFERIDO
- REDES URBANAS REGISTROS Y POZOS DE VISITA
- TEMAS GENERALES
- VENTANAS CANCELES, TRAGALUCES Y PUERTAS EXTERIORES
- VIVIENDA

Las especificaciones de características de productos y formas de ejecución así como de utilización pueden estar incluidas en los planos del proyecto ejecutivo o pueden estar compendiadas en un documento fuente para ser usadas como anexos a los contratos, como apoyo para la capacitación o como información a clientes, colaboradores o terceros.

Además de especificaciones escritas, el tener un compendio de soluciones y detalles tipo es una valiosa herramienta desarrollada en la empresa para sus particulares necesidades.

2.- PROTOTIPOS

Otro componente importante de la preplaneación es la *formación y ampliación de una librería de prototipos de vivienda y de sus diseños periféricos de servicio* como son los de las áreas exteriores y urbanizables (vialidades, estacionamientos, andadores, jardines, etc..) edificaciones para equipamientos (comercios, escuelas, áreas deportivas o de juegos infantiles, dispensarios, etc.), obras de infraestructura (cisternas y tanques elevados de agua potable, pozos de agua, cárcamos de rebombeo, plantas de tratamiento de aguas servidas, puentes de acceso, etc.).

2.1. De vivienda

Estos prototipos son proyectos ejecutivos totalmente detallados “listos para sembrarse” de una manera combinable sobre un terreno específico.

Lo ideal es tener incluidos los datos sobre su costo y una evaluación relacionada sobre sus ventajas e inconvenientes.

La obtención de estos prototipos puede ser el resultado de una comparativa continua (Benchmarking continuo) de la competencia, de referencias extranjeras de bibliografía y de la acumulación de proyectos propios.

2.2. De exteriores

2.3. De equipamientos

2.4. De detalles constructivos

No sólo hay que incluir soluciones arquitectónicas descriptivas y detalladas sino también *soluciones universalizables de detalle* como: Escaleras, disposiciones de cocinas y baños, ventanería, closets y áreas de guardado, carpintería, herrería, impermeabilización, tragaluces, bardas, elementos de redes de instalaciones, detalles constructivos, etc.

2.5. Tipificación de soluciones

2.6. Formatos tipo

Algo que también puede tipificarse son los formatos de información técnica y administrativa siendo por ejemplo los más útiles:

- Formatos de planos (topográficos, arquitectónicos, estructurales, de instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, de voz y datos, de gas, y especiales, de ventanas, cancelas y puertas, de carpintería interior, planos de obra exterior (redes, pavimentos, jardinería), etc. los cuales tienen indicada la ubicación y contenido de cada uno.

En un principio se puede utilizar una lista de alcances, pero hay que llegar a uniformar la información más completa posible que cada plano debe de tener; Hay mucho que innovar en lo que a tipo de planos se refiere. Lo acostumbrado es considerar a un proyecto ejecutivo o al conjunto de planos constructivos como edificio ya totalmente terminado.

Existen otros tipos de planos como los planos cinemáticos, planos de proceso, los planos secuenciales y los planos denominados en bloque, los cuales trataremos brevemente al tratar el tema sobre herramientas de la productividad.

Los planos cinemáticos, de proceso y secuenciales reflejan el estado de alcance programado de una obra en diferentes fechas y son excelentes herramientas de planeación y de control de avances.

Los planos “en bloque” (con mayor alcance que los planos de guías mecánicas y los planos de superposición de redes acostumbrados) incluyen toda la información superpuesta del contenido de un diseño (estructura, instalaciones, acabados, mobiliario fijo, puertas, ventanas, etc.) con objeto de identificar y resolver problemas de interferencias (incluyendo cruces y radios de acción) e incongruencias. También incluyen detalles aclaratorios a mayor escala. El mismo plano tiene plantas, cortes y alzados buscando tener la información integrada. En muchos casos incluyen especificaciones de proceso de ejecución, cuantificación de materiales y notas de aspectos que requieran especial atención o una lista de verificación y tolerancias de aceptación. Al analizarse, calcularse y verificarse todos los datos previamente en la oficina, la posibilidad de errores en campo por estar “pensando e improvisando” sobre la marcha, se eliminan.

- Formatos de memoria descriptiva del proyecto y memorias de cálculo [estructural, de instalaciones (una memoria por cada tipo de instalación), de componentes y acabados] confrontadas con las exigencias de reglamentos y normas.
- Formatos de especificaciones de productos y de procedimientos de ejecución.
- Formatos de presupuestos [tablas de generadoras, lista de rendimientos, análisis de costos unitarios, presupuestos de costo directo, presupuestos de costo indirecto, presupuestos de proyecto y de estudios previos (topográficos, geotécnicos, hidrológicos, etc.) incluyendo alcances y aranceles].
- Formatos de programas (programa maestro, programas de obra, programas de actividades de planeación).
- Formatos de contratos y subcontratos (para compra de terrenos con los clientes, de demolición, de edificación, de obras exteriores, de equipamientos, de obras de infraestructura y de servicios).
- Formatos de reglamento de empresa y reglamento de obra.
- Formatos de control (bitácora oficial de obra, listas de verificación, diarios de obra por especialidad, reportes de calidad y de pruebas, reportes de avance, boletines de cambio, reportes de erogaciones, actas de entrega y recepción).
- Formatos administrativos (pedidos, resguardos, convenios, listas de asistencia y contratos del personal).
- Formatos para la clientela (publicidad, manual del propietario).

Para la aplicación de los formatos y de todo su contenido en cada proyecto hay que hacer una revisión minuciosa para efectuar las modificaciones, eliminaciones, complementos y ajustes de adecuación a sus características particulares.

3.- APROVECHAMIENTO DE LECCIONES APRENDIDAS

Una última parte de la preplaneación es la capitalización de *lecciones aprendidas* de experiencias acumuladas por los proyectos realizados. Las experiencias pueden ser buenas y malas pero ambas se pueden capitalizar para soluciones aplicables a nuevos proyectos.

El no hacer una descripción documentada de las experiencias capitalizables impide su transmisión a más personas de la empresa y, con el tiempo, se van diluyendo en el olvido quedando sólo algo o nada que recordar y menos aún que aplicar.

Se dice que estadísticamente se tiende a recordar el 10% de lo que vemos, el 20% de lo que escuchamos, el 30% de lo que vemos en diagramas, el 40% de lo que vemos en un video, el 50% de lo que vemos en una demostración, el 60% de lo visto participando en una discusión, el 70% de lo que hacemos en una presentación, el 80% de lo que hacemos en una actuación, el 90% de una simulación integrada con información y el 100% de hechos reales sufridos o disfrutados.

También se ha comprobado que la repetición espaciada o el repaso de lo aprendido es lo que permite afianzar el conocimiento adquirido.

Lo importante es *mantener una voluntad constante de ir aplicando lo aprendido*; la intención de aplicar lo aprendido es lo que nos fuerza a recordar por repetición espaciada lo aprendido; por tanto, la constante búsqueda de la aplicación del conocimiento ha sido hasta ahora una tarea que hemos dejado pendiente y por ello, puede apreciarse que mucho del contenido que conforma el marco teórico de este trabajo ya es conocido desde hace varias décadas pero a su vez podría parecernos novedoso o teórico e irrealizable por no haber sido aplicado, salvo en casos contados, por falta de voluntad, aunque ha sido constatado su éxito y utilización común en otras latitudes.

La manera de documentar las lecciones aprendidas puede comenzar siendo muy sencilla y práctica. Consiste sólo en escribir cada quien, por orden de ocurrencia o como vayamos recordando, dos listas, siendo una de ellas de ideas o aciertos aplicados con éxito en los proyectos ejecutados y la otra de errores, fallas, problemas, imprevistos y retrabajos.

Al final de cada proyecto realizado, vendido y entregado hay que hacer una reunión para elaborar una sola lista de grupo, que extrapole las listas individuales de aciertos y de errores buscando respuestas y soluciones que conformen las lecciones aprendidas, las cuales deberán repasarse al inicio de los nuevos proyectos.

Es cierto que tanto el acierto como el error son hijos bastardos; el acierto porque tiene muchos padres y el error porque nadie reconoce su paternidad.

El principal problema se da con los errores; se tienden a esconder para evitar consecuencias y ello puede generar que los errores se repitan varias veces al no ser desenmascarados y mucho menos solucionados., Hay que perder el miedo a reconocer el error y la costumbre de buscar culpables.

El reconocer los errores es un gran paso para aprender de ellos y capitalizarlos.

Hay que hacerle caso al refrán que dice: *“Cuando pierdas, no pierdas la lección”*.

De los errores se puede sacar más provecho que de los aciertos ya que es un ahorro garantizado el no repetirlos sino por el contrario su impacto nos induce a buscar soluciones de gran retorno de valor. Se vuelven una especie de vacunas para la empresa.

Con los aciertos inexplicablemente hay a veces ocultamiento, en vez de difusión de la información por el concepto cerrado de algunas personas que erróneamente piensan que su experiencia les hace valer más por el trabajo que les costó y que difundirla sería una invitación al plagio y al beneficio facilitado de algo que debe costarle a quien quiera aprovecharlo. Por este erróneo punto de vista se ha perdido mucho saber hacer útil.

Con la nueva mentalidad cooperativa y el trabajo en equipo inducido por la filosofía implícita de la administración por proyecto, todas estas ideas negativas deben desaparecer.

Como seguimiento a *las lecciones aprendidas documentadas* hay que complementar las soluciones planteadas con la información de la biblioteca técnica disponible además de incrementar dicha biblioteca buscando puntualmente los libros, documentos y normas para soportar sólidamente las soluciones adoptadas.

Por otra parte, hay que incluir en los formatos y especificaciones elaborados hasta la fecha los datos y soluciones que los actualicen y se tomen en cuenta así de manera directa estas aportaciones en los nuevos proyectos.

La *preplaneación es definitivamente una inversión importante y continua* que hay que llevar a cabo pero, como en el caso de la comida preparada, el beneficio de tener todo prehecho sólo para ser “calentado” y digerirlo en un proyecto le da a la empresa una capacidad de respuesta insuperable contra cualquier empresa de hábitos de trabajo “tradicionales”.

La preplaneación simplifica, facilita y agiliza considerablemente el trabajo operativo.

Por la inversión económica, en tiempo y en esfuerzo que se vislumbra al querer implantar la preplaneación, se da generalmente un cúmulo de actitudes reaccionarias y escépticas que hay que cambiar.

En general, se reacciona negativamente a las sugerencias y sobre todo a la innovación o simplemente al cambio que se proponga.

El principal argumento en contra se traduce en temor de tener sobrecostos por los siguientes motivos:

- Se piensa que la preplaneación requerirá más gente de staff que incrementa el costo fijo indirecto.
- Implica gastos de compra de información costosa y de su onerosa traducción.
- Implica un esfuerzo y tiempo personal “adicional” al trabajo rutinario de todos, el cual es bastante demandante como para comprometerse a hacer más cosas.

La realidad es que mucho del tiempo operativo generalmente se gasta en apagar fuegos en base a lo que vaya resultando por indefiniciones y por errores pasados y repetidos en una carrera constante por cumplir los tiempos programados, cuidar los costos y andar resolviendo un pantano de problemas emergentes que son el reflejo vivo de fallas de planeación al detalle.

Se dan costos de inicios en falso, esperas por falta de suministro oportuno de materiales, por falta de mano de obra, por falta de recursos o por falta de tener la solución de un detalle o parte del diseño.

La costumbre es cuidar los costos promedio mostrados por varias operaciones en obra, incluso buscando acolchonarse con sobrecostos para estar menos angustiados, poniéndose atención sólo cuando dichos costos promedio, dados en los análisis de costos, estén sustancialmente por arriba de lo estimado en el presupuesto; también debido a que el sistema usual de reporte de costos esconde las reducciones de costo debidas a la preplaneación, es difícil demostrar fehacientemente los ahorros que se logran con la preplaneación cuando no se buscan, con convencimiento de todos, oportunidades de mejora y búsqueda de optimización.

Los argumentos en pro y en contra no permiten llegar a un convencimiento total, por ello, *lo mejor es hablar con números en vez de con palabras.*

Cada empresa debe hacer sus números buscando la mejor relación de costo-beneficio de lo que inicialmente se haga de preplaneación en el plazo más corto posible. Los primeros resultados convencerán definitivamente. Está comprobado que *la reducción sustancial de costos está directamente relacionada con el esfuerzo de planeación.* Por ejemplo, por cada dólar invertido en preplaneación hay un retorno económico de 4 a 8 dólares lo cual implica ahorros equivalentes a 20 o 40 veces la utilidad promedio de la industria en los Estados Unidos.

En México dicha utilidad podría ser mayor dada la cantidad de oportunidades de mejora que existen por el desfase que tenemos y debemos reconocer.

Para nuestro contexto, la inversión que tenemos que hacer para adoptar y adecuar lo que a otros les ha llevado varias décadas de prueba y error hasta encontrar soluciones eficientes, es bastante menor y, por tanto, como en su momento lo hicieron los japoneses, hay que aprovechar esta situación.

A-2 SEGURIDAD E HIGIENE

El siguiente aspecto que hay que conocer con más profundidad y desarrollar en nuestras organizaciones es el de *seguridad e higiene*.

Hay aún personas que piensan que la seguridad e higiene, la calidad y la productividad están en conflicto y que el buscar una de éstas tres iniciativas perjudica el desarrollo de las demás, pero esta idea ha sido totalmente anulada por la realidad.

Aunque se puede pensar también que la seguridad e higiene, la calidad y la productividad son conceptos aislados y que hay que buscar su aplicación de manera paralela o indistinta, se ha constatado que la seguridad e higiene es un primer filtro para aspirar al logro de la calidad y a su vez, la calidad es el filtro previo para el logro de la productividad.

Para explicar este planteamiento de filtraje basta con ver las cosas en sentido contrario. Se sabe que la calidad de los productos es una consecuencia de la calidad de la gente que los produce. ¿Podrá entonces lograrse calidad si quienes la generan se accidentan frecuentemente? ¿Se puede suponer o deducir que la gente que se accidenta regularmente es profesional y domina su actividad?

Lógicamente la calidad sólo se puede lograr en un ambiente de trabajo seguro y limpio donde el profesionalismo de los colaboradores impida que lleven a cabo acciones inseguras que generalmente son el reflejo de falta de oficio y de responsabilidad. Los actos irresponsables siempre son obra de personas ineptas y dichas personas no hacen las cosas con calidad.

Pasando al siguiente punto, ¿De qué me sirve producir mucho si lo que hago no tiene calidad? ¿Voy a industrializar los vicios y los defectos?

Por ello debemos producir con calidad y, por tanto, la calidad es prerequisite para lograr la productividad.

La Seguridad e Higiene es la antesala de la Calidad y ésta a su vez de la Productividad y, por tanto, nada puede optimizarse sin la aplicación tamizada de estos tres conceptos.

A pesar de ser tan importante la seguridad e higiene, como ya vimos, no se le da la suficiente importancia y es común ver y tolerar ampliamente la falta de respeto a las consignas mínimas exigidas en la insuficientemente precisa reglamentación.

La imagen que generalmente recordamos de las obras es la de desorden, suciedad, (polvo, lodo, escombros, desperdicio, charcos, hoyos, montones de material, etc.) e inseguridad; en pocas palabras caos:

Los trabajadores no disponen del equipo de seguridad personal o no se lo ponen, ni existen los medios de protección colectiva adecuados.

Bajo estas condiciones no se puede lograr la optimización de la productividad con calidad.

En Japón fue donde inicialmente se descubrió que *existe una relación directa entre limpieza y seguridad con la productividad* con calidad lograda. En los E.E.U.U. se han cuantificado los sobrecostos directos e indirectos que se dan por incidentes peligrosos y accidentes. Todos estos antecedentes adicionados a la exigencia mundial vertida en reglamentos nos alertan sobre la indispensable implantación de medios y consignas de seguridad en las obras.

La forma práctica de implantar la seguridad e higiene, además de otras reglas, en toda una organización y, muy particularmente en las obras, es a través de un *reglamento de empresa* y de manera más específica de un *reglamento de obra* que implique al personal para su instauración, el cual debe ser divulgado y anexado en los contratos, subcontratos y convenios de mano de obra como parte importante de los compromisos a cumplir y hacer cumplir por todos los participantes de un proyecto y por el staff de la empresa.

El reglamento para las oficinas de la empresa primeramente se debe referir a las exigencias oficiales y muy particularmente a las consignas de los manuales de operación y mantenimiento exigidos para el inmueble que se esté utilizando por parte de las autoridades.

Adicionalmente, deben existir instrucciones sobre qué hacer en caso de sismo o incendio.

Finalmente, se deben regular las condiciones de higiene, orden en los lugares de trabajo y confort así como los horarios y días laborables definidos por año, la regulación para personas adictas al cigarro y la prohibición o condicionamiento de consumo de alimentos y de bebidas alcohólicas, así como la vestimenta de imagen empresarial requerido, principalmente para quienes traten con la clientela. El seguimiento para el cumplimiento de todas estas consignas generalmente es delegado a un equipo de secretarías ejecutivas a quienes se les dé la responsabilidad y la autoridad moral para su seguimiento, pero con el involucrado compromiso de todo el staff.

El reglamento de obra también debe de cumplir con las exigencias del reglamento de construcciones y con sus normas técnicas complementarias y demás normas aplicables; adicionalmente, integra las políticas de la empresa para ser aplicadas en campo.

1.- REGLAMENTO DE OBRA

El Reglamento de Obra es un documento importante que rige la vida de la obra.

Tiene por objeto precisar la organización de la obra ya que una buena organización es uno de los puntos importantes para realizar una operación de calidad.

Para evitar cualquier controversia durante la ejecución de la obra es necesario que este reglamento forme parte de los contratos, subcontratos y convenios (como anexo) para que los participantes consideren, de antemano en su organización y en sus costos, el cumplimiento de estos requisitos.

El reglamento de obra, el cual debe ser respetado por todos los participantes y ejecutantes de la obra, implica:

- Una concertación entre los diferentes involucrados, la cual deberá traducirse en una definición coherente y precisa de la participación de cada uno.
- La búsqueda por cada ejecutante, no solamente de la calidad de su propio trabajo, sino también, de los medios que pueda aplicar para facilitar el trabajo de los demás participantes bajo el concepto de que: entre todos se construye una obra; por tanto, el objetivo común entre los participantes y los ejecutantes no se restringe sólo al respeto de las normas y de los procedimientos de su propia responsabilidad especializada sino que, de manera extensiva, busca que se coadyuve y se interactúe proactivamente para un resultado satisfactorio.
- Las bases sobre las que se aplica el presente reglamento de obra se agrupan en el *plan de obra*, el cual contiene, de manera organizada, todos los documentos que definen de manera especial las particularidades y objetivos del proyecto a construir.
- De manera resumida, el plan de obra contiene la siguiente información:
 - Datos previos (proyecto ejecutivo, presupuestos, documentos oficiales, contratos de obra, licencias, subcontratos, registros ante el IMSS, etc.).
 - Plan estático (en obra y de entorno)
 - Plan dinámico (estrategia, programación)
 - Preparación de la obra

En dicha información se plasman todos los compromisos contraídos y consensuados por todos los participantes que, de manera resumida, son: los trabajadores de mano de obra directa, los proveedores, los subcontratistas y los empleados técnicos, administrativos y operativos.

Cuando se vaya a abordar el tema de logística, se hará una definición y una descripción de las características y de los alcances del plan de obra.

Se incluye a continuación una propuesta de alcance y contenido de un reglamento de obra con el siguiente contenido:

- A.- Funcionamiento de la organización de la obra
- B.- Documentos de referencia.
- C.- Organización de las reuniones de obra.
- D.- Controles.
- E.- Seguridad e higiene.
- F.- Anexos

A. FUNCIONAMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN DE LA OBRA

* Parte importante del contenido de este inciso se incluye en los perfiles de puesto establecidos por la empresa.

- La máxima autoridad de la obra la detenta el Superintendente General quien participa previamente en la elaboración del Plan de Obra al igual que los ejecutantes, y su responsabilidad es liderar el cumplimiento de lo previsto para el logro del éxito de la obra.
- Debe coordinar a la mano de obra directa, a los subcontratistas, a los proveedores y a todos los participantes siguiendo el organigrama preestablecido, el cual se debe incluir como [anexo 1](#). Está en sus facultades asignar a una o varias personas la responsabilidad de aplicar las consignas de higiene y seguridad, uso del equipo y de medios auxiliares.
- Dará seguimiento a los controles de información y de calidad, costo, flujo de gastos y tiempo.
- Asegurará el suministro; los medios de almacenamiento y de manipulación de materiales aplicando la logística y entrega lo más justo a tiempo posible, cuidando a su vez la búsqueda del cero desperdicio. Dará seguimiento al uso productivo, al buen mantenimiento y a la buena operación del equipo, de la herramienta y de los medios auxiliares.
- Esta representatividad de responsabilidad para el buen desarrollo de los trabajos por parte del Superintendente de la obra implica de manera conjunta la *corresponsabilidad de sus colaboradores y de todos los participantes los cuales tendrán de manera más precisa en sus descripciones de puestos y en sus contratos las modalidades de control y de autocontrol con objeto de prevenir las reparaciones y retrabajos eventuales y proceder a todos los ensayos necesarios.*
- Se tendrá en la obra un directorio con los datos de la obra (incluyendo croquis de localización). Se tendrá disponible otro directorio de todos los participantes (proveedores, subcontratistas, personal, trabajadores) como [anexo 2](#) de este reglamento. En este directorio se anexarán también los teléfonos y direcciones de los servicios de urgencia y de comunicación necesarios en casos de accidentes o problemas particulares.

- Los datos de los servicios de urgencia se tendrán también indicados en un cartel visible en la obra.
- Se tendrá una bitácora oficial de cumplimiento a lo exigido en alcance y formato por el reglamento de construcciones de la ciudad cuyo llenado y cuidado estará bajo la responsabilidad del director responsable de obra (DRO).
- Adicionalmente se llevará un “libro de obra” o diario de obra (que tendrá original y 3 copias) donde se asentará todo el seguimiento administrativo y técnico de órdenes de trabajo, de coordinación entre participantes, peticiones u observaciones y, de autorizaciones, cuyo cuidado y llenado estará bajo la responsabilidad del Superintendente de obra.
La organización de este diario deberá incluir subdivisiones por especialidad o subcontrato, además de los tópicos comunes a todos los participantes de la obra, incluyendo las minutas de las reuniones ordinarias. Las minutas de reuniones extraordinarias se incluirán en el apartado del subcontratista o participante correspondiente a su tópico específico.
- El diario de obra irá foliado y sellado y contendrá adicionalmente:
 - Fechas de inicio de actividades de los diferentes participantes.
 - Estatus y actividades de la maquinaria y equipo de construcción.
 - Registro de documentación oficial.
 - Accidentes de trabajo y su seguimiento
 - Condiciones metereológicas que incidan en el avance de la obra y acondicionamientos para poder seguir trabajando.
 - Juntas de organización y temas tratados.
 - Breve descripción de las actividades diarias y su avance.
 - Archivo fotográfico del avance de conjunto y de detalles de ubicación de instalaciones referidos a un croquis de ubicación con fechas de toma de las fotos.
- Durante la ejecución todos los participantes tienen el compromiso de cumplir con sus obligaciones legales y contractuales aplicables. No se podrán interponer argumentos de cambios unilaterales bajo el pretexto de mayor economía o de autorizaciones verbales o peticiones escritas hechas por personas que no respeten los canales preestablecidos de autorización y mando.

B. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Se tendrá en la obra un expediente completo que incluya:
 - Un ejemplar del reglamento de construcciones, de sus normas técnicas complementarias y normas adicionales aplicables al proyecto.
 - Un ejemplar del reglamento de tránsito.
 - Los planos de licencia o de recepción de manifestaciones de inicio de obra debidamente sellados para su presentación a la autoridad cuando lo solicite y las copias de registros y de permisos de las distintas dependencias oficiales.
 - El instructivo para atender una visita de verificación
 - La bitácora oficial de la obra al día.
 - Las memorias y especificaciones descriptivas y técnicas del proyecto selladas por la autoridad, en su caso.
 - El diario de obra al día.

- Copias de los subcontratos de obra y convenios firmados con los proveedores, subcontratistas, mano de obra, etc
- Contrato con el o los sindicatos de trabajadores de la construcción y de transportistas o proveedores de agregados, térreos, etc.
- Los presupuestos de obra, programas y demás anexos de dichos contratos.
- El presupuesto total de la obra
- El calendario y el programa total de la obra, el cual se incluye en el reglamento como [anexo 3](#) así como los programas secuenciales y programas diarios preestablecidos.

C. ORGANIZACIÓN DE LAS REUNIONES DE OBRA

- Se deberá llevar a cabo una reunión semanal de coordinación y seguimiento. Dicha reunión será coordinada por el Superintendente de la obra quien propondrá la orden del día, convocará a los asistentes requeridos, asentará los acuerdos en el “Libro de Obra” y proporcionará una copia a los involucrados de dichos acuerdos. Se acordará el día de la semana en la que se celebrarán estas reuniones en la primera ocasión, la cual se sugiere que sea en día viernes.
- El objeto de estas reuniones es el logro del éxito de la obra en términos de calidad, respeto de costos y tiempos de ejecución, así como del seguimiento de la seguridad e higiene, basados en los compromisos contractuales o en los convenios contraídos: por tanto, *las reuniones de obra están destinadas a resolver de manera ejecutiva los problemas de ejecución y de coordinación; por ello, las revisiones y seguimientos técnicos, así como de aclaración de dudas, discrepancias e inconsistencias o desviaciones del proyecto puntuales, podrán ser objeto de reuniones distintas (reuniones de preparación o de pre-construcción) coordinadas también por el Superintendente de la obra con los responsables y especialistas técnicos.*
- Los asistentes a las reuniones deberán ser aquellos presentados como responsables de cada involucrado en la obra con facultades para tomar decisiones y acuerdos de tipo técnico y administrativo.
- Los participantes cuyo incumplimiento de acuerdos y compromisos contractuales genere daños y retrasos en el desempeño de la obra serán sancionados en base a lo prescrito en su contrato.
- En su caso, el Superintendente de la obra podrá convocar a juntas extraordinarias para desahogar y resolver asuntos específicos. *Las reuniones complementarias a las de coordinación deberán tener un seguimiento escrito por medio de minutas y, en su caso, de boletines de cambio asentados en el “Diario de Obra” o de aclaración cuyas copias a los interesados serán distribuidas por el Superintendente.*
- Toda comunicación que implique la ejecución de la obra deberá asentarse por escrito después de haber sido tratada formalmente en las reuniones.
- Toda la información de la empresa, del proyecto, de la obra y de las reuniones debe manejarse como información confidencial.

D. CONTROLES

- * Muchos de estos puntos deben incluirse en el clausulado de cada contrato, subcontrato o convenio y pueden eliminarse del reglamento haciendo sólo referencia en él a dichos contratos.
 - En cumplimiento al reglamento de construcciones, a las normas y a las cláusulas contractuales, los proveedores deberán presentar, junto con la entrega de sus productos, los reportes de autocontrol de calidad y los certificados de garantía. La superintendencia de la obra tendrá siempre la facultad de verificar sistemática o aleatoriamente los datos asentados en los reportes de manera directa o a través de la contratación de un especialista o laboratorio externo, de cualquier forma la responsabilidad legal sobre la calidad de los productos recaerá siempre en el proveedor o en el subcontratista, según sea el caso.
 - Para los materiales rechazados, el proveedor deberá tener un plazo de 8 días para retirarlos de la obra o, en caso contrario, se sacarán como material de reciclado sin costo para la empresa o, en caso de no poderse reciclar, su retiro de la obra se hará con cargo al proveedor correspondiente.
 - En el caso de la mano de obra y los subcontratistas, se recibirán los trabajos contra una lista de verificación por paquete de alcance y calidad de la obra ejecutada en base a los convenios y contratos firmados. La entrega final se efectuará contra acta formal.
 - Cada subcontratista y trabajador están obligados a recibir, mantener y entregar limpia y sin daños, la zona de trabajo y el trabajo mismo que realice.
 - En el caso de los subcontratos de instalaciones y de equipo electromecánico, se incluirán en la entrega, los planos definitivos y los cambios de especificaciones que se hayan hecho (planos de obra real).
 - Específicamente, los subcontratos de instalaciones de todo tipo contemplan adicionalmente la realización de pruebas de estanqueidad y de funcionamiento tanto parciales como de entrega total, las cuales, serán constatadas por la superintendencia de la obra. La aprobación de dichas pruebas no exime al subcontratista del arreglo a su costo de fallas por evicción y de la obra consecuentemente dañada por dicha falla durante el período de garantía. La mano de obra deberá regirse al reglamento de obra para los trabajadores incluido en el [anexo 4](#) y deberá ser respetado tanto por los trabajadores directos de la empresa como por los trabajadores de los subcontratistas.

E. SEGURIDAD E HIGIENE

- Todos los ejecutantes de la obra deberán responsabilizarse de las protecciones y las limpiezas o, en su caso, de la reparación o de la rehechura de las obras periféricas susceptibles a ser ensuciadas o maltratadas. También deberán conservar su herramienta, medios auxiliares y/o equipo que sea propio o proporcionado por la empresa en su estado original de limpieza y funcionamiento.
- El Superintendente de la obra se reserva el derecho de llevar a cabo la reparación y la limpieza tanto de la obra como de los medios de trabajo con cargo al costo de quienes incumplan con esta responsabilidad.

- Todos los participantes de la obra deberán utilizar equipos de baja emisión de ruido, en base a normas internacionales con el fin de limitar las molestias a los propios trabajadores de la obra y al vecindario durante el curso de los trabajos.
- Queda estrictamente prohibido el uso de radios y estéreos a alto volumen.
- Todo daño a terceros producto de circunstancias derivadas por falta de organización o previsión de un subcontratista o proveedor, deberá ser indemnizado por él mismo. También, se responsabilizará por todo daño o molestia que se cause a los vecinos por motivo de las ejecuciones de los trabajos o por la entrega de material. El subcontratista y el proveedor serán responsables por su intervención de mantener limpias y expeditas todas las vías de comunicación en la obra. Todo perjuicio y/o daños causados en cualquiera de las vías de comunicación en la zona de obra será de su responsabilidad absoluta y responderá a terceros y/o autoridades competentes para atender y reparar los daños causados o las reclamaciones que se presenten.
- La obra, en su conjunto, deberá conservarse limpia en todo momento y respetando y, en su caso, protegiendo las colindancias y vialidades externas, sin exceso de material en uso en los frentes de trabajo, circulaciones, accesos, vía pública o privada y alrededores de influencia, sin material desperdiciado regado por toda la obra, sin polvo, sin lodo o agua estancada, sin hoyos, zanjas o montones innecesarios de material producto de excavaciones, sin varillas de trazo clavadas o enterradas, sin registros destapados, sin desperdicio de mortero ni concreto, madera, tubería, etc.
- Cada participante en su parte correspondiente deberá *comprometerse al mantenimiento cotidiano de una obra limpia* con el consecuente beneficio de productividad, seguridad y confort. En caso de no poderse identificar a los responsables por la pérdida, maltrato o ensuciado de la obra, se prorratearán los costos entre todos los ejecutantes en el momento de su participación coincidente, de manera equitativa en base al monto de sus prestaciones en la semana en que se dé el hecho.
- Cada ejecutante será responsable del almacenamiento, cuidado, uso, protección y administración, por su cuenta y riesgo, de los materiales, herramienta, equipo y pertenencias de su alcance y propiedad o, de su custodia hasta la entrega final de su trabajo en la obra; por tanto, deberán tomar todas las previsiones que juzguen necesarias. En caso de pérdidas y robos el equipo deberá restituirse inmediatamente ya que no se podrá modificar el programa ni se aceptarán cambios o extensiones de tiempo como resultado de tales pérdidas. Por tanto, deberá prever el equipo y medios de trabajo en cantidad suficiente como apoyo y repuesto. También cada ejecutante será responsable de su personal que asigne a la obra, el cual será adecuado en cantidad y con capacidad suficiente. Ninguna reparación, reacondicionamiento, reemplazo o limpieza del trabajo ejecutado durante el tiempo contractual de ejecución podrá entrañar para el trabajo contratado, incrementos en costos y en tiempo de realización.
- Bajo este criterio los participantes en la obra se abstendrán, bajo pretextos de simplificación de trabajo, rapidez y búsqueda de sentido práctico, de justificar la degradación o ensuciado de la obra ejecutada y la obra previa o de los materiales almacenados, estibados o en proceso de utilización. Se cuidará especialmente el evitar la aplicación de cargas que puedan perjudicar la solidez o el buen terminado de la estructura en proceso de endurecimiento. *En todo momento debe trabajarse esperando el respeto a su trabajo así como, respetando al trabajo ejecutado por los demás.*
- La obra se mantendrá cerrada conservando durante toda la duración de los trabajos, un aspecto perfecto de orden y limpieza hasta su terminación y entrega.

- El almacén de obra estará instalado según lo previsto en su plan estático y se mantendrá limpio, ordenado y clasificado con el mínimo de materiales o suministros necesarios buscando las *entregas justo a tiempo* por parte de los proveedores donde lo excedente no deberá permanecer inútilmente almacenado sino desalojado rápidamente.
- No se permitirá que el equipo, la herramienta menor, los medios auxiliares, el material, etc. que deban guardarse en un lugar previsto o almacenarse, queden tirados y abandonados en los lugares de trabajo.
- En los procesos de entrega y recepción, cada especialidad de trabajo entregará al Superintendente su parte realizada contra una lista de verificación (check list) y contra la aceptación por firma de los siguientes participantes en el caso en el que el trabajo entregado sea el soporte sobre el cual otros cuerpos de oficio trabajarán siguiendo un proceso de calidad continua. Bajo este criterio no se admite el argumento de que un trabajo haya quedado mal porque el trabajo anterior era inaceptable.
- Por lo que respecta a la seguridad en el trabajo se incluyen, en el anexo 5, las consignas de seguridad tanto para la empresa contratista general como para las empresas subcontratistas con los trabajadores contratados directamente por ellas. También se incluyen las obligaciones que, en materia de seguridad y disciplina, deben cumplir los trabajadores quienes darán cuenta de dicho cumplimiento a las empresas o personas que los hayan contratado.
- El costo de lo necesario para la seguridad e higiene será pagado por cada subcontratista en lo que le corresponda.
- En lo referente a la seguridad contra robo y actos vandálicos, cada subcontratista y cada persona serán responsables, durante su participación en la obra, de cuidar sus pertenencias, su material, su equipo, su herramienta, sus objetos personales y su dinero así como aquellos materiales o medios que tenga en custodia y que sean propiedad de la empresa.
- En ningún momento la empresa se hará responsable de robos o extravíos sufridos por subcontratistas, proveedores, empleados o trabajadores.
- Existirá un vigilante de obra pagado por la empresa, cuya función queda estrictamente limitada al cuidado del terreno. Bajo su custodia tendrá las llaves de acceso a la obra y las de las áreas a su cuidado previstas.
- En cumplimiento con el reglamento de construcciones, se colocará en lugar legible y visible desde la vía pública un letrero de obra cuyos datos y características mínimas serán las exigidas por dicho reglamento, incluyendo los horarios autorizados para la carga y descarga de suministros.
- El letrero de obra deberá permanecer el tiempo de duración de la construcción hasta obtener el permiso de ocupación.
- El Superintendente de la obra estará obligado a mantener dicho letrero en condiciones de limpieza y mantenimiento.
- Igualmente deberá colocarse en lugar visible, desde la vía pública, la placa de contrato sindical.
- En todo momento se mantendrá la obra cerrada ya sea con una barda de construcción pre-existente en el terreno o, colocando una barda o tapial ciego de obra desmontable de una altura mínima de 2.40 m. El o los accesos serán los autorizados e indicados en el plan estático de la obra. No se permitirá cambiar los accesos o incrementar su cantidad sin la autorización previa dada por escrito al Superintendente.

- El Superintendente de la obra deberá cumplir y hacer cumplir las exigencias indicadas en el reglamento de construcciones aplicable y en el reglamento de tránsito en lo referente a carga, descarga y manejo de materiales, de desalojo de escombros, de materiales producto de excavación a sacar de la obra, de la conservación y, en su caso de la reparación y rehechura de banquetas, guarniciones y vialidades, de colocar los tapias necesarios de acuerdo a su restricción de ubicación, función y tipo, de instalar y señalizar el equipo de extinción y prever la posible provocación de fuego e intoxicación por emisión de calor, cortos eléctricos, falta de atención a los depósitos de combustible y hechura de fogatas.

Se proporcionarán los servicios sanitarios mínimos exigidos por el reglamento de construcciones, para uso de los trabajadores así como agua potable y botiquín de primeros auxilios.

La obra deberá contar con la señalización exigida (uso de casco, rutas de evacuación, indicaciones en caso de sismo o incendio, advertencia, etc.

Se equipará al personal de su equipo de protección personal mínimo en función del tipo de trabajo a realizar y se instalarán los medios de protección colectiva.

Verificar el adecuado cumplimiento normativo y el buen funcionamiento durante la operación de las instalaciones eléctricas provisionales.

ANEXOS

ANEXO 1 - Organigrama de la Obra

ANEXO 2 - Directorio de Participantes de la Obra

ANEXO 3 - Calendario de la Obra, Programa de Obra (y en su caso Programas Complementarios y Colaterales)

ANEXO 4 - Reglamento de Obra para los Trabajadores – (Ver reglamento ya redactado).

CONTENIDO

Artículo 1º. Síntesis de la Ley Federal del Trabajo

1.- Título Segundo Capítulo 4 – Rescisión de la relación de trabajo – Causas Art. 47.

2.- Título Tercero Capítulo 2 – Art. 61 – Límite legal a la duración del trabajo 8 horas diarias y 48 horas semanales.

3.- Períodos legales de descanso y pausas.

4.- Título Tercero Capítulo 3

5.- Título Tercero Capítulo 4

Artículo 2º. Conforme al horario

Artículo 3º. Horarios, retardos y faltas injustificadas

Artículo 4º. Restricciones de Acceso

En este artículo es importante hacer patente la restricción de acceso a toda persona ajena a la obra (vendedores, curiosos, etc.) y a visitantes sin invitación o autorización expresa dada por el Superintendente de la obra.

Artículo 5º. Disciplina y Orden

En este artículo debe indicarse, principalmente, la prohibición de ingerir alcohol y drogas y de fumar, la no admisión a personas con aliento alcohólico o con indicios de afectación por estupefacientes, el despido por provocar y participar en pleitos y conflictos en el lugar de trabajo, el exigir a todos los trabajadores (incluyendo a los de los subcontratistas) las mismas consignas de higiene y seguridad indicadas en el Reglamento de Obra y en el Reglamento de Construcciones.

Artículo 6°. Seguridad e Higiene

Artículo 7°. Medidas Correctivas de Seguridad e Higiene

Artículo 8°. Servicio Médico

Artículo 9°. Calificación del personal

Artículo 10°. Reconocimientos y sanciones

ANEXO 5 – Consignas de seguridad

Antes que nada hay que recordar que los accidentes no son el efecto de la casualidad, hay que observar y pensar antes de actuar.

Las estadísticas muestran que el 5% de todos los accidentes son causados por condiciones inseguras; por tanto, buscaremos que la organización física de las obras presente condiciones seguras de trabajo.

El otro 95% de accidentes son causados por acciones inseguras lo cual quiere decir que los trabajadores que estén acostumbrados a trabajar en condiciones inseguras podrán lastimarse a sí mismos y a sus compañeros y podrán causar daños al equipo, a la herramienta, a los medios auxiliares y a la obra misma, a pesar de los dispositivos de seguridad disponibles.

Por otra parte, cada accidente invalidante o mortal es un drama humano para la familia afectada, independientemente de las estadísticas; ello nos debe obligar a actuar con rigor y disciplina de cumplimiento de todas las consignas de seguridad e higiene en las obras.

2.- CONSIGNAS DE SEGURIDAD

Cada empresa debe implantar en su reglamento consignas de higiene y seguridad así como las consignas medioambientales como la más alta prioridad a respetar. Cada participante (trabajador, supervisor, etc.) tiene la responsabilidad de trabajar con seguridad y de mantener la obra en condiciones de seguridad y limpieza. Por tal razón, y por el beneficio mútuo de todos los trabajadores de la obra, se deben de establecer varias reglas a respetar rigurosamente.

Todas las personas que participen en la obras deben obedecer las reglas establecidas sin excepción ni excusa.

Las violaciones a las reglas deberán tratarse de la siguiente manera:

- Primera violación: Se da una advertencia y explicación verbal con un escrito de respaldo y de seguimiento.
- Segunda violación: Se despide a la persona.

Las consignas de higiene, seguridad y medioambiente se muestran en dibujos animados para su fácil comprensión sin necesidad de leer textos.

Las consignas más comunes y generales se enlisan a continuación:

1. Utilización en todo momento de cascos y de implementos de protección personal adecuados a la tarea que se realice.
2. Protecciones colectivas contra caídas en los casos requeridos para todo trabajo que se realice por arriba de 2 metros sobre el piso, a menos que el espacio se encuentre permanentemente confinado.
3. Todo cubo o hueco de escalera, todo hueco en las losas y todo borde de plataforma deberá estar adecuadamente tapado o protegido.
4. Una persona competente debe inspeccionar todos los andamios, escaleras y dispositivos de elevación diariamente antes de ser usados.
5. Todos los operadores de la maquinaria y equipo de construcción deben tener al corriente sus permisos y certificaciones.

6. Ninguna persona deberá subirse a las máquinas de construcción (cargadores frontales, traxcavos, excavadoras, grúas, etc.) para ser transportada o elevada.
7. Los líquidos inflamables deberán almacenarse en recipientes aprobados y los medios de alimentación y distribución (válvulas, mangueras, etc.), deberán estar en condiciones óptimas de funcionamiento y adecuadamente aterrizadas.
8. Las áreas de trabajo, escaleras, caminos y áreas de carga y, en general todas las áreas de la obra, deberán mantenerse limpias en todo momento.
9. Deberán llevarse a cabo de manera regular las acciones de limpieza al final de cada jornada.
10. No deben circular dentro del área de la obra los vehículos del personal a menos que sea en el acceso principal, o en el camino y el área de estacionamiento prevista para tal efecto.
11. Queda estrictamente prohibido fumar así como el consumo de drogas y de alcohol en la obra.
12. Cualquier accidente que implique una lesión o herida, incluso mínima, deberá ser reportado al responsable de la obra para su registro y seguimiento

La difusión amigable de las consignas específicas y el seguimiento de su cumplimiento por parte de un grupo asignado de los mismos trabajadores ayudará a ir formando en las organizaciones una cultura que integre a la seguridad e higiene como parte importante.

CONTENIDO DE LAS CONSIGNAS DE SEGURIDAD

- 1.- Introducción
- 2.- Seguridad general
- 3.- Seguridad para los trabajadores
- 4.- Reglas de observación general y permanente
- 5.- Consignas de seguridad específicas para cada tipo de oficio y subcontratista
- 6.- Consignas de seguridad para el equipo mayor de construcción y el equipo de transporte

Una manera más didáctica de presentar las consignas de seguridad se da a través de carteles o folletos de figuras animadas donde las imágenes prevalecen sobre el texto para transmitir la explicación de la consigna sin necesidad de leer.

A continuación, a manera de ejemplo se incluyen algunas de las consignas relacionadas con las actividades más recurrentes en las obras (ver figuras [A.2](#) a la [A.14](#)).

Referencias:

- 1.- S.A.E. (Société Auxiliaire d'Entreprises) – Formation à la sécurité, Paris, 1991
- 2.- Conseils de Sécurité, Bâtiment et Travaux Publics – O.P.P.B.T.P. – Francia, 1983
- 3.- Cartes de Sécurité – O.P.P.B.T.P. – Catalogue Éditions 2000 – Francia
- 4.- The Associated General Contractors of America – Safety Catalog – USA, 2004
- 5.- Catálogo PPB Saret
- 6.- Manual PSE España
- 7.- Libreto individual para la seguridad IPAC-Francia

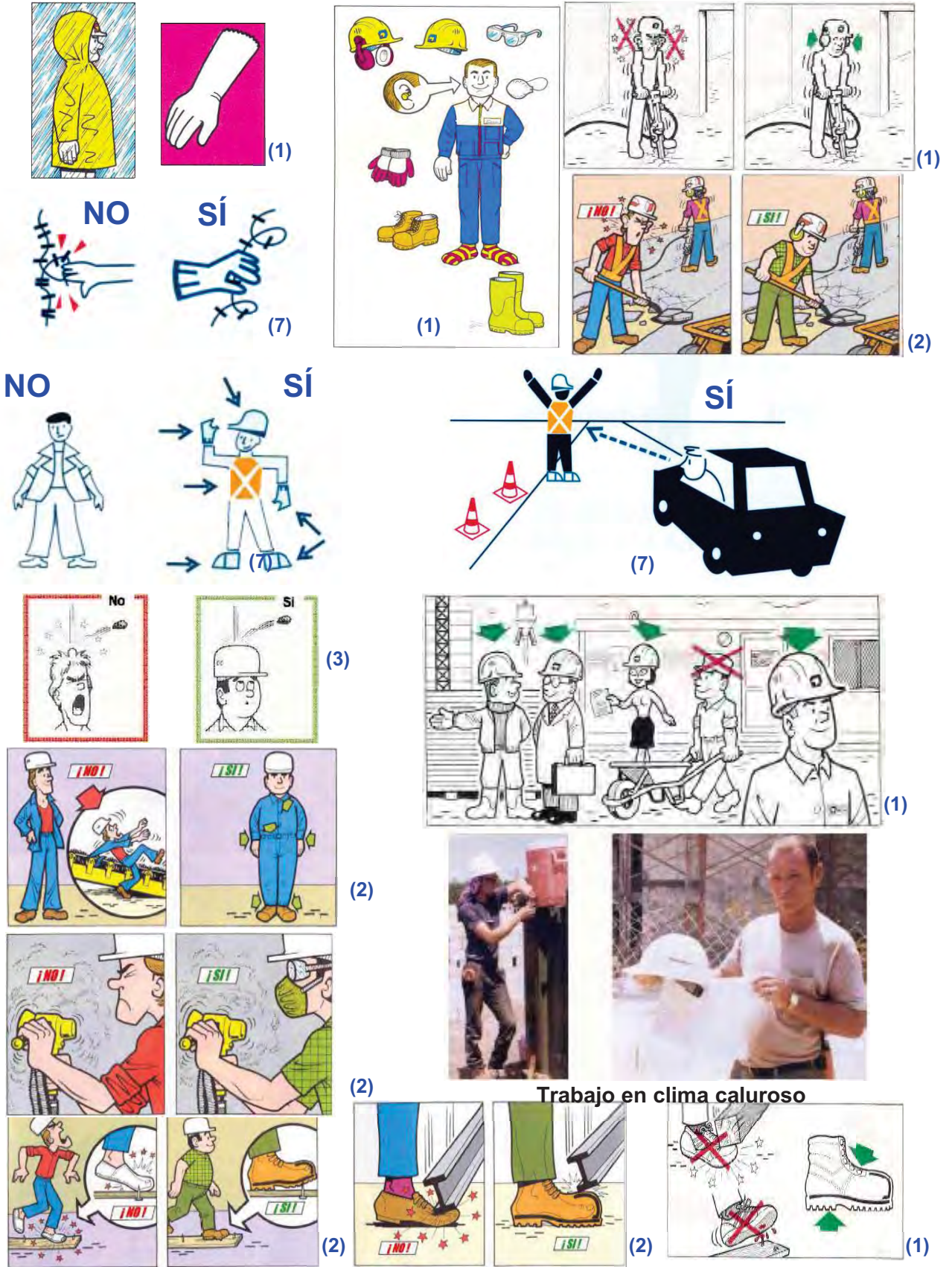
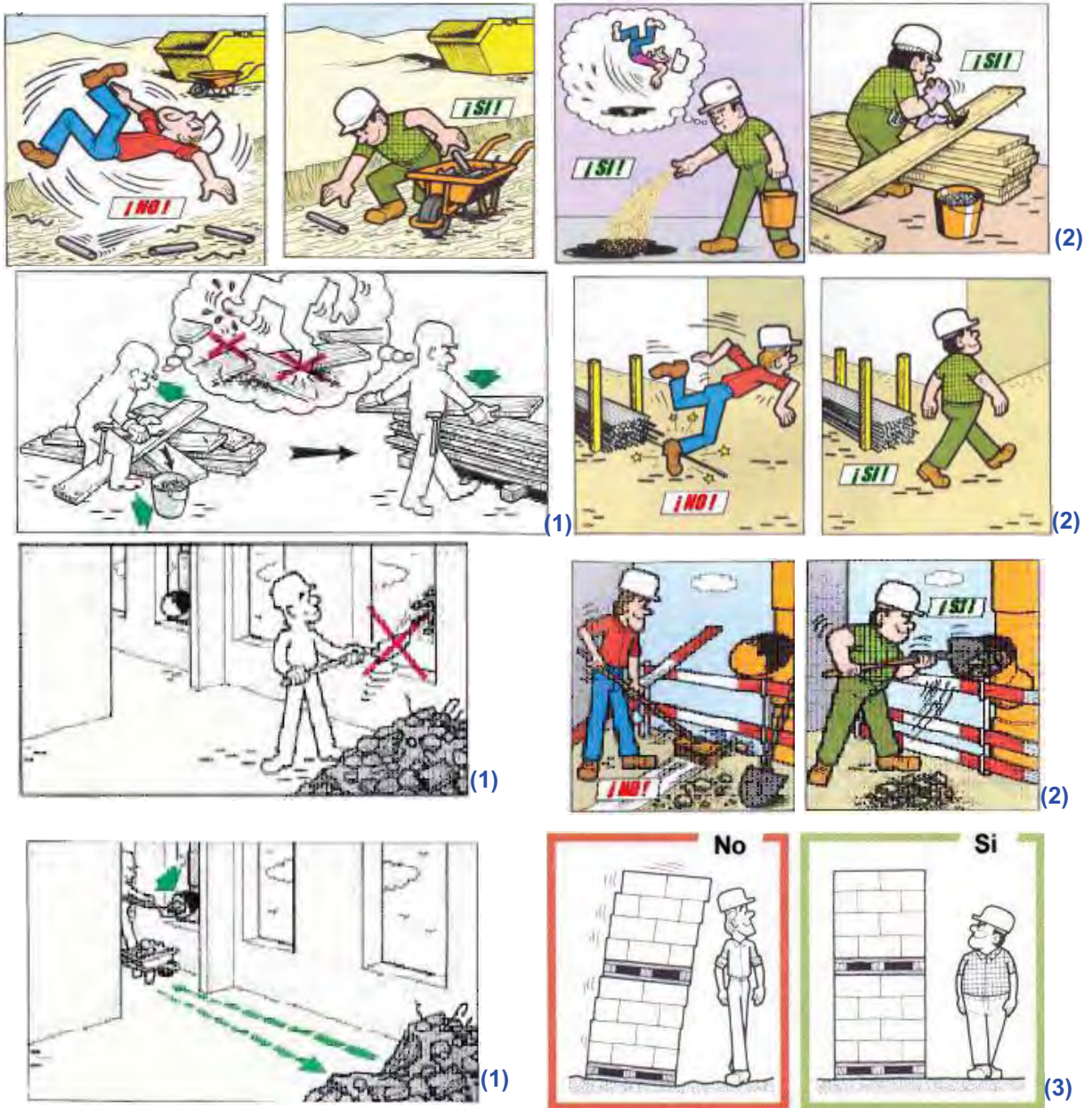


Figura A.2 – MEDIOS DE PROTECCIÓN



Estibado y orden en obra

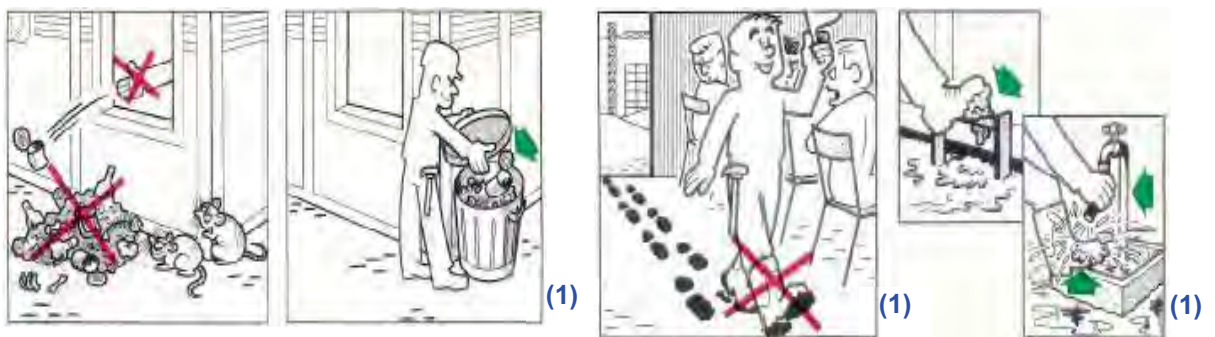


Figura A.3 – SACADO Y MANEJO DE ESCOMBRO

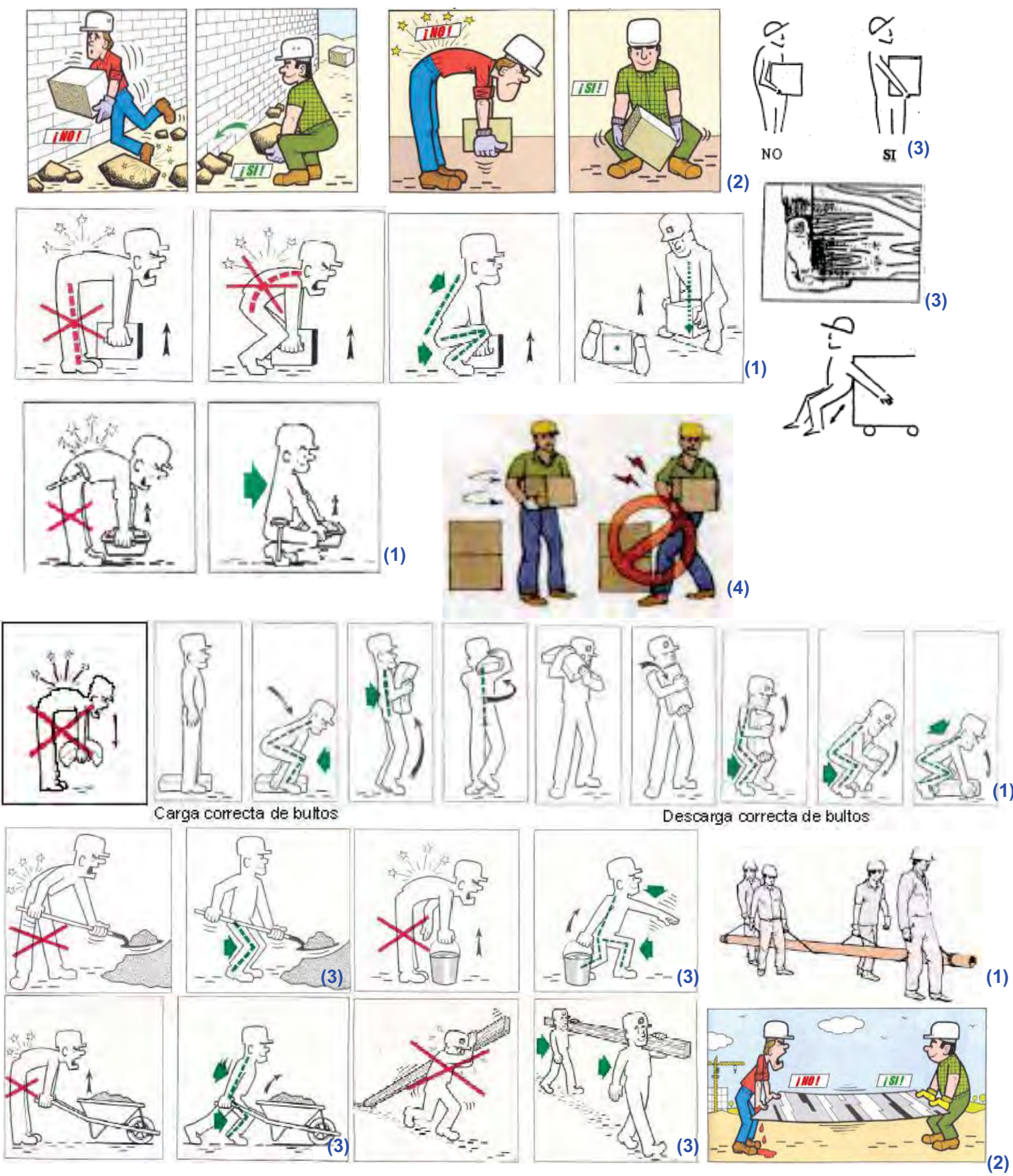


Figura A.4 – CARGAS, ACARREOS Y DESCARGAS

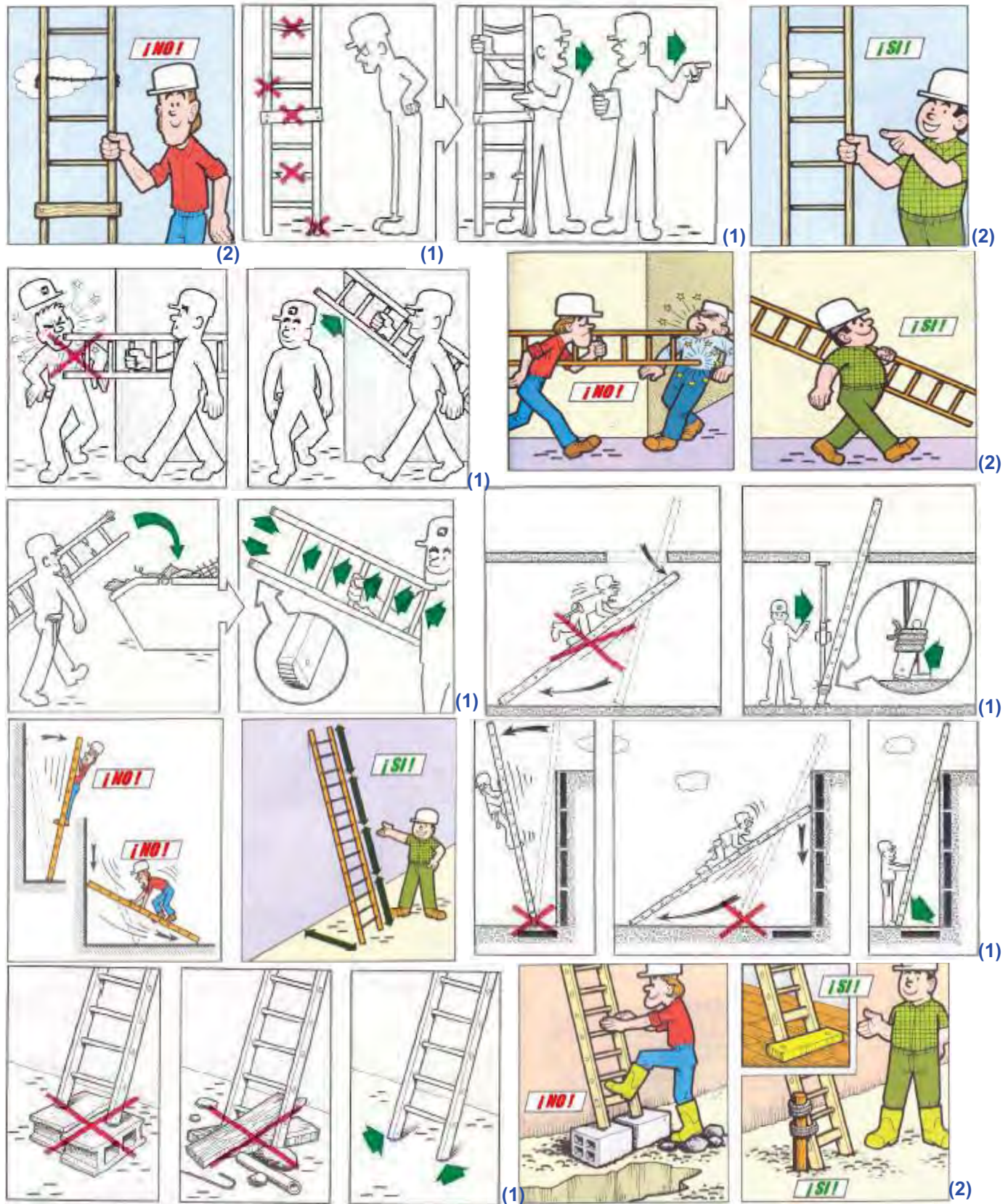


Figura A.5a – EMPLEO DE ESCALERA

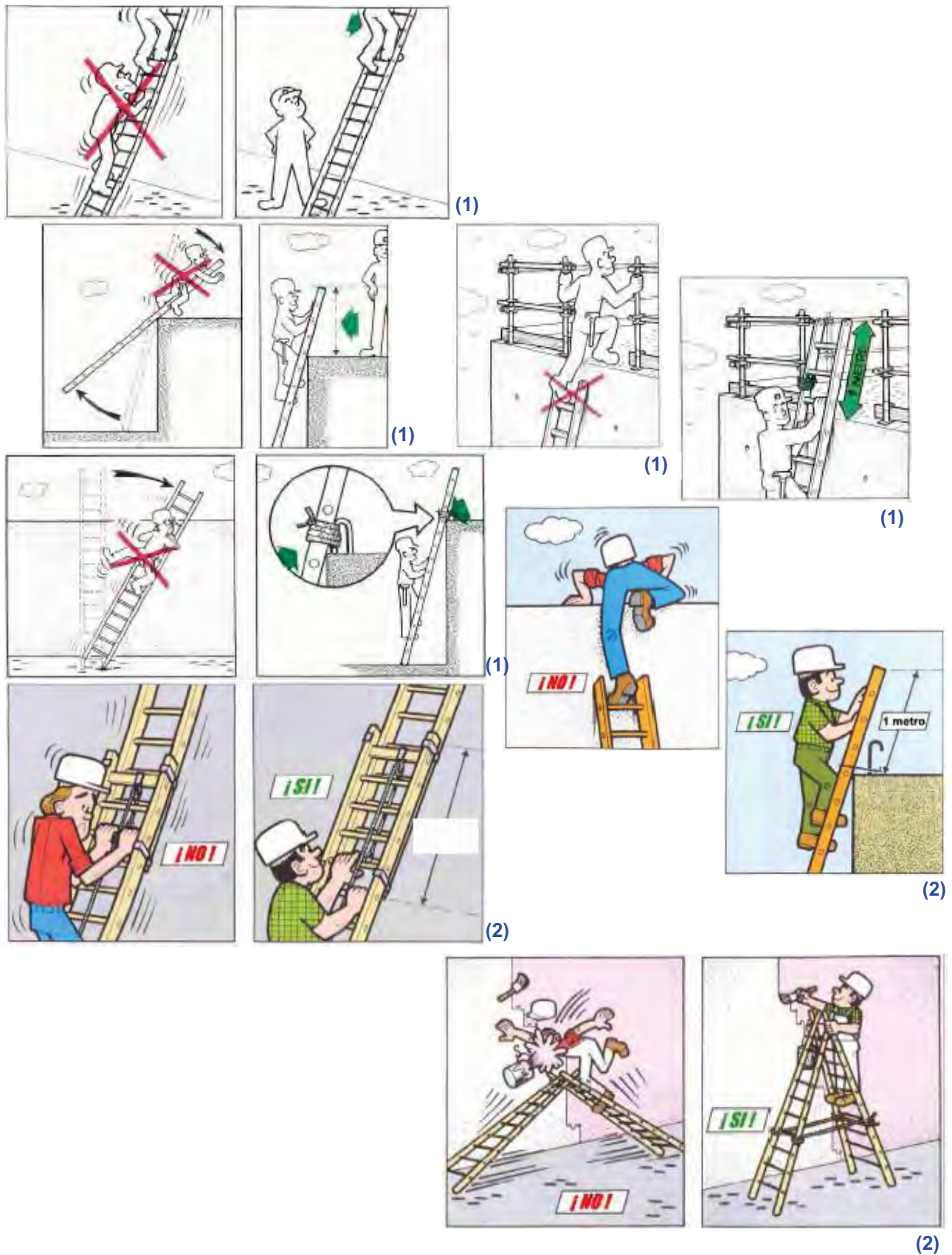


Figura A.5b – EMPLEO DE ESCALERA



Figura A.5c– EMPLEO DE ESCALERA

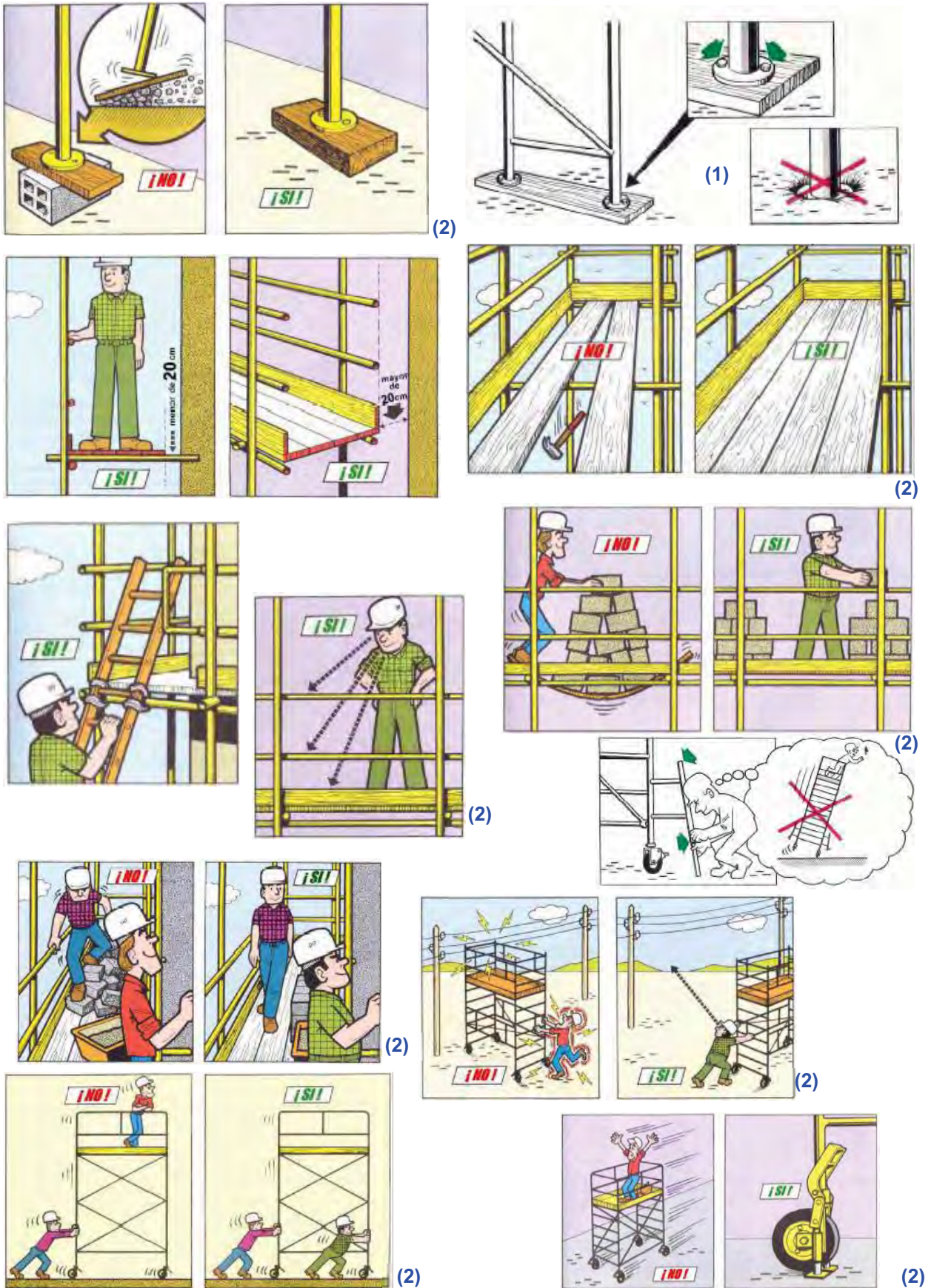
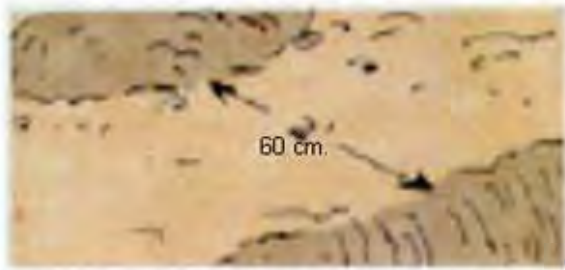


Figura A.6 – TORRES DE ANDAMIAJE



60 cm.

(4)



(4)

Quando excave, asegúrese de mantener todos los materiales excavados a una distancia de al menos 60 cm en relación al borde de la zanja

Asegúrese de mantener alejada toda el agua de superficie (flujos o escurrimientos de agua de lluvias) de la zanja.

Cualquier trinchera que tenga una profundidad igual o superior a 150 m debe estar:



Con taludes



Con banquetas



Ademada



Protegida

(4)



NO

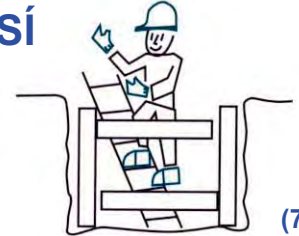


(7)



1 m 30

SÍ



(7)



(2)



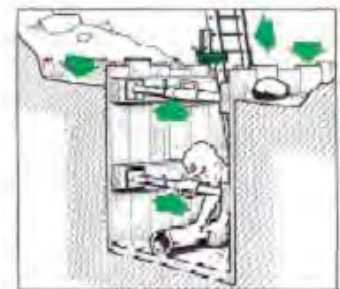
(2)



(4)

Asegúrese de que haya escaleras o rampas a cada 15 m. como mínimo.

En el supuesto de que encuentre a alguien atrapado en un hundimiento de zanja, llame para pedir ayuda, no entre en la zanja para rescatar a la persona en cuestión



(1)

Figura A.7 – ZANJAS

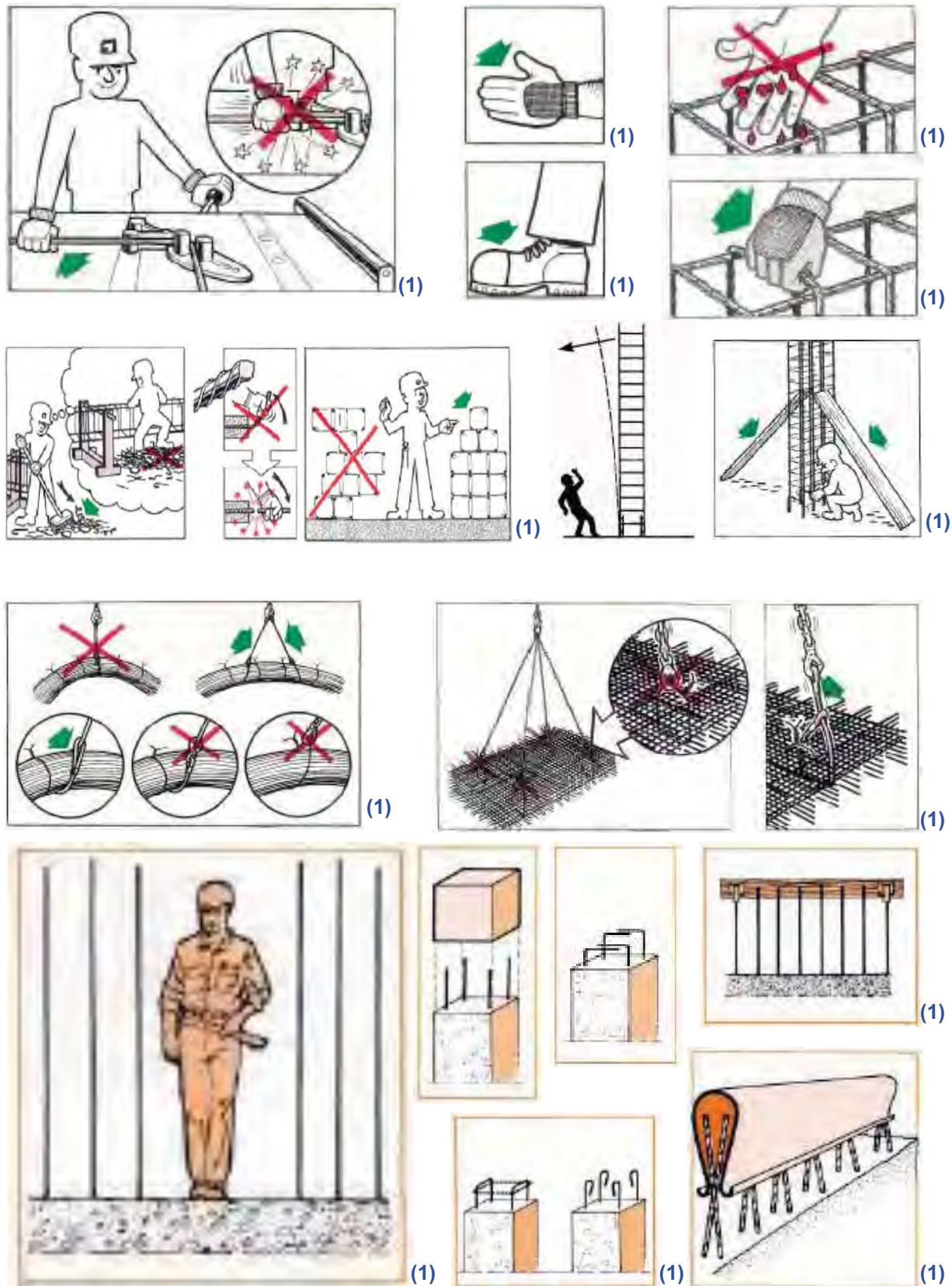
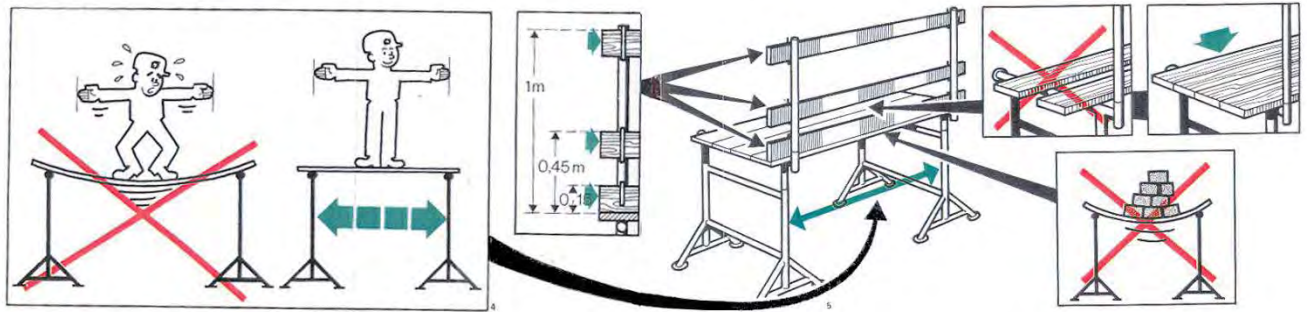
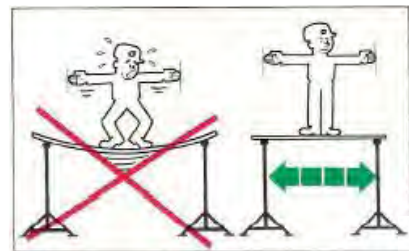


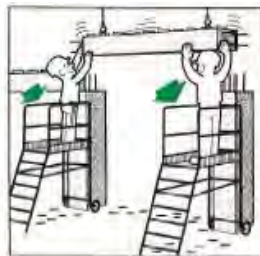
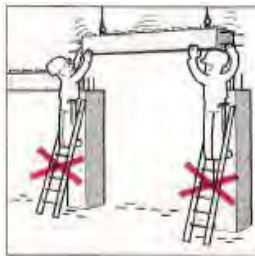
Figura A.8 – ACERO DE REFUERZO



(1)



(1)



(1)



(1)



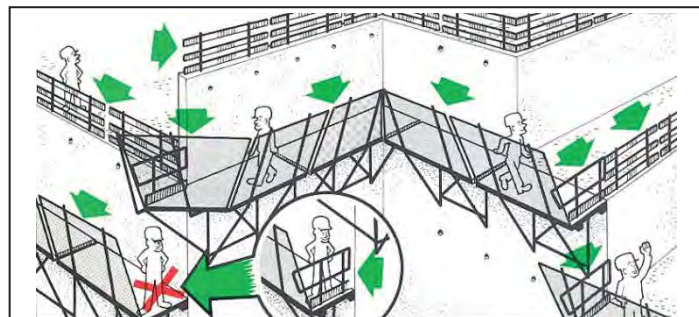
(1)



(1)

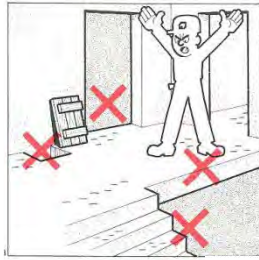


(1)

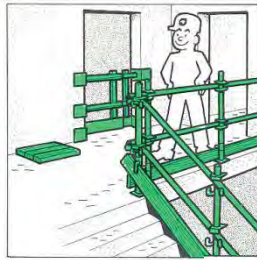


(1)

Figura A.9 – ANDAMIAJE Y APUNTALAMIENTO



(1)



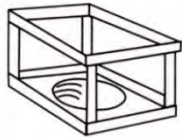
(1)



(2)



NO



Sí

(7)



NO

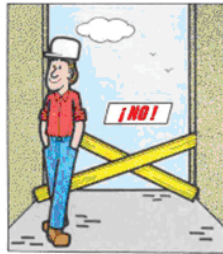


Sí

(7)



(2)



(2)



(2)

150kg. Reglamentarios



Emplear bovedillas resistentes al trabajo en obra (5)



(1)

Tablones de repartición

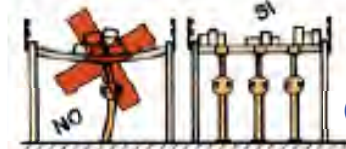


(1)



(1)

No concentrar cargas



(1)

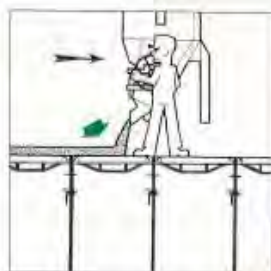
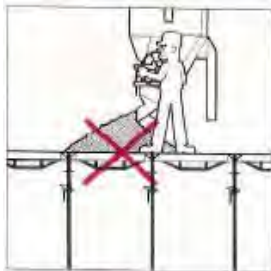
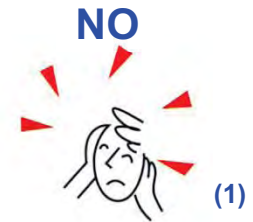


Figura A.10 – COLADOS EN LOSAS



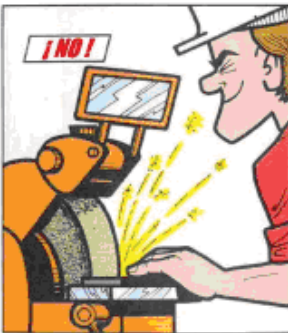
(2)



(2)



(2)



(2)

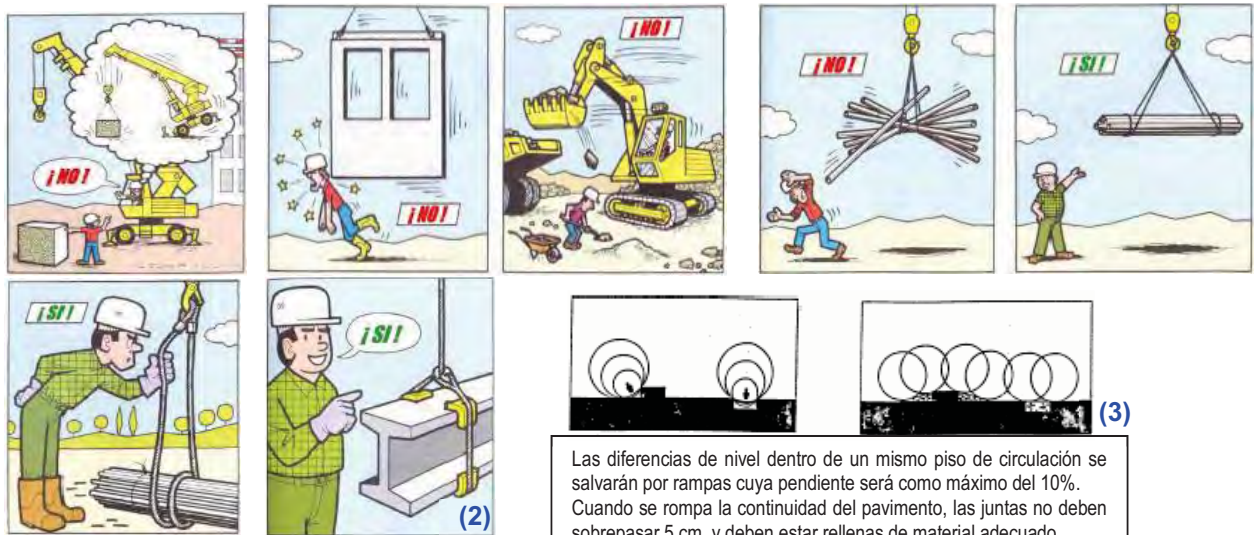


(1)

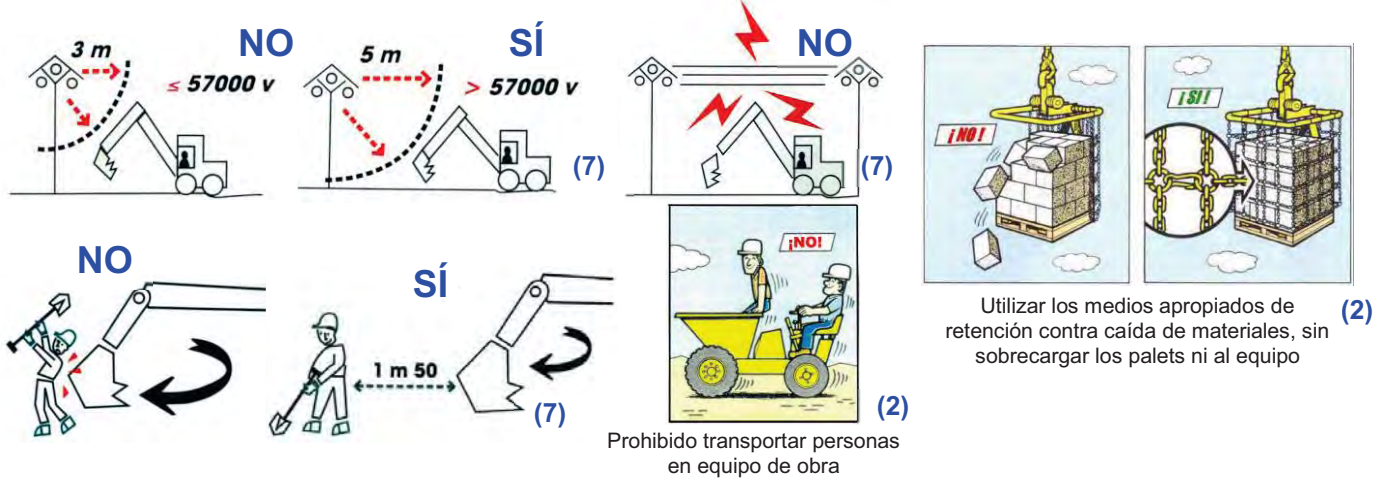


Quando se trabaja con herramientas cortantes o punzocortantes, no deben estar jamás dirigidas hacia los miembros o partes del cuerpo.

Figura A.11 – TRABAJOS EN TALLER



Las diferencias de nivel dentro de un mismo piso de circulación se salvarán por rampas cuya pendiente será como máximo del 10%. Cuando se rompa la continuidad del pavimento, las juntas no deben sobrepasar 5 cm. y deben estar rellenas de material adecuado.



Utilizar los medios apropiados de retención contra caída de materiales, sin sobrecargar los palets ni al equipo

Prohibido transportar personas en equipo de obra

Figura A.12 – MANIPULACIÓN CON EQUIPO



Figura A.13 – PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS Y EXPLOSIONES

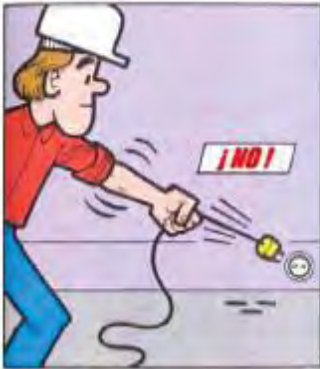
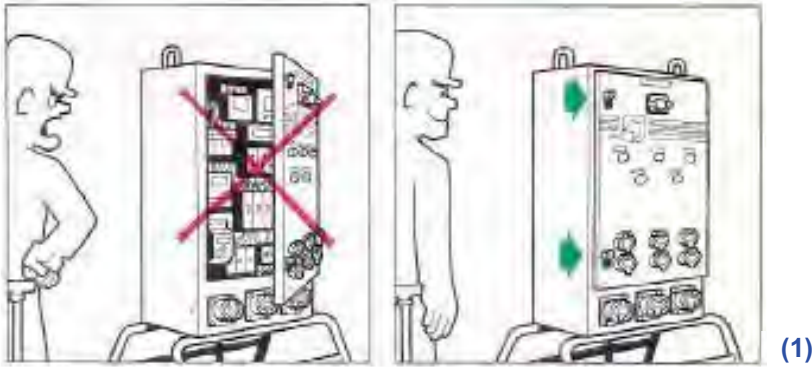


Figura A.14 – TRABAJOS CON ENERGÍA ELÉCTRICA

Además de las consignas de Seguridad e Higiene, se deben respetar varias Consignas de Previsión Medioambiental que a continuación se incluyen:

		<h3>PROTECCIÓN DEL AGUA</h3>	<ul style="list-style-type: none"> • No tirar el agua usada de la obra a los cursos de agua. • No almacenar productos contaminantes cerca de los cursos de agua.
		<h3>PROTECCIÓN DEL AGUA</h3>	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenar los materiales alejados de los medios acuáticos. • Limitar las operaciones que generan polvo cerca de una superficie de agua. • Crear un eventual depósito de decantación de aguas de escurrimiento.
		<h3>SEPARACIÓN DE LOS DESECHOS</h3>	<ul style="list-style-type: none"> • No almacenar los desechos de manera desorganizada en la obra. • No quemar los desechos en la obra.
		<h3>RECICLADO DE DESECHOS</h3>	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la producción de desechos desde el inicio. • Buscar cerca de la obra lugares de recolección y reciclado y, en su defecto, eliminar los desechos. • Asignar a una persona la tarea de clasificar y separar los desechos. • Asegurar la trazabilidad de los desechos en obra.

Figura A.15a – CONSIGNAS DE ECOLOGÍA EN LAS OBRAS

Fuente: Federación Nacional de Obras Públicas, Francia



CONTAMINACIÓN DE SUELOS

- No almacenar hidrocarburos en las obras sin tinas de retención.
- No utilizar materiales no inertes o no aptos para rellenos.
- Colocar los recipientes de hidrocarburos sobre tinas de retención.
- Reducir las posibilidades de infiltración de contaminantes.



REDUCCIÓN DE MOLESTIAS SONORAS



- No circular con máquinas de obra fuera de los itinerarios y de los límites fijados.
- No trabajar en período nocturno cuando sea posible.



- Reducir ruidos aéreos (gritos, música altisonante).
- Organizar la obra a manera de limitar el uso de equipo que genere ruido y vibraciones en proximidad con las viviendas vecinas o vialidades de acceso.



RESPECTO A LA FLORA

- No circular con máquinas cerca de los árboles.
- No colocar materiales en proximidad con los troncos de árboles.



RESPECTO A LA FAUNA

- Sensibilizar al personal sobre la preservación de la fauna y de la flora.
- Tomar precauciones para no dañar el medio natural.
- Ubicar las instalaciones de obra y los caminos de acceso fuera de zonas sensibles.

Figura A.15b – CONSIGNAS DE ECOLOGÍA EN LAS OBRAS
 Fuente: Federación Nacional de Obras Públicas, Francia

		<p>PRESERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> • No proceder a la descarga de camiones sin precaución. • Apagar motores de camiones durante su carga y descarga. • Transportar el material con protección, en particular cuando el clima sea malo.
		<p>PRESERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regar el suelo al generarse polvo. • Conservar en buen estado camiones y máquinas. • Tomar en cuenta los vientos dominantes por polvo y el cuidado a los vecinos. • Procurar manejar con cuidado y la conducción ecológica.
<p>PATRIMONIO CULTURAL</p>		 <ul style="list-style-type: none"> • Parar inmediatamente los trabajos en la zona de descubrimientos. • Crear un perímetro de seguridad alrededor de los vestigios. • Avisar inmediatamente al dueño del proyecto del descubrimiento.
		<p>LIMPIEZA DE LA OBRA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Delimitar de manera visible la obra (con barda, tapial y señalización). • Limpiar las ruedas de los camiones antes de salir de la obra para no ensuciar la vialidad pública.
<p>Figura A.15c – CONSIGNAS DE ECOLOGÍA EN LAS OBRAS Fuente: Federación Nacional de Obras Públicas, Francia</p>		

A-3 CALIDAD

Tratemos ahora esta siguiente condición necesaria para el logro de la alta productividad y de su optimización.

En nuestro sector, la calidad está poco visualizada como ingrediente fundamental de la cultura de una empresa y ello tiene que cambiar con urgencia ya que es un hecho el descrédito a través de la cantidad de demandas, reclamos e inconformidad silenciosa que se da por la mala calidad de los productos, que se ha llegado a traducir en una negativa percepción generalizada en la sociedad mexicana sobre las desarrolladoras de vivienda.

A la fecha, ante la Profeco, el sector inmobiliario en su conjunto ocupa el tercer lugar en demandas y reclamos (después del sector de telefonía y el de energía eléctrica); por ello hay que actuar para el logro de un cambio profundo en la mentalidad y de la forma de trabajar. En lugar de estarse preocupando por los defectos y de estar atendiendo fallas, disfunciones y reclamaciones es mejor revisar nuestros procesos para hacerlos más sencillos, menos costosos y más productivos con la inclusión de la metodología de la calidad.

La condición para lograr la calidad parte de las siguientes premisas:

- Todo aquello que no está definido no es medible.
- Todo aquello que no es medible no es administrable.
- Todo aquello que no es administrable tampoco es mejorable.

La calidad en este sentido se considera como un proceso continuo de mejora que se va logrando también por la búsqueda de la optimización en todas las actividades de una organización en un escenario de propuestas y soluciones lo más definido posible.

Partiremos tratando este tema con una introducción seguida del *objeto perseguido* y de la *definición adoptada*. Posteriormente, se proponen tres términos a considerar: *La calidad explícita, la calidad implícita y la calidad competitiva* que nos permitirán dar un enfoque de aplicación práctica para nuestro tipo de actividad.

Se ve la conveniencia de tomar en cuenta la implantación de varias políticas de calidad y se mencionan conceptos importantes.

Se comentan también brevemente las principales *herramientas sobre calidad* que podemos integrar a nuestros procesos. Lo que se busca por tanto, es la estructuración de los conceptos de calidad que permita utilizarlos en la actividad cotidiana al fusionarlos con las acostumbradas prácticas de trabajo.

Finalmente, se incluyen los pasos a seguir para la obtención de la certificación de una organización ante los organismos internacionales calificadoros.

En Europa, cada año *el 10% de* la cifra de negocios del sector de la construcción *se pierde por la no-calidad* mientras que la parte de la administración de la calidad de una operación se estima que tiene un costo que fluctúa entre el 1 y el 2 % de su monto global.

En los E.E.U.U. se ha constatado que como efecto de la prevención de costos por la administración de la calidad, se puede tener hasta *el 30%* de economía sobre el costo total de la misma *al cuarto año* de su implantación.

En México no se conocen cifras precisas del sector, pero se estima que el ahorro potencial puede ser el doble de las cifras antes mencionadas por el desfase del que partimos.

Este panorama nos plantea un amplio camino de acciones a llevar a cabo para el logro sistemático de *la calidad como plataforma sólida de la innovación y de la optimización*.

También, las condicionantes económicas de la calidad son considerables tanto en el plano de la competitividad y de la productividad como en el del desempeño de los participantes en la construcción.

Sin embargo, el procedimiento de la calidad permanece aún subestimado dando como resultado errores en cascada a todo lo largo del proceso de programación, diseño, realización y administración, lo cual se traduce generalmente en fallas y disfunciones costosas e incluso en siniestros graves.

El objetivo de cualquier empresa que quiera, no solamente destacar, sino subsistir será el incluir a la calidad como parte de su cultura, logrando así permanecer en el mercado con la competitividad requerida.

Comenzaremos refiriéndonos a las definiciones normalizadas y ampliamente conocidas.

Las normas ISO 8402 y NF X50-120 definen a la calidad como:

Conjunto de propiedades y características de una entidad (un producto, un servicio, etc.) que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades *explícitas e implícitas* de los usuarios.

La calidad es pues la aptitud de un producto o de un servicio para satisfacer necesidades resolubles de los clientes o utilizadores a quienes está destinado y al mínimo costo de producción.

Desde el punto de vista del valor por el dinero que se paga, el Dr. Edwards Deming por su parte estipulaba: Calidad es aquello (un producto o un servicio) que el cliente quiere y está de acuerdo en pagarlo en lo que se le ofrece [*Calidad competitiva porque los clientes comparan opciones*].

El Dr. Deming también postula que la calidad implica la eliminación de la variación y ello exige asegurar la consistencia de las características del producto (sin defectos) para que sea confiable.

Adecuando el contenido de las definiciones anteriores proponemos la siguiente definición para nuestros efectos.

La calidad de un proyecto o de una obra es su aptitud para satisfacer consistente e integralmente las necesidades reales presentes y futuras de sus usuarios a un precio accesible y competitivo.

De lo definido se deducen tres componentes de la calidad:

- 1) Calidad explícita
- 2) Calidad implícita
- 3) Calidad competitiva

La calidad explícita determina las características de calidad importantes (donde se vislumbra la dificultad para determinar las necesidades futuras de los usuarios) y la calidad implícita debe asegurar los niveles de calidad requeridos para estas características.

Como complemento incluimos algunas definiciones adicionales sobre calidad.

*Definición de **Calidad Total***: Es extender el dominio de la calidad a:

- Todas las prestaciones internas y externas, materiales e inmateriales de los productos y servicios.
- Todas las funciones: desde la comercialización hasta la post-venta, incluyendo todas las funciones técnicas, productivas y administrativas.
- Todos los niveles jerárquicos

con el objetivo por todos lados de lograr cero defectos.

1.- CALIDAD EXPLÍCITA

La calidad explícita está dada en la aceptación del producto por parte del cliente basada en:

- *Una muestra terminada tal y como se entrega*
- *Una explicación documentada, objetiva y detallada por parte del vendedor*

El realizar una encuesta de satisfacción de uso de nuestros productos complementada con la organización de grupos de enfoque para nuevos proyectos, permitirá una calidad explícita más integral y un involucramiento de nuestros clientes en la calidad.

Y como información y herramienta de venta a los clientes se les enseña:

- Una vivienda muestra terminada
 - Como se entrega o la parte básica
 - Con acabados (opciones ofrecidas o sugeridas).
 - Amueblada (para dar idea de su uso) basándose en un análisis de amueblado de todas las áreas y su correspondencia con las instalaciones que implique un estudio de proceso de mudanza asegurando la introducción y colocación de los muebles.
- Una vivienda muestra cortada, despiezada o desarmada o un dibujo en perspectiva cortado para visualizar su contenido.
 - Permite observar de qué materiales y componentes está hecha.
 - Con respectiva explicación gráfica y escrita.

Por parte del vendedor es imperativo asegurar su preparación para que se le brinde al cliente un *excelente trato* y una *información completa* consistente en:

- Explicación del producto
- Precio de venta total y desglosado
- Formas de pago
- Créditos disponibles
- Tiempo de entrega
- Condiciones de compra y de entrega
- Documentos a integrar por parte del cliente
- Manual del propietario y garantías
- Costos estimados de mantenimiento, de gastos comunes y de impuestos y consumos durante el uso en propiedad del inmueble

NOTA: Además es recomendable elaborar una *encuesta de grado de aceptación del producto* a primera vista, eventualmente comparado con la competencia.

Adicionalmente hay que mostrarle al cliente lo siguiente:

1) La maqueta de todo el proyecto para evidenciar la ubicación de la casa o departamento que se escoja o se asigne con sus medianerías y entornos y si existe o no:

- Privacidad
- Caseta de vigilancia
- Acceso directo a vialidades principales
- Menos o más terreno
- Partes propias y partes comunes (definiendo el uso de estas últimas)
- Edificios cercanos
- Instalaciones urbanas

2) Carteles informativos con:

- Programa arquitectónico
- Superficies del terreno y de la construcción
- Futuros crecimientos (posibilidades y limitaciones)
- Régimen de propiedad, condiciones de uso, mantenimiento y convivencia
- Características de los subsistemas y componentes que la construcción (armados de cimentación, armados en superestructura, aislamiento, criterio estructural, etc.)
- Obras de urbanización, infraestructura y equipamiento del conjunto.

3) Muestrarios (paneles) de materiales y accesorios utilizados de:

1. Armado para concreto
2. Block
3. Vigueta y bovedilla
4. Instalación eléctrica
5. Instalación hidráulica
6. Instalación sanitaria
7. Instalación de gas
8. Instalaciones especiales (en su caso)
9. Perfiles de ventanas y puertas
10. Acabados

Toda esta información es una útil asistencia para el responsable de ventas ya que la puede utilizar como medio para conocer completamente las características del proyecto y como, material de ayuda para su demostración a los clientes, evitando así dar respuestas inventadas e improvisadas a las preguntas de los clientes.

En la información que se dé a los clientes es importante incluir las siguientes aclaraciones:

Se desconoce cualquier promesa, acuerdo u ofrecimiento del vendedor o representante que no esté por escrito y firmado por el director o representante autorizado de la empresa.

Los servicios públicos no están incluidos en los alcances del proyecto (suministro de agua, energía eléctrica, recolección de basura, mantenimiento de áreas y obras municipalizadas, etc.)

No se incluye el mantenimiento de la propiedad individual ni condominal.

Las muestras pueden ser parte de la misma obra o estar en un punto de ventas.

Todos estos implementos nos permiten ilustrar la definición real del producto.

Toda la información utilizada para la venta debe ser coincidente con lo que se ejecute y, por tanto, será la referencia para:

- la contratación de proveedores y subcontratistas
- la formalización de compromisos de todos los participantes de la obra
- la aclaración de dudas en obra.

Si las muestras difieren con respecto a lo que se entrega (exceptuando variantes advertidas de materiales naturales comúnmente aceptadas) tendremos *problemas de calidad explícita*. Por tanto se debe tomar muy en serio la ejecución de las muestras para aprovechar la inversión real y productivamente.

En el caso de edificios y obras periféricas, la calidad explícita significa más que sólo la utilidad del producto para el usuario, también incluye su ubicación y el efecto que su construcción va a tener sobre su entorno y las condiciones de vida; por ello, el procedimiento de implementación de la calidad consta de dos pasos: El primer paso es analizar el lugar y las condiciones bajo las cuales la construcción se va a edificar y usar y, el segundo paso es escoger y definir las funciones requerida bajo esta condiciones.

Para la consideración integral de la calidad explícita, hay que tomar en cuenta los hechos y soluciones particulares de la construcción misma analizando lo que se esté construyendo, las características del sitio donde se esté construyendo, la fecha de entrega de la obra terminada y de inicio de su utilización y la forma en que se va a utilizar.

En la siguiente figura **A.16** se desglosan las condiciones de calidad explícita que conviene considerar en las edificaciones de vivienda.

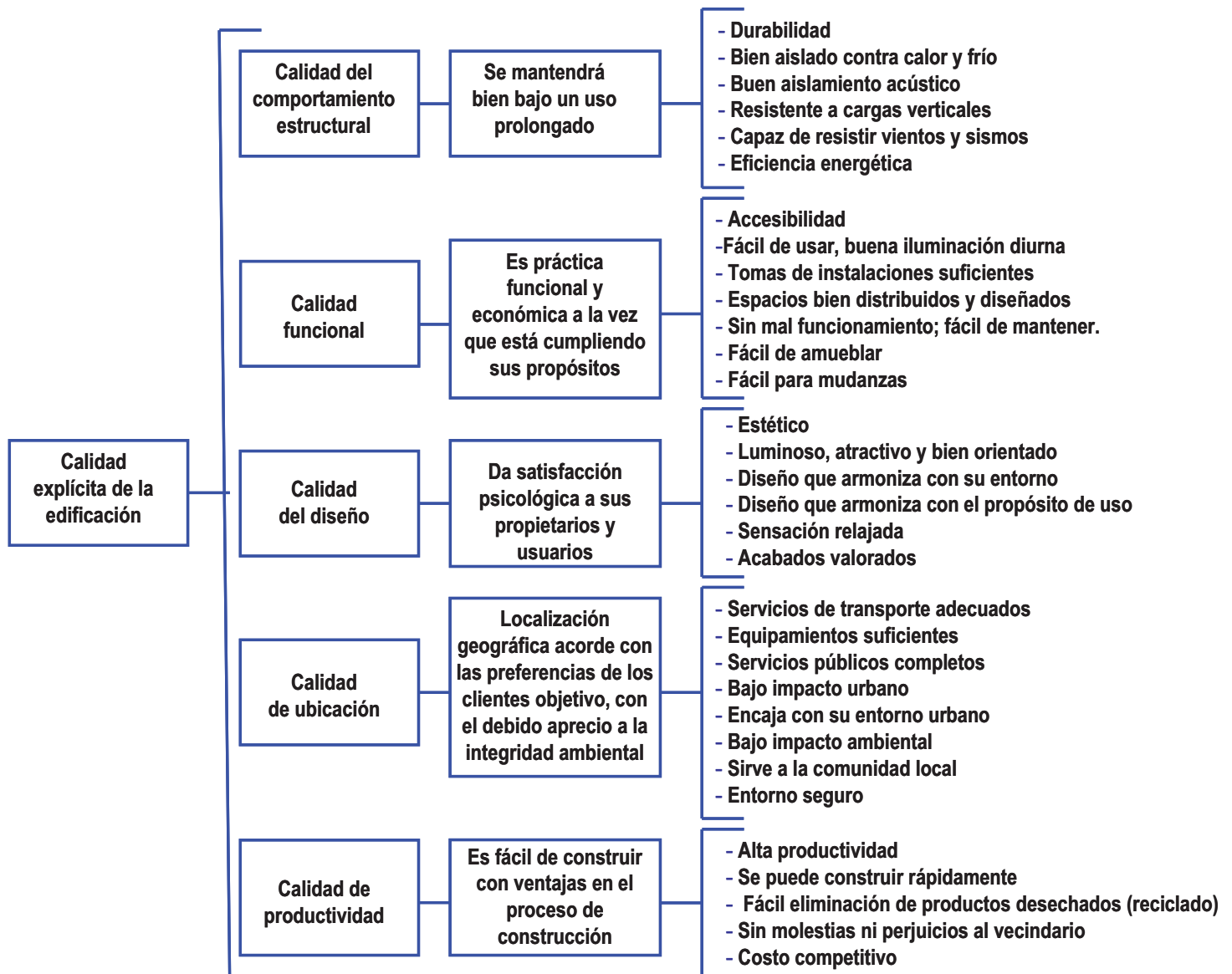


Figura A.16 - DEFINICIONES DE LA CALIDAD EXPLÍCITA PARA EL CASO DE VIVIENDAS

2.- CALIDAD IMPLÍCITA

El cliente da por hecho que nuestros productos van a comportarse sin *fallas* ni *disfunciones* y, sin embargo, se dan variados y serios problemas en la realidad a causa de la ingenuidad (por pensar igual que el cliente sin asumir la obligación de asegurarse la calidad) y la negligencia de los arquitectos (al suponer que los ejecutores de los trabajos saben hacer bien su trabajo) quienes se enfocan más en las características formales que en las de contenido.

El continuar haciendo siempre lo mismo sin reaccionar con reflexiones de fondo y, sin mucho menos, prevenir las fallas y disfunciones potenciales conforma, a través de la repetición persistente de problemas, reclamos y demandas, una pésima imagen que afecta profundamente el prestigio profesional de los arquitectos.

Los ingenieros civiles en ocasiones cubren estos vacíos que dejan los arquitectos pero lo hacen de manera parcial cubriendo su especialidad pero dejando sin resolverse lo demás.

Por otro lado, hasta ahora es suicida confiar ciegamente en los que directamente hacen la obra ya que no existe en ellos un profesionalismo formalizado a través del respaldo de un sistema establecido de capacitación profesional (como existe en otros países) para obreros de la construcción en todas sus especialidades y niveles.

Se ha constatado que los trabajadores de la construcción tienen una excelente habilidad manual, fuerza, destreza e ingenio y, por tanto, se tiene buena materia prima pero hay que capacitar y más bien formar a los trabajadores de la construcción ya que por la escala de las obras actuales, por la cada vez más dinámica evolución de la tecnología y por la creciente y justificada exigencia de los clientes no podemos seguir pensando en que el tradicional maestro de obras, el maestro plomero, el yesero, etc. sigan vigentes como enseñantes de la mano de obra y garantes de la calidad.

Es evidente la falta y necesidad de escuelas dedicadas a la formación de trabajadores y técnicos de la construcción y, por tanto, en cada empresa se debe establecer un **procedimiento** de capacitación para las obras incluyendo y aprovechando el conocimiento y habilidades que los trabajadores ya tengan.

La necesaria formación de la mano de obra para el logro de la calidad es indudable, pero *el fondo de la mala calidad estriba en el desconocimiento de contenido técnico de los arquitectos* y demás profesionales, principalmente sobre características de los materiales y componentes, de detalles constructivos (anclajes, soportes, remates, interfases, protecciones, estanqueidades, uniones, etc.) y de procedimientos de construcción.

La tecnología del bien construir está poco conocida y priorizada. El desconocimiento se refleja en una deficiente, incongruente e incompleta información en los planos de diseño ejecutivo donde se dan casos de información equivocada, repetida a varias escalas, insuficiente o que denota una falta total de conocimiento técnico al proponer, en algunos casos, soluciones impropias o incluso absurdas.

Los planos deben tener una importancia especial ya que no sólo son dibujos indicativos generales sino la descripción pormenorizada de las características y procedimientos de ejecución de un diseño. El proceso de elaboración de planos requiere de análisis razonado y de imaginación referido a la obra en ejecución y terminada, buscando la optimización económica y técnica.

Los ejecutantes de los planos deben ser personas con conocimiento y experiencia en comportamiento estructural y mecánico, costos, así como en procesos de construcción y fabricación para que puedan imaginar con certeza las características y los procesos de ejecución de lo dibujado. El conocimiento y experiencia se deben complementar por la participación de los responsables de obra y de costos y, por los subcontratistas y proveedores.

A continuación se enlistan los objetos múltiples que deben cubrir los planos.

Los planos son:

- Instrucciones gráficas y escritas en términos de especificaciones e instrucciones para la realización física de las obras, por tanto deben de ser leídos y comprendidos por todos los ejecutantes evitando la posibilidad de interpretaciones personales.
- Documentos oficiales y legales que se entregan a las autoridades para su aprobación, registro y archivo y a organismos de servicios públicos y, por tanto, deben indicar en sus dibujos y especificaciones el cumplimiento tácito con el reglamento de construcciones, con sus normas técnicas complementarias y con las normas mexicanas y normas oficiales mexicanas o extranjeras aplicables.
- Anexos al contrato o subcontrato del total o parte de la obra respectivamente y por tanto deben reflejar el alcance completo de la prestación contratada así como de su relación con y entre los demás ejecutantes y participantes de la obra.
- Información útil para los clientes para dar el adecuado uso, cuidado y mantenimiento a su propiedad así como para que en caso necesario conozcan las características del inmueble en caso de quererse hacer modificaciones o implementaciones permitidas.
- Medios didácticos de ayuda al aprendizaje de lectura de planos, dibujo, representación y técnica constructiva. Si el conocimiento no está bajado a todos los colaboradores de la empresa no se aplica y es como si la empresa no lo tuviera. Un medio eficiente para el bajado de la información son los propios planos. Si los planos se detallan, se explican y se respetan, el conocimiento fluye y es aprovechado en la empresa.
- Referencia útil para el desarrollo de futuros proyectos no sólo como datos sino como parte del trabajo aprovechable y adecuado a casos específicos que ahorra mucho tiempo y esfuerzo. Lo único que hay que revisar cuidadosamente es su adecuación e implementación con objeto de evitar datos que no apliquen o de omitir datos específicos de un proyecto concreto.

Por tanto los planos son documentos multipropósito de gran valor como recurso de la empresa y deben elaborarse con la mejor calidad de composición, calidad de línea, legibilidad, referenciación y contenido, sin omisiones, duplicidad, redundancia, contradicción o errores en los datos plasmados.

Hasta donde sea posible, hay que buscar que los planos contengan toda la información necesaria, incluso cuantificaciones de materiales, componentes y otros insumos.

La información generada acumulativamente en los planos de los proyectos va conformando gradualmente una base de datos de gran utilidad para usos diversos de la empresa y para el desarrollo de su saber hacer.

No sólo hay que hacer planos arquitectónicos, estructurales de instalaciones (generalmente sólo indicativos), de acabados, etc. sino también los ya mencionados en incisos anteriores: planos integrales o de bloque con todos sus detalles así como planos de proceso (de taller, secuenciales, cinemáticos, etc.) donde se puedan incluir todos los datos incluso dibujando a las cuadrillas tipo y las actividades asignadas a cada obrero.

El empleo de planos secuenciales puede extenderse a todas las actividades que integran un proyecto como las de comercialización (ventas, escrituraciones, etc.), de financiamiento (ingresos y pagos de créditos puente, etc), de tramitaciones oficiales, etc., además de las propias de obra.

Un control de avance extensivo y a la vez pormenorizado permite mayores logros de eficiencia.

La realización de los planos debe ser el fruto del trabajo participativo de los involucrados en cada equipo de proyecto y del staff de la empresa y, por tanto, el contenido y su forma de representación están en constante proceso de optimización ya que las experiencias y aplicaciones novedosas de los proyectos subsecuentes van aportando mejoras.

Existen, en la normatividad internacional, normas que definen el alcance, los criterios de acotamiento y de representación y simbología que pueden aprovecharse como referencia para la ejecución de planos. También los reglamentos de construcción exigen un mínimo de Información en los planos que hay que tomar en consideración.

Lo primero que se ocurre para asegurar la calidad implícita, una vez vista la necesidad de reforzar el conocimiento técnico en el saber hacer constructivo, es definir por donde comenzar para no perderse y divagar en la gran diversidad de información disponible.

El problema generalizado de la vivienda es su calidad. Los resultados de mala calidad y de poca durabilidad se dan principalmente por la falta de cuidado en los detalles que prevengan defectos y fallas.

El partir de la detección de los defectos y fallas más recurrentes que reclaman los clientes, nos enfocará a buscar su solución en libros, manuales, reportes, revistas y fichas técnicas así como recurriendo a organismos y centros especializados tanto nacionales e internacionales.

Debemos asegurar que las viviendas y sus obras periféricas y complementarias no tengan las fallas y disfunciones más recurrentes y para ello se presenta en el siguiente diagrama (figura A.17) el aseguramiento de calidad que debe darse en varios conceptos identificados como más problemáticos o que más se repiten.

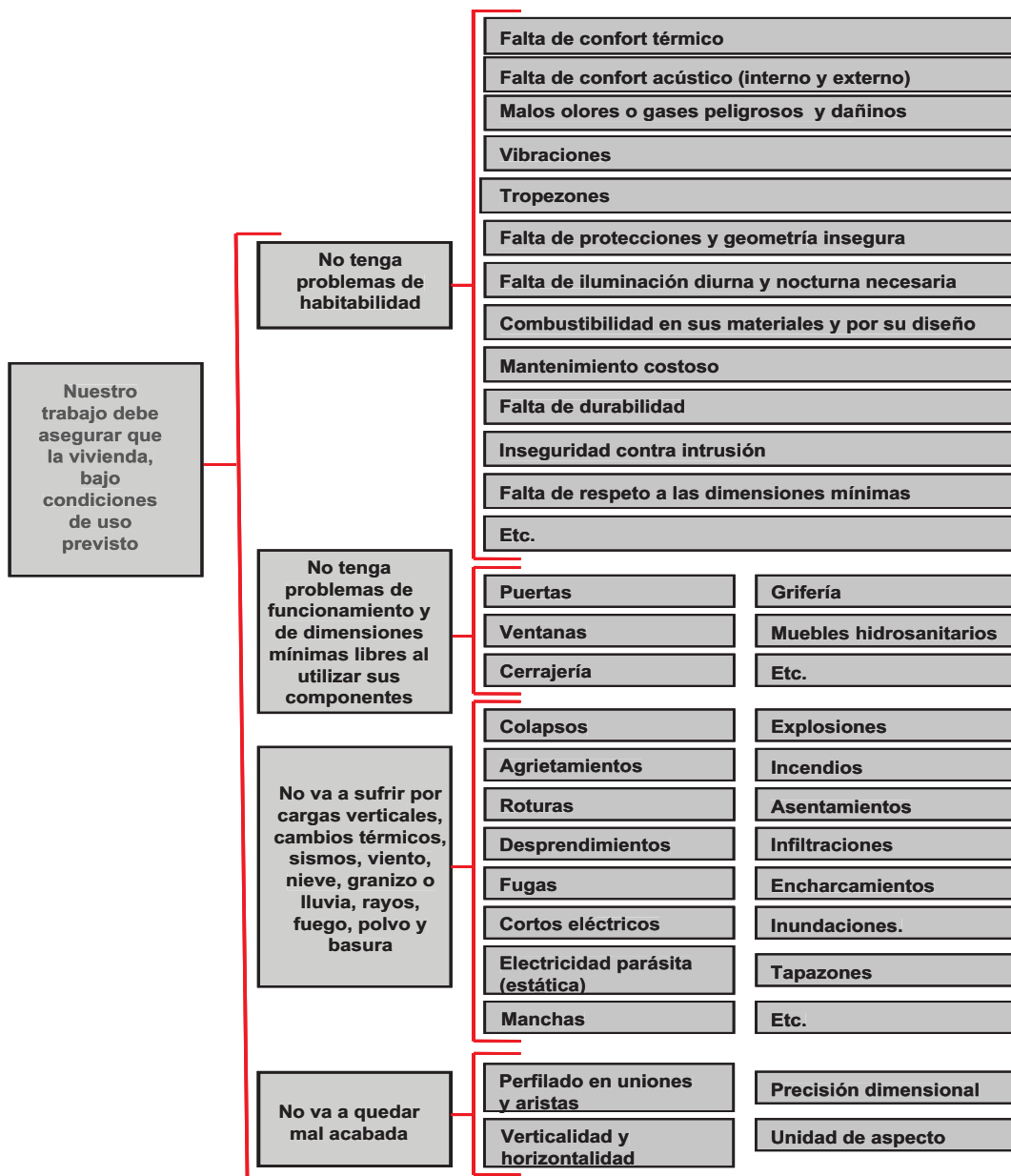


Figura A.17 – CALIDAD IMPLÍCITA: FALLAS DE MAYOR RECURRENCIA PROBABLE A EVITAR

Adicionalmente conviene replantear el contenido del diseño que se ofrece buscando una adecuación de la definición de sus características con las necesidades, requerimientos y preferencias a la vez que se intenta el dominio de la calidad a través de una mayor autoexigencia de desempeño dentro de la empresa.

La siguiente figura **A.18** muestra la situación a la que nos enfrentamos y la focalización hacia la calidad dominada.

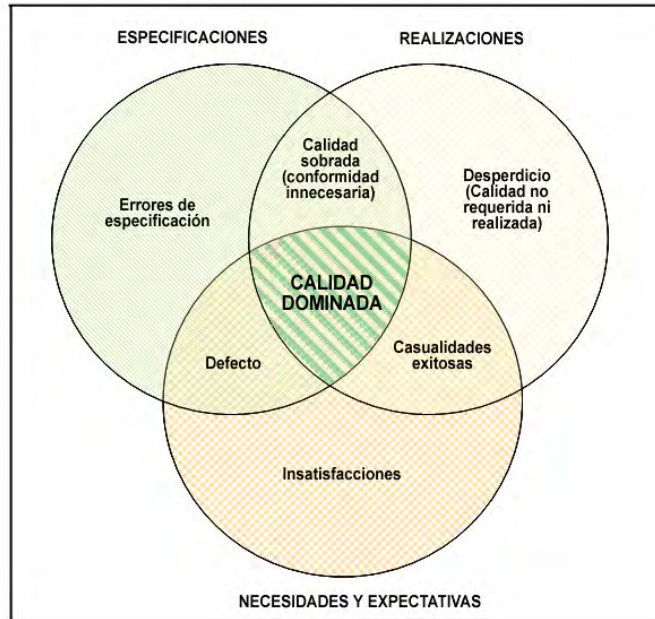


Figura A.18 – ADECUACIÓN DE REQUERIMIENTOS A LA REALIZACIÓN DE UN PROYECTO
Fuente: Gérer la Qualité de la Construction – Construction et Qualité – Figura 17 p 58

Para reducir lo más posible el riesgo de la falta de calidad implícita en primera instancia debemos considerar en nuestro trabajo los siguientes soportes (Figura **A.19**):



Figura A.19 – SOPORTE A UTILIZAR PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

La utilización incremental y sistemática de estos soportes evita incurrir en altos costos y desavenencias al asegurarse del buen desempeño de las soluciones adoptadas.

Describiendo brevemente las características y alcances de interés para nuestro propósito, se incluyen a continuación algunas definiciones y comentarios.

2.1. Normalización

La *Normalización* (estandarización) tiene por objeto el suministrar documentos de referencia (normas); que contienen soluciones a problemas técnicos y comerciales que conciernen a los productos y a los servicios que se dan de manera repetitiva en las relaciones entre interventores económicos, científicos, técnicos y sociales.

Las normas principalmente se aplican para definir las características requeridas de:

- Materias primas
- Ensayos de estudio, de conveniencia y de control
- Procedimientos
- Productos
- Servicios

en un contexto industrial.

Las normas tienen un alcance nacional e internacional.

Todos los tipos de normas permiten ir asegurando la calidad desde las materias primas hasta llegar al producto final (o servicio) pasando por todas las fases clave que confirmen su calidad.

El describir las características que deben tener los materiales y componentes, así como los procedimientos adecuados a seguir para lograr con “certeza” sus características y desempeños esperados, nos da la confianza y la seguridad de que lo que hacemos no nos va a generar problemas de fallas inesperadas con costosas consecuencias de diferente gravedad.

2.2. Ensayos

La constatación de características, no evidentes con los cinco sentidos que tenemos, requiere de ensayos.

Los ensayos implican simular o igualar, con una inversión económica reducida, las condiciones a las que va a estar sujeto un material o un producto.

Es un medio magnífico para no estar con la zozobra por esperar la realidad para confirmar si por suerte nuestros supuestos se cumplieron o no y que tanto.

Los ensayos pueden verse como un nuevo descubrimiento de poderosas herramientas que nos permitirán lograr sobre piso firme la optimización e implica enriquecer la cultura de la empresa al incluir estas prácticas que conllevan un alto rigor metodológico en las actividades.

Por ello se reitera que, *para satisfacer las necesidades y lograr ir optimizando los resultados de productos para la construcción, no ha aparecido hasta ahora nada más eficaz que nos permita conocer sus desempeños que los ensayos.*

Con los ensayos a los productos, donde se igualan o superan las condiciones a las que van a estar sometidos en su vida útil de funcionamiento, se logran resultados concretos basados en hechos y no en suposiciones subjetivas.

Los ensayos nos permiten optimizar los productos ya que si no se hicieran nunca se sabría si, después de varias fallas y problemas, las soluciones tomadas no estarían sobredimensionadas y por cuanto, con los correspondientes sobrecostos implicados.

Los ensayos permiten optimizar los diseños de los productos reforzando solamente donde es necesario solamente y ello hace a una organización más competitiva y, en muchos de los casos, innovadora ya que cualquier nuevo producto en el que se corrobore su buen desempeño a través de los ensayos asegura su aceptación.

Por tanto, *la práctica de los ensayos hace aparecer paralelamente efectos secundarios benéficos* ya que nos permiten verificar que las características reales corresponden con las características teóricas durante el diseño de un producto nuevo con eventuales mejoras para seguidamente aplicarlas.

De cualquier innovación, los ensayos nos permiten saber si el producto o material nuevo responde bien a las características deseadas, evitando utilizar un producto riesgoso.

Los ensayos son importantes para descubrir posibles fallos de diseño o del producto a costo muy bajo y para encontrar las características a mejorar hasta llegar a la buena solución antes de su aplicación total prevista.

Los ensayos nos sirven también para confirmar que con los medios disponibles en la obra se puedan lograr las características indicadas por una norma o una especificación. Finalmente, existen los ensayos de control de calidad, los cuales van destinados al seguimiento de la calidad de la producción.

A continuación se resumen en el siguiente diagrama (Figura A.20) los diferentes tipos de ensayos utilizados:

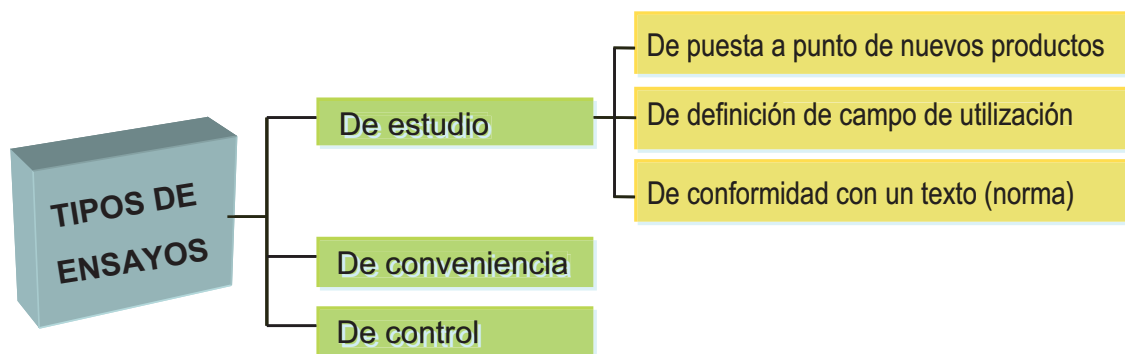


Figura A.20 – TIPOS DE ENSAYOS

El ensayo de estudio, se ejecuta enteramente en el laboratorio con los componentes que serán utilizados en la obra con objeto de determinar la composición del material estudiado, tomando en cuenta las características requeridas y las condiciones de puesta en obra.

El ensayo de conveniencia, tiene por objeto verificar que con los medios de la obra se pueda realizar, con un mínimo de imprevistos, el material definido por el ensayo de estudio; se busca igualmente verificar que las cantidades constitutivas previstas, por unidad de medida, sea realmente dicha cantidad de medida.

El ensayo de control, tiene por objeto verificar la regularidad de fabricación y controlar que las características prescritas están bien logradas.

Un producto puede requerir varios tipos de ensayos dado que existe una marcada tendencia a diseñar productos con propósitos múltiples llamados por ello “multipropósito” donde se busca que un solo material o componente cumpla con características de resistencia mecánica, aislamiento, impermeabilidad, aspecto, resistencia al fuego, etc.

Los ensayos de un material o componente también se van haciendo conforme al ciclo de fabricación donde se va probando su calidad desde la materia prima, la dosificación, el mezclado, el endurecimiento o maduración y el producto final.

Las normas son excelentes bases que nos dan el rigor y la confiabilidad de las pruebas.

El empleo sistemático de equipo de laboratorio de pruebas propio, como parte del proceso regular de control de los componentes de obra directamente efectuado por la organización tiende a convertirse en parte importante de una nueva manera de hacer las cosas.

A continuación incluimos en la figura A.21 fotografías de ensayos a algunos materiales y componentes.



Fig. A.21a - Ensayo de escalera de concreto armado -
Imagen tomada del *Informe Anual 2000* - CERIB – p. 8



Fig. A.21b - Ensayo de bovedilla de poliestireno
expandido
Imagen tomada del *Catálogo de PPB SARET*



Fig. A.21c- Ensayo de muretes de block de concreto -
Fotografía tomada en el *Instituto de Ingeniería UNAM*



Fig. A.21d- Ensayo de pilas de block de concreto -
Fotografía tomada en el *Instituto de Ingeniería UNAM*

Figura A.21A - ALGUNOS EJEMPLOS DE ENSAYES DE CALIDAD

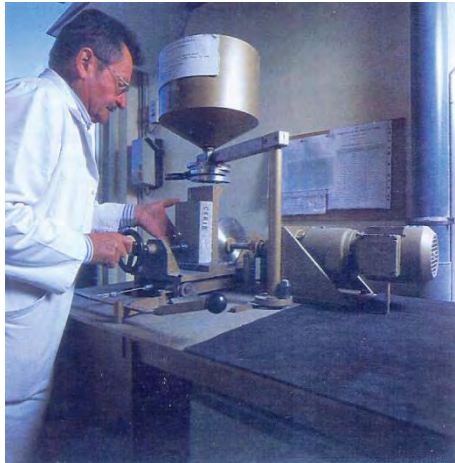


Fig. A.21e - Ensayo de abrasión sobre adoquines de concreto -Imagen tomada del *Reporte de actividades* — CERIB 1995 - p.17

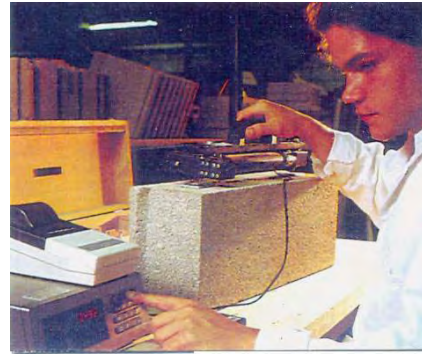


Fig. A.21f - Medición de retracción sobre bloques de concreto
Imagen tomada del *Reporte de Actividades* – CERIB 1995 - p.11



Fig. A.21g - Prueba de frotación sobre losetas para evaluar sus características antideslizantes - Imagen tomada del *Reporte de actividades* — CERIB 1995 - p.14



Fig. A.21h -Prueba al estado límite de esfuerzo cortante para losas alveolares de concreto presforzado - Imagen tomada del *Reporte de actividades* — CERIB 1991 - p.11

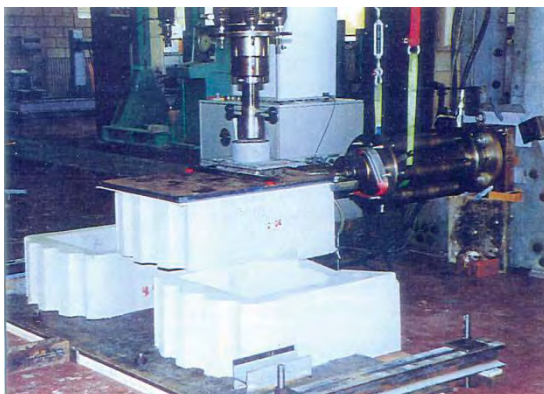


Fig. A.21i - Ensayo de muro de contención de piezas apiladas en seco - Imagen tomada del *Reporte de actividades* — CERIB 1995 - p.23

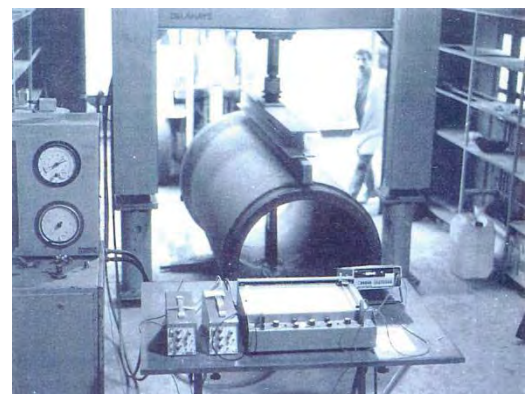


Fig. A.21j -Prueba de carga a un tubo de drenaje sanitario - Imagen tomada del *Reporte de actividades* — CERIB 1986 - p.16

Figura A.21B - ALGUNOS EJEMPLOS DE ENSAYES DE CALIDAD

Salvo excepciones contadas no se tiene el hábito de hacer ensayos. En la gran mayoría de los casos, los ensayos que se acostumbran hacer son sólo de control de calidad ya que son los exigidos por los reglamentos de construcciones y por tanto, *en los ensayos se puede ver un nuevo camino que ayude a las empresas a cristalizar la optimización de los productos que se utilicen para incrementar su competitividad al ir perfeccionando materiales, componentes y procesos a costos más reducidos.*

Los ensayos son una excelente ayuda para el logro de la calidad asegurada al mínimo costo aprovechando paralelamente el saber hacer internacional y sin comenzar de cero.

Los acostumbrados supuestos, surgidos de lo que nos imaginamos al ser sustituidos por hechos contundentes dados por los ensayos ahorran también discusiones bizantinas y simulaciones numéricas alejadas de la realidad.

La optimización que se busque tiene un soporte sólido en los ensayos.

2.3. Reglamentación

La Reglamentación es un conjunto de documentos “**REGLAMENTOS**” (de apoyo a las leyes) expedidos por una autoridad regional o local para el *cumplimiento de prescripciones enfocadas al bienestar de la comunidad* a la que rige.

Los reglamentos principalmente se aplican para definir las características requeridas de:

- Habitabilidad
- Funcionamiento
- Seguridad
- Higiene
- Acondicionamiento ambiental
- Prevención de emergencias (incendio, sismo, ciclones)
- Convivencia
- Modificación del entorno
- Procedimientos administrativos

Los reglamentos tienen un alcance local o regional.

Las **ESPECIFICACIONES** son *documentos redactados y condensados por los involucrados en la producción* (fabricación o construcción) que adoptan las normas o parte de ellas que le son aplicables para la realización de un producto o servicio y, respetan los reglamentos que les sean impuestos.

Las especificaciones principalmente se aplican para definir el producto o el servicio en términos de:

- Características
- Alcances
- Normas a cumplir
- Reglamentos a cumplir
- Interfases
- Interacciones
- Procedimientos
- Forma de cuantificación y pago, en su caso.

Las especificaciones se formalizan mediante la *redacción y firma de contratos* entre las partes involucradas, por tanto su alcance legal queda limitado al objeto de los mismos.

El encadenamiento de aplicación de las normas en conjunto con la fundamental ayuda de los ensayos documentados y registrados, nos permite revisar posteriormente todo el seguimiento de un proceso productivo ya sea para identificar alguna falla en el procedimiento, en caso de algún problema detectado, para buscar oportunidades de optimización o simplemente para llevar a cabo una auditoría o una doble verificación.

A esta acción se le denomina trazabilidad.

2.4. Trazabilidad

La *Trazabilidad* es la acción de obtener y registrar la historia del origen:

- De las materias primas y las partes
- Del tipo de pruebas efectuadas
- De los pasos de control
- Del destino

en la cadena de la calidad de un producto o servicio.

La calidad implícita es muy dependiente de las normas, reglamentos y de las especificaciones desarrolladas en la empresa apoyadas en dichas normas y reglamentos que nos dan la posibilidad de hacer medible el desempeño esperado de los productos.

Lo realmente útil es que podamos predecir el buen desempeño técnico de todo un proyecto en el futuro gracias a la similitud o igualdad de desempeños de las partes de que está concebido con los desempeños “probados” de experiencias y resultados históricos y a los resultados constatados en las pruebas de control de dichas partes.

3.- CALIDAD COMPETITIVA

La *Calidad Competitiva* tiene como objetivos:

- Superar por mucho lo que la competencia ofrece
- Superar las expectativas del cliente
- Ofrecer un precio atractivo con costos optimizados



Para implantar con éxito la calidad competitiva, el recurrir a la práctica continua de comparativas (Benchmarking) contra la competencia directa e indirecta, referencias internacionales y referencias funcionales así como el establecimiento de grupos de enfoque (focus groups) y encuestas a los clientes de manera continua, será fundamental para ir afinando la búsqueda de un diseño empático con las necesidades, expectativas, preferencias y posibilidades de los clientes.

POLÍTICAS PARA LA CALIDAD

Para lograr la *calidad explícita, implícita y competitiva* necesitamos trabajar en el aseguramiento de la calidad; partiendo de *la identificación de la no-calidad* (Figura A.23) hasta llegar a *la calidad total* (Figura A.24) e implantar procedimientos de mejora continua como la administración de proyectos y un trabajo en equipo con un enfoque que integre a la calidad para llegar finalmente a la certificación efectuada por un organismo certificador.



Figura A.23 – LA NO-CALIDAD

*Figura tomada de : Enseigner la Qualité BTP - Tema – 1 p. 14 – Tema 9 - Agence Qualité Construction
Ministère de l'Éducation Nationale Eurequip - Editorial Nathan, Paris, 1993.*

La calidad total implica un proceso de desarrollo constante elaborado en equipo por todas las áreas, superando la actual cultura profesional en el medio, teniendo como principales objetivos a la cooperación y la medición.

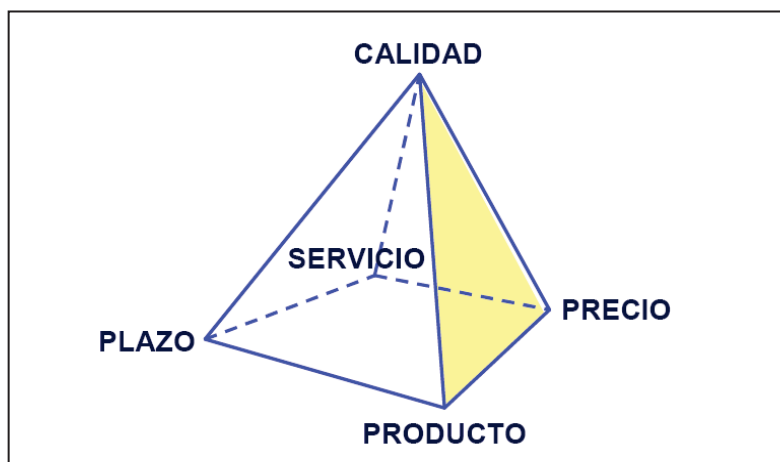


Figura A.24 – LA CALIDAD TOTAL

Figura tomada del : Bulletin Technique du Bureau - Veritas - Sept. Oct. 1986. Vol-15- No. 9-10 – p. 359

Para lograr la cooperación el mejor medio es el trabajo en equipo al cual pueden asignarse las responsabilidades propias de los bien conocidos círculos de calidad implementados con éxito inicialmente en Japón y, posteriormente, en casi todos los países.

Por lo que respecta a la medición, es fundamental *traducir la voz del cliente a algo que podamos medir* para poder evaluar la calidad en términos de cumplimiento de requisitos preestablecidos.

Hay que ponerle un número a lo medible el cual se llama indicador de calidad.

Los indicadores para medir la calidad los dan:

- La competencia
- Los clientes
- El mismo proceso
- Las normas, reglamentos y especificaciones.

La medición contra la competencia se da a través de una comparativa (benchmarking) donde la comparación necesita hacerse numéricamente para que sea objetiva. (Vg. Comparación de: Programa arquitectónico, superficie construida, longitud de frente de closets por casa o por persona, etc.).

El empleo de indicadores cuando no hay un cliente identificado (cuando se dan a la venta las casas al mercado abierto), ante un cliente desconocido, el análisis de valor soportado por un estudio de mercado es fundamental.

Al mismo proceso se le puede asignar indicadores de eficiencia (rendimientos, duraciones, tolerancias, etc.).

Las normas, reglamentos y especificaciones, siempre tienen medios de medición para elaborar el cumplimiento de sus exigencias.

También debemos estar conscientes que la cadena de la calidad es integral, si un eslabón de esta cadena falla, de nada sirve la robustez y la eficiencia de los demás eslabones.

El **ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD** es un conjunto de acciones *preestablecidas y sistemáticas* necesarias para dar la confianza apropiada ya sea a un producto o un servicio que deberá satisfacer las exigencias dadas relativas a la calidad (Ref. NF X 50-120).

La implantación de un importante programa de aseguramiento y de control de la calidad nos permite administrar, con el rigor requerido, el seguimiento de nuestra producción y ofrecer a nuestros clientes productos de buen desempeño siempre adecuándose con su función y en conformidad con la normalización en vigor.

LA CALIDAD

- No es el resultado de la casualidad
- No es el efecto de una acción puntual
- No se improvisa ni se constata
- Se hace (se fabrica) paso a paso

El aseguramiento se logra con rigor aplicado en:

- Involucramiento
- Capacitación
- Planeación
- Preparación
- Ejecución
- Seguimiento (con control estadístico)
- Entrega-Recepción
- Trazabilidad

En segunda instancia para su aplicación necesitamos:

- Personas competentes
- Actitud positiva
- Capacitación (implica la certificación del personal técnico, de la mano de obra de proveedores y de subcontratistas y de su constante vigencia)
- Formalización de compromisos
- Disciplina

Para lo cual se requiere tener la autoridad y la disposición de apoyo y confianza para evitar cuantiosos sobrecostos inesperados.

La calidad de un servicio o un producto no podrá ser superior a la calidad de las personas que responden directamente de su prestación o de su elaboración.

Como ya hemos dicho, debemos filtrar los procesos y productos. Los filtros son:

1. La seguridad e higiene
2. La calidad *
3. El costo
4. La productividad
5. Las entregas a tiempo

Posteriormente los servicios complementarios y las condiciones adicionales.

* *La calidad va antes que el costo y la productividad para reducir los riesgos de fracaso económico.*

Una manera eficiente de adoptar la metodología de trabajo impuesta por la calidad, por parte de una organización, es la certificación ante un organismo reconocido.

La certificación implica un desarrollo de disciplina organizativa en las costumbres de la empresa muy profundo.

Hay que, con claridad documentada, *decir lo que se hace, hacer lo que se dice y demostrarlo.*

La certificación, promovida por la ISO (por sus siglas en inglés: **I**nternacional **S**tandard **O**rganisation) y cada vez más extendida da a las empresas una seguridad interna de buenas prácticas organizativas al confirmar su competencia consigo misma y una buena imagen hacia los clientes a los cuales se les da la seguridad de estar tratando con una empresa seria y bien organizada.

Hay varias normas a cumplir tanto de buenas prácticas administrativas (ISO 9000) como de requisitos medioambientales (ISO 14000).

La ISO incluye todo tipo de normas (de materias primas, de materiales, de procedimientos, de productos de servicio,... y en este caso de *desempeño de empresas*).

La ISO edita normas de uso internacional las cuales son adoptadas como normas nacionales por varios países. Otras normas de uso internacional son las normas europeas EN y también son muy usadas como referencias las normas norteamericanas ASTM y ANSI.

Las normas ISO más populares para certificar a la forma en que las empresas están organizadas y administradas son las normas del sistema de calidad de la serie ISO 9000. (ISO 9001 – Modelo para el aseguramiento de la calidad en diseño, desarrollo, producción y prestaciones asociadas; ISO 9002 – Modelo para el aseguramiento de la calidad en producción, instalación y prestaciones asociadas; ISO 9003 – Modelo para el aseguramiento de la calidad en control y ensayos finales....). Certifican a las empresas pero no a los productos que hagan; cada producto, procedimiento y pruebas de cumplimiento son motivo de otras normas.

Para mantener la vigencia de la certificación se requiere estar actualizando el registro cada tres años a través de auditorías que constaten que la empresa auditada sigue cumpliendo con las políticas de calidad aprobadas por el sistema de la ISO.

Hay ya varios clientes en el sector público que exigen, en el caso de una licitación, que los ofertantes estén certificados ya que eso les da una seguridad inicial de profesionalismo y seriedad.

En la siguiente gráfica (Figura A.25) se muestra el proceso de certificación a seguir.



1) Referencia: Es el documento que describe las exigencias a las que el sistema debe satisfacer para ser certificado. Es un modelo muy referencial que no concierne a las competencias técnicas de la empresa sino a su organización. En nuestro caso, un referente importante está dado en la metodología de la administración por proyectos y en la organización que requieren las empresas orientadas a proyectos.

Figura A.25 - PROCESO DE CERTIFICACION DE UNA ORGANIZACION
Fuente: Enseigner la Qualité BTP, Agence Qualité Construction, Ministère de l'Éducation Nationale, Eurequip, Édít. Nathan, 1993, Theme-12, p.17.

La certificación se está aplicando cada vez más y no sólo a las empresas sino también a nivel personal de los profesionales de diferentes disciplinas, dentro de ellas la de Arquitectura; también hay procesos de certificación para técnicos medios y oficiales de diferentes tipos de oficios, los cuales al igual que para las empresas conllevan un seguimiento trianual para constatar y actualizar la vigencia de la certificación.

La vigencia es importante ya que, dada la vertiginosa evolución tecnológica en todos los campos, es crucial estar siempre al corriente de los últimos adelantos y las reglas del arte. En caso contrario, es muy fácil llegar a la obsolescencia por estarse viendo sólo internamente y sobre todo por permanecer estático y no irse actualizando.

Por otra parte el *sistema de calidad* también debe estar en constante mantenimiento ya que se trata de una dinámica que no se satisface con un simple hecho por muy brillante que sea durante su implantación, sino que necesita de un avance y un enriquecimiento continuo a manera de incrementar la competitividad de la empresa.

Este mantenimiento trae consigo un proceso de mejora continua que parte de un análisis de oportunidades de mejora de productos y servicios para los clientes potenciales. La siguiente figura A.26 nos representa esta acción.

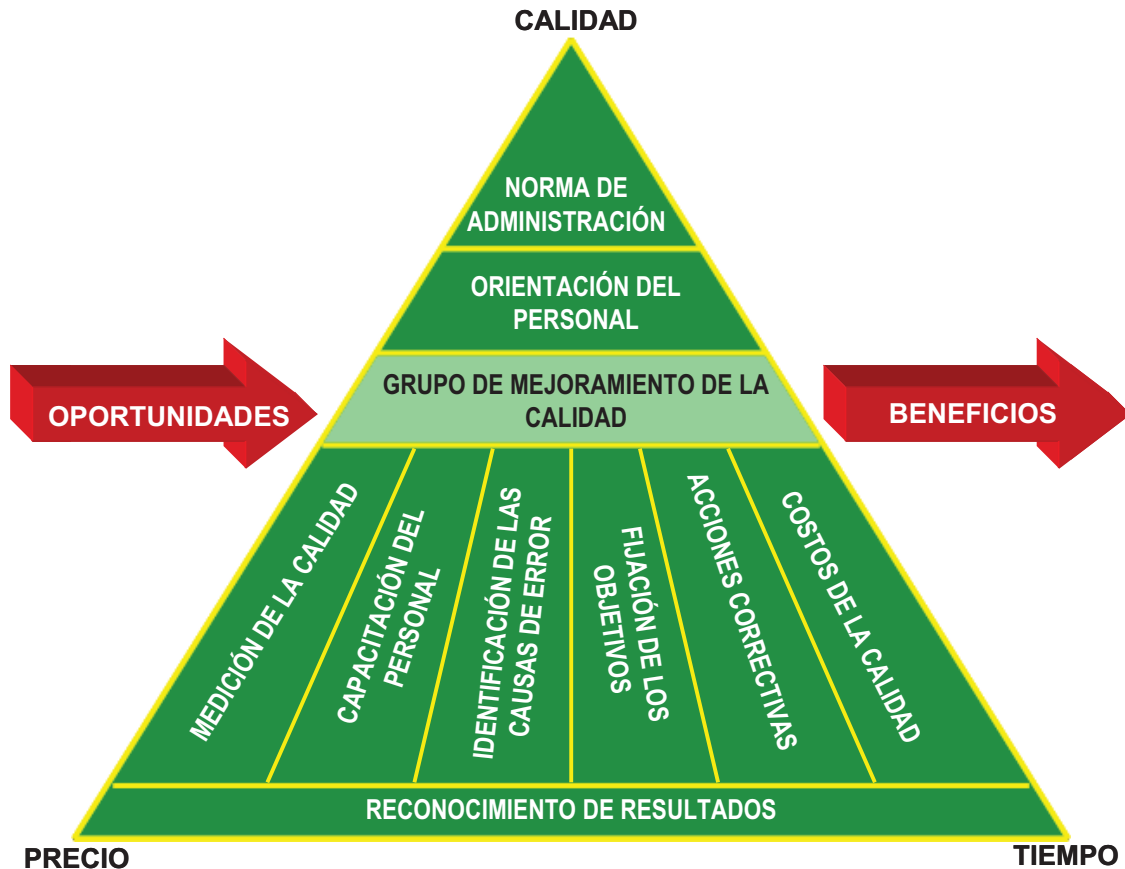


Figura A.26 - MEJORA CONTINUA DE LA CALIDAD

Fuente : *Gestion de la Qualité dans la Construction* – p. 83 Figura 4.10 - Ministère de l'Éducation Nationale Euroquip - Editorial Nathan, Paris – 1993.

Es fácil deducir que la calidad total no es un objetivo estático al que se llega y se tiene en propiedad permanente sino por el contrario, exige una constante renovación y un mantenimiento para no perderla.

La calidad total es la relación de cinco imperativos: La búsqueda sistemática de la excelencia, el logro de la conformidad contra las exigencias requeridas, la medición para lograr el aseguramiento de la calidad, la prevención por detección de errores posibles, sus causas y su eliminación de no conformidad y, todo ello enmarcado por la responsabilidad asumida por parte de todos los implicados en el proceso.

La competencia y confiabilidad de las personas vuelve a salir reluciendo, como requisito fundamental para el logro de la calidad total.

En la siguiente figura **A.27** se esquematiza la interacción de los cinco imperativos de la calidad total.



Figura A.27 – LOS CINCO IMPERATIVOS DE LA CALIDAD TOTAL

Fuente: Enseigner la Qualité BTP - Tema 1 – p. 18 - Agence Qualité Construction - Ministère de l'Éducation Nationale Eurequip - Editorial Nathan, Paris, 1993.

Las implicaciones, en constante movimiento, que hay que ir integrando para mantener constante la calidad total se agrupan en un plan de acción de calidad el cual articula a todas las acciones que de manera rutinaria se van efectuando.

El siguiente diagrama de la figura **A.28** muestra las relaciones y niveles de encadenamiento de acciones y registros documentados a llevar a cabo.

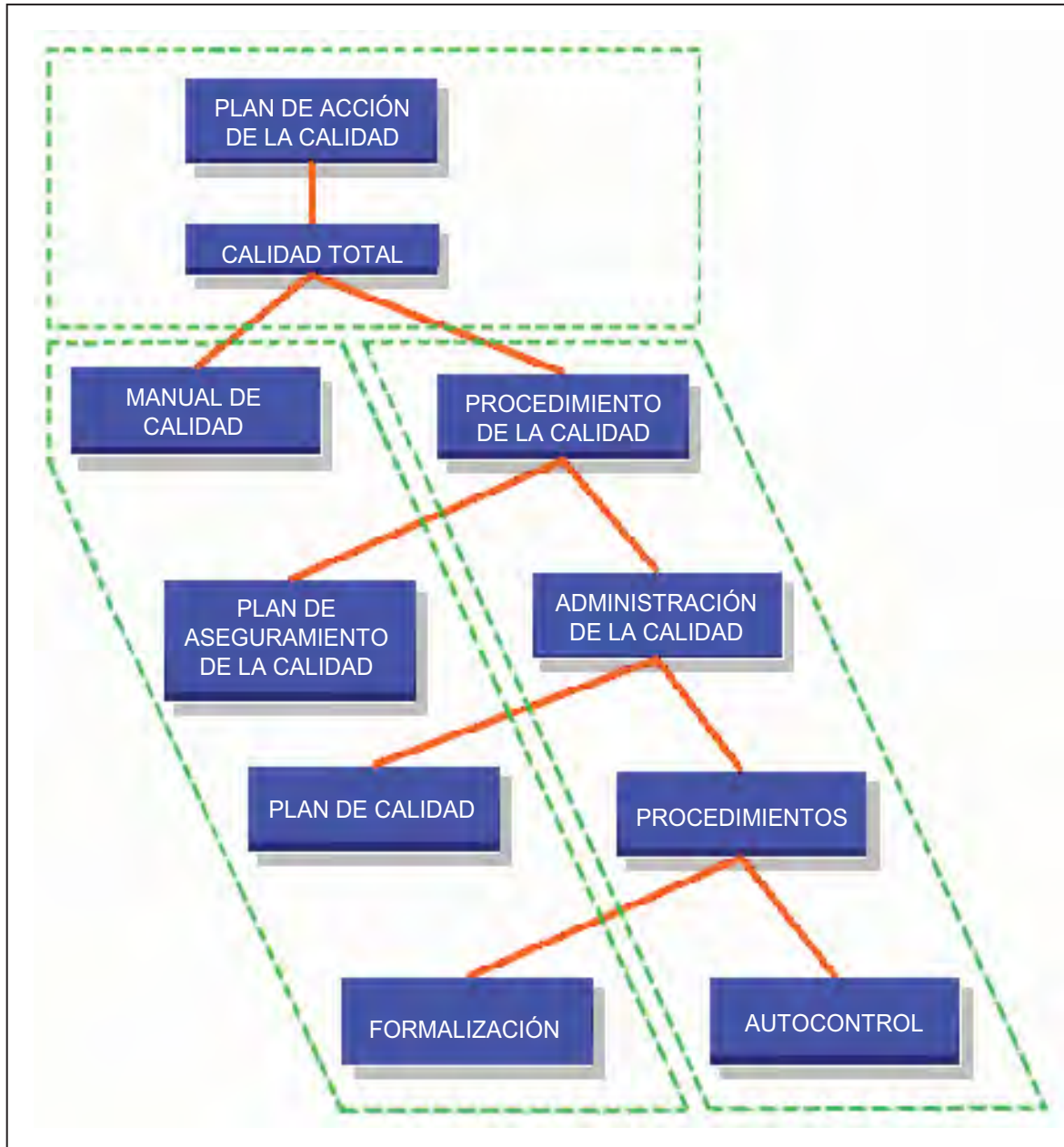


Figura A.28 – ARTICULACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD

Fuente: Générer la Qualité de la Construction - Figura 22 p.67 – Construction et Qualité Editorial Eyrolles, 1992

La implantación de procedimientos sistemáticos que den consistentemente la calidad total como reflejo de la buena gestión de la empresa y la certificación por organismos certificadores autorizados internacionalmente, así como la búsqueda del liderazgo ante la competencia, permitirá no sólo la vigencia sino el desarrollo de la innovación y de la calidad competitiva.

Lo más importante y el fundamento de las políticas de calidad está soportado por el capital humano de la empresa estructurado en la formación de equipos de trabajo.

La estructuración en equipos se organiza productivamente cuando se aprovechan dos valiosos conceptos surgidos desde hace varios años como resultado de esta manera de participar. Uno de estos conceptos, llevado a todas las relaciones de la empresa es el de *cliente-proveedor* en todas su combinaciones (cliente interno – proveedor interno, cliente externo – proveedor interno, cliente interno – proveedor externo).

El término interno se refiere a todos los miembros de la empresa, el cliente externo es aquel al que la empresa sirve, el proveedor interno es quien da un servicio o un producto a un compañero de la empresa o a un cliente externo y el proveedor externo puede ser un proveedor de materiales, un subcontratista o un proveedor de servicios externo a la empresa (es quien provee servicios de asesoría, de estudios técnicos, de vigilancia, etc.).

El otro concepto es el llamado “círculos de calidad”, muy utilizado en Japón y ampliamente conocido y adoptado en todo el mundo, dicho concepto lo podemos integrar a la formación de los equipos de trabajo propuestos.

La relación *cliente-proveedor* y su duplicación en el seno de la organización, se esquematiza en la siguiente figura A.29. Cada empresa puede desarrollar un diagrama más detallado que corresponda a su particular funcionamiento y relacionabilidad.

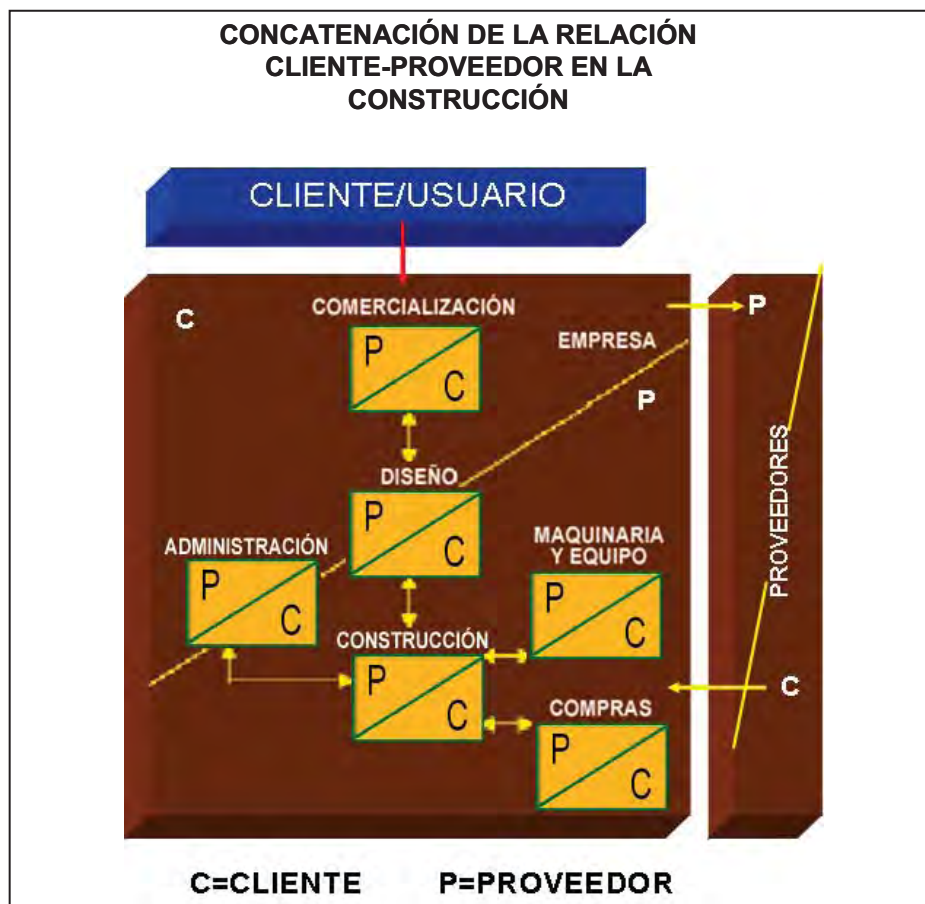


Figura A.29 – CLIENTE-PROVEEDOR Y SU DUPLICACIÓN EN EL SENO DE LA EMPRESA
Fuente: Enseigner la Qualité BTP - Tema 2 p. 8 - Agence Qualité Construction - Ministère de l'Éducation Nationale – Eurequip
Éditorial Nathan, Paris 1993

Este principio se repite en todas las actividades, incluso en las realizadas en las obras.

En la siguiente figura **A.30** se desarrolla el flujograma que cada participante que realiza una actividad debe recorrer.

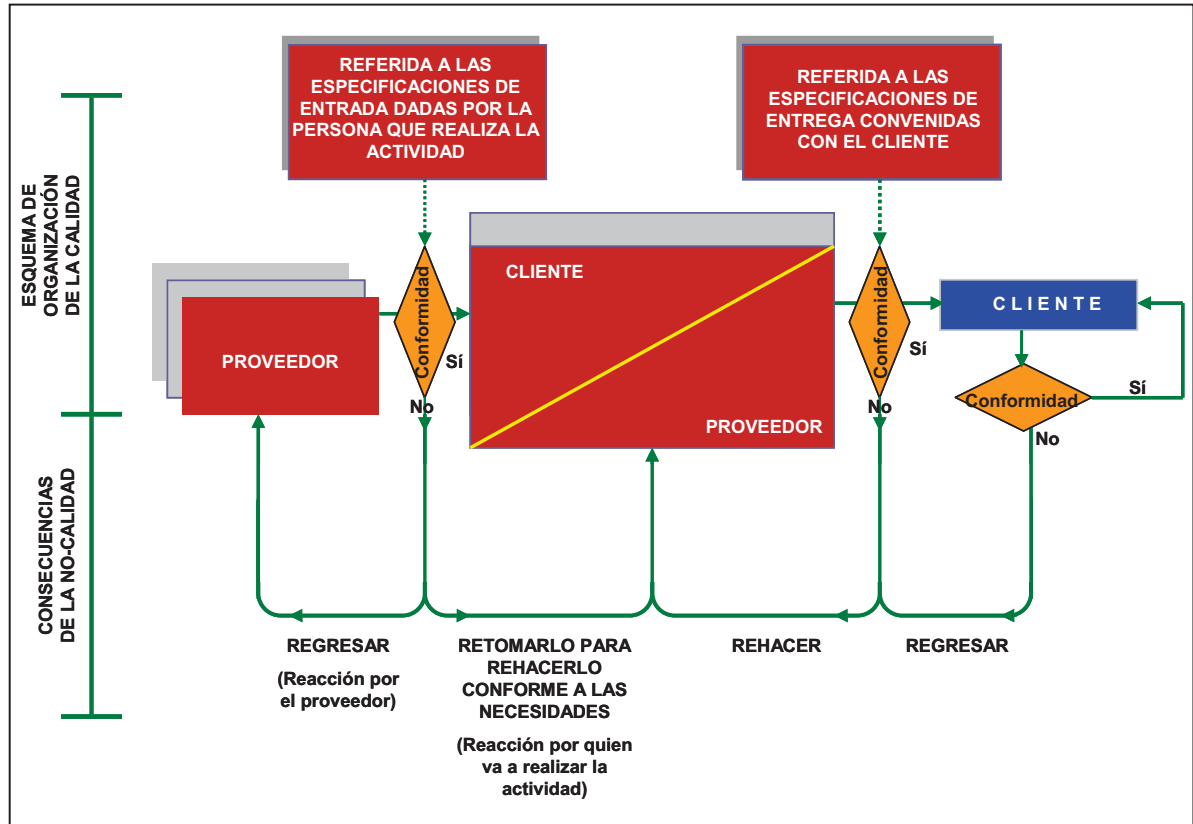


Figura A.30 – RELACIÓN CLIENTE-PROVEEDOR – PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA CALIDAD

Fuente: Enseigner la Qualité BTP - Agence Qualité Construction - Ministère de l'Éducation Nationale Eureka - Editorial Nathan 1993, Thème-2 – p. 9.

Este flujograma hace patente el caso de la no-calidad y sus consecuencias directas aunque no están patentes los perjuicios tan importantes que genera un mal proveedor a toda la cadena del proceso.

Por experiencia, hemos sufrido el desgaste anímico y el trabajo extra tan inútil a veces ante un error, un incumplimiento de entrega, un trabajo negligente, con consecuencias de costos adicionales, pérdidas de tiempo y a veces hasta problemas legales, efectuado por un proveedor incompetente e irresponsable.

Una indicación mal dada, los planos incompletos, indefinidos o con errores, una decisión equivocada o retrasada, un cálculo estructural equivocado, una medición topográfica mal hecha, el suministro tardío de un material, la no conformidad en calidad de un insumo, un subcontrato que deja un trabajo mal hecho, perjudica la obra previa a su intervención y retrasa y obliga a ajustar con soluciones improvisadas las siguientes intervenciones quedando con ello problemas de calidad en el producto final con los consecuentes problemas con el cliente y la formación de la mala imagen de la organización.

Lamentablemente, tal vez por falta de cariño en lo que se hace o por falta de oficio en varias personas dedicadas a esta actividad, hay una recurrente falta de atención al detalle.

Los detalles descuidados se convierten en defectos y los defectos en fallas.

Las fallas en ocasiones pueden desencadenar catástrofes con grandes daños y pérdidas.

Todo es una relación de causa-efecto. Los efectos visibles, tangibles y perceptibles son el resultado de causas en la planeación, en la ejecución o en el control.

Se requiere que los participantes en un proyecto sean responsables de sus acciones y no meros ejecutores ciegos.

Es imprescindible, sin excepción, deshacerse a la mayor brevedad de los proveedores incompetentes que hacen que, a pesar del esfuerzo de los demás para hacer un trabajo de calidad, la organización denote un desempeño mediocre por el efecto resultante de la costosa y desgastante anti-sinergia que se crea. La constante búsqueda y calificación de proveedores competentes y versátiles a través del desarrollo y la diversificación de sus habilidades es algo que constantemente se debe de estar promoviendo, para cada evento de relación *cliente-proveedor*; en la secuencia de actividades es conveniente documentar en una ficha las características del pedido del cliente así como sus expectativas, lo que éste proporciona a su proveedor, la aceptación del trabajo previo efectuado por otros proveedores o de las condiciones pre-existentes y el compromiso del proveedor en términos de producto o servicio entregable.

La siguiente figura **A.31** presenta un ejemplo de relación cliente-proveedor en el proceso de obra denotando la interfase entre dos cuerpos de oficio: El de yesería y el de colocación de tapiz.

OBJETIVO DE LA SECUENCIA: Mostrar tanto la posición de cliente como de proveedor.			
PASOS A SEGUIR: Búsqueda de interfaces entre cuerpos de oficio.			
CLIENTE Sus PROVEEDORES	EL CLIENTE ESPERA	EL CLIENTE PROPORCIONA	INDICADOR DE CALIDAD DE LA INTERFACE
YESERO	-Muro listo para colocar el tapiz. -Planeidad. -Tener los muros listos en la fecha convenida en el programa.	Sus expectativas: -Sin polvos. -2mm con regla de 2 m de diferencias.	-Ningún retoque a dar por parte del cliente (tapicero). -Sin dedicar tiempo de lavado.
PROVEEDOR Sus CLIENTES	ESPERA DEL PROVEEDOR	EL PROVEEDOR DEBE PEDIR	CRITERIO DE CALIDAD DE LA PRESTACIÓN DEL PROVEEDOR
COLOCADOR DE TAPIZ	-Dejar los locales disponibles (secos) en las fechas convenidas en el programa. -Dejar limpios los pisos después de la intervención del proveedor.	-Proteger previamente a la intervención del cliente las partes bajas de los muros con objeto de evitar ensuciarlos.	-Conformidad con el programa de obra. -Ninguna observación o queja por parte del cliente en las reuniones de obra..

Figura A.31 - RELACIÓN CLIENTE – PROVEEDOR EN LAS INTERFASES ENTRE CUERPOS DE OFICIO
Ref. *Enseigner la Qualité BTP, Tema 2, p. 6, Agence Qualité Construction, Ministère de l'Éducation Nationale, Eurequip, Éditorial Nathan, 1993*

Un formato complementario que defina la información de entrada y el producto de salida que debe considerarse para cada actividad se muestra en la siguiente figura A.32.

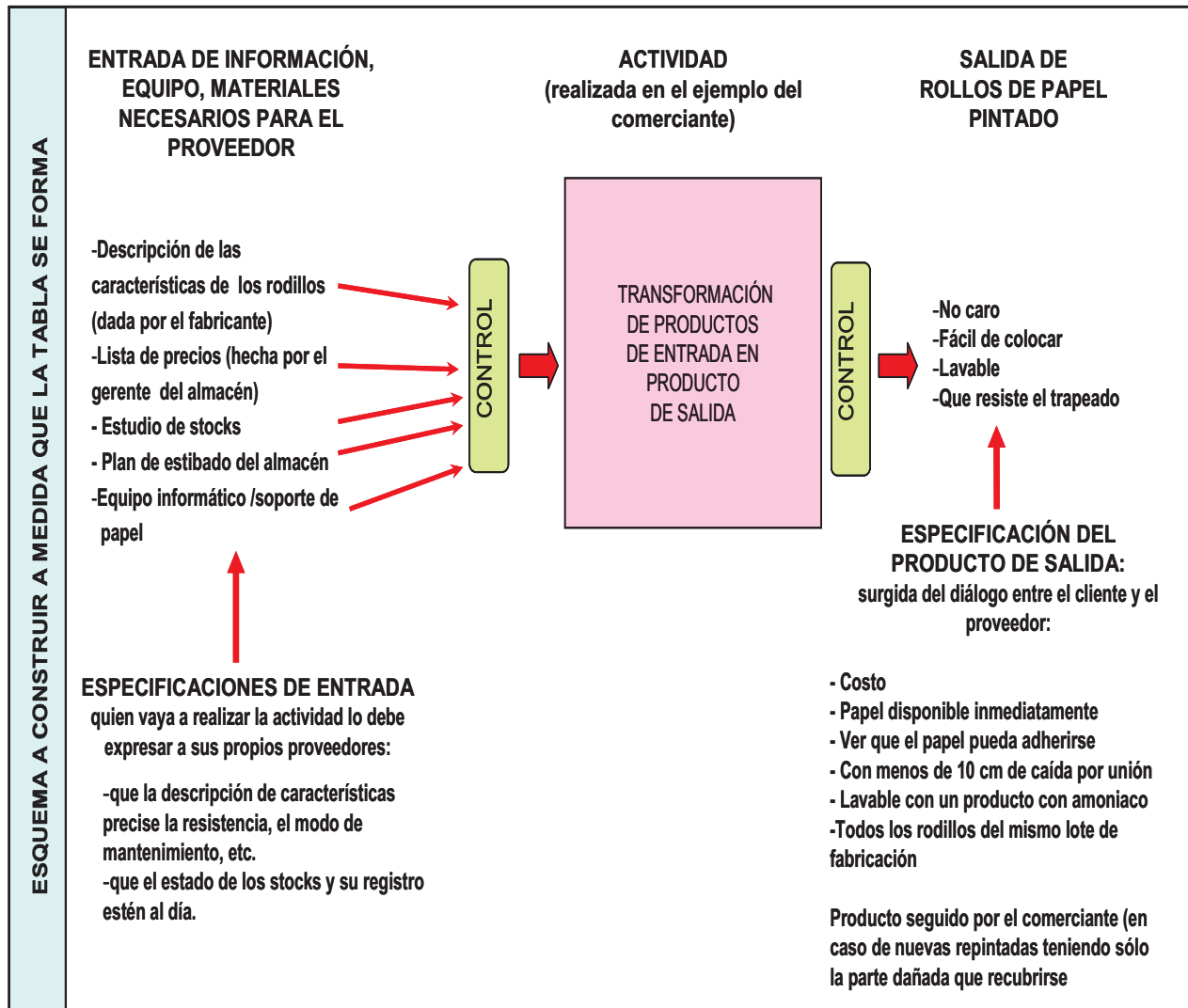


Figura A.32 - RELACIÓN CLIENTE – PROVEEDOR EN LAS INTERFASES ENTRE CUERPOS DE OFICIO

Fuente: Enseigner la Qualité BTP - Tema 2 p. 7 - Agence Qualité Construction - Ministère de l'Éducation Nationale - Eurequip – Editorial Nathan, 1993

4.- HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD

Hay un ciclo recurrente para la administración de la calidad el cual se esquematiza en la siguiente figura A.33:



Figura A.33 – ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD

*Fuente: Enseigner la Qualité BTP - Tema – 1 p. 20 - Agence Qualité Construction - Ministère de l'Éducation Nationale
Eurequip - Editorial Nathan, Paris, 1993.*

Para este ciclo se han desarrollado varias herramientas metodológicas de gran utilidad que permiten detectar fallas y problemas y, con bastante eficiencia, organizar y aplicar soluciones.

Existen dos tipos de herramientas para la calidad: Herramientas de base y las herramientas de profundización.

La siguiente figura A.34 compila los dos tipos de herramientas.

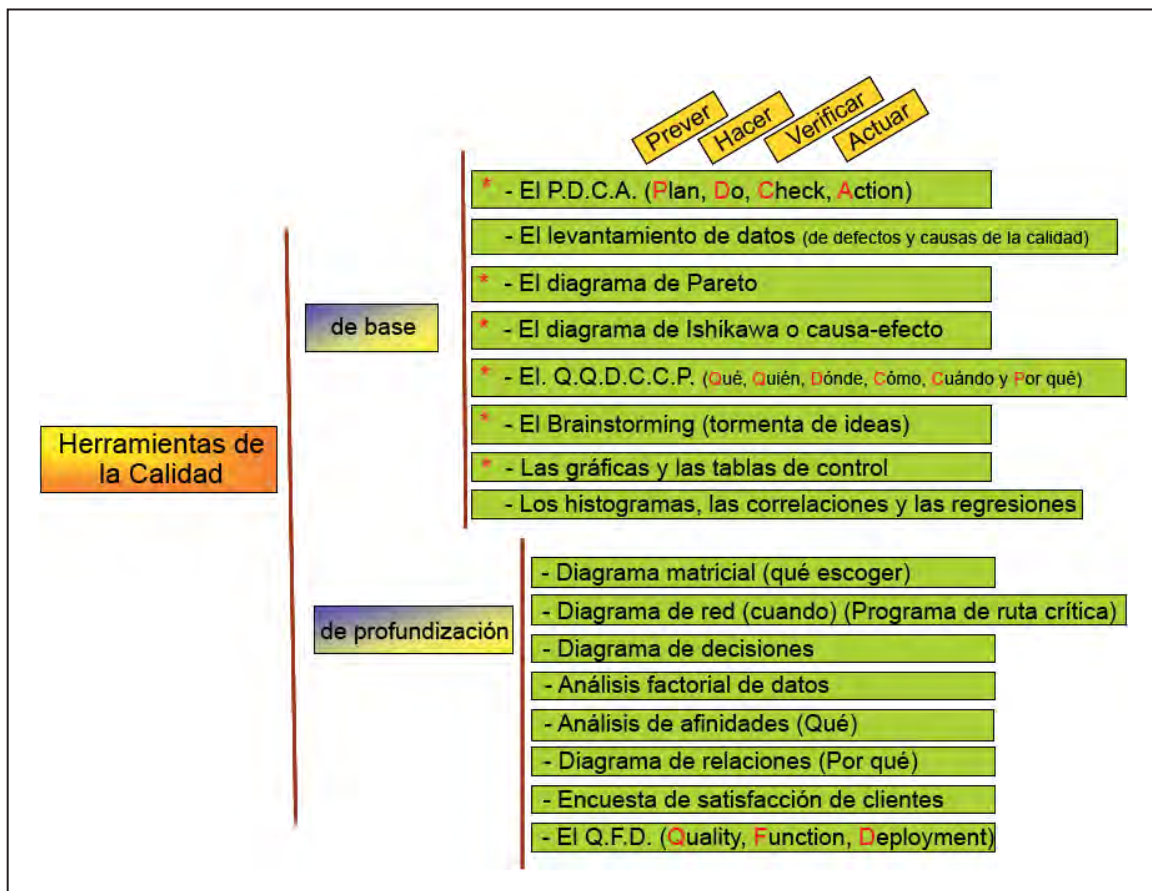


Figura A.34 – HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD

No se van a tratar exhaustivamente todas las herramientas enunciadas; simplemente se comentarán algunos aspectos de las herramientas de base que pueden ser de mayor utilidad y aplicabilidad.

El objetivo mayor para mejorar la calidad es el buscar permanentemente como reducir las causas de la no-calidad y la no-eficacia. Este concepto que algunos llaman “Calidad dinámica” está basado en dos observaciones básicas:

- *Los que realizan el trabajo, saben:* Las personas que pueden expresarse sobre un defecto o funcionamiento inadecuado son las personas que se encuentran en contacto directo con éste.
- *Se encuentra un mayor número de ideas en muchas cabezas que en tan sólo una;* por lo tanto será de mayor provecho reunir al conjunto de los “participantes” involucrados para trabajar en la búsqueda de soluciones.

Estas herramientas tienen por lo tanto la finalidad principal de permitir a los miembros de un equipo de trabajo:

- comprenderse,
- expresarse libremente,
- estructurar las ideas,
- abordar los problemas y por lo tanto encontrar soluciones realistas.

Los procedimientos no son los objetivos en sí, sino medios para pasar de los problemas a las soluciones.

La diferenciación de las dos categorías de herramientas, mostrada en la figura 3.34, se describe a continuación

- *Las herramientas básicas o fundamentales* que forman parte de la cartera de todos los miembros de un grupo de trabajo difieren poco de una a otra empresa, de un campo de actividad a otro, de un país a otro..... etc.

Dicha convergencia demuestra su aptitud para ayudar a grupos a resolver los problemas que asumen.

- *Las herramientas de profundización* llamadas también nuevas herramientas de control de calidad. Son herramientas, cuyo control requiere una formación específica, forman parte de la cartera de los animadores de calidad y de los ejecutivos para permitirles ayudar a los grupos de trabajo en la resolución de problemas más complejos.

Estas herramientas son el complemento de las herramientas básicas para establecer una visión común y completa de problemas “difíciles” que involucran a varios sectores de la empresa (por la transversalidad) y/o temas difíciles de concretar.

Además de las herramientas incluidas en la figura A.34, existen otras herramientas implementadas por varias empresas para su uso particular, algunas de ellas, como el método *Six-Sigma* desarrollado por la empresa General Electric, se han difundido y aplicado en otras organizaciones con bastante éxito.

Para nuestro sector, se proponen como dos herramientas de gran utilidad la redacción de “*Listas de Verificación*” (Check lists) y la puesta en evidencia de “*Patologías*” tradicionalmente recurrentes y una catalogación de soluciones enfatizadas sobre los “*puntos sensibles*” de las construcciones que hacemos.

Las listas de verificación son aplicables a todas las actividades de la organización y a todas las etapas y tareas de procesos de un proyecto incluyendo la planeación, la ejecución, la administración, la comercialización y el servicio post-venta.

Los puntos sensibles de la construcción pueden complementarse provechosamente con los puntos particulares a vigilar en cada proyecto específico y de sus condiciones y contexto (v.g. restricciones, afectaciones, alineamientos, etc. impuestos particularmente en cada caso).

De forma muy superficial, además de comentar lo más significativo de las herramientas de base, también se tratarán estos dos últimos tipos de herramientas propuestas.

4.1. Herramientas de base

La primera herramienta básica, denominada *P.D.C.A.* por sus siglas en inglés **Plan, Do, Check, Action**, fue propuesta por el Doctor W.E. Deming; consta de una serie de pasos los cuales se muestran en el siguiente diagrama (figura A.35) el cual es aplicable a toda una empresa.

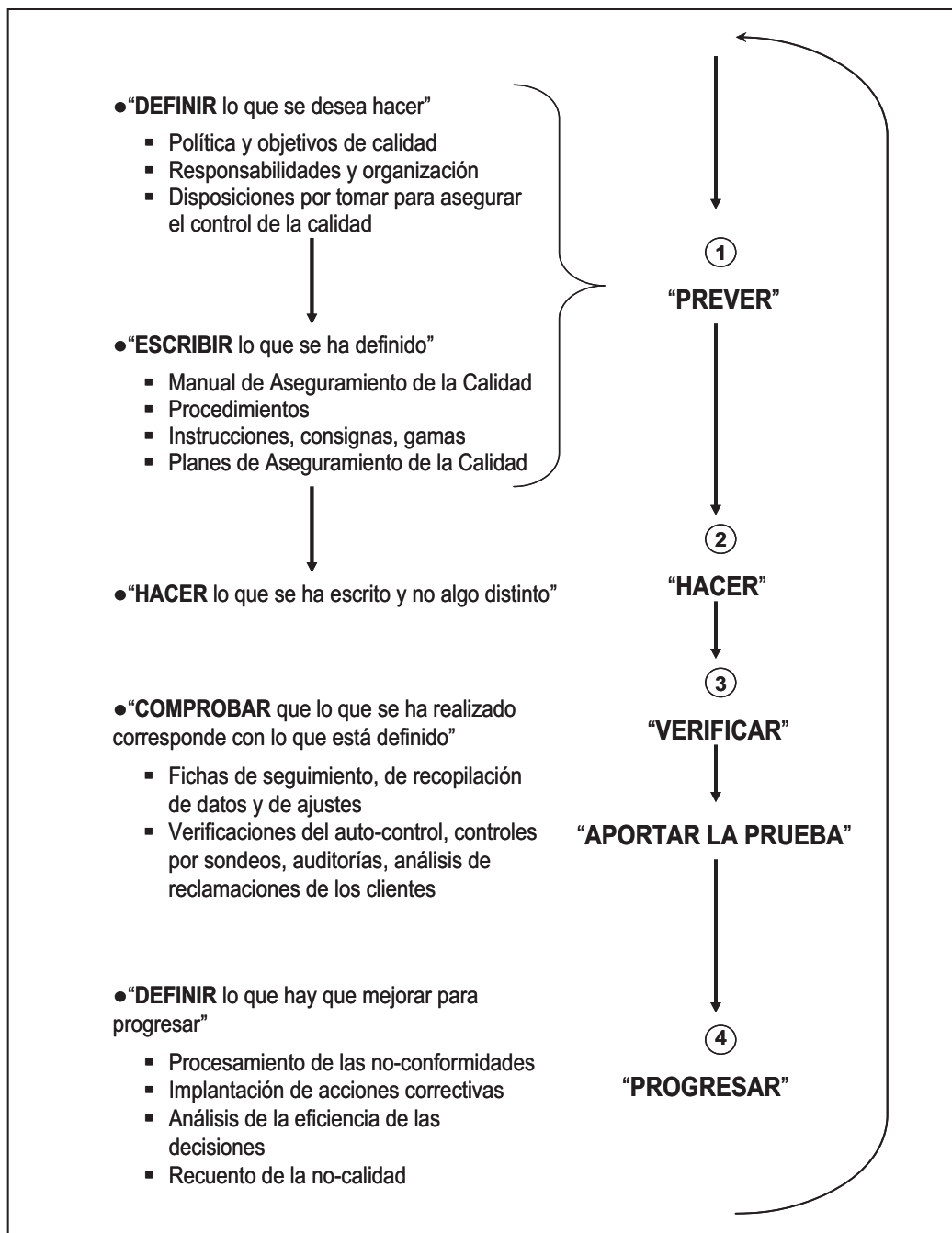


Figura A.35 – ESQUEMA GENERAL DE GARANTÍA DE LA CALIDAD APLICABLE AL CONJUNTO DE UNA EMPRESA

Fuente: Compendio de Calidad – CERIB 2000 – Ficha 125 p.734

La manera más conocida de representar esta visualización de avance hacia la mejora de la calidad se da en un dibujo muy conocido como la “Rueda de Deming”, la cual se presenta tanto a escala de una actividad como a la escala de toda la empresa conteniendo diferentes niveles de actividades. La figura A.36 representa ambos casos.

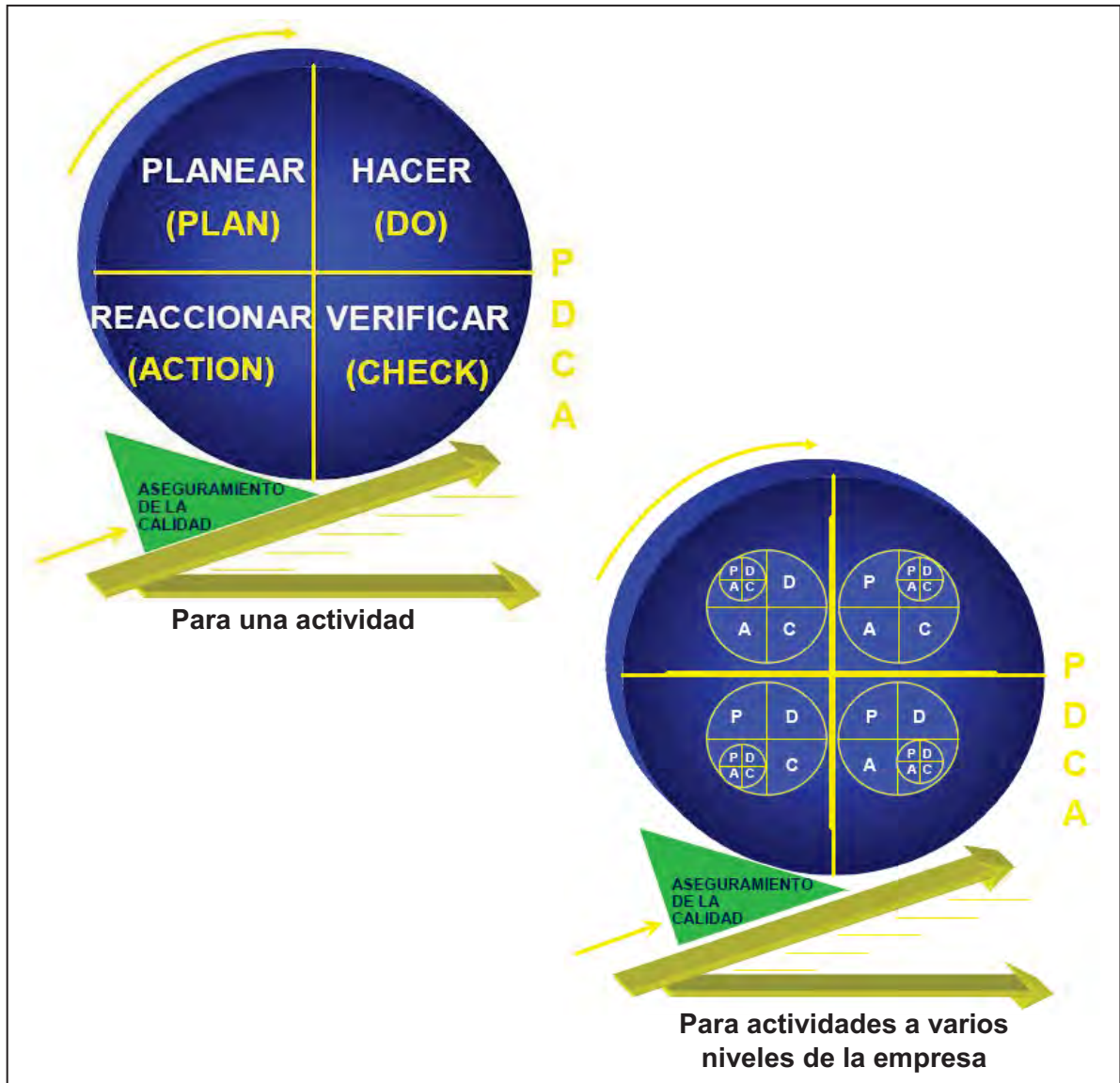


Figura A.36 – RUEDA DE DEMING

Fuente: Enseigner la Qualité BTP - Tema – 1 p. 21 - Agence Qualité Construction - Ministère de l'Éducation Nationale Eureka - Editorial Nathan, Paris, 1993.

El concepto es muy simple, consiste en 4 etapas cronológicas reiterativas. Su aplicación es extensiva. Puede combinarse con la herramienta Q.O.O.C.Q.P. y la de Pareto. Se puede adicionar una etapa llamada aseguramiento de la calidad.

El aseguramiento de la calidad se refiere a la acción de eliminar las condiciones y causas de las fallas e irregularidades y la posterior incorporación de estas correcciones en el procedimiento operativo tradicionalmente utilizado, de tal manera que las mejoras puedan ser mantenidas consecuentemente en forma continua. Los estándares tradicionales y procedimientos de trabajo tradicionales, deben ser revisados para incorporar las correcciones. Otras instrucciones, normas y especificaciones también deben ser revisados para ajustarlos a los normas que se hicieron. Y, por último, hay que establecer programas de capacitación para los colaboradores para que todos puedan entender y seguir estos nuevos procedimientos. Conforme los colaboradores se familiaricen con los nuevos procedimientos, la empresa asegurará una calidad consistente a un nivel alto.

La siguiente herramienta que se considera de utilidad es el *levantamiento de datos de defectos* indicando recurrencias y causas. Esta tabla sirve para conformar posteriormente una gráfica para su análisis de Pareto, el cual comentaremos brevemente como siguiente tema. A continuación se ejemplifica una lista de levantamiento de defectos llenada por el operador de una máquina para fabricación de bloques de concreto (figura A.37).

■Máquina: XYZ ■Maquinista: Juan		■Semana no.: 37 ■Tipo de blocks: huecos 20x20x50					Eventuales observaciones
Codificación de defectos	Tipos de defectos	Cantidad de blocks con defectos					
(1)	Extremo desprendido	///	///	///	I	///	
(2)	Formación de la pared	/// II	////	/// /// II	/// III	/// III	
(3)	Traslape de las bandejas	/// I	/// III	/// II	II	/// II	
(4)	Extremo descarapelado o despostillado	///	II		///	///	
(5)	Textura del concreto	/// III	/// /// ////	/// /// ///	////	/// /// ///	Antes de colocación en el horno
(6)	Rastros de óxido	///	/// /// II	/// /// /// I	/// ///		
(7)	Pared perforada		/// /// II		///	///	
(8)	Otros	II	///		////	II	

Nota: Cada defecto se identificará con una raya vertical 'I'. El quinto, el décimo, etc. se utilizarán para formar grupos de 5 *///*

Figura A.37 – FICHA SEMANAL DE RECOPIACIÓN DE DATOS DE LA CANTIDAD DE DEFECTOS QUE SE PRESENTEN DURANTE LA FABRICACIÓN DE BLOCKS (1er. Análisis)
Gráfica tomada de la ficha 128 – Compendio de Calidad – CERIB 2000 – p. 736.

La forma de vaciado a un diagrama de Pareto es muy sencilla:

Imaginemos que después de 4 semanas de análisis se obtienen los resultados siguientes (expresados en % del número total de bloques con defectos):

(1) 7.5%, (2) 17.0%, (3) 13.1%, (4) 5.2%, (5) 23.6%, (6) 17.9%, (7) 9.6% y (8) 6.1%.

La representación en forma de diagrama de Pareto permite clasificar los defectos por orden de importancia (ver figura A.38)

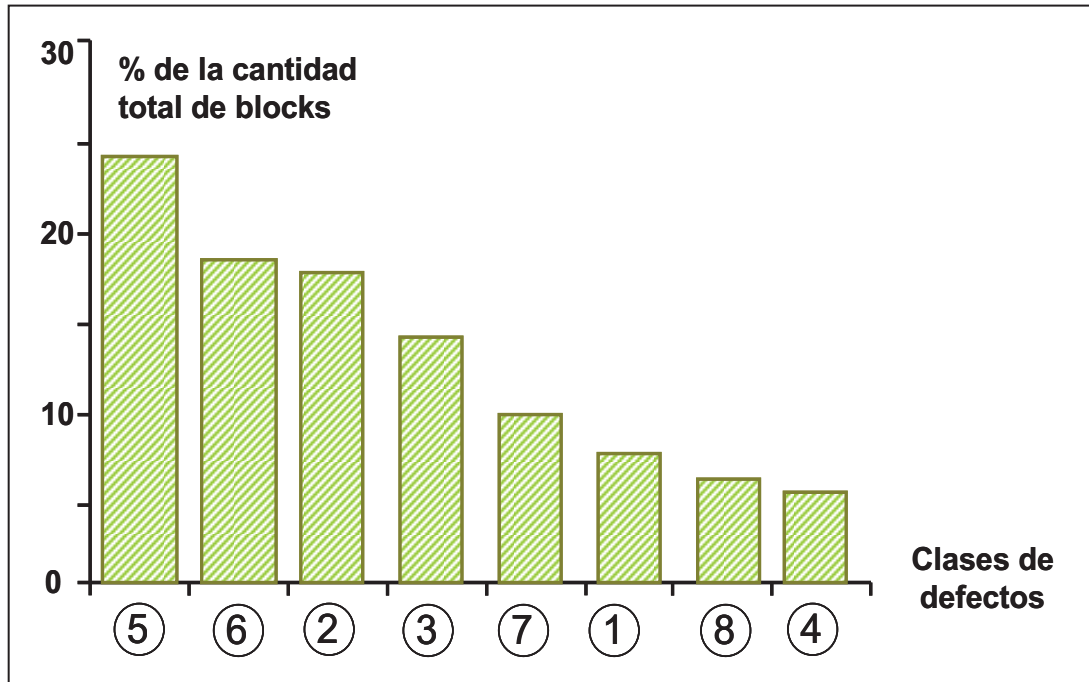


Figura A.38 – PREPONDERANCIAS DE DEFECTOS

Gráfica tomada de la Ficha 128 – Compendio de Calidad, CERIB 2000 – página 737

El defecto (5) Textura del concreto es el preponderante.

Además de detectarse el defecto principal se aprecia la no despreciable recurrencia de otros defectos pero que se tienen detectados para ser eliminados por acción consecuente.

Para ir profundizando en el análisis, se pueden seguir haciendo levantamientos en más períodos de tiempo. Estas mismas fichas pueden aplicarse para otros efectos como encuestas, seguimiento evolutivo de costos, mediciones de satisfacción de los clientes, etc.

Estos levantamientos tabulados son sencillos y de gran utilidad ya que permiten:

- cuantificar con suficiente precisión los defectos
- evidenciar los problemas principales
- Obtener consensos para la selección de problemas a tratar

Estas fichas de levantamiento constituyen el punto de partida de un análisis eficaz.

Una excelente herramienta que a la vez nos afina el criterio para evaluar y dimensionar las diversas circunstancias que se nos presentan en la toma de decisiones es el diagrama de Pareto.

Wilfredo Pareto, economista italiano que hace más de un siglo puso en evidencia el hecho de que con frecuencia *un bajo porcentaje de causas provoca un gran porcentaje de consecuencias*, este descubrimiento estadístico ha sido llamado “Ley de Pareto” ó “Ley del 80-20”.

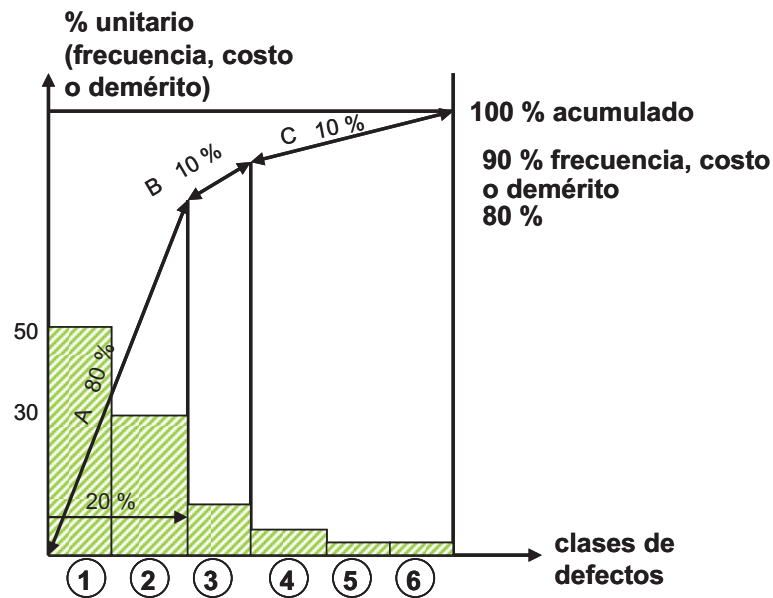


Figura A.39 – PREPONDERANCIAS DE DEFECTOS
Gráfica tomada de la ficha 90 – Compendio de Calidad CERIB 2000 – p. 741

En cuanto a la calidad, *el diagrama de PARETO* pone en evidencia que, en rangos tendientes, *el 20% de los defectos son la causa del 80% de los problemas*. Dependiendo del objetivo previsto por la empresa, el modo de expresión podrá diferir según se indica a continuación:

- reducir la cantidad de defectos: frecuencia de aparición (% de la cantidad total de errores).
- reducir el costo de la no calidad: porcentaje del costo global de defectos.
- suprimir los defectos preponderantes de acuerdo con los criterios de la empresa: frecuencia de aparición ponderada (evaluación por deméritos).

El diagrama de Pareto es una herramienta de presentación y ayuda para la toma de decisiones perfectamente adaptada para el trabajo en grupo.

Permitirá:

- a cada miembro del grupo, analizar clara y rápidamente la situación: Pareto indica la importancia relativa de todos los problemas encontrados y censados,
- al conjunto del grupo establecer prioridades de acción: Pareto clasifica los problemas en forma decreciente de acuerdo con su importancia.

Figura A.40 - FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS DE AUTO-CONTROL

Puesto de "resanado y acabado"										
PLANTA: XYZ										
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Período de observación: semana no. 40 a la 44 ▪ Tipo de muros: BH3 ▪ Cantidad de muros fabricados: 265 ▪ Cantidad de muros revisados: 265 ▪ Cantidad de muros con fallas: 46 (Un muro podrá presentar una o varias fallas). 										
Cifras código	Tipo de fallas	Cantidad de fallas por semana					Cantidad total de fallas en 5 semanas	Decisiones tomadas		
		40	41	42	43	44		Para devolución	Reparación	Entrega con reclamo de los clientes
(1)	Acero de espera mal posicionado	3	5	3	6	1	18	1	17	0
(2)	Suciedad en el paramento interior	2	0	3	1	3	9	0	9	0
(3)	Suciedad en el paramento exterior	2	2	5	2	3	14	0	14	0
(4)	Trabajos de vanos con ventanas maltratados	6	5	8	4	6	29	0	29	0
(5)	Bordes descarapelados	2	2	4	0	3	11	0	11	0
(6)	Corredera de junta deformada	0	0	0	2	0	2	0	2	0
(7)	Aldaba de sujeción de puntal obstruida	1	0	0	1	1	3	0	3	0
(8)	Error de marcaje	1	1	0	1	0	3	0	3	0
(9)	Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES		17	15	23	17	17	89	1	88	0

Figura A.41 - ANÁLISIS DE LOS DEFECTOS POR FRECUENCIA DE APARICIÓN

Cifras código	Tipos de defectos	Cantidad de defectos observados	Frecuencia de aparición de los defectos
(1)	Acero de espera mal colocado	18	(18/89) = 20.2 %
(2)	Suciedad en el paramento interior	9	(9/89) = 10.1 %
(3)	Suciedad en el paramento exterior	14	(14/89) = 15.8 %
(4)	Trabajos de vanos con ventanas maltratados	29	32.6 %
(5)	Bordes descarapelados	11	12.3 %
(6)	Corredera de junta deformada	2	2.2 %
(7)	Aldaba de sujeción de puntal obstruida	3	3.4 %
(8)	Error de marcaje	3	3.4 %
TOTALES		89	100 %

Tablas tomadas de la Ficha 90 – Compendio de Calidad – CERIB 2000 – p. 742 y 743

Se iniciará con una fase de recopilación de datos que se tendrán que organizar en caso de no existir ningún antecedente para:

- definir el problema a tratar,
- implantar hojas de recopilación de datos: definir el tipo exacto de las observaciones,
- llevar a cabo la recopilación de datos: definir los criterios de medición y cerciorarse que las observaciones reflejen hechos reales.
- establecer una fecha, una duración mínima para ser representativo (por ejemplo un mes).

Con objeto de dar una referencia lo más aprovechable posible, se muestra un caso de detección de defectos levantados por los responsables del resanado y arreglo de dichos defectos.

Comenzamos con el ejemplo de una ficha de recopilación de datos de defectos de fabricación de paneles de concreto prefabricados para fachadas.

Como ya dijimos, la ficha fue elaborada por el equipo de “resanado y acabado” al momento de recepción de los paneles después del desmoldeo (Figura A.40)

Para la construcción del diagrama hay que trazar dos ejes perpendiculares. Por convención, el eje vertical representará el porcentaje de las fallas constatadas (o frecuencia de aparición de las fallas); el eje horizontal, los tipos de fallas. Los defectos se clasificarán posteriormente por orden de importancia decreciente. En esta construcción hay que limitar la cantidad de columnas a aproximadamente 7 agrupando los defectos de baja frecuencia en una columna de “diversos”.

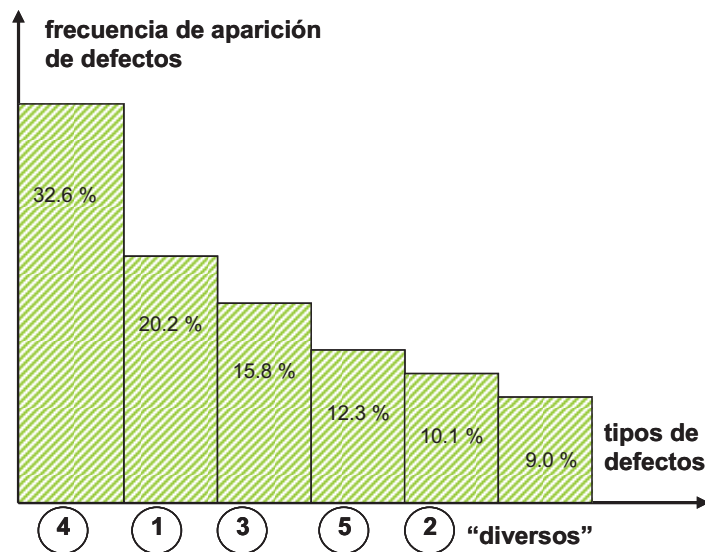


Figura A.42 – GRÁFICA DE FRECUENCIA DE APARICIÓN DE DEFECTOS
Figura tomada de la Ficha 90 – Compendio de Calidad CERIB 2000 – p. 743

Los trabajos de vanos con ventanas maltratados, el acero de espera mal colocado y las suciedades en el paramento exterior constituirán el 70% de los defectos observados.

Localizando las causas y eliminando el defecto (4) “trabajos de ventanería maltratados” se evitarán más de un tercio de los problemas encontrados.

$$\frac{29}{89} \times 100 = 32.6\%$$

Sin embargo, antes de decidir la acción por emprender, será con frecuencia útil completar el diagrama de Pareto establecido por frecuencia de aparición por otro diagrama de Pareto implantado por costo o frecuencia ponderada (evaluación de deméritos).

ANÁLISIS DE LOS DEFECTOS POR EVALUACIÓN DE DEMÉRITOS O PONDERACIÓN

En el ejemplo estudiado, el análisis de los defectos por frecuencia colocará los trabajos de ventanería maltratados como prioridad. Desde el punto de vista de las consecuencias del defecto, ya sea por cliente o por empresa, ¿será este defecto el de mayor importancia?

El análisis de los defectos por evaluación de deméritos consistirá en determinar previamente la importancia de los defectos de unos con respecto a los demás.

Así por ejemplo, un grupo formado por los responsables de los diferentes sectores de actividades de la empresa (fabricación, patio de almacenaje y carga, oficina de investigación, servicio comercial, laboratorio, administración, etc.), clasificará cada defecto según los 4 grupos de importancia distintos que a continuación se detallan:

Defecto crítico: Defecto que hará que un producto no sea apto para su utilización.

Defecto mayor: Defecto que provocará que los costos de entrega en buen estado sean muy elevados.

Defecto menor: Defecto que afecta únicamente una de las categorías arriba indicadas pero que es frecuente.

Defectos diversos: Defecto menor cuya frecuencia de aparición es baja.

Una vez que se haya efectuado esta clasificación, el grupo determinará los coeficientes y los aplicará a cada grupo de defectos. De esta manera, los defectos considerados como “críticos” podrán ponderarse con un coeficiente 4, los defectos considerados como “mayores” podrán ponderarse con un coeficiente 3, y así sucesivamente.

La aplicación de dichos coeficientes modificará el primer diagrama de Pareto (en frecuencia) proporcionándole una tendencia próxima al modo de apreciación elegido por el grupo, y por lo tanto por la empresa. Se obtendrá de esta manera el siguiente diagrama:

Cifras código	Tipos de defectos	Frecuencia de aparición	Coficiente incrementador	Incremento	Frecuencia ponderada
(1)	Acero de espera mal colocado	20.2 %	4	(20.2x4) = 80.8%	$\frac{80.8}{258.3} = 31.3\%$
(2)	Suciedad en el paramento interior	10.1 %	2	(10.1x2) = 20.2%	$\frac{20.2}{258.3} = 7.8\%$
(3)	Suciedad en el paramento exterior	15.8 %	2	(15.8x2) = 31.6%	$\frac{31.6}{258.3} = 12.2\%$
(4)	Trabajos de vanos con ventanas maltratados	32.6 %	2	65.2 %	25.2 %
(5)	Bordes descarapelados	12.3 %	3	36.9 %	14.3 %
(6)	Corredera de junta deformada	2.2 %	3	6.6 %	2.6 %
(7)	Aldaba de sujeción de puntal obstruida	3.4 %	4	13.6 %	5.3 %
(8)	Error de marcaje	3.4 %	1	3.4 %	1.3 %
TOTALES		100 %		258.3 %	100 %

Figura A.43 – COEFICIENTES APLICADOS A DEFECTOS
Tabla tomada de la Ficha 90 – Compendio de Calidad – CERIB 2000 – p. 744

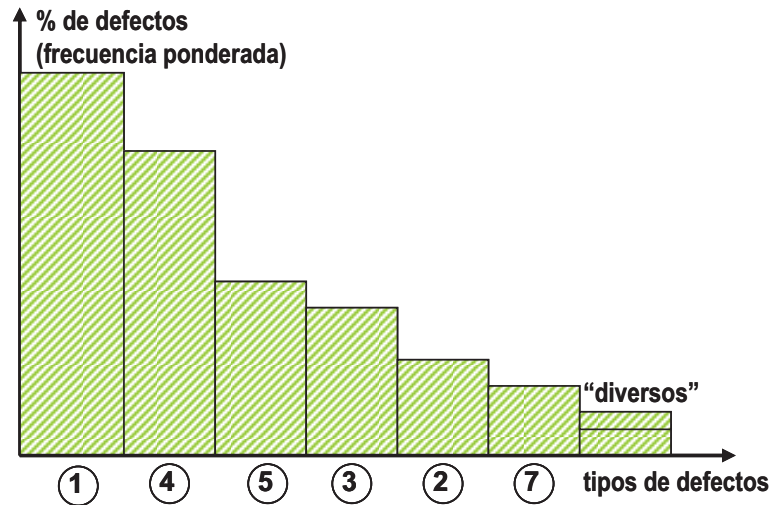


Figura A.44– GRÁFICA DE PORCENTAJE DE DEFECTOS POR FRECUENCIA PONDERADA
Figura tomada de la Ficha 90 – Compendio de Calidad – CERIB 2000 – p. 744

A primera vista, la clasificación será diferente a la del diagrama de Pareto por frecuencia: se tendrá que enfrentar con prioridad el problema del acero de espera mal colocado.

También se puede hacer un *análisis de los defectos con relación al costo*.

Este método difiere del anterior por el tipo de ponderación: el coeficiente utilizado en el método por deméritos quedará reemplazado por el costo real del defecto.

Será el más ilustrativo para la empresa al traducir la noción de defecto en unidades monetarias lo que permitirá ubicar exactamente la importancia económica de los problemas. Se hace hincapié en que la definición del costo real de los defectos impondrá una cierta rigidez en su evaluación. Además, el cálculo deberá basarse en un costo de producción sin defecto, lo que representará para un no iniciado un acercamiento no habitual de la composición de los costos de fabricación.

De esta manera, en el ejemplo tratado “el acero de espera mal colocado” constituirá, en el método por deméritos el defecto prioritario ya que su importancia será del 31%. En el plazo considerado de 5 semanas, costará:

- 17 “reparaciones” (costos de mano de obra complementaria + material)
- 1 “devolución” (costo de fabricación teórico de un elemento + mantenimiento complementario + descarga).

Como *conclusión* podemos decir que el diagrama de Pareto es un procedimiento riguroso y pragmático que facilitará el trabajo en grupo. Permitirá de una manera sencilla:

- Analizar la importancia de los efectos observados en producción,
- Definir prioridades de acción,
- Aportar elementos al momento de buscar soluciones correctivas.

Es la herramienta complementaria del método “causa-efecto” (herramienta de reflexión en conjunto para eliminar las causas de los defectos para combatir los costos como resultado de la no calidad.

La siguiente herramienta de gran utilidad es el “*Diagrama de causa-efecto*” también llamado “*Diagrama de Ishikawa*” ó “*Diagrama espina de pescado*”.

Como su nombre lo sugiere, se trata de identificar y eliminar los defectos.

Siempre hay que estar revisando qué tan bien los objetivos están siendo alcanzados. Esto obviamente *implica decidir qué estándares se deben revisar y cómo revisarlos*. Algunas de las cosas que se deben revisar son:

- a) *Partes de la obra donde se dan defectos a menudo o donde se requieren reparaciones con frecuencia;*
- b) *Partes críticas o procesos que son críticos para la calidad en general y donde los defectos tendrían consecuencias desastrosas – incluso aunque no haya habido defectos en el pasado;*
- c) *Procesos de trabajo que tienden a ser realizados bajo condiciones cambiantes y los cuales requieren un control constante y ajustes técnicos.*

Si las revisiones identifican problemas, hay que corregirlos desde su raíz, así como también hay que erradicar las fallas que impiden lograr objetivos de calidad. Por lo general, no hay una sola causa sino un grupo de causas que interactúan entre sí.

El procedimiento consiste en enlistar todas las causas de los problemas de calidad, resaltar aquellos que tienen el mayor impacto sobre las características de calidad que se quisieran mejorar, decidir en qué orden afrontarlos y eliminarlos uno por uno.

El diagrama de Ishikawa permite organizar de forma sencilla y concisa todos los puntos de vista e ideas que los miembros del equipo de trabajo expresen sobre un tema que les interese.

Está basado en el convencimiento de que *muchas cabezas piensan más que una y que un problema bien planteado nos dará casi la solución.*

Se trata de ver en cada problema sus causas, defectos y los efectos que producen.

Hay que reducir las causas de un defecto reconstituyendo la relación que conduzca a las diferentes causas posibles; para esto, hay que ir por etapas como se indica a continuación:

- 1era. etapa: se definirá muy claramente el problema en término de efecto

Será seguramente la etapa más importante. Estará condicionada a la reflexión del grupo, no olvidemos que con frecuencia se tiende:

- a permanecer desenfocado en la selección de la definición lo que producirá, posteriormente, la redescomposición del problema.
- o a seleccionar un enunciado en el cual ya se haga evidente una de las causas,

Redactar una o dos frases concisas para describir la situación no satisfactoria, con la finalidad de aclarar las ideas de cada uno y confirmar que se ha establecido el consenso a nivel del grupo en la manera de plantear el problema.

- 2ª. etapa: localizar todas las causas posibles

Se organizará para ello una sesión de “sugerencia de ideas” (en inglés “brainstorming” o “tormenta de ideas”) para establecer la lista del mayor número de causas posibles.

- 3ª. etapa: clasificar las causas

El objetivo será localizar y presentar de manera clara todas las ideas expresadas que pudieran intervenir en el problema planteado. Para ello, se elaborará un gráfico agrupando todas las causas por conjuntos. Un eje horizontal quedará orientado hacia el efecto. Sus ramificaciones permitirán clasificar los diferentes tipos de causas.

Con frecuencia se hará referencia a las seis categorías de causas* relativas:

- al **M**edio (entorno)
- a la **M**ano de obra
- a la **M**ateria
- a la **M**aquinaria
- al **M**antenimiento
- a los **M**étodos

* Mayormente conocidas con la denominación de regla de las 6M o método por funciones.

El análisis de funciones se inicia desglosando cada una de ellas como se muestra en la siguiente figura para un caso de preparación del concreto fresco.

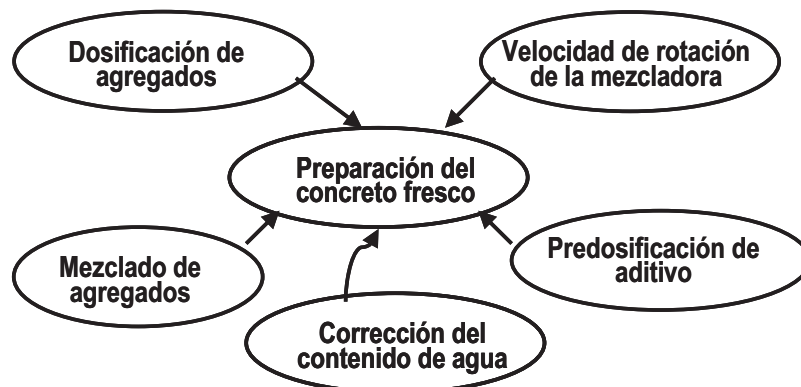


Figura 3.45 – ANÁLISIS DE FUNCIONES

Figura tomada del Compendio de Calidad – CERIB 2000 – Ficha 153 p.752

En los casos en los que se analiza un problema a nivel más estratégico y global de la empresa y no de causas particulares de un problema de obra o de operación administrativa se han organizado siete grupos de factores que afectan la calidad donde se busca en el idioma inglés que todos comiencen con **M** para facilitar su memorización y que en parte coinciden con los mismos tipos de causas mencionados para la aplicación del método de causa-efecto. A continuación se enlistan estos factores.

<p>Las 7 Ms de la calidad (Siete factores que afectan a la calidad)</p>	Markets	(expectativas de mercado)
	Manpower	(mano de obra especializada)
	Money	(márgenes de utilidad)
	Management	(administración de la calidad)
	Materials	(materiales de buena tecnología)
	Machines	(máquinas complejas)
	Methods	(métodos complejos)

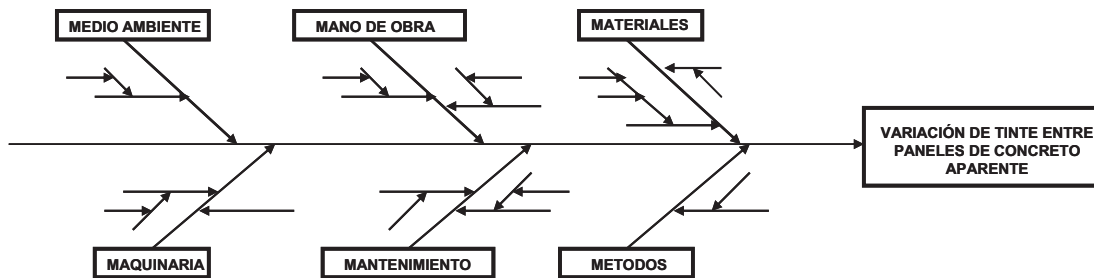


Figura A.46 – ANÁLISIS DE CAUSA-EFECTO POR FUNCIONES
 Figura tomada del Compendio de Calidad – CERIB 2000 – Ficha 92 p. 746

Sin embargo, tomando en cuenta la multiplicidad de los problemas a tratar, no existirá una estricta regla de ordenación. La selección de una lógica de clasificación estará sobretodo basada en función a lo que pudiera convenir mejor a los participantes:

Citemos entre otros al *método por operaciones* y al *método por etapas sucesivas*:

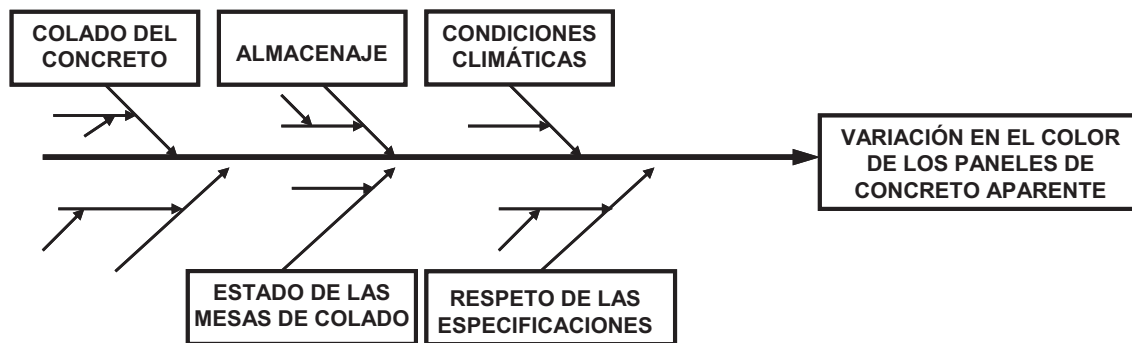


Figura A.47 – MÉTODO POR OPERACIONES
 Figura tomada del Compendio de Calidad CERIB 2000 – Ficha 92 p. 746

El método de operaciones implica un análisis de componentes.

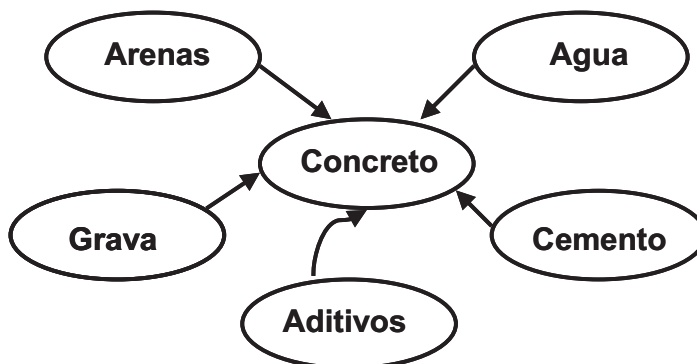


Figura A.48 – ANÁLISIS DE COMPONENTES
 Figura tomada del Compendio de Calidad CERIB 2000 – Ficha 92 p. 746

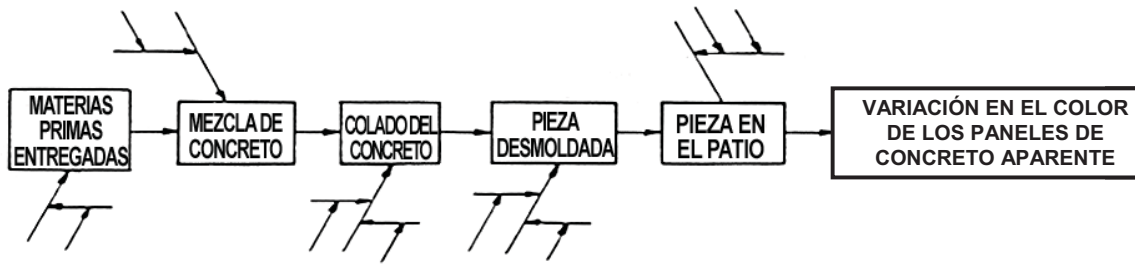


Figura A.49 – MÉTODO POR ETAPAS SUCESIVAS
 Figura tomada del Compendio de Calidad CERIB 2000 – Ficha 92 p. 746

En ocasiones será difícil situar una causa dentro de un conjunto. Estas dudas sobre la clasificación podrán en algún momento dar origen a otras ideas. Llega a suceder que algunas causas sean ellas mismas resultado de diversos acontecimientos. En este caso será conveniente descomponerlas como se muestra en la siguiente figura A.50.

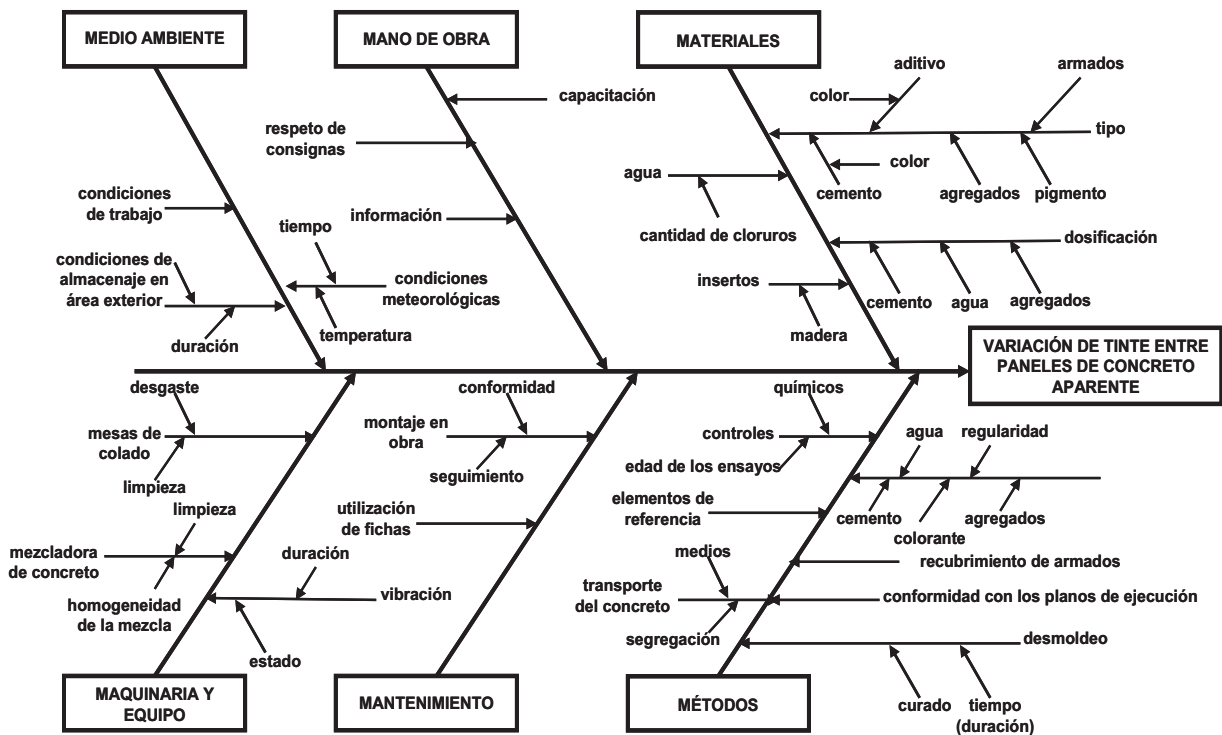


Figura A.50 – DIAGRAMA CAUSA-EFECTO COMPLETO
 Figura tomada del Compendio de Calidad CERIB 2000 – Ficha 92 p. 747

La dificultad principal será *no omitir nada*. Para ello, será necesario considerar el máximo de informaciones.

- 4ª. Etapa: Encontrar la (o las) causa(s) más importante(s)

Después de haber trazado el diagrama se tendrá que combatir directamente el problema. El procedimiento consistirá en seleccionar las causas probables, las que parezcan más importantes, mismas que se tendrán que confirmar. Para lograrlo se aprovechará el conocimiento implícito del grupo. Para ello:

- Se establecerán las relaciones directas y secundarias entre los diferentes componentes de los conjuntos y el problema planteado (ejemplo: material: tipo, origen, etc.),
- Se separarán las causas que merezcan confirmarse. Si, para el grupo, la selección no fuera unánime, se procederá a un voto de ponderación (aplicación de una mayoría, por ejemplo: “a cuatro posibles causas, se les atribuirán una calificación del 0 al 4 y se le dará prioridad a la causa que obtenga el total más elevado”).
- Además de la experiencia sumada de los miembros del equipo de trabajo la consulta de referencias sobre problemas y soluciones en materia de construcción o administración será de gran ayuda para clarificar el proceso.

- 5ª. Etapa: confirmar

Después de identificar la o las causa(s) probables(s), no se pasará directamente a las acciones por emprender, sino que se confirmará por medio de las observaciones y medidas, con la pertinencia de las conclusiones del grupo.

- 6ª. Etapa: aportar soluciones

Una vez que el grupo, al parecer, haya encontrado la solución, antes de aplicarla, será necesario asegurarse de que la solución no sea una simplificación que complique, una economía que cueste caro, una solución que cree problemas, sino una solución realista que permitirá alcanzar los objetivos, tomando en cuenta las restricciones actuales.

Para asegurarse de que una solución consensuada sea efectivamente la adecuada, las pruebas o muestras de conveniencia efectuadas in situ sobre un tramo de obra pequeño o sobre un elemento constructivo sobrante serán indispensables de realizar.

Por lo que respecta a aplicaciones, podemos citar un caso recurrente en nuestro trabajo cotidiano: el problema de irregularidades en las características del concreto fresco para su colado (en resistencia, trabajabilidad, segregación, sangrado excesivo, etc.).

Las irregularidades que un concreto fresco puede tener y los motivos que las pueden generar son muy variados; por lo tanto, el empleo de esta herramienta de análisis permite actuar y resolverlas sistematizando también la uniformidad de la calidad requerida al evitar que se presenten en adelante dichas irregularidades.

El diagrama de causa-efecto surgido de un análisis descriptivo por etapas que podría corresponder a este caso se incluye a continuación en la figura A.51.

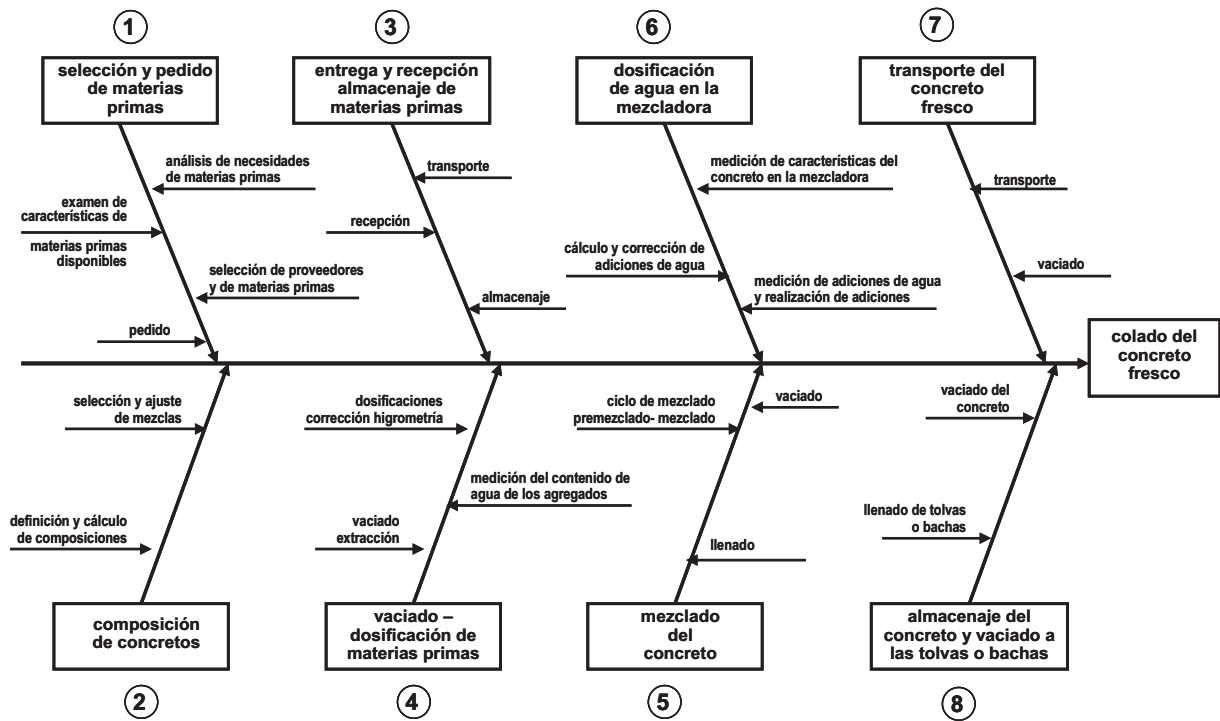


Figura A.51 – ANÁLISIS CAUSA-EFECTO POR ETAPAS
 Figura tomada del Rapport Technique RT 93/03 – Évaluation des Possibilités d’Action en Vue d’Obtenir la Régularité du Béton Frais – CERIB , 1993 p.8

El alcance de este diagrama no incluye las acciones a tomar sobre el colado mismo sino sólo las condiciones del suministro del concreto.

Cada etapa del proceso de preparación del concreto fresco indicado es descrita y analizada a través de tres preguntas:

- ¿Cómo se hace?
- ¿Por qué se hace así?
- ¿Qué no está bien?

Del diagrama anterior se puede extraer un diagrama global que, en este restringido ejemplo del análisis de un concreto fresco, sintetiza sus principales causas de irregularidades.

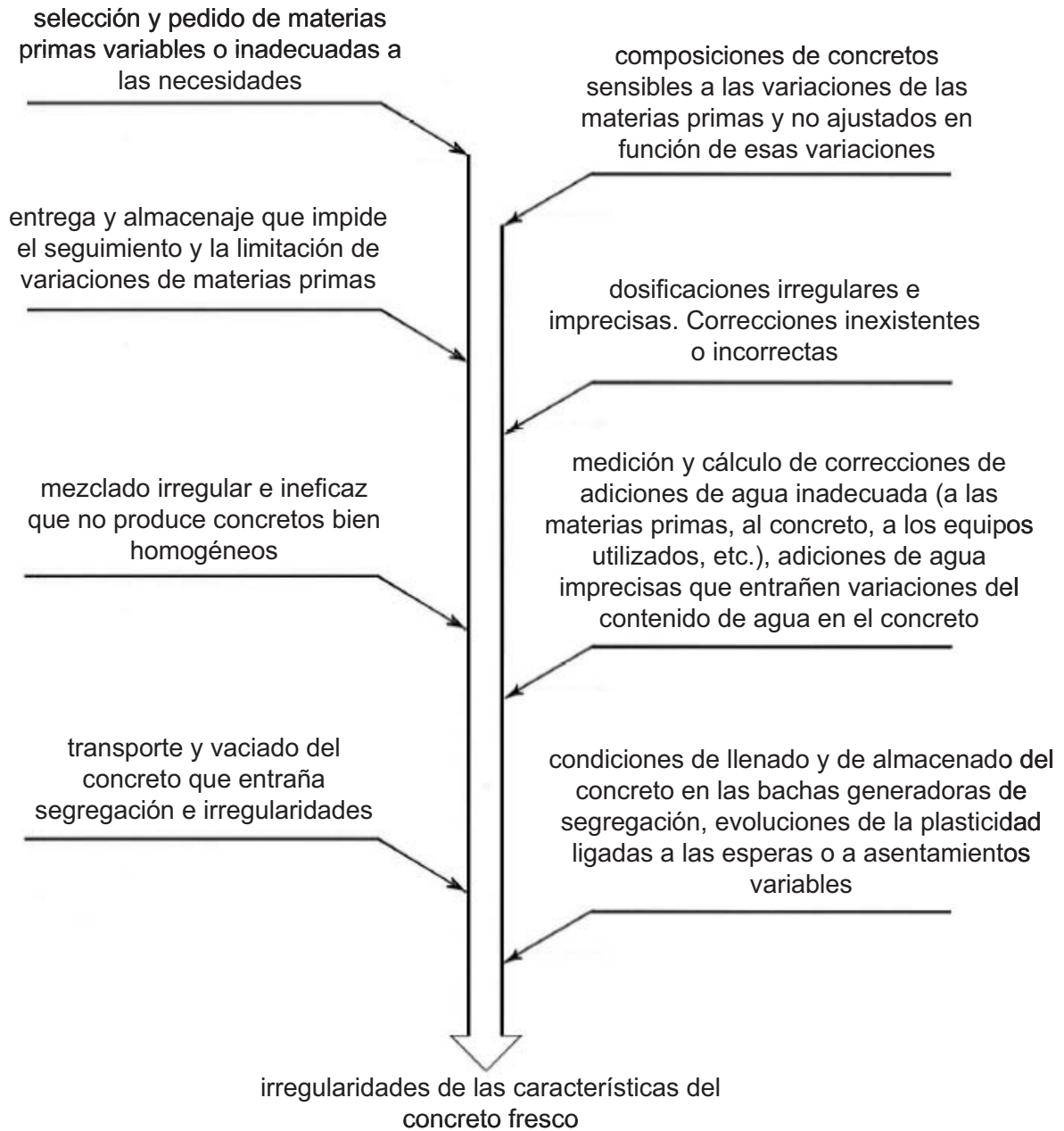


Figura A.52 – RESUMEN DE CAUSAS DE IRREGULARIDADES EN EL CONCRETO FRESCO
 Figura tomada del Rapport Technique RT 93/03 – Évaluation des Possibilités d’Action en Vue d’Obtenir la Régularité du Béton Frais – CERIB, Abril 1993 p.17

Como conclusión sobre el uso de esta herramienta podemos mencionar el diagrama causa-efecto” que será de utilidad para llevar a cabo el análisis en equipo de un problema.

Este acercamiento conducirá a representar la realidad de manera diferente, a ver con una perspectiva distinta las razones de existencia de un problema.

La aplicación de un método adecuado evitará lanzarse en acciones no consideradas, prolongadas y algunas veces demasiado costosas. Permitirá una profunda reflexión de las causas reales y en ocasiones ocultas.

Su principio de razonamiento facilitará la discusión sobrepasando las apariencias y los conflictos personales

Representará para los participantes, una excelente guía del trabajo en conjunto y la capacitación para el razonamiento.

Es de gran utilidad ir organizando y archivando todos los diagramas de causa-efecto de los diferentes problemas propios y/o ajenos que se presenten con el fin de irlos cambiando a desgloses de causas-efectos positivos, dicho de otra manera, se vuelven diagramas con todos los pasos e ingredientes para lograr un efecto de calidad en los que se describen a detalle los requisitos a cumplirse en las diferentes causas para generar un resultado positivo.

A manera de ejemplo se incluyen en la figura A.53 los factores o las causas positivas que coadyuvan al logro de la calidad de las obras.

Factores que pueden tener un efecto sobre la calidad de la obra

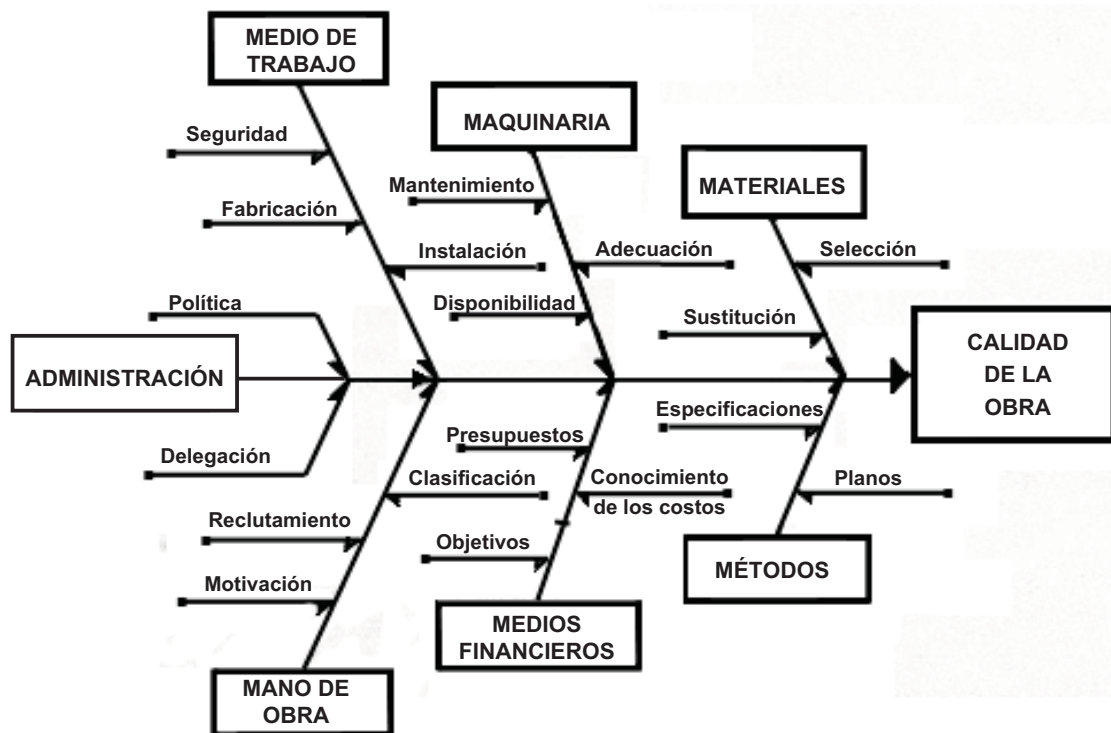


Figura A.53 – DIAGRAMA DE CAUSAS PARA UN EFECTO POSITIVO SOBRE LA CALIDAD DE LAS OBRAS
 Figura tomada de: *La Gestion de la Qualité dans la Construction – A.M. CHAUVEL – M. Pouvreau*
 p. 17 – Eyrolles, 1985

La siguiente herramienta de la calidad de fácil y útil empleo es el análisis basado en preguntas y búsqueda de respuestas denominado como Q.Q.D.C.C.P. que corresponde a las iniciales de dichas preguntas.

El **Q.Q.D.C.C.P.** es una herramienta de base de los equipos de trabajo para:

- Analizar una situación, una actividad o una tarea para definir lo que se sabe y descubrir lo que se ignora.
- Facilitar la selección de la solución óptima y la implantación de soluciones (principalmente redacción de especificaciones).

Para su forma de utilización, sin importar el “tema” estudiado, se requerirá:

1. Obligarse a dar respuesta a las siguientes preguntas:

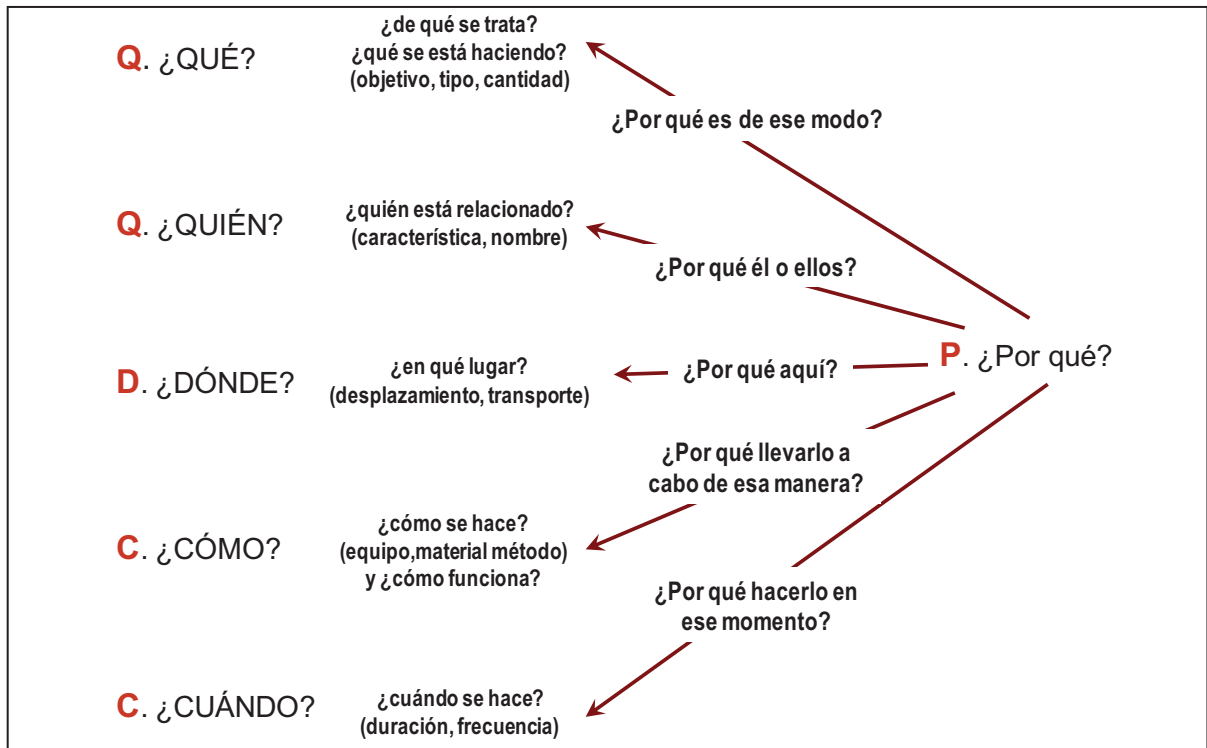


Figura A.54 – El Q.Q.D.C.C.
Figura tomada del Compendio Calidad CERIB 2000 –Ficha 124 p. 749

Todo se dirige a responder el **por qué** ya que lo importante de un acontecimiento o de un problema a resolver no es qué, quién, dónde, cómo o cuándo sino por qué.

Llegando a máximo un quinto nivel de porqués respondidos se llega a una solución satisfactoria en la generalidad de los casos.

2. Aportar por lo menos una respuesta a cada pregunta.
3. No dudar en combinar algunas preguntas volviéndolas a formular para afinar el análisis.
4. Cuando el “sujeto” requiera la implantación de soluciones, completar el análisis definido en el punto 2 con la pregunta “¿Cuánto?”.
5. Si fuera necesario, realizar una encuesta para verificar la pertinencia de una respuesta.
6. Utilizar el análisis, deduciendo las soluciones y las acciones a poner en práctica.
7. Buscar simplificar y mejorar.
8. Que la (o las) persona(s) involucrada(s) pongan a prueba la propuesta.

La tormenta de ideas (brainstorming) es otro medio sencillo y eficiente de enfrentar los problemas con las mejores soluciones encontradas por un equipo de trabajo directamente implicado en el problema a tratar apoyándose en métodos de solución de problemas y en la experiencia de cada origen.

Hay tres tipos de equipos de trabajo que se pueden organizar los cuales se indican en la siguiente tabla (Figura A.55).

Figura A.55 - DIFERENTES TIPOS DE GRUPOS DE TRABAJO <i>Ref. Compendio de Calidad – CERIB 2000 – Ficha 112 p.731</i>			
	Grupo de Trabajo Excepcional (fuerza de trabajo-task force) (GTE)	Grupo de Mejora de la Calidad (GMC) y Grupo de Seguimiento	Círculos de Calidad (CC)
Objetivo	Corrección, en caliente de un problema	Prevención, en frío de los problemas	Mejora de soluciones a los problemas
Duración de vida	Limitada	Prolongada	Permanente
Calendario	Decisión de la dirección	Presidio por la dirección	Presidido por el grupo
Participantes y líderes	Designados según el tema	Designados voluntarios dependiendo del tema	Voluntarios en la unidad de base
Decisiones	Líder/Consenso	Líder/Consenso	Consenso
Métodos/Herramientas	Libres	Disponibles	Enseñados sistemáticamente
Implantación de la solución	Por otras personas a definir	Con prioridad en la función de pertenencia	Por los miembros del grupo

Cada quien debe ir desarrollando en su carácter y personalidad un necesario espíritu de equipo evitando molestias o conflictos entre participantes ya que dañan significativamente la eficiencia del equipo.

Es importante que haya un coordinador o conductor de la reunión. Tanto el coordinador como los participantes deberán respetar ciertas reglas del juego.

El coordinador

Con frecuencia este papel se otorga a la persona del grupo que jerárquicamente se encuentre en la posición más elevada y cuente con una aptitud de coordinación,

Impondrá:

- Conocer el tema y poder situar su contexto,
- Conocer la posición de cada participante con relación al objetivo impuesto y al grupo,
- Adoptar técnicas que permitan la participación de cada persona,
- Ayudar al grupo a avanzar.

Los participantes

Deberán:

- Estar directamente involucrados o contar con competencias útiles para el avance de los trabajos,
- Conocer y aceptar el objetivo común,
- Asistir a la reunión con la intención de participar,
- Trabajar en conjunto sin prejuicio ni rechazo hacia otros participantes.

La tabla (Figura A.56) que se presenta a continuación resume el desarrollo cronológico de una reunión:

- El comportamiento del animador con respecto a la tarea y al grupo,
- El papel que juega cada participante.

LA JUNTA	EL COORDINADOR		EL PARTICIPANTE
	Su papel con respecto a la tarea	Su comportamiento frente al grupo	
ANTES DE LA JUNTA	<ul style="list-style-type: none"> - Informará al grupo con suficiente anticipación el lugar, hora y orden del día de la junta (convocatoria). - Preparará su junta 	<ul style="list-style-type: none"> - Confirmará la disponibilidad de cada participante 	<ul style="list-style-type: none"> - Tomará conocimiento de la orden del día - Preparará su junta
DURANTE LA JUNTA	<ul style="list-style-type: none"> - Indicará la dirección a seguir determinando el objetivo por alcanzar. - Confirmará la comprensión de todos los participantes. - Incitará la expresión de sus opiniones. Facilitará los intercambios. - Supervisará que la discusión sea abierta, que cada persona pueda expresarse al llegar su turno y aceptará todos los puntos de vista. - Aclarará algunas ideas reformulando lo apenas expresado. - Tomará notas sobre lo dicho y hecho. - Suscitará la imaginación - Motivará la discusión de los criterios de selección - Propondrá un balance de ideas y posiciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Incitará al consenso y regulará las oposiciones personales - Citará otras experiencias. - Promoverá la expresión de los “tímidos”, tranquilizará a los “platicadores” y promoverá la sucesión lógica de las intervenciones. - Resaltará los puntos de acuerdo e indicará los desacuerdos. - Recordará los éxitos pasados; expresará su agrado ante la eficiencia puesta en evidencia. - Apoyará las ideas originales procurando que el grupo permanezca realista. - Notificará en cada ocasión el avance de los trabajos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Será puntual - Participará activamente en los trabajos del grupo. Presentará hechos evaluados y no impresiones. - No criticará sistemáticamente. - Se apegará al tema de la junta. - Evitará discusiones por separado. - Respetará el tiempo de la palabra dada. - Confirmará que todos lo hayan comprendido. - Respetará el método de trabajo. - Ayudará al coordinador para encontrar “la motivación adecuada”.
DESPUÉS DE LA JUNTA	<ul style="list-style-type: none"> - Confirmará la distribución de tareas para la siguiente junta (en su caso) - Redactará y distribuirá la minuta de la junta dentro de los siguientes ocho días. - Preparará la orden del día de la próxima junta (en su caso). 	<ul style="list-style-type: none"> - Establecerá una síntesis clara y definirá las acciones por emprender. - Confirmará el consenso - Servirá de interlocutor con el resto de la organización (Dirección, servicios, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Será puntual - Aceptará las decisiones tomadas. - Procederá a las encuestas y medidas definidas en la junta. - Preparará una síntesis de sus resultados.

Figura A.56 – ROLES DEL COORDINADOR Y DE LOS PARTICIPANTES
Tabla tomada del Compendio de Calidad – CERIB 2000 – Ficha 112 p. 730

Lamentablemente a veces se llega a tal punto en las reuniones que da la sensación de que la junta se encuentra en un “círculo cerrado”, de que “no avanza”, será un fenómeno al cual deberán enfrentarse los grupos cuando se combaten los problemas de forma desordenada.

Hay que también evitar la divagación, la pérdida de concentración y las conversaciones en paralelo. Para evitar dicha dispersión, será indispensable que el grupo y su coordinador se propongan utilizar el método de tratamiento de problemas comúnmente llamado “*método calidad*”, cuyas etapas se encuentran relacionadas con las herramientas de trabajo en grupo (ver tabla presentada a continuación de la figura A.57).

MÉTODO PARA LA CALIDAD		HERRAMIENTAS UTILIZADAS
1.-	Plantear el problema	Análisis de la situación existente
2.-	Cuantificar y clasificar los hechos	Las hojas de recopilación de datos
3.-	Determinar el problema de mayor importancia	El diagrama de PARETO
4.-	Localizar las causas posibles	El diagrama de ISHIKAWA
5.-	Encontrar la causa principal	Experimentaciones y medidas
6.-	Buscar y proponer una acción correctiva	Proposiciones de ideas – Receptividad
7.-	Verificar la propuesta antes de actuar	Experimentaciones y medidas
8.-	Aplicar y medir el efecto	Evaluar el resultado (técnico y económico)
9.-	Comunicar el resultado	Circulación de la información
10.-	Memorizar el conjunto de las operaciones y de las condiciones de ejecución.	Planes de calidad, fichas, especificaciones, procedimientos.

Figura A.57 – MÉTODO CALIDAD
Tabla tomada del Compendio de Calidad – CERIB 2000 – Ficha 112 p. 731

Cada uno de nosotros es receptivo al ambiente que nos rodea. Para un grupo, el ambiente constituirá un factor complementario de éxito.

Lo anteriormente expresado podrá traducirse en:

- Una planificación de las juntas (limitada a 2 ó 3 juntas mensuales, con una duración de 1h 30 a 2 h 00 y de preferencia por la mañana), es importante evitar la “juntitis” y la prolongación de tiempo de las reuniones. Por tanto, el control contra reloj en mano y el respeto del tiempo por parte de todos es indispensable.
 Las juntas deben ser muy ejecutivas, productivas y con la constante participación de todos.
 La comunicación en tiempo real y la solución sobre la marcha de los problemas irrelevantes permiten que lo importante se resuelva en grupo.
- La puesta a disposición de medios materiales (audiovisuales, tablas, material para escribir, etc.) e información (avisos, periódico interno, etc.).

La implantación de un grupo de trabajo por proyecto dentro de una empresa no deberá considerarse como una acción separada.

Al igual que el auto-control y el control interno, el grupo de trabajo formará parte integral del procedimiento de avance y seguimiento de toda la organización.

Por su sistema de participación, el grupo de trabajo contribuirá a:

- Elevar el nivel de competitividad de la empresa,
- Involucrar a cada colaborador en un movimiento de desarrollo
- Facilitar la desaparición progresiva de los factores de resistencia al cambio,
- Crear la costumbre de trabajar mejor en conjunto.

Las reuniones deben enfocarse a resolver problemas importantes, a informar o reforzar la información de lo que se está haciendo a todo el equipo sin excepción y a aportar ideas que reflejen la innovación y la implementación de las actividades dirigidas a los objetivos planteados.

La siguiente herramienta que conviene aprovechar son los gráficos y mapas de control que, junto con los histogramas que se mencionarán posteriormente, aplican el registro estadístico de los hechos. *La calidad no sólo es cumplir con las características requeridas traducidas en especificaciones sino también corresponde a un grado conveniente de uniformidad* (como lo postula el Dr. Deming), por tanto, hay que buscar la uniformidad consiguiendo una variación alrededor del valor nominal cada vez menor.

Medir la productividad sin implicar a la calidad nos evidencia los problemas pero no hace nada para evitarlo.

Cuando se mejora la calidad se mejora la productividad de manera natural ya que la productividad aumenta al reducirse la variación, se reducen los reprocesos y hay menos desperdicios.

Aquello que no es medible no es mejorable y por ello, las mejoras comienzan una vez logrado el control estadístico. Una vez que un proceso se ha llevado a un estado de control estadístico ya tiene una capacidad definible.

El control estadístico abre las puertas a la innovación al permitir lograr un proceso identificable. Sin métodos estadísticos, los intentos de mejorar un producto o un proceso líricamente dan resultados que generalmente empeoran las cosas.

Al mejorarse la calidad, gracias al control estadístico, se logra paradójicamente reducir los costos; por tanto, un diseño adecuado significa no sólo que se presta atención a la forma, al tamaño, a la durabilidad, a la resistencia estructural y al acabado sino también a un grado conveniente de uniformidad.

El control estadístico de calidad demuestra tácitamente que la calidad y la productividad no sólo son compatibles sino medios interdependientes para el logro de los mismos objetivos.

Las gráficas de control hacen fácil de ver las variaciones de una magnitud. Permite visualizar y ubicar la evolución de un parámetro con respecto a una referencia que podrá ser un límite y/o una media.

Su objeto no se limita a ser una presentación práctica de los resultados obtenidos sino que, complementada con la anotación de los eventos que pudieran haberla influenciado, permitirá: obtener información sobre el origen de las variaciones y ayudar a decidir sobre la oportunidad de una modificación, hacia la mejora, del procedimiento de ejecución.

La siguiente figura **A.58** nos muestra esquemáticamente un registro de mejora de una actividad que parte de un estado existente, continúa con una capacitación y termina con la aplicación dominada de lo aprendido.

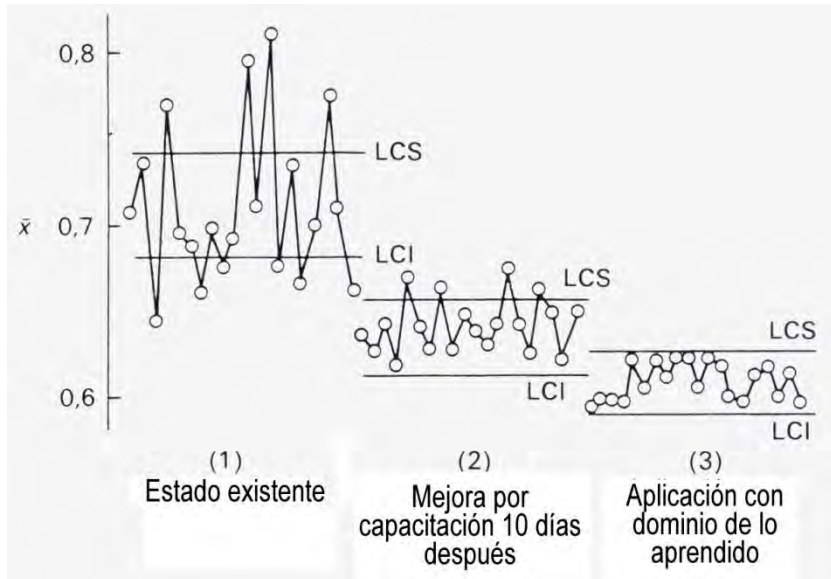


Figura A.58 – PASOS DE MEJORA EN LA EJECUCIÓN DE UNA TAREA
Aplicación modificada de la figura tomada de: Calidad, Productividad y Competitividad
W. Edwards Deming – Ediciones Díaz de Santos, 1989, Figura 18 p. 197 – (Aplicación modificada)

La figura denota en las tres fases de evolución hacia una mejora, un valor \bar{x} , dado en tiempo de realización (% de hora) que equivale al valor nominal especificado, el cual al principio era muy alto por la posibilidad que inicialmente se tenía (0.72 de hora) y pudo reducirse a 0.61 de hora.

También se indican las tolerancias expresadas en límites de control. Uno es el límite de control superior **LCS** el cual, de rebasarse, estaría generando una característica superior innecesaria que cuesta más y no se valora más; el otro, es el límite de control inferior **LCI**, el cual indica la mínima tolerancia aceptable para cumplir las características requeridas del proceso.

La siguiente figura **A.59** nos muestra una gráfica de control de uniformidad dimensional *donde se incluye su relación con dos histogramas; uno de ellos representando la dispersión dentro de los límites de control y el otro denotando productos fuera de estos límites y, por tanto, inaceptables.

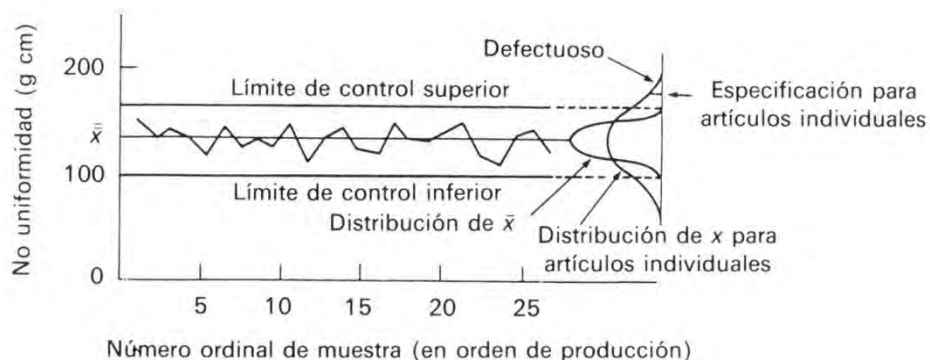
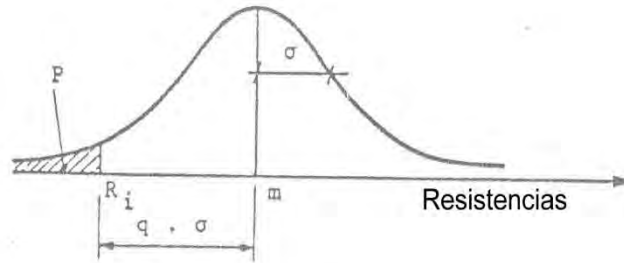


Figura A.59 – GRÁFICA DE x PARA LA UNIFORMIDAD DE PIEZAS FABRICADAS POR UN OPERARIO. La distribución del ensayo de no-uniformidad para las piezas individuales estará centrada en \bar{x} . Su recorrido será $\sqrt{3} = 1,73$ veces la distancia entre los límites de control para \bar{x} .

Figura tomada de: Calidad, Productividad y Competitividad – W. Edwards Deming - Ediciones Díaz de Santos, 1989
Figura 42 p. 288

Este tipo de gráfica puede utilizarse en nuestro caso para el control de características de diferentes materiales (resistencia a la compresión, absorción, etc.) como concretos, piezas de mampostería, aceros, etc. Pero su utilización puede extenderse para dar un seguimiento a cualquier proceso en aras de lograr la uniformidad de resultados partiendo de una situación inestable en muchos casos, donde se tienen dispersiones importantes que denotan una falta de control sistemático hasta llegar a un control de aceptación.

Por regla general, en el caso de resistencias a la compresión, los textos normativos precisan que la resistencia se garantiza con respecto a un tope (R_i). En una campana de Gaus (Ver figura A.60) o histograma, el área achurada representa el porcentaje de casos defectuosos (en general es el 5%).

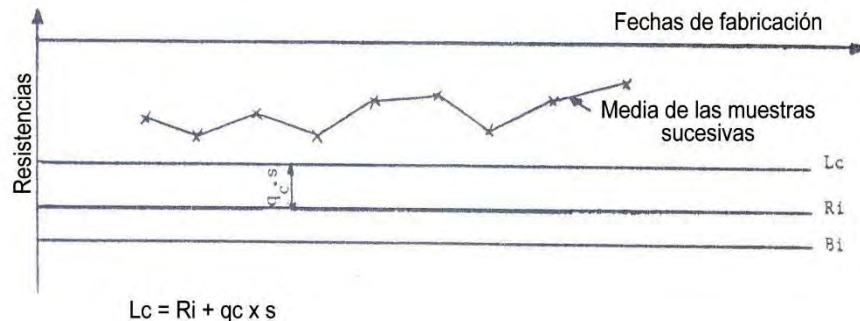


P: porcentaje de piezas defectuosas
 R_i : resistencia garantizada
 d : desviación estándar
 q : coeficiente

Figura A.60 – DEFINICIÓN DE RESISTENCIA GARANTIZADA

Fuente: Reporte de Misión de Cooperación Técnica para la Implantación de una Organización Interna de Calidad de Producción para la Empresa FADIBLOCK, S.A. de C.V. – Autores: A. Sánchez y H. Hartman – CERIB, 1987 – p. 80.

La verificación de este principio se da en la gráfica de control. En la gráfica se traza el límite de control inferior LCI lo que es función de la dispersión y un límite inferior que es igual a $0.8 \times R_i$.



Siendo:

q_c : Coeficiente escogido en función del número de muestras
 d : Desviación estándar
 R_i : Resistencia garantizada
 B_i : Límite inferior, $B_i = 0.8 \times R_i$

Figura A.61– GRÁFICA DE CONTROL DE FABRICACIÓN en un período predeterminado de fabricación indicando el límite mínimo aceptable.

Fuente: Reporte de Misión de Cooperación Técnica para la Implantación de una Organización Interna de Calidad de Producción para la Empresa FADIBLOCK, S.A. de C.V. – Autores: A. Sánchez y H. Hartman – CERIB, 1987 – p. 80

Los valores de qc son los siguientes:

Número de muestras	qc
2	0.85
3	0.9
4	0.95
5	1.00
6	1.05

Figura A.62 – VALORES DE qc

Fuente: Reporte de Misión de Cooperación Técnica para la Implantación de una Organización Interna de Calidad de Producción para la Empresa FADIBLOCK, S.A. de C.V. – Autores: A. Sánchez y H. Hartman – CERIB, 1987 – p. 81.

El lote se acepta cuando la media de la muestra aprobada es superior al límite de control y cuando ningún resultado individual sea inferior al límite B_i (según la norma).

Este tipo de trabajo corresponde a un control interno efectuado, para el control de materiales por un laboratorio interno de empresa, y para el control de procesos por el mismo equipo de trabajo, siendo muy conveniente comenzar a aprender a utilizar aprendiendo estos métodos de medición.

Ahora vamos a abordar la siguiente herramienta de la calidad de carácter estadístico denominada “histograma”.

El buen control estadístico de calidad reduce los costos de construcción y nos libra principalmente de los defectos y fallas.

Hay costos que son impredecibles y difíciles de estimar; *generalmente, no se sabe lo que cuesta un defecto o falla. Los beneficios dados por una buena solución también son muy difíciles de evaluar.*

El control del espaciamiento de las caras de cimbra para el concreto, de la profundidad de las cepas de excavación, el espesor de los aplanados y recubrimientos y las proporciones de cemento en las dosificaciones de los concretos, impide sobrecostos importantes en la construcción.

Si el ancho o la profundidad son ligeramente superiores a lo que se requiere, los sobrecostos de material, de mano de obra y demás medios rápidamente van a estar por encima del presupuesto. Al mismo tiempo, si se da una mayor esbeltez o una reducción de peralte, pueden significar una reducción estructural riesgosa. *Las irregularidades en la calidad pueden ocasionar, por tanto, fallas y quejas por parte de los clientes así como costos excesivos.*

Para evitar estos problemas hay que asegurarse de que el nivel de calidad de lo que se haga cumpla con el estándar, la norma de referencia o la especificación requerida.

Los histogramas (en conjunción con las demás herramientas ya mencionadas) nos sirven para analizar la distribución de las características de calidad y para tener la información básica para planear y ejecutar la medida correctiva para mantener dentro de tolerancias el trabajo que se vaya haciendo y para ir encontrando posibles depuraciones coadyuvantes para la optimización.

La elaboración de un histograma comienza con la recolección de datos.

Hay que medir la característica de calidad que se desea controlar y mejorar y obtener datos en una cantidad que fluctúe entre 50 y 100 casos.

El número de intervalos de datos se elige para darle una apariencia regular en base a la siguiente fórmula.

$$\text{Número de intervalos} = \sqrt{\text{número de datos}}$$

Si por ejemplo se tienen datos para 100 casos, 10 intervalos será apropiado. Si no se tienen suficientes datos para que esta forma de un histograma adecuado, se puede fijar como número de intervalos arbitrariamente en 10 u 11.

Para conocerse la amplitud del intervalo se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Amplitud del intervalo} = \frac{(\text{valor más grande} - \text{valor más pequeño})}{(\text{número de intervalos})}$$

Si la amplitud del intervalo resulta ser una fracción, se redondea al mismo número de puntos decimales que tiene la unidad de medida que se esté utilizando.

A continuación se incluye un corto ejemplo ilustrativo: Supongamos que se está trabajando con los datos del espesor de unas placas de acero que se pueden apreciar en la Figura A.62. La fórmula dice:

$$\text{Amplitud del intervalo} = \frac{(9.9 - 7.4)}{10} = 0.25$$

lo que después se redondea a 0.3.

(Unidades: en milímetros)

Número de la muestra Número del lote	Número de la muestra					Número de la muestra Número del lote	Número de la muestra				
	1	2	3	4	5		1	2	3	3	4
1	8.8	8.8	8.4	8.2	8.3	11	8.4	8.5	9.9	8.7	9.4
2	8.4	8.4	8.5	8.8	8.9	12	8.8	8.3	8.4	8.5	9.3
3	8.1	9.1	9.0	8.6	8.3	13	7.8	9.2	9.8	7.4	8.8
4	8.8	9.4	9.0	8.8	8.5	14	8.8	7.9	8.0	8.8	8.5
5	9.0	9.0	8.3	8.4	9.5	15	8.4	8.1	8.4	9.9	9.9
6	9.3	8.4	8.8	8.5	9.1	16	8.3	9.0	9.3	8.7	9.0
7	9.7	8.9	7.8	8.3	8.7	17	8.5	8.3	8.1	8.3	7.6
8	8.9	8.6	8.4	8.9	8.3	18	9.0	7.7	7.9	8.3	8.5
9	8.8	8.7	8.1	9.1	8.9	19	8.1	7.7	7.8	8.5	8.0
10	9.4	9.0	7.5	7.7	8.3	20	8.3	9.4	8.4	9.3	8.5

Figura A.63 – ESPEORES DE PLACAS DE ACERO

Fuente: *Improving Productivity in Construction through Q.C. and I.E.* – Yoshitsugu Hashimoto – Asian Productivity Organisation, 1986 – p. 18

Obtención de los Límites de Intervalo

El próximo paso consiste en comenzar con el valor de datos más pequeño y en dividir los límites de intervalo en incrementos de la amplitud de intervalo. En el ejemplo en la Figura A.63, por ejemplo, el valor más pequeño es 7.4 y la amplitud de intervalo es 0.3, de tal manera que el primer límite es de $(7.4 + 0.3 =) 7.7.$, el segundo en $(7.7 + 0.3 =) 8.0$, el tercero de $(8.0 + 0.3 =) 8.3$ y así sucesivamente.

El valor promedio en cada intervalo es el promedio de sus dos valores de límite. Por lo tanto, el valor promedio en el primer intervalo es el promedio entre 7.4 y 7.7, el cual es 7.55; el valor promedio en el segundo intervalo es 7.85, y así sucesivamente, como se puede apreciar en la Figura A.64.

Número de Intervalo	Parámetros de Intervalo	Valor Promedio	Medición	Frecuencia
1	7.4 – 7.7	7.55	///	3
2	7.7 – 8.0	7.85	//// //	9
3	8.0 – 8.3	8.15	//// //	9
4	8.3 – 8.6	8.45	//// //// //// //// //// //// //// //	32
5	8.6 – 8.9	8.75	//// //// //// /	16
6	8.9 – 9.2	9.05	//// //// //// //	17
7	9.2 – 9.5	9.35	//// //	9
8	9.5 – 9.8	9.65	//	2
9	9.8 – 10.1	9.95	///	3
Total				100

Figura A.64 - LISTA DE MEDICIONES

Fuente: Improving Productivity in Construction through Q.C. and I.E. – Yoshitsugu Hashimoto – Asian Productivity Organisation, 1986, p. 19

Medición del número de entrada de datos en cada intervalo

Después de medir el número de entrada de datos en cada intervalo como muestra la Figura A.64, se suman las mediciones y se anota el total en la columna de la frecuencia. Ahora se puede dibujar el histograma como muestra la Figura A.65. Si se prefiere representar el histograma como curva, la curva debe unir los puntos centrales para cada intervalo, tal como está descrito en el párrafo anterior.

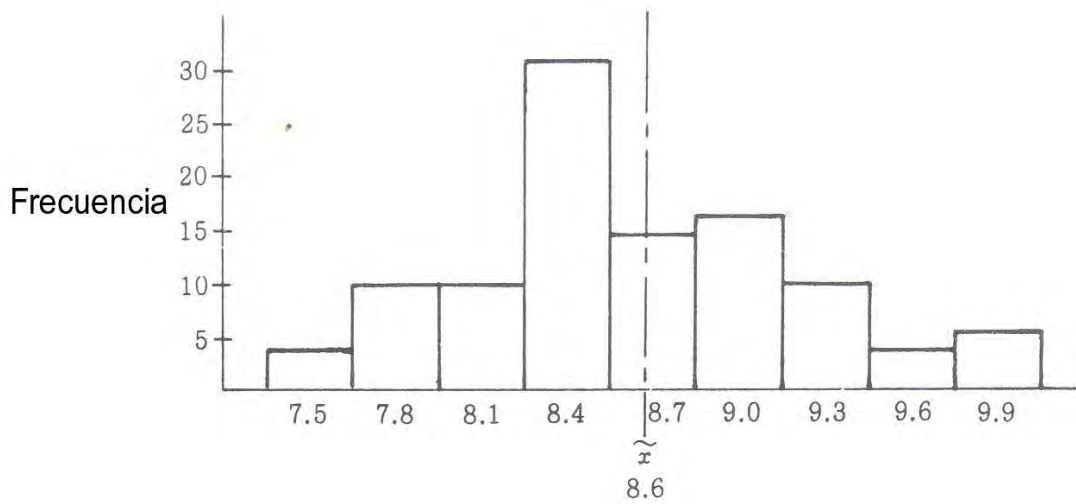


Figura A.65 - HISTOGRAMA

Fuente: Improving Productivity in Construction through Q.C. and I.E. – Yoshitsugu Hashimoto – Asian Productivity Organisation, 1986 - p. 20

Después de elaborar el histograma, se puede obtener la siguiente información consistente en la dispersión de la calidad, la distribución y en la revisión del cumplimiento de especificaciones.

La dispersión puede ser reducida dándonos un histograma muy empinado, lo cual es reflejo de un proceso estable.

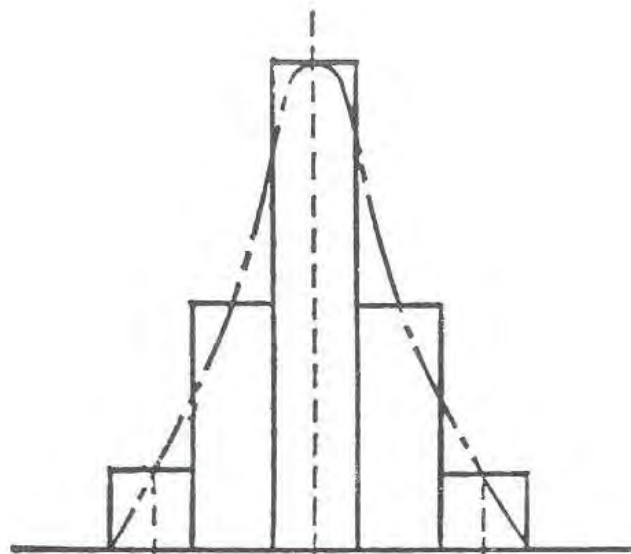


Figura A.66 – HISTOGRAMA EMPINADO (proceso estable)

Fuente: Improving Productivity in Construction through Q.C. and I.E. – Yoshitsugu Hashimoto – Asian Productivity Organisation, 1986 - p. 20

Por el contrario, si la dispersión es mucha, el histograma resultante es un histograma extendido.

Un histograma extendido es aquel que tiene una diferencia grande entre los valores mínimos y máximos, así como un pico central bajo. Aquí *podemos inferir que el equipo, la maquinaria o las formas usadas en el proceso de trabajo son insuficientemente precisas, que los trabajadores aún no controlan sus habilidades completamente o que hay alguna otra causa de calidad errática y, por tanto, es el reflejo de un proceso inestable.*

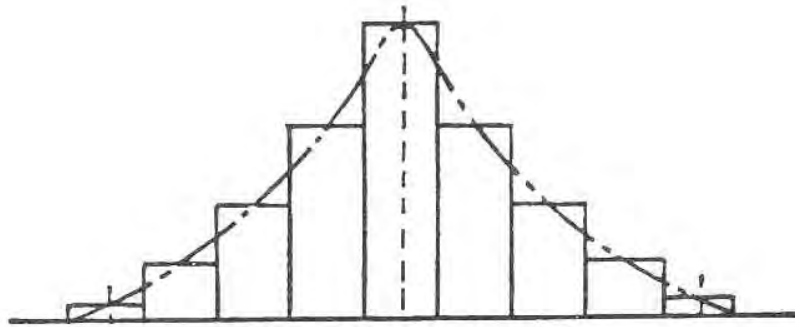


Figura A.67 - HISTOGRAMA EXTENDIDO (proceso inestable)

Fuente: Improving Productivity in Construction through Q.C. and I.E. – Yoshitsugu Hashimoto – Asian Productivity Organisation, 1986 - p. 21

La forma de considerar esta desviación o variabilidad es por medio de una unidad de medida que nos expresa el grado en que cualquier distribución esté acumulada o dispersa. La unidad de medida que más se utiliza para estos efectos se llama “*desviación estándar*” y se representa con la letra griega minúscula sigma δ .

La desviación estándar se determina por la fórmula:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum d^2}{\eta}}$$

Siendo:

δ = desviación estándar

d = desviación del promedio de cualquier unidad

η = número de unidades en la muestra

\sum = sigma mayúscula que quiere decir la suma de ...

Por cada dato de distribución de frecuencias se determina su distancia del promedio. Esta distancia es la desviación d . Se eleva al cuadrado cada una de las desviaciones, luego se suman todos los cuadrados lo cual nos da d^2 (la suma de desviaciones al cuadrado), se divide esa suma entre el número de unidades de la muestra η en la distribución de frecuencias dándonos como resultado la desviación media al cuadrado; se saca la raíz cuadrada de la desviación media al cuadrado y obtenemos así la desviación estándar.

La desviación estándar es una medida normalizada de la variabilidad. Todas las normas de pruebas de control y las que incluyen en su contenido o en uno de sus anexos las consideraciones de aceptación especifican los límites de aceptación o la desviación estándar máxima para su aprobación.

La desviación estándar se da en las unidades que se estén utilizando en la evaluación (v.g. Kgf, Kg/cm², minutos, gramos, milímetros, etc.).

La envolvente o representación continua de un histograma tiene forma de campana y por su inventor de hecho es llamada curva o campana de Gauss.

La curva de referencia general que refleja una “*distribución normal*” se muestra en la siguiente figura **A.68**.

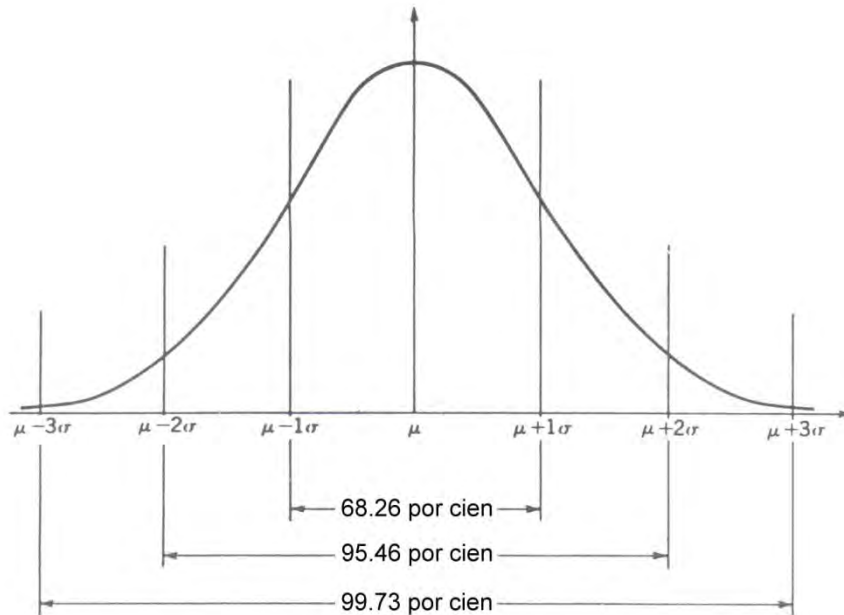


Figura A.69 - CURVA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL

Fuente: *Juran y la Planificación para la Calidad.* – J.M. JURAN
Ediciones Díaz de Santos, S.A., 1990, p. 16

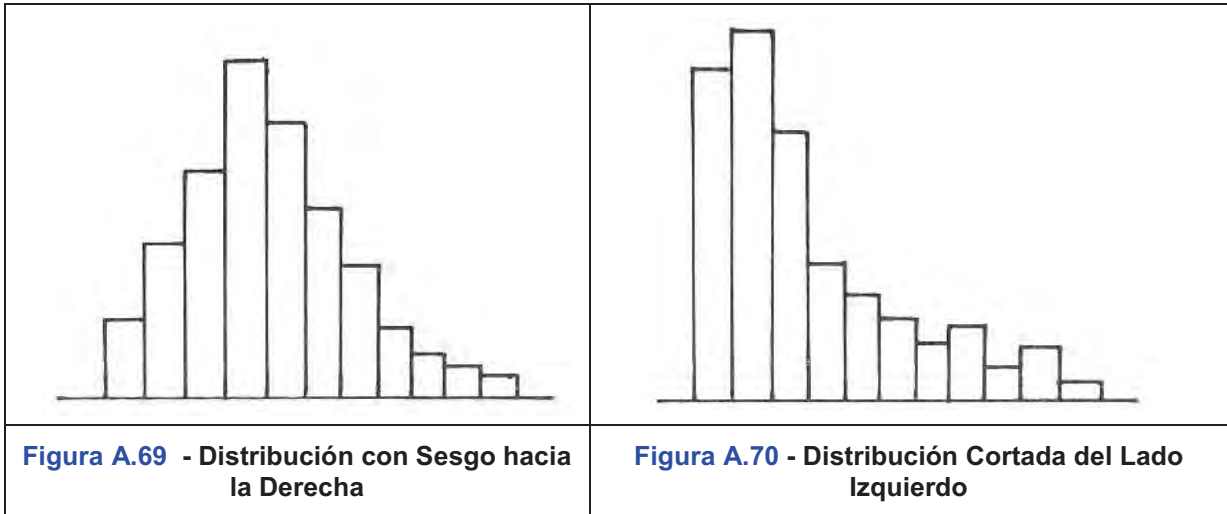
A partir de esta figura podemos ver que para cada una de estas distribuciones normales de frecuencias:

$\pm 1 \delta$ contiene el 68% de los datos

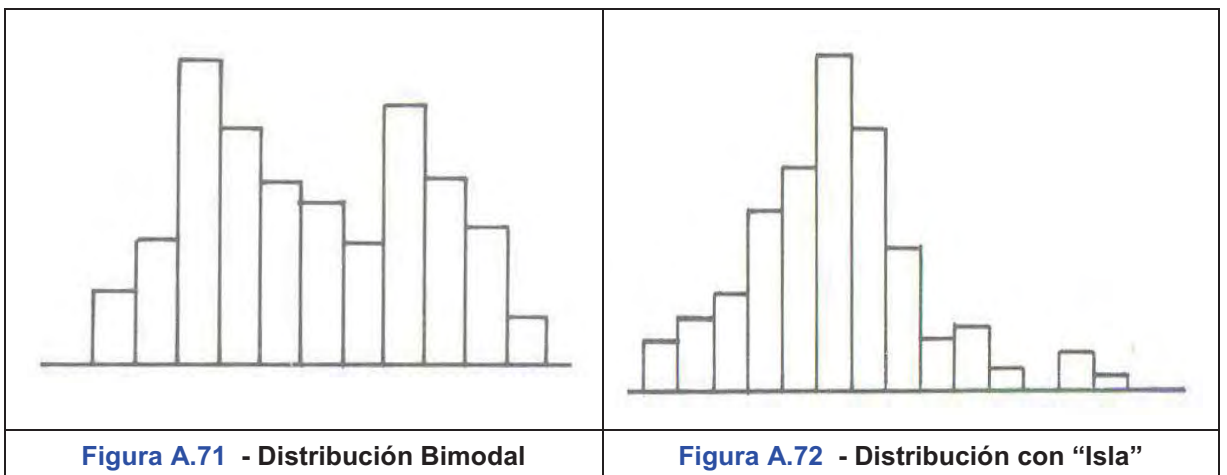
$\pm 2 \delta$ contiene el 95% de los datos

$\pm 3 \delta$ contiene el 99.73% de los datos

No siempre se obtienen distribuciones normales con clara simetría, hay histogramas con curvas sesgadas hacia un lado o cortadas de un lado, hay otras que reflejan dos poblaciones de datos denominadas bimodales y otras tienen una parte separada que se llama con isla como se muestra en las siguientes figuras:



Fuente: Improving Productivity in Construction through Q.C. and I.E. – Yoshitsugu Hashimoto, Asian Productivity Organisation, 1989, p.21 y 22



Fuente: Improving Productivity in Construction through Q.C. and I.E. – Yoshitsugu Hashimoto, Asian Productivity Organisation, 1989, p.21 y 22

Estas distribuciones anormales reflejan anomalías en el proceso de trabajo que pueden ir desde una falta de rigor en la forma de trabajar, equipo inadecuado, o en malas condiciones, falta de capacitación, etc. hasta criterios diferentes de registro de datos. Cuando esto sucede se requiere un seguimiento analítico de corrección hasta estabilizar los datos y, por tanto, el proceso o el producto que refleja.

4.2. Herramientas de profundización

Como ya se mencionó al presentar las herramientas de la calidad, *además de las herramientas de base existen varias herramientas de profundización* como el diagrama matricial, el diagrama de escenarios, el de análisis factorial de datos, el diagrama de afinidades o métodos KJ, el diagrama de relaciones, el diagrama o árbol de decisión y el diagrama de ruta crítica.

Debido a que unas ya son conocidas y manejadas por nosotros, como el diagrama de relaciones o el diagrama de ruta crítica (el cual se tocará incluso en el tema sobre Productividad) y a que las demás tienden mucho a ser modificadas y particularizadas por cada organización que las utilice, sólo se va a mencionar brevemente el objeto y alcance de cada una de ellas.

El *diagrama matricial* es un procedimiento intermedio que se basa en los resultados de un trabajo previo (como el diagrama tipo árbol de decisión). Permite seleccionar los elementos por tratar para continuar el análisis o para construir un plan de acción por medio de una ruta crítica. Se utiliza para seleccionar soluciones relacionando objetivos y medios.

El *diagrama de escenarios* permite visualizar cursos de acción imaginando sus resultados y consecuencias confrontados contra puntos de vista optimistas (metas deseadas) y pesimistas (llegar a resultados no deseados) considerando las diferentes etapas de una situación de principio a fin para tener un programa de acciones con alternativas (planificación tomando en cuenta eventualidades).

El *análisis factorial* de datos forma parte de las técnicas estadísticas y es similar a los procedimientos clásicos por su carácter numérico. Sintetizado en una representación gráfica permite combinar algunos grupos de variables, evidenciando eventuales correlaciones entre ellos. Es muy usado para analizar los elementos de un problema con datos sin una relación evidente.

El *diagrama de afinidades* o métodos KJ sirve para estructurar el enfoque de un problema sobre la base de ideas que en su inicio no tienen relación directa, son de ayuda para analizar las partes de un problema tomando en cuenta la intuición.

El *diagrama de relaciones* es una mezcla de grafos y formación de conjuntos que permite representar múltiples causas y detectar la complejidad de su estructura. Es similar al diagrama de causa-efecto donde al momento de analizar los componentes de un problema se aplica la lógica.

El *diagrama del tipo árbol de decisión* parte de un tema determinado por el diagrama de afinidades o selección de interés general para investigar soluciones propuestas tamizándolas por criterios de factibilidad, eficacia, costo, riesgo, etc. Las soluciones se seleccionan descomponiendo un objetivo en series de acciones prioritarias.

Hay muchas herramientas más, como ya dijimos, como la del six-sigma de incuestionable utilidad; sin embargo, para efectos prácticos veo más amigable y útil la implantación de *listas de control* (check lists) y la catalogación de patologías en base a la detección de *puntos sensibles*.

4.3. Listas de verificación

Las *listas de verificación* pueden organizarse para lograr la trazabilidad donde se verifica la calidad abarcando tanto la planeación como la ejecución y la administración y, partiendo desde las materias primas hasta llegar al producto terminado, recorriendo todas las etapas de su proceso, también se pueden enfocar para la autorevisión de una actividad específica paso a paso (v.g. elaboración de planos ejecutivos o muros de un nivel dado de la obra), para un protocolo de entrega y recepción de un paquete o parte de la obra ejecutada (v.g. la obra de albañilería o un subcontrato) o para la entrega y recepción final de la obra. Hay otro tipo de listas de verificación que sirven para verificar la documentación de expedientes para trámites administrativos, las listas de verificación y control son el puente natural que obliga a llevar a la práctica del trabajo operativo las especificaciones del diseño y del proceso. Sin las listas de verificación se presentan serios problemas de comunicación y de seguimiento que generan la falta de cumplimiento de la calidad prescrita en la fase de planeación.

A manera de ejemplos se incluyen a continuación dos referencias: Una lista de control para la autorevisión, por parte de quienes ejecuten el trabajo y del residente de obra, de una losa de cimentación y de una losa a base de vigueta y bovedilla; en ambos casos, desglosadas en tres etapas: antes del colado, durante el colado y después del colado.

LISTAS DE VERIFICACIÓN	
<u>LOSAS DE CIMENTACIÓN</u>	
REVISIONES ANTES DEL COLADO	
<u>Sobre base de cimentación</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Antes de colocar el polietileno, verificar el nivel de la base y su planeidad con la ayuda de una regla de 2.00 m. En caso de existir defectos de planeidad fuera de tolerancias habrá que corregirlos tendiendo arena en los vados y descopetando las crestas. <input type="checkbox"/> Se colocará el polietileno con los traslapes entre hojas de 15 cm sellados con cinta canela y sin olanes, dobleces, roturas ni rasgaduras; en caso de algún daño posterior durante los trabajos de armado y cimbrado se parchará el área afectada con parches del mismo material traslapados y adheridos con cinta canela. 	
<u>Cimbra perimetral (costados)</u>	
<p>La cimbra deberá irse verificando al avance de su colocación para evitar o corregir cualquier error en el menor tiempo posible.</p> <p>Verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1.- Su alineamiento <input type="checkbox"/> 2.- Su nivelación <input type="checkbox"/> 3.- Su fijación y apuntalado <input type="checkbox"/> 4.- Su hermeticidad (complementada por obturación con sellador o cinta en hendiduras) <input type="checkbox"/> 5.- Su limpieza <input type="checkbox"/> 6.- Su embadurnado con desmoldante en toda su superficie (de contacto y exterior). 	
<u>Acero de refuerzo y canalizaciones ahogadas</u>	
<p>Verificar de <i>acuerdo al proyecto ejecutivo estructural</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1.- Su diámetro y resistencia, pidiendo al proveedor o fabricante la garantía escrita de cumplimiento requerida por la NTCC del RCDF en su artículo 14.2.2. <input type="checkbox"/> 2.- Su longitud <input type="checkbox"/> 3.- Su adecuado habilitado de ganchos, traslapes y dobleces <i>indicados en planos</i> <input type="checkbox"/> 4.- Condiciones de su superficie (limpieza, sin oxidación suelta y sin manchas de aceite) <input type="checkbox"/> 5.- Calzado y recubrimiento (La práctica de ir alzando el acero conforme se vaya avanzando en el colado en vez de usar calzas, no deberá permitirse). <input type="checkbox"/> 6.- Ubicación correcta <i>conforme a planos</i>, cuidando muy particularmente la ubicación y fijación del acero vertical anclado para castillos ahogados en muros. <input type="checkbox"/> 7.- Verificar que el concreto al vibrarse pueda entrar entre las varillas en zonas congestionadas. <input type="checkbox"/> 8.- Las varillas ahogadas en el concreto no podrán arbitrariamente doblarse y después re-enderezarse. <input type="checkbox"/> 9.- En el excepcional caso de hacerse juntas de colado deberá tenerse prevista una cimbra vertical con las características mostradas <i>en el plano correspondiente</i>, se verificará su alineamiento y se evitarán desviaciones notorias en el acabado del concreto colado. <input type="checkbox"/> 10.- Posicionar, calzar y fijar las canalizaciones y tuberías de instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, etc. a ahogar en las losas conforme <i>a los detalles indicados en el proyecto</i>, asegurando su recubrimiento de concreto adecuado y su separación con respecto al acero de refuerzo con calzas o silletas. 	

Características del concreto requerido

En función de las especificaciones del diseño estructural en términos de:

- 1.- Resistencia a la compresión
- 2.- Tamaño máximo del agregado permitido (hasta 1/3 del espesor de la losa)
- 3.- Revenimiento (consistencia) 8 cm
- 4.- Tipo de cemento a emplear _____
- 5.- Dosificación de cemento en el concreto (kg/m³)
- 6.- Relación agua-cemento: = .60
- 7.- Aditivo(s) _____

Equipo de mezclado y colado

Se verificará prever:

- 1.- La disposición de la herramienta (palas, jaladores, botas, etc.), del equipo de mezclado (mezcladora), de vibrado con fuentes de energía y combustible (2 vibradores de inmersión y 2 reglas vibratorias con sus guías y fijaciones), del material requerido (cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos) y de los medios para colar (bacha, artesas, canalón) así como el compuesto de curado.
- 2.- Que la cuantificación, en campo, y las características del concreto (tamaño máximo de agregado, resistencia, revenimiento, aditivos a incluir, relación A/C), a colar estén revisadas antes de formalizar el pedido al proveedor del concreto premezclado o de fabricar, en su caso, el concreto en la obra con el equipo de capacidad adecuada.
- 3.- Que, en caso de fabricarse el concreto en la obra, se tengan predeterminadas las proporciones de materiales a utilizar (en base a las gráficas de cálculo y husos granulométricos indicados **en los planos correspondientes**) y los medios para asegurar uniformidad de mezclado en cada dosificación o bachada.
- 4.- Prever cemento y agregados por si se requiere preparar concreto adicional para cerrar, así como el equipo necesario.
- 5.- Que se tenga preestablecida la secuencia con la que se alimentará de materiales a la mezcladora (1°. 70% agua, 2°. grava, 3°. arena, 4°. cemento, 5°. agua de ajuste 30%, 6°. aditivo en su caso) y prescrito un tiempo de mezclado mínimo de 4 minutos después de la inclusión de todos sus componentes para asegurar su homogeneidad la cual se constatará después de estarse vaciando.
- 6.- Preparar un reporte de registro del colado que incluya al menos los siguientes datos:
 - a) Fecha del colado
 - b) Cantidad total de concreto a colar (premezclado y/o hecho en obra)
 - c) Ubicación en el proyecto (losa, número de casa, nivel, etc.)
 - d) Tipo de cemento utilizado, marca y fecha de recepción (para concreto colado en obra)
 - e) Contenido de humedad de los agregados (para concreto colado en obra)
 - f) Temperatura de los materiales (para concreto colado en obra)
 - g) Tiempo de mezclado (para concreto colado en obra)
 - h) Tiempo de entrega del concreto desde que salió de planta comparado con los límites especificados (para concreto premezclado).
 - i) Cumplimiento con especificaciones solicitadas
 - j) Incluir fotografías del armado e instalaciones antes del colado con pie de foto para su posterior identificación
- 7.- En caso dado, tomar las previsiones por lluvia según se indica en **planos correspondientes**.

Cuadrillas de trabajo, medios y preparaciones

- 1.- Elaborar un plano o croquis de secuencias de actividades indicando accesos, circulaciones, maniobras, puntos de vaciado, ollas y equipo mayor requerido con accesorios (eventualmente bomba de concreto) y cuadrillas de trabajo con tiempos.
- 2.- Definir perfectamente las cuadrillas a utilizar, sus actividades, su rendimiento y el tiempo total de colado.
- 3.- Planear alternativas en caso de que algo pueda fallar en el proceso de colado.
- 4.- Prever que el colado no dure más de 1 hora y media.

LOSAS DE CIMENTACIÓN

REVISIONES DURANTE EL COLADO

- 1.- Antes del vaciado del concreto se retirará toda basura, tierra, polvo o materia extraña de la zona de colado con la ayuda de una aspiradora industrial y se atomizará con aspersor agua sobre la superficie a colar sin dejar charcos o agua libre sobre la superficie, la cual, en caso dado se retirará con una jerga o trapo limpio. (El objetivo de la aspersión en este caso es bajarle la temperatura al polietileno y a las caras de cimbra de contacto).
- 2.- Se colocarán guías para correr una regla vibratoria de 3.00 m de longitud separadas entre sí 1.50 m centradas sobre la zona a colar fijadas como se muestra en **detalle de plano correspondiente**. Para lograr una planeidad en la superficie de la losa con tolerancia de ± 5 mm, bajo una regla de 2.00 m y de 1 mm bajo una regleta de 20 cm de longitud.
- 3.- Ubicar una tina con agua para limpiar las botas de los trabajadores antes de entrar al colado. De ninguna manera se permitirá la colocación de concreto contaminado con materia orgánica.
- 4.- El concreto deberá ser transportado, colocado y consolidado sin causarle segregación.
- 5.- Se tendrá disponible previamente revisado y probado el equipo mayor para la entrega de concreto en la zona del colado y deberá preverse, en caso de falla de éste durante el colado, la disponibilidad de otro equipo para ayudarlo o sustituirlo.
- 6.- Se deberá contar con el equipo de vibración duplicado (dos vibradores y dos reglas vibratorias) previamente revisado y probado así como con la herramienta de distribución (palas, jaladores, cucharas, llanas, reglas, aviones, etc.).
- 7.- Se harán las pruebas de revenimiento antes de vaciarse el concreto en la obra: una vez por cada entrega de olla en caso de ser premezclado o una vez por cada cinco revolturas si es hecho en obra, respetando los valores **especificados en planos**.
- 8.- Se solicitarán al proveedor del concreto premezclado los resultados de pruebas de compresión y de peso volumétrico según se especifica en las normas técnicas complementarias de concreto del reglamento de construcciones del D.F..

En caso de concreto hecho en obra se preparará una muestra de dos cilindros por cada día de colado y por cada 40 m³ en caso de colados voluminosos, la cual se probará a los 28 días de edad.

No se permitirá por ningún motivo adicionarle agua al concreto fresco para aumentar su revenimiento.

El peso volumétrico se probará una vez por cada día de colado o por cada 40 m³ en caso de colados voluminosos conforme a la norma NMX-C-162.
- 9.- El concreto deberá irse vaciando lo más cerca posible de su ubicación final usando la herramienta sólo para homogeneizar su distribución y sólo se permitirá traspalearse a distancias muy cercanas.

Para el buen llenado de la losa a nivel, a cada lado de la regla vibratoria ubicar a una persona con un jalador que mantenga constante la cantidad de concreto antes de nivelar con el paso de la regla vibratoria.

Deberá cuidarse el buen llenado y vibrado del concreto en los bordes, esquinas y fondos de **contratraves**.
- 10.- Sólo se irá vaciando el concreto repartiéndolo en la cantidad requerida y se evitará vaciar volúmenes concentrados en un solo sitio.
- 11.- Se rellenarán y vibrarán primero las zonas de **contratraves** y se rematará el vaciado con el llenado al espesor de la losa.
- 12.- Evitar pisar el colado después de pasar por segunda vez la regla vibratoria y hasta que el concreto no se hunda con el peso de una persona más de 5 mm.

- 13.- Si se dan interrupciones durante el colado por descompostura del equipo, por lluvia o por retraso de las ollas en la entrega del concreto, deberá protegerse el concreto aún fresco colocándole encima yute húmedo (sin estilar).
- 14.- Se buscará la exactitud de volumen de concreto a colar pero en el caso extraordinario de haber sobrado concreto se tendrá previsto y acordado con el director responsable de la obra, el uso y ubicación de dicho concreto en otra parte de la misma lo más próxima posible al sitio del colado. En caso contrario que falte concreto se tendrá que fabricar en obra el volumen faltante con el equipo y medios previamente preparados.
- 15.- *Nunca colar a una temperatura inferior a 5°C ni superior a 29°C.*
- 16.- Conforme el concreto se vaya vaciando deberá irse consolidando de manera completa y uniforme con la ayuda de la regla vibratoria, de vibradores y de herramientas manuales.
Los vibradores nunca se usarán para mover al concreto de un sitio a otro ya que esto causa segregación y separación del agregado grueso.
- 17.- Se evitarán las juntas de colado en lo posible. En el excepcional caso de darse se harán según se indica en el *detalle indicado en el plano correspondiente.*
- 18.- El acabado de la superficie de la losa deberá dejarse *según se especifica en el plano correspondiente* siguiendo los siguientes pasos:
 - a) Repasado de bordes con volteador (rebordeo)
 - b) Pasado de avión y de Darby verificando la planeidad con regla y eliminando las irregularidades remanentes.
 - c) Una vez que se haya evaporado el agua de sangrado ejecutar el floteado con llana para dar la textura requerida una vez que se pueda pisar dejando una huella de 1 mm de profundidad.
 - d) Curado, con membrana líquida dando dos pasadas (una perpendicular sobre la otra), una vez que se termine el allanado y que deje de brillar la superficie del concreto y que desaparezcan pequeños charcos (agua libre) sobre su superficie.
- 19.- Llenar el reporte de registro del colado con los siguientes datos requeridos.
 - a) Los resultados de las pruebas efectuadas (revenimiento, peso unitario, pruebas de cilindros previamente identificados y ubicados) refiriéndose a los artículos 14.3.3 y 14.3.4.1 de las N.T.C.C. del R.C.D.F.
 - b) Fecha del colado
 - c) Ubicación del colado en el proyecto
 - d) Duración del colado (hora de inicio y hora de terminación)
 - e) Cantidad de concreto utilizado (premezclado y/o hecho en obra)
 - f) En su caso, concreto rechazado y su causa
 - g) Métodos de colocación y vibrado
 - h) Método de curado y protección

LOSAS DE CIMENTACIÓN

REVISIONES DESPUÉS EL COLADO

Curado

- 1.- Verificar que el curado (con efectividad para siete días) haya sido aplicado cubriendo totalmente la superficie de la losa colada; en caso contrario efectuar aplicaciones complementarias en dos capas perpendiculares.
- 2.- Al día siguiente del colado podrá retirarse la cimbra de costados y bordes, sin dañar el concreto, efectuando de inmediato la limpieza y reaplicación de desmoldante sobre toda la superficie de dicha cimbra antes de estibarse.
- 3.- La superficie recién descimbrada deberá retocarse de inmediato en caso de no cumplir con el acabado especificado o de haber sido involuntariamente dañada durante el descimbrado.
- 4.- Tan pronto como se descimbre (y se retoque donde haga falta) la superficie de costados de losa, deberá aplicársele la membrana de curado.
- 5.- En ningún momento se sobrecargará a la losa de cimentación con equipo o material no previsto en su diseño estructural (maquinaria circulando sobre la losa de cimentación).
- 6.- Verificar el llenado del reporte de registro del colado y complementarlo con los datos de descimbrado y curado adicional de los costados de la losa.

LOSAS DE ENTREPISO Y AZOTEA A BASE DE VIGUETA PRESFORZADA Y BOVEDILLA DE POLIESTIRENO

REVISIONES ANTES DEL COLADO

Descarga, manipulación y colocación de viguetas

- 1.- Se verificará que las viguetas se entreguen con contraflechas dentro de lo admitido *en planos correspondientes* y sin daños ni fisuras.

- 2.- Para su manipulación y almacenaje deberán seguirse las *instrucciones indicadas en los planos correspondientes*, tomando en cuenta en particular su forma de apoyo al estibarse y su forma de eslingarse e izarse con máquina de acuerdo a su longitud.

- 3.- Las viguetas se apilarán limpias sobre polines ubicados lo más cerca posible de sus extremos, que coincidan en la misma vertical con volados, en su caso no mayores a 50 cm, (para evitar contraflechas excesivas), ni alturas de apilado mayores a 1.50 m. El almacenado de las viguetas deberá hacerse sobre un área nivelada y limpia. Colocar en cada apilado viguetas de un mismo tipo y longitud de tal modo que quede visible su identificación. En ningún caso se apilarán, manipularán ni se colocarán las viguetas volteándolas de lado o al revés.

- 4.- Si alguna vigueta resultase dañada, se avisará al director responsable de la obra para decidir su posible rechazo. El control visual para la detección de posibles defectos, fisuras o golpes debe hacerse al momento de la estiba y una vez colocadas en la obra.

- 5.- Se colocarán las viguetas conforme a proyecto. Al colocar las viguetas en la obra habrá de tomarse en cuenta sus eventuales diferencias de rectitud con el fin de evitar una acumulación de sus efectos. Es posible enderezar las viguetas centrando los esfuerzos de enderezado para evitar que se voltee la vigueta.

El apoyo mínimo de las viguetas sobre los muros (6 cm sobre muro de 14 cm. de espesor y 4 cm sobre muro de 10 cm de espesor) y en la unión con traveses con el refuerzo de acero complementario, será el *indicado en los planos estructurales correspondientes*.

Deberá verificarse que el nivel de enrase de muros y el de cimbras de traveses sobre los que apoyará la losa de viguetas y bovedillas sea el especificado y que no rebase las tolerancias *indicadas en los planos correspondientes*.

- 6.- Para el apuntalamiento; el número, el espaciamiento y la posición de filas de puntales y largueros se indican en *el plano estructural correspondiente*, cuidando el adecuado apoyo y plomeo de los puntales.

En este caso de viguetas pretensadas, la colocación de puntales y largueros se hará después de la colocación de las viguetas.

Los puntales se subirán hasta entrar en estricto contacto con la vigueta de menos contraflecha sin forzarla en absoluto por querer sobre elevarla. Las viguetas con mayor contraflecha podrán dejarse con 1 cm ó 2 cm de espacio entre el nivel del apuntalamiento y la vigueta más contraflechada.

Bovedillas

- 1.- Las bovedillas de poliestireno expandido deben recibirse del proveedor con el tiempo de estabilización mínimo acordado con el fabricante para evitar su alaveo o deformación posterior y deben resistir una carga puntual de punzonamiento y flexión de 150 kg al centro de su claro y cerca de los apoyos con una flecha máxima de L/400. Se podrán hacer pruebas aleatorias en obra en caso de sospecha de baja resistencia.

- 2.- Deberán estibarse sobre palets (libres de tierra y lodo) protegiéndose de lluvias intensas con una hoja de polietileno. En caso de existencia de roedores deberán protegerse envolviendo a la estiba con metal desplegado.

- 3.- Su colocación entre viguetas se hará conforme al proyecto y deberá ser confinada (apretando a la bovedilla contra las viguetas) a manera de asegurar su buen apoyo sobre el patín de las viguetas el cual deberá ser como mínimo de 2 cm.

- 4.-Deberá evitarse ranurar o cortar innecesariamente las bovedillas de poliestireno al tender las canalizaciones o tuberías ahogadas siguiendo las indicaciones y *detalles en planos*.

En el caso de tenerse que cortar o ranurar forzosamente las bovedillas para alojar instalaciones hidráulicas, sanitarias o eléctricas deberá cimbrarse la zona con un fondo de triplay amarrado a las viguetas con alambre recocido y apoyado en un puntal, *como se indica y se prevé en planos*.

Deberá cuidarse especialmente la colocación alineada de cajas para salidas eléctricas en bovedillas, el plomeo de instalaciones y la fijación horizontal de instalación sanitaria para asegurar pendientes.

- 5.- Se deberán bordear las salidas eléctricas de techo para iluminación, con concreto evitando su contacto directo con el poliestireno de la bovedilla.

- 6.- Para el paso de obreros con carretillas y equipo deberá preverse el empleo de tablonces que protejan a las bovedillas de sobrecargas.

- 7.- Durante la colocación del armado de la capa de compresión colocar ganchos de alambre galvanizado del calibre indicado en planos ligados a la malla electrosoldada que atraviesen a las bovedillas de poliestireno expandido para el amarre posterior del metal desplegado que servirá de refuerzo al aplanado de yeso en techos; también colocar ganchos en salidas de techo ligados al armado como preparación a futuro de colgado de lámparas.

- 8.- Antes de colar deberán taponarse los alvéolos de los bloques de enrase, donde no vayan castillos ahogados, de los muros con papel Kraft (de los sacos de cemento) con trozos de poliestireno expandido o con tiras de metal desplegado, según se indique en *detalle de plano correspondiente*.

Cimbra perimetral (costados) y de fondeo

La cimbra deberá irse verificando al avance de su colocación para evitar o corregir cualquier error en el menor tiempo posible.

Verificar:

- 1.- Su alineamiento
- 2.- Su nivelación
- 3.- Su fijación y apuntalado
- 4.- Su hermeticidad
- 5.- Su limpieza
- 6.- Su embadurnado con desmoldante en toda su superficie.

Acero de refuerzo y canalizaciones de instalaciones

Verificar de acuerdo al proyecto ejecutivo estructural:

- 1.- Su diámetro y resistencia, pidiendo al proveedor o fabricante la garantía escrita de cumplimiento requerida por la NTCC del RCDF en su artículo 14.2.2.
- 2.- Su longitud
- 3.- Su adecuado habilitado de ganchos, traslapes y dobleces *indicados en planos*
- 4.- Condiciones de su superficie (limpieza, sin oxidación suelta, concreto o lodo adherido y sin manchas de aceite)
- 5.- Calzado y recubrimiento de malla y varilla según se indica en planos correspondientes (La práctica de ir alzando el acero conforme se vaya avanzando en el colado en vez de usar calzas, no deberá permitirse). Cuidar que las calzas, por su diseño especificado o por su ubicación directa sobre las viguetas, no se encajen en la bovedilla de poliestireno.
- 6.- Ubicación correcta *conforme a planos*, cuidando muy particularmente la ubicación y fijación del acero vertical anclado para castillos ahogados en muros.
- 7.- Verificar que el concreto al vibrarse pueda entrar entre las varillas en zonas congestionadas.
- 8.- Las varillas ahogadas en el concreto no podrán arbitrariamente doblarse y después re-enderezarse.
- 9.- En el excepcional caso de hacerse juntas de colado deberá tenerse prevista una cimbra vertical con las características mostradas *en el plano correspondiente*, se verificará su alineamiento y se evitarán desviaciones notorias en el acabado del concreto colado.
- 10.- Posicionar, calzar y fijar las canalizaciones y tuberías de instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, etc. a ahogar en las losas conforme *a los detalles indicados en el proyecto*, asegurando su recubrimiento de concreto adecuado y su separación con respecto al acero de refuerzo, con calzas o silletas.

Características del concreto requerido

En función de las especificaciones del diseño estructural en términos de:

- 1.- Resistencia a la compresión
- 2.- Tamaño máximo del agregado permitido (hasta 15 mm)
- 3.- Revenimiento (consistencia) 8 cm
- 4.- Tipo de cemento a emplear
- 5.- Dosificación de cemento por m³ de concreto (kg/m³)
- 6.- Relación agua-cemento = 0.60
- 7.- Aditivo(s) _____

Equipo de mezclado y colado

Se verificará prever:

- 1.- La disposición de la herramienta (palas, jaladores, botas, etc.), del equipo de mezclado (mezcladora), de vibrado (2 vibradores de inmersión y 2 reglas vibratorias con sus guías), del material requerido (cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos) y de los medios para colar (bacha, artesas, canalón) así como el compuesto de curado.
- 2.- Que la cuantificación, en campo, y las características de concreto (tamaño máximo de agregado, resistencias, revenimiento, aditivos a incluir, relación A/C), a colar estén revisadas antes de formalizar el pedido al proveedor del concreto premezclado o de fabricar, en su caso, el concreto en la obra con el equipo de capacidad adecuada.
- 3.- Que, en caso de fabricarse el concreto en la obra, se tengan predeterminadas las proporciones de materiales a utilizar (en base a las gráficas de cálculo y husos granulométricos indicados *en los planos correspondientes*) y los medios para asegurar uniformidad de mezclado en cada dosificación o bachada.
- 4.- Prever cemento y agregados por si se requiere preparar concreto adicional para cerrar, así como el equipo necesario.
- 5.- Que se tenga preestablecida la secuencia con la que se alimentará de materiales a la mezcladora (1º. 70% agua, 2º. grava, 3º. arena, 4º. cemento, 5º. agua de ajuste 30%, 6º. aditivo en su caso) y prescrito un tiempo de mezclado mínimo de 4 minutos después de la inclusión de todos sus componentes para asegurar su homogeneidad la cual se constatará después de estarse vaciando.
- 6.- Preparar un reporte de registro del colado que incluya al menos los siguientes datos:
 - a) Fecha del colado
 - b) Cantidad total de concreto a colar (premezclado y/o hecho en obra)
 - c) Ubicación en el proyecto (losa, casa, etc.)
 - d) Tipo de cemento utilizado, marca y fecha de recepción (para concreto colado en obra)
 - e) Contenido de humedad de los agregados (para concreto colado en obra)
 - f) Temperatura de los materiales (para concreto colado en obra)
 - g) Tiempo de mezclado (para concreto colado en obra)
 - h) Tiempo de entrega del concreto desde que salió de planta comparado con los límites especificados
 - i) Cumplimiento con especificaciones solicitadas
 - j) Incluir fotografías del armado e instalaciones antes del colado con pie de foto y referencias para su posterior identificación.
- 7.- En caso dado tomar las previsiones por lluvia según se indica en *planos correspondientes*.

Cuadrillas de trabajo, medios y preparaciones

- 1.- Elaborar un plano o croquis de secuencias de actividades indicando accesos, circulaciones, maniobras, puntos de vaciado, ollas y equipo mayor requerido con accesorios (eventualmente bomba de concreto) y cuadrillas de trabajo con tiempos..
- 2.- Definir perfectamente las cuadrillas a utilizar, sus actividades, su rendimiento y el tiempo total de colado.
- 3.- Planear alternativas en caso de que algo pueda fallar en el proceso de colado.
- 4.- Prever que el colado no dure más de 1 hora y media.

LOSAS DE ENTREPISO Y AZOTEA A BASE DE VIGUETA PRESFORZADA Y BOVEDILLA DE POLIESTIRENO

REVISIONES DURANTE EL COLADO

- 1.- Antes del vaciado del concreto se retirará toda basura, tierra, polvo o materia extraña de la zona de colado con la ayuda de una aspiradora industrial (limpiando muy especialmente la zona de apoyo de bovedillas sobre viguetas donde deberá entrar el concreto al colar la capa de compresión) y se atomizará con aspersor agua sobre la superficie a colar sin dejar charcos o agua libre sobre la superficie, la cual, en caso dado se retirará con una jerga o trapo limpio.
- 2.- Ubicar una tina con agua para limpiar las botas de los trabajadores antes de entrar al colado. De ninguna manera se permitirá la colocación de concreto contaminado con materia orgánica.
- 3.- Se tendrá especial cuidado de retirar toda basura o materia de las zonas de unión entre viguetas y bovedillas y de humedecer por aspersión las almas de las viguetas y de no humedecer excesivamente las bovedillas de poliestireno ya que no son susceptibles de absorber excesos de agua.
- 4.- Se colocarán guías para correr una regla vibratoria de 3.00 m de longitud separadas entre sí 1.50 m centradas sobre la zona a colar fijadas como se muestra en *detalle de plano correspondiente*. Para lograr una planeidad en la superficie de la losa con tolerancia de ± 5 mm, bajo una regla de 2.00 m y de 1 mm bajo una regleta de 20 cm de longitud.
- 5.- Acciones de inicio.
El concreto deberá ser transportado, colocado y consolidado sin causarle segregación.
- 6.- Se tendrá disponible previamente revisado y probado el equipo mayor para la entrega de concreto en la zona del colado y deberá preverse, en caso de falla de éste durante el colado, la disponibilidad de otro equipo.
- 7.- Se deberá contar con el equipo de vibración duplicado (dos vibradores y dos reglas vibratorias) previamente revisado y probado así como con la herramienta de distribución (palas, jaladores, cucharas, llanas, reglas, aviones, etc.).
- 8.- Se harán las pruebas de revenimiento antes de vaciarse el concreto en la obra una vez por cada entrega de olla en caso de ser premezclado o una vez por cada cinco revolturas si es hecho en obra, respetando los valores *especificados en planos*.
- 9.- Se solicitarán al proveedor del concreto premezclado los resultados de pruebas de compresión y de peso volumétrico según se especifica en las normas técnicas complementarias de concreto del reglamento de construcciones del D.F.
En caso de concreto hecho en obra se preparará una muestra de dos cilindros por cada día de colado y por cada 40 m³ en caso de colados voluminosos, la cual se probará a los 28 días de edad.
No se permitirá por ningún motivo adicionarle agua al concreto fresco para aumentar su revenimiento.
El peso volumétrico se probará una vez por cada día de colado o por cada 40 m³ en caso de colados voluminosos conforme a la norma NMX-C-162.
- 10.- El concreto deberá irse vaciando lo más cerca posible de su ubicación final usando la herramienta sólo para homogeneizar su distribución y sólo se permitirá traspalearse a distancias muy cercanas.
Para el buen llenado de la losa a nivel, a cada lado de la regla vibratoria, ubicar a una persona con jalador que mantenga constante la cantidad de concreto antes de nivelar con el paso de la regla vibratoria.
Deberá cuidarse el buen llenado y vibrado del concreto en los bordes, esquinas y fondos de *trabes y cadenas*.
- 11.- Sólo se irá vaciando el concreto repartiéndolo en la cantidad requerida y se evitará vaciar volúmenes concentrados en un solo sitio.
Es importante no sobrepasar la carga prevista en la losa al vaciar el concreto vaciándolo muy progresivamente sobre la zona de viguetas como se muestra *en el plano correspondiente* y simultáneamente irlo repartiendo transversalmente hacia el centro de las bovedillas a fin de evitar todo sobre-espesor local aunque sea momentáneamente de unos cuantos centímetros de más con respecto al espesor nominal de la capa de compresión.
El vaciado del concreto deberá realizarse contra el concreto ya vaciado y no al revés *según se indica en el plano correspondiente* para evitar segregación.

- 12.- Se rellenarán y vibrarán primero las zonas de *trabes y cadenas*, y se rematará el vaciado con el llenado al espesor de la capa de compresión. Evitar pisar el colado después de pasar por segunda vez la regla vibratoria y hasta que el concreto no se hunda con el peso de una persona más de 5 mm.
- 13.- Si se dan interrupciones durante el colado por descompostura del equipo, por lluvia o por retraso de las ollas en la entrega del concreto, deberá protegerse el concreto aún fresco colocándole encima yute húmedo (sin estilar).
- 14.- Se buscará la exactitud de volumen de concreto a colar pero en el caso extraordinario de haber sobrado concreto se tendrá previsto y acordado con el director responsable de la obra, el uso y ubicación de dicho concreto en otra parte de la misma lo más próxima posible al sitio del colado. En caso contrario que falte concreto se tendrá que fabricar en obra el volumen faltante con el equipo y medios previamente preparados.
- 15. *Nunca colar a una temperatura inferior a 5°C ni superior a 29°C.*
- 16.- Conforme el concreto se vaya vaciando deberá irse consolidando de manera completa y uniforme con la ayuda de vibradores y herramientas manuales.
Los vibradores nunca se usarán para mover al concreto de un sitio a otro ya que esto causa segregación y separación del agregado grueso.
- 17.- Deberá asignársele a uno o dos trabajadores que estén alertas para detectar signos de desplazamiento del apuntalamiento o de deflexiones excesivas o de asentamientos de las bovedillas bajo la losa que se esté colando y actuar en consecuencia de manera inmediata fondeando y apuntalando la zona afectada y retirando el concreto fresco que eventualmente haya caído.
- 18.- Se evitarán las juntas de colado en lo posible. En el excepcional caso de darse se harán según se indica en el *detalle indicado en el plano correspondiente*.
La ubicación de las juntas de colado perpendiculares a las viguetas deberá disponerse a una distancia del apoyo no menor de ¼ del claro. Es más aconsejable situar las juntas de colado paralelas a las viguetas al centro de las bovedillas y nunca sobre las viguetas (Ver detalles en plano correspondiente).
- 19.- El acabado de la superficie de la losa deberá dejarse *según se especifica en el plano correspondiente* siguiendo los siguientes pasos:
 - a) Repasado de bordes con volteador (rebordeo)
 - b) Pasado de avión y de Darby verificando la planeidad con regla y eliminando las irregularidades remanentes.
 - c) Una vez que se haya evaporado el agua de sangrado ejecutar el floteado con llana para dar la textura requerida una vez que se pueda pisar dejando una huella de 1 mm de profundidad.
 - d) Curado, con membrana líquida dando dos pasadas (una perpendicular sobre la otra), una vez que se termine el allanado y que deje de brillar la superficie del concreto y que desaparezcan pequeños charcos (agua libre) sobre su superficie.
- 20.- Llenar el reporte final del colado que incluya:
 - a) Los resultados de las pruebas efectuadas (revenimiento, peso unitario, pruebas de cilindros previamente identificados y ubicados) refiriéndose a los artículos 14.3.3 y 14.3.4.1 de las N.T.C.C. del R.C.D.F.
 - b) Fecha del colado
 - c) Ubicación del colado en el proyecto
 - d) Duración del colado (hora de inicio y hora de terminación)
 - e) Cantidad de concreto utilizado (premezclado y/o hecho en obra)
 - f) En su caso concreto rechazado y su causa
 - g) Métodos de colocación y vibrado
 - h) Método de curado y protección.

LOSAS DE ENTREPISO Y DE AZOTEA A BASE DE VIGUETA PRESFORZADA Y BOVEDILLA DE POLIESTIRENO

REVISIONES DESPUÉS EL COLADO

Curado

- 1.- Verificar que el curado haya sido aplicado cubriendo totalmente la superficie de la losa colada; en caso contrario efectuar aplicaciones complementarias en dos capas perpendiculares.
- 2.- Al día siguiente del colado podrá retirarse la cimbra de costados y bordes, sin dañar el concreto, efectuando de inmediato la limpieza y reaplicación de desmoldante sobre toda la superficie de dicha cimbra antes de estibarse.
- 3.- La superficie de los costados recién descimbrada deberá retocarse de inmediato en caso de no cumplir con el acabado especificado o de haber sido involuntariamente dañada durante el descimbrado.
- 4.- Tan pronto como se descimbre (y se retoque donde haga falta) la superficie de costados de losa, deberá aplicarse la membrana de curado.
- 5.- En ningún momento se sobrecargará a la losa de vigueta y bovedilla con equipo o material no previsto en su diseño estructural (palets de block sobre la losa de entepiso o artesas de mortero de 500 l sin apuntalamiento adecuado).
- 6.- Verificar el llenado del reporte de registro de colado y complementarlo con los datos de descimbrado y curado adicional de los costados de la losa.

Desapuntalamiento

- 1.- Generalmente *el apuntalamiento podrá retirarse totalmente a los siete días posteriores al colado* de las losas de vigueta y bovedilla siguiendo las secuencias indicadas en planos.
El apuntalamiento deberá quitarse cuidadosamente sin golpear ni dejar caer los puntales, los largueros o sus accesorios limpiándolos y estibándolos en sus palets al momento, permitiéndole así a la losa cargar gradual y uniformemente su peso.
Podrá retirarse el apuntalamiento en un tiempo más corto dejando algunos puntales en puntos estratégicos siempre y cuando, previo análisis, el director responsable de la obra lo apruebe e indique las provisiones a tomar.
- 2.- El apuntalamiento de losas sobre la de planta baja requerirá un reapuntalamiento de las losas de los dos niveles inferiores como mínimo en los puntos previstos *en el proyecto* o indicados por el director responsable de la obra.
La losa sobre planta baja podrá desapuntalarse dos días después de haberse colado la losa sobre planta alta y un día después de colarse la losa de azotea.
La losa sobre planta alta podrá desapuntalarse dos días después de haberse colado la losa de azotea.
- 3.- Adicionar al llenado del reporte los registros de fechas e incidentes de desapuntalado y descimbrado de fondos.

La utilización sistematizada de las listas de verificación conlleva un cambio importante en la forma de trabajar de una organización ya que permiten llegar a un consenso formal de unificación de criterios e inquietudes sobre lo que hay que verificar, *se fomenta la autorevisión* y, por tanto, *la delegación de responsabilidades* y se reducen considerablemente sobre costos y tiempo por retrabajos.

Las listas de verificación se van depurando (por un lado completándose y por el otro simplificándose) y van conformando una parte importante del saber hacer de la empresa aplicado y por tanto su competitividad.

Como ya hemos comentado, la calidad no es producto de la casualidad, siempre están latentes diversas fallas. En la figura siguiente evidenciamos las más importantes.

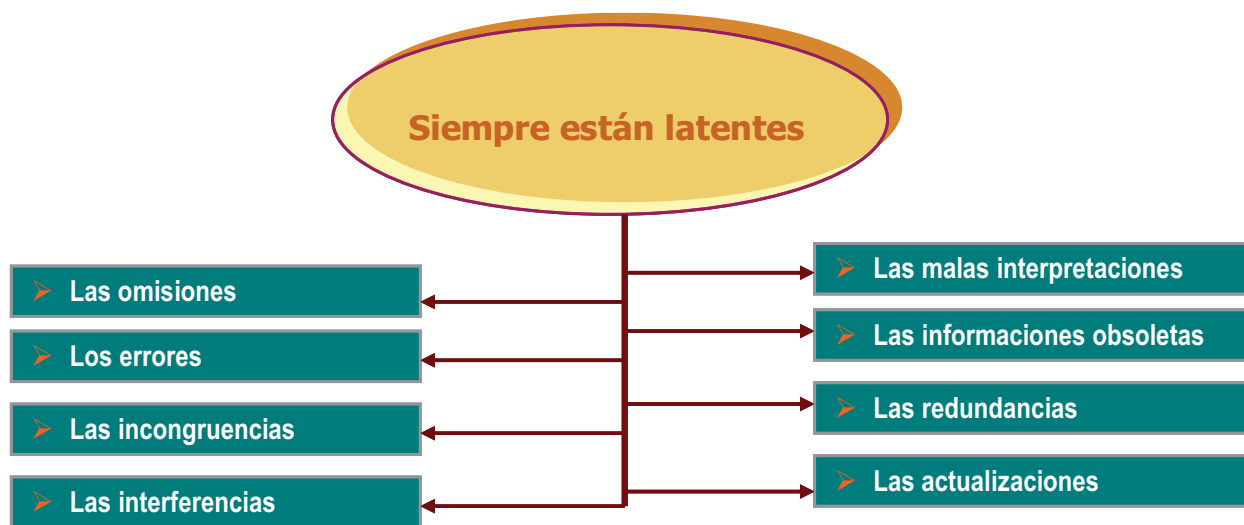


Figura A.73 – FALLAS LATENTES

Debe prepararse una lista de verificación, por paquete, de cada especialidad de trabajo como: trazo y nivelación, terracerías, bases y explanaciones, cimentación, muros, losas, instalación hidráulica, instalación sanitaria, instalación de aprovechamiento de agua pluvial, instalación eléctrica, instalación de gas, instalación telefónica, voz y datos, impermeabilización, recubrimientos húmedos, colocación de puertas, ventanas y cancelas exteriores, colocación de muebles y accesorios, carpintería interior, escaleras, recubrimientos en seco, etc.

Las listas de verificación nos ayudan a combatir estas condiciones que se presentan en el curso de realización de los proyectos

La capitalización de experiencias previas, registradas como lecciones aprendidas, nos permite ir las enriqueciendo.

No son la solución definitiva para evitar las fallas latentes ni una vacuna por sí solas contra ello, pero son una excelente herramienta que coadyuva para registrar la información y formalizar la comunicación de manera metódica y sistemática.

Complementariamente a su empleo *hay que fomentar la costumbre de asentar toda comunicación por escrito ya sea de manera directa o en forma de complemento a través de la redacción de una minuta o de un comunicado por correo electrónico que de manera resumida confirme lo visto y acordado.*

4.4. Análisis de puntos sensibles

La catalogación de puntos sensibles de la construcción es otra herramienta benéfica para el mejoramiento de la calidad en la empresa.

De manera enunciativa se enlistan los puntos sensibles de la construcción más comúnmente evidenciados en proyectos de vivienda los cuales deben ser analizados, solucionados y sistematizados para evitar su recurrencia.

PUNTOS SENSIBLES DE LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDA
CIMENTACIONES
<ul style="list-style-type: none">- Cimentación sobre arcillas expansivas- Proceso de obra en suelos con nivel freático alto- Estanqueidad (encubamiento) en cajones de cimentación o estacionamientos subterráneos- Fisuración y juntas frías probables en cajones de cimentación o de estacionamiento enterrado.- Drenado perimetral de muros enterrados de viviendas en terrenos inclinados- Drenado positivo superficial de protección a las edificaciones- Compactación adecuada de rellenos y bases de soporte de cimentaciones- Desplante de cimentaciones sobre terreno sano a profundidad mínima de protección- Posicionamiento del acero de espera para castillos ahogados, castillos aparentes y columnas- Fisuración, mapeo y debilitamiento de superficie en losas de cimentación- Rebordeo en bordes de losas de cimentación y aristas
OBRA NEGRA – SUPERESTRUCTURA
<ul style="list-style-type: none">- Juntas de construcción y de dilatación- Rellenado con concreto o mortero de alvéolos de castillos ahogados en muros de mampostería hueca- Posicionamiento del acero de refuerzo en estructura de concreto, principalmente en cantilivers y en esquinas entrantes de losas- Posicionamiento del acero para rampas de escalera de concreto armado- Nivel de escalones de arranque y llegada en escaleras (interfase de niveles de pisos terminados)- Recubrimientos mínimos en acero de refuerzo del concreto- Apoyos mínimos de viguetas y bovedillas o de prelosas sobre muros de soporte- Continuidad de acero de refuerzo y anclaje- Posicionamiento adecuado y recubrimiento suficiente de acero horizontal en mampostería armada interiormente- Junteo completo en mamposterías- Rejunteo completo en mamposterías aparentes contra la infiltración de lluvia- Aplanados o pastas de recubrimiento sin fisuración, desprendimientos y descarapelados- Protección de interfases entre bordes de losas, de dinteles y de cadenas y castillos aparentes y muros de mampostería contra fisuraciones- Tratamiento y protección de paramentos de fachadas contra el escurrimiento de agua- Tratamiento y protección de fachadas contra la oxidación, las manchas y la suciedad- Tratamiento y protección de desplantes de muros (impermeabilización)- Tratamiento y protección de paramentos inferiores de fachadas- Tratamiento y protección de remates de muros (bardas y pretilas)- Tratamiento de paramentos de fachadas con chapeos (pedrín, cintilla, etc.)- Anclaje mecánico y adherencia de recubrimientos en fachadas (pedrín, piedra, cintilla, etc.)- Protección de partes bajas de ventanas y cancelas (umbrales y repisones).

CUBIERTAS INCLINADAS RECUBIERTAS CON TEJA

- Impermeabilidad y resistencia mecánica de las tejas
- Pendiente adecuada de la cubierta (según clima)
- Traslapes adecuados entre tejas (horizontal y vertical)
- Fijación adecuada de las tejas a su soporte (según tipo de exposición al viento)
- Tratamiento de puntos singulares (cubrerías, limas tesas, limas hoyas, perímetros de brocales, tiros y perímetros de tubos salientes, uniones con muros perimetrales tanto laterales como superiores)
- Ventilación suficiente entre las caras ocultas de las tejas y su superficie de soporte
- Recolección o disipación de agua de lluvia (con canalones y bajadas pluviales o rejillas de dispersión)
- Garantía de buena conservación
- Accesibilidad para el mantenimiento y las reparaciones
- Manchado de fachadas por los bordes de la teja en piñones

TECHOS PLANOS

- Perforaciones, rasgaduras, desprendimientos y rematado inadecuado de impermeabilizante y fugas diversas
- Pendientes adecuadas hacia bajadas de agua pluvial
- Refuerzos de impermeabilización en escuadras, perímetros de bajadas y de tubos salientes.

VENTANERÍA, CANCELES Y PUERTAS EXTERIORES

- Interfase y sellado entre marcos fijos y vanos de obra negra
- Interfase entre marcos fijos y hojas batientes o corredizas
- Interfase entre manguete inferior fijo y repisón o umbral (drenado)
- Interfase entre la ventanería y los vidrios (calzado y estanqueidad)
- Drenado en perfiles de ventanas
- Estanqueidad de doble vidrio (en caso dado)
- Operación y cerrajería

CARPINTERÍA INTERIOR (puertas interiores, closets y muebles)

- Ventilación en bastidores de puertas y paneles tipo tambor
- Holguras perimetrales y de arrastres en puertas y closets
- Operación de hojas abatibles y cajoneras
- Cerrajería (funcionamiento y aspecto)

INSTALACIONES (todas)

- Estanqueidad y funcionamiento
- Fijación y trayectoria
- Funcionamiento de tierras físicas de instalación eléctrica
- Accesibilidad a medidores, válvulas, cisternas y tinacos de agua potable

ACABADOS Y RECUBRIMIENTOS

- Pisos y lambrines pétreos (azulejos, losetas cerámicas, mármol, etc.): cuidar planimetría de las piezas, pendientes y realces, piezas de borde (protecciones), zoclos, etc.)
- Juntas entre piezas bien llenadas con material ex profeso
- Niveles iguales y tratamiento de unión en remates contra otros acabados.
- Adherencia y colocación a superficie de soporte adecuada y con el material de asiento o de adhesión adecuado.
- Ancho mínimo de juntas entre piezas, juntas de seccionamiento (por diferencias de temperatura o humedad o por juntas constructivas de la obra negra) y juntas en el perímetro.
- Prevención del desprendimiento de las piezas o falta de suficiente adherencia (asegurar que su superficie de soporte, losa o firme de concreto tenga un espesor mínimo de 2 a 4 cm . Impregnar las piezas con agua y embadurnar ambas superficies a adherir)
- Pisos de madera con junta libre perimetral tapada por el socio.
- Pisos de madera sobre superficies de soporte niveladas y secas (en plantas bajas bien impermeabilizadas las losas o firmes de soporte)
- Pisos de alfombra con remates a nivel contra otros acabados, costuras ocultas y resistencia adecuada para el tráfico previsto

ESCALERAS

- Niveles de arranque y de llegada incluyendo espesores de acabados
- Peraltes de igual altura
- Huellas según proyecto
- Barandal con fijación y resistencia según norma.

Una búsqueda común en todos los puntos sensibles y para toda la construcción en general es la durabilidad de materias, materiales y accesorios con el mínimo mantenimiento posible.

Por ello, principalmente en las partes expuestas a la intemperie es necesario utilizar materiales inoxidables, resistentes a los rayos ultravioleta, autolavables y sin degradación debida al tiempo y a cambios de temperatura o adecuadamente protegidos para largos períodos de tiempo.

Hay que evitar también combinar o unir materiales incompatibles como el cobre con el acero, el aluminio con el acero, el plástico con el metal, la alcali-reacción que se puede generar en algunos agregados y el cemento en mezclas de concreto, etc.

La garantía exigida en muchos países a las edificaciones y obras periféricas es hasta ahora decenal y está en proceso de formalización legal el aumentarla a 20 años. Para comenzar se tiene que buscar la manera de igualar la garantía vigente en países desarrollados e ir pensando en aumentarla al doble de tiempo en el menor tiempo posible, por estrategia de competitividad, sin esperar a que las autoridades lo exijan y que nos hagan actuar de manera reactiva en vez de proactiva.

Se dice, con parte de razón, que los edificios duran lo que sus instalaciones y los acabados duran y, por ello, hay que poner especial atención para asegurar la durabilidad de sus materiales y accesorios así como su reducido y facilitado mantenimiento haciendo a las instalaciones registrables y a los acabados fáciles de limpiar y mantener..

Para todos los puntos sensibles deben hacerse detalles de solución con dimensiones, especificaciones y tolerancias de ejecución.

Lo más recurrente y a la vez importante a evitar son las fisuras, las infiltraciones de agua de lluvia, las fugas en las instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas, las interfases entre acabados (aspecto y nivelación o relación entre paños), el reforzamiento adecuado de bordes, aristas, narices y esquinas salientes (por estar más expuestas al maltrato) y la uniformidad de acabados y perfilados.

Estas referencias se dan como síntomas o signos de una falta de cuidado y atención particular a los puntos sensibles enlistados.

A manera de ejemplo general se incluyen cinco detalles de solución a algunos de los dichos puntos sensibles.

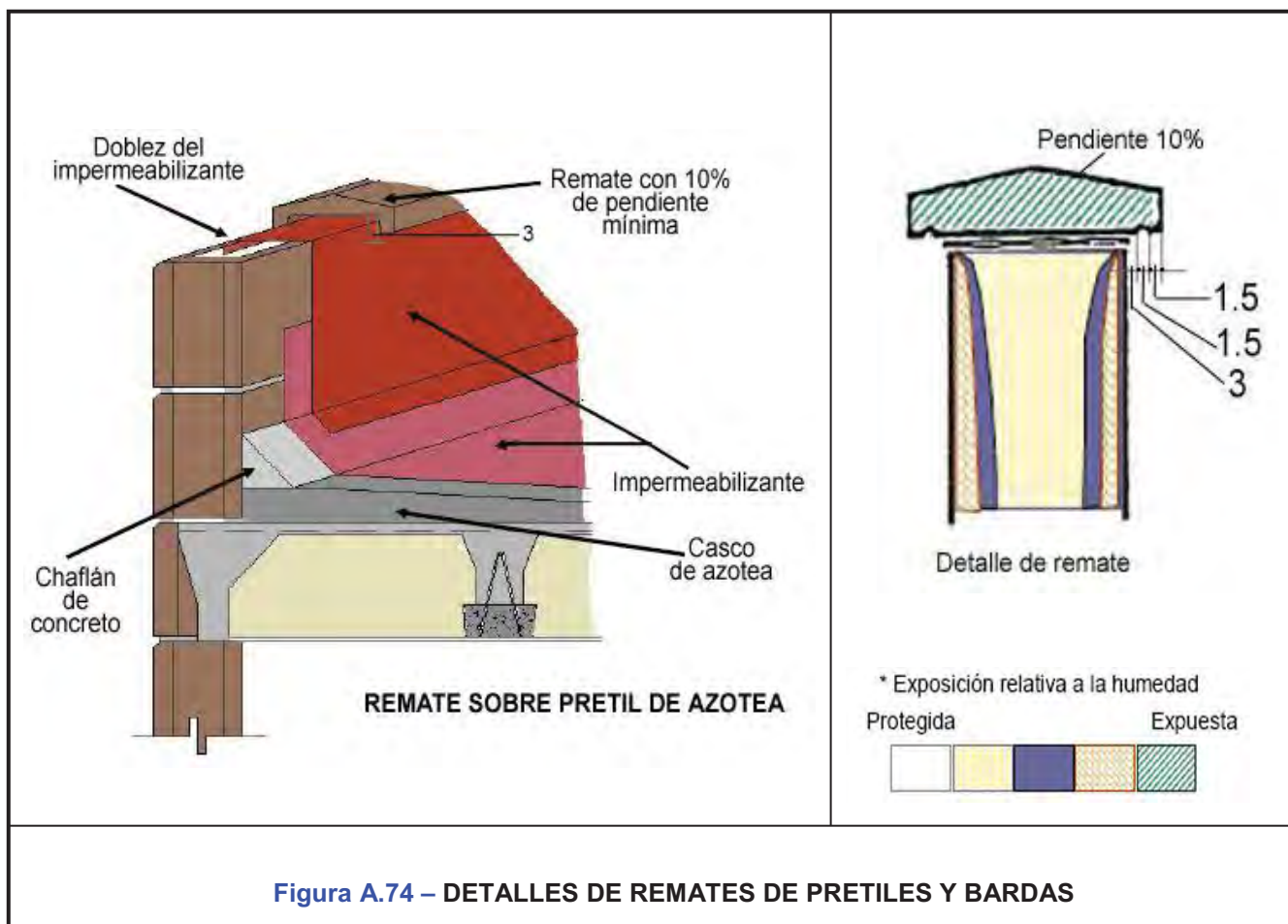
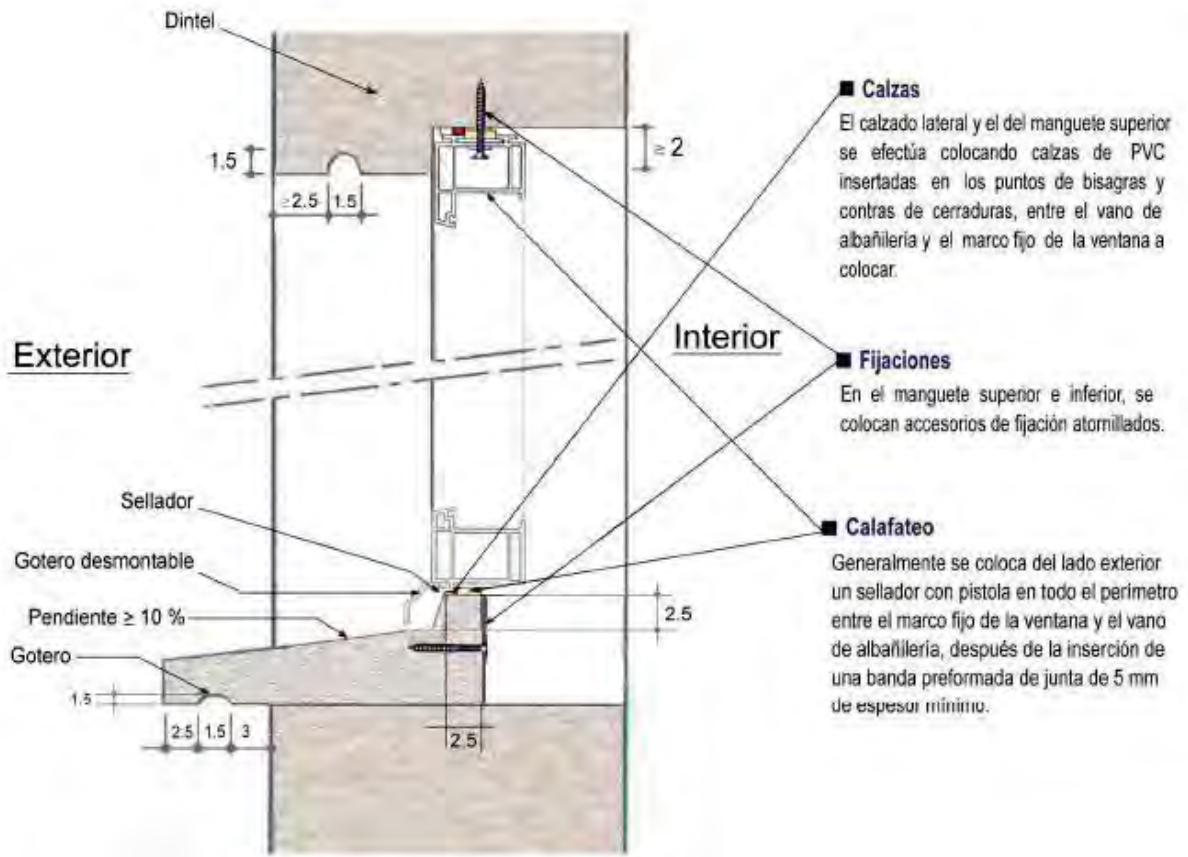
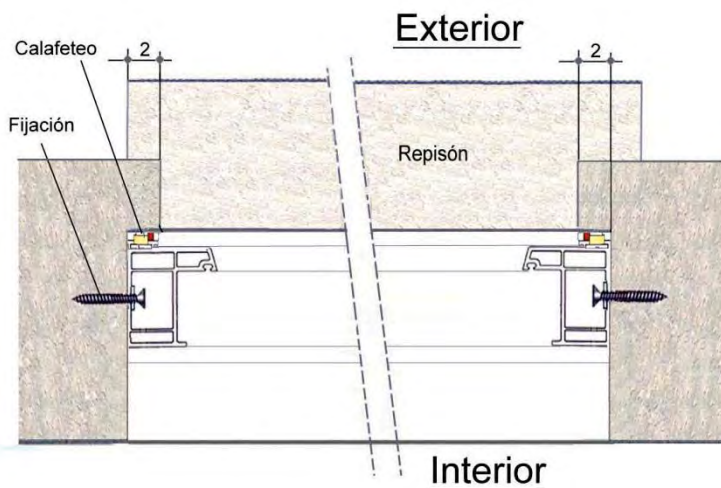


Figura A.74 – DETALLES DE REMATES DE PRETILES Y BARDAS

El remate evita el estancamiento y la infiltración del agua de lluvia por el enrase de los muros que provoca eflorescencias y suciedad así como menor durabilidad de la construcción.



CORTE VERTICAL



CORTE HORIZONTAL



DETALLE EN EXTREMO DE REPISÓN

Figura A.75 – DETALLE DE INTERFAZ ENTRE VENTANAS Y VANO DE ALBAÑILERÍA

Fuente: Mise en Oeuvre des Menuiseries en PVC, Guide Pratique, CSTB, 2005 – p.40

Con esta solución se evita la infiltración de agua perimetral y superior de las ventanas, la estanqueidad no depende de la durabilidad de un sellador y la colocación de la ventana; se facilita con la tolerancia dimensional dada por el cazado de la ventana y la holgura en la parte superior.

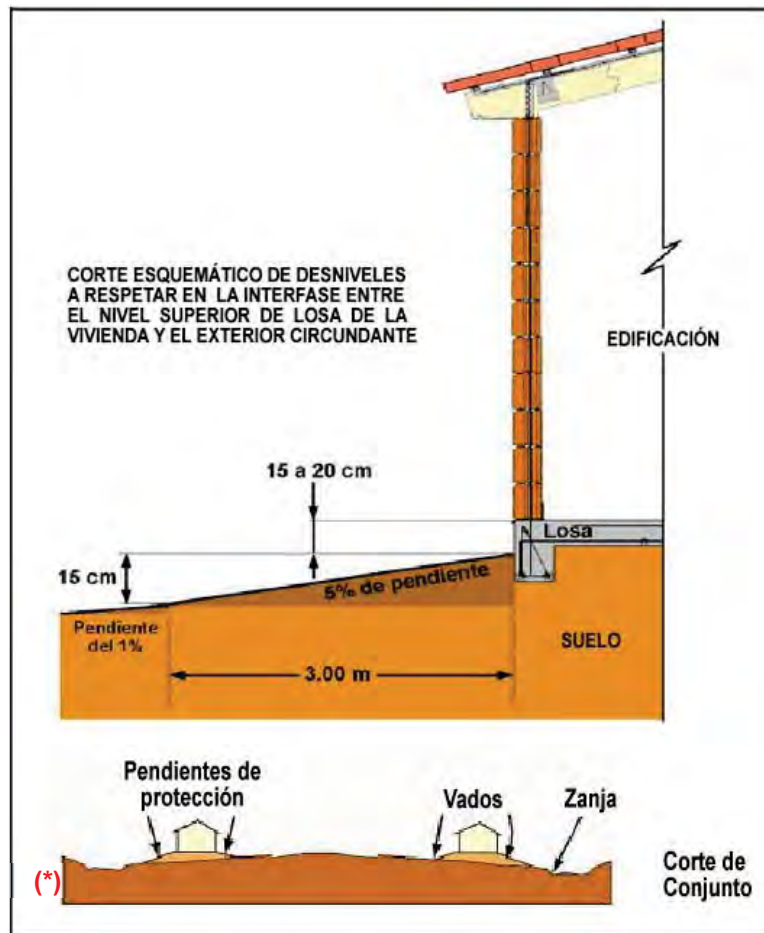


Figura A.76 – DETALLE DE DRENADO POSITIVO EN LAS ÁREAS EXTERIORES PARA PROTECCIÓN DE LA EDIFICACIÓN CONTRA LA INTRODUCCIÓN DEL AGUA A SU INTERIOR
 (*) Ref. *Boot Camp Reference Manual, Ed SNIDER, Beazer Homes, 1999.*

Nunca debe quedar la edificación en un nivel inferior al nivel exterior. El drenado positivo (superficial) permite que, en caso de una inundación por tormenta, las áreas exteriores funcionen como lagunas de regulación y no se meta el agua a las casas.

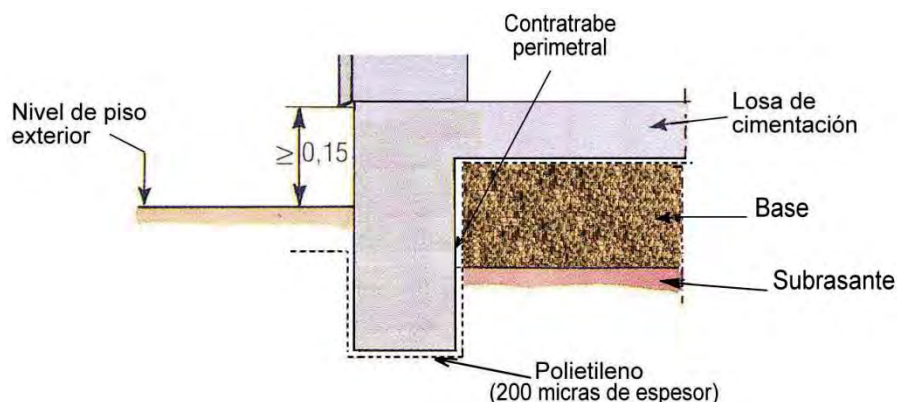
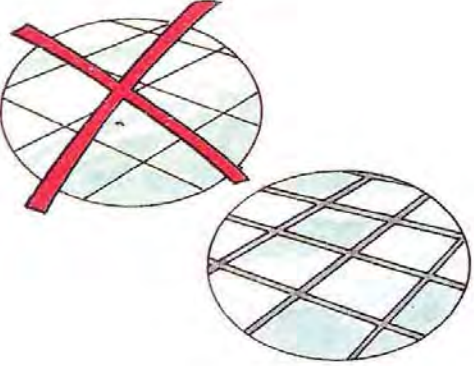
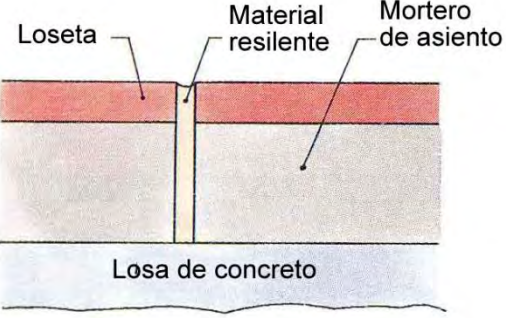
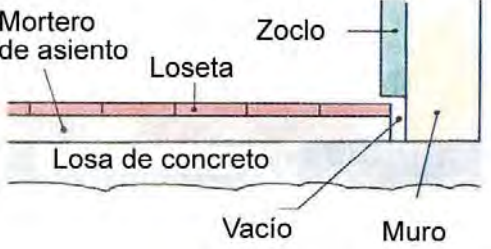


Figura A.77 - DETALLE DE ZOCLO DE PROTECCION CONTRA SATURACIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD EN EL DESPLANTE DE LA EDIFICACIÓN

	<p>Juntas entre losetas</p> <p>La colocación con juntas a tope entre piezas (a hueso) están prohibidas. Las losetas pueden colocarse con juntas delgadas (2 mm), anchas (de 2 a 10 mm) o muy anchas (de más de 10 mm).</p> <p>Por ejemplo, las losetas de gres deben colocarse con juntas cuyo ancho esté comprendido entre 6 y 15 mm; las losetas de barro requieren de juntas anchas o muy anchas; las losetas de cerámica fina vitrificada pueden colocarse con juntas reducidas o anchas.</p>
	<p>Juntas de seccionamiento</p> <p>Las juntas de dilatación y de construcción de obra negra deben de respetarse en el recubrimiento y en su forma de colocación.</p> <p>Por otra parte, las juntas de seccionamiento de al menos 5 mm de ancho deben dejarse por cada 60 m² y en los pasillos a cada 8.00 m de distancia.</p> <p>Estas juntas deberán rellenarse con un material resiliente (sellador elástico).</p>
	<p>Juntas periféricas</p> <p>Debe dejarse un espacio de al menos 3 mm relleno o no con un material resiliente (sellador elástico), entre los bordes del piso y los muros perimetrales que lo bordean, así como alrededor de las columnas, cada vez que la superficie recubierta sobrepase los 7.00 m².</p>
<p align="center">Figura A.78 – DETALLE DE RECUBRIMIENTO DE PISO DE LOSETA CERÁMICA Fuente: <i>Revêtements de Sols Carrelés, Décollements, Soulèvements et Fissurations. Collection "Points Sensibles de la Construction", E2 – Qualité Construction, p. 33</i></p>	
<p>El respeto de todas las indicaciones de colocación evita que el piso se levante, se rompa o se despostille en sus bordes y esquinas. Hay que respetar el ancho de junta mínimo, la holgura contra muros perimetrales o columnas y el empleo de un material predosificado expresamente para el llenado de las juntas entre piezas y de un sellador flexible para las juntas perimetrales y de construcción.</p>	

Es claro notar que *la calidad dada en el producto terminado y en sus componentes que lo conforman, es el resultado de la calidad de su proceso desde la concepción y la planeación detallada hasta su ejecución controlada, soportada en la calidad de gente capacitada, bien organizada en equipo, motivada y comprometida con su trabajo.*

A-4 PRODUCTIVIDAD

Una vez filtrada la seguridad e higiene y la calidad, se aborda el tema que refleja de manera más directa los beneficios de todos los esfuerzos previos a través de la ejecución y de la aplicación de todas las buenas ideas que se hayan planteado.

La tecnología de la construcción tiene como principal razón de existir el logro de la productividad con calidad.

Es importante construir lo más rápido posible y, por ello, en varios países industrializados, muchos desarrolladores tratan de construir al menos en un tercio del tiempo más rápido que su competencia para obtener más utilidad. El tiempo de un desarrollo completo no depende sólo del tiempo de construcción pero, si se domina esta fase, construyendo rápido cuando se requiera, se tiene una enorme ventaja competitiva; el constructor rápido reduce costos y riesgos (mínimos costos indirectos y costos financieros así como menos sujeción a los vaivenes y riesgos de acontecimientos en el tiempo) además de aumentar la capacidad productiva de su empresa.

Por otra parte, como ya hemos visto, un desarrollador o constructor de vivienda constatará que *si su producto no es de calidad no tendrá futuro su empresa* además de tener que enfrentarse a multitud de problemas propios y periféricos que van complicando, agrandando y extendiendo la causa original con el consecuente desprestigio.

Finalmente, si no se cuida celosamente el establecimiento y el cumplimiento de los costos, *se puede llegar no sólo a no ganar lo esperado sino incluso a perder dinero.*

Partiendo de estas premisas *se repasan en esta parte definiciones y conceptos que dan solución al logro de la productividad* y que para su aplicación práctica se traducen en tecnologías de construcción englobadas en los principios de industrialización, prefabricación y constructabilidad.

La calidad y la rentabilidad de los desarrollos de vivienda están implícitas en el desarrollo tecnológico.

Por tanto, *conviene repasar los significados y objetivos de la tecnología aplicada a la productividad tales como industrialización, prefabricación y sistemas constructivos, los cuales van de la mano con el desarrollo organizativo, administrativo, comunicativo e informático de las empresas.*

Para abordar este tema lo mejor es comenzar presentando algunas definiciones: Para nuestro objeto, producir es fabricar, elaborar o construir objetos u obras útiles y con valor económico.

La productividad se define como la relación medible entre el producto obtenido o la cantidad producida y la tecnología con los recursos y medios utilizados para obtenerlo (gastos aplicados para la mano de obra, los materiales, la energía y el equipo, así como capital invertido). *Es la resultante de la capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, equipo, número de personas, etc.* Por ello, *cuando menos personas producen lo mismo o más, hay más productividad; y cuando con menos recursos se produce lo mismo o más, hay más productividad.*

Se expresa de diferentes maneras pero lo más común es en cantidad de trabajo y en los consecuentes ahorros económicos.

Por ejemplo, el departamento de comercio de los Estados Unidos de Norteamérica define:

Productividad = Dinero producido / horas de trabajo efectuadas por persona

Puede expresarse también para tener una medición más directa con lo producido en metros cuadrados de construcción por trabajador y por hora o por día laborable.

El mejoramiento de la productividad es vital, de su nivel depende la posición más o menos favorable de la empresa frente a su mercado de trabajo.

La productividad puede obtenerse con:

- el desarrollo de la capacidad de producir del mejor modo con la preparación, las habilidades y la organización técnica y administrativa
- la adecuada tecnología que incluye la simplificación de los procesos (vg. mínima necesidad de cimbra y andamiaje, ligereza, mínimo requerimiento de medios mecánicos, etc.) así como el dominio de uso de equipo perfeccionado.

Teniendo como principal objetivo el sacar partido de los recursos humanos y del equipo implicados en la realización de los proyectos.

Para el logro de la productividad, antes que nada, se requiere establecer:

- estándares de productividad de trabajo,
- métodos de medición de tiempo,
- detección de tiempo extras sobre la productividad de la construcción y formas de eliminación,
- propuestas,
- muestreos de trabajo,
- análisis de tiempos y movimientos,
- elaboración de curvas de aprendizaje, etc.

así como un análisis de la influencia del medio ambiente en la productividad, modelización de la productividad (secuencialidad, simultaneidad, etc.).

Todo esto crea la necesidad de llevar un sistema de control y de contabilidad totalmente integrado.

La administración de la productividad requiere contar con indicadores que permitan dar seguimiento a la producción, en relación con los objetivos establecidos; estos indicadores se obtienen de datos cuantificables definidos con precisión que pueden comenzar siendo los rendimientos nacionales e internacionales estadísticamente obtenidos para el sector en el que estamos para después ir ajustándolos en función de las experiencias y objetivos propios de cada empresa.

Bajo esta búsqueda se ha podido, a través del tiempo, convertir las fábricas de producción de gran volumen en pequeños talleres que puedan producir con mejores condiciones de flexibilidad, variabilidad y calidad, adaptándose a un crecimiento evolutivo, y disperso del mercado.

Hay que *identificar y eliminar las actividades que no dan ningún retorno de valor*. Lo más productivo, rápido y económico es aquello que no se hace por no ser necesario y por no crear ningún valor agregado.

El cuidado de los pequeños detalles, aparentemente insignificantes, es la clave de la productividad; dentro de ello, hay que poner especial atención a la comunicación, al flujo de la información y a la administración de las interfases entre las intervenciones de los diversos participantes en el proceso.

Para dar una propuesta resumida de lineamientos para mejorar este particular, se enlistan a continuación 10 recomendaciones para incrementar la productividad:

1. Mejores combinaciones de maquinaria y trabajo
2. Usar herramientas, medios auxiliares y equipo más eficientes
3. Usar mejores materiales (normalizados y con ventajas adicionales a las características básicas requeridas)
4. Mejorar la administración de la producción
5. Controlar el ambiente físico desfavorable
6. Dedicar un mayor esfuerzo laboral, dirigido a un trabajo menos duro y más inteligente
7. Mejorar la enseñanza de la fuerza de trabajo
8. Disminuir las regulaciones y trámites gubernamentales
9. Prefabricar o pre-elaborar desde formatos de documentos, prototipos de proyectos, fases de producción, etc. (preplaneación)
10. Inversión en investigación y desarrollo continua, buscando resultados a corto plazo.

El logro de mayor productividad depende de una inversión a fondo en:

1. Una planeación más completa y profunda
2. La preparación formal y continua de los participantes
3. Un espíritu de trabajo en equipo
4. Una inversión importante en medios mecánicos e informáticos
5. Una práctica responsable en el uso y aprovechamiento de los medios disponibles
6. Una constante búsqueda de mejora

Entre los efectos tangibles de la baja productividad o sin calidad se incluyen principalmente:

1. Reclamaciones, demandas y desprestigio al sumar a muchos clientes insatisfechos que no externalan su descontento pero se lo dicen a otros.
2. Pleitos y demandas
3. Costos altos de seguros
4. Incrementos de costos de construcción
5. Muchas horas hombre trabajadas al año
6. Incrementos extras en la construcción
7. Menores utilidades a las esperadas
8. Ambiente de incertidumbre

Por otra parte, *producir mucho sin calidad es perder* en el sentido más amplio del término. Implica reproducir industrialmente los errores, las deficiencias y las fallas y, por tanto, los sobrecostos y los problemas.

Entre los conceptos que integran a la productividad en la realización de los proyectos existen varios que podemos adoptar y que enunciamos ya en el cuadro de la figura 3.30 y que son:

- A.- El throughput
- B.- La industrialización y la prefabricación
- C.- Herramientas de la productividad
- D.- La aplicación de la tecnología constructiva e informática.

Adicionalmente hay varios conceptos y métodos pertenecientes a la ingeniería industrial que coadyuvan de manera importante para incrementar la productividad.

1.- THROUGHPUT

Abordando primero el throughput, el cual es un término en el idioma inglés difícil de traducir en un término equivalente en español.

El throughput es la velocidad a la que la empresa genera valor económico agregado a través de los ingresos, se calcula al restar a las ventas el costo de los insumos [*es igual a las ventas menos los costos de la materia prima* (materiales)] o también es la velocidad a la cual el sistema genera dinero a través de las ventas (generación de dinero).

Visto de otro modo, el throughput es la producción vendida (traducida en dinero) que una empresa logra (también traducida en su costo por existir en dinero).

El flujo de efectivo se logra cuando el throughput es mayor a los gastos de operación.

Por tanto, el indicador sobre el cual se debe de poner mayor énfasis es el throughput y, por ello, es importante saber como se incrementa el throughput.

Contrariamente a lo que comúnmente suele hacerse: *reducir los gastos de operación, es lo que menos impacto benéfico genera en los medidores financieros* porque los gastos tienen un piso, son finitos, a lo más que se puede bajar es hasta su 100% aunque de esta forma se dejaría de producir y consecuentemente de vender; sin embargo, no por ser los gastos de operación un indicador de menor importancia deben descuidarse.

El throughput tiene un límite que tiende al infinito, puede crecer 2, 3 ó 10 veces. Cuando se logra hacer mucho más con lo que se tiene, o sea, aumentar el throughput manteniendo la inversión y los gastos de operación [hay que recordar que la materia prima (materiales) se considera por separado], el impacto sobre los indicadores financieros es directo y significativo.

Dado que el throughput es el indicador, para un particular periodo de tiempo, sobre el cual se debe poner más énfasis, es importante saber cómo se puede incrementar el throughput y cómo se puede establecer.

Como referencia, y a manera de ejemplo, se puede uno imaginar (sin estar muy lejos de la verdad) que la empresa japonesa del sector de autos Toyota produce la misma cantidad de ventas de coches (en dinero) al año que la empresa norteamericana General Motors pero con menos del 15% de personal y de instalaciones fabriles, lo cual denotaría que el throughput de Toyota es bastante mejor que el de General Motors¹.

¹ Toyota con 35,000 empleados y General Motors con 250,000 empleados producen lo mismo. Fuente: *Aprovechando la Crisis para Transformar la Empresa* – Documento Técnico del IPADE (P) – DGN-149 R-Marzo,2003.

Para el caso de una desarrolladora de vivienda que con la misma nómina, el mismo costo de equipo de construcción, la misma mano de obra, los mismos costos de subcontratación y los mismo costos fijos de sus instalaciones pueda llegar a tener el quintuple de ventas en pesos con respecto a otro(s) periodo(s) igual(es) de tiempo estaría quintuplicando su throughput.

Buscar mejorar el throughput de la empresa es prioritario ya que el beneficio de retorno que da es muy superior al resultado logrado en cualquier otro esfuerzo de optimización ya que se puede llegar a multiplicar varias veces la cifra de negocios.

Por otros medios se pueden reducir costos que en conjunto pueden llegar hasta el 30% ó 40%, en el mejor de los casos; en cambio, incrementando, por ejemplo al doble el throughput la incidencia de costos fijos e inversiones a amortizar llegan a ser del 50% por ese sólo hecho. Imaginemos que el throughput sea del triple en un nuevo período, con un costo empresa del 33%; se podría generar con la misma cantidad de ingresos económicos y esto (independientemente de su dificultad) con otro tipo de búsqueda de optimización de costos sería imposible lograrlo. La utilidad en estos casos se puede incrementar considerablemente.

Las inversiones en maquinaria, equipo y tecnología deben lograr más throughput, reducir gastos de operación y/o reducir alguno de los tipos de inversión, la variable (activo circulante) o la fija (activo fijo). Una parte importante de la inversión variable usualmente está en los inventarios.

El exceso de inventario significa tener mayores costos por mermas, obsolescencia, mantenimiento de inventarios, etc. Pero también significa tiempos de respuesta más largos porque un pedido debe pasar a través de colas y esperas interminables, con los consecuentes retrasos, costos involucrados, servicio deficiente y la consecuente pérdida de throughput. También afecta el hecho de tener que deshacerse de grandes inventarios antes de poder lanzar un nuevo proyecto que sustituya al anterior y que no siempre tiene especificados los mismos insumos, lo que afecta también el throughput, por citar alguna de las consecuencias de los altos inventarios.

Para analizar el caso de una empresa específica, en vez de separarse los costos como se acostumbra en muchos casos, siendo estas separaciones de: costo directo (material, mano de obra, herramienta y equipo) y costo indirecto (costos de obra, costos de oficina central, costos financieros, costos de tramitaciones, etc.) hay que separar los costos en: fijos y variables siendo los costos fijos los que se tienen para sostener a la empresa, independientemente de cuanto venda y los costos variables que son aquellos que genera cada proyecto específico.

Por otro lado, será necesario separar todos los costos de materiales de los costos directos (incluyendo los de los subcontratos) y de los indirectos,, o de los costos fijos y variables.

Hay que considerar la forma en la que el throughput está relacionado con la productividad, la rentabilidad y el valor de los proyectos de forma sencilla y clara y, para tal efecto, se incluyen a continuación las siguientes fórmulas:

$$\text{Productividad (eficacia de la transformación)} = \frac{\text{throughput (ventas - insumos)}}{\text{infraestructura de la empresa}}$$

$$\begin{array}{ccccccc}
 & & & & & & \text{(percepción del cliente de los elementos tangibles e} \\
 & & & & & & \text{intangibles del proyecto)} \\
 & & & & & & \text{Calidad percibida} \\
 \text{Rentabilidad} & \times & \text{Valor} & = & \text{Utilidad neta} & = & \frac{\text{Precio} + \text{Costo del cliente}}{\text{Precio} + \text{Costo del cliente}} \\
 \text{(razón de productividad} & & \text{(razón de} & & \text{(ventas – costos de} & & \text{(dinero pagado} \\
 \text{para los inversionistas)} & & \text{compra del} & & \text{transformación)} & & \text{por el proyecto)} \\
 & & \text{cliente)} & & & & \text{(costos incurridos} \\
 & & & & & & \text{adicionales)}
 \end{array}$$

El throughput es visto financieramente interactuando con los gastos de operación y la inversión para cuantificar a nivel operativo la capacidad de la organización para generar valor económico agregado, conocer y controlar los gastos necesarios para operar la empresa y la inversión necesaria tanto en activos fijos como en capital de trabajo, y con tres mediciones de actuación financiera: La utilidad neta (medida absoluta o sea, la medida absoluta de cuanto dinero se está ganando), el retorno sobre la inversión (medida relativa que compara al dinero ganado con relación al dinero invertido) y el flujo de efectivo (medida de supervivencia que nos da la liquidez).

Las mediciones ayudan a la dirección de la empresa a evaluar sus resultados económicos en su totalidad.

El camino práctico y adecuado para mejorar el throughput está dado en el análisis planteado por la *teoría de restricciones*².

Si se trata de abordar todas las fallas y puntos débiles que se nos vayan evidenciando, veremos sólo a los efectos como causas y se perderá el enfoque y la efectividad de acción con altos costos y tiempo invertido.

Hay que ver como calcular el throughput en los proyectos y en la empresa evidenciando cual es *la restricción actual que impide la eficiencia, que actúa como cuello de botella e impide el ingreso de un peso adicional; lo que genera un nivel de inventarios o acumulaciones de dinero entretenido a lo largo del proceso y los gastos innecesarios:*

La mejora continua se va logrando por la eliminación de restricciones.

En principio se supone que todos los recursos de la empresa deben trabajar siempre. Cuando se ve una máquina de obra o una computadora sin trabajar o una persona sin algo que hacer, se constata un desperdicio que no debe ser admitido. Se supone que si se tiene una operación balanceada con la demanda del mercado, no deben acumularse inventarios, ni se debe fallar en las entregas, ni se tendrían gastos en exceso.

Esto es lo ideal pero en la realidad *existe siempre dependencia y variación. Por dependencia nos referimos a la situación donde para poder producir una parte, la primera operación debe ser terminada antes de que la segunda operación pueda ser realizada y, así con las subsecuentes operaciones para la realización de un producto o subproducto. Por tanto, la última actividad en un proceso de construcción depende de que todas las actividades previas hayan sido realizadas, por tanto, hay una dependencia entre actividades u operaciones.*

Al conjunto de dependencias le llamamos secuencialidad.

² Fuente: La Meta, *Un Proceso de Mejora Continua* – Eliyahu M. Goldratt .- En este libro el autor define y propone al throughput y trata la teoría de restricciones como conceptos novedosos que llevan a un camino eficiente para la mejora continua de las organizaciones como búsqueda constante de optimización.

Por variación nos referimos al fenómeno donde dos actividades no se realizan en exactamente el mismo tiempo, ni dos productos son siempre idénticos. Las actividades tienden a variar de forma natural, están sujetas a fluctuaciones en su duración y en su comportamiento estadístico.

Aunque para efectos de eficiencias, la tendencia es que todos los recursos trabajen siempre a su máxima capacidad. En un proceso balanceado esto será muy difícil que suceda y, en un proceso no balanceado, cuando un recurso puede producir 12 piezas por hora y el siguiente recurso no puede procesar más de 6 piezas por hora, el sistema acumulará piezas (inventario) a razón de 6 piezas por hora entre ambas operaciones lo cual no tiene sentido, pero la eficiencia del primer recurso se verá mermada en apariencia: ¿Qué hacer? O acumulo inventario y mi indicador de eficiencia se ve bien o me subordino al recurso subsecuente, no acumulo inventario y mi indicador de eficiencia se verá pésimo.

Para ejemplificar más la situación: una línea de producción de dinteles precolados por desmoldeo inmediato de 5 pasos (moldeo, armado, colado, desmoldeo, endurecido), donde cada operación tiene una capacidad de 10 piezas por hora *en promedio*, nunca podrá producir esas 10 piezas. ¿Por qué una producción perfectamente balanceada con la demanda no funcionaría si consideramos además que la demanda de ese producto es también de 10 piezas por hora? Por el efecto de los dos fenómenos antes mencionados: *Variabilidad y dependencia*. Una producción de 10 piezas promedio significa que en ocasiones se producirían 8 piezas y en ocasiones 12 en cada etapa, dándose por tanto un promedio que estaría alrededor de las 10 piezas. Lo anterior significa que la cantidad de piezas producidas estará *variando en cada paso*. Ahora, cuando consideramos el efecto del otro fenómeno, la dependencia, debemos preguntar: ¿Qué pasa si la operación 1 produce 8 piezas? ¿Cuántas piezas podrá hacer la siguiente operación? No más de 8 piezas y así sucesivamente. Inmediatamente surge la idea de que esa operación podría recuperarse en un futuro. Efectivamente, en la siguiente hora la operación 1 produce no 10 sino 12 piezas. Un excelente trabajo se ha compensado y ya está en su promedio. Pero la operación 2 ahora sólo pudo realizar 8 piezas por problemas en su operación y acumula un inventario de 4 piezas. En este ejemplo de 5 pasos consecutivos, en la mayoría de las ocasiones a la última operación le estarán llegando 8 piezas. Eventualmente podrá producir más de 8 piezas, pero eso será la menor de las ocasiones ¿Qué pasa si alimentamos al sistema a razón de 10 piezas por hora y salen 8 piezas por hora? Se acumulará inventario a razón de 2 piezas por hora en todo el sistema y será prácticamente imposible cumplir con una demanda de 10 piezas por hora. La acumulación de inventarios incrementará la inversión y los gastos operativos, sin un objeto positivo en las ventas.

Se da ese fenómeno porque las fluctuaciones negativas se acumulan. *La única manera de compensar las variaciones negativas es si se tiene capacidad en exceso para compensar las fluctuaciones negativas.*

Para encontrar una solución, un proceso se puede comparar con una cadena compuesta de varios eslabones. *El desempeño de una cadena se evalúa por su resistencia a la tensión*, y lo que determina la resistencia de la cadena es la resistencia de su eslabón más débil. Todo proceso está limitado por su eslabón más débil, por el *recurso crítico*.

La suma de las mejoras parciales no es igual a la mejora total del sistema. A menos que sea el recurso limitante o la restricción (el eslabón más débil), ya que cuando mejoramos una operación o actividad cualquiera o garantizamos que funcione a su máxima capacidad, no significa que se venderá más producto.

Sólo un recurso puede trabajar a su máxima capacidad: el cuello de botella o restricción: *“el eslabón más débil”*.

Si se quiere que un eslabón del proceso trabaje al 100% de su capacidad, los eslabones previos podrán producir más que la restricción. Los eslabones o etapas posteriores no podrán trabajar más aprisa que el cuello de botella o restricción, con lo cual habrá muchos recursos que no estén trabajando todo el tiempo, lo cual no es un desperdicio ya que no generan inventario, entre otras cosas. *El mayor desperdicio es que la restricción no esté trabajando.*

La teoría de restricciones gira alrededor del concepto de encontrar y explotar la restricción de toda organización.

Para lograr que una organización crezca constantemente (proceso de mejora permanente) se propone un proceso sintetizado en cinco pasos

1. Encontrar la restricción.
2. Decidir como explotar la restricción
3. Subordinar todo a la decisión anterior
4. Mejorar la productividad de la restricción
5. Regresar al paso número uno

Estos 5 pasos aplican sobretodo para restricciones físicas.

El cuello de botella y la restricción son lo mismo; existen dos tipos de restricciones:

Las restricciones físicas, como son las máquinas (el convoy va a la velocidad del barco más lento, si los demás barcos lo adelantan tendrán que pararse a esperarlo). Esto sucede en cualquier proceso, la diferencia es que en lugar de generar espacios o distancias se generan inventarios o se crean colas.

Las restricciones no tangibles. Que pueden ser de políticas o reglas que las organizaciones van estableciendo. Este tipo de restricciones son difíciles de encontrar y eliminar porque son políticas de empresa que muchas veces han estado presentes por años y se han considerado como correctas.

Un ejemplo típico es el tiempo del director (si tuviera más tiempo podría hacer más negocios). Siendo el tiempo un recurso escaso y limitado, siempre debemos preguntarnos como lo estamos utilizando y procurar no ser una restricción.

Ambos tipos de restricciones pueden ser internas o externas, esto es, que están dentro de la empresa o fuera de ella; por ejemplo, la falta de mercado es una restricción externa.

Decidir como explotar la restricción para garantizar la máxima generación posible de dinero; por ejemplo, para restricciones físicas internas se debe analizar el rendimiento de cada producto en función del uso de la restricción, esto se hace dividiendo el throughput individual de cada producto (precio de venta menos costos de materiales) entre la unidad de tiempo utilizada (minutos, horas, etc.) de la restricción por ese producto para producir primero aquello que da más ganancias por unidad de tiempo utilizada en dicha restricción.

Es recomendable buscar donde tener la restricción y manejar todo para que permanezca fija. Esto se logra elevando la capacidad de lo que podría ser la siguiente restricción, con esto se logra mantener la atención sobre la restricción y la continuidad en la forma de trabajar que se fijó cuando todo se subordinó a la restricción. Cuando las restricciones cambian constantemente en cada cambio se deben volver a cubrir los cinco pasos que se han mencionado, con lo cual al llegar al paso 3 subordinar todo a la restricción, la forma de operar muy probablemente deba cambiar.

Cuando los cambios en las directrices son constantes, las personas terminan por no entender lo que pasa cuando la restricción se ubica en otro lado de la empresa, *Se debe romper la inercia de hacer las cosas porque así se ha hecho siempre y alguien decidió que así deberían hacerse aunque no se sepa el motivo de esta regla o política.*

2.- INDUSTRIALIZACIÓN Y PREFABRICACIÓN

Abordaremos ahora el enfoque industrial que da respuesta a la búsqueda de la alta productividad con calidad y dentro de un entorno de seguridad, higiene y confort para los trabajadores e involucrados que participan en el proceso.

La *Producción Industrial* es la respuesta consecuente para el logro de una mayor productividad.

INDUSTRIA se define en términos generales como maña, artificio, habilidad o destreza para hacer algo y, en el sentido productivo, como el conjunto de operaciones materiales para la obtención, transformación y transporte de productos primarios o naturales donde se aplica esa maña, habilidad o destreza para la elaboración de un producto de mayor valor agregado.

La *INDUSTRIALIZACIÓN*: *Es el enfoque del proceso de manufactura a través del cual, por el uso de tecnología, de organización y de técnicas de producción, se logra un incremento de productividad, eficiencia y/o calidad del producto.*

La industrialización promueve nuevas especialidades pero elimina otras; al reducir al personal por unidad producida se pueden hacer más unidades producidas (más productividad). Se reducen costos a las empresas y los obreros gozan del beneficio de contar con un lugar fijo de trabajo y mejor ingreso.

A esta definición vienen aparejados términos como:

- 2.1. **Racionalización:** Que consiste en organizar y mejorar la producción o el trabajo para incrementar los rendimientos o para reducir los costos con el mínimo esfuerzo.
- 2.2. **Simplificación:** Que busca hacer más sencilla o menos complicada una o varias actividades.
- 2.3. **Repetición:** Hacer varias veces lo mismo implica una significativa reducción de costo unitario como se ejemplifica en la siguiente figura de datos obtenidos para el caso de productos prefabricados de concreto.

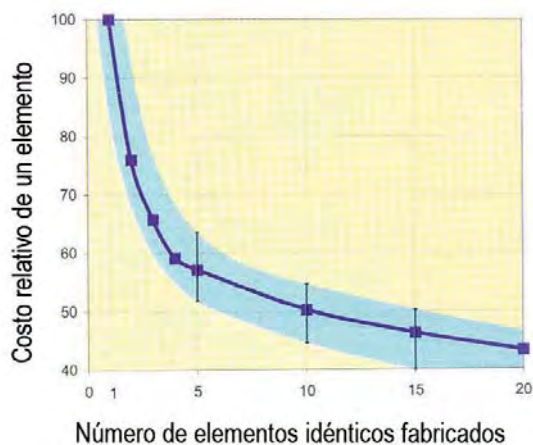


Figura A.79 - AHORROS POR LA REPETICIÓN EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO PREFABRICADO

Figura tomada de : Guide pour l'Utilisation d'Éléments en Béton Architectonique dans les Projets d'Architecture – Collection Technique Cimbéton – B.62 – p.59

- 2.4. **Normalización (*estandarización*):** Hacer corresponder los productos o servicios a una norma para prevenir fallas y disfunciones difíciles de visualizar para cumplir, con el mismo fin, con los reglamentos y para tipificar lo más posible, evitando diferencia en los resultados entre un producto y otro que en principio deberían ser iguales.
- 2.5. **Reducción en variedad:** Evitar conjuntos de partes o de productos diversos en su diseño.
- 2.6. **Reducir heterogeneidad:** Evitar mezclas de partes diversas o de diferente naturaleza en un todo ya que encarecen, dificultan el control y aumentan la incertidumbre en los resultados.
- 2.7. **Constructabilidad:** Desarrollo de técnicas, habilidades y competencias para lograr un modo constructivo perfeccionado. Es el uso 'óptimo' del conocimiento y experiencia en planeación, diseño y operaciones de campo que comprende todos los objetivos del proyecto. Es una forma de analizar similar a la ingeniería de valor y del análisis del valor pero está enfocada sólo a la construcción.

La ingeniería de valor examina los requerimientos funcionales del producto terminado durante su ciclo de vida con la meta de proporcionar sus funciones requeridas al costo total más bajo.

La constructabilidad y la ingeniería de valor se confunden en muchos casos. En lo general las dos son similares pero difieren marcadamente en su alcance y metodología.

Mientras la ingeniería de valor analiza el ciclo completo de vida útil del producto desde el punto de vista funcional, la constructabilidad se enfoca en maximizar las operaciones de la fase de construcción explotando el expertise constructivo desde las fases más tempranas del proceso del proyecto.

La ingeniería de valor reta y busca mejoras de forma y de función de los proyectos. La constructabilidad enfatiza temas para lograr la optimización de los procesos constructivos.

Lo buscado se basa principalmente en la eficiencia constructiva como punto de partida para seleccionar el sistema constructivo más adecuado de un proyecto donde se prioriza la eficiencia en tiempo, costo y calidad y no en su tecnología o particularidad intrínseca; bajo este enfoque se llega por ello, en muchos casos, a una edificación mixta donde se combinan tipos y relaciones de subsistemas de muros, losas, etc.

La constructabilidad y la ingeniería de valor pueden coexistir fácilmente y a menudo se complementan y se integran con otros conceptos para el logro de una optimización sistémica.

La constructabilidad requiere del involucramiento, desde las fases más tempranas del proceso de los proyectos, de todos los equipos y de los involucrados de apoyo.

Los objetivos de la constructabilidad son la mejora de la calidad, la reducción de los tiempos de ejecución, la optimización de costos y la eliminación de costos y tiempos por ineficiencias, desconocimiento e improvisación.

Este enfoque debe establecerse en las organizaciones con el compromiso y el involucramiento de la alta dirección y con la eliminación de barreras que impidan su exitosa aplicación.

Hay que considerar a la constructabilidad como parte integral de los planos ejecutivos de los proyectos, resultantes de un análisis previo concientizado.

Es imprescindible ir aprovechando las capacidades y beneficios de la información de la tecnología avanzada e ir mejorando las prácticas de trabajo.

Existe a la fecha una estática complacencia con el status quo y una gran resistencia a las nuevas ideas, nuevos intentos, nuevos programas y nuevos métodos de construcción; también se puede notar un claro desconocimiento y desinterés hacia todo lo referente a la construcción por parte de arquitectos e ingenieros.

Los mismos planos supuestamente ejecutivos se han vuelto más bien indicativos en vez de constructivos dejando muchas lagunas de datos y datos erróneos o que denotan una falta total de conocimiento constructivo por parte de los diseñadores y la falta de intervención por parte de quienes tienen la experiencia y el conocimiento del hacer constructivo y, por tanto, se da una falta de su aprovechamiento.

Se tiene también la idea de que una experiencia de obra repetida varias veces (sin mejora) es tener "experiencia" y, por tanto, amplio conocimiento en materia de construcción; ello crea una actitud estática y reactiva contra propuestas novedosas.

Por ello, la constructabilidad nos permitirá romper con las prácticas obsoletas enraizadas así como con las convencionales formas de ver a la construcción y nos dará nuevas oportunidades combinadas de mejora.

De esta manera, la información de tecnología avanzada en materia de construcción que se obtenga, al ser aprovechada, incrementará significativamente la competitividad de la empresa.

2.8. Organización: Con un enfoque de trabajo en equipo dirigido a los mismos objetivos.

La propuesta de búsqueda de optimización integral que se plantea en todo el desarrollo de este trabajo incluye los conceptos organizativos más adecuables al tipo de actividad que nos hemos enfocado.

Hay, sin embargo, diversos principios y métodos organizativos que pueden irse implementando para enriquecer y mejorar la organización en el más amplio sentido de su significado y alcance.

La depuración organizativa es un contenedor que integra a los demás conceptos enlistados como medios para el logro de una cultura industrial viva y exitosamente operante.

2.9. Administración: Con emprendimiento, liderazgo, dirección y seguimiento.

Además de los principios que la dirección de cada empresa establezca hay directrices comunes que pueden recomendarse a todas las empresas desarrolladoras de vivienda; entre ellas:

- 1.- Buscar un diseño integral consensuado que no deje partes indefinidas y que no se promuevan los cambios en fases posteriores
- 2.- No interferencias entre los subsistemas y partes del producto.
- 3.- No interferencias en los procesos que generen bloqueos y obstrucciones entre actividades.

También, para optimizar la eficacia operativa se sugiere implantar las siguientes propuestas a nivel de políticas a las que se indican sus ventajas más relevantes, las cuales han sido mencionadas previamente.

- Convertir a los proveedores en subcontratistas
 - Depuración de procesos de obra
 - Definir el concepto de “*entregable*” para que su responsabilidad vaya desde la fabricación hasta la colocación y acciones periféricas.

- Subcontratos llave en mano
 - Contratación a precio alzado
 - Traslado del riesgo a terceros
 - Simplificación administrativa
 - Pago al término y satisfacción

Quienes han realizado esfuerzos de productividad han cambiado su organización profesional y principalmente la organización de subcontratación.

- Definición de alcances y pago por paquetes semanales al100%
 - Se precisan las obligaciones
 - Costo asegurado
 - Mejor control administrativo
 - Mejor control contable
 - Facilita controlar el avance
 - Se formalizan las interfaces

2.10. Logística: Que implica un conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo los proyectos con éxito. Comprende el flujo en movimiento y mantenimiento de comunicación e insumos donde la eficaz distribución se lleve a cabo.

Utilizada inicialmente en el sector militar, *la logística* se presenta como una combinación de acciones y de medios aplicados para pertrechar a un ejército.

Traspasada a nuestro sector, podemos definir a la logística como “*el conjunto de actividades*” que aseguran la ejecución al mínimo costo, con una cantidad determinada de insumos suministrados en el lugar y en el momento en que se requieran”.

La logística involucra, de manera transversal, a varias áreas de la empresa como: compras, producción, comercialización, relaciones humanas, contabilidad, diseño, etc., las cuales interactúan coordinadamente para el logro de la máxima eficacia. *Implica administrar el flujo físico de insumos y el flujo de informaciones.*

Implementa la planeación previa mejorando resultados en avances.

Reduce considerablemente los tiempos muertos y el desperdicio.

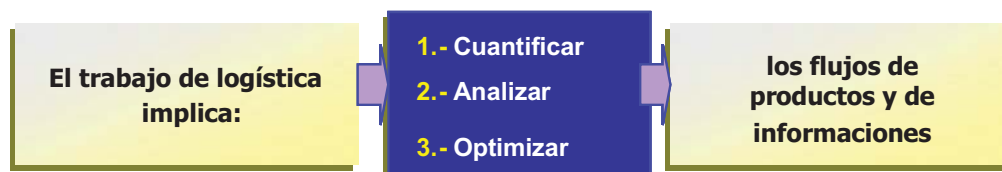


Figura A.80 – EL TRABAJO DE LOGÍSTICA

La logística comienza siendo el acto de planear el retiro de la obra de material a remover (despalmes, excedentes de excavación, etc., y su destino), el almacenaje, el movimiento y el consumo de materiales, suministros y equipos requeridos, así como el reacomodo o retiro de material a remover para realizar un proyecto en tiempo de manera eficiente.

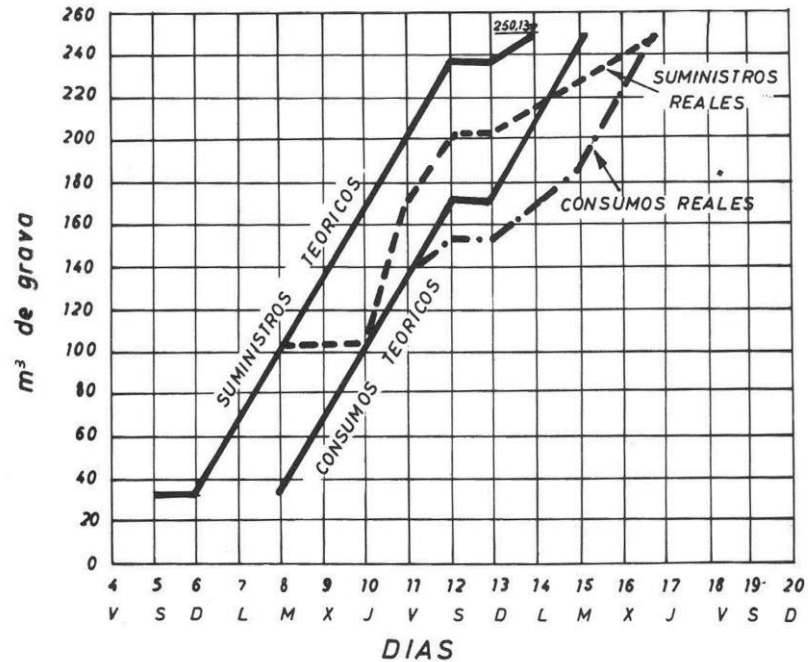


Figura A.81 – PROGRAMA Y SEGUIMIENTO DE PROCURACIÓN DE UN INSUMO BÁSICO EN EL PROCESO DE OBRA

Fuente: Curso de Técnico en Construcción, Libro 37 – CEAC; 1983; p. 1542

El resultado tangible de una aplicación exitosa de la logística es el *suministro justo a tiempo* con el menor número de movimientos, de materiales y medios a pie de muro en cantidad y características requeridas para todos los trabajadores, evitando así que por falta de insumos se pierda tiempo o, por el contrario, se tengan materiales o medios en exceso provocando con ello estorbo y desperdicios. Las entregas se hacen en kits a los responsables de utilizarlos quienes pagarán, en caso de pérdida o desperdicio lo faltante.

Implica responsabilizar a un equipo de personas para efectuar la organización en kits, la distribución mecanizada y el mantenimiento de las condiciones adecuadas de trabajo en toda la obra incluyendo la limpieza y seguridad (evitar que existan charcos, lodo, polvo, palets vacíos, hoyos, montones de tierra, desperdicio de materiales y muy especialmente varillas clavadas que perjudican los neumáticos de los equipos y causan heridas serias a las personas). Los operadores del equipo son responsables del cuidado y mantenimiento rutinario de sus equipos así como del buen uso con seguridad y aprovechamiento productivo de los mismos y de sus accesorios.

Es necesario tomar muy en cuenta la logística aplicada a las obras para mejorar los flujos de información y los flujos físicos ya que se ha vuelto endémico el recurrente problema de descoordinación en la procuración de medios en las obras que se da como consecuencia de la falta de empleo de métodos logísticos.

Mucho de la competitividad de una organización queda imposibilitada por una administración ineficiente de insumos en la obra manifestada en deficiencias como las que se enuncian a continuación:

- Por falta de previsión, de programación y de seguimiento, por no tomarse en cuenta el tiempo de respuesta de los proveedores, por falta de puntos de reorden de insumos o por incumplimiento de un proveedor, se piden con urgencia y, a veces al precio que sea, los materiales con la amenaza (a veces infundada) de parar la obra.
- Aunque se entreguen los materiales solicitados con urgencia, de todas formas la obra se tiene que parar porque no se pidió otro material complementario para poder hacer los trabajos (v.g. se pide el cemento pero no la arena) o porque se pidió un material equivocado o en cantidad insuficiente (por una cuantificación errónea), con el consecuente sobre costo de fletes adicionales principalmente en el caso de productos fabricados en otras ciudades.
- A veces se piden materiales o insumos equivocados o en demasiada cantidad que se quedan en el almacén hasta por varios años y se transportan, manipulan y estiban varias veces con la consecuente generación de sobre costos de almacenaje, de control administrativo, de daños, de robos y de desperdicios.
- Se pide el mismo insumo dos o más veces al no darse un seguimiento de lo que se tiene en almacén y, por lo tanto, se incrementa el costo o se aumenta el almacenaje con las consecuencias antes mencionadas.
- Se piden materiales que no se requieren en el momento sino que se necesitarán muchas semanas después y, por tanto, hay que almacenarlos y cuidarlos que no se dañen, ocupan áreas en la obra que complica la circulación, estorba y congestiona a las áreas de trabajo.
Esta acción genera improductividad, propicia accidentes, manipulaciones adicionales innecesarias, maltrato del material almacenado, por tanto, robos y desperdicios, así como altos costos financieros además de encarecer los trabajos administrativos de control de almacén.
- Se estiba el almacén inadecuadamente generándose así daños, mermas y accidentes (a pesar de tener los medios y el equipo para su paletizado y embalaje adecuado y evitar desperdicios).

Adicionalmente, en más de una ocasión, las obras también reducen su ritmo de avance o se paran por la descompostura de un equipo, la falta de puntualidad y asistencia de los trabajadores y el sobre-desperdicio (que obliga a pedir adicionalmente uno o varios materiales con sobre costo). Lo peor es que todas estas disfunciones acumulativas han llegado a ser consideradas como “gajes del oficio” o como “situación normal” y propia de la actividad que realizamos en vez de ser atacadas y resueltas.

Todos los sistemas constructivos son suficientemente rápidos en su ejecución y, por tanto, la agilidad constructiva depende más del dominio logístico que se tenga. Los desfases técnicos máximos que se tienen en un proceso edificatorio son de uno o dos días y, por tanto, *las obras pueden hacerse en realidad en tiempos record* si los referimos a “nuestros tiempos acostumbrados”; por tanto, es más importante optimizar la logística de la cadena de suministros y de la comunicación que buscar un sistema constructivo supuestamente más eficiente.

La adopción o desarrollo de un sistema constructivo es una consecuencia de la eficiencia organizativa de una empresa y no una selección que garantice por sí misma sus resultados de eficiencia. Además un sistema constructivo que generalmente es visualizado como “la solución completa” de los proyectos, abarca sólo a la superestructura y, por tanto, su alcance y su meta son bastante parciales.

La aparente eficiencia de un sistema constructivo es en realidad el resultado del dominio de una logística eficaz; por tanto, los sistemas constructivos son eficientes en la medida en que son el resultado de una logística bien desarrollada y apoyada en una infraestructura industrial suficientemente madura (proveedores, subcontratistas y mano de obra eficientes y empresarialmente desarrollados) que de la respuesta requerida.

Sistemas constructivos muy acostumbrados y reconocidos como eficientes en un país dado (por los materiales y componentes que se emplean regularmente) pueden resultar un fracaso en otro país que por costumbre utilice otros materiales y otros procesos al no contarse con los proveedores, tecnología ni mano de obra que pueda ejecutarlos con rapidez, calidad y economía.

Por otro lado, la aceptación social de un sistema nuevo o poco conocido genera escepticismo y difícil aceptación.

Más que buscar a un sistema constructivo como la solución para ser más competitivo *hay que buscar el dominio de varios sistemas y técnicas constructivas completas y de la integración de todas las variables que se deben manejar en los proyectos tanto de carácter técnico como administrativo y directivo.*

La competencia que una empresa puede incrementar al mejorar su cadena de suministros, su red de información y la capacidad de respuesta de sus colaboradores es muy significativa y, por tanto, la búsqueda y el logro de resultados en este dominio asegurarán su sólido futuro.

El avance que se tenga no depende del responsable de compras o de los superintendentes de las obras sino de toda la organización donde se visualice a la cadena de suministros como un todo y se identifiquen y resuelvan las deficiencias de conexión en el flujo de insumos, de información y de recursos económicos ya que los efectos de las acciones inconexas son pérdidas de rentabilidad de magnitud considerable.

El involucramiento y compromiso por parte de los proveedores y subcontratistas es parte fundamental del éxito de la implantación de una logística eficiente.

El efecto látigo (the bullwhip effect), la sobreinversión, los altos costos de descoordinación y los sobrecostos en obra son los principales síntomas de inconexión.

El efecto látigo es una distorsión en la información y en los extremos de la cadena de suministros al no darse el seguimiento coordinado entre provisión de insumos y el avance de las obras; para controlar este efecto hay que modificar y mejorar la infraestructura de la cadena y sus procesos más que sólo el comportamiento de la persona responsable de compras o de quien tome las decisiones al respecto.

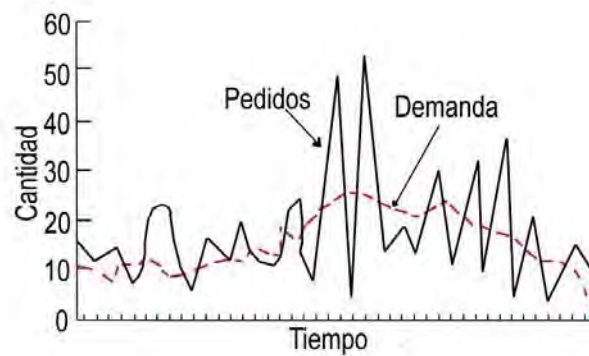


Figura A.82a –GRÁFICA QUE REPRESENTA EL EFECTO LÁTIGO EN LA CADENA DE SUMINISTROS - Fuente: *El efecto látigo en las cadenas de abastecimiento, IPADE – PN-267, 2001*

La Cadena de Suministros une las actividades asociadas con el movimiento de insumos desde el suministro de materias primas hasta la colocación en obra, lo cual impacta inventarios. Aquí se incluye la comunicación entre todas las áreas de la empresa (dirección general, responsables de los proyectos y superintendentes), selección, compra, programación de producción, procesamiento de órdenes, coordinación con proveedores y subcontratistas, coordinación de necesidades de espacio, control de inventarios, transportación, almacenamiento y servicio a la obra. Pero lo más importante es que también incluye los sistemas de información, fundamentales para monitorear todas estas actividades.

- *La depuración de la cadena de suministros*, buscando entregas justo a tiempo y una comunicación en tiempo real debe comprometer e involucrar no sólo a los integrantes de la empresa sino de manera enfática a los proveedores, a los subcontratistas y a los trabajadores eventuales de la obra ya que *la rentabilidad de la empresa por este aspecto no sólo depende de la eficacia de su operación interna sino de la eficacia de las cadenas de sus subcontratistas y proveedores con los que participa.*

El logro de una eficiente y eficaz cadena de suministros transforma al efecto látigo en una ventajosa cadena de valor que le incrementa considerablemente a la empresa su competitividad.

Normalmente en los subcontratos y en los pedidos donde se establece el precio, la cantidad, la especificación detallada de los productos, la calidad con sus normas de referencia, el plazo de entrega, el plazo y la forma de pago, la garantía y el servicio post-venta, así como los criterios de aceptación, no se incluye el reglamento de obra donde se indica el calendario de días laborables y el horario de labores; tampoco se incluyen en las negociaciones el alcance de lo entregable como por ejemplo, la inclusión de descarga del producto, lo que se hace en caso de existir piezas o componentes dañados o que no cumplen las especificaciones y la responsabilidad del transportista en caso de transgresión a la reglamentación de tránsito o daños a la vía pública o a propiedades vecinas.

Además de estas omisiones y otras más, se ve necesaria como condición de un posterior seguimiento logístico la negociación de formas de entrega, paletización y embalaje para asegurar la manipulación mecanizada y sencilla de los productos, el aprovechamiento máximo, en peso y en volumen, de los medios de transporte y la entrega en “kits” de los materiales así como el suministro “justo a tiempo” al acordar previsoramente el día, la hora, el sitio específico y la forma de entrega.

Finalmente, el establecer medios y procedimientos de comunicación en tiempo real para la solución inmediata de cualquier percance que se presente es fundamental ya que la distorsión en la información y su correspondiente repercusión en inventarios, en correcciones y en retrasos por falta de material puede provocar una acumulación de tiempos adicionales de más de 100 días en obras con una duración normal de 8 a 10 meses.

Para cada proyecto es fundamental agrupar la combinación simultánea de insumos y subcontratos que correspondan a las actividades de las diferentes fases constructivas; de no hacerse se llega generalmente al efecto látigo por producto, donde, a pesar de tener de sobra el material requerido para una actividad específica, ésta no se puede llevar a cabo porque falta uno o varios insumos complementarios o asociados.

A veces se tiene el acero pero no la cimbra o se tienen las viguetas pero no las bovedillas, la arena y la grava pero no el cemento, etc. o viceversa. Esto genera la acumulación de diversos materiales en almacén y de paros o retrasos por falta de uno o varios materiales complementarios o asociados.

En la siguiente figura **A.82b** se muestra el errático comportamiento del nivel de inventario y de faltante en sólo cuatro materiales suministrados cuando no se visualiza la agrupación de los insumos necesarios para avanzar fluidamente en las actividades de las obras.

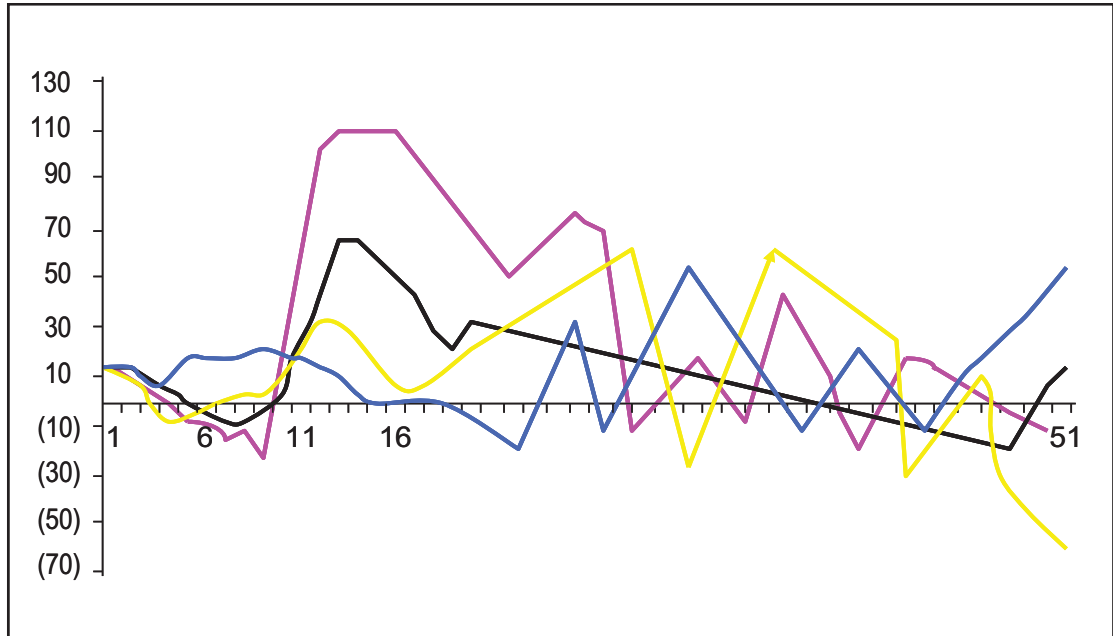


Figura A.82b – NIVEL DE INVENTARIO Y DE FALTANTE EN UNA CADENA DE 4 INSUMOS SUMINISTRADOS

Fuente: El Efecto Látigo en Las Cadenas de Abastecimiento, IPADE – PN-267, 2001

Las consecuencias de un flujo de suministros desorganizado son principalmente:

- exceso de dinero invertido
- pérdidas por mermas y retrasos
- repercusiones en la competitividad de la organización
- Mayores consecuencias negativas al incluirse más insumos

La explosión de insumos que se genera fácilmente gracias a los actuales medios computacionales es la materia prima de datos requeridos para poder hacer la agrupación que permita prever la combinación de entregas previstas en el programa de insumos y dar el seguimiento de pedidos hermanados que eviten la descoordinación de entregas comentada.

Como un ejemplo de referencia se incluye en la siguiente figura **A.83** el agrupamiento de insumos a controlar para que puedan realizarse las actividades de obra que los requieren. Este caso concreto corresponde a un proyecto de vivienda de nivel residencial en el cual, debido a que algunos insumos son de importación se requiere tomar con más cuidado el tiempo de respuesta del proveedor o fabricante para la programación de la elaboración de los pedidos, considerando incluso un margen de seguridad que permita absorber cualquier imprevisto de logística.

ACTIVIDAD CONSTRUCTIVA	AGRUPAMIENTO DE INSUMOS, INTERVENCIONES Y MEDIOS REQUERIDOS
<p>Despalme limpieza y trazo</p> <p>Apertura de caja y relleno compactado</p>	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilidad de cargadora-retroexcavadora Renta de camión con grúa Hiab para transportar contenedores Compra de triplay, barrotos y/o polines para tapial Renta de camión de volteo Compra de refacciones para molino de martillos Clavo (según proyecto)
<p>Base de cimentación</p>	<ul style="list-style-type: none"> Compra de cal o de cemento (según proyecto)
<p>Excavación contratraves y tubería de drenaje</p>	<ul style="list-style-type: none"> Compra de tubería sanitaria de PVC
<p>Polietileno, cimbra y armado de losas de cimentación</p> <p>Armado de micropilotes y cimentación de bardas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Polietileno de 200 micras de espesor Compra de triplay y barrote Malla de alambre electrosoldada $f_y=5000\text{kg/cm}^2$ Calzas, silletas y separadores Desmoldante para cimbra Intervención de subcontratista eléctrico para canalizar Intervención de subcontratista de plomería Refacción para cortadora de acero (cuchillas o muelas) Alambre recocido (para amarrar el acero) Acero de refuerzo(varilla) ver diámetro según proyecto ($f_y=4200\text{kg/cm}^2$) Alambrón de $\frac{1}{4}" \varnothing f_y = 2430\text{kg/cm}^2$ Clavo (según proyecto)
<p>Colado de losas de cimentación</p> <p>Colado de micropilotes y cimentación de bardas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Concreto premezclado TMA $\frac{1}{2}' \text{Rev } 8 \pm 2 f'c=200\text{kg/cm}^2$ con posible aditivo fluidificante para un revenimiento de 12 ± 2 Compuesto de curado (para el concreto) Refacción para vibradores y reglas vibratorias Compra de guías para reglas vibratorias (tubos galv. $\frac{3}{8}" \varnothing$ ó $\frac{1}{2}" \varnothing$) Cemento gris Grava de $\frac{1}{2}" \varnothing$ Posible aditivo superfluidificante Arena <p style="text-align: right;">Opción de concreto en obra</p>

Figura A.83a – AGRUPAMIENTO DE INSUMOS PARA ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS DE UN PROYECTO DADO

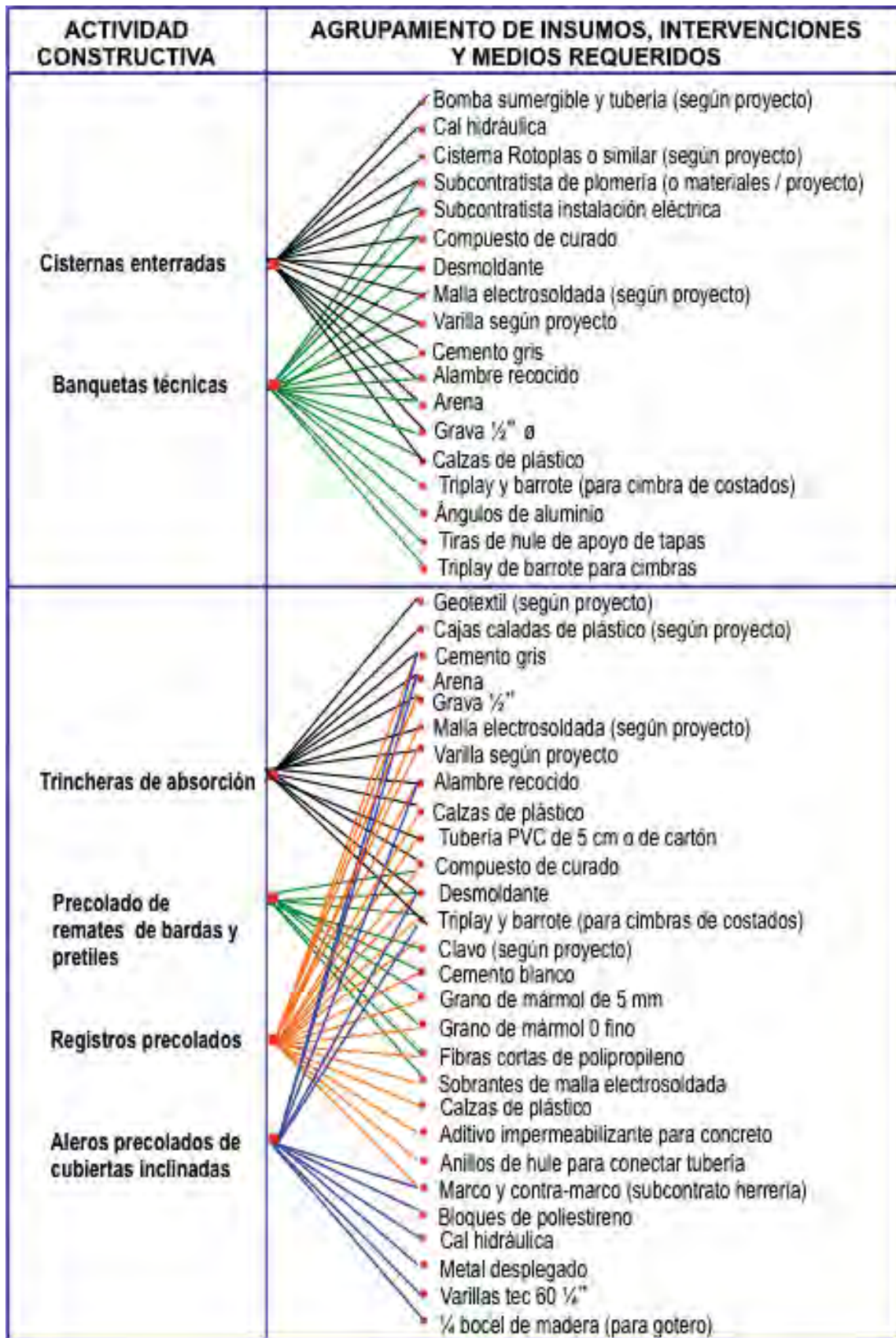


Figura A.83b – AGRUPAMIENTO DE INSUMOS PARA ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS DE UN PROYECTO DADO

ACTIVIDAD CONSTRUCTIVA	AGRUPAMIENTO DE INSUMOS, INTERVENCIONES Y MEDIOS REQUERIDOS
<p>Muros de block, dinteles y piñones</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intervención subcontratista de plomería o compra de tubería y accesorios de PVC Y CPVC ▪ Intervención subcontratista de instalación eléctrica ▪ Según proyecto Block de 20x20x40 y mitades 20x20x20 ▪ Malla electrosoldada (para piñones) se usa la retacería sobrante de losas ▪ Block de 14x20x40 y mitades 14x20x20 ▪ Calzas de plástico para armado de dinteles y piñones ▪ Mortero predosificado (Stonecrete) de IBM (opción 1) ▪ Cemento gris ▪ Cal hidratada ▪ Arena (y grava para dinteles y piñones) ▪ Block de 10x20x40 y mitades 10x20x20 ▪ Aditivo retardante ▪ Acero en varilla (según proyecto) $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ ▪ Acero 5/32" tec 60 $f_y = 6000 \text{ kg/cm}^2$ según proyecto) ▪ Alambre recocido y alambre galvanizado para el anclaje de recubrimientos pétreos ▪ Acero 1/4 tec 60 $f_y = 25300 \text{ kg/cm}^2$ (para espacios según proyecto) ▪ Acero 1/4 tec 60 $f_y = 6000 \text{ kg/cm}^2$ (según proyecto)
<p>Losas de entepiso y azotea</p> <p>Rampas de escalera</p> <p>Losas de tinaco</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aleros precolados en cubierta inclinada ▪ Viguetas pretensadas (según proyecto) ▪ Bovedillas de poliestireno expandido (según proyecto) ▪ Alambre galvanizado (para amarrar metal desplegado o bastidor de tablaroca) ▪ Fondos de triplay (se usará el triplay disponible de otros colados) ▪ Clavo (según proyecto) ▪ Malla electrosoldada (según proyecto) ▪ Varilla para bastones y refuerzo complementario (según proyecto) ▪ Calzas de plástico para el armado (según proyecto) ▪ Triplay y barrotes para cimbra perimetral de borde de losa ▪ Alambre recocido para amarrar acero y para torsales ▪ Intervención de subcontratista de instalación eléctrica ▪ Intervención subcontratista de plomería ▪ Como opción 1 – Concreto premezclado $f' c = 200 \text{ kg/cm}^2$ TMA 3/8" \emptyset revenimiento 8 ± 2 y aditivo superfluidificante ▪ Como opción 2 – Cemento ▪ Arena ▪ Grava 3/8" \emptyset ▪ Aditivo superfluidificante ▪ Desmoldante para cimbra ▪ Compuesto de curado ▪ Tinaco de plástico marca Rotoplas o similar (capacidad según proyecto)

Figura A.83c – AGRUPAMIENTO DE INSUMOS PARA ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS DE UN PROYECTO DADO

ACTIVIDAD CONSTRUCTIVA	AGRUPAMIENTO DE INSUMOS, INTERVENCIONES Y MEDIOS REQUERIDOS
Relleno entortado impermeabilizante y acabado de azoteas y patios de servicio	<ul style="list-style-type: none"> ■ Poliestireno para dar pendientes ■ Cemento gris ■ Cal hidráulica ■ Arena ■ Impermeabilización tipo membrana (subcontrato) ■ Calzas de plástico para armado de dinteles y piñones ■ Cemento cola (cemento Crest o similar) ■ Loseta cerámica ■ Escalera marina (subcontrato de herrería) suministro y colocación ■ Mortero sellador para juntas de loseta cerámica
Yeso en plafones	<ul style="list-style-type: none"> ■ Opción 1 Metal desplegado de alambre negro y Pintura de esmalte para metal desplegado ■ Opción 2 Metal desplegado de alambre galvanizado ■ Yeso amarrado o subcontrato de yeso
Cubiertas inclinadas con teja de concreto	<ul style="list-style-type: none"> ■ Suministro y colocación de flashings y botaguas (subcontrato herrería) ■ Suministro y colocación botaguas en tragaluces ■ Subcontrato herrería ■ Impermeabilización de techos inclinados (a evitar) ■ Colocación de rejas Nicoll ■ Colocación de tinacos ■ Colocación de remates (según proyecto) ■ Suministro de teja de concreto ■ Suministro de espuma para pegar tejas ■ Colocación de tejas de concreto (subcontrato) ■ Rainhandler (se coloca al último)
Acabados exteriores	<ul style="list-style-type: none"> ■ Loseta de concreto aparente ■ Adopasto de plástico ■ Jardinería (subcontrato) ■ Puertas automáticas y rejas de acceso (subcontrato) ■ Trabe híbrida (acero y concreto) ■ Buzón ■ Número oficial y números interiores ■ Luminarias exteriores

Figura A.83d – AGRUPAMIENTO DE INSUMOS PARA ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS DE UN PROYECTO DADO

ACTIVIDAD CONSTRUCTIVA	AGRUPAMIENTO DE INSUMOS, INTERVENCIONES Y MEDIOS REQUERIDOS
<p>Instalaciones hidrosanitarias (ramaleos y conexiones en interior de casas y en exteriores y obras comunes)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lavaderos de granito (colocación albañilería) ■ Lavabos ■ Tarja de lavabos ■ Placa de mármol para tarja (subcontrato de recubrimiento de mármol) ■ Mueble bajo tarja de lavabo (subcontrato de carpintería) ■ Wcs ■ Calentadores de agua a gas LP ■ Charolas de regadera ■ Subcontrato cocinas integrales ■ Opción 2 trabajo directo que implica: Comprar tubería de PVC sanitario, CPVC hidráulica, tubo de cobre tipo M, válvulas, conexiones, pegamento, soldadura, mangueras coflex, céspoles de bote, céspoles de lavabo a comprar según lista de materiales según proyecto ■ Preparación para lavadora y secadora ■ Llaves y accesorios de baño
<p>Instalación de gas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calentadores de agua a gas LP ■ Subcontrato (tanque de gas estacionario, línea de llenado, línea de alimentación, ramaleos, válvulas y accesorios) ■ Apoyo de tanque de gas con tacones de hule ■ Pintura y tuberías
<p>Canceles de vidrio templado Barandales Instalación eléctrica</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Subcontrato en baños ■ Subcontrato especialista ■ Subcontrato según proyecto
<p>Carpintería</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Subcontrato especializado en pisos de madera) ■ Subcontrato especializado para escaleras de madera ■ Pasamanos de madera ■ Subcontrato para puertas de intercomunicación de madera ■ Subcontrato para closets y vestidores ■ Subcontrato para colocación y suministro de vidrio esmerilado en puertas ■ Cerraduras de intercomunicación y baño ■ Topes para puertas ■ Jaladeras para closet de visitas y muebles

Figura A.83e – AGRUPAMIENTO DE INSUMOS PARA ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS DE UN PROYECTO DADO

ACTIVIDAD CONSTRUCTIVA	AGRUPAMIENTO DE INSUMOS, INTERVENCIONES Y MEDIOS REQUERIDOS
Colocación de remates en pretilos y bardas	<ul style="list-style-type: none"> • Cemento gris • Arena • Cemento blanco o sellador para junteo
Acabado en muros y techos interiores	<ul style="list-style-type: none"> • Stonecrete (aplanado) • Pasta lisa en muros • Pasta texturizada en techos (subcontrato) • Pasta lisa en techos de baños y cocinas
Pasta Granoplastic en fachadas y bardas	<ul style="list-style-type: none"> • Stonecrete • Subcontrato de pasta • Hidrofugante
Pisos y lambrines de mármol en interiores	<ul style="list-style-type: none"> • Cemento cola (cemento Crest o similar) • Loseta de mármol Travertino de 40x40x1cm pulidas • Subcontrato de colocación de mármol
Recubrimientos pétreos en fachadas	<ul style="list-style-type: none"> • Zetas de aluminio en desplantes • Piedrin Galarza de 40x10x2cm • Cemento gris • Arena • Alambre y fijaciones de anclaje • Hidrofugante
Puertas, ventanas, tragaluces y cancelos exteriores de casas	<ul style="list-style-type: none"> • Repisones de Duraluminio laqueado (subcontrato de herrería) • Subcontrato para el suministro y colocación de puertas, tragaluces, ventanas y cancelos con vidrio doble, cerrajería y sellado contra repisón y obra de albañilería
Fachada ventilada	<ul style="list-style-type: none"> • Subcontrato especializado
Muebles hidrosanitarios (según especificaciones del proyecto)	<ul style="list-style-type: none"> • Lavaderos de granito (colocación albañilería) • Lavabos • Tarjas de lavabos • Placa de mármol ara tarja (subcontrato de recubrimiento de mármol) • Mueble bajo tarja de lavabo (subcontrato de recubrimiento de mármol) • Wcs • Calentadores de agua a gas LP • Charolas de regadera • Subcontrato cocinas integrales
Instalación eléctrica (accesorios)	<ul style="list-style-type: none"> • Subcontrato según proyecto y luminarias

Figura A.83f – AGRUPAMIENTO DE INSUMOS PARA ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS DE UN PROYECTO DADO

Es fundamental ver a la cadena de suministros como un todo, incluyendo los enlaces que se involucran en la administración del flujo de los insumos, servicios, información y recursos económicos desde el inicio hasta la terminación de las obras buscando continuamente el cumplimiento o incluso, la reducción de tiempos y costos.

No hay que perder la visibilidad (imaginar siempre lo que puede faltar en el periodo futuro inmediato) ya que lo que ocasiona el efecto látigo es la tendencia de cada participante dentro de la cadena de suministro a querer surtir lo que se necesita sólo en base a su propio criterio y punto de vista.

La cadena logística clásica permite responder eficazmente a las necesidades de los clientes de productos y de servicios; sin embargo, las devoluciones, los sobrantes, los desperdicios y los materiales derivados (de embalaje, de protección etc.) se ignoran o no se consideran.

Por ello, de manera extensiva, buscando una mayor cobertura de aplicación de la logística, ha surgido un nuevo término denominado logística inversa.

La logística inversa se enfoca en la valorización de esos productos al considerar una red de creación de valor que integra a los procesos de recuperación, de tratamiento, de reciclaje, de distribución o de eliminación adecuados.

Bajo esa perspectiva de desarrollo durable de dimensión económica, social y medioambiental, estas actividades deben influir en la concepción de los productos, de los procesos y de las redes logísticas. La consideración simultánea de este concepto implica cambios importantes que afectan a los modelos y planes de negocio así como a los hábitos de consumo y genera nuevas maneras de hacer las cosas con una visión ampliada y a largo plazo.

Sobre este tema hay tres conceptos involucrados que se conocen y se proponen para resolver la falta de eficiencia en la procuración de insumos:

- 1.- La elaboración de un *plan de obra*,
- 2.- la depuración de la *cadena de suministros* por medio de la búsqueda de *entregas justo a tiempo* y
- 3.- la *comunicación en tiempo real (buscando el aquí y el ahora)*.

2.10.1 Plan de obra

El *Plan de Obra* es un paso previo indispensable para asegurar el buen desempeño de su ejecución. Cuando una obra se realiza con eficiencia y organización, no se debe a la casualidad o solamente a la capacidad y experiencia del equipo de trabajo, del superintendente y de sus colaboradores sino que es la consecuencia de una previa planeación detallada y de un control riguroso durante el proceso.

El Plan de Obra es poco conocido formalmente pero su elaboración y empleo son fundamentales para el éxito de la ejecución y es a su vez la base para desarrollar cualquier proceso de realización.

El Plan de Obra necesita partir de un conjunto completo de datos previos que llamamos "planificación" dentro de los que se encuentra principalmente el diseño ejecutivo. En la figura 3.84 se muestra el contenido y alcance de dichos datos.

La planificación abarca el proyecto completo, es decir la edificación, la urbanización, la infraestructura y los equipamientos además de sus correspondientes presupuestos y documentos oficiales.

El diseño ejecutivo debe estar sólidamente soportado por los estudios previos que no sólo consideran el predio específico del proyecto sino que incluyen las condiciones de su entorno y colindantes cuya interacción o afectación deba tomarse en cuenta para solucionar potenciales problemas de cimentación o de proceso constructivo.

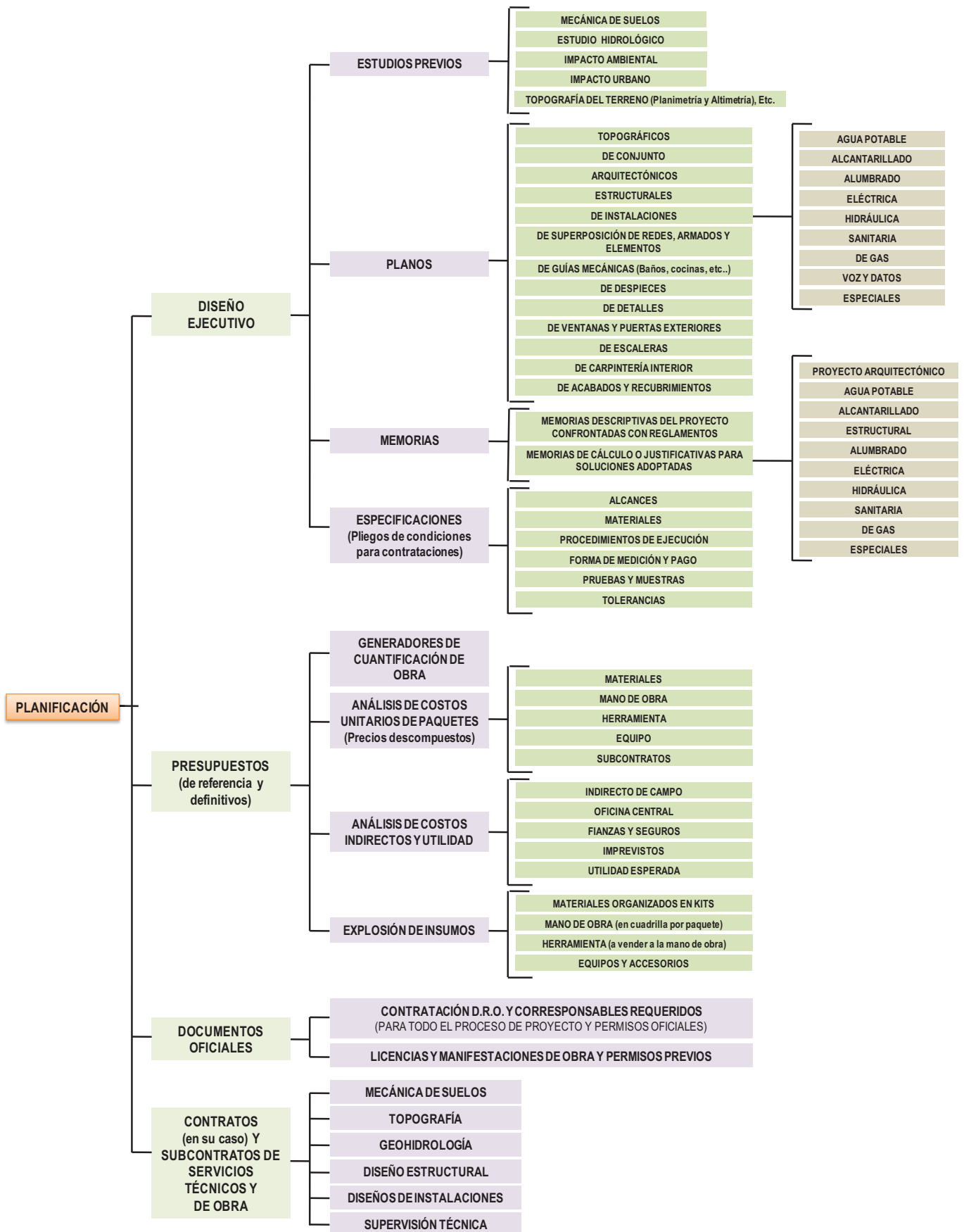


Figura A.84 – PLANIFICACIÓN PREVIA REQUERIDA PARA LA CONFORMACIÓN DEL PLAN DE OBRA

También el diseño ejecutivo debe estar conciliado con todas las exigencias legales y reglamentarias que le sean aplicables lo cual implica la participación temprana del Director Responsable de la Obra y de los corresponsables, en caso dado.

La planificación no se hace antes del Plan de Obra en todo su alcance; a partir de la presupuestación (la cual también conviene iniciarse desde la elaboración del diseño ejecutivo) también se va definiendo la programación y, principalmente, se va negociando, comprometiendo y contratando o subcontratando con los futuros ejecutores de la obra.

Hay que buscar la mayor simultaneidad posible para lograr la reducción de tiempo en los procesos y el acuerdo e involucramiento oportuno (lo más temprano posible) de los participantes.

Una vez en posesión de todos los documentos, es indispensable un estudio a fondo de los mismos por parte de los participantes en el proyecto, y muy principalmente de los encargados de la obra.

Partiendo de las bases anteriores, se debe realizar el "PLAN DE OBRA" con el alcance indicado en la figura A.84.

El plan de obra se subdivide en tres partes básicas: el plan de obra estático, el plan de obra dinámico y la preparación de la obra.

El plan de obra estático incluye, por un lado, dentro del terreno de la obra, a toda la planeación de montajes, construcciones, instalaciones y conexiones provisionales necesarias para la ejecución durante todo el proceso de construcción, las circulaciones, las protecciones, la implantación de equipos clave de producción o manipulación (puesto de precolados, planta de concreto, grúa torre, etc.).

Para la conservación en buen estado de las circulaciones y las protecciones de plataformas y de áreas con instalaciones clave en la obra, principalmente en épocas de lluvia, se requiere acondicionar medios de evacuación del agua de escurrimiento de lluvias abundantes y prolongadas para evitar que el agua penetre en el suelo y lo altere haciéndole perder su cohesión y que se formen charcos y zonas lodosas que dificulten la circulación de máquinas y personas, que redunden en atrasos de obra.

Se debe nivelar el terreno con ligeras pendientes que reconozcan a pozos de absorción y almacenamiento con la posibilidad de conectarlos a la descarga de drenaje público, una vez decantada el agua excedente, por medio de un registro decantador previo a la conexión.

Es de gran utilidad también, lo más al inicio de la obra, conectarse con el servicio público de drenaje para desaguar los servicios sanitarios provisionales y hacer el primer registro o pozo de una vez.

Hay que mantener este sistema de desagüe hasta que se pueda aprovechar la red de saneamiento prevista en el proyecto.

Es necesaria una planeación detallada para el buen desarrollo de las actividades de obra donde se considere como primer punto, el gasto de agua a evacuar y el periodo o duración de la temporada de lluvias.

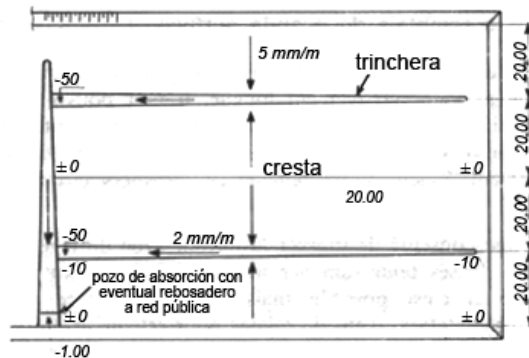


Figura A.85 – DESAGÜE DE TERRENO CON TRINCHERA DE SANGRÍA

Fuente: V.R.D. Voirie - Réseaux Divers, Terrassements – Espaces Verts, René BAYON, Eyrolles, 1983; p.58

Como otra opción o como complemento, pueden emplearse capas de suelo-cal o de grava-cemento de 20 cm de espesor para permitir la circulación de las máquinas y camiones ya que estos materiales son poco sensibles al agua y se les puede retirar el lodo fácilmente. No hay que ejecutar estos trabajos mientras esté lloviendo para que no se deslave la mezcla.

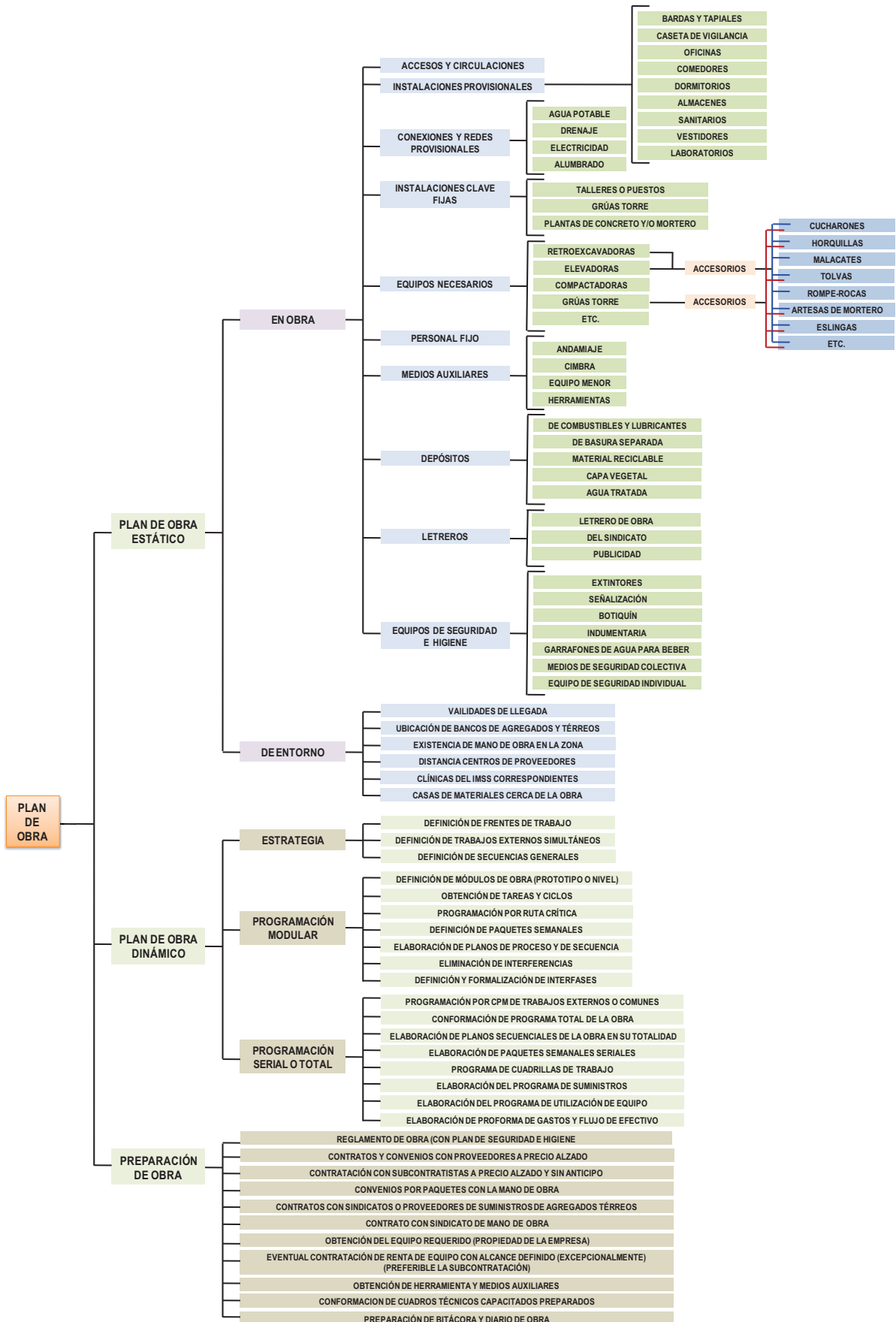


Figura A.86 – DESGLOSE DEL PLAN DE OBRA

Se puede utilizar también un geotextil tendido directamente sobre el suelo al cual se sobrepone una cama de grava mejorada de 30 a 40 cm de espesor compactada.

Hay que asegurarse que bajo ninguna circunstancia se generen charcos a través de la rectificación de pendientes y hay que barrer los pequeños excedentes para su evaporación natural.

Para la ejecución específica de obras hay toldos de protección para el andamiaje o tiendas de lona que pueden habilitarse.

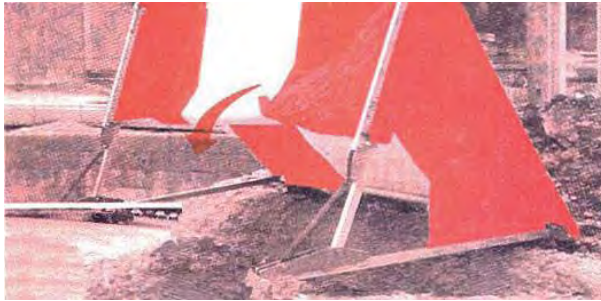


Figura A.87 – CUBIERTA SOBRE UNA CEPA - Fuente: Abri Express – MABI-BIDAUX MARC, S.A.

Cubiertas de protección en zonas de trabajo de la obra contra la lluvia y el sol intenso hechas en una sola pieza, se instalan en un minuto. Su estructura es de aluminio y la lona es de PVC armado y a prueba de rayos ultravioleta, pesan de 25 a 35 kg (según el modelo) y son fáciles de plegar y almacenar por su reducido volumen de almacenaje.



Figura A.88 – CUBIERTA PARA UNA ZONA DE LA OBRA

Fuente: Abri Express – MABI-BIDAUX MARC, S.A.

La protección solar y pluvial en zonas de trabajo permite trabajar a pesar de la lluvia o el sol con igual rendimiento que en condiciones normales.



Figura A.89 – CUBIERTA DE LONA DE RÁPIDA INSTALACIÓN en módulos de hasta 3.04 m x 6.10 m de gran utilidad para cubrir talleres de precolados o áreas de colado durante la lluvia o para protección del sol.

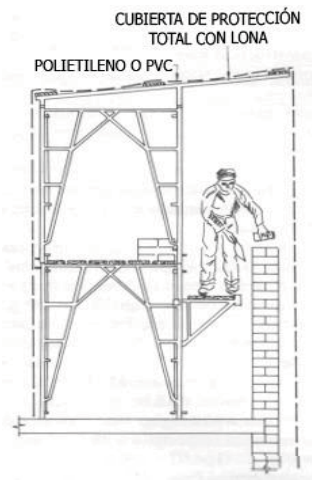


Figura A.90a – TORRES DE ANDAMIAJE CON CUBIERTA PROTECTORA UTILIZADAS PARA LA COLOCACIÓN DE MAMPOSTERÍA

Ref. Technical Notes on Brick Construction – BIA – Figura 6 – Ficha-1 Revisada, marzo 1992



Figura A.90b – CUBIERTA DE LONA SOBRE ANDAMIAJE que permite trabajar en la construcción de muros aún bajo lluvia o sol intenso. Se coloca adosada a la protección posterior de los caballetes.

Ref. Catálogo de Productos, Empresa: MEFRAN



Figura A.90c – FUNDAS CILÍNDRICAS COLOR ROJO DE PROTECCIÓN Y ADVERTENCIA para los transeúntes, utilizadas en andamios apoyados sobre la vía pública.



Figura A.90d – PROTECCIÓN DE ANDAMIAJE A TODA LA ALTURA

Ref. Empresa Layher, S.A.

Es importante evitar estar haciendo cambios de instalaciones, circulaciones y montajes provisionales durante el proceso de la obra por el costo y tiempo que implican; por ello, es prioritario ocupar las áreas de donación, de restricción o exteriores que tenga el diseño para tal fin y no las áreas de desplante de las futuras edificaciones.

Para la definición y conveniencia de instalación, de los equipos de prefabricación o habilitado, hay que tomar en cuenta las dimensiones de la obra, la necesidad de productos a elaborar, las condiciones de espacio disponible para su instalación provisional, las condiciones del entorno y la conveniencia económica.

La opción de fabricar al lado de la construcción puede ser conveniente en obras incluso pequeñas ya que los medios de fabricación o habilitado se asignan en función del tamaño de la obra.

Lo que en una obra pequeña es un modesto puesto de precolados o de habilitado, en una obra mediana se acondicionan verdaderos talleres y, en grandes obras los talleres se convierten en fábricas de alta producción.

Los materiales y componentes pueden producirse a nivel masivo o modularmente en los casos de haber gran variedad. Conviene que el equipo a emplear en los puestos, talleres o fábricas de obra sea flexible y adaptable a la demanda; para tal fin, es importante asegurarse que cubran los siguientes requisitos:

1. Que sea modular para su mejor adaptación a la demanda. Es mejor, por ejemplo, disponer de varias máquinas para la producción de vibrocomprimidos de concreto que una máquina grande de muy alta productividad. En el caso de tenerse varias máquinas pequeñas, si una se descompone o requiere pararse por mantenimiento, la(s) otra(s) puede(n) reemplazar su producción dedicando más horas de fabricación. Adicionalmente se logra la versatilidad de adecuar el equipo necesario con cantidad de máquinas; si se tienen varias obras pequeñas los equipos se distribuyen y en una obra grande se agrupan.
Esto no se podría lograr con una máquina grande de alta productividad, la cual, requiere además de una serie de instalaciones periféricas y de medios de transporte (económicamente viable hasta 150 ó 200 km como máxima distancia) para la distribución de lo producido.
2. Que sea evolutivo para que, con algunas opciones de dispositivos periféricos implementadas, el mismo equipo incremente su productividad. Generalmente los periféricos son para agilizar.
3. Que sea polivalente para poder fabricar diferentes medidas y diseños de piezas con sólo un cambio de molde o con dispositivos de adaptación.
4. Que sea ligero, fácil y rápido de instalar y de retirar, sin necesidad de hacer obra de albañilería que después haya que demoler.
5. Que sea rentable.

Aunque en la mayoría de casos es factible y conveniente hacer la instalación de equipos de prefabricación o de habilitado en obra por el ahorro de transporte, IVA e intermediación de proveedores así como por una notable simplificación de logística, su éxito depende en gran medida de la buena organización y administración operativa durante el proceso.

La selección del tipo y configuración de instalaciones clave en obra es muy dependiente del sistema constructivo seleccionado siendo más eficientes los casos en los que hay menos combinación y variedad de materiales diferentes, es conveniente desde luego partir con diseños que, a través de un buen estudio de coordinación dimensional se puedan construir con dos o tres alternativas de sistemas constructivos; por ejemplo: Hacer las casas de concreto armado (muros y losas) o de mampostería en muros y vigueta y bovedilla en losas y decidir económicamente si es mejor montar prensas para vibrocomprimidos o plantas de concreto premezclado o ambas.

Por otro lado, en el plan de obra estático denominado "de entorno" hay que considerar las condiciones del contexto de la obra y lo que se necesita de él; principalmente los medios de transporte de los trabajadores, las adecuadas condiciones de las circulaciones de acceso, la clínica u hospital del seguro social más próxima, la cercanía o lejanía de los suministros, la disponibilidad de mano de obra en la zona, las características topográficas de las propiedades colindantes y próximas, las condiciones del vecindario y, eventualmente, las protecciones a colindantes y a propiedades cercanas, bancos de agregados, tiros de material sobrante (en su caso), etc.

Dentro de este rubro, también hay que tomar en cuenta las previsiones incluidas en un alcance de estudio del impacto urbano, ambiental y vial tanto durante el proceso de la obra como en la operación del proyecto terminado.

El tomar en cuenta la comunicación proactiva y positiva con los vecinos a quienes pueda afectarse directa o indirectamente por los trabajos de construcción con una estrategia de aportación de soluciones y compensaciones es también parte de este alcance.

En las siguientes figuras **A.91** y **A.92** se muestran dos diagramas de flujo y ordenación de los insumos sobre las instalaciones provisionales.

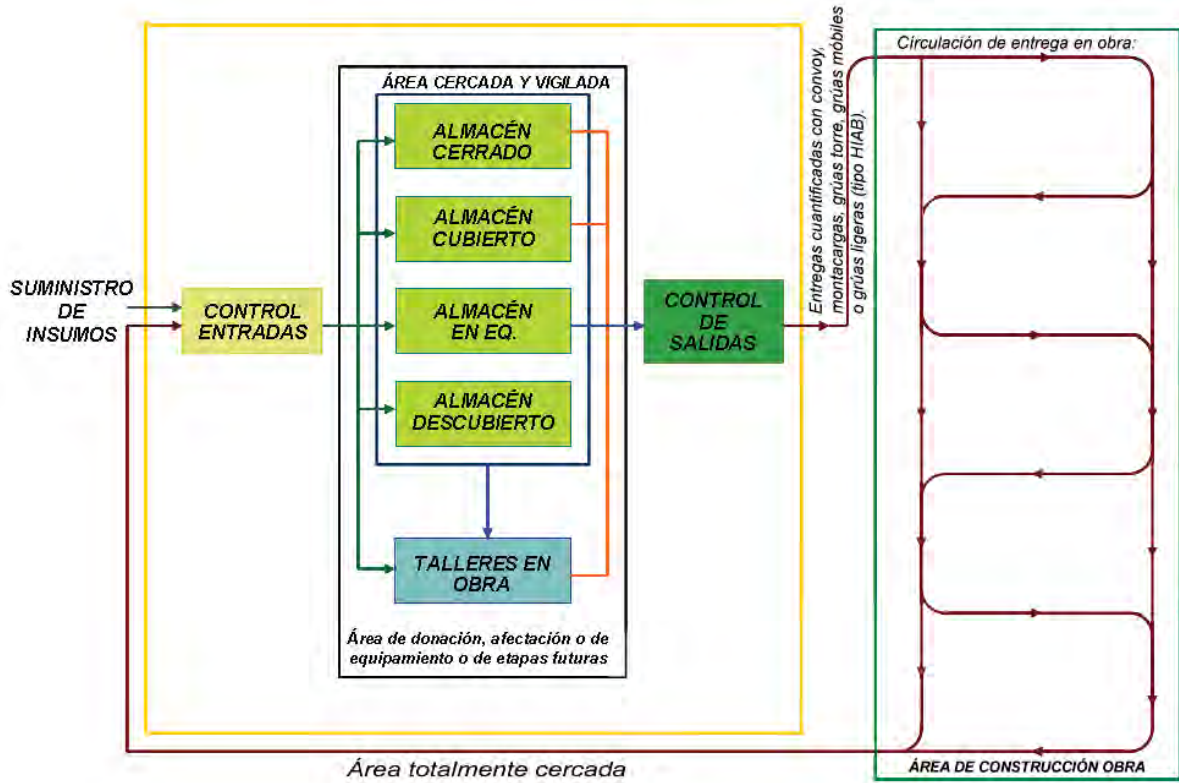


Figura A.91 – ORGANIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA PARA LA RECEPCIÓN, ALMACENAJE, DISTRIBUCIÓN Y ENTREGA DE INSUMOS

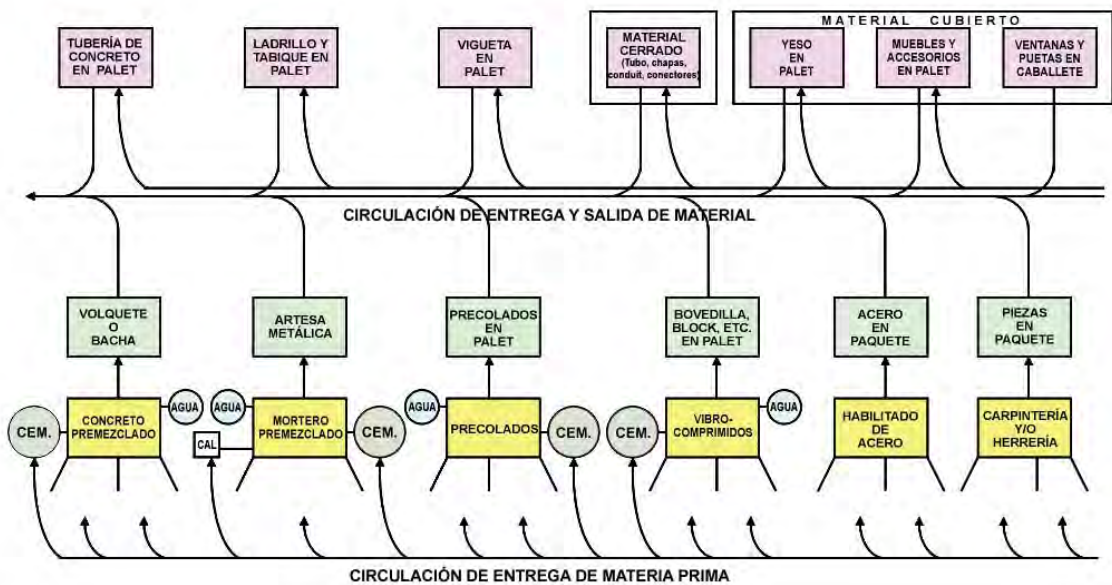


Figura A.92 – ESQUEMA DE ORGANIZACIÓN DE TALLERES Y ALMACENES PARA UNA OBRA DE MÁS DE 1000 VIVIENDAS

En las siguientes figuras se muestran planos de disposición (layouts) así como algunas fotos ilustrativas de instalaciones provisionales.

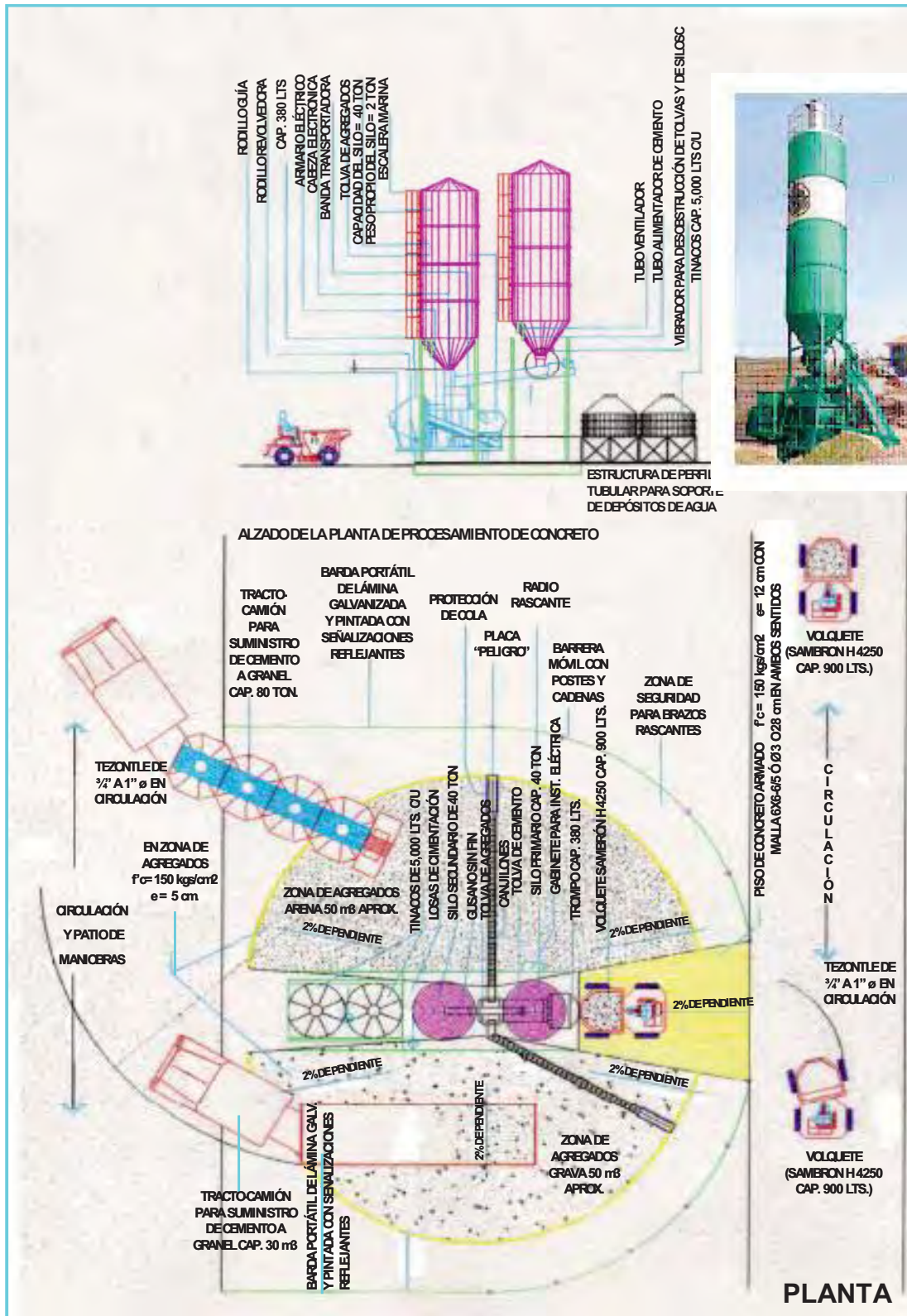
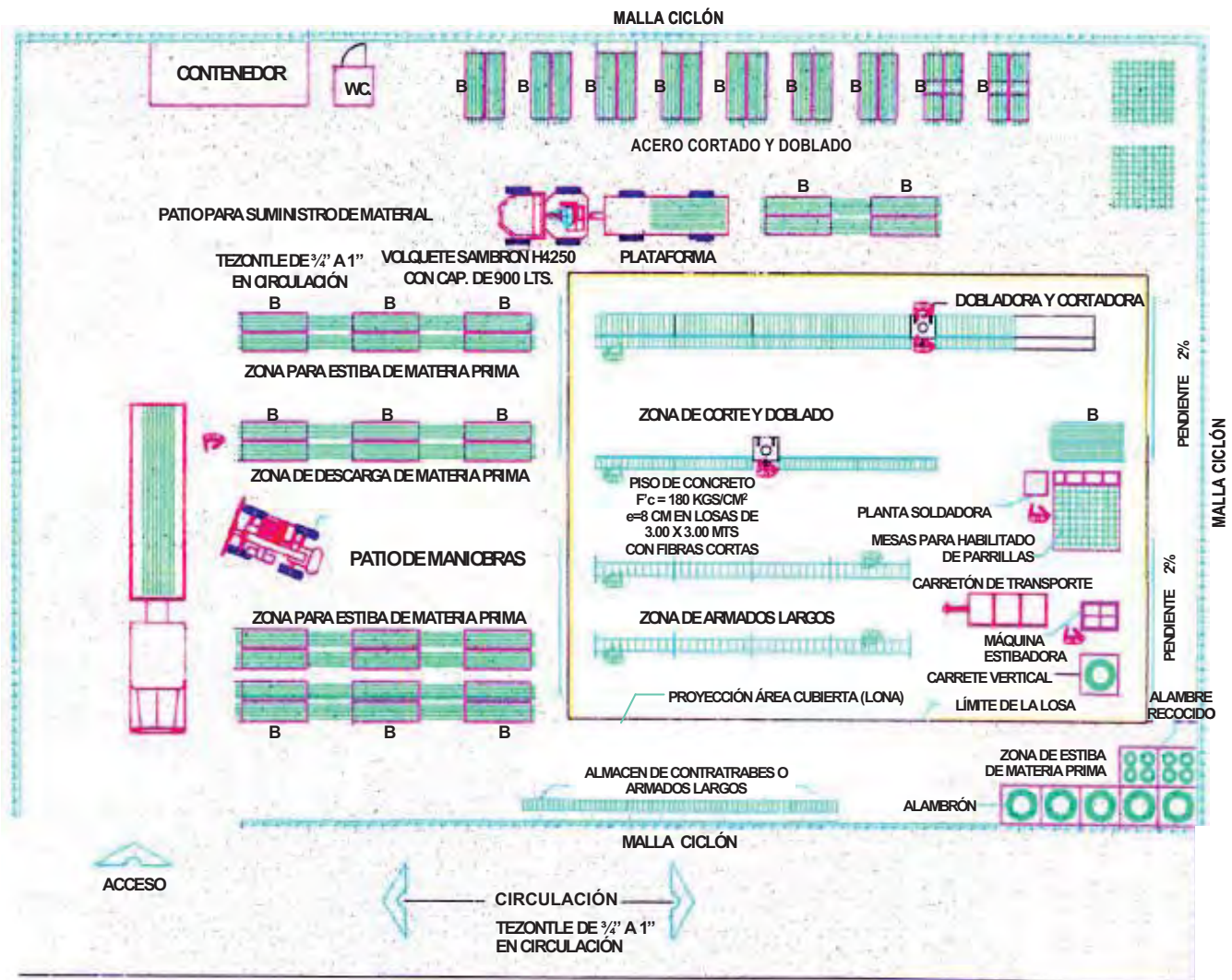


Figura A.93 – EJEMPLO DE PLANTA DE CONCRETO PREMEZCLADO EN OBRA



SIMBOLOGÍA:

-  OBRERO CALIFICADO
-  OBRERO AUXILIAR
-  OPERADOR

B = BURRO PARA ESTIBA DE ACERO

Figura A.94 – LAYOUT DE CENTRO DE HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO ARIMADO INSTALADO EN OBRA

PLAN DE OBRA ESTÁTICO

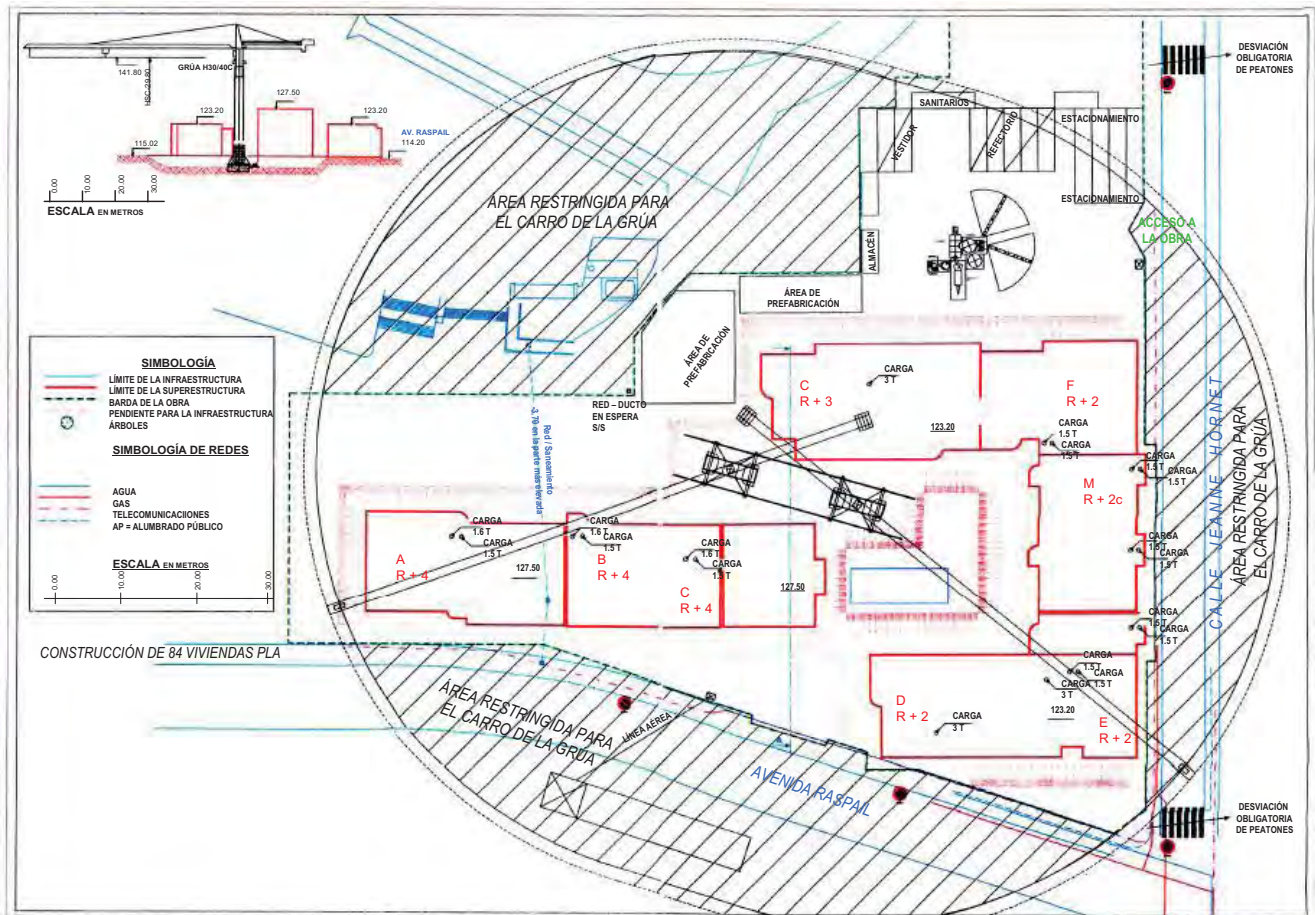
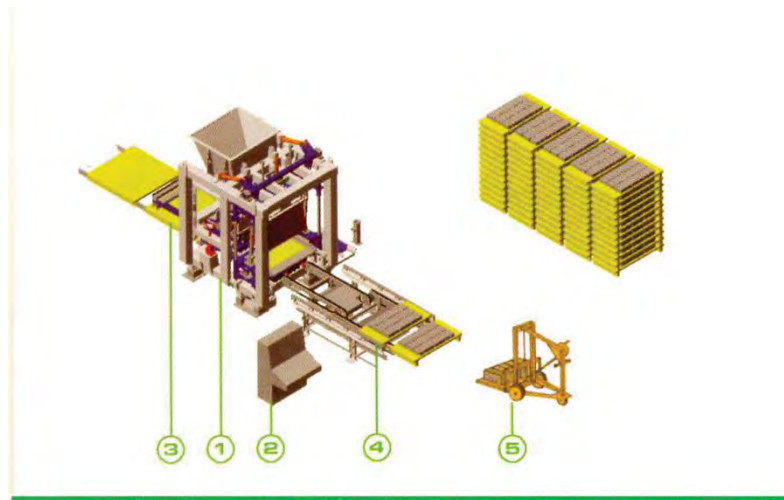


Figura A.95 – PARA UN PLAN DE OBRA ESTÁTICO INTERNO EJEMPLO DE LAYOUT DE INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA - Ref. VUILLERME, B. y H. Richard - *Chantiers de Bâtiment*, p. 184 y 185



Figura A.96 – EJEMPLO DE INSTALACIONES CLAVE EN OBRA (Al frente: Zona de prefabricación de paneles de muros y losas) (Al fondo: Plantas de concreto premezclado) - *Folleto publicitario de la Empresa OUTINORD*



Simbología

- (1) Prensa vibratoria
- (2) Cuadro de mando
- (3) Almacén de tablas
- (4) Banda de salida
- (5) Montacargas
- (6) Ascensor
- (7) Multiforca
- (8) Descensor
- (9) Malacate
- (10) Pinza de apilado

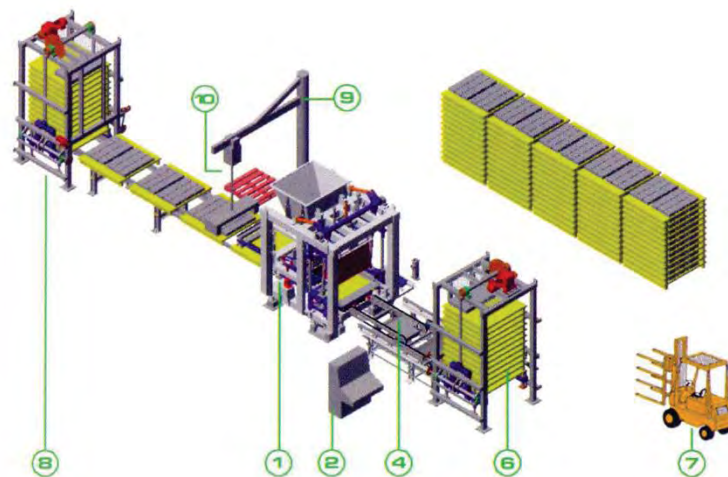
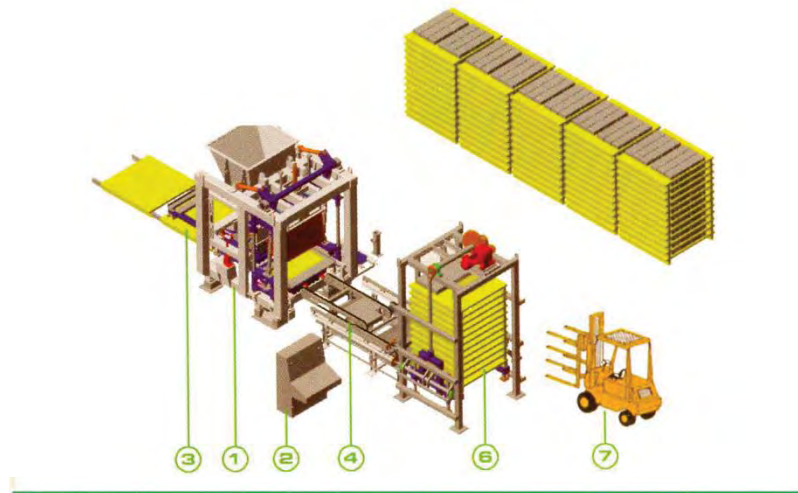


Figura A.97 – LAYOUTS DE CRECIMIENTO EVOLUTIVO DE UNA PRENSA PARA PRODUCTOS DE CONCRETO VIBROCOMPRESOS DE DESMOLDEO INMEDIATO INSTALADA EN OBRA

Fuente: Catálogo de QUADRA, S.A.

La ventaja de estos equipos está en su versatilidad productiva ya que con sólo cambiar los moldes o con el empleo de moldes desmontables, se pueden fabricar tabiques, tabicones, bloques enteros (huecos, macizos o multiperforados), medias piezas y piezas especiales complementarias (eles, us, remates, etc.), bovedillas, adoquines, adopastos, guarniciones, losetas, etc.

Estos equipos son fáciles de instalar, el concreto empleado requiere poca cantidad de cemento.



Kiosco de obra
Foto de la empresa SBC



Oficina de obra - Foto de catálogo de la Empresa ALGECO



ALGECO – Unidades sanitarias



Contenedor marítimo aprovechable como almacén cerrado



Almacén móvil para subcontratistas de obra



Caseta de vigilancia

Figura A.98 – CONTENEDORES DE OBRA DISEÑADOS PARA OFICINAS, SANITARIOS Y BANOS, VESTIDORES, ALMACENES CERRADOS Y KIOSCOS DE OBRA - Fotografías de Catálogo de Empresa ALGECO

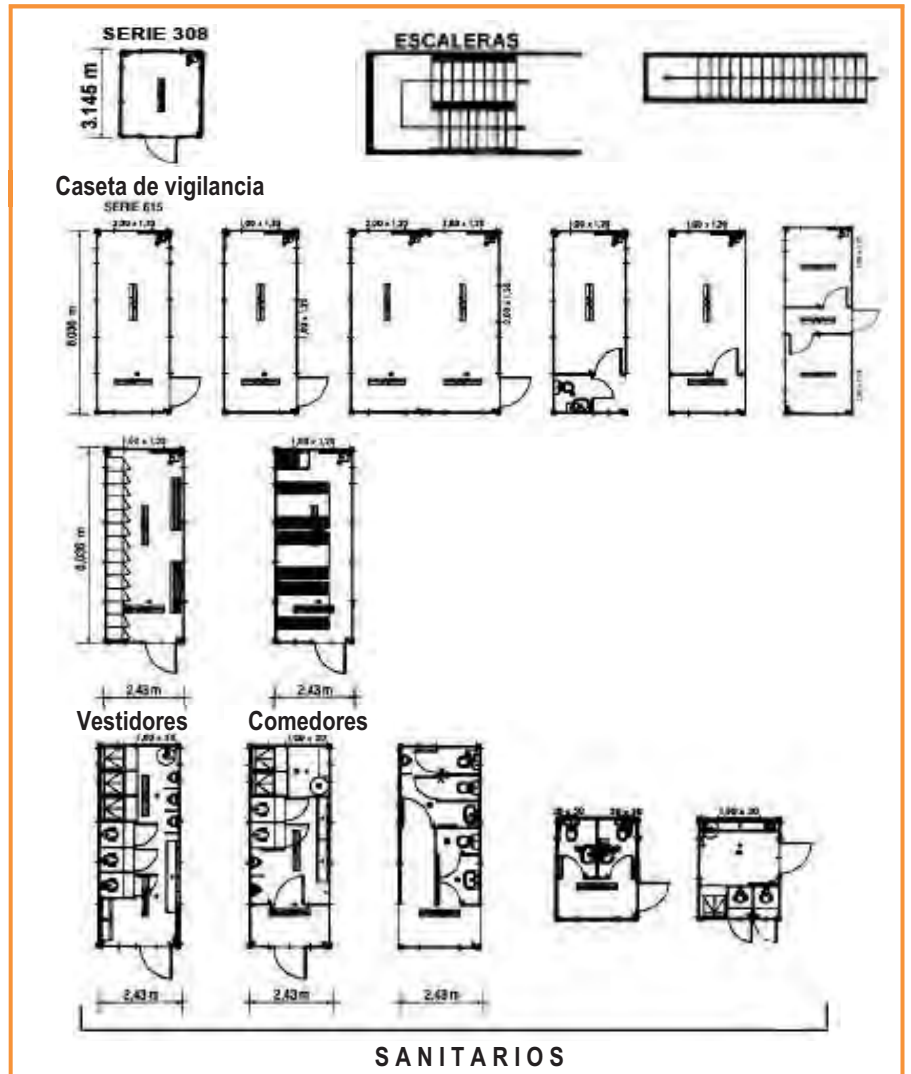


Figura A.99 – DIFERENTES SOLUCIONES EN PLANTA DE CASETAS PROVISIONALES DE OBRA TIPO CONTENEDOR PARA SU FÁCIL TRANSPORTACIÓN, ENSAMBLADO Y APILADO - Fuente: Fotografía de Empresa MANITOU, Chantiers de Bâtiment, Préparation et Suivi, Bernard VUILLEME et Henri Richaud, Edit. Nathan Technique, Ficha-20; p. 91 – Cantonnements-Réseaux, 2002

Bardas para obra

Se deben de cumplir en nuestras obras las exigencias de la reglamentación para evitar su interacción con la vía pública y el acceso discrecional y, para reducir la cantidad de vigilancia y aumentar el control de entrada y salida de gente y vehículos. Hay que bardear totalmente el perímetro de nuestras áreas de trabajo. Se presenta en la figura **A.100** un diseño sencillo de colocación recuperable para lograr el objetivo mencionado.



Figura A.100a – BARDA DE OBRA CON MALLA ABIERTA a la que generalmente se cubre con malla plástica cerrada color verde o blanco.



Figura A.100b – BARDA DE OBRA CIEGA a base de lámina estriada y pintada en fábrica



Figura A.100c – DETALLES DE UNIÓN DE BARDAS para obra, en esquinas en la parte alta. Se utilizan placas y broches de fijación



Figura A.100e – DETALLE DE DISPOSICIÓN DE BARDAS DE OBRA EN ESQUINAS



Figura A.100d – DETALLE DE UNIÓN DE BARDAS para obra en su parte baja. Se utilizan piezas prefabricadas cuyo diseño cubre el requisito de apoyo

Figura A.100 – BARDAS DE OBRA de fácil, rápida y segura instalación por medio de bases de concreto precolado útiles como cimientos y lastre a las que se ensartan los postes tubulares de las bardas y se fijan con broches imperdibles. Los paneles suministrados en módulos también se ligan entre sí por medio de placas y broches.

El plan de obra dinámico requiere del empleo de todos los métodos de programación, se asemeja en su concepción inicial a la ideación de una película por un lado (porque el proceso de obra es cinemático) y, por el otro, a una estrategia de ataque militar (por la necesaria definición de frentes de ataque y de avance).

Para aterrizar y resumir de manera práctica este paso, la programación y la aplicación de todos los métodos que usualmente se emplean como la ruta crítica, los programas de Gantt y los programas por trenes de trabajo, la elaboración de planos de proceso y planos secuenciales y cinemáticos, son de una ayuda invaluable; incluso, esta misma representación que evidencia gráficamente el estado de las obras en una fecha predeterminada puede emplearse con bastante utilidad para las actividades paralelas y concatenadas de carácter comercial, financiero y administrativo.

La adopción del concepto de kits de materiales (ver figura A.101) de paquetes de trabajo clarifica y ordena los procesos de obra, los programas de obra y los controles de seguimiento y al indicar gráficamente en los planos secuenciales etapas constructivas perfectamente definidas e identificables de una semana de duración.



Figura A.101 – ENTREGA DE KITS PALETIZADOS DE BLOCK PARA MUROS

Fuente: Información elaborada por el M. en Ing. Alejandro Jaime

La programación se realiza en partes; primero se detalla la programación por prototipos de vivienda, seguidamente se programan las obras de equipamientos y las obras de urbanización e infraestructura para finalmente concluir con la interacción del programa total de la obra.

Los planos secuenciales se realizan, tomando en cuenta a cada paquete por semana de duración de la obra, considerando el programa total de la obra para visualizar su avance integral donde se agrupan a todos los paquetes repetidos y diferentes.

Del programa total se pueden separar los programas para los subcontratistas y cuerpos de oficio de las diferentes especialidades para efectos de contratación y seguimiento.

También, basándose en el programa total, se deben elaborar los programas colaterales de suministros de insumos, de equipo requerido, de herramienta y medios auxiliares necesarios, de mano de obra a utilizar, de producción, de prefabricados y componentes varios del proyecto y de recursos económicos (flujo de efectivo).

Los datos en su conjunto permiten conformar con mayor aproximación al programa y plan maestro del proyecto en cuestión, el cual es complementado con las demás actividades de carácter administrativo (tramitaciones, ventas, entregas, cobranza, pagos de impuestos, etc.).

El último rubro que incluye el plan de obra es la *“preparación”* la cual consiste principalmente en formalizar los subcontratos, los convenios y los compromisos (específicos y detallados) con todos los participantes en la ejecución (proveedores, subcontratistas, mano de obra, etc.) previa calificación y selección de acuerdo a las políticas de la organización para estos efectos (concursos abiertos, concursos cerrados o asignaciones directas).

En este caso se prepara el reglamento de obra (que se anexa a los contratos y convenios).

También se califica, se selecciona y se asigna o se contrata al personal técnico y administrativo (superintendente, residentes de frente, topógrafo, administrador contable, secretaria, personal de vigilancia, personal de limpieza, almacenista, etc.). La asignación del superintendente y del personal técnico de obra, así como la participación de subcontratistas y proveedores, conviene hacerlas lo más al inicio de la concepción del diseño para que puedan participar e involucrarse desde el inicio del proyecto y durante todo el proceso de su planificación.

Antes de iniciar la obra hay que, por tanto, buscar tener cerrados los subcontratos y a todos los participantes preparados y familiarizados con las particularidades del proyecto y de su construcción.

Los documentos de tipo administrativo y legal como contratos sindicales, registro de la obra ante el I.M.S.S., apertura de bitácora de obra y de diario de obra y el aseguramiento de la disponibilidad de los recursos económicos y de la maquinaria, equipo menor, herramienta y medios auxiliares programados también deberán tenerse preparados antes del inicio de los trabajos.

En resumen, la elaboración de todos los preparativos que comprenden al plan de obra es indispensable y requiere formalizarse como una parte importante del proceso de los proyectos (y no sólo de vivienda sino que de cualquier género de edificaciones y de construcciones). En muchos países se prevén tiempos para la elaboración del plan de obra que van de uno a tres meses y en los contratos de obra tanto pública como privada se exige al contratista este tiempo de dedicación previo al inicio de los trabajos. Si aprovechamos las ventajas de la preplaneación teniendo elaboradas modularmente varias de las actividades aquí incluidas y, teniendo al personal preparado adecuado, es posible reducir considerablemente los tiempos de esta importante fase.

Posteriormente, al abordar el tema sobre herramientas de la productividad se verá con más detalle las características y tipologías de programas utilizables así como de los planos de proceso y planos secuenciales donde se pueden representar no sólo los trabajos ejecutados hasta una fecha dada sino también los equipos, las personas y los materiales requeridos por día y por semana. También se pueden incluir las listas de verificación de lo realizado.

Toda esta planeación nos permitirá reducir el efecto látigo a su mínima expresión buscando siempre las entregas “justo a tiempo” (en flujo continuo) en el caso del suministro de elementos prefabricados de gran tamaño se puede llegar incluso a montar en su sitio los elementos tomados directamente del camión sin necesidad de descargarlos en un área previa de la obra. Se puede aprovechar el mismo criterio para dejar el material de obra negra en las zonas de trabajo, para colocarse seguidamente en vez de estibarse en un área de almacén.

El caso de la entrega del concreto premezclado, por su limitada durabilidad en estado fresco y líquido que permite el colado y moldeado es un caso típico de entrega justo a tiempo que se da de manera natural ya que “no se puede almacenar” durante varios días. *Si en el concreto premezclado se hace la entrega “justo a tiempo” es totalmente factible organizarse para extender esta práctica para la entrega y utilización inmediata de todos los materiales y componentes constructivos.*

Hay que particularizar las condiciones de manejo y de entrega de cada tipo de material de obra, sus medios de manipulación y embalaje. La siguiente figura **A.102** muestra algunas acciones a llevar a cabo para la procuración de los materiales de obra.



Figura A.102 – ENTREGA DE KITS PALETIZADOS DE BLOCK PARA MUROS
 TIEMPO DE ENTREGA POR PALET: 00:1:19 (EN VEZ DE 16:34 SIN APLICACIÓN DE LOGÍSTICA Y, POR TANTO, 15:15 min.
 DE AHORRO EN TIEMPO) *Fotos tomadas por el M. en Ing. Alejandro Jaime*



Figura A.103 – ACCESORIOS – TRANSPORTE Y UTILIZACIÓN DE ARTESAS PARA MORTERO - Las máquinas pueden entregar mortero en artesas y, en casos de gran demanda, entregan las artesas y los albañiles las mueven en su área de trabajo gracias a que tienen ruedas de eje-loco.



Accesorios tipo mezcladoras de concreto



PROCESO DE COLADO CON VOLQUETE Y ELEVADORA MULTIFUNCIÓN CON TOLVA PARA CONCRETO



EMPLEO DE TOLVA DE CONCRETO CON DOS OPCIONES DE VACIADO: FRONTAL Y LATERAL

Figura A.104 – COLADO DE CONCRETO



Figura A.105 – COLOCACIÓN DE DINTELES PRECOLADOS SUMINISTRADOS EN KITS
 (de 3 horas por proceso manual a 40 minutos con proceso mecanizado)



Figura A.106 – ENTREGA DE KITS DE BOVEDILLA
Fotos tomadas por el M. en Ing. Alejandro Jaime

La conformación de la planificación y la elaboración del plan de obra no necesariamente son secuenciales, hay muchos de sus documentos que pueden irse elaborando simultáneamente.

En el siguiente diagrama complementario se muestran algunos de los rubros más significativos que forman parte de actividades que terminan conformando a la planificación y al plan de obra. (Figura A.107).

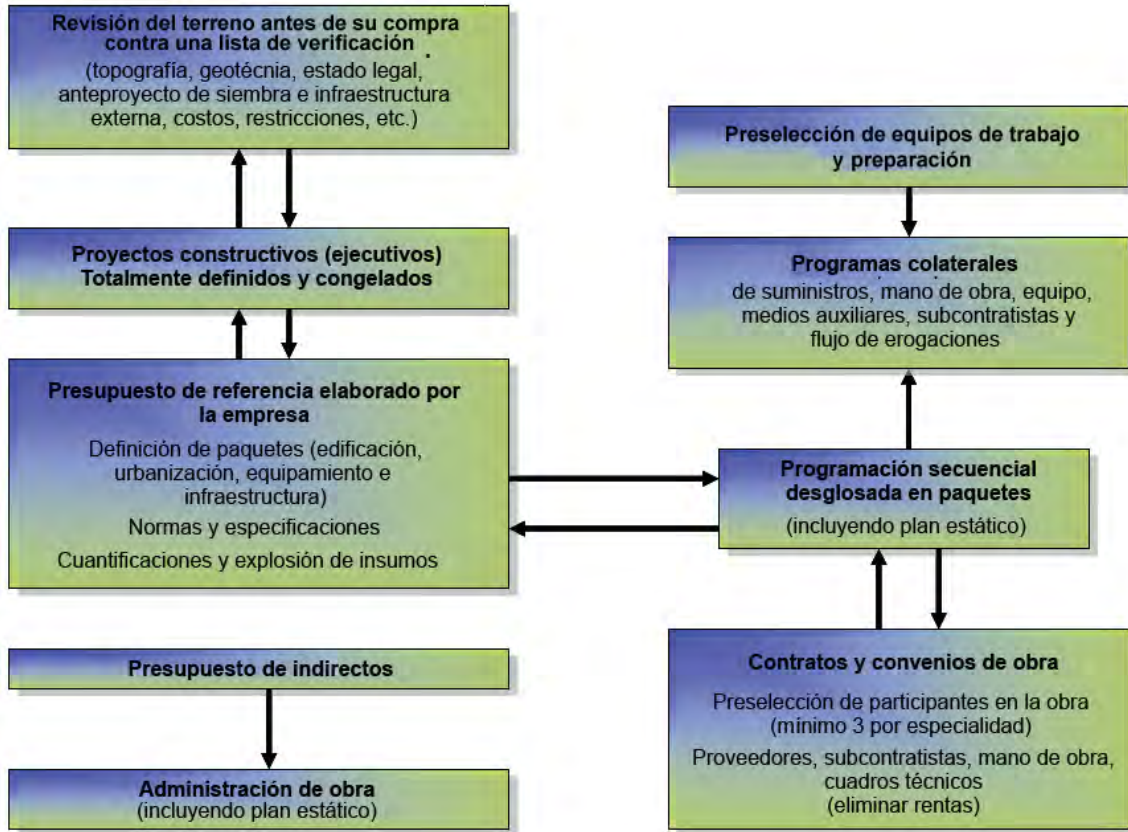


Figura A.107 – DESARROLLO DE TRABAJO PARA LA ELABORACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN Y DEL PLAN DE OBRA

El plan de obra implica llevar a cabo una organización de la preparación de la obra cuya complejidad dependerá del tamaño y grado de complejidad del proyecto.

También estará en función de la elaboración más o menos avanzada de los documentos que integran la planificación.

Como datos adicionales pueden incluirse las siguientes listas:

- Lista de participantes (directorío)
- Lista de justificaciones técnicas (extraídas de la memoria del proyecto)
- Lista de puntos particulares (propios del proyecto y su contexto)
- Lista de puntos sensibles
- Lista de interfases
- Lista de puntos de control

2.11. Coordinación dimensional: Que es un acuerdo geométrico previo entre todos los participantes en el proceso del proyecto destinado a correlacionar las dimensiones de los materiales y componentes constructivos y a garantizar el perfecto acoplamiento y su adecuado funcionamiento en el producto final con objeto de facilitar la ejecución, reducir los desperdicios y mejorar la calidad de las uniones realizadas, lográndose con esto ahorros de tiempo, dinero, materiales y trabajo.

Los fabricantes deben ya de proponer sistemas y no sólo piezas de una sola medida. Por ejemplo, un sistema de cubierta de teja incluye piezas especiales de cumbrera, de remate, de borde y de alero; un sistema de muro de mampostería debe de incluir medias piezas, piezas de remate, Us de dintel y eles; un sistema de piso debe incluir piezas de zoclo, de esquina, de rincón y de umbral, etc. Todo ello con objeto de formar un “Meccano” que evite cortes, adecuaciones y desperdicios para improvisar soluciones, con mal aspecto y de desempeño mediocre.

La posibilidad de lograr pequeños ajustes por variación en el ancho de las juntas o por traslape de las piezas es algo que también debe pensarse y proponerse.

El empleo, cada vez mayor, de productos industrializados exige en el proyecto una rigurosa solución de despieces de todos sus componentes, tanto de estructura (blocks, paneles, viguetas, bovedillas, etc.) como de puertas, ventanas, closets, muebles y de recubrimientos (losetas, triplay, parquet, etc.), así como de cortes de elementos lineales (de varilla y perfiles de refuerzo y de tramos de tuberías, incluyendo la longitud de la cota “Z” en las conexiones) y un riguroso respeto posterior a lo prescrito en el proyecto en el momento de la ejecución.

Una asignatura pendiente es lograr “precisión dimensional” ya que, a pesar del considerable desarrollo técnico de los instrumentos de medición para un uso facilitado, no se ve una preocupación en lograrla a pesar de la pérdida económica y de tiempo que se constata día con día en las obras por la falta de precisión en las medidas entre la obra previa y la obra subsecuente. La coordinación dimensional ayuda considerablemente al logro de la precisión al emplear partes dimensionalmente despiezables que facilitan notablemente la precisión ya que dichas partes funcionan como escantillones que aseguran las medidas especificadas (Ver figura A.108).

Las cimbras industrializadas y los moldes también coadyuvan al logro de la precisión dimensional de manera natural.

El empleo de escantillones también ayuda al logro de este objetivo. Los escantillones más utilizados son: los premarcos para puertas y ventanas, las cimbras de borde de losas (las cuales tienen marcas indicando la colocación del acero de espera, además de asegurar la longitud y escuadra requerida) y las barras o reglas con marcas y longitudes repetibles.

Los niveles láser (con líneas de marcado tanto horizontal como vertical) y los medidores láser de distancias son de invaluable ayuda para poder lograr la precisión en todo tipo de trabajo (obra negra y obra segunda incluidas) y, por tanto, es una inversión totalmente justificable para los trabajos que lo requieran.

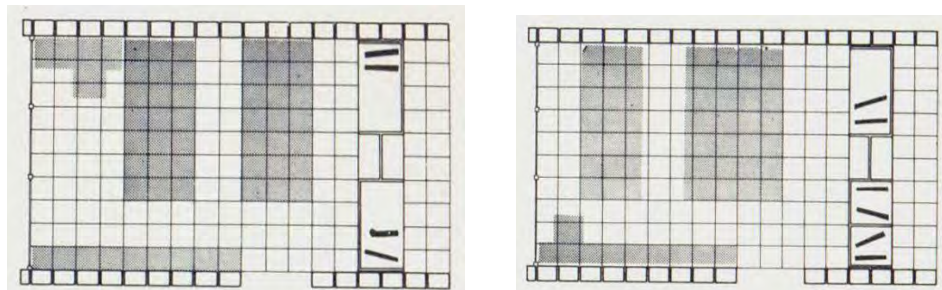
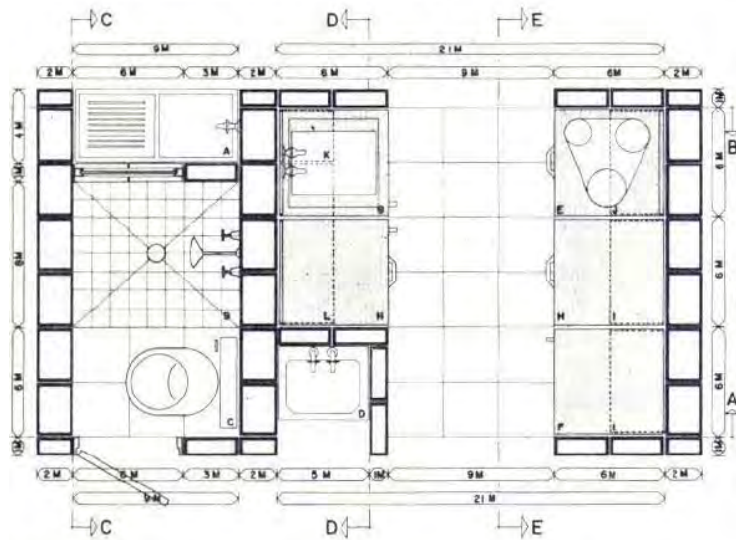


Figura A.108-A – EJEMPLO DE PLANOS DE DESPIECE DE MUROS, RECUBRIMIENTOS, VANOS Y MUEBLES
Fuente: Coordinación Modular en Vivienda - Informe No. TAO/GLOBAL/4 ONU – Naciones Unidas; p. 31

UNIDAD DE CUARTO DE BAÑO Y COCINA DE 18M



- | | | | |
|----------------|--------------|----------------------|--------------|
| · LAVADERO | 4M x 1M x 0M | · FREGADERO | 6M x 6M x 0M |
| · DUCHA | 1M x 0M | · ARMARIO DE PISO | 6M x 6M x 0M |
| · RETRETE | | · ARMARIO DE PARED | 3M x 6M x 0M |
| · LAVABO | 2M x 4M x 1M | · VENTILADOR | 5M x 6M x 0M |
| · COCINILLA | 6M x 6M x 1M | · CALENTADOR DE AGUA | 3M x 3M x 0M |
| · REFRIGERADOR | 6M x 6M x 1M | · ARMARIO DE PARED | 3M x 9M x 0M |

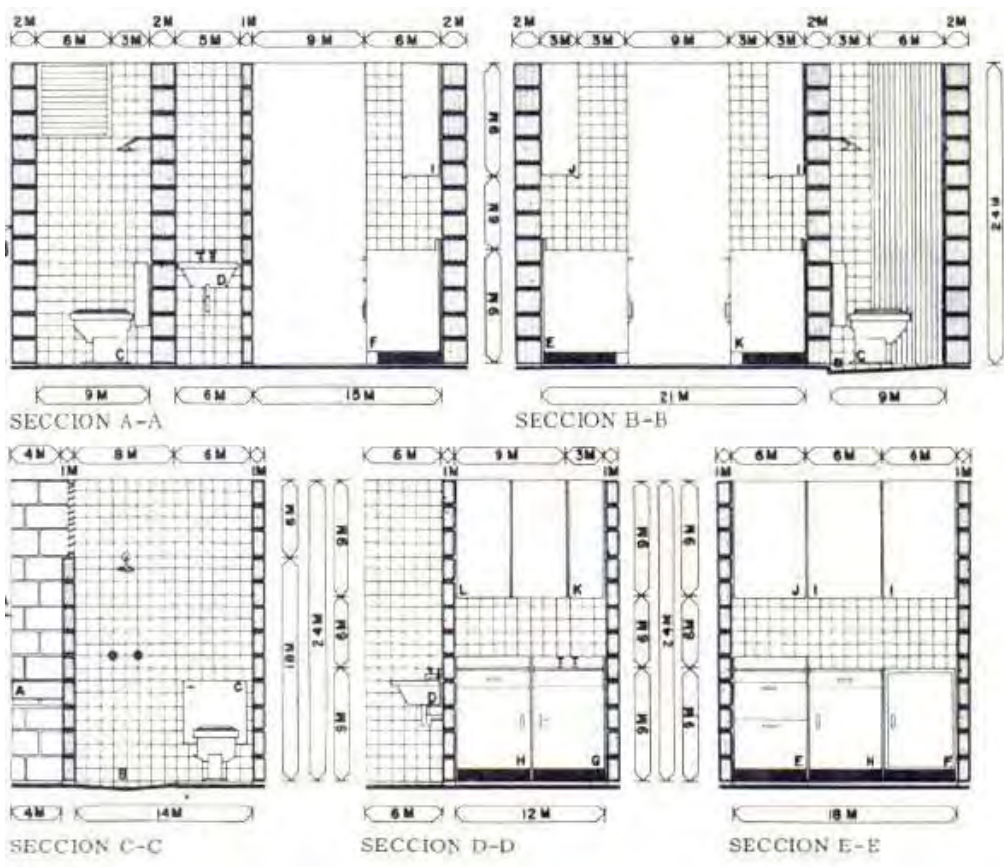


Figura A.108-B – EJEMPLO DE PLANOS DE DESPIECE DE MUROS, RECUBRIMIENTOS, VANOS Y MUEBLES

Fuente: Coordinación Modular en Vivienda - Informe No. TAO/GLOBAL/4 ONU – Naciones Unidas; p. 31

- La Coordinación modular es una coordinación dimensional con un alcance más industrial e implica por un lado preestablecer medidas modulares funcionales (ver figura A.109) y, por el otro, correlacionar las dimensiones de los materiales y componentes de los edificios y construcciones referidas a un módulo base el cual, por norma y convención internacional, está definido en 10 cm. Con múltiplos de dicho módulo se forman cuadrículas modulares para insertar a los componentes de la construcción en los espacios que les corresponden y para relacionarlos con los componentes inmediatos.

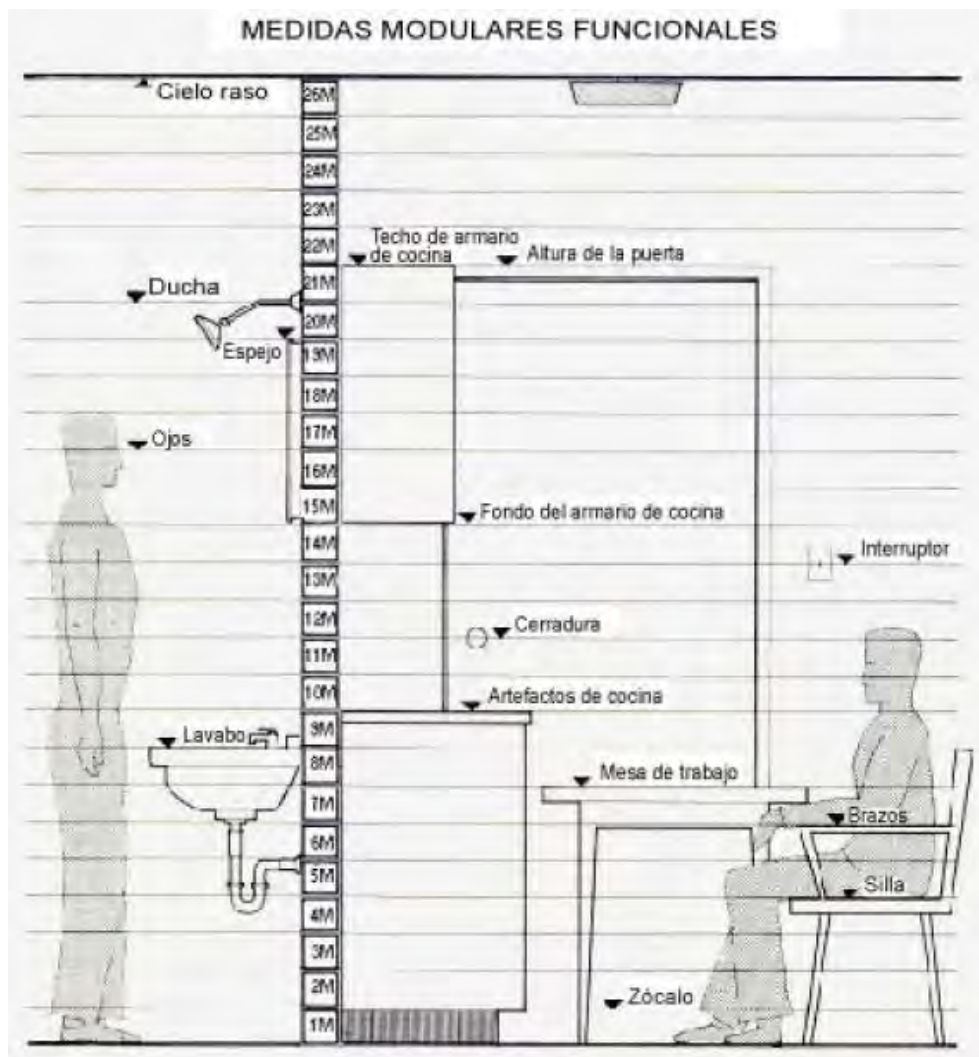
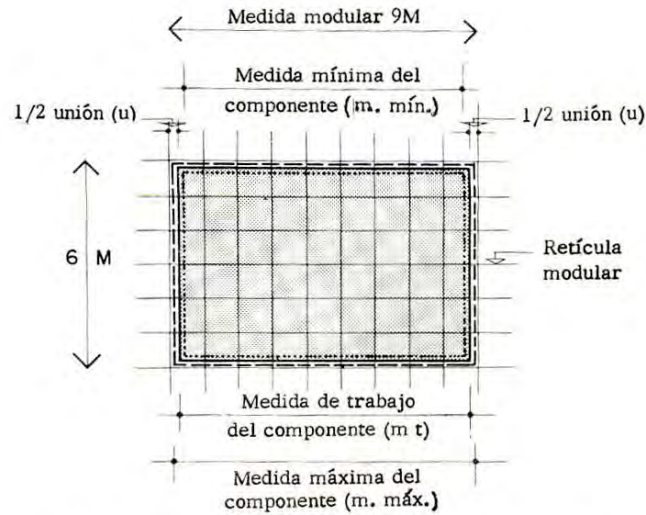


Figura A.109 – SISTEMA DE COORDINACIÓN MODULAR
Fuente: *Coordinación Modular en Vivienda-Informe No. TAO/GLOBAL/4 ONU, p. 8*
Naciones Unidas

El componente más el espacio requerido para la junta o para prever una holgura con el adyacente debe ocupar el espacio modular pertinente, por lo cual, el tamaño de cada componente es menor que su dimensión modular; por tanto, la medida modular de un componente debe ser igual a su medida con sus tolerancias de fabricación y de colocación, más el espacio requerido para su junta u holgura con otro componente, también con sus tolerancias de fabricación y de colocación.



Medida máxima-medida mínima = tolerancia en la medida de trabajo (m. máx.)-(m. mín.) = (T. t.)

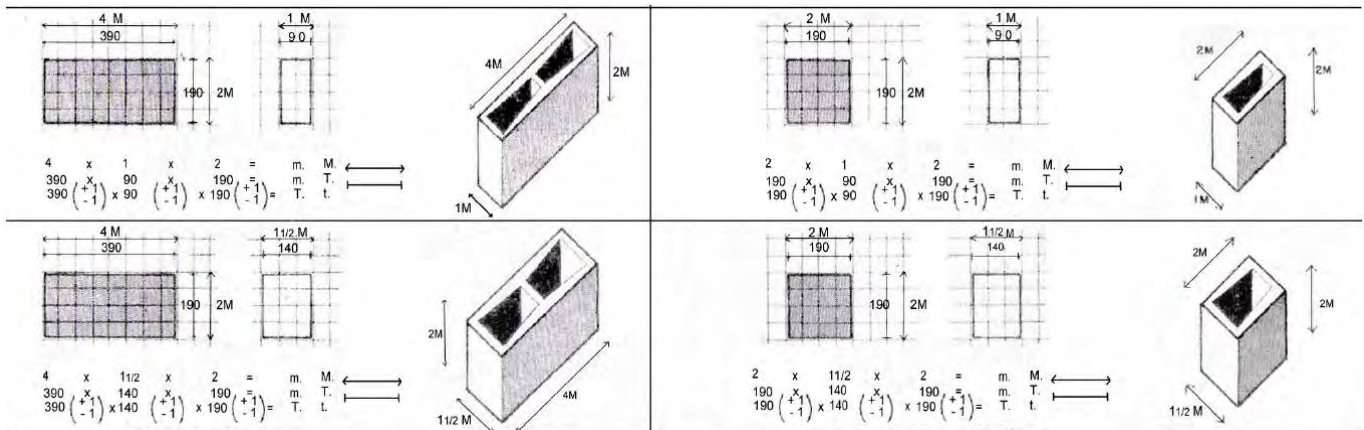
Medida de trabajo más o menos tolerancias, más unión total
 = medida nominal modular.

Figura A.110 – MEDIDAS DE UN COMPONENTE CONSTRUCTIVO CON SUS TOLERANCIAS

Fuente: *Coordinación Modular en Vivienda – Informe No. TAO/GLOBAL/4; p. 6 - ONU, 1966*

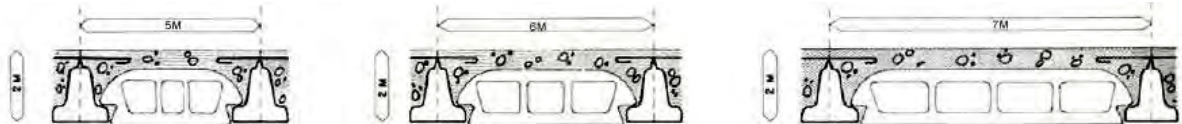
Existe también para cada familia de componentes, dependiendo de sus características propias, lo que se llama el *módulo de diseño* donde se toman en cuenta también sus características de función, fragilidad y resistencia mecánica, geometría, condiciones de transportación, manipulación y colocación, peso, etc.

El módulo de diseño de los componentes varía de tamaño, pero siempre deberá ser múltiplo del módulo básico. La siguiente figura **A.111** nos ejemplifica su utilización en los materiales de obra negra de uso más común en vivienda.



Símbolos: U = 10 mm = Unión
 M = módulo = 10 cm
 Mm = milímetro
 T.t. = tolerancia
 m.M. = medida modular
 m.T. = medida de trabajo

TAMAÑOS MODULADOS DE BLOQUES DE CONCRETO – Para uniones normalizadas de 10 mm = “U” normal



ENTREPISO A BASE DE VIGUETAS PRESFORZADAS, BOVEDILLAS DE CONCRETO Y CAPA DE COMPRESIÓN DE CONCRETO ARMADO

Figura A.111 – EJEMPLOS DE MÓDULOS DE DISEÑO PROPIOS DE LOS MATERIALES PARA MUROS DE BLOCK Y LOSAS DE ENTREPISO A BASE DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS AMPLIAMENTE UTILIZADOS EN LOS PROYECTOS DE VIVIENDA.

Fuente: *Coordinación Modular en Vivienda – Informe No. TAO/GLOBAL/4, p. 6 - ONU, 1966*

Los componentes y materiales, por su diferente módulo de diseño, requieren de un análisis de combinaciones de sus dimensiones particularizado para cada proyecto.

En casos especiales (principalmente en uniones y detalles constructivos) existe el concepto de submódulo el cual puede ser de medio módulo o menor.

La coordinación modular permite el desarrollo exitoso de la *industrialización abierta por componentes compatibles* en la edificación y la construcción en general.

Hasta ahora, el contexto industrial en México adolece de una coordinación dimensional entre fabricantes, (aunque existen normas mexicanas que las promueven) debido a que hay aún mucho equipo y maquinaria de fabricación para productos con medidas inglesas; sin embargo, el *cuidar en los proyectos los análisis de despieces* para reducir a su mínima expresión los desperdicios y cortes da buenos ahorros.

La modularización y el pre-ensamblaje han demostrado importantes ventajas en el sector de la edificación en varios países industrializados.

La decisión de modular no sólo tiene como objetivo la reducción de costos por reducción de desperdicios también reduce tiempos de ejecución, resuelve condicionantes del sitio y de escasez de mano de obra tradicional (ya que se requiere de menos gente artesana calificada) y coadyuva al mejoramiento de la calidad, de la sustentabilidad y de la seguridad. Hay ahorros económicos logrables que van de un 5% a un 10% y reducción de tiempos del orden del 20% al 40%.

Para una aplicación exitosa es recomendable tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- En las etapas más tempranas posibles del proceso de diseño, los proyectos deben estar estudiados y despiezados al máximo detalle y con el total consenso de los involucrados, ello implica un mayor costo aplicado a la planificación y al análisis técnico de arquitectura y de ingeniería, pero es ampliamente compensado por los ahorros en la ejecución.
En caso contrario, se experimentarán costos extras por soluciones incorrectas o incompletas, por ello, no debe iniciarse la construcción hasta no tenerse definido el diseño al 100%; esto es lo que se llama partir de un diseño congelado.
- La modularización no se generaliza, su aplicación debe estudiarse de manera específica para cada proyecto.
- La comunicación y acuerdo entre los participantes debe mejorarse e incrementarse.
- Antes de la modulación del proyecto debe asegurarse, en su solución volumétrica, el contenido total de todas las restricciones, los objetivos y las necesidades en la solución del diseño.
- Tener especial atención en la supervisión y seguimiento de la capacidad para la buena ejecución en la obra.
- Tratar de que la mayoría de materiales y componentes sean probados, ensayados y aprobados desde la fábrica de origen.

Las principales objeciones y barreras que se argumentan contra la construcción modular son de carácter cultural (costumbrismo), imposibilidad física por la falta de medios industriales adecuados, relativización de su importancia en las fases de diseño y de planificación, falta de cuidado en la precisión y falta de tiempo.

Sin embargo, en cada vez más proyectos, se están implementando los conceptos de modulación y de pre-ensamble.

2.12. Coordinación operacional

La Coordinación operacional implica un trabajo interactivo, fluido y eficiente concertando medios y esfuerzos para una acción común. Evita la duplicidad de funciones, la duplicidad de trabajo, las interferencias (el no estorbarse ni bloquearse), las esperas entre los diferentes participantes la acumulación de desperdicio y suciedad y los eventuales daños que un trabajo pueda causar al de los demás.

Las actividades que en primera instancia deben de coordinarse son las que conforman a los diferentes tipos de obra que normalmente se dan en los desarrollos de vivienda y que son: La edificación (las viviendas), la urbanización (u obras exteriores), la infraestructura y los equipamientos (en su caso).

Hay actividades no propias de la construcción que hay que tomar en cuenta como las de exigencia legal (licencias de construcción condicionantes medioambientales, seccionamiento de servicios, etc.), y las de comercialización (compromisos de entregas parciales a los clientes acordes con los programas de terminaciones de obra), las cuales inciden de manera importante en la coordinación operacional.

A mayor detalle, la coordinación de trabajos de obra y de entrega de materiales y circulación de equipos de construcción así como la intervención de los diferentes subcontratistas debe de ser un compromiso de todos, solucionando en su momento los imprevistos, desde la planeación con la mejor voluntad de cooperación.

La programación por trenes de trabajo es una excelente herramienta de análisis preventivo para poder coordinar la intervención simultánea de diversos cuerpos de oficio en una obra sin interferencias entre sus actividades. La metodología de esta programación se comentará posteriormente en el inciso sobre herramientas de la productividad.

2.13. Mecanización

La Mecanización recurre al uso de máquinas en las diversas operaciones de fabricación de materiales y componentes así como de ejecución de obra aumentando el rendimiento y la calidad de los trabajos al sustituir actividades manuales.

La ventaja que aporta *el empleo de equipo adecuado en las edificaciones puede ser el detonador de un cambio integral de organización física de las obras* y de las empresas en su conjunto obligándose con ello a cambiar los hábitos de organización y control de costos y de productividad.

Los objetivos de mecanizar los procesos y las operaciones de construcción son transformar el trabajo de la gente para incrementar la producción, la rapidez y la calidad con la consecuente reducción de costos. Las dificultades para alcanzar estos objetivos son básicamente organizativas.

2.13.1 Equipo

La introducción de las máquinas en el proceso de construcción requiere entender las limitaciones de las mismas y el modo en que pueden ayudarnos en la obra. Incluso, con acciones altamente productivas (inimaginables hacerlas a mano).

Una máquina se amortiza si su uso supone un ahorro final en el costo de la edificación o un incremento en la velocidad de todo el proceso constructivo.

Bajo determinadas circunstancias puede ser rentable la mecanización de una obra, aunque sea más costosa su utilización que su equivalente directo en trabajo manual, por conveniencias o ahorros colaterales e independientes a las circunstancias limitadas de la obra.

Cuando se habla de productividad se hace referencia directa a la industrialización y a la prefabricación para lograrla y, generalmente, no se menciona específicamente a la mecanización ni al empleo de medios auxiliares y de herramienta que coadyuvan a este logro; sin embargo el equipo que comúnmente se utiliza en nuestro país está diseñado principalmente para las grandes obras de urbanización o de construcción pesada y obra pública pero, en este caso, nos enfocamos en la *mecanización de la edificación* ya que es donde, salvo contadas excepciones, en la mayoría de empresas medianas y pequeñas no existe la costumbre de mecanizar las obras y se utilizan generalmente equipos de poca capacidad y de reducido rango de acción para manipular materiales.

Es un hecho que, en gran parte, gracias a la mecanización las empresas desarrolladoras de vivienda que actualmente construyen más han podido llegar a producciones anuales inimaginables hace 30 años. Estos hechos muestran a las empresas medianas y pequeñas que mecanizando las obras se puede incrementar significativamente su productividad.

Para comenzar hay que analizar la incidencia e importancia de la manipulación de materiales y los trabajos de terracerías en las construcciones de vivienda y el tipo de obra que conlleva, desde el punto de vista de actividades, distancias y alturas.

Para seleccionar al equipo más adecuado a utilizar para cada caso, hay que diferenciar las formas de aprovechar eficientemente el equipo como *la multifuncionalidad, la complementareidad y el trabajo asociado*, así como las ventajas económicas y las ventajas competitivas que nos ofrece el estar adecuadamente equipados.

Los conceptos seguidamente expuestos se fundamentan en una experiencia de

20 años de investigación a escala internacional, selección, adquisición y utilización creciente de este tipo de equipo en México para la construcción de vivienda y sus obras complementarias correspondientes; lo mismo se ha hecho en el caso de búsqueda, selección y adquisición de herramientas, equipo menor y medios auxiliares.

En promedio el 80% de las actividades de una obra son trabajos de terracerías y manipulación de materiales.

Sólo el 20% de actividades corresponden a la ejecución de la obra misma.

En rubros gruesos un edificio de vivienda construida con materiales tradicionales pesa en promedio 800 kg/m² de superficie construida y requiere de un volumen de .40 m³ de materiales por cada m² de área cubierta, sin considerar obras exteriores. *La manipulación de materiales tan voluminosos y tan pesados en distancias y alturas considerables hace que el uso de mano de obra para tal fin sea a todas luces ineficaz e improductivo.*

Es por tanto imprescindible pensar en medios eficaces para la realización de este 80% de actividades para poder competir en productividad y eficiencia. Dentro de la mejor alternativa de medios para la procuración de materiales está el equipo multifuncional.

La mecanización sustituye con mayor productividad comprobada al trabajo poco realizante de los peones dándoles, en cambio, la oportunidad de dedicarse a un trabajo con mayor valor agregado previa capacitación de corta duración (15 días por actividad de oficial).

La capacitación de la mano de obra en todos los cuerpos de oficio, con una tendencia hacia la polivalencia pasando por la especialización, en vez de buscar personal muy calificado, es un complemento indispensable de la mecanización por esta nueva forma de trabajar.

La manera en la que porcentualmente inciden las actividades es variable, dependiendo de cada obra, pero sumadas totalizan una gran incidencia de trabajos que pueden hacerse con ayuda de equipo.

La figura **A.112** ejemplifica los porcentajes de trabajos de obra.

Tipos de actividades	% Incidencia	Ejemplos de trabajos específicos
Terracerías	10 a 20	Excavaciones Ejecución de cepas Rellenos compactados Acarreos fuera de obra y a la obra Explanación de plataformas
Manipulación de materiales a pie de obra	60 a 80	Transporte y distribución de tubería de albañal Acarreo y elevación de block, ladrillo, etc. Preparación y suministro de morteros Preparación y suministro de concretos Habilitado y suministro de acero Colocaciones y traslados de cimbras Transportación y colocación de paneles Transporte y colocación de cancelas, ventanas y puertas Transporte, elevación y entrega de materiales de recubrimiento Transporte y colocación de postes eléctricos y luminarias Transporte y colocación de material de jardinería.
Ejecución de la obra	10 a 20	Junteo de tubería de albañal, pozos y registros Cimientos Muros Firmes Losas Cancelas, ventanas y puertas Recubrimientos Instalaciones
TOTAL	100	Terracerías, demoliciones, manipulación de materiales y la realización de la obra propiamente dicha.

Figura A.112 – INCIDENCIAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TRABAJOS EN LAS OBRAS

El equipo que se sugiere emplear se enuncia en la siguiente tabla de la figura **A.113**. En este caso tipificamos las obras de edificación desde el punto de vista de sus distancias y altura a recorrer para la entrega de materiales en *horizontales, verticales y mixtas*.

TIPO DE EDIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	TIPO DE TRABAJO	EQUIPO ADECUADO
HORIZONTAL	EDIFICIOS CON ALTURA MÁXIMA DE 6 M	DE DISTRIBUCIÓN ELEVACIÓN	CARGADORAS-RETROEXCAVADORAS POLIVALENTES O ELEVADORAS MULTIFUNCIONES CON BRAZO DE HASTA 6 M DE ALCANCE EN ALTURA
	EDIFICIOS CON ALTURA MÁXIMA DE 8 M		ELEVADORAS MULTIFUNCIONES CON BRAZO DE HASTA 12 M DE ALCANCE EN ALTURA
	EDIFICIOS CON ALTURA SUPERIOR A 15 M		ELEVADORAS MULTIFUNCIONES CON BRAZO DE HASTA 21 M DE ALCANCE EN ALTURA
VERTICAL	EDIFICIOS CON ALTURA SUPERIOR A 15 M.	DE ELEVACIÓN DISTRIBUCIÓN	GRÚAS MÓVILES TODO TERRENO
	EDIFICIOS CON IMPOSIBILIDAD DE ACCESO ÁGIL Y SEGURO A SU PERÍMETRO O DE GRAN SUPERFICIE EDIFICADA NO APTA PARA SOPORTAR EL PESO DE UNA MÁQUINA DE 8 TON.		GRÚAS MÓVILES SOBRE CAMIÓN GRÚAS TORRE AUTODESPLEGABLES GRÚAS TORRE FIJAS DE EVENTUAL CRECIMIENTO VERTICAL MODULAR CUYO RADIO DE ACCIÓN PERMITA LA ENTREGA DE MATERIAL EN TODOS LOS PUNTOS DONDE SE NECESITE (PARA LOGRARLO A VECES SE REQUIEREN RIELES DE TRANSPORTE DE LAS GRÚAS O EL ESTRATÉGICO POSICIONAMIENTO DE VARIAS GRÚAS).
MIXTA	EDIFICIOS CON ALTURA SUPERIOR A 15 M DONDE EL RADIO DE ACCIÓN DE UNA SOLA GRÚA ES INSUFICIENTE PARA LA ENTREGA DE MATERIALES.	DE DISTRIBUCIÓN ELEVACIÓN DISTRIBUCIÓN	TRABAJO ASOCIADO DE EQUIPO DE ELEVACIÓN Y EQUIPO DE DISTRIBUCIÓN: MONTACARGAS, VOLQUETES, CAMIONES Y PLATAFORMAS DE CARGA PARA EL TRANSPORTE HORIZONTAL Y GRÚAS TORRE PARA LA ELEVACIÓN Y DISTRIBUCIÓN.

Distribución – elevación: Define la posibilidad del equipo de recorrer grandes distancias antes de elevar el material al extremo del edificio más próximo de donde se requiera colocarlo

Elevación – distribución: Implica la necesidad de tener disponible, bajo el radio de acción de la máquina y lo más cerca posible al edificio, el material para poderlo elevar y entregar en el punto donde se requiera.

Distribución – elevación – distribución: Comprende un largo recorrido horizontal hasta el pie del edificio, la elevación a la altura requerida y la procuración del material al punto donde se necesite.

Figura A.113 – TIPOS DE OBRAS DE EDIFICACIÓN Y EQUIPO ADECUADO

La multifuncionalidad o polivalencia es necesaria porque en las obras de edificación se efectúan diversas actividades de corta duración en una misma jornada, a diferencia de la obra pública (como las carreteras) donde una máquina especializada para una sola actividad, trabaja grandes cantidades de obra de manera continua para ser rentable.

En las obras de edificación son también más adecuados los equipos con neumáticos o con orugas de hule y no los equipos con orugas metálicas ya que pueden circular sobre trabajos de urbanización terminados y pueden circular en la ciudad sin dañar los pavimentos.

En una obra de edificación, si utilizamos una máquina univalente o unifuncional por cada actividad, necesitaríamos demasiado equipo el cual permanecería subutilizado en varios períodos porque no trabajaría de manera continua, lo cual resulta a todas luces incosteable.

Al emplear, en cambio, equipos polivalentes o multifunciones se pueden elaborar todas las actividades de corta duración con un *cambio rápido de accesorio, desde la cabina del operador, de 3 segundos*. En este caso las máquinas trabajan todo el día, lo que significa, que un equipo con el costo adicional de los accesorios necesarios puede rentabilizarse haciendo el trabajo de 4 ó 5 máquina de una sola función.



Acoplamiento de brazo telescópico



Acoplamiento de brazo retro o de doble acción

Figura A.114 - SISTEMA DE ACOPLAMIENTO RÁPIDO DE ACCESORIOS PARA BRAZO TELESCÓPICO Y BRAZO RETRO

Ref. Catálogos de Fabricantes FDI - SAMBRON Y MECALAC

Es tan versátil este tipo de equipo, gracias a la intercambiabilidad de accesorios, que también se utiliza en la agricultura, la industria y la milicia. Las mejoras técnicas y de desempeño visualizadas en un sector son aplicadas y aprovechadas por los demás lo cual genera una constante mejora en el diseño, la fabricación y el comportamiento de este tipo de equipos y de sus accesorios.

Cada accesorio está diseñado para un trabajo específico de la máquina y, por tanto, los accesorios son los que definen el rango de versatilidad de un equipo, entre más accesorios tenga mayor será su polivalencia con la consecuente mayor necesidad de organizar y prever las diversas actividades a realizar.

La selección de accesorios es por tanto muy importante para asegurar que todas las actividades a ejecutar en las obras puedan realizarse, cuidando no adquirir más de lo necesario.

Existe una gama muy extensa de accesorios a seleccionar propuestos por los mismos fabricantes de los equipos; además, existen también proveedores de accesorios especializados lo que significa que se tiene un abanico muy amplio de posibilidades.



Figura A.115a – Accesorios de acoplamiento rápido para una máquina con brazo de doble acción (retro y cargador).

Fotografía tomada de los catálogos del fabricante Mecalac.

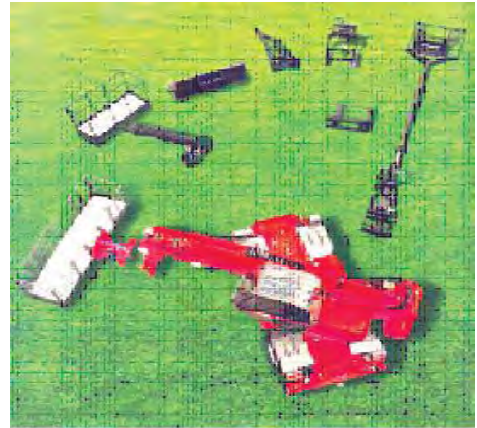


Figura A.115b – Gama de accesorios más utilizables por una elevadora telescópica

Fotografía tomada de los catálogos del fabricante Manitou.

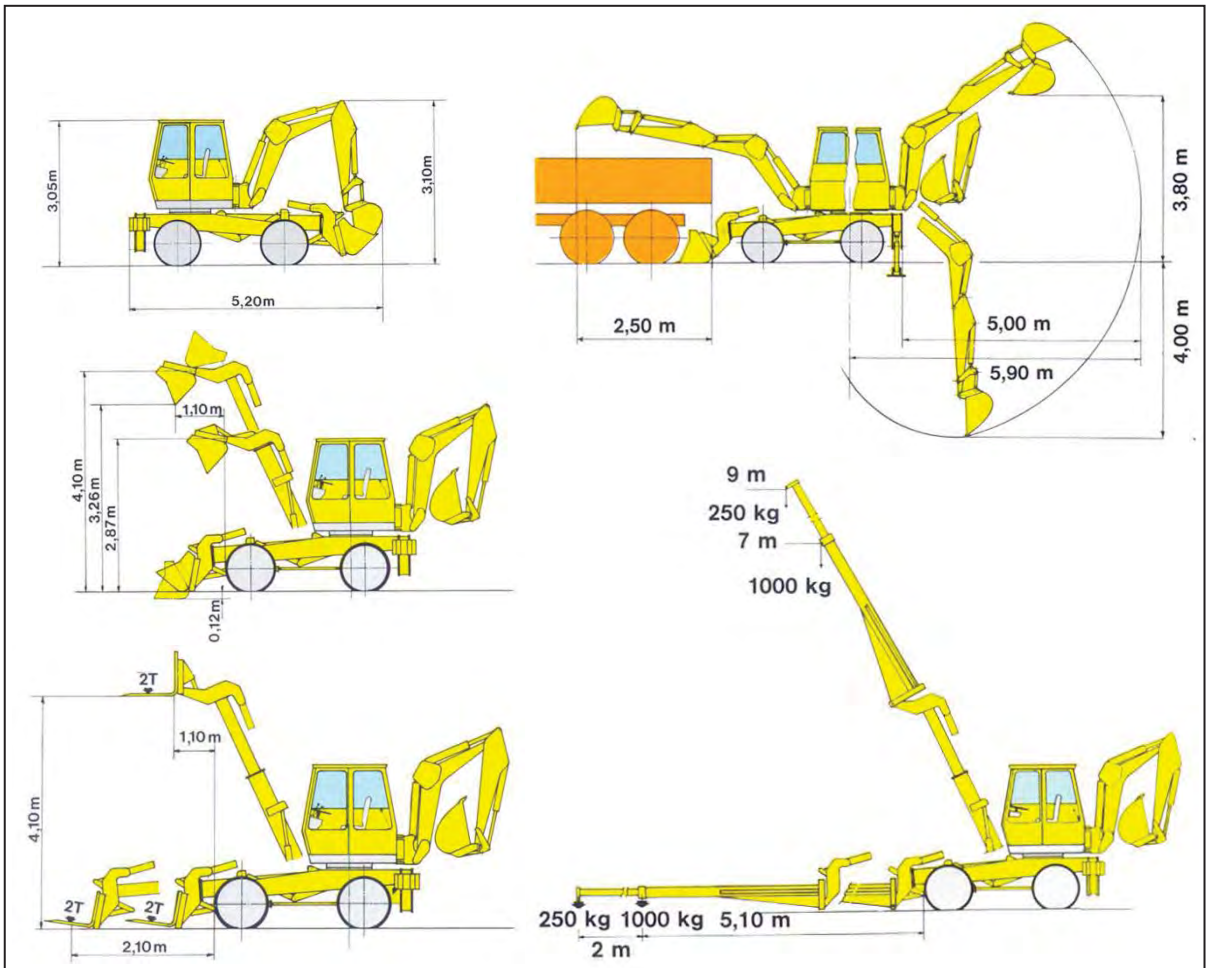


Figura A.115c – Configuración y accesorios básicos de una cargadora-retroexcavadora polivalente

Fotografía tomada del catálogo del fabricante PINGUELY.

A continuación, en las figuras **A.116**, **A.117**, **A.118**, **A.118** y **A.120**, se muestran las características del equipo para los tres diferentes tipos de edificación mencionados en la figura **A.113**.

DISTRIBUCIÓN – ELEVACIÓN (prioridad en terracerías)



Figura A.116a – CARGADORA, RETRO-EXCAVADORA Y MONTACARGAS MULTIFUNCIONES DE ROTACIÓN TOTAL
 Mecanización polivalente para su máxima rentabilización lograda por el uso de equipo de configuraciones diferentes y por gamas de accesorios de acoplamiento rápido.

Fotografías de los Catálogos del Fabricante MECALAC



Figura A.116b – CARGADORA, RETRO-EXCAVADORA Y MONTACARGAS MULTIFUNCIONES DE ROTACIÓN TOTAL

Fotografías de obra - Fabricante PINGUELY

DISTRIBUCIÓN – ELEVACIÓN (prioridad en terracerías) – Fuente: Catálogos Técnicos de Empresa J.C.B.



Brazo extensible



Martillo rompe-rocas



Cucharón retro



Compactador de zanjas y taludes principalmente (placa vibratoria)



Barrenadora (se pueden utilizar barrenos de varios diámetros)



Cucharón frontal



Cucharón 4 en 1



Barredora - recogedora



Horquillas porta-palets

OPCIONES BRAZO RETRO

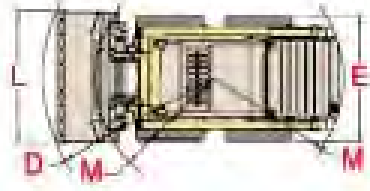
OPCIONES CARGADOR

Foto A.116c – CARGADORA RETRO-EXCAVADORA MULTIFUNCIONES - Publicidad Técnica – Fabricante JCB

La cargadora-retroexcavadora común llamada coloquialmente “mano de chango” ha sido mejorada considerablemente por algunos fabricantes. Las principales mejoras son:

- La adaptación de dispositivos de acoplamiento rápido para el empleo de una amplia gama de accesorios en ambos brazos (de cargador y de retro).
- Cuatro neumáticos de igual dimensión y doble tracción integral y auto-regulada para mayor potencia de ataque y carga pudiéndose con ello utilizar cucharones de carga de mayor capacidad (1 600 lts) y un desempeño equivalente al de un cargador frontal. Los mismos tres modos de giro que tienen varios equipos multifuncionales (1.- Giro en llantas delanteras, 2.- Giro en las 4 ruedas para vueltas de radio reducido, 3.- Marcha de cangrejo).
- El brazo retro puede ser telescópico para alcanzar mayores distancias horizontales y profundidades de excavación de hasta 6.00 m .
- Puente de corrimiento con estabilizadores integrados del brazo retro para mayor alcance del cucharón y la posibilidad de plegar el brazo para menor longitud durante la circulación .
- El único inconveniente de este diseño de máquina es su cabina rígida. Al no rotar la cabina se requieren de más movimientos del equipo en espacios exigüos que consumen tiempo y mayor desgaste de llantas.

DISTRIBUCIÓN – ELEVACIÓN (prioridad en terracerías) – Fuente: Catálogos de Productos de Empresa BOB-CAT y GEHL



Configuración equipo Gehl



Bobcat con horquillas



Bobcat con zanjadora



Gehl con cucharón



Bobcat cargando camión



Bobcat con barrenadora



Gehl con barrenadora recogedora



Bobcat con barrenadora descargando

Foto A.116d – MINICARGADOR MULTIFUNCIONES – Estos equipos son excelentes máquinas que complementan los trabajos de equipos mayores con gran versatilidad de funciones aunque con menor potencia y, por ello, menores volúmenes de manejo por ciclo.

Son de gran utilidad para trabajos en áreas estrechas o con accesos limitados en dimensiones. Disponen de un abanico igual de amplio de accesorios intercambiables por acoplamiento rápido.

Es conveniente utilizar los equipos más grandes y potentes de esta gama para que sean capaces de cargar un palet de hasta 1,700 kg., estibar los palets hasta una altura de 3.00 m y cargar un camión de caja alta con material a granel.

Generalmente estos equipos no tienen su cabina y brazos giratorios aunque pueden rotar sobre su propio chasis reduciendo al mínimo su radio de giro pero teniéndose como consecuencia un desgaste prematuro de neumáticos.

Para trabajos sobre material arenoso, lodoso o resbaloso conviene colocarles orugas metálicas disponibles como opción.

DISTRIBUCIÓN – ELEVACIÓN (prioridad en terracerías)



1.- ELEVADORTELESCÓPICA – Marca JCB (Reino Unido) autoestable (sin necesidad de estabilizadores) portando horquillas porta-palets.



2.- ELEVADORTELESCÓPICA – Marca FDI-SAMBRON (Francia) autoestable portando canastilla



3.- ELEVADORTELESCÓPICA – Marca MERLO (Italia) con autoestabilizadores frontales transportando un palet de block de concreto con el brazo retraído. Puede notarse la buena visibilidad para el operador por el brazo telescópico bajo logrado en su diseño.



4.- ELEVADORTELESCÓPICA – Marca FDI-SAMBRON (Francia) portando un cucharón para terracerías con el brazo retraído.



7.- ELEVADORA TELESCÓPICA con mástil sobre-elevador retraído v extendido.



5.- ELEVADORA TELESCÓPICA – Marca FDI-SAMBRON (Francia) autoestable con brazo retraído.



6.- Conservación de nivel de la máquina telescópica en todo terreno.



8.- ALCANCE HORIZONTAL MÁXIMO DEL BRAZO con aguilón como accesorio.

Figura A.117a – ELEVADORAS DE BRAZO TELESCÓPICO CON CABINA RÍGIDA (también llamadas manipuladoras) para alturas que van de 6.00 m hasta 21.00 m y diferentes capacidades de carga (según se requiera). Por su costo más reducido con respecto a los equipos de rotación total, son los más utilizados. Tienen la misma versatilidad de uso y pueden utilizar toda la gama existente de accesorios.

Fotos tomadas en obra y de catálogos de Empresas FID-SAMBRON, J.C.B. y MERLO

DISTRIBUCIÓN – ELEVACIÓN (prioridad manipulación de materiales)



Foto A.117b – ELEVADORA TELESCÓPICA MULTIFUNCIONES DE ROTACIÓN TOTAL

Existen en el mercado elevadoras con brazo telescópico de rotación total para 13,15, 18 y 21 m de altura, lo cual permite posicionar el equipo en zonas muy restringidas y manipular los materiales sin translación de la máquina lográndose con ello ventajas similares a las que proporciona una grúa móvil todo terreno o una grúa sobre camión pero en mucho menor espacio disponible.

*Fotografías tomadas de los catálogos del fabricante **Manitou** y en obra.*

DISTRIBUCIÓN – ELEVACIÓN



Figura A.118 – GRÚAS MÓVILES - Las grúas móviles todo terreno con cabina y pluma giratoria son de gran utilidad para unidades habitacionales con edificios altos o de difícil alcance y tanques elevados de agua.

Fotografías tomadas del catálogo del fabricante PPM 1) y del catálogo del fabricante Grove 2)

DISTRIBUCIÓN – ELEVACIÓN

En los casos de ser rentable y productivo, tener uno o varios camiones para el transporte o el traspaso de materiales, medios auxiliares y equipo pequeño para las obras, puede ser de gran utilidad acoplarle un camión plataforma con una grúa que independice las maniobras de estiba y almacenaje de las actividades propias de la obra efectuadas por los equipos multifunciones.

En casi todos los casos, cuando se recoge un insumo en la fábrica o el almacén de un proveedor, por falta de equipo de manipulación y carga, se tiene que cargar manualmente el camión a menos que se disponga de una grúa acoplada. Por otro lado, en casos de sobrecarga de trabajo para el equipo de la obra o de una eventual falla mecánica que lo inutilice, el camión con su grúa puede subsidiar útilmente a los equipos manipuladores ya que la grúa cuenta con una amplia gama de accesorios que le dan el perfil “multifunciones” buscado.



Figura A.119 – GRÚA ACOPLADA A CAMIÓN - Está constituida por una grúa acoplada con el bastidor montado sobre el chasis del camión y de una columna sobre la cual se articula una flecha plegable y telescópica. Existen diferentes grúas para diferentes alcances y capacidades de carga que se desarrollan por despliegue y telescopaje.

Pueden colocarse en la parte frontal o en la parte posterior de la plataforma del camión y, una vez plegada completamente, reduce considerablemente su volumen y el espacio que ocupa.

Fuente: Catálogo de empresa HIAB.

En los casos de una liberación de tareas para el camión con grúa, se puede también reforzar a las actividades de los equipos multifunciones de obra no solamente con la manipulación de materiales si no también con trabajos específicos de obra como: el tendido de tubería, la excavación o llenado de camiones con tierra, la procuración y colocación de traveses, viguetas y dinteles, el colado de concreto, etc.

Este tipo de grúas son ampliamente conocidas y utilizadas en diferentes sectores industriales pero en pocos casos se aprovecha la multifuncionalidad que ofrecen por medio de sus accesorios.

ELEVACIÓN – DISTRIBUCIÓN



Figura A.120a – Como variantes se han desarrollado, desde hace ya varios años, las grúas torre auto-desplegables las cuales requieren menos tiempo para su instalación y retiro
Fotografías tomadas del catálogo de grúas BPR Cadillon

ELEVACIÓN – DISTRIBUCIÓN



Figura A.120b – El uso de grúas torre es común en las obras de varios pisos donde el espacio de maniobra es muy reducido.
Fotografías tomadas del catálogo de grúas Potain

En algunos casos hay actividades que requieren el uso de un accesorio muy específico aunque dichas actividades sólo se realicen para una obra o en un período limitado de tiempo; para este efecto es imprescindible estudiar la conveniencia de adquirir dicho accesorio específico haciendo un cálculo económico comparativo con otras opciones.

Bajo pedido especial se puede diseñar y fabricar un accesorio que obedezca a la realización de una actividad muy particular y de hecho toda la máquina puede acondicionarse para tal fin.

Los accesorios o implementos más comúnmente utilizados en los equipos multifunciones y que cubren entre el 70% y el 80% de actividades para la construcción de viviendas y sus obras complementarias son:

Para brazo frontal:

1. El bastidor con horquillas para palets
2. El cucharón frontal o el cucharón 4 en 1
3. La flecha o aguilón,
4. La tolva o bacha de concreto
5. La artesa para mortero
6. El malacate con gancho de izaje



Figura A.121 – ACCESORIOS PARA BRAZO FRONTAL

Fuente: Fotografías de catálogos de accesorios de Empresas MANITOU, SECATOL y S.B.C.

Para brazo retro:

7. El martillo rompe-rocas
8. Los cucharones retro (de varios anchos)
9. El cucharón de desasolve
10. El diente Ripper

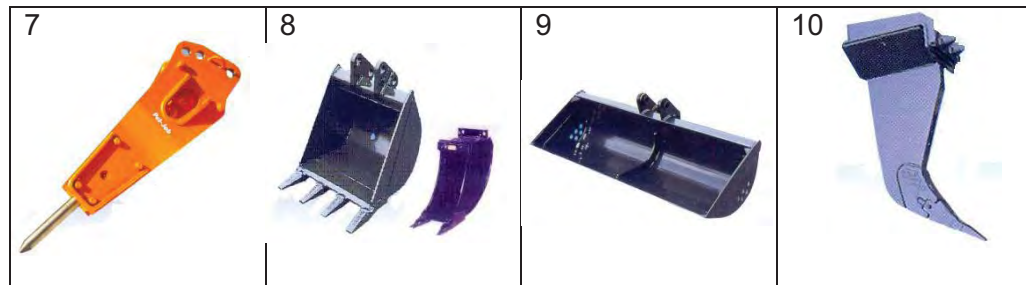


Figura A.122 - ACCESORIOS PARA BRAZO RETRO

Fuente: Fotografías de catálogos de accesorios de Empresa MECALAC

En la siguiente tabla de la figura A.123 se indica la variedad de accesorios que le dan al equipo multifunciones la versatilidad requerida y, posteriormente, en las figuras A.124 se ilustra con algunos ejemplos la forma de utilización de dichos accesorios empleados con las máquinas polivalentes.

Figura A.123 – MULTIFUNCIONALIDAD DADA POR LA VARIEDAD DE ACCESORIOS REQUERIDOS

Tipos de edificios	Tipos de equipo base	Brazos	Accesorios	
Horizontales	Cargadora retroexcavadora normal con alcance de 3 m de altura sin rotación de cabina.	Dos brazos (uno retro y el otro frontal)	De brazo retro <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cucharones de diversos anchos (20, 23, 30, 35, 45, 60, 75, 80, 90, 110 y 120 cm) para excavación ▪ Cucharón trapecio ▪ Cucharón de desasolve ▪ Cucharón tipo almeja ▪ Cucharón eyector ▪ Gancho de carga ▪ Flecha de carga ▪ Placa vibratoria ▪ Pinzas o mordazas de demolición ▪ Barrenadora ▪ Diente Ripper ▪ Disco de corte ▪ Martillo rompe-rocas ▪ Pinzas para colocar tubos ▪ Hoja de rellenado ▪ Escarificadora ▪ Rueda pata de cabra ▪ Hincador ▪ Desbrosadora ▪ Colocadora de guarniciones prefabricadas ▪ Cadenas y eslingas ▪ Pinzas para colocar anillos de pozos de visita ▪ Zanjadora 	De brazo frontal <ul style="list-style-type: none"> ▪ Horquillas para palets ▪ Cucharón de ataque y carga ▪ Cucharón 4 en 1 ▪ Barredora-recogedora ▪ Cucharón de descarga lateral ▪ Autoconcretera ▪ Tolda de concreto ▪ Artesa de mortero ▪ Gancho de carga ▪ Flecha de carga ▪ Canastilla ▪ Cucharón cribador rotatorio ▪ Mástil sobre elevador ▪ Malacate sobre brazo (directo) ▪ Malacate sobre flecha de extensión ▪ Balancín ▪ Cadenas y eslingas ▪ Hoja de nivelación o cajón de nivelación y compactación con astas láser ▪ Colocadora de guarniciones prefabricadas ▪ Podadora desbrosadora ▪ Trasplantadora ▪ Contenedores autovaciabes
	Cargadora retroexcavadora normal con alcance de 6 m de altura y rotación total	Un brazo (que funciona como brazo retro o brazo frontal)		
	Cargadora retroexcavadora normal con alcance de 6 m de altura y rotación total	Dos brazos (uno retro y el otro frontal) telescópico		
	*Elevadoras de brazo telescópico con alcances de hasta 21 m de altura. Dos brazos (uno retro y el otro frontal) y, opcionalmente, con rotación total	Un brazo telescópico (en la mayoría de los casos se les puede adaptar un brazo retro)		
Verticales	Grúas móviles todo terreno	Sólo tienen un brazo (en el caso de las grúas torre al brazo se le llama pescante)		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Balancines ▪ Cadenas y eslingas ▪ Tolvas para concreto ▪ Artesas ▪ Contenedores autovaciabes o fijos ▪ Horquillas con malla protectora
	Grúas móviles sobre camión			
	Grúas torre autodesplegables			
	Grúas torre fijas			

* Existen en el mercado elevadoras con brazo telescópico de rotación total para 13, 15, 18 y 21 m de altura, lo cual nos permite posicionar el equipo en zonas muy restringidas y manipular los materiales sin translación de la máquina lográndose con ello ventajas similares a las que proporciona una grúa todo terreno o una grúa sobre camión pero en menor espacio disponible.



Martillo rompe-rocas



Gancho de izaje



Cucharón de almeja



Cucharón de desasolve



Cucharón 4 en 1



Cucharón cargador



Flecha



Barrenadora



Cucharón retro



Horquillas

Figura A.124 – EMPLEO DE ACCESORIOS EN CARGADORA-RETROEXCAVADORA POLIVALENTE

Fuente: Equipos MECALAC



Pinza para tubería



Mástil sobre elevador



Diente Ripper aflojando el suelo antes de excavar



**Zanjadora MH 100
Empresa: AFTRENCHERS, Ltd.**



Colocadora de precolados



**Entrega de material en un segundo piso
(tomada del folleto de la empresa MECALAC)**



Manipulación con palets – Palets para viguetas presforzadas



Aguilón – colocación de piñón precolado

**Figura A.125 – EMPLEO DE ACCESORIOS EN CARGADORA-RETROEXCAVADORA POLIVALENTE
Fotos tomadas en obra y de catálogos, Empresa MECALAC**



a

Cucharón



a



b



a

Horquillas para palets



a

Brazo y cucharón retro



b

Aguilón



a

Canastilla



b

Gancho de izado

Figura A.126 – EMPLEO DE ACCESORIOS EN ELEVADORA TELESCÓPICA POLIVALENTE

a.- Fotos tomadas de obras

b.- Fotos tomadas de catálogos de los fabricantes **FDI – SAMBRON** y **MANITOU** así como en obras.

El uso de palets de madera o de plástico, de palets canastilla metálicos y de pequeños contenedores para el manejo de materiales con equipo se hace imprescindible. La paletización de los materiales permite un mayor control y cuantificación de almacenes y suministros, una manipulación más rápida y un considerable ahorro en desperdicios así como una reducción significativa de área de estiba, al poderse apilar hasta 5 palets con material, que obliga a un orden en la obra de manera sencilla.



Palet Metálico Modular – Se puede adaptar a todo tipo de necesidad de almacenaje y es estibable sin necesidad de apoyarse en los materiales



Palets canastilla o especiales
(Foto tomada de la empresa Peri)



Palets de plástico – Para carga de hasta 2 toneladas de material



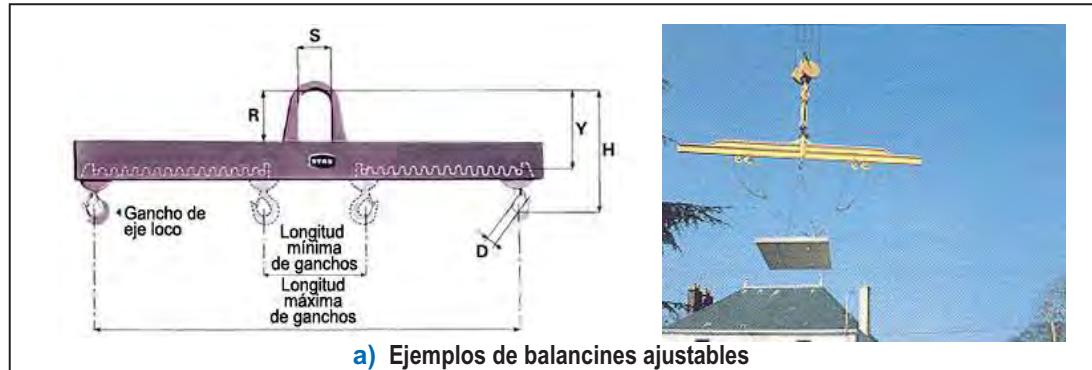
Palets de plástico - Manejo de mayores volúmenes



Palets para viguetas presforzadas - Estibado de materiales en almacén y a pie de obra

Figura A.127 – LA PALETIZACIÓN Y CONTENERIZACIÓN DISMINUYEN DESPERDICIOS

Los balancines son de gran utilidad para la manipulación con el equipo multifunciones de varillas, viguetas, tubos, dinteles, traveses prefabricadas y largueros.



b) **Pinza-mordaza** – Se utiliza como aditamento de cargadora-retroexcavadora (en el brazo retro) para demoliciones con la ventaja de rapidez y sin generar ruidos ni vibraciones, lo cual evita molestias a los vecinos y hasta al operador del equipo. Tiene una rotación libre sobre su propio eje para posicionarse con facilidad frente al elemento a demoler sin maniobras adicionales de la excavadora. Hay una amplia gama de dimensiones y capacidades.



c) **Compactador de tipo placa vibrante montado en brazo retro.**

Ventajas:

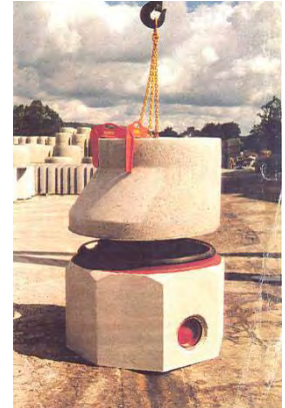
- Compactación en capas que van de 30 cm hasta 1.20 m. en vez de 20 cm, de cepas profundas y estrechas suprimiendo la intervención peligrosa, dentro de zanjas derrumbables, de trabajadores en la realización de estos trabajos (a mayor estrechez de zanja, mayor espesor de compactación puede lograrse).
- En materiales granulares se logran densidades Proctor $\geq 95\%$ a la primera pasada de 15 segundos, por tanto, se ahorra un considerable tiempo de realización. Para constatar la compactación real en función del tipo de suelo específico de la obra, es necesario hacer pruebas y ensayos previos. El empleo de compactación manual, tradicionalmente peligroso y lento (difícil de controlar en rendimientos) no garantiza la calidad de compactación especificada.
- Con este accesorio se busca seguridad y rentabilidad.
- Un compactador para una cargadora retroexcavadora de 12 ton. de este tipo, da una productividad de 19 a 23 m³/hora de material compactado.
- Además de compactar rellenos en zanjas estrechas, este accesorio compactador es una de las formas de compactación de taludes más eficientes.

Figura A.128 – ACCESORIOS SECUNDARIOS DE UTILIDAD COMPLEMENTARIA EN UN ALTO PORCENTAJE DE OBRAS - Fuente: Catálogos, Empresas STAS y MECALAC

Figura A.129a



Pinza criolla



Pinzas para anillos de pozos de visita prefabricados

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa OMGD

Figura A.129b



Contenedor autovaciable para manipular material a granel como cascajo, agregado, tierra, etc.

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa SECATOL

Figura A.129c



Porta palets con malla de protección para grúa con giro total en su gancho

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa SECATOL

Figura A.129d



Contenedor autovaciable para material a granel

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa SECATOL

Figura A.129e



Cucharón cribador rotatorio para cribado de material – Con este accesorio adaptable por acoplamiento rápido podemos sustituir el tedioso trabajo de cribado de arena para morteros manual por un rápido y controlado tamizado, el cual puede efectuarse sólo durante unos minutos en la mañana para poder premezclar y utilizar el mortero necesario para toda la jornada - Fuente: Catálogo de Productos, Empresa ROTAR CLEANER

Figura A.129 – ACCESORIOS O ADITAMENTOS SECUNDARIOS DE UTILIDAD COMÚN



La *complementariedad* se da gracias al desarrollo tecnológico ya que *una máquina multifunciones puede desarrollar con igual eficiencia los trabajos que pueden efectuarse con varios equipos de una sola función* de iguales características (dimensión, potencia, alcance, etc.) sin embargo, dentro de la misma versatilidad de las máquinas existen equipos más aptos que otros para elevar material, otros para excavar cepas profundas, otros para atacar en terracerías y otros más para trabajar en espacios o áreas muy restringidas así como para hacer entregas de materiales o actividades en condiciones muy especiales como a través de una ventana, librando una barda o descargando en sótanos a menos de tres metros bajo el suelo de donde esté parada la máquina.

El conjuntar las particularidades de versatilidad de varias marcas y tipos de equipo nos aporta un mayor cubrimiento de necesidades en obras de gran tamaño de tal forma que a nivel de empresa grande en vez de adquirir 10 ó 20 equipos iguales se pueden tener 3 ó 4 diferentes tipos de equipo que por un lado hacen igual el 70% de los trabajos pero para el 30% unos son más aptos que otros para ciertas actividades muy específicas como por ejemplo donde se requiere más potencia y volumen de ataque, donde se requiere trabajar en espacios exiguos, donde el costo de un equipo se rentabiliza mejor en una actividad específica, donde se tiene más alcance horizontal de entrega del brazo, o más alcance vertical para elevar o más profundidad de excavación de cepas o fosos.

Se requiere de una definición previa del abanico de actividades a efectuar en las obras para hacer la selección del equipo sin olvidar que el 70% de trabajos puedan ser efectuados indistintamente por cualquier máquina multifunciones (ver figura [A.131](#)).

Tomando como base la gráfica podemos definir y repartir tareas a cada tipo de equipo. Nótese que para la entrega de palets a nivel de planta baja y primer piso todas las máquinas pueden utilizarse, para el segundo piso el 80%, (adaptando en el 10% un mástil de sobre-elevación), para el tercer piso el 50% (adaptando en el 10% un mástil sobre-elevador) y para el 4º y 5º piso el 40% (adaptando al 10% un mástil para llegar al 5º piso).

Por lo que respecta a la excavación el 100% del equipo puede trabajar hasta 3.50 m de profundidad (aunque a las elevadoras habría que adaptarles el accesorio retro para tal fin); a 4.00 m el 50%, a 4,80 m el 30% y a 6.00 m el 10%.

Como en las obras se entregan palets a diferentes alturas y la mayoría de las excavaciones se hace a menos de 2.00 m de profundidad durante el proceso, resulta relativamente fácil organizar la obra seleccionando el equipo disponible adecuado para el rango de actividades en donde se obtenga la mayor rentabilidad.

Para alturas mayores (hasta 45 m aproximadamente), o cargas mayores a elevar, el uso de grúas todo terreno (con cierta polivalencia), de grúas camión o de grúas torre se hace indispensable y para profundidades mayores de excavación existe una amplia gama de retroexcavadoras (cuya polivalencia puede aprovecharse para realizar otras actividades) y de grúas de cable más especializadas.

Para estos últimos casos es importante hacer un estudio económico de rentabilidad con objeto de ver la conveniencia de adquisición, renta o subcontrato.

Además de la gráfica presentada pueden elaborarse otras que evalúen actividades como la carga de camiones volteo, la colocación de tubería, el alcance y capacidad de carga de flecha o aguilón, el radio de acción para trabajar en zonas exiguas, etc.

Adicionalmente a los análisis de gráficas comparativas, hay que afinar los análisis buscando la máxima productividad del equipo evaluando la capacidad y dimensiones adecuadas de los accesorios, la fuerza o capacidad del equipo, las condiciones de seguridad, la competencia de los operadores, etc.

Esta gráfica sobrepone los rangos de alcance de diferentes equipos multifunciones en dos de las actividades más comunes de edificación y obras complementarias (urbanización, infraestructura y equipamientos).

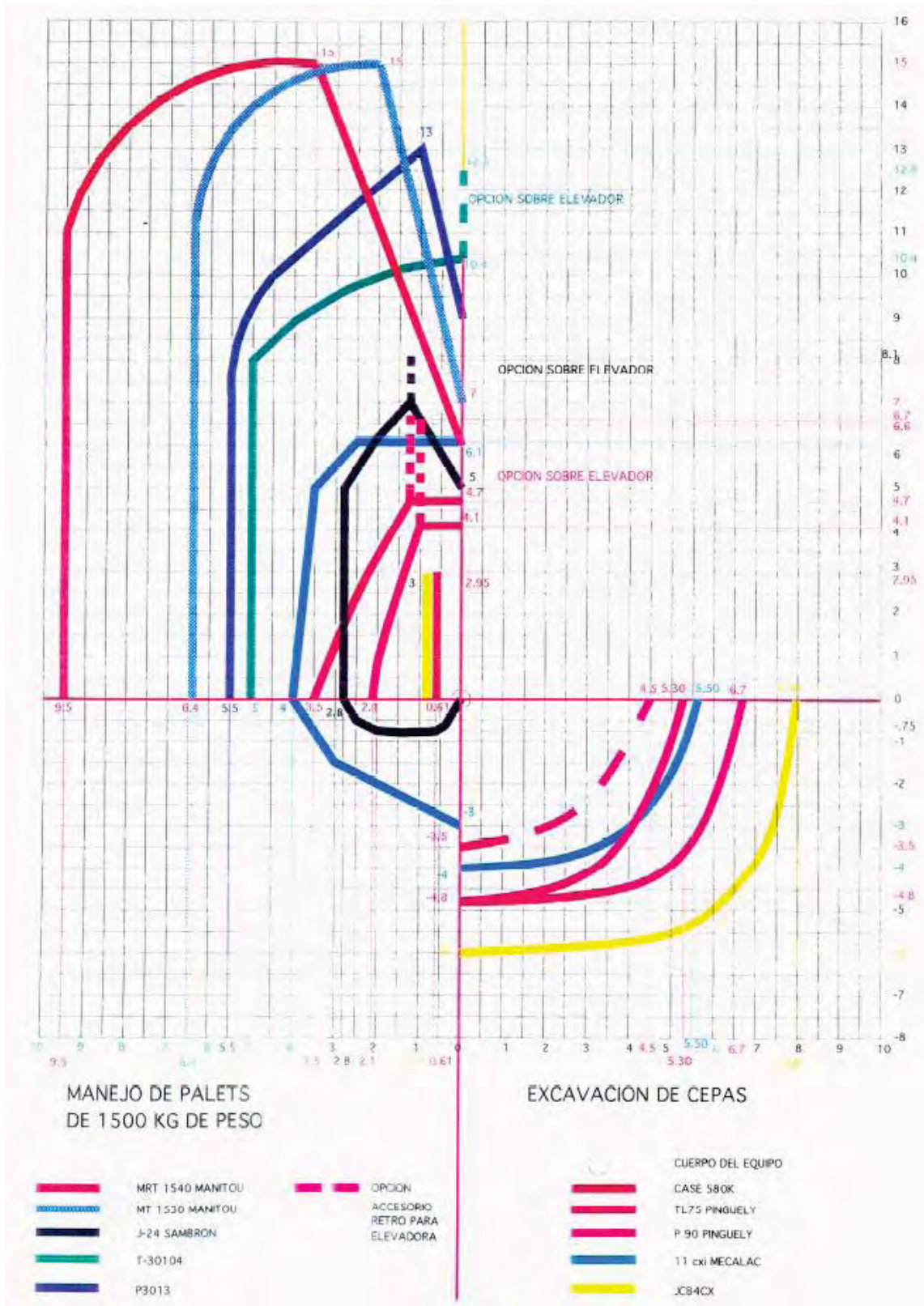


Figura A.132 – GRÁFICA COMPARATIVA DE ALCANCE

Como características comunes de los equipos con más prestaciones, podemos mencionar que poseen 4 ruedas iguales, doble tracción y 3 posiciones de dirección (giro en dos ruedas, giro en las 4 ruedas y marcha de cangrejo) en la mayoría de los casos.

En otros, se tiene una articulación al centro del chasis de la máquina, obteniendo con ello radios de giro muy cortos.



Figura A.133 - Modos de giro de los equipos multifuncionales



Figura A.134 – RADIOS DE GIRO REDUCIDOS POR LA DIRECCIÓN EN LAS 4 RUEDAS

Fuente: Catálogo de productos, Empresa MANITOU

Algunos equipos son de rotación total lo cual ofrece mayor versatilidad de uso, principalmente en espacios reducidos, aunque son de mayor costo de adquisición, se amortizan rápidamente ya que sus ciclos de trabajo dan el doble de productividad y menos desgaste con respecto a una máquina clásica de cabina rígida.



Figura A.135 – LA VENTAJA DE LA ROTACIÓN TOTAL –

Con sólo la rotación de la cabina (sin hacer circular al equipo) se reducen los tiempos de manipulación

Son autonivelables, su cabina es Fops Rops (por sus siglas en inglés, FOPS = **F**alling **O**bject **P**rotective **S**tructures ó Estructuras de Protección contra caída de objetos y ROPS = **R**oll-**O**ver **P**rotective **S**tructures ó Estructuras de Protección contra Volcaduras) y últimamente se busca mayor visibilidad desde la cabina (brazo telescópico bajo) y mayor alcance.

Es característica de los fabricantes europeos el diseño de equipos compactos, poco estorbosos pero con un mismo desempeño que un equipo de mayores dimensiones y ello es una gran ventaja cuando se trabaja en obras de espacios reducidos, además de la facilidad de manejo y ahorro en combustible. Esta técnica se está universalizando en todos los fabricantes.

Como refuerzo al equipo multifunciones para actividades sencillas, como el transporte horizontal de material, el contar con máquinas o medios sencillos de menor inversión (ver figura A.136) puede coadyuvar a incrementar la productividad hasta un 300%, también en el caso de existir actividades sencillas cuyo volumen sea importante y constante que justifique la inversión en un equipo específico y univalente conviene disponer de él para no cautivar el tiempo de una máquina polivalente de mayor inversión en una sola actividad.

Por el contrario, para los casos de grandes obras civiles donde se utilizan equipos especializados de alta producción conviene tener equipos para tareas diversas de poco volumen comparativo pero que no distraen el tiempo de una gran máquina.

Es importante encontrar el radio de acción o el territorio óptimo de las máquinas costosas para suplir con equipo o con medios más económicos las actividades o los recorridos que les resten productividad y rentabilidad.

La definición del equipo escogido es por tanto la conclusión de un estudio económico de rentabilidad y productividad basado en el conocimiento detallado y completo de las actividades de obra y de las características y precios de dicho equipo.

Volquetes - El volquete es una carretilla motorizada con tolva autobasculante para transportar y descargar principalmente concretos y morteros así como tierra, arena, cascajo, etc. Hay modelos de capacidades diferentes, doble tracción y chasis articulado para disminuir su radio de giro. También se puede utilizar para jalar plataformas con material.

<ul style="list-style-type: none"> ● Chasis articulado, doble tracción y tolva giratoria 	<ul style="list-style-type: none"> ● Autocargable de chasis articulado ● Chasis rígido y tracción sencilla 			<ul style="list-style-type: none"> ● Chasis articulado, doble tracción y tolva fija
a) VOLQUETES TERRACEROS SENCILLOS				
b) VOLQUETES TERRACEROS AUTOCARGABLES con chasis articulado y doble tracción				
c) VOLQUETE TERRACERO DE TRACCIÓN SENCILLA y chasis rígido con dos tolvas y sistema de enganche rápido para reducir el tiempo de ciclo de carga. Su descarga se da por volteo de la tolva.				
		d) VOLQUETES TERRACEROS para volúmenes mayores con capacidad de hasta 5.7 m³ con eje articulado para radios de giro cortos, doble tracción, ancho reducido, cabina Fops Rops y gran fuerza de tracción. Son útiles en obras de gran extensión donde un camión de volteo no pueda circular por dimensiones o por la dificultad de circulación sobre un suelo difícil.		
Figura A.136-A – VOLQUETES TERRACEROS – Diferentes marcas: SAMBRON, COVEM y JCB, usos y diseños de volquetes motorizados				



- e) Los volquetes concretos se utilizan para transportar el concreto en obras de difícil acceso para los camiones concretos (ollas) o con áreas extensas con planta de concreto instalada in situ, desde su lugar de fabricación hasta el sitio de colado para vaciarlo directamente o para llenar una tolva enganchada a una grúa o a una elevadora multifunciones.



- f) Volquete concreto de chasis articulado y oscilante y doble tracción entregando material a una elevadora telescópica.

- g) Volquete cargando concreto con la bacha de una grúa torre

El tiempo máximo de transporte de concretos o morteros sin agitación, no debe exceder los 30 a 45 minutos en función de las características del concreto y de las condiciones climatológicas. Condiciones adversas como el tiempo caluroso pueden requerir plazos más cortos.

El vaciado del concreto del volquete a la tolva permite un remezclado beneficioso siempre y cuando la altura de caída sea máximo de 50 cm. y no se disgregue el material.

La máxima distancia a recorrer para este tipo de material a transportar es de 300 m.

Es conveniente verificar que la capacidad de los volquetes concretos sea igual a la producción por tongada dada por la central de concreto para evitar tiempos de espera entre los equipos que merman la productividad.

La cantidad a definir de volquetes para transportar concreto depende de la distancia y tiempo de entrega del ciclo.



- g) Sobre-elevación de la tolva del volquete vaciado a la tolva de la grúa o de la manipuladora telescópica.

Las características más ventajosas de los volquetes concretos son:

- Máquina muy práctica para circular en todos los puntos de una obra partiendo de una central de concreto fija.
- Alimenta fácilmente las bacas de concreto de las grúas o de las elevadoras telescópicas y directamente los trabajos de cimentación.
- Circulación sencilla por su pequeña dimensión.

Para lograr la sincronización y evitar tiempos de espera de todo el equipo asociado en la producción y entrega del concreto (central de mezclado, volquetes y grúa o elevadora telescópica con bacha) se debe de definir la cantidad de volquetes a emplear, tomando como datos: el tiempo de mezclado y vaciado de la central de concreto, las distancias a recorrer de ida y regreso, así como, las velocidades de ida y regreso de los volquetes y el tiempo que la grúa o la elevadora telescópica tarda en llenar su bacha y vaciar el concreto en el sitio de colado.

Figura A.136-B – VOLQUETES CONCRETOS - Diferentes usos y diseños de volquetes motorizados
Ref. Catálogo y fotos de equipos marca SAMBRON



- h) Se pueden dar usos adicionales a los volquetes tanto concreteros como terraceros, lo cual permite cierta versatilidad en su aprovechamiento. En ellos puede transportarse agua, bultos de cemento o cal, alambrión en rollo, ladrillo, tabique, block, cascajo, arena, grava, tezontle, etc., aunque su carga y descarga no es muy eficiente.



- i) **Volquetes adaptables para colocarles una plataforma de carga con grúa o para jalar una plataforma cargada con materiales paletizados.**



- j) **Plataforma de carga y volquete** – Las plataformas para cargar y transportar hasta tres palets de 1.8 ton c/u en un solo viaje, jaladas por una máquina multifunciones o por un equipo sencillo, ahorran tiempo en circulación a máquinas de alto costo. Los volquetes transportan concreto y mortero de la planta de mezclado al sitio de colado, permitiendo con ello la dedicación absoluta a la entrega del material con las máquinas elevadoras.

Para una circulación rápida y eficiente de los volquetes conviene mantener los caminos por donde transitan adecuadamente rígidos, suaves, explanados y nivelados. Los volquetes están diseñados para moverse sobre suelos con pendiente y sin conformar pero su velocidad de circulación y la estabilidad de su carga pueden afectarse por los malos caminos.

La limpieza sistemática de los volquetes es de gran importancia.

El rendimiento para capacidades de 1m^3 oscila entre 8 y 13m^3 por hora (dependiendo de la distancia de transporte).

Eventualmente los volquetes terraceros pueden emplearse para transportar mortero o concreto y viceversa. Los volquetes concreteros son los que mejor pueden emplearse para transportar agua y los volquetes terraceros, materiales a granel.

Figura A.136-C – VOLQUETES CON USOS COMPLEMENTARIOS - Diferentes usos y diseños de volquetes motorizados

Ref. Catálogo y foto equipos marca SAMBRON



Autocargable (en material flojo o de baja densidad)



Autodescargable

k) MINIVOLQUETES – Fuente: Catálogo de productos Empresa COVEM INDUSTRIE

Una segunda alternativa al volquete común son las máquinas de pequeñas dimensiones denominadas minivolquetes.

Existen también volquetes con prioridades de ser terraceros y concreteros.

La ventaja de los pequeños volquetes, principalmente terraceros, cuya capacidad de tolva a ras es de 225 l y colmada es de 300 l, es su posibilidad de pasar por sitios muy restringidos en espacio, siendo también muy útiles en trabajos de jardinería, son de tracción sencilla e hidrostáticos, circulan en pendientes de hasta el 30%.



l) MINIVOLQUETES CONCRETEROS – Ref. Catálogo productos Empresa WACKER, S.A.

Los minivolquetes concreteros, muy utilizados en los Estados Unidos de América para transportar concreto en distancias cortas para sustituir con mayor eficiencia a las carretillas y los Buggys. El vaciado del concreto se hace lo más cerca posible a su posición final para evitar la segregación.

Es un equipo ideal para transportar concreto a todos aquellos lugares donde no llegan grúas, manipuladoras telescópicas o camiones concreteros.



m) Como trabajos adicionales pueden llevar a cabo tareas de limpieza de obra, de demoliciones y de distribución horizontal de materiales. El contenido de material a granel que pueden transportar se aproxima a los .45 m³.

Figura A.136-D – MINIVOLQUETES - Diferentes usos y diseños de volquetes motorizados

La *capacitación de los operadores* es de capital importancia y se estructura fundamentalmente en cuatro ejes de igual importancia:

1. La operación del equipo con maña, destreza y seguridad incluyendo el conocimiento de las dimensiones de su equipo, capacidades y alcances.
2. La organización de los trabajos y la interacción con los obreros en los puestos de trabajo y con los demás operadores de equipos asociados, aprovechando los accesorios de su máquina para el adecuado y productivo empleo, en base al respeto de ciclos de trabajo y de las maniobras más frecuentes

La amplia gama de tipos de palets y accesorios induce la acción de mentalidad operacional creativa, pragmática y productiva donde se busque aprovechar de la mejor manera la versatilidad que ofrecen los equipos multifunciones a través de sus accesorios.

Los operadores deben de conocer las características de los materiales (geometría, peso, resistencia mecánica, fragilidad, etc.) y la manera en la que deben de maniobrarse con el palet y/o accesorio adecuado, de entregarse a pie de obra y de estibarse para no dañarlos ni tirarlos y para permitir que la obra no quede obstaculizada por su mala disposición.

3. El conocimiento y utilización de los manuales de partes y de manuales de mantenimiento y operación del equipo y de sus accesorios proporcionados por los fabricantes y el registro en *bitácora del equipo* de trabajos realizados y la productividad lograda, los mantenimientos efectuados e incidentes con tiempos y fechas.
4. El mantenimiento rutinario preventivo y correctivo que requiere su equipo así como su limpieza.

Los equipos de construcción pueden manipular componentes grandes y pesados con movimientos impensables de hacerlos a mano, lo cual, puede redituarse en ahorros importantes de costos y tiempos de obra. Ello requiere por el contrario mayor responsabilidad y profesionalismo de parte de los operadores y de los trabajadores de obra ya que, con más posibilidad, la negligencia y los descuidos en este caso, pueden costar daños importantes por maltrato de componentes constructivos caros por sus grandes dimensiones, costosas reparaciones o pérdida total de equipos así como accidentes en las personas trágicos y eventualmente hasta mortales.

Ciertos equipos sencillos pueden también adecuarse para lograr algo de versatilidad y complementareidad en diversos trabajos. Un ejemplo se da en el uso de minimotoniveladoras de gran utilidad en proyectos de vivienda y en el empleo de rodillos vibratorios de dimensiones reducidas (2.5 ton a 8 ton de peso) para poder trabajar en zonas exiguas con productividad y calidad.



Figura A.137 – MINI-NIVELADORA Laser-Grader. Es un equipo que por su reducido tamaño es más fácil de utilizar y más económico que una motoconformadora normal para la realización de nivelaciones de bases de plataformas de vivienda, de andadores y banquetas y de vialidades y áreas de estacionamiento y canchas deportivas de conjuntos habitacionales. Pesa 1.5 ton. y su cuchilla inferior tiene 2.00 m y nivela el suelo con una precisión inferior a un centímetro. – **Fuente. Catálogo de producto, empresa PAYEN.**



Figura A.138a – RODILLO VIBRATORIO EN TANDEM – Ref. Catálogo de productos, Empresa WACKER

Como complemento de los rodillos vibratorios empleados en obras grandes o para obras de dimensiones reducidas, los rodillos en tandem de poco peso (máximo 2.7 ton. de peso) son de gran utilidad por sus dimensiones reducidas y con alta eficiencia de compactación.



I - EQUIPO BÁSICO para compactación de terracería granular



II.- Con conchas tipo pata de cabra sobrepuestas para compactación de arcilla



III.- Con rodillo liso, depósito de agua y llantas lisas para trabajos de pavimentación

Figura A.138b – MONORODILLO VIBRATORIO DE COMPACTACIÓN de 8 ton de peso. Ref. Catálogo de productos, Empresa BOMAG

Como ideas complementarias de este tema hay que enfatizar los siguientes puntos:

- Asegurarnos que todas las actividades de manejo de materiales y terracerías puedan hacerse con equipo. (A veces por inercia al cambio, se puede continuar trabajando manualmente en actividades que se deben ejecutar con el equipo que disponemos).
- Conocer a profundidad y analizar constantemente la mejor aplicación de cada equipo y de sus accesorios en búsqueda de su máxima rentabilización; para ello, el apoyo de los proveedores para capacitarnos en el conocimiento y empleo de las máquinas es de bastante utilidad.
- Contratar operadores responsables, leales y disciplinados con capacitación y evaluación constante.
- Transmitir con insistencia los criterios de uso productivo y polivalente del equipo en vez de dar tareas específicas y aisladas a los colaboradores en la obra y principalmente a los operadores y residentes hasta lograr que se vuelva un hábito de trabajo.
- Establecer y aplicar en el reglamento de obra consignas de seguridad, higiene y productividad como:
 - Mantener siempre la obra limpia sin pedazos de varilla, montones de tierra, hoyos, material estorbando, gente circulando, etc. esto permite al equipo trabajar con más productividad y seguridad y se puede lograr fácilmente ya que con las mismas máquinas se puede ir manteniendo la obra limpia, aunque lo ideal es no ensuciar ni provocar trabajos extras de limpieza.
 - Preparar la obra para drenar el agua de lluvia y mantener sin lodo ni polvo las circulaciones y áreas de trabajo cubriéndolas eventualmente con un geotextil y con material granular (grava o tezontle) en su superficie.
 - Considerar desde la programación de la obra la eliminación de interferencias entre las actividades de obra principalmente entre obras exteriores y edificación.
 - Obligar a los operadores a cuidar su equipo con mantenimiento rutinario, limpieza y buena operación.
 - En circulación los equipos deben distanciarse al menos 3 veces su longitud (20 m aproximadamente) para evitar posibles choques.

TRABAJO ASOCIADO DE LOS EQUIPOS – El trabajo del equipo con el que se programe una obra no sólo debe considerarse para distribuirlo en las actividades que mejor puedan hacer por tipo específico, sino que es importante también *visualizar la manera en la que varios equipos se coordinan para trabajar en un ciclo de actividad.*

La fabricación y suministro de concreto, o de mortero, la repartición de block, la distribución del acero, la transportación de paneles y otros materiales se pueden hacer con una sola máquina por actividad; sin embargo, haciendo trabajar al equipo de manera asociada podemos aumentar el rendimiento y, por tanto, la rentabilidad del mismo significativamente.

Para el establecimiento de las ventajas económicas y ventajas competitivas para cada empresa se debe analizar su perfil en términos de especialidad y trabajo futuro así como su condición económica y financiera que le permita invertir y rentabilizar sus activos. También cada quien debe elaborar análisis comparativos de costo-beneficio al enfrentarse a alternativas de formas diferentes de hacer su actividad.

Aquí, por tanto, sólo se externan algunas recomendaciones generales de hecho ya muy conocidas en el medio.

- Si tenemos una empresa sin trabajo continuo no conviene adquirir activos sino rentar o preferentemente subcontratar el equipo que cada obra contratada requiera; lo importante es hacer un análisis económico que parta de un conocimiento detallado del equipo existente y disponible en el mercado. *Para el caso de la construcción urbana definitivamente un equipo multifuncional es lo más rentable siempre y cuando se administre adecuadamente su utilización* ya que, como se ha comentado anteriormente, es el único tipo de máquina que puede hacer varias actividades de corta duración en una misma jornada.
La adquisición de un equipo debe de hacerse con una perspectiva de varias obras (a mediano o largo plazo) y no pensando sólo en las necesidades de una sola obra en términos de alcances y capacidades.
Conviene adquirir equipos con la tecnología más actualizada posible.
Como opciones adicionales, el faro giratorio, la alarma sonora para reversa, el tirón de remolque, el motor turbo (para la ciudad de México principalmente) y las válvulas de seguridad del sistema hidráulico, se han visto muy necesarias.
El equipo de aire acondicionado es deseable para climas cálidos.
- Si la empresa tiene trabajo continuo pero es muy variado en especialidad y en dimensión tampoco conviene adquirir un lote de equipo sino más bien rentarlo o subcontratarlo; sin embargo, en este caso la adquisición de unas cuantas máquinas multifunción (comenzando con una o dos) pueden ayudar a ser más competitivos ante los ojos de los clientes y a ir aprendiendo a administrar el equipo propio haciéndolo trabajar en obras de agua potable, alcantarillado, edificación de todo tipo e infraestructura.
- Si se tiene una especialidad en edificación de cualquier tipo o en construcción ligera, es totalmente recomendable la adquisición del equipo multifunciones cuyas características cubran las necesidades de las obras presentes y futuras. Un estudio económico detallado y un seguimiento cerrado en la práctica asegurará la buena inversión. Por otro lado, la imagen de marca hacia los clientes se mejora considerablemente, ya que el equipo da mayor capacidad de respuesta se traduce en mayor competitividad.

No sólo el hábito hace al monje, *el contar con medios más eficaces de producción nos obliga a ser más analíticos y a desarrollar nuestro pensamiento industrial así como a desarrollarnos técnica y organizativamente.*

Si creemos que el trabajar mecanizadamente va a ser más fácil “no es cierto” va a ser más difícil, pero es el único medio de ser mejores.

Recordemos que la tecnología avanza con nosotros o sin nosotros y si no nos subimos al tren del desarrollo nos quedaremos atrás e incluso fuera de mercado.

Es muy importante estar conscientes que la inversión en activos de alto costo y alta productividad nos puede aportar una utilidad marginal importante que nos permitirá ofrecer un mejor servicio y precio a nuestros clientes si los administramos bien; por el contrario, nos puede quebrar si están mal aprovechados.

- El fantasma de la mecanización es *la poca utilización* la cual se da por la inercia de la costumbre del trabajo manual y por desconocimiento y falta de convencimiento de los utilizadores potenciales sobre las ventajas de su uso.
En países industrializados, la poca utilización se da por la falta de continuidad en los contratos de obra.
Las máquinas multifuncionales son bastante más utilizadas que las unifuncionales y, por ello, este problema es menos importante.

Siempre queda en la atmósfera el cuestionamiento sobre la economía que se tiene utilizando mano de obra intensiva para la manipulación de materiales. En forma resumida se presentan las conclusiones de un estudio comparativo de costos efectuado en 200 viviendas de interés social a valores del año 2000 en la siguiente tabla de la figura A.139:

Edificación tradicional con uso intensivo de mano de obra	Acarreo con peones	\$150,004.00
	Elevación con peones	\$234,709.00
	Desperdicio de materiales	\$564,442.00
	Total	\$950,155.00
Edificación mecanizada	Acarreo y elevación con equipo	\$112,080.00
	Desperdicio de materiales	\$110,103.00
	Total	\$222,183.00
Figura A.139 - TABLA COMPARATIVA DE COSTOS ENTRE EDIFICACIÓN TRADICIONAL Y EDIFICACIÓN MECANIZADA		

Los materiales implicados fueron solamente los correspondientes a la obra negra (cimentación, muros y losas).

De los datos de la tabla podremos sacar las siguientes conclusiones:

- El costo de la manipulación con equipo es el 29% (112,080/384,713) del costo de acarreos y elevaciones hechos a mano, por tanto hay un ahorro del 7%.
- Se genera un ahorro en desperdicio de materiales del 80%

$$1 - \frac{(110,103)}{565,442} = 1 - 0.195 = 0.804 \text{ por evitar tanta manipulación.}$$

- El ahorro en costo de manipulación y desperdicio usando medios mecanizados es el 77%.

$$1 - \frac{222,183}{950,155} = 1 - 0.23 = .77$$

Hay además datos a considerar que no se contemplan en el anterior análisis.

- Existe un costo adicional por tener que sacar fuera de obra el material desperdiciado que no está incluido.
- La obra puede hacerse en 4 meses en vez de 6 meses lo que redunda en un ahorro de indirectos para la empresa y más capacidad productiva. Dicho beneficio económico tampoco está cuantificado, además se ahorra un 15% del costo indirecto de obra de carácter administrativo por no tener que registrar y controlar a tanto personal.
- Aunque se dice que hay mucho desempleo, no siempre es fácil encontrar suficientes peones y a veces las obras se retrasan por dicho motivo. El sustituir al peón de carga por el ayudante de aprendiz genera mejores expectativas de desarrollo en los trabajadores y hay más permanencia sobre todo si se da capacitación, incentivos y promoción, dando con ello un mayor valor a la gente y a la empresa en su conjunto.
- Lejos de ocupar menos personal se logra producir más con lo mismo que se tiene y se generan nuevos puestos como mecánicos, operadores, maniobristas, etc.
- Si se requiere hacer una obra de gran dimensión en corto tiempo sólo mecanizándola se podrá lograr el objetivo con un control adecuado de costos ya que es más fácil controlar el trabajo de una máquina que el de 100 ó 200 peones de carga, acarreo y elevación.

2.13.2 Medios Auxiliares

LOS MEDIOS AUXILIARES son un complemento del equipo para el logro de la alta productividad ya que sin ellos se genera un cuello de botella que implica por un lado tiempos de espera improductivos del equipo y, por el otro demasiado e innecesario trabajo para los obreros al tenerse que habilitar medios improvisados e inseguros para poder obtener condiciones mínimas para poder hacer los trabajos.

Lo que normalmente se acostumbra es improvisar medios para poder trabajar en, por ejemplo, la colocación de piezas de mampostería (ver figura **A.140**).



Figura A.140 – COLOCACIÓN DE MAMPOSTERÍA SIN MEDIOS ADECUADOS

Por falta de herramientas y andamiaje para trabajar con calidad, rapidez, seguridad y comodidad, se logran bajos rendimientos, esfuerzos corporales innecesarios, retrabajos, limpiezas laboriosas y desperdicio excesivo de material.

En el caso de la figura **A.140**, el albañil no puede ver si el block que está colocando va a quedar alineado, está haciendo un esfuerzo corporal excesivo y su mente está distraída al tener que pensar simultáneamente en no resbalar del block sobre el que está parado (las normas de seguridad exigen no alzar una pieza por arriba de los hombros al colocarla). Se puede apreciar que la mezclera, al estar hecha con madera tiene poca capacidad de material, va acumulando más mortero seco conforme se va rellenando hasta llegar a tener un peso y volumen de material endurecido tal que la hace inservible y, por tanto, desechable después de pocos usos.

Para la alineación del muro y para la colocación del reventón se improvisó la colocación de barrotes de madera clavados, los cuales al reutilizarse serán recortados y reacomodados con una sobre inversión en mano de obra y con desperdicio de material.

Finalmente, se observa que los bloques son utilizados como base de la artesa y como andamiaje generando con ello roturas o despostilladuras así como desorden en el área de trabajo.

Incluso se emplean los mismos materiales que en principio se adquieren para ser destinados a conformar la edificación, lo cual genera desperdicio, daños, desorden, improductividad adicional, inseguridad y falta de un trabajo confortable para las personas.

Otro ejemplo son las cimbras que, iniciándose con la adquisición de piezas de madera como polines, barros, duelas, tablonos, hojas de triplay, clavos y alambre recocido, se dedica demasiado tiempo en su habilitado y fabricación como cimbra cuya improvisación genera desperdicios y rehabilitados sucesivos hasta llegar a la total inutilidad del material empleado y a la correspondiente formación de desechos, por falta de un diseño razonado que prevea su forma de armarla y desarmarla rápida y fácilmente sin necesidad de desperdicios (Figura A.141).



Figura A.141 – CIMBRA TRADICIONAL PARA UNA LOSA

También, por falta de medios, se dan imprecisiones indeseables y a veces problemáticas en los trabajos y, se distribuyen los materiales a mano y se preparan sobre el suelo con la contaminación resultante por dicho contacto

Existen *medios auxiliares* diseñados, fabricados y comercializados por varias empresas que buscan en sus productos ligereza, robustez, facilidad y versatilidad de empleo, reducción de fatiga y mayor confort, durabilidad, seguridad contra accidentes, rapidez, facilidad de puesta a punto para su uso, de su estibado y de su almacenaje, etc. y que están en constante evolución tecnológica.

Los primeros medios que se deben tener en una obra son los *medios de medición confiables* por su vigencia tecnológica y por su calibración y buen mantenimiento para asegurar la precisión requerida.

La estación total (para levantamientos topográficos confiables), el flexómetro, la cinta métrica, el medidor digital, el nivel láser o de burbuja, la escuadra y el plomo, son dispositivos con los que siempre se debe estar trabajando en campo.



Figura A.142 – ESTACIÓN TOTAL – Es el equipo más completo y preciso para el levantamiento de terrenos

Ref. Fotografías de los catálogos de la Empresa LEICA GEOSYSTEMS

Otros medios de medición para el control de trabajos de terracería con equipo mayor aseguran la nivelación de proyecto. Se pueden acoplar a motoconformadoras y a retroexcavadoras (Ver figura A.143).



Para detectar y ubicar tuberías enterradas antes de hacer una excavación o perforación, existen equipos de detección como el mostrado en la figura siguiente:



Figura A.144 – LOCALIZADOR DE TUBERÍAS – Indica dirección y profundidad de canalizaciones eléctricas, telefónicas, etc. y tubería de gas, agua potable, drenaje, etc.

Fuente: Empresa BLINDOSCAVI, Italia

Para constatar la resistencia del concreto colado en obra existe un equipo de medición llamado esclerómetro (Ver figura A.145a).

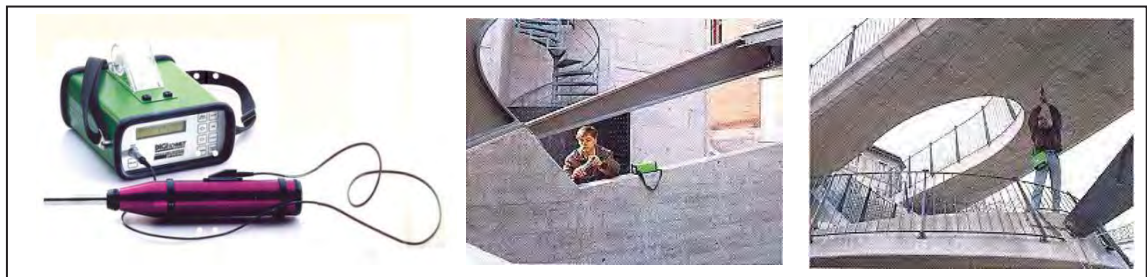


Figura A.145a – ESCLERÓMETRO – Instrumento perfecto para el control de calidad seguro y racional de elementos en serie y obras importantes

Fuente: Catálogo publicitario de la Empresa PROCEQ

Para verificar o conocer la ubicación del acero de refuerzo de una estructura de concreto armado terminada, se utiliza otro equipo llamado profómetro (Ver figura A.145b).



Figura A.145b – PROFÓMETRO - *Fuente: Catálogo publicitario de la Empresa PROCEQ*

El indicador de humedad y densidad para el control de compactación de rellenos térreos es de gran utilidad al sustituir con rapidez y confiabilidad a los métodos tradicionales de verificación de calidad conforme a las normas de pruebas Proctor normales y Proctor modificadas (Ver figura A.146).



Figura A.146 – INDICADOR DE HUMEDAD Y DENSIDAD DE SUELOS
Fuente: Catálogo de producto DGSÍ (DURHAM GEO SLOPE INDICATOR), Equipo M + DI

Todos estos equipos alimentan de datos a un software al sistema informático.

Hay un amplio abanico de dispositivos para medir deformaciones en taludes y estructuras, características de suelos, humidímetros para madera y otros materiales, detectores de flujo de gastos, localizadores de tubería enterrada, etc. que no se muestran pero que son de utilidad.

El empleo de plantillas, escantillones, premarcos, maniqués y marcas de referencia sobre reglas, agiliza y facilita el trabajo de medición y de aseguramiento de la precisión.

El empleo de componentes industrializados y despiezados en el proyecto así como los elementos prefabricados sobre moldes sólidos e indeformables que permitan lograr las dos características esenciales de calidad de todo elemento prefabricado: precisión y buen acabado, coadyuvan considerablemente en la precisión de la obra reduciéndose con ello sobre-espesores y retrabajos de ajuste y de recibida de materiales y acabados subsecuentes.

A continuación se muestran sólo algunos de los medios auxiliares poco acostumbrados en nuestro medio que facilitan y mejoran en calidad los trabajos de obra, dada la imposibilidad de ser exhaustivo ante el amplio abanico de productos.

Piquetas y abrazaderas metálicas para crucetas de trazo – Sustituyen a los acostumbrados puentes de trazo hechos con polines de madera.

Las piquetas se clavan al terreno con un martillo, se colocan tablas de madera y se fijan con las abrazaderas de presión (Ver figura A.147).



Figura A.147 – PIQUETAS Y ABRAZADERAS METÁLICAS PARA CRUCETAS DE TRAZO
Fuente: Catálogo de productos, Empresa MACC

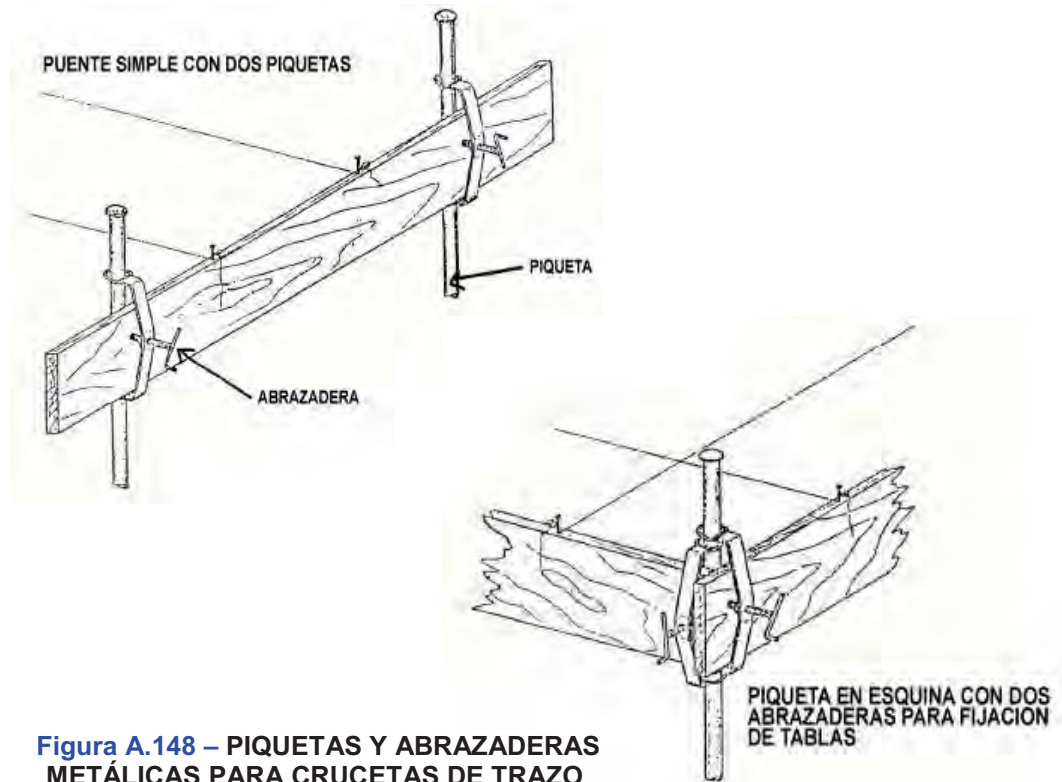


Figura A.148 – PIQUETAS Y ABRAZADERAS METÁLICAS PARA CRUCETAS DE TRAZO
Fuente: Información técnica, Empresa MACC

Su almacenaje es poco voluminoso y su reutilización es sencilla. Por ser regulables y ajustables así como ligeras, facilitan considerablemente el armado de puentes de trazo.

Reglas de esquina para la construcción de muros de mampostería - Con estas reglas se pueden reducir hasta 360 pasos de plomeo y posicionamiento de reventones y se logra con facilidad el respeto dimensional y la nivelación de muros y vanos. Se pueden fijar a nivel de losas de cimentación o a cualquier nivel de entrepiso con barrotos y clavijas metálicas. Son totalmente ajustables a las condiciones de obra y se plomean con un plomo tronco-cónico que permite visualizar con mayor certidumbre la precisión requerida.

Gracias al cursor se va elevando el hilo de nivelación al iniciar cada nueva hilada, el cual a su vez tiene marcas de ubicación de vanos para puertas y ventanas por medio de hilos de color anudados o por pintado con plumines de colores sobre el mismo reventón.

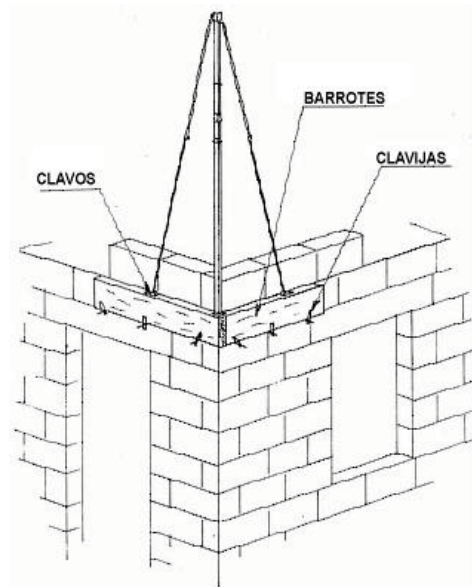


Figura A.149a – COLOCACIÓN DE REGLA DE ESQUINA SOBRE LOSAS DE ENTREPISO EN ESQUINA SALIENTE

Fuente: Información técnica, Empresa MACC

PARA ESTE CASO HAY QUE VOLTEAR LOS TIRANTES SEGÚN SE INDICA EN EL INSTRUCTIVO DE UTILIZACIÓN

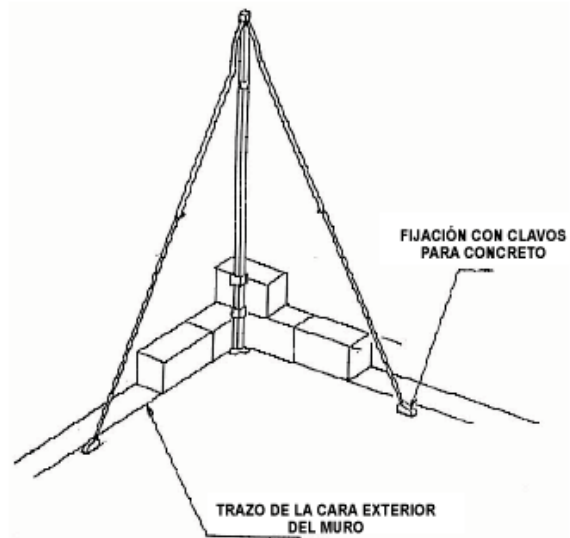


Figura A.149b – COLOCACIÓN DE REGLA DE ESQUINA SOBRE LOSAS DE PLANTA BAJA EN ESQUINA ENTRANTE

Fuente: Información técnica, Empresa MACC

La regla de esquina Potomac elimina el uso constante de la plomada y la reinstalación del reventón en cada hilada, lo cual repercute en ahorro de tiempo y calidad de trabajo.



Figura A.149c – COLOCACIÓN DE REGLAS DE ESQUINA SOBRE LOSAS DE PLANTA BAJA

Fuente: Información técnica, Empresa MACC



Figura A.150 - REGLA DE ESQUINA



Figura A.152 – PLOMO TRONCOCÓNICO
Fuente: Catálogo de productos ROGER MONDELIN



Figura A.151 – CLAVIJA UTILIZADA PARA LA FIJACIÓN DE REGLAS DE ESQUINA
Fuente: Catálogo de productos ROGER MONDELIN

Este apoyo se logra con dos barrotos fijados con clavijas de obra que se clavan en las juntas entre dos blocks. Los barrotos se colocan como se ve en la foto, en la esquina, sobresalidos y al mismo nivel del lecho alto de la losa.

La base del poste de la regla se coloca por tanto en el lado exterior sobre los barrotos y se fija sobre ellos por medio de clavos.



Figura A.153 – REFERENCIA DE VANOS EN EL REVENTÓN
Fuente: Información técnica, Empresa MACC



Figura A.154 – PLOMEO DE REGLA
Fuente: Información técnica, Empresa MACC

Se ve aquí la manera de referenciar un vano la cual se logra físicamente usando un cordel amarrado al reventón.

Esta referencia pudo haberse hecho de diversas maneras; por ejemplo: trazando o marcándolas con un crayón sobre el mismo reventón.

Caballetes para la ejecución de muros de mampostería - Una parte sobre-elevada para el material a colocar evita que el albañil tenga que estarse agachando. Una manivela permite ir elevando todo el andamiaje conforme se va elevando la construcción del muro, con ello se evita tener que calzarlo o rehacerlo. Las planchas donde se coloca el material y en donde circulan los albañiles son telescópicas de dura-aluminio para longitudes de 2.00m a 3.50m y 30cm de ancho, con suficiente antiderrapante, permite un montaje rápido gracias a su ligereza (peso = 20kg) y robustez (resisten 200kg de carga repartida). Por el uso de estos caballetes se duplica el rendimiento de la mano de obra.

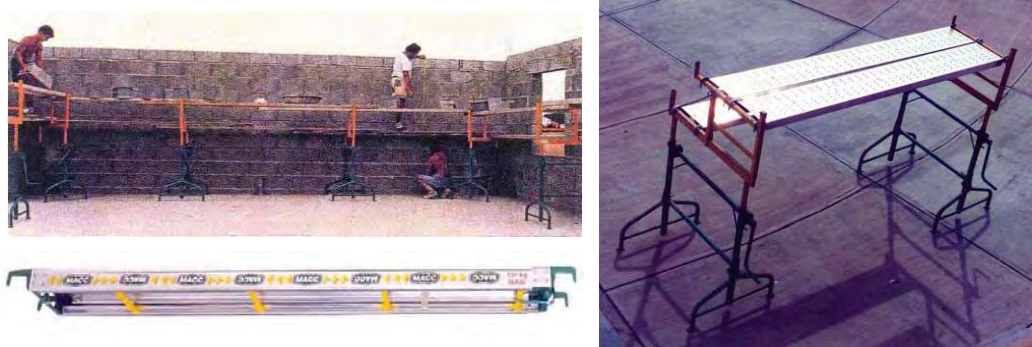


Figura A.155 – CABALLETE CON PLANCHA DE DURALUMINIO TELESCÓPICA
 Dispone de ganchos de fijación al caballete y pasador de seguridad que impide que se zafe o se deslice accidentalmente.

Fuente: Productos, Empresa MACC

Las consolas para trabajos en fachadas y en cubiertas con red o barros horizontales de protección telescópicas y modulares de 2.33m a 3.96m no ocupan espacio de suelo y libran principalmente propiedades colindantes.



Figura A.156 – ANDAMIOS TIPO CONSOLA para trabajos con escaleras de aluminio y en altura (bordes de techos y cubiertas) - *Fuente: Productos, Empresa MACC*

Las planchas pueden usarse en otros tipos de andamios tales como torres y tendidos para trabajos interiores en techos.

Diablo-Carrito – Para la distribución de blocks en el área de trabajo de otros materiales con capacidad de 250 kg.



Figura A.157 – DIABLO-CARRITO - Fuente: Productos, Empresa MACC

Tiene una capacidad de carga de 250 kg, su manubrio se cambia de posición para cambiar de diablo a carrito o viceversa. Sus ruedas traseras tienen eje pilotante, son de gran utilidad para cargar block, precolados, bovedilla, etc. en todas partes, pero sobretodo a pie de obra para repartir el material durante la construcción de muros o losas.

Puntales metálicos y largueros de madera laminada que permiten un armado rápido de apuntalamiento y cimbrado de losas. Se evita el desperdicio de madera y las actividades de cimbrado se simplifican notablemente.



Figura A.158a – SUMINISTRO SOBRE CARROS PALET



Figura A.158b – POSICIONAMIENTO DE LARGUEROS DE MADERA



Figura A.158c – COLOCACIÓN DE LARGUEROS SOBRE CABEZAS DE PUNTAL



Figura A.158d – EMPLEO DE PUNTALES Y LARGUEROS DOKA PARA CIMBRA DE LOSA MACIZA

Fuente: Catálogo de productos DOKA

Bajantes de escombro con posibilidad de vaciar el cascajo desde cada nivel de la construcción y poner como punto de recolección hasta abajo a un contenedor. Están formados por embudos de plástico y cadenas que los unen entre sí y un bastidor superior de apoyo. El material con el que están hechos reduce el ruido que provoca la caída del material y, por su unión telescópica reduce la emisión de polvo a la vez que permite ajustarse a las alturas de los entrepisos.



Los bajantes de escombro están constituidos por embudos de recepción ubicados en cada punto de vaciado de 95 cm. de largo, 50 cm de ancho y 67.5 cm de alto con un orificio redondo de continuidad de 42 cm de diámetro (donde se enchufa eventualmente la bajante que conecta a niveles superiores). Y un orificio rectangular de 41.5 cm por 39 cm a donde se vacía el escombro por nivel. Cada pieza pesa 12 kg.

Bajantes con dos cadenas y ganchos cada uno pesa 8 kg, por pieza, son tronco-cónicos para poderse embutir uno sobre otro con holgura y para facilitar su estiba. Su diámetro superior es de 49 cm y el inferior es de 37 cm su altura es de 1.10 m.

Soporte metálico sencillo para apoyo de los embudos con un peso de 26 kg por pieza.

Soporte metálico con malacate manual que se coloca en la parte más alta de la columna de bajantes. Lleva un bastidor adicional para poder colocar el malacate.

Malacate manual que se coloca sobre el soporte metálico del nivel de vaciado más alto. Pesa 17 kg, la longitud de su cable es de 33 m (para colgar 30 bajantes). Tiene un dispositivo anti-regreso de frenado automático. La resistencia del conjunto soporte y malacate es de 350 kg.

Andamiaje rodante – El cual es muy útil para trabajos en fachadas o en áreas de gran altura. Requieren ser ligeros, seguros y estables.

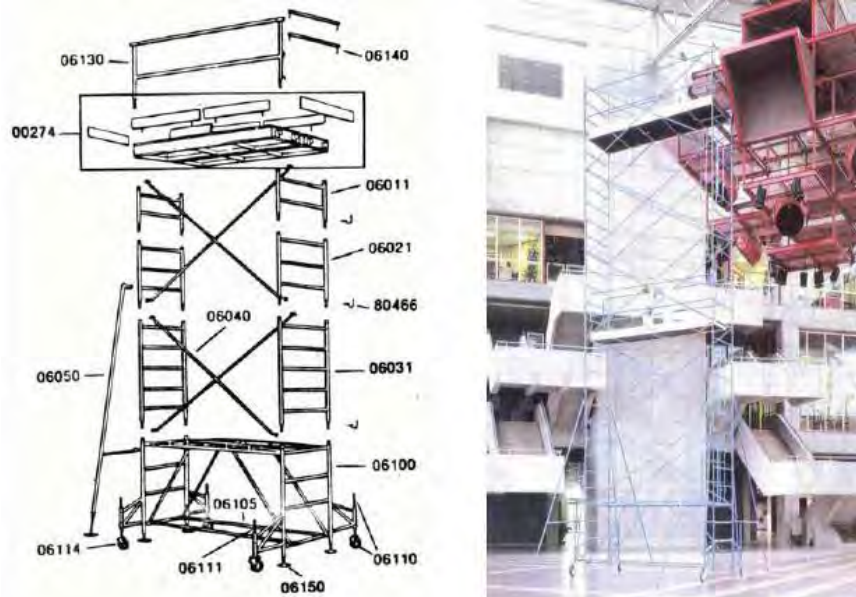


Figura A.160 – ANDAMIAJE RODANTE - Fuente: *Catálogo de productos COMABI*

Para trabajos de muros y losas de concreto colados en el sitio lo más usual es el empleo de *cimbras-herramienta* que integran todo lo necesario (superficies de contacto, refuerzos, puntales, pasarelas, escaleras, protecciones, ganchos de izaje, etc.) para colar y cambiarse de posición hacia los siguientes tramos.

Por sus dimensiones y peso requieren ser manipuladas con grúa.



Figura A.161 - SECUENCIA DE ARMADO DE CIMBRAS-HERRAMIENTA DE ACERO PARA EL COLADO DE MUROS - Fuente: *Productos OUTINORD*

Hay una variedad impresionante de medios auxiliares cuyo diseño denota ingenio y búsqueda de productividad. Los que hemos referido son los más recomendables por sencillos, comunes y prácticos para el tipo de obras de vivienda.

2.13.3 Herramientas

LA **HERRAMIENTA** puede también coadyuvar al incremento de la productividad ya que, con su adecuado uso, facilita el trabajo de los obreros y permite incrementar los rendimientos.

Para reforzar la idea, como ejemplo se muestran algunas herramientas comunes que, sin embargo, son poco utilizadas y por tanto poco aprovechadas para mejorar la calidad y la productividad.

Herramientas para trabajos de concreto

- *Jalador para concreto* – de gran utilidad para distribuir, con más eficiencia y menos disgregación que la pala, el concreto durante el proceso de colado de losas y firmes, antes de proceder a la nivelación y vibrado.

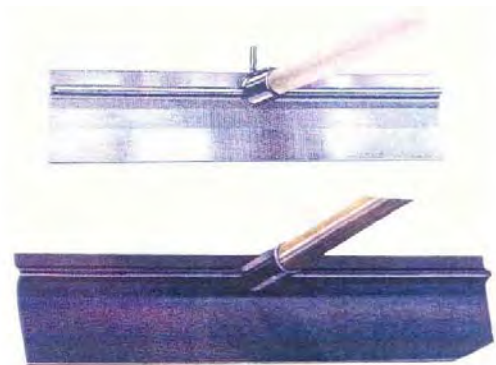


Figura A.162 – JALADOR PARA CONCRETO EN LOSAS Y FIRMES

Fuente: Catálogo de productos, Empresa BON TOOL

Esta herramienta es de gran utilidad para distribuir el concreto durante el proceso de colado de losas y firmes antes de proceder a la nivelación y vibrado. Existen jaladores con hoja de acero y de aluminio (para mayor ligereza). En ambos casos se utilizan mangos de madera.

- *Alisador (en inglés Bullfloat)* – Es una llana larga de peso ligero (de madera, de magnesio o de duraluminio) operada con un mango largo para alisar las superficies de losas o firmes inmediatamente después de haberse regleado.



A

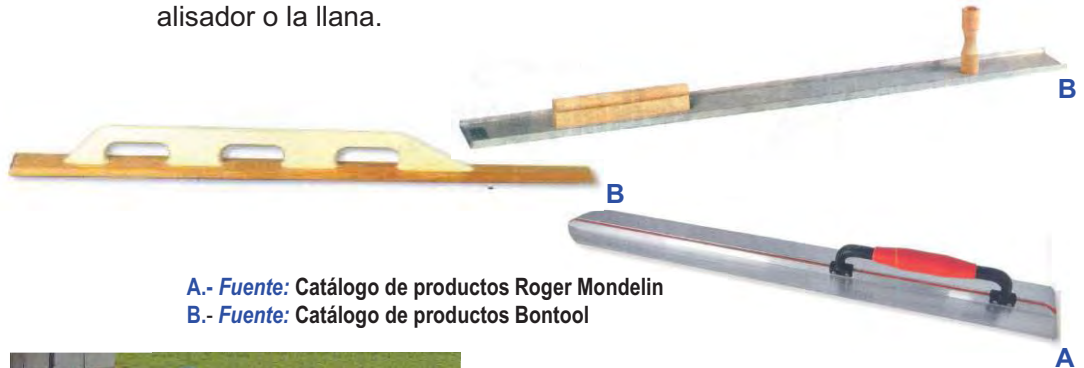


B

Figura A.163 - ALISADOR PARA ACABADOS DE LOSAS Y FIRMES DE CONCRETO

Fuente: Catálogos de productos, Empresas ROGER MONDELIN y BON TOOL

- *Darby* - Complementariamente al trabajo del alisador (donde éste no puede entrar) sirve para alisar esquinas, rincones o zonas particulares. Sirve también para embeber el agregado grueso dejado expuesto por el alisador o la llana.



A.- Fuente: Catálogo de productos Roger Mondelin

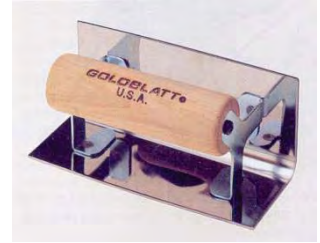
B.- Fuente: Catálogo de productos Bontool



Figura A.164 – REGLA – Apoyada en guías húmedas formadas con el mismo concreto, reglea al concreto en losas y firmes después de haber sido distribuido. Se le pueden intercambiar largos de regla a los brazos.

Fuente: Catálogo de productos MACC

- A □ **Figura A.165 - Volteador** – Muy conocido pero poco aprovechado para bordear las aristas de las losas y firmes con objeto de consolidar y dar la resistencia necesaria a las zonas más expuestas a golpes que despostillan los ribetes de las obras de concreto.



- A □ **Figura A.166 – Junteadoras** – Para la formación de ranuras en fresco sobre la superficie del concreto con objeto de formar las juntas de retracción para guiar las fisuras potenciales debidas al proceso de secado del concreto.



- A □ **Figura A.167 - Batidores de mortero** – Para el mezclado y el remezclado del mortero en artesas de 400 l o en mezcleras.

A.- Fuente: Catálogo de productos Bontool

B.- Fuente: Catálogo de productos Roger Mondelin

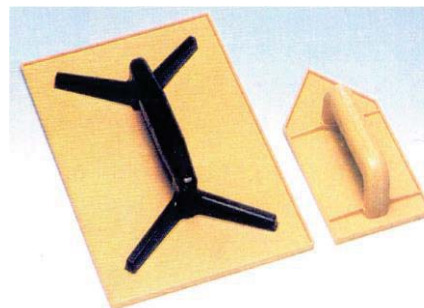


- A □ **Figura A.168 - Llaguero con barriles intercambiables** – Para la realización de junteo o rejunteo en mamposterías aparentes.



- B □ **Figura A.169 - Planas** – De gran dimensión y ligereza que permiten lograr mayor rendimiento y calidad del trabajo.

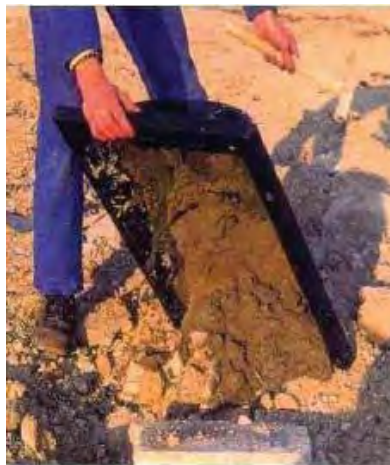
Existen algunos diseños en punta que permiten repasar y detallar cualquier imperfección en el acabad



Herramientas para trabajos de albañilería



MEZCLERA PARA ALBAÑIL de hule de alta resistencia con fondo medio cilíndrico. Dimensiones 8.5 x 50 x 17 cm. Peso propio 5 kg. Capacidad 35 litros de mortero.



La ausencia de aristas simplifica su limpieza.



Su forma facilita el mezclado y la toma de mortero con la cuchara.

Evita también que el mortero permanezca inerte y, por tanto, favorece su utilización.



La poca superficie de contacto de la artesa con el suelo permite correrla sobre el andamio evitando esfuerzos importantes.



Gracias a su forma es fácil de apilar y almacenar.

Figura A.170 – MEZCLERA DE HULE – Como ventaja sobre las mezcleras de madera están su ligereza, su mayor capacidad, su fácil limpieza y un mayor número de usos.

Fuente: Catálogo de productos, Empresa TALIAPLAST



Figuras A.171 – BASES, CHAROLAS Y CUBETAS PARA MORTERO
Fuente: (a) Productos BON TOOL, (b) producto MACC, (c) producto ROGER MONDELIN

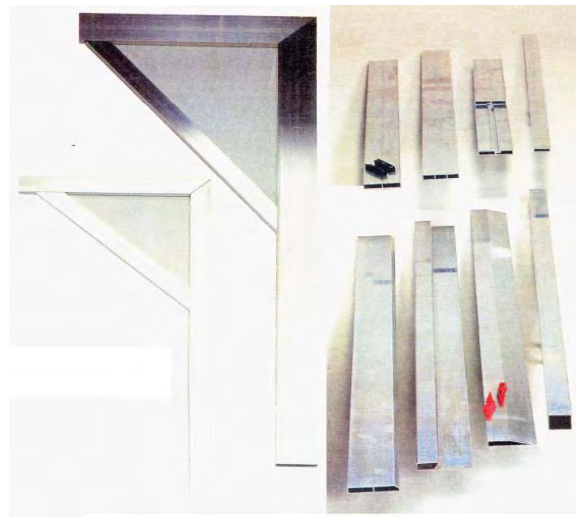
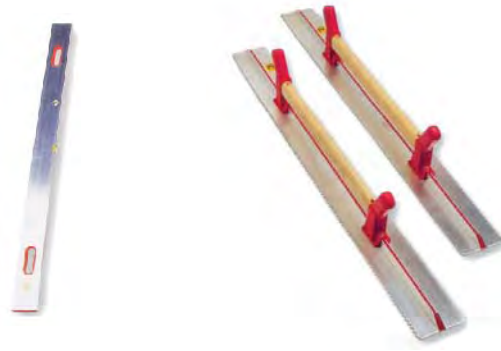


Figura A.172 - Dispositivo conveniente para vaciado de concreto en huecos de muros de mampostería



Figura A.173 - EMBUDO de llenado con mortero de huecos en muros de mampostería

- *Reglas y escuadras de albañil* – De gran dimensión y ligereza para el aseguramiento y verificación de las obras de albañilería y concreto, para mayor confort y rendimiento en trabajos de aplanados.



Fuente: Catálogo de productos, Empresa ROGER MONDELIN



Esta herramienta permite ir asegurando la escuadra a 90° de diferentes trabajos de albañilería como pavimentos y desplantes de muros.

Para su almacenaje y manipulación puede plegarse fácilmente.

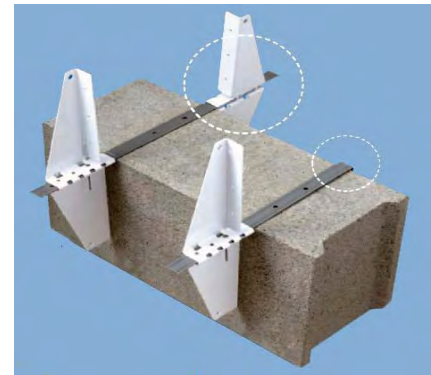
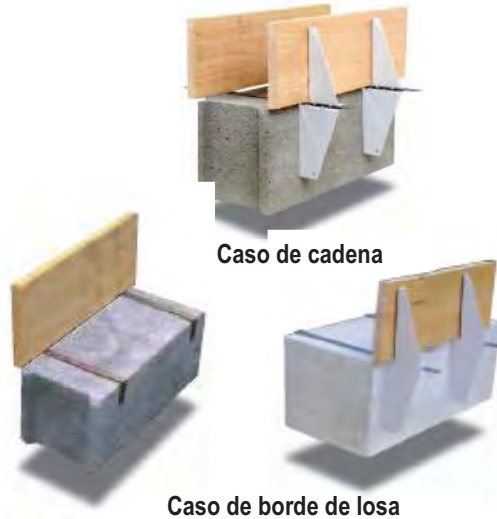
Figura A.174 – ESCUADRAS Y REGLAS DE ALBAÑIL

Fuente: Producto de la Empresa PAVE-TECH



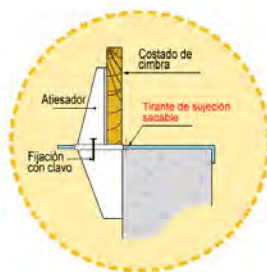
Figura A.175 – SARGENTOS PARA SOPORTE DE CIMBRA DE COSTADOS, DE CADENAS, CASTILLOS Y TRABES

Fuente: Producto de ROGER MONDELIN

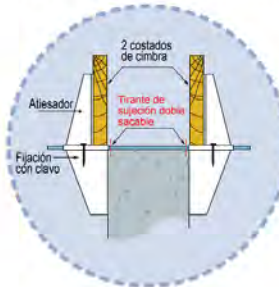


Atiesadores y tirantes de sujeción colocados sobre enrase de muros de block sin dañar las piezas

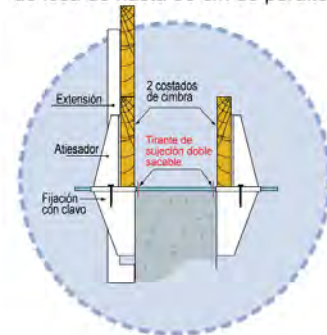
Para bordes de losa:
Atiesador y tirante de sujeción



Para cadenas de enrase:
Atiesador con tirante de sujeción doble



Para cadena o trabe perimetral de losa de hasta 30 cm de peralte:



Cimbrado de bordes de losa con atiesadores



Colado de losa con cimbra y atiesadores

Figura A.176 – ATIESADORES DE ACERO REUTILIZABLES CON TIRANTES DE SUJECIÓN A CADA 60cm. que pueden sacarse del colado sin necesidad de herramienta con una importante reducción de tiempo de colocación y retiro de las piezas. No deja hoyos que tengan que rellenarse.

Fuente: Catálogo Serre-Joints CROC, Empresa PLUM



Figura A.177a – PROCESO INCORRECTO DE COLOCACIÓN DE ADOPASTOS - En esta fotografía los trabajadores están pisoteando la cama de arena haciendo difícil e inestable la nivelación de la obra terminada.



Figura A.177b– REGLA DE EXTENDIDO Y NIVELADO DE CAMA DE ARENA SOBRE GUÍAS



Figura A.177c– PROCESO CORRECTO DE COLOCACIÓN DE ADOQUINES

Los adopastos, los adocreos y las losetas deben de colocarse por el sistema denominado “en punta de lanza” que consiste en ir colocando las piezas sobre la cama de arena perfectamente nivelada, ubicándose tanto los trabajadores como el material que se esté colocando sobre el pavimento ya instalado.

Figura A.177 – COLOCACIÓN DE ADOQUINES, ADOPASTOS Y LOSETAS DE CONCRETO



Figura A.178a – ACCESORIOS PARA LA MANIPULACIÓN DE LOSETAS, ADOCRETOS Y LADRILLOS



Figura A.178b – COLOCADORES MANUALES DE ADOQUINES DE CONCRETO



Figura A.178c – PINZAS DE COLOCACIÓN MANUAL POR UNA PERSONA



Figura A.178d– PINZAS DE COLOCACIÓN MANUAL ENTRE DOS PERSONAS



Figura A.178e – ALINEADOR DE ADOQUINES O LOSETAS



Figura A.178f – PINZAS CON MANUBRIOS



Figura A.178g– CORTADORA DE ADOQUINES PARA PIEZAS DE AJUSTE



Figura A.178h– ACCESORIO PARA LA EXTRACCIÓN Y REPOSICIÓN DE PIEZAS DE ADOQUÍN

Figura 3.178 – HERRAMIENTAS DIVERSAS PARA LA COLOCACIÓN DE ADOQUINES, LOSETAS Y DE PLACAS DE ADOPASTO - Fuente: Catálogo de productos, Empresa PROBST

Las herramientas mostradas son sólo algunas referencias más comunes y fácilmente aprovechables para trabajos de albañilería de una gama amplísima que existe también en el mercado para trabajos de yeso, tablaroca, pintura, carpintería, plomería, electricidad, jardinería, etc. hay también una extensa oferta de herramientas que vale la pena conocer y comenzar a utilizar integrándolas en los planes de capacitación que se implanten.

El constante desarrollo de herramientas es un indicio de que la construcción, sin desligarse de la tradición, ha tenido una evolución impresionante en los últimos años y que sin embargo, en nuestro contexto, hay un estancamiento y un divorcio de este proceso global; por ello, el trabajador de la construcción, trabaja con herramientas obsoletas y limitadas llegando a veces a la adaptación burda de materiales simples para usarlos como herramienta improvisada por falta de inversión en el herramental más adecuado y actual en aras del ahorro en algo supuestamente superfluo por parte de los niveles directivos de las empresas sin percatarse de las oportunidades de desarrollo que se tienen enfrente.

Las herramientas de alto desempeño son también un medio para motivar y profesionalizar a los trabajadores de la construcción, a quienes hasta la fecha se les tiene considerados de poco valor y requieren ser revalorados y aprovechados al darles el conocimiento de las herramientas y medios de trabajo que les permitan dominar su oficio con productividad, facilidad, confort, limpieza, organización, seguridad y calidad.

Por otra parte, es básico que los arquitectos e ingenieros adquieran el conocimiento actualizado y constante de los oficios de la construcción y cerrar con ello la evidente brecha de comunicación y sensibilización existente.

Quienes aprendan a usar con provecho tanto los medios auxiliares como las herramientas modernas tendrán un nivel muy competitivo de su oficio al promedio existente, se acostumbrarán a trabajar con mayor eficiencia y facilidad.

Como una útil acción complementaria al aprovechamiento de herramientas modernas, hay que fomentar y enriquecer las habilidades manuales de los trabajadores de la construcción inculcándoles a través de los programas de capacitación la cultura del bricolage.

El bricolage es una palabra francesa que implica en su significado la ocupación con maña, destreza y gusto, de toda clase de pequeños trabajos manuales de reparación, mantenimiento y de realización de pequeños objetos.

La cultura del bricolage desarrolla en las personas el talento necesario para ejecutar todo tipo de trabajo manual. El conocimiento amplio de herramientas y medios así como la rápida familiarización para su utilización permitirá con mayor facilidad llegar al desarrollo de multihabilidades tan necesarias en los trabajos de edificación y de construcción urbana.

Además de las herramientas manuales (comenzando por las pinzas, llaves Allen, desarmadores, etc.), de los medios auxiliares y del equipo, existe una amplia gama de máquinas herramientas para trabajos de excavación en suelo duro y demoliciones, de colados de losas de concreto como los vibradores de inmersión de alta frecuencia, las reglas vibratorias, las llanas vibratorias, los vibradores externos y las allanadoras mecánicas, así como los acostumbrados taladros y rotomartillos y las cortadoras de todo tipo.

Los tres tipos de fuerza motriz que estas máquinas tienen son: la eléctrica, la térmica (de gasolina o diesel) y la neumática.

Hay otras pequeñas máquinas herramientas que aunque se conocen tienen inexplicablemente poca utilización.

Para sólo dar algunas referencias que refuercen la inquietud sobre la necesidad de conocer con mayor amplitud y profundidad las herramientas y medios para hacer un trabajo productivo y de calidad, se incluye la presentación de algunas máquinas herramientas.



Figura A.179a – MARTILLOS ROMPEDORES ELÉCTRICOS

Figura A.179b – MARTILLOS ROMPEDORES DE GASOLINA

Figura A.179 – MARTILLOS ROMPEDORES ELÉCTRICOS Y DE GASOLINA

Fuente: Catálogo publicitario, Empresa WACKER

Los **MARTILLOS ROMPEDORES MANUALES** son de gran utilidad cuando se tienen que excavar suelos duros (roca, tepetate) o se tienen que hacer trabajos de demolición y no se dispone de un martillo romperocas montado sobre una máquina de construcción o cuando dicha máquina no tiene forma de acceder al sitio de trabajo.

Estas máquinas-herramientas, por su alto rendimiento con respecto a un trabajo manual de cuña y marro o pico y pala ofrecen una buena relación de costo-beneficio así como un trabajo menos laborioso e inseguro para los trabajadores.

Disponen de varias opciones de diseño de picas (de punta, de cincel, etc.).

El equipo de vibración del concreto es indispensable para densificarlo y dejarlo sin burbujas de aire atrapado.



Figura A.180a – VIBRADORES DE INMERSIÓN ELÉCTRICOS DE ALTA FRECUENCIA CON CONVERTIDOR INTEGRADO –

La longitud de su cable de alimentación eléctrica conectado a un *generador de pequeño volumen* evita la necesidad de estar transportando el cuerpo motriz que tienen los vibradores tradicionales, facilitando considerablemente el trabajo de vibrado incluso en zonas de difícil acceso.

La alta frecuencia y, la potencia y robustez de estos equipos, asegura un eficiente y alto vibrado del concreto.

Figura A.180b – GENERADOR ELÉCTRICO (plantas de luz) –

Son de gran utilidad para energizar todo tipo de equipo manual de obra, (vibradores, rompedoras, taladros, etc.). Existe una amplia gama de capacidades y dimensiones.

Fuente: Catálogo WACKER

Figura A.180 – VIBRADORES DE INMERSIÓN ELÉCTRICOS con su generador en caso de obras sin energía disponible.

Fuente: Catálogo publicitario, Empresa WACKER

La *regla vibratoria*, a diferencia de los vibradores de inmersión, transmite desde la superficie de una losa o firme de concreto la vibración necesaria para compactar el concreto uniformemente, y no puntualmente, con rapidez dando a la vez un acabado nivelado y uniforme.



Figura A.181a



Figura A.181b

Figura A.181 – REGLA VIBRATORIA MONOPERFIL para vibrar y nivelar eficiente y productivamente las losas y firmes de concreto

Fuente: Catálogo publicitario de la Empresa WACKER

Para lograr la nivelación deseada es necesario colocar, en los extremos de la regla, guías metálicas o de madera bien fijadas con el nivel deseado y verificado sobre las cuales se correrá la regla a medida que se vaya avanzando en el colado.

La vibración se da por medio de un vibrador que se compone de un motor (eléctrico o térmico) que acciona dos masas descentradas a 3000 revoluciones por minuto; el vibrador va montado sobre la regla, la cual transmite toda la vibración al concreto. A pesar de su utilidad y eficiencia es hasta ahora poco utilizada.

Existen *reglas vibratorias de doble perfil* de longitud fija y regulable (telescópico) para ajustar su longitud a la de la losa o firme a alisar y vibrar. Los dos perfiles están separados 400 mm aproximadamente.

El primer perfil reglea, rebaja y nivela el concreto sobre-elevado con respecto al nivel deseado, asegurando que no falte concreto en el espesor de la losa o firme (siempre debe de irse dejando frente al primer perfil un excedente de concreto que alimente al paso de la regla para no dejar baches). El concreto refluye entre los dos perfiles y la superficie no queda aún totalmente acabada.

El segundo perfil da el acabado liso requerido, elimina los defectos y los faltantes eventuales de concreto, asegura el acabado y la vibración y acentúa el alisado.

Las reglas de doble perfil no necesitan por tanto dar dos pasadas sobre la superficie del concreto (Ver figura **A.182**).



Obra Lomas del Parque III, Infonavit

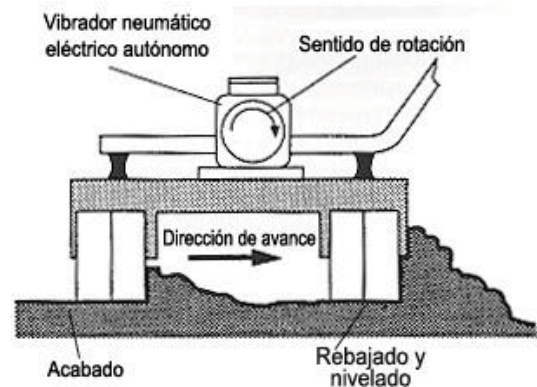


Figura A.182 – REGLA VIBRATORIA DE DOBLE PERFIL – *Fuente: Información Técnica, Empresa STV.*

Existe otra solución sencilla aplicable a casos menos voluminosos de concreto a alisar (firmes y losas de poca superficie) que consiste en colocar un vibrador a dos reglas de albañil de duraluminio de la longitud requerida.

Se logra con ello el mismo efecto de la regla de doble perfil. Para trabajos pequeños, el vibrador es eléctrico, tiene dos cables con mancuernas de jalado y se arma de manera rápida y sencilla (ver figura **A.183**).

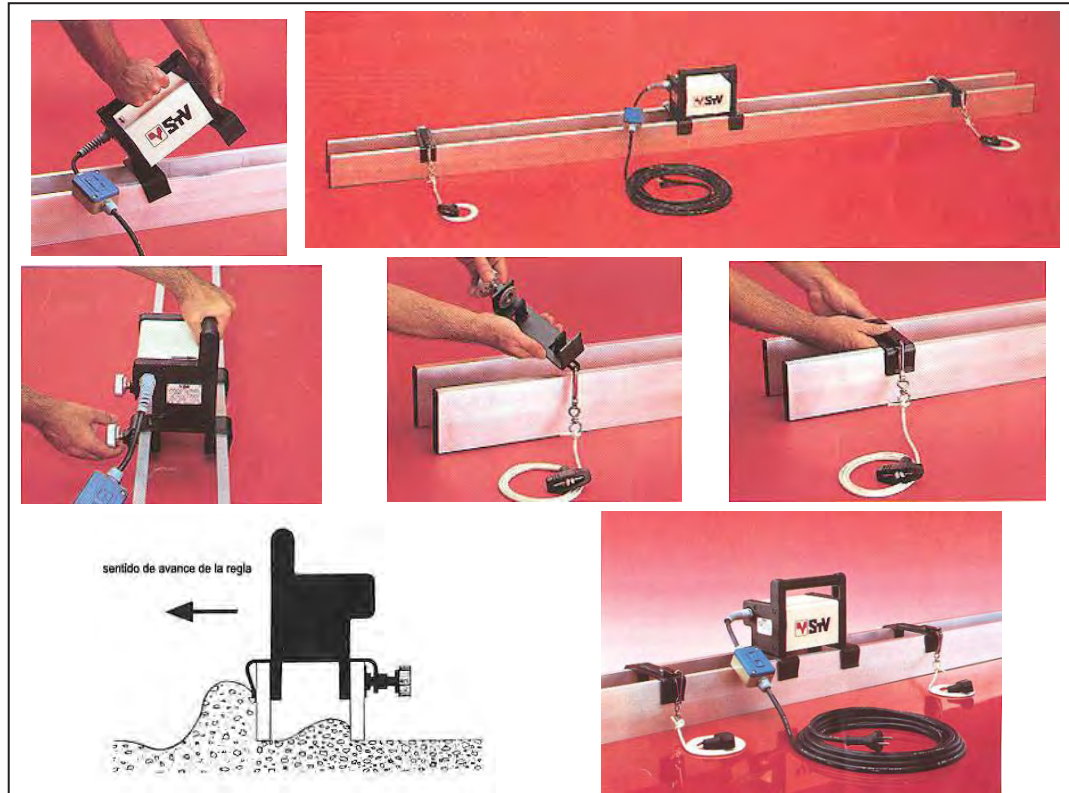


Figura A.183 – REGLA VIBRATORIA FORMADA POR UN VIBRADOR Y DOS REGLAS DE ALBAÑIL - Fuente: *Catálogo publicitario, Empresa S.T.V.*

El rodillo de alisado (*Rminio de Roller Stricker*) es una solución alternativa para reglear los firmes, losas y pavimentos de concreto.

Este equipo menor es aún menos conocido y utilizado hasta ahora en nuestro medio, aunque se utiliza cada vez más a nivel mundial.

La forma de consolidación del concreto se logra por el peso del rodillo al rodar sobre el concreto ya que no incluye vibración.

Su fuente de energía puede ser hidráulica o neumática y por ello requiere de un motor con bomba hidráulica de alimentación o un motor con compresor.

En las siguientes figuras **A.184a** y **A.184b** se muestra su forma de utilización.



Figura A.184a



Figura A.184b

Figura A.184 – EJEMPLO DE RODILLO DE ALISADO sobre guías extremas. Fuente: *Publicidad de Empresa ROLLER STRICKER – ERRUT PRODUCTS LTD.*



LA FIJACIÓN DEL VIBRADOR EN LA VARILLA PUEDE HACERSE EN DOS POSICIONES



EFECTO DE UN VIBRADOR EXTERNO ACOPLADO A LA VARILLA EN EL CONCRETO DE UN CASTILLO AHOGADO



1) CORTE DE MURO POR CASTILLO AHOGADO MOSTRANDO UNA TÉCNICA INADECUADA DE CONSOLIDACIÓN DEL CONCRETO DE RELLENO



2) CORTE DE MURO POR CASTILLO AHOGADO MOSTRANDO LA TOTAL CONSOLIDACIÓN DEL CONCRETO DE RELLENO CON UN VIBRADOR DE VARILLA

Figura A.185 – VIBRADORES ELÉCTRICOS EXTERNOS PARA LA COMPACTACIÓN DEL CONCRETO O DE MORTERO EN CASTILLOS AHOGADOS EN LOS HUECOS DE LA MAMPOSTERÍA (Muros de block de concreto hueco o de ladrillo hueco) – Estos vibradores transmiten la vibración por contacto y a través de la varilla del castillo ahogado. Con este equipo se asegura la compactación del concreto de los castillos ahogados que tan difícil es de lograr por otros medios. Su utilización requiere de una persona dedicada para ir fijando el vibrador en la varilla e ir haciéndolo funcionar conforme se vayan llenando los huecos del muro a rellenar. Cuando el hueco se termina de llenar, el concreto queda totalmente consolidado y no se requiere ningún repaso. Se recomienda vibrar después de cada 60 u 80 cm de altura de llenado. El vibrador colocado en el acero de refuerzo está ampliamente reconocido como una alternativa aceptable y más eficiente con respecto a los medios de vibración o consolidación tradicionalmente utilizados para estos casos.

Fuente: Catálogo de productos, empresa OZTEC

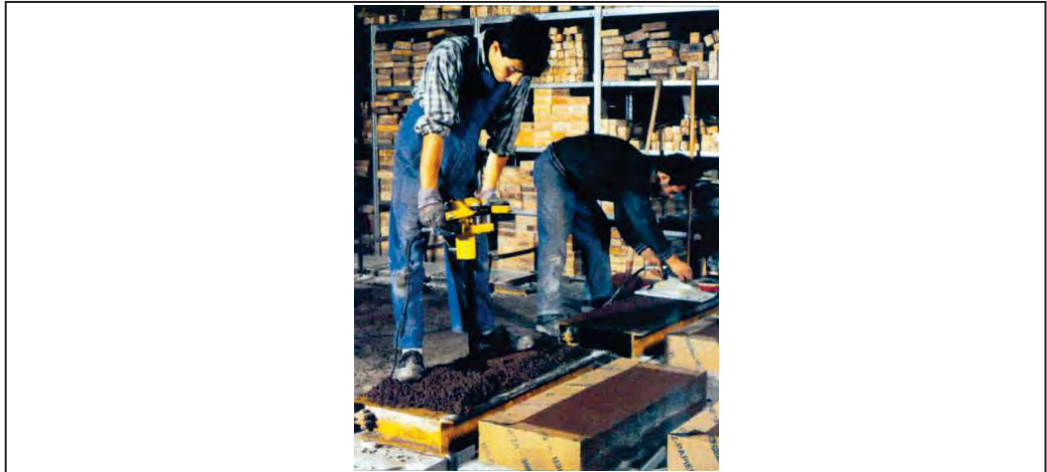


Figura A.186 – APISONADORAS VIBRATORIAS Y TALOCHAS VIBRATORIAS ELÉCTRICAS – Son equipos ideales para la compactación al detalle de elementos de concreto fabricados en un puesto de precolados - *Fuente: La vibración del concreto – CERIB, p. 69*

Existen también los vibradores externos que se colocan en las cimbras o en los moldes estratégicamente para compactar al concreto a través de su encofrado.



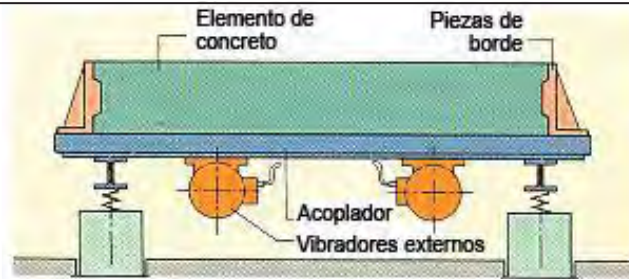
Figura A.187a – UTILIZACIÓN EN CIMBRAS INDUSTRIALIZADAS



Figura A.187b – UTILIZACIÓN EN MOLDES

Figura A.187 – VIBRADORES EXTERNOS – *Fuente: Catálogo de Productos Empresa STV*

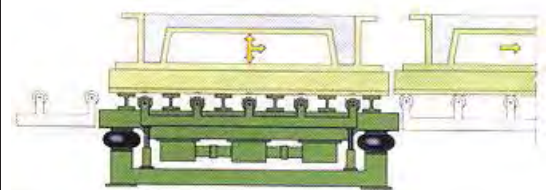
Para el caso de piezas precoladas en un puesto o taller de prefabricación se utilizan mesas vibratorias o caballetes vibratorios equipados con vibradores externos cuya ubicación y potencia están pensadas para transmitir la vibración uniforme al molde y al concreto.



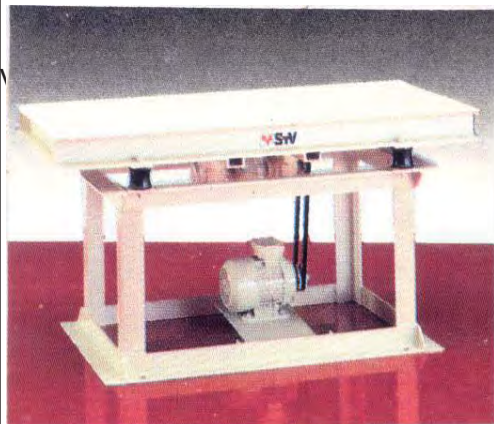
Principio de la mesa vibratoria - (*) p.223



Caballete vibratorio - (*) p.49



Mesa vibratoria oculta apoyada sobre bases neumáticas - (*) p.59



Mesa vibratoria – Doc. STV

Figura A.188 – MESAS VIBRADORAS – Fuente: *La Vibración del Concreto* – CERIB y (*) *Fachwissen Bau, Maurer, Beton-und Stahlbetonbauer, BATRAN et Al., 1999.*

El objeto de utilizar equipo de vibración para el concreto y equipo de vibrocompactación para algunos productos industrializados de concreto y para la consolidación de suelos es el de sacar el aire intersticial del material para hacerlo más denso y, por tanto, más resistente y más durable al limitar la futura penetración de agua de lluvia en su masa con la consecuente intromisión de organismos dañinos.

En el caso del concreto existe últimamente una nueva gama de concretos y morteros *autocompactantes y autonivelantes* que no requieren de la vibración para su consolidación.

Este tipo de concretos y morteros tienen una consistencia bastante fluida similar a la del chocolate espeso o del atole, lo cual permite llenar las cimbras por bombeo desde su parte inferior de manera similar a la de llenado de un recipiente; ello requiere que las cimbras o los moldes estén perfectamente estancos ya que cualquier pequeña hendidura provocará una fuga.



Para firmes autonivelantes, hay que asegurarse que también la superficie de soporte no tenga fisuras o hendiduras que permitan la fuga del material.

Se aplica con manguera y se utilizan herramientas de extendido del material y de eliminación de burbujas muy sencillas como tubos o cepillos extendedores como se aprecia en la figura **A.189**.

Se utilizan también tripies de referencia para ajustar el nivel de enrase del firme o losa. Estos tripies se colocan en tresbolillo a cada 1.50 m aproximadamente referidos a un nivel láser o a un nivel de manguera.

Los concretos y morteros tienen un costo mayor pero, a la medida en la que se difunda su utilización, se volverán competitivos y ampliamente utilizados.

Los concretos y morteros auto-compactantes y autonivelantes tienen como ventaja el no requerir vibración ni el molesto ruido que genera y que puede incluso afectar la salud de los trabajadores. Debido a su alta estabilidad tampoco requiere de juntas de contracción.

Las *Allanadoras Mecánicas*, también llamadas alisadoras fratasadoras o coloquialmente helicópteros, se utilizan para pulir los firmes y las losas con una especificación de acabado liso.

Existen en el mercado varios diámetros de allanadoras siendo las de 900 mm de diámetro las más comúnmente utilizadas en las obras de edificación ya que corresponden al diámetro medio que pasa por todas partes y representan la mejor relación peso/rendimiento.

Las allanadoras de 600 mm de diámetro son las menos utilizadas por su bajo rendimiento y, por tanto, hay pocos fabricantes que las proponen.

Las allanadoras de 1200 mm de diámetro son las más grandes fabricadas a la fecha y corresponden a los grandes rendimientos de pulidos (da un rendimiento del doble al de las allanadoras de 900 mm) y son las más grandes que puede maniobrar un operador (por peso, voluminosidad y facilidad de operación).

A veces se utilizan acoples en serie de dos o tres allanadoras sobre un mismo chasis. El operador va sentado sobre la máquina y todos los controles se concentran en un joist stick y en un balancín como los de los aviones. Estos sistemas permiten duplicar o triplicar el rendimiento de una allanadora sola de 1200 mm. Estas máquinas son poco comunes en edificación de vivienda ya que sólo se rentabilizan en superficies demasiado grandes.

El componente principal de esta máquina es el bloque reductor. Está constituido por un carter sellado que contiene, dentro de aceite, un par de ruedas y tornillos sin fin de engranaje (rueda de bronce y tornillo de acero) que reduce la velocidad del motor y transmite su movimiento de rotación al rotor de la allanadora por medio de un embrague especial con seguridad. Este rotor tiene una velocidad de rotación de 100 a 125 revoluciones por minuto y es el que porta los brazos de soporte de las aspas.

Por una mala utilización, las allanadoras mecánicas pueden llegar a ser muy peligrosas tanto por su peso como por el importante frotamiento que hacen las aspas sobre el concreto fresco. Las aspas son cortantes y con su rotación pueden cercenar todo lo que pase a su alcance.

Los sistemas de seguridad ligados a la transmisión de la potencia del reductor han sido y son motivo de estudios muy serios.

Todos los riesgos de estos equipos son del tipo “hombre muerto” y se necesita mantenerlos permanentemente agarrados de la empuñadura de control por parte de su operador.

La rotación y el batido de las aspas siempre están protegidos por una jaula de acero fijada al reductor.. Esta jaula también debe estar diseñada y fabricada conforme a norma para impedir la penetración accidental de un pie del operador a la zona de aspas durante el funcionamiento de la máquina o simplemente evitar todo contacto de las aspas con algún obstáculo que sobrepase el nivel del piso.

En cuanto a las aspas de alisado, existen tres tipos de aspas y un disco. Cada una corresponde a un tipo de trabajo de acabado bien preciso (ver figura [A.190](#))

- Aspas de desbaste (dan un acabado poco pulido)
- Aspas de acabado
- Aspas mixtas
- Disco de alisado.



Las *aspas de desbaste* (de alisado burdo) son de gran ancho de acero común de buen espesor (2 a 2.5 mm) están concebidas para efectuar la primera pasada de pulido sobre el concreto fresco.

Los cuatro bordes de las espas están realzados para evitar el raspar o penetrar bajo el nivel existente sobre el concreto aún fresco.

El trabajo con estas espas se efectúa a nivel. Su objeto es el de nivelar hondonadas y salientes de la losa y preparar el acabado.

Se sobreponen con clips las espas de desbaste sobre las espas de acabado previamente montadas sobre la allanadora.

Las *aspas de acabado* son más estrechas y están fabricadas con acero flexible de alta calidad para la resistencia al desgaste. Están concebidas para efectuar la segunda pasada de pulido después de la pasada de desbaste.

Este trabajo necesita una inclinación más o menos grande de las espas (ángulo de incidencia) ya que hay que raspar para alisar el concreto sin penetrarlo como la llana del albañil que se desliza para asegurar el perfecto acabado de su trabajo. La inclinación por tanto va en función de la dureza del concreto en el momento del acabado y de la habilidad y experiencia del operador.

Las espas de acabado son las que se encuentran con más frecuencia montadas de origen en las allanadoras nuevas, ya que sirven de soporte a las espas de desbaste. Su montaje se hace por medio de ajuste para la nivelación de cada espasa. La nivelación de las cuatro espas debe ser perfecta.

Las *aspas mixtas*, como su nombre lo indica, este tipo de espas puede utilizarse para reemplazar a las espas de desbaste y de acabado. Su forma está estudiada para responder lo más posible a las exigencias de los dos tipos de trabajos. Se atornillan directamente sobre el brazo porta-aspas como las espas de acabado.

Es evidente que estas aspas de concepción híbrida no pueden reemplazar realmente la calidad de ejecución y de acabado de la superficie obtenida con el empleo sucesivo de los dos tipos de aspas precedentes.

Tienen la misma superficie que las aspas de desgaste y la misma calidad de acero, sin embargo, no tienen la misma flexibilidad ni la misma calidad (resistencia al desgaste) que las aspas de acabado e, incluso, no son reversibles, lo que divide entre dos su duración de vida utilizándolas como aspas de “acabado”. Sin embargo, su facilidad de utilización compensa a veces esta desventaja, principalmente para quienes se dedican a la renta de estos equipos dada la simplificación administrativa de las máquinas ya que basta con tener en stock un sólo tipo de aspas.

El *disco de alisado* se utiliza para alisar losas o firmes de concreto de poco espesor o losas cuyo acabado de concreto no amerita suficientemente la utilización habitual de aspas de alisado burdo.

Se abrocha sobre las aspas de acabado pulido de la misma manera que se hace con las aspas de desbaste. El material de que está hecho y su espesor es similar o incluso idéntico al de las aspas.

Permite, gracias a su amplia superficie de contacto, disminuir en gran proporción la presión de allanado sobre el concreto fresco. Para conocer sus ventajas se comparan los dos principios (aspas de desbaste y disco) encontrando a continuación el análisis comparativo entre un juego de aspas de desbaste y un disco de alisado montado sobre una allanadora de 90 cm de diámetro.

- *Superficie de contacto de un juego de aspas:*

$$20 \times 33.3 \text{ cm} \times 4 = 2\,664 \text{ cm}^2$$

Para una allanadora de un peso medio de 72 kg obtenemos una carga de 27 g/cm² (72 000g/2,664 cm²)

- *Superficie de contacto de un disco de 90 cm de diámetro:*

$$\left(\frac{90}{2}\right)^2 \times 3.1416 = 6,362 \text{ cm}^2$$

Para un mismo peso medio de una allanadora de 72 kg obtenemos en esta ocasión una carga de 11.3 g/cm² (72 000g/6,362 cm²)

O sea una relación de cargas de $11.3/27 = 0.42 = 42\%$; $1 - 42 = 0.58 = 58\%$ (hay casi un 58% menos de presión sobre la losa).

Constatamos que el disco permitirá hacer trabajos más delicados o intervenciones más rápidas.

El disco presenta, sin embargo, algunos inconvenientes: Primeramente su amplia superficie de contacto genera un efecto de succión sobre el concreto que provoca reacciones de par inverso muy importantes actuando sobre el timón. Se necesita, por tanto, un manejo y una manipulación más cerrada de la máquina y un trabajo más difícil para el operador.

En segundo lugar, tomando en cuenta estos esfuerzos adicionales, el disco sólo es utilizable en diámetros de hasta 90 cm como máximo.



Timón plegable



Timón rígido

Figura A.191 – ALLANADORA – Fuente: Producto S.T.V.

La *placa vibratoria con suela desmontable de poliuretano* para no dañar el acabado de las piezas sobre las que se aplica la compactación, la cual es indispensable para la compactación de materiales y bases granulares y pavimentos de asfalto y adoquines o losetas.

Este tipo de equipo en principio ha sido predestinado para la compactación de suelos granulares; sin embargo, gracias al acoplamiento de una placa o suela de poliuretano fijada directamente a la placa base, se puede utilizar con bastantes buenos resultados para compactar los pavimentos de adocreto asentados con arena siguiendo el procedimiento de ejecución descrito en *Guía de diseño y realización de pavimentos de adoquín de concreto* publicada por la FIB (1992) y las recomendaciones y explicaciones dadas a través de cursos prácticos por el fabricante del equipo.

La placa trabaja con óptimo comportamiento tanto en avance como en retroceso lográndose rendimientos superficiales de hasta 630 m²/h. La suela de poliuretano viene doblada y extendida hacia arriba y hacia los costados para permitir un trabajo sin problemas aún en las zonas extremas limitadas por guarniciones.

Este equipo no sólo es utilizable en la compactación de pavimentos de adoquines sino que se rentabiliza ampliamente al utilizarse, como ya se mencionó, en la compactación de suelos granulares y materiales mezclados con aglomerantes asfálticos o hidráulicos en áreas confinadas o estrechas como cepas, camas de grava o arena. Es imperativo desmontar la placa de poliuretano cuando se requiera emplear la máquina en estos trabajos.

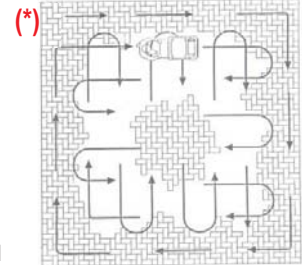
Precaución: No compactar con la placa de poliuretano sobre el adocreto cuando existan sobre su superficie gravas trituradas con cantos filosos para evitar dañarla, dichos materiales deberán barrerse antes del paso de la placa.



Figura A.192a – PLACA DE DESLIZAMIENTO DE POLIURETANO



Figura A.192b– PLACA VIBRATORIA CON SUELA DE POLIURETANO



(*) Secuencia de trabajo de compactación en adocreto utilizando placa vibratoria con suela de poliuretano. Se va del perímetro hacia el centro de la superficie pavimentada. A todos los adoquines se les darán dos pasadas con la placa vibratoria antes del llenado de las juntas con arena de 0 a 2 mm de Ø. Por barrido se sigue la misma secuencia de compactación del perímetro al centro hasta constatar que queden totalmente retacadas las juntas, alimentando las juntas que vayan quedando vacías, barriendo la arena hasta su total llenado.

Fuente: Catálogo de productos, Empresa WACKER

Es importante aclarar que, aunque lo más conocido y acostumbrado es la apisonadora que se emplea para la compactación de rellenos de cepas y zonas exigüas sobre material arcilloso, no es recomendable usarla para compactar material granular ni pavimentos de adoquín: en estos casos es imprescindible el uso de una placa vibratoria. Por el contrario, la placa vibratoria no debe emplearse para compactar arcilla.

Figura A.193 – PLACA VIBRATORIA CON SUELA DE POLIURETANO – Verificar que el peso de la placa y la fuerza de vibración se adecue al espesor de la placa de adopasto y su resistencia mecánica.



Figura A.194 – APISONADORA CON MOTOR TÉRMICO

Fuente: Catálogo de Productos – empresa WACKER

La *cortadora y dobladora de acero* son también máquinas-herramienta de gran utilidad. El corte a base de muelas (en vez de cortar varillas con disco) reduce su costo y el riesgo de accidentes.



Figura A.195 – DOBLADORA DE VARILLA FIJA

Fuente: Catálogo de productos, empresa DIAMOND

Existe la versión combi que dobla y corta varilla con el mismo motor y chasis. Este tipo de equipos son los empleados en un centro o puesto de habilitado de acero instalado en el área de la obra conforme a un layout que incluye medios periféricos para la manipulación y almacenaje de varillas.



Figura A.196 – CORTADORAS PORTÁTILES PARA DIFERENTES DIÁMETROS DE VARILLA

Fuente: Catálogo de productos, empresa DIAMOND



Figura A.197 – CORTADORAS DE VARILLA PORTÁTILES



Figura A.198 – DOBLADORAS DE VARILLA PORTÁTILES

Fuente: Catálogo de productos, empresa NOVOPRESS

La *ranuradora* o también llamada rozadora de muros macizos y perforados es también de gran utilidad para la ejecución de ranuras para alojar instalaciones eléctricas o de plomería en muros. Las ventajas de esta herramienta son: precisión y uniformidad de corte, emisión nula de polvo en el área de trabajo gracias a la acción de una aspiradora integrada y ausencia de debilitamiento a los muros si se compara con el ranurado con cincel donde los martillazos y sus percusiones debilitan al muro y separan la unión entre piezas y mortero de junta.



Figura A.199 – RANURADORA O ROZADORA DE MUROS para el ahogado de canalizaciones. Para la perforación de muros para hacer pasos de instalaciones es también preferible utilizar taladros con sacabocados en vez de cincelos y marros para no debilitar tampoco a los muros por esta causa.

Fuente: Ranuradora Castor, catálogo de productos, empresa SMG

Existen también juegos de máquinas-herramientas, sencillas y económicas para el habilitado y la prefabricación de plomería a base de tubería de cobre como se muestra en la siguientes figuras **A.200**.

Hay también máquinas-herramientas y dispositivos para la prefabricación con tubería de plástico y otros materiales.



Figura A.200a – Dobladora para diferentes diámetros de tubo



Figura A.200b – Revólver para acampanados



Figura A.200c – Fijatubos



Figura A.200d – Abocinadora

Figura A.200 – MÁQUINA MULTIFUNCIÓN PARA EL HABILITADO DE TUBERÍA DE COBRE – Esta máquina herramienta es un pequeño taller portátil para la prefabricación de tubos de cobre.

Fuente: Catálogo de productos, empresa VIRAX

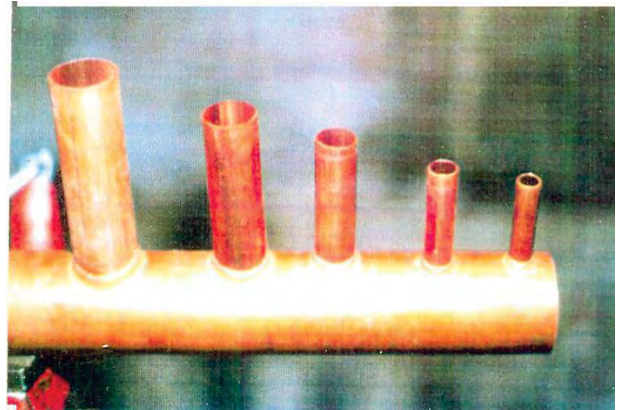


Figura A.201 – PREFABRICACIÓN DE TUBERÍA DE COBRE para instalación hidráulica con sencillas y económicas máquinas-herramienta para doblar, abocinar y conectar tubos en “T” ahorrándose con esto piezas de conexión y uniones soldadas.

Fuente: Fotografías de empleo de máquinas herramientas, empresa VIRAX, tomadas de empresa PREINSA

2.14. Automatización

- La Automatización: Consiste en utilizar mecanismos que funcionen parcial o totalmente por sí solos para controlar el desempeño de una máquina.

Cada vez más, los equipos de construcción vienen con automatismos integrados desde su fabricación, principalmente de bloqueo de funciones para la seguridad contra sobrecarga de pesos o contra momentos que puedan producir volcaduras o daños.

También pueden adaptarsele opcionalmente automatismos para la cuantificación de los trabajos realizados y de rendimientos.

Dependiendo de la función de cada equipo, existen dispositivos que automáticamente controlan la calidad del trabajo que se vaya realizando.

Los rodillos compactadores, por ejemplo, mediante un dispositivo (terrameter) puede ir midiendo la compactación que va logrando; las motoconformadoras pueden ir ajustando automáticamente su cuchilla de nivelación al disponer de astas visadas por un nivel de rayo láser.

Para la fabricación de concreto premezclado, las mezcladoras cuentan con sensores de humedad en los agregados y autorregulación en el pesaje que automáticamente ajustan la cantidad de agua especificada, descontando la eventual humedad que tengan la arena y la grava.

Hay también automatismos que registran la productividad de una máquina cuantificando el peso cargado en una jornada, el volumen, etc.

Los equipos de obra día a día tienen más componentes electrónicos y más automatismos.

La planeación se vuelve parte medular de la industrialización y la preplaneación es el principal componente de eficiencia.

Para construir rápido hay que planear (sin prisa pero sin pausa y a tiempo) completa y adecuadamente lo que se vaya a ejecutar.

La ejecución organizada y eficiente requiere no sólo de una profunda planeación sino de cambios estructurales de fondo que den como resultado nuevas configuraciones en los procesos que también impacten al producto resultante.

El origen de un cambio radical hacia la mejora está en el cambio de mentalidades, de actitudes, de competencias y de hábitos.

Estamos inmersos en un costumbrismo artesanal que debe ser sustituido por un cambio de forma de pensar y de actuar que aproveche los conceptos de la filosofía industrial.

En el cuadro siguiente (figura A.202) se tabulan las principales diferencias entre artesanía e industria.

<u>LA ARTESANÍA</u>	<u>LA INDUSTRIA</u>
Busca el respeto de la tradición del oficio haciendo sólo cambios en caso de no poder continuar haciendo lo mismo.	Cambia al ritmo del desarrollo tecnológico y lo impulsa hacia el cambio para mejorar.
Su precio es negociado.	Su precio está establecido tomando en cuenta la competencia, la oferta y la demanda.
Se da en el producto el sello personal de quien lo creó.	Da el producto más acorde posible a las necesidades de la sociedad para la que fue creado
Requiere de operarios calificados	Requiere de operarios especializados
El producto es único y hecho por un artesano.	Su producto es repetitivo y está hecho en equipo o por una o varias empresas.
Producción limitada.	Producción masiva.
Casi no se requiere inversión.	Se requiere inversión proporcional a lo producible
Poca o nula mecanización	Mecanización intensa
Sus procesos conllevan improvisación.	Sus procesos son planeados y previstos.
Los tiempos de realización son aleatorios.	Los tiempos de realización son programados y controlados.
La calidad la da su creador.	La calidad la dan las normas, los estándares, los códigos y la satisfacción del cliente.
A mayor cantidad, menor calidad y uniformidad.	La cantidad rima siempre con la calidad.

Figura A.202 – PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE ARTESANÍA E INDUSTRIA.

Para adoptar una mentalidad industrial en los procesos de desarrollo de proyectos se requiere abandonar la mentalidad artesanal de trabajar, la cual nos impide aplicar los valiosos conceptos de industrialización en desarrollos de gran escala con dominio de calidad, costo y tiempo.

Podemos comparar y extrapolar a la construcción los contemporáneos procesos industriales existentes en muchos países desarrollados y en otros sectores como los del automóvil, de la computación o de los electrodomésticos donde se aplica esta mentalidad.

Concretamente, veo a la industria automotriz como un referente de gran utilidad por ser una fuente interesante de ideas de aplicación más directa de sus procesos y formas de organización para la construcción, principalmente por su enfoque de armadora o de ensambladora de componentes, no queriendo decir con ello que no debemos hacer comparativas con otros sectores

Viendo ahora la construcción con otra perspectiva trataremos al *sistema constructivo visto bajo un enfoque industrial*.

Para tal efecto, el *Sistema Constructivo* es un conjunto de componentes coordinados dimensionalmente a partir de los cuales es posible construir casi totalmente edificios de formas variadas.

Este enfoque aplicado para la obra gruesa (obra negra) es la de los <<mecanos>> en su estructura y divisiones que pueden después complementarse mediante componentes de obra segunda para dar lugar a sistemas constructivos completos.

Los sistemas constructivos, la secuencialidad y los modos constructivos están englobados en el término “constructabilidad” (no constructibilidad), el cual se enfoca en el análisis de “las habilidades para construir” y en la visión constructiva desde las etapas más tempranas de la planeación

En nuestro caso los proyectos son industrializables por presentarse la circunstancia en la que proceso y producto se realizan muchas veces y se puede tener una planificación con actividades repetitivas con particularidades dadas por cada terreno específico llegando a aprovechar a la *repetitividad modular con una aplicabilidad casuística*.

Los sistemas constructivos se han llegado a dividir en dos grandes grupos:

- Sistemas cerrados
- Sistemas abiertos

Ambos son diferentes caminos de industrialización para llegar a lograr productividad con calidad.

Sistema cerrado – Es el sistema-edificio que sólo permite el intercambio de sus propios sub-sistemas, componentes y elementos (Ver figura **A.203**).

Dentro del esquema de los sistemas cerrados, los componentes y elementos más significativos son prefabricados más que industrializados, dando buenos resultados si se emplea una adecuada combinación arquitectónica de un máximo de tipificación de componentes con un máximo de variedad de productos.

Los sistemas cerrados tuvieron gran auge en los años cincuentas a setentas del siglo XX al surgir como respuesta a la fuerte demanda consecuente de la recuperación europea de la segunda guerra mundial donde la cantidad de viviendas iguales, construidas en terrenos de gran superficie, era la principal satisfacción de esta demanda.

Este fenómeno de demanda alta se ha estado dando en México en el sector de la vivienda de interés social en los últimos 20 años, sin embargo, las soluciones de carácter técnico distan mucho de parecerse a los sistemas cerrados que proliferaron en Europa debido a la falta de infraestructura industrial y al persistente costumbrismo artesanal.

Los sistemas cerrados requieren generalmente de medios de gran capacidad de carga y de importantes alcances de distancias y, por tanto, de fuertes inversiones económicas.

En México se ha optado por la racionalización constructiva de los sistemas constructivos tradicionales, lo cual ha sido una solución acertada en su concepto, pero, sin embargo, no se ha podido implantar la línea racionalizante a fondo y, por tanto, se tienen aún grandes nichos y oportunidades de mejora.

Se está dando una beneficiosa economía de escala por la talla de los proyectos al reducirse costos indirectos, costos de logística y descuentos al negociarse grandes cantidades de materiales y volúmenes importantes de obra.

Para la construcción de viviendas unifamiliares y plurifamiliares.



Figura A.203 – EJEMPLO DE SISTEMA CERRADO
Fuente: Catálogo Sistema UNISTAB, Empresa VERCELLETO

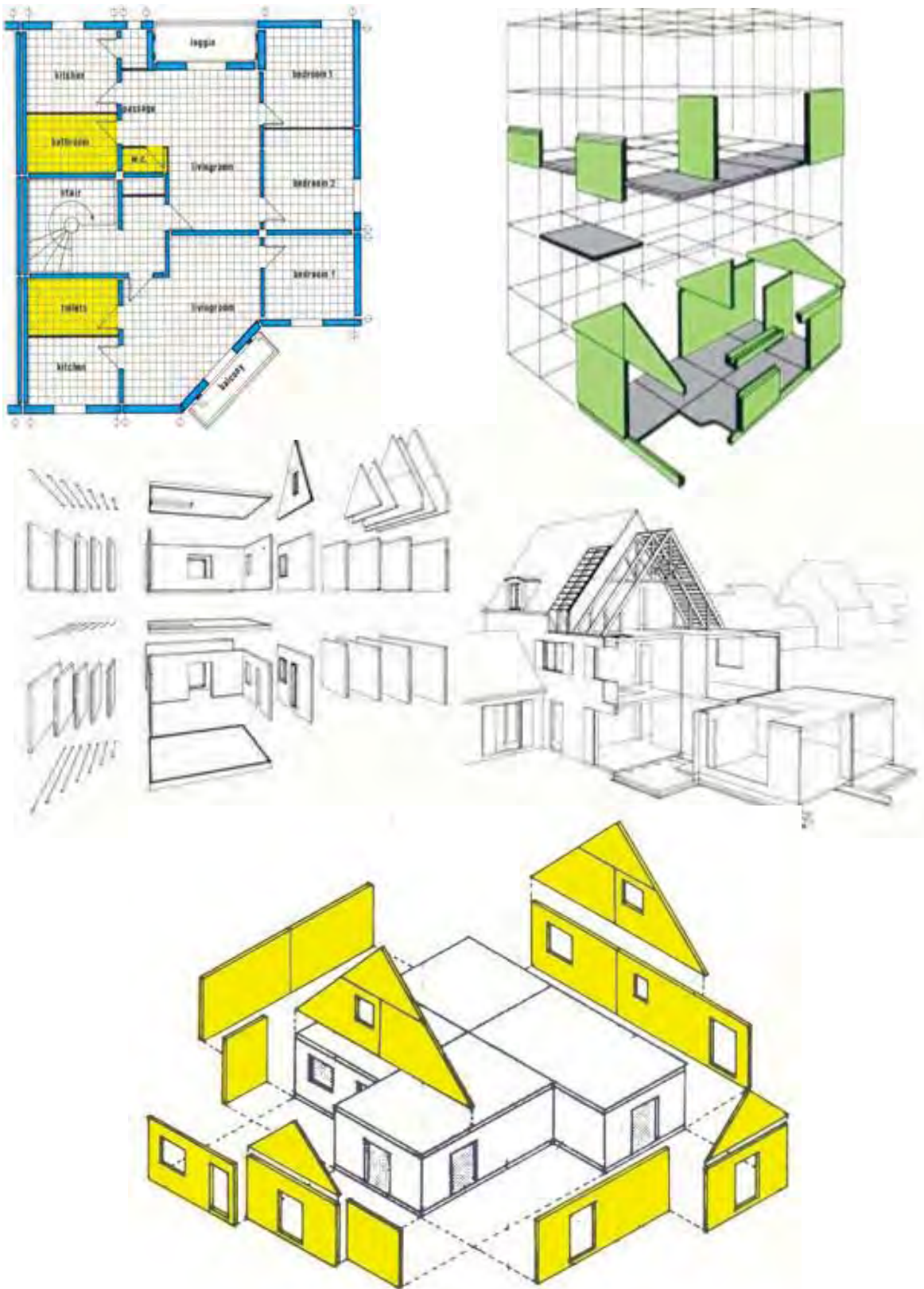


Figura A.204 – EJEMPLO DE SISTEMA ABIERTO POR COMPONENTES COMPATIBLES (de catálogo) REGIDO POR LAS REGLAS DE LA COORDINACIÓN MODULAR
Ref: Empresas DUMEZ y GIBAT

Un *Sistema Abierto* es el sistema-edificio que permite el intercambio y la opcionalidad de sus subsistemas, componentes y elementos con otros.

Dentro del esquema de una "industrialización abierta" los componentes y elementos van dejando de ser prefabricados y pasan a ser industrializados; en este caso, no pueden ser vistos como componentes de un proyecto concluido específico o finito sino como elementos de una serie ilimitada que se desarrolla por la infraestructura industrial de un país o región siguiendo el ritmo de construcción de los edificios en las ciudades (Ver figura **A.204**).

Los países europeos fueron evolucionando y fueron sustituyendo paulatinamente los sistemas cerrados (con partes de gran tamaño y peso) por los sistemas abiertos formados con componentes compatibles por el empleo de la coordinación modular, debido a que la demanda se fue transformando hasta llegar a lo que actualmente está predominando: proyectos de talla reducida, diferencias geométricas y formales en los diseños y ubicaciones distantes en el contexto urbano; esto genera que la industrialización de elementos ligeros (manuportables) dimensionalmente compatibles, de tamaño fácilmente transportable y manipulable estén proliferando con velocidad sorprendente.

Se busca también en los componentes industrializados multipropósitos funcionales (ligereza, solidez, durabilidad, reuso, reciclamiento, aislamiento térmico, aislamiento acústico, facilidad de colocación, aspecto estético, etc.) así como adaptabilidad a necesidades y preferencias variadas.

No se requiere pasar del concepto de sistema cerrado al concepto de sistema abierto y, por tanto, es factible continuar un proceso de racionalización técnica a un enfoque industrial abierto de componentes compatibles y es conveniente hacerlo en corto tiempo, debido a que el aún existente escenario de construcción de grandes conjuntos habitacionales en breve se inclinará hacia variados proyectos dispersos de pequeña dimensión como ha sucedido en Europa.

Con objeto de indicar las diferencias entre los tipos de sistemas mencionados se incluye la siguiente tabla comparativa (Figura **A.205**).

TIPOS DE SISTEMAS	SISTEMAS CERRADO	SISTEMAS ABIERTOS
Objeto Industrial	El edificio	El componente
Diseño	Imposible de cambiar (se fabrica el edificio)	Admite cambios y adaptaciones planeadas (se fabrican componentes para edificios)
Subsistemas	Compuestos	Simple
Componentes	Únicos	Variados, disponibles y compatibles
	Simple o compuestos	Simple o compuestos
	Enriquecidos	Unifuncionales
Procedimientos	Especializados	Versátiles
Procesos	Principalmente secuenciales	Alternativos, interactivos y secuenciales
Programación	Dependiente	Independiente
Cautivación a un proceso sin alternativas	SÍ	NO
Intercambio de componentes	Imposible (coordinación dimensional)	Posible (coordinación modular)
Manipulación	Pesada	Ligera
Juntas	Pocas pero costosas	Muchas, sencillas, estandarizadas y económicas

Figura A.205 - COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS CERRADOS Y SISTEMAS ABIERTOS DE CONSTRUCCIÓN

Dentro de este contexto y como primer paso hacia la industrialización se recurre a la prefabricación

La *Prefabricación se da como opcionalidad* cuando en principio se pretenden reducir los tiempos de ejecución de obra bajo la idea de que “*el tiempo es dinero*”.

Prefabricar implica un quehacer previo: un fabricar antes, presupone una voluntad de trasladar a una fábrica una parte del trabajo que podrá hacerse *in situ*.

Implica el precortado, moldeado, maquilado, habilitado, pre-ensamblado, etc., de ciertas partes del edificio final antes de su entrega a la obra.

Las ventajas comparativas de la construcción prefabricada pueden resumirse a continuación:

- La construcción artesanal por costumbre utiliza una amplia variedad de materiales de construcción de pequeñas dimensiones y bajo peso; sin embargo, cuando se dispone de equipo de manipulación, gracias a la mecanización de la obra, se puede recurrir a la prefabricación de componentes de mayor tamaño y peso.
- Las actuales condiciones de las obras cuyos proyectos tienen cada vez mayor densidad de construcción, y están ubicadas en zonas de alta concentración urbana o en colonias residenciales totalmente ocupadas, hacen que el contar con el adecuado espacio para el almacenaje de materiales y el guardado del equipo de obra, se vuelva crítico.

Una de las primeras dificultades a resolverse es también disponer de espacio suficiente para las maniobras de los camiones de entrega y del equipo de descarga de insumos.

Los materiales utilizados para las tareas iniciales de descarga localizada de camiones, el tendido y conexión de instalaciones provisionales y la excavación requieren habilitar áreas seguras en la obra.

Después será necesario espacio para almacenar los suministros de acero, madera, piezas de mampostería, cortadora y dobladora de varilla, planta de soldar y otros equipos de habilitado, tubería, material producto de excavación, elevadoras o grúas móviles, medios auxiliares y lonas para protección contra la lluvia.

Se pueden seguir enlistando más concepto de este tipo sin dejar de tomar en cuenta, en los planes de obra estáticos y dinámicos, necesidades críticas como el estacionamiento para empleados y trabajadores de la obra y el acostumbrado regadero de material que los trabajadores van dejando por todas partes de la obra.

Por otra parte, hay que mantener el fácil acceso, circulación y espacio para trabajar de los obreros que no interfiera con las demás actividades de la obra.

El empleo de componentes prefabricados ayudan a reducir el espacio requerido de almacenaje de materiales en obra.

Los elementos estructurales y arquitectónicos prefabricados así como los bastidores de ductos con las instalaciones preincorporadas desde antes del montaje, normalmente se montan directamente al ir llegando a la obra desde los camiones a su lugar definitivo y formando ya parte del avance de la edificación con la ayuda de una elevadora telescópica o de la grúa torre o grúa móvil disponible en el sitio de construcción.

Se reduce así la necesidad de disponer de áreas de almacenado en la obra lo cual simplifica la organización y control.

En las obras se lucha constantemente con la remoción de montañas de material de desperdicio y de escombros. En proyectos grandes, los colados de concreto que se hacen en el sitio requieren del uso de cimbras cuyo desperdicio por cortes de adecuación y ajuste en los colados sucesivos o por terminarse su número de usos debe sacarse fuera del sitio como desecho. Empleando componentes prefabricados de concreto cuya elaboración se realiza en una planta, *se entrega un producto terminado "justo a tiempo" en el sitio de obra* minimizando considerablemente los impactos medioambientales ya que, el prescindir de áreas de almacén en obra implica la reducción de impacto ambiental.

El empleo de componentes prefabricados aunado a la mecanización de las obras reduce la necesidad de uso de mano de obra intensiva.

En proyectos a ejecutarse en tiempos breves, participan simultáneamente varias cuadrillas de trabajo en espacios reducidos con implicaciones del respeto de la seguridad.

El atestado de subcontratistas diversos rivalizando por el mismo espacio de trabajo crea un entorno inseguro con altas posibilidades de accidentes de trabajo. Al reducirse la necesidad de tanto personal trabajando al mismo tiempo y al emplearse menos personas en actividades sencillas y de corta duración para sólo la colocación y conexión de componentes prefabricados, se reducen proporcionalmente los riesgos ya que los sistemas prefabricados pueden instalarse con una reducida cuadrilla de personas de manera ágil.

Todo esto da como resultado mayor eficiencia de la construcción en conjunto con el consecuente ahorro en tiempo y costo.

Los prefabricados de concreto eliminan los tiempos técnicos de espera de fraguado, curado y endurecimiento para la obtención de su resistencia y pueden ponerse en servicio el mismo día de su colocación con la resistencia estructural prevista.

Esta ventaja se aprecia más en losas de entrepiso y, muy particularmente, en losas de pavimentos o en productos de urbanización e infraestructura (guarniciones, cisternas, obras de arte, etc.); de esta manera, se puede reabrir la circulación en vialidades inmediatamente después de la instalación.

Los componentes prefabricados en sí evitan también los retrabajos de cortes, ajustes, rehechuras, etc. si su predimensionamiento fue adecuadamente analizado y si los detalles fueron adecuadamente previstos y resueltos en el diseño y si fueron controlados en la fabricación y colocación.

Para una acertada coordinación logística que logre las entregas y colocaciones "justo a tiempo" es necesario un seguimiento y comunicación logística fluida y constante.

El empleo de componentes prefabricados reduce mucho en las obras los imprevistos motivados por el clima el cual es incontrolable y puede arruinar completamente al programa de ejecución previsto.

Debido a que una gran parte de la función del Responsable de la construcción es la administración de riesgos, toma bastante importancia eliminar, en lo posible, las incertidumbres para cumplir con el programa.

Los componentes prefabricados eliminan, en su parte correspondiente, los retrasos por motivos de mal clima.

Finalmente, no hay que olvidar que la prefabricación de componentes realizada en planta asegura el costo, los rendimientos y la calidad por los medios y entorno de control de que se dispone, los cuales son imposibles de igualar en una obra donde concurren varios procesos encadenados.

Los inconvenientes de los sistemas de prefabricación se pueden agrupar principalmente en las necesarias acciones de manipulación, requerida en su fabricación, transporte y montaje y se enumeran posteriormente.

Las ventajas específicas de la prefabricación son reducir la dependencia a la secuencialidad y controlar la variabilidad y contribuir a incrementar la simultaneidad y el throughput; con ello se logra:

- Poder producir antes sin condicionar unas partes del proceso con otras logrando con ello ahorro de tiempo gracias a la sustitución de la secuencialidad de procesos por la simultaneidad.
- Poder producir bajo mejores condiciones de:
 - Productividad (con control de rendimientos)
 - Seguridad
 - Economía
 - Limpieza
 - Confort
 - Control (para reducir el desperdicio y la variabilidad, entre otras cosas)

Se pueden argumentar inconvenientes como:

- Mayor costo de transporte (distancia conveniente máxima a la obra 50 km y máxima por costo 200 km)
- Mayor refuerzo estructural en las piezas para resistir los esfuerzos de manipulación y montaje
- Costos de almacenaje y montaje con equipo caro
- Necesidad de personal especializado

Por ello, es necesario analizar los costos y los ahorros cuantificándolos al detalle para la toma de una decisión sobre su empleo sin olvidar los ahorros en tiempo traducidos a dinero.

Es común subdividir a la prefabricación en pesada y ligera.

En la prefabricación pesada los componentes pesan entre 2 y 10 toneladas.

La prefabricación ligera se aplica a componentes que pesan menos de 100 kg. y que incluso pueden ser manuable (transportables por una o dos personas).

La brecha entre los componentes pesados y los ligeros la cubren los componentes semipesados que abarcan pesos que van de 100 kg a 3 toneladas.

La clasificación por peso utilizada en la prefabricación puede aplicarse también para los componentes industrializados.

Los sistemas cerrados utilizan generalmente componentes grandes y pesados.

Los sistemas abiertos, por contra, tienden a emplear componentes ligeros y manuable.

La opción de prefabricación se puede presentar en todos los niveles de la realización cuando existe la posibilidad o doble opción de construirlo: o realizarlo en fábrica o en obra y se opta por la fábrica. La fábrica no necesariamente significa pensar en una gran planta sino que, adaptándose a la cantidad y tipo de componentes a producir, pueden habilitarse pequeños talleres o puestos de trabajo al lado de la obra.

Si no existe dicha posibilidad estaremos ante un elemento construido *in situ* o bien ante un producto industrial.

La prefabricación se aprovecha si se disminuye el trabajo a realizar en obra al mínimo que permitan las circunstancias, reduciéndolo a un *simple proceso de ensamblado aditivo* en vez de un hacer deshaciendo por aproximaciones sucesivas que por tradición se acostumbra.

Dentro del esquema de una “industrialización abierta” los elementos van dejando de ser prefabricados y pasan a ser industrializados. Por tal motivo, lo que hace cincuenta años se llamaba prefabricación puede constituir hoy un proceso industrial pues las condicionantes han variado de tal manera que la opción puede haber desaparecido. Las condicionantes hoy en día también son diferentes para un país desarrollado con respecto a un país subdesarrollado.

Por ejemplo: Las charolas de regadera o los registros de albañal que en varios países son un producto industrializado; en México se forjan en el sitio y se podrían prefabricar (Ver ejemplo en figura A.206).

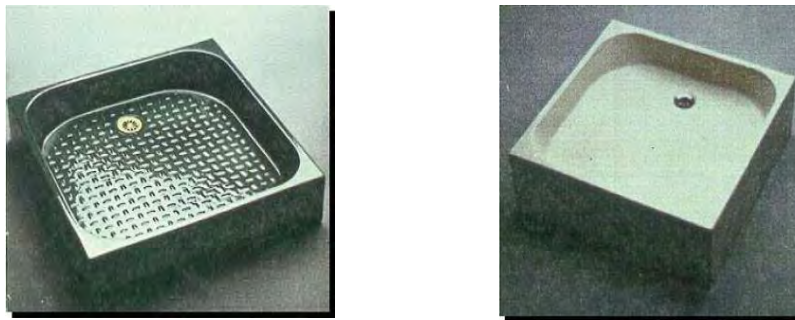


Figura A.206 – CHAROLA PARA REGADERA PREFABRICADA (existen en varias medidas, diseños y materiales).

Fuente: Catálogo de productos, Empresa JACOB DELAFON

En el ámbito de la prefabricación y el de la industrialización la precisión dimensional es requisito indispensable.

Una decisión o una solución constructiva integral debe de considerar varios requerimientos de índole diferente y a veces contradictorios que hay que cumplir; también hay que tomar en cuenta los efectos primarios y los efectos secundarios relacionados con su comportamiento, su durabilidad y la interacción entre todos los componentes y subsistemas de una edificación dada, a esta solución constructiva integral se le denomina “modo constructivo”.

La aplicación de un sistema constructivo se da a través *del modo constructivo* en un proyecto dado.

El *modo constructivo* debe considerar la adecuación de un sistema constructivo a:

- los requisitos del cliente,
- las técnicas condicionadas a los acabados requeridos,
- las condicionantes del sitio (accesos a la obra, tipo de suelo, trabajos nocturnos, topografía, clima, colindantes, envergadura de la obra, etc.),
- el programa de obra impuesto,
- la capacidad y la experiencia de las cuadrillas de trabajo y de los equipos disponibles,
- los costos de realización.

El modo constructivo adoptado se basará en el procedimiento que garantice la flexibilidad de funcionamiento, la fiabilidad y la seguridad de que será realizado con los mejores costos y la calidad requerida.

3.- HERRAMIENTAS DE PRODUCTIVIDAD

Al inicio del capítulo 3.3 se dio una introducción sobre los métodos de costeo y de programación que, en este momento vamos a tratar.

Para medir, controlar y mejorar la productividad por la búsqueda de su optimización es importante aplicar herramientas analíticas que nos permitan lograrlo de manera práctica, sencilla y clara.

Las herramientas para medir y mejorar la productividad que existen son muy variadas pero en este trabajo se proponen adaptaciones y adecuaciones a la actividad de proyectos de vivienda.

Lo que se ha considerado de interés para este tema son los costos, los tiempos, los rangos u órdenes de magnitud y las comparativas (benchmarking) contra las empresas líderes del sector, así como contra prácticas útiles de organizaciones de otros sectores.

3.1. Costos basados en actividades

El acostumbrado procedimiento de realización de presupuestos, el cual se basa en una relación de conceptos analizados por costos unitarios y agrupados en partidas que más o menos corresponden con el proceso de construcción no tienen una correspondencia directa con los programas de obra que generalmente están desglosados por actividades, ni con los controles que se efectúan en obra, ni con la contabilidad donde se registran gastos y costos por semana, ni tampoco la información dada en los programas con los controles de calidad y de erogaciones. Ello genera datos inconexos y acciones sin relación que incrementan el trabajo de planeación y seguimiento y obliga a un proceso complicado y poco confiable de traducción de datos al quererlos correlacionar.

Para el empleo ejecutivo de la información no se acostumbra establecer órdenes de magnitud que permitan, de manera sencilla, ponderar los datos para ver si corresponden a un rango o a una meta aceptables en su medición o análisis o incluso para detectar errores de cálculo o posibilidades de mejoras.

El objeto, en este caso, es el proponer una integración coherente de todas estas valiosas herramientas y de enriquecer su contenido con datos que permitan de mejor manera lograr la precisión y la veracidad necesaria para una toma de decisiones acertada.

Lo primero a buscar es un lenguaje común en la información utilizada y, por tanto, los diseños, los presupuestos, los programas y los controles requieren emplear los mismos términos y el direccionamiento hacia un solo objetivo.

Para comenzar, los datos del diseño ejecutivo deben estar completos y detallados, incluyendo información adicional que normalmente no forma parte de su contenido. Los datos adicionales que se propone incluir son: Detalles pormenorizados, cuantificaciones de obra, listas de verificación y tolerancias de aceptación; luego entonces, en vez de generadoras de cuantificación de obra se tienen los *planos con sus generadores “de cuantificación”* (planos generadores) dentro de los múltiples propósitos de dichos planos directamente referidos a los dibujos incluidos.

Para la unificación del lenguaje de presupuestos, programas y controles, se propone emplear a “las actividades” como base de información particular y al agrupamiento de actividades efectuadas en una semana por unidad de obra que denominaremos “paquete” el cual utilizaremos como unidad de control para la conformación de presupuestos, programas, controles y registros.

Para el propósito de unificación de lenguaje se tiene como referencia metodológica al método de presupuestación basado en actividades (por sus siglas en inglés: ABC: **A**ctivity **B**ased **C**osting) y ello consecuentemente obligará a dar un seguimiento de programación, de control y de registro también basado en actividades (por sus siglas en inglés ABM “**A**ctivity **B**ased **M**anagement”).

Los costos basados en actividades conforman un camino para mejorar la toma de decisiones y la creación de valor en las organizaciones.

Actualmente, mientras más cerca están las personas de las actividades diarias que se realizan para producir algo, más lejos están de los costos que dichas actividades generan y quienes están más ligados al proceso operativo no se involucran en el tema de costos a menos que se trate de un subcontrato.

Hay que evaluar costeadando los procesos en búsqueda de una mejora o de una optimización.

La información histórica, en términos contables, poco pueden ayudar a conocer y a entender lo que ha pasado en un determinado proceso y, por tanto, difícilmente ayuda a tomar decisiones importantes para hacer cambios de mejora.

En la medida en que las organizaciones crecen y se hacen más grandes, el tema de costos se vuelve más complicado de llevar y, sobre todo, más difícil aún para usarlo en la toma de decisiones cuando se quiere analizar algo para definir opciones diferentes para mejorar un producto o un proceso.

Se da como un hecho pensar que los responsables de los costos son los contadores o los administradores financieros por tener ellos los registros y llevar los estados financieros y, equivocadamente, se basan los directivos y accionistas en los estados financieros abstraídos y resumidos para su toma de decisiones y para los análisis de rendición de cuentas de la gestión de los ejecutivos. Paradójicamente, los contadores son quienes menos sensibilidad pueden tener de los costos por su lejanía operativa con las obras y el trabajo de apoyo.

Hay, por tanto, que cambiar este estado de hechos implantando un sistema de información económica que permita el entendimiento de los costos asociados a cada una de las actividades realizadas por parte de todos los participantes en los proyectos y en la empresa desarrolladora de proyectos en su conjunto.

Se puede pensar en elaborar un procedimiento de traducción del registro contable tradicional de costos a un registro complementario de costos aplicados a los procesos y sus actividades que los generaron pero, ello conlleva un excesivo y no siempre confiable trabajo administrativo. La otra opción, aquí propuesta, consiste en registrar desde su reconocimiento a los costos dentro de paquetes de obra costeados (se explicarán posteriormente las características de los paquetes semanales aplicados a la obra donde se define el costo de cada paquete), donde la suma de todos los paquetes de un proyecto conforma su costo directo, especificados para el material, la mano de obra, el equipo, los medios auxiliares y herramienta, así como para los subcontratos.

El registro contable se inicia con una contabilidad analítica paquetizada que alimenta después a una contabilidad general en vez de a la inversa y, con ello, se logra reducir trabajo administrativo y se puede transparentar la aplicación de los costos (sin afectar a los sistemas contables y fiscales tradicionales). Se elimina así el divorcio entre quienes operan y quienes llevan la contabilidad.

El conocimiento práctico de los costos, para quienes forman parte de los equipos de trabajo de proyectos, permite realmente optimizar y administrar los procesos operacionales conformándose así una conciencia de costos con impactos benéficos desde la raíz de los diseños hasta el resultado final.

Los *costos basados en actividades* sirven de excelente fundamento para realizar análisis de causa-efecto para aliviar defectos y reducir costos.

Con la implantación del concepto ABC se genera una cultura de costos dentro de la empresa y se va creando un círculo virtuoso de entendimiento que se va extendiendo y motiva a respetar las formas establecidas para el control de costos a todo nivel organizativo.

El *enfocarse en la identificación del costo de las actividades* que se llevan a cabo para producir una unidad o parte del producto, en vez de asignar costos (tanto directos como indirectos a los productos) se justifica por las siguientes constataciones:

1. Las actividades son las acciones que generan los costos.
2. Para reducir costos hay que hacer cambios, se debe modificar lo que hace la gente y, por tanto, los cambios deben hacerse en las actividades.
El sacar a la luz las actividades que no generan valor agregado, proporcionadas por el sistema de administración de costos, es una base para la mejora continua, compatible, por otra parte, con la dirección hacia la calidad total.
3. No se asignan así los costos al producto sino a lo que los provoca. Las actividades mejoran la exactitud del costo.
4. Este enfoque nos descubre la importancia de simplificar para abatir el costo reconociendo que *la complejidad es el factor principal que explica el incremento de costos*, principalmente de los costos indirectos. Con los sistemas de información se puede comenzar a buscar la forma de hacer esto más patente para tomar acciones de ahorro.
5. *Sin la aplicación de este enfoque se puede constatar que los costos indirectos, principalmente y los de mano de obra, casi siempre son mayores a lo presupuestado y ello se debe a que sólo se registran y se tratan de controlar los costos erogados y no las actividades que los generan.*

Todos estos argumentos nos inducen a adoptar y a desarrollar como nueva herramienta directiva al método ABC, a no asignar los costos al producto sino a las actividades que los provocan. Naturalmente, esto nos lleva a acordar y a evaluar todos los desempeños por productividad traducida a un entregable bien definido que resume al conjunto de actividades para hacerlo. A dicho entregable le hemos denominado “paquete”.

Los pagos por renta (de equipo), por administración y por sueldo no relacionados con las actividades a desarrollar conllevan actividades sin control y, por tanto, sus resultados no pueden traducirse en forma directa en una producción esperada; por ello, hay que evitarlos o reducirlos a su mínima expresión.

La contabilidad y administración por actividades puede no sólo aplicarse a una cuadrilla de trabajo sino a todas las operaciones de producción y administración, o sea, a la organización entera.

El costeo y control por actividad incluye a todos los factores de producción y gestión empleados para realizar una actividad, dichos factores pueden ser gente, máquinas, viajes, fletes, consumos, refacciones, computación y otros recursos.

Cuando una relación de causa-efecto puede establecerse entre un factor de producción y una actividad específica, se dice que el costo es rastreable.

En muchos casos el rastreo del costo de una actividad es razonablemente simple cuando el recurso está dedicado a esa sola actividad (como un empleado de compras dedicado a ordenar una compra).

Cuando un recurso atiende varias actividades debe dividirse entre las actividades según el uso relativo del recurso en cada una de ellas o pueden agruparse varias actividades conformando un paquete completo a controlar.

Las actividades de una organización pueden fácilmente identificarse revisando los organigramas, la distribución de las instalaciones provisionales y el plano de conjunto de las obras e instalaciones y entrevistando al personal para “saber” a que dedican su tiempo.

La manera en que se desarrolla una actividad y su frecuencia determinan los recursos requeridos para ésta.

Las actividades consumen recursos y productos; los clientes y otros objetivos consumen actividades (las actividades consumen dinero, equipo, mano de obra, materiales, tiempo, etc. y los productos o clientes consumen actividades).

El costo de un producto es la suma de los costos de todas las actividades requeridas para producirlo.

No sólo hay que buscar el costeo por actividad en los costos directos ya que generalmente este tipo de costos es fácil de cuidar y optimizar sino que *hay que buscar en los costos indirectos el costeo por actividad y no sólo por actividad simple sino por actividad productiva*. Hay que preguntarse en función de qué cambian los indirectos y si los principales renglones del costo indirecto son proporcionalmente variables con respecto al volumen de producción.

Como pasos para poner en funcionamiento el sistema de costeo basado en actividades se recomiendan los siguientes pasos:

1. Aprender la técnica (conociendo más del tema aplicado a nuestro sector)
2. Empezar por lo más sencillo
3. Usar un método como prototipo.
4. Concentrarse en los procesos (de producción, de distribución, de administración y otras funciones y relacionar las actividades interactuantes).

Con este alcance tomado como base, hay que dirigir la atención hacia la disminución de actividades de diseño, de ingeniería, de control, de trabajo físico, etc.; como resultado positivo de esto, *pueden simplificarse procesos y diseñarse productos nuevos con menos componentes*; al usarse menos componentes diferentes en el diseño de los productos, se pueden reducir los costos de compra, contabilidad y administración. La calidad puede mejorar y el trabajo de logística se simplifica. Hay casos en que pueden llegar a reducirse los costos indirectos hasta en una cuarta parte por este concepto siempre y cuando se elimine la capacidad ociosa que por esta optimización lograda se vaya dando como consecuencia.

Los pasos para implantar un sistema de costos basado en actividades son:

1. Definir las agrupaciones de costos (paquetes), incluyendo su indirecto requerido.
2. Asignar los costos a las agrupaciones (de insumos, mano de obra, equipo, etc.)
3. Determinar lo que genera el costo de cada agrupación
4. Identificar la cantidad del generador.
5. Dividir el costo (paso 2) entre la cantidad del generador (paso 4) para obtener el costo unitario.
6. Medir la cantidad de unidades consumidas por el objeto del costo (paquete, vivienda, proyecto, etc.)
7. Distribuir el costo en función del consumo: cantidad de unidades (paso 6) multiplicadas por el costo por unidad (Paso 5).

En todo lo visto puede deducirse que las propuestas anteriormente descritas como: La preplaneación, la planificación, el plan de obra, la logística y todos los demás conceptos englobados en la Administración de Proyectos sustentada en una organización desarrollada y madura, coadyuvan de manera importante en la optimización de costos una vez que toda la dinámica de la empresa esté desmenuzada en actividades costeadas.

El desarrollo y puesta a punto de todas las propuestas vistas hasta ahora requiere una inversión importante en tiempo, trabajo y dinero. Al identificarse las actividades implicadas en todo lo concerniente a la investigación y desarrollo implicados debe buscarse paralelamente que su inversión pueda pagarse en el corto plazo de un proyecto al beneficiar a dicho proyecto de lo desarrollado y obtener con ello un ahorro directamente identificado.

Es importante mantener a todo el trabajo de investigación y desarrollo realizándose poco a poco dada la imposibilidad física y financiera de hacerlo en corto plazo además del inconveniente de no irlo encadenando con los proyectos en proceso que vaya teniendo la organización y, por tanto, de no irse beneficiando de sus resultados.

3.1.1. Paquetización

Concretando la aplicación del método de presupuestación y administración basado en costeo por actividades se enumeran a continuación las propuestas siguientes:

1. El costo directo de una obra desglosarlo en paquetes. *Cada paquete queda definido por una etapa constructiva perfectamente identificable y queda limitado a una semana de duración.* El paquete contiene los conceptos de obra que lo componen desmembrados en materiales, mano de obra, herramienta, medios auxiliares y equipo.
2. *El costo directo de una obra será la suma de cantidades de paquetes repetidos y diferentes que conformen sus procesos.*
3. Los costos de estudios preliminares, de diseño y de actividades periféricas incurridos por el equipo responsable del proyecto se presupuestan en base a un alcance bien definido y separado también en entregables con el mismo criterio aplicado a los paquetes.
4. Los costos indirectos de obra se desglosarán al detalle tomando como base de alcance los rubros que conforman el plan de obra.
5. Los costos generados del staff pueden asignarse en su parte correspondiente, a los proyectos que se estén beneficiando del trabajo de investigación, desarrollo y preplaneación contra el beneficio esperado.

Hay actividades, principalmente de los directivos, que son prospectivas donde se generan gastos para futuros negocios probables y para relaciones profesionales cuyo beneficio no es evidente a primera instancia; para este caso, es conveniente asignar un tope económico e identificar el retorno de valor de estas actividades hacia los proyectos en proceso para ir discriminando y eliminando las actividades que resulten superfluas.

Independientemente de la identificación y evaluación de las actividades realizadas por el staff es importante que dicho staff sea lo más pequeño y económico posible concretándose a los directivos con un mínimo equipo de colaboradores posible.

Al agruparse los costos en paquetes o en entregables, la programación será, a final de cuentas, una agrupación en parte secuencial y en parte simultánea de los mismos.

3.1.2. Entregables

Los paquetes deben concebirse como “*entregables llave en mano*” que incluyan la calidad prevista, el tiempo comprometido y el costo preestablecido y acordado. La implantación de este concepto genera en principio demasiada oposición por parte de los trabajadores y colaboradores acostumbrados a una manera de trabajar laxa en cuanto a medición de resultados (aunque paradójicamente intensa por desorganización y retrabajos) y ambigua por lo que respecta a lo que se espera de ellos.

La aplicación de *entregables llave en mano* es el acicate convertido en oportunidad para las empresas proveedoras al inducirlas a un alcance que incluya el suministro y la colocación.

A la contratante le evita la intervención de varias personas físicas y morales (con la correspondiente responsabilidad diluida o eludida) y delega mucho trabajo de coordinación y control de actividades enfocándose sólo en el producto contratado.

Para un proveedor este enfoque es una oportunidad de agregar valor a su trabajo y de ser más competitivo.

“*En el pedir está el dar*” y como no se tiene en muchos casos organizado el alcance y no se da la comunicación explícita de lo que se espera lograr de forma cuantificada por ello, se da en demasía un ambiente de trabajo divorciado de lo que tácitamente se espera lograr.

Los *paquetes se pagan sólo si están al 100% ejecutados al finalizar la semana* y, por tanto, esto obliga por sí mismo a ir en programa y en costo. La calidad se verifica contra los check-lists y ello hace que no se considere al paquete terminado y pagable si no se cumple con la calidad requerida.

3.1.3. Reducción de costos

Bajo este panorama, con la implantación de paquetes, se logran las siguientes ventajas:

1. Se tiene formalizado (a través de contratos) y *comprometido con los ejecutantes, el alcance, el monto a pagar, los recursos requeridos, el tiempo de entrega (que se preestablece de una semana por paquete independientemente de los conceptos que incluya, aunque correspondiendo a una etapa constructiva definida), el reglamento de obra a respetar y la calidad con la que se va a recibir el trabajo.*

La implantación de esta formalización requiere de un periodo de adecuación para cambiar las costumbres tan arraigadas de forma de trabajo y de forma de pago de la mano de obra en los trabajos directos de albañilería.

Para los subcontratos de todos los tipos de fabricación e instalaciones, de ventanas y cancelas, de carpintería y herrería, de impermeabilización, de acabados, etc., afortunadamente se facilita este procedimiento por su coincidencia con la manera común de trabajo en estos casos. Es importante que todos los subcontratos sean evaluados, seleccionados y controlados tomándose como base “*presupuestos de referencia*” previamente elaborados al detalle por la empresa contratante (con el mismo criterio de paquetización, cuantificación y costos unitarios aplicados), evitando con ello la superficialidad y la subjetividad.

La contratación paquetizada, en todos los casos, crea compromisos en las personas para el cumplimiento de los trabajos y simplifica o reduce el seguimiento de rendimientos y cumplimientos.

2. *Se reducen significativamente los retrabajos* en el proceso de depuración a través del tiempo con el objetivo de hacerlos desaparecer o de ser absorbidos por los propios ejecutantes.
3. *El presupuesto, el programa, los controles y los registros de la contabilidad analítica se integran en un solo concepto y, por tanto, tienen un mismo idioma: “el de los paquetes”* y ello permite un seguimiento simplificado y confiable.
4. Debido a que cada paquete contiene una cuantificación detallada de los insumos a emplear agrupados por kits y a que los ejecutantes asumen la responsabilidad de su buen uso y no desperdicio vía cargos económicos en su caso, *los desperdicios de materiales quedan reducidos a su mínima expresión.*
5. *La maquinaria, con sus accesorios, la herramienta y los medios auxiliares tienen predestinado su uso y su carga de trabajo.*
6. *El seguimiento logístico es dado por el Superintendente o Residente de frente, diariamente (mañana y tarde) para asegurar que al final de la semana se cumplan los paquetes al 100%.*
7. Al analizar y poner en práctica los paquetes por primera vez, se requiere *tomar en cuenta un período de rodaje* que permita hacer los ajustes convenientes a su alcance y contenido y detectar oportunidades de ahorro, sin darse por vencidos ante los tropiezos y escepticismos que naturalmente surjan.

Los paquetes se agrupan en torno a una organización secuencial, la cual se divide en etapas que clarifiquen un orden de ejecución claro y congruente con las características de la obra a ejecutar.

A manera de ejemplo se esquematiza en la siguiente figura **A.207** la secuencia simplificada de etapas para el caso de viviendas de interés social de dos niveles.

Puede apreciarse que las etapas III y IV pueden llevarse a cabo de manera simultánea lo cual reduce el tiempo total de ejecución.

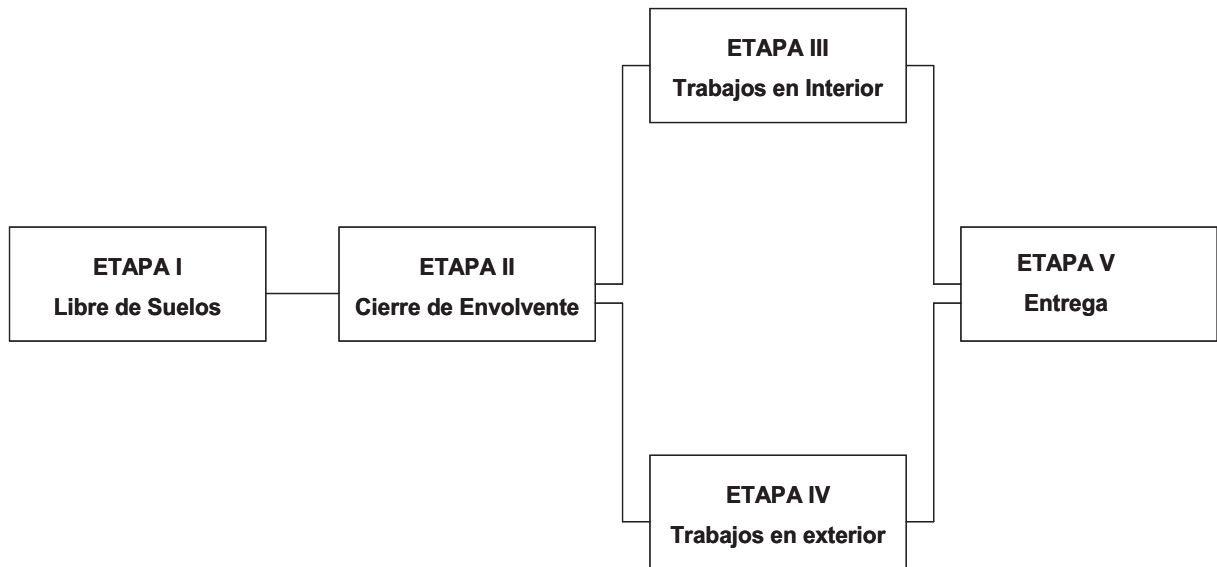


Figura A.207 - SECUENCIA SIMPLIFICADA DEL PROCESO DE OBRA DE VIVIENDAS DE DOS NIVELES

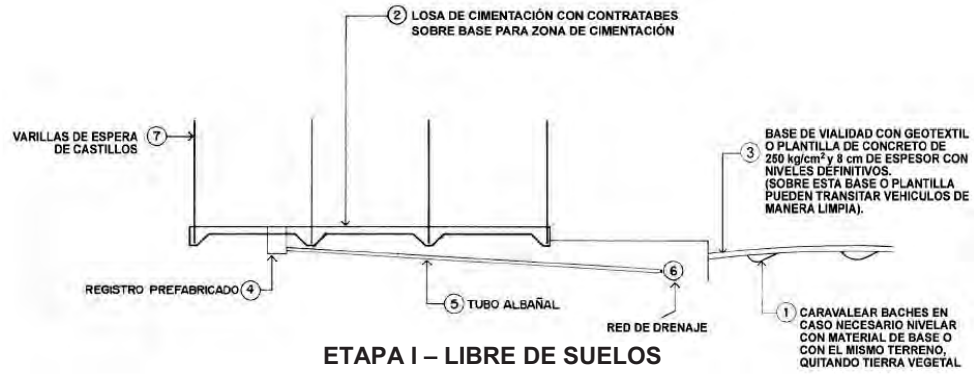
Los proyectos verticalizados por medio de soluciones de edificios de varios pisos y con sótanos o semisótanos de estacionamiento requieren de un mayor número de etapas como la de excavación y la cimentación (profunda o tipo cajón) hasta llegar al nivel de acceso a planta baja.

También es necesario proponer varias etapas posteriores al cierre de envolvente para los trabajos en interior, las cuales conviene que coincidan con el número de niveles del edificio; esta descomposición en etapas tiene por objeto reducir tiempos al incrementar la simultaneidad y reducirse la secuencialidad.

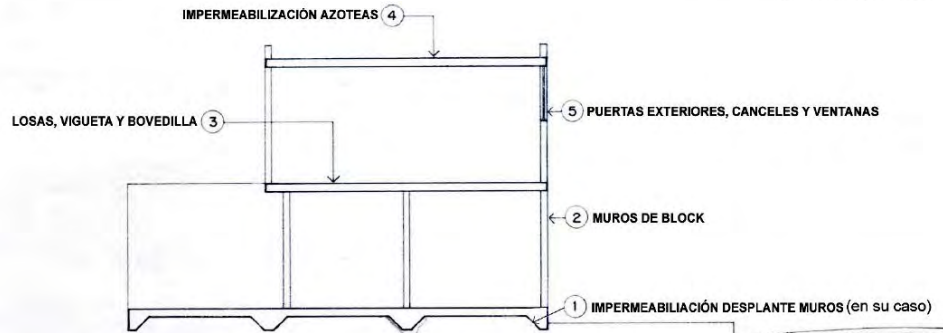
Por otra parte, en conjuntos de viviendas horizontales muy extendidos será necesario subdividir por zonas el proyecto con objeto de ir terminando, vendiendo y ocupando las viviendas por secciones para ir recuperando el dinero invertido a la brevedad posible. Para este objeto, es importante cuidar que las secciones que se vayan habitando no sean afectadas por el proceso de obra faltante en términos de ruidos, polvo, desperdicios, seguridad, acceso, etc.

Como complemento al diagrama de secuencias de la figura **A.207**, de manera muy sencilla, se incluyen también en la figura **A.208** cortes simplificados que dan idea del alcance de las etapas.

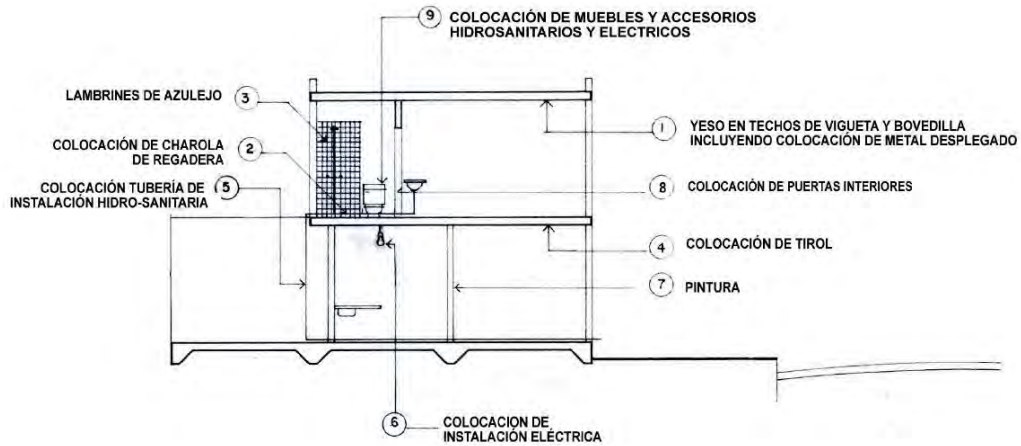
A manera de ejemplo, se incluye posteriormente, en las figuras que van de **A.209** a **A.225** el alcance de paquetes de ejecución de un prototipo de vivienda de interés social de dos niveles, el cual está planeado en recursos y medios para ser ejecutado conservadoramente en 17 semanas de duración usando métodos tradicionales de construcción, los cuales pueden racionalizarse para reducir el número de paquetes y, por tanto, para reducir tiempo.



ETAPA I – LIBRE DE SUELOS



ETAPA II – CIERRE DE ENVOLVENTE



ETAPA III- TRABAJOS EN INTERIOR



*PARTE DE LOS TRABAJOS EN EXTERIOR (COMO POR EJEMPLO REDES ENTERRADAS, POZOS DE VISITA, ETC.) PUEDEN HACERSE SIMULTÁNEAMENTE CON LA ETAPA I O FORMAR PARTE DE DICHA ETAPA.

ETAPA IV- TRABAJOS EN EXTERIOR

Figura A.208 – ETAPAS SECUENCIALES DE CONSTRUCCIÓN PARA EL CASO DE UNA VIVIENDA DE 65 M² EN DOS NIVELES

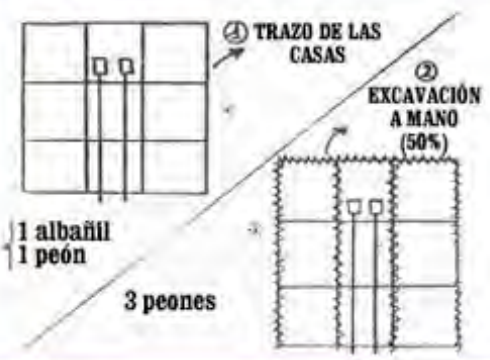
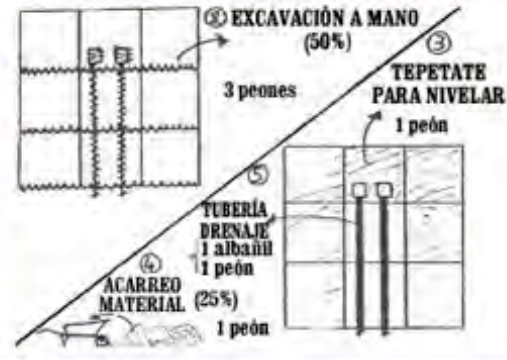
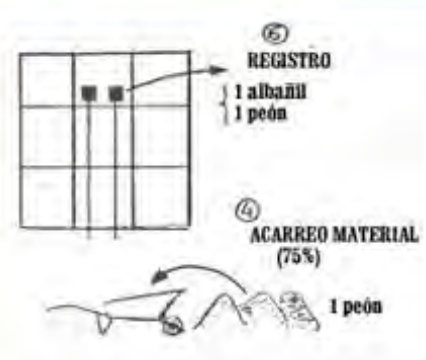

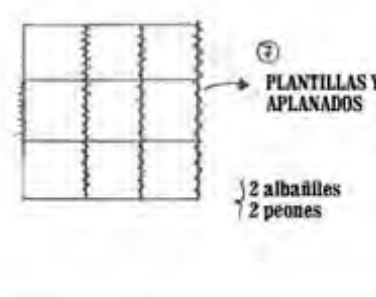
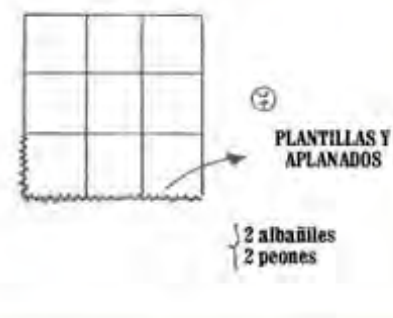
ETAPA I- PAQUETE 1	DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE
<p>DÍA 1 TRAZO Y EXCAVACIÓN</p>  <p>① TRAZO DE LAS CASAS</p> <p>② EXCAVACIÓN A MANO (50%)</p> <p>1 albañil 1 peón</p> <p>3 peones</p>	<p>DÍA 2 EXCAVACIÓN - RELLENO - ACARREO - TUBERÍA</p>  <p>③ EXCAVACIÓN A MANO (50%)</p> <p>3 peones</p> <p>③ TREPETATE PARA NIVELAR</p> <p>1 peón</p> <p>⑤ TUBERÍA DRENAJE</p> <p>1 albañil 1 peón</p> <p>④ ACARREO MATERIAL (25%)</p> <p>1 peón</p>
<p>Equipo: 1 albañil - 3 peones Cantidades: Trazo: 88.36 m² - Excavación: 3.53 m³</p>	<p>Equipo: 1 albañil - 3 peones Cantidades: Excavación: 3.53 m³ - Tepetate: 07.72 m³ - Tubería concreto: 13.70 ML - Acarreo: 1.59 m³</p>
<p>DÍA 3 TRAZO Y EXCAVACIÓN</p>  <p>⑤ REGISTRO</p> <p>1 albañil 1 peón</p> <p>④ ACARREO MATERIAL (75%)</p> <p>1 peón</p>	<p>DÍA 4: PLANTILLA Y APLANADO</p>  <p>③ PLANTILLAS Y APLANADOS</p> <p>2 albañiles 2 peones</p>
<p>Equipo: 1 albañil - 2 peones Cantidades: Registro: 2 Pz Acarreo: 4.76 m³</p>	<p>Equipo: 2 albañiles - 2 peones Cantidades: -Plantilla : 5.76 m² -Aplanado: 16.49 m²</p>
<p>DÍA 5: PLANTILLA Y APLANADO</p>  <p>③ PLANTILLAS Y APLANADOS</p> <p>2 albañiles 2 peones</p>	<p>DÍA 6: PLANTILLA Y APLANADO</p>  <p>③ PLANTILLAS Y APLANADOS</p> <p>2 albañiles 2 peones</p>
<p>Equipo: 2 albañiles - 2 peones Cantidades: Plantilla: 5.76 m² Aplanado: 16.49 m²</p>	<p>Equipo: 2 albañiles - 2 peones Cantidades: Plantilla: 5.76 m² Aplanado: 8.24 m²</p>

Figura A.209 – ETAPA I – PAQUETE 1

				ETAPA I - PAQUETE 1		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE		
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE			
M3ANI000	ANILLO DE EXTENSIÓN 20X40X60 CM. P/REG/P	PZ	4.0000			DURACIÓN PAQUETE: <u>5.5 DÍAS</u> INICIACIÓN PROGRAMADA: _____ TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____ INICIACIÓN REAL: _____ TERMINACIÓN REAL: _____		
M3COL000	COLADERA DE FO. FO. DE 15 CM. X 15 CM.	PZ	2.0000					
M3RE6110	BASE PRECOLADA/REGISTRO PREFABRICADO	PZ	2.0000					
M3RE6120	TAPA PRECOLADA P/REGISTRO PREFABRICADO	PZ	2.0000					
M3TUB015	TUBO DE CONCRETO SIMPLE DE 15 CM. CON FL	ML	14.3850					
						TRABAJOS A EJECUTAR		
						ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN
MAGU0000	AGUA	M³	0.7749			(1)	TRAZO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO	0.35 DÍA
MARE0000	ARENA	M³	1.7194			(2)	EXCAVACIÓN A MANO PARA CEPAS	1.00 DÍA
MCAL0000	CALHIDRA	TN	0.0265			(3)	BASE PARA CIMENTACIÓN	0.30 DÍA
MCEM0000	CEMENTO GRIS TIPO I NORMAL	TN	0.5114			(4)	ACARREO DE MATERIAL	2.00 DÍAS
MCLA0000	CLAVO STD. 2 1/2 \	KG	0.4418			(5)	TUBERÍA PARA DRENAJE	2.00 DÍAS
MDIE0000	DIESEL	LT	17.9410			(6)	REGISTRO PREFABRICADO	
MGRA0000	GRAVA 3/4 \	M³	0.5288			(7)	PLANTILLA Y AFINE DE CONTRATRABES	2.50 DÍAS
MMAD0000	MADERA DE 3°. PARA CIMBRA Y ANDAMIOS	PT	22.6970					
				TOTAL				
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES								
MACE2000	ACEITE LUBRICANTE	LT	0.0255					
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX	LT	0.6994					
MGASO000	GASOLINA NOVA	LT	0.5090					
				TOTAL				
TOTAL:								
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN		JORNAL		HORAS	COSTO U.	IMPORTE		
J000100	PEÓN	11.49		91.92 h.				
J000300	ALBAÑIL	6.44		51.52 h.				
J000700	CHOFER CAMIÓN	0.96		7.68 h.				
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)					TOTAL:			
TOTAL:								
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE	(COSTO DIRECTO)		
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0000					
H9CAM000	CAMIÓN DE VOLTEO	PZ	0.0006					
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0007					
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0000					
H9REV000	REVOLVEDORA	PZ	0.0001					
				TOTAL:				
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)								
TOTAL:								


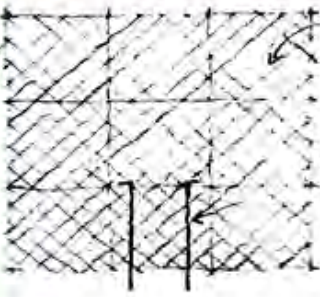
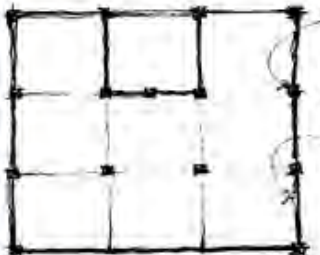
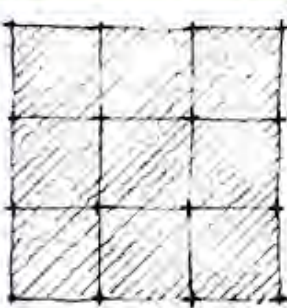
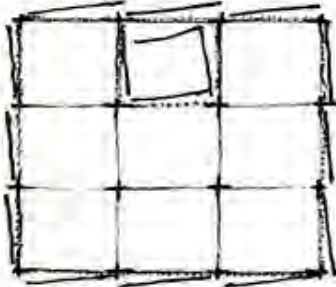
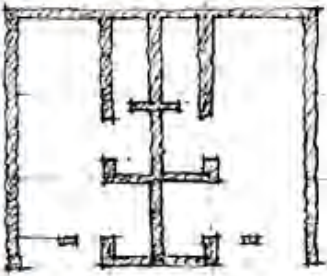
ETAPA I- PAQUETE 2	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DIARIO
<p>DÍA 1: ACERO CONTRATABES (CIMENTACIÓN)</p>  <p>ACERO CONTRATABES</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 Fierro * 1 Ayudante * 1 Peón 	<p>DÍA 2: COLOCACIÓN MALLA Y BASTONES - INST. ELÉCTRICA EN LOSA</p>  <p>ACERO LOSA CIMENTACIÓN (malla)</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 Fierro * 1 Ayudante * 1 Peón <p>PREPARACIÓN INST. ELÉCTRICA EN LOSA</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 Oficial * 1 Ayudante
<p>Equipo: 1 fierro – 1 oficial – 2 ayudantes – 1 peón Cantidades: - Acero No. 2 : 0.00768 TN - Acero No. 3: 0.08632 TN - Malla 6 x 6 6/6 : 34.844 m²- Amex 15 x 30/4: 29.76 ML</p>	<p>Equipo: 1 fierro – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: - Acero No. 2 : 0.00768 TN - Acero No. 3: 0.08632 TN - Malla 6 x 6 6/6 : 34.844 m²- Amex 15 x 30/4: 29.76 ML</p>
<p>DÍA 3: ANCLAJE CASTILLOS – CIMBRA LOSA CIMENTACIÓN</p>  <p>ANCLAJE CASTILLOS MUROS</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 Fierro * 1 Ayudante * 1 Peón <p>CIMBRA LOSA</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 Carpintero * 1 Ayudante * 1 Peón 	<p>DÍA 4: COLADO Y PULIDO DE LOSA</p>  <p>COLADO LOSA DE CIMENTACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> * 3 Albañiles * 5 Peones <p>PULIDO LOSA</p> <ul style="list-style-type: none"> * 3 Albañiles <p>* Un carpintero para checar cimbra</p>
<p>Equipo: 1 fierro – 1 carpintero – 2 ayudantes – 2 peones Cantidades: - Acero No. 2 : 0.00388 TN - Acero No. 3: 0.06316 TN - Malla 6 x 6 6/6 : 17.422 m²- Amex 15 x 30/4: 14.88 ML - Amex 10x10/3: 59.000 ML - Acero TEC-60: 0.0215 TN - Cimbra losa: 5.24 m²</p>	<p>Equipo: 3 albañiles - 2 peones Cantidades: - Concreto Fc: 200 kg/cm²: 13.34 m³ - Pulido: 79.23 m²</p>
<p>DÍA 5: DESCIMBRADO – APARENTADO RODAPIE</p>  <p>DESCIMBRADO LOSA</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 Carpintero * 1 Ayudante * 1 Peón <p>APARENTADO RODAPIE</p>	<p>DÍA 6: IMPERMEABILIZACIÓN DESPLANTE DE MUROS</p>  <p>IMPERMEABILIZACIÓN DESPLANTE DE MUROS</p> <ul style="list-style-type: none"> * 2 Albañiles * 1 Ayudante * 1 Peón
<p>Equipo: 1 carpintero – 1 albañil – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: - Descimbrado : 5.24 m² - Aparentado : 21.20 m²</p>	<p>Equipo: 2 albañiles - 1 ayudante – 1 peón Cantidades: - Impermeabilización : 57.49 m²</p>

Figura A.210 – ETAPA I - PAQUETE 2

				ETAPA I - PAQUETE 2		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE		
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE			
MACE0020	ACERO DE REFUERZO FY=2530KG/CM² NUM.2	TN	0.0196			DURACIÓN PAQUETE: <u>5.5 DÍAS</u>		
MACE0030	ACERO DE REFUERZO FY=4000KG/CM² NUM.3	TN	0.2239			INICIACIÓN PROGRAMADA: _____		
MACE1013	ACERO DE REFUERZO TEC-60 5 / 32 \	TN	0.0226			TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____		
MAGU0000	AGUA	M³	3.1767			INICIACIÓN REAL: _____		
MALA0000	ALAMBRE RECOCIDO NUM18	KG	12.3610			TERMINACIÓN REAL: _____		
MAR01034	ARMEX 10 X 10 / 3 (ALTA RESISTENCIA)	ML	44.0700					
MARE0000	ARENA	M³	0.4155			TRABAJOS A EJECUTAR		
MARS0304	ARMEX 15 X 30 / 4 (ALTA RESISTENCIA)	ML	84.0720			ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN
MASF0012	ASFALTO OXIDADO DEL NÚMERO 12 (PROTEXA)	KG	28.7450					
MCEM0000	CEMENTO GRIS TIPO I NORMAL	TN	0.3796			(8)	ACERO DE REFUERZO CIMENTACIÓN	2.5 DÍAS
MCLA0000	CLAVO STD. 2 ½ \	KG	1.7449					
MCON2000	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=200 R.N 19 MM	M³	14.0070			(9)	PREPARACIÓN ALFARDA ESCALERA	0.01 DÍA
MDIE0000	DIESEL	LT	4.7577					
MFIE0015	FIELTRO SATURADO DE NUM. 15 FESTER-FELT	M²	12.6478			(10)	CIMBRA CIMENTACIÓN	0.50 DÍA
MGRA0000	GRAVA 3/4 \	M³	0.4548					
MMAD0000	MADERA DE 3º. PARA CIMBRA Y ANDAMIOS	PT	36.1340			(11)	ANCLAJE CASTILLOS MUROS PL. BAJA	0.50 DÍA
MMAL0006	MALLA ELECTROSOLDADA 6X6-6/6" (ROLLO 100)	M²	98.4343					
MPET0000	PETROLIO	LT	2.2996			(12)	INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN LOSA	0.02 DÍA
						(13)	COLADO LOSA CIMENTACIÓN	
						(14)	PULIDO LOSA CIMENTACIÓN	1.00 DÍA
				TOTAL				
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES								
MGAS0000	GASOLINA NOVA	LT	3.3121			(15)	IMPERMEABILIZACIÓN DESPLANTE MUROS	0.50 DÍA
MACE2000	ACEITE LUBRICANTE	LT	0.3738					
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX	LT	0.0833					
						(16)	DESCIMBRADO LOSA CIMENTACIÓN	0.30 DÍA
				TOTAL		(17)	APARENTADO RODAPIE CIMENTACIÓN	0.50 DÍA
TOTAL:								
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN		JORNAL	HORAS	COSTO U.	IMPORTE			
J000100	PEÓN	7.11	56.88 h.					
J000200	AYUDANTE	4.44	35.62 h.					
J000300	ALBAÑIL	5.43	43.44 h.					
J000400	CARPINTERO OBRA NEGRA	0.71	5.68 h.					
J000700	CHOFER CAMIÓN	-	-					
J001000	FIERRERO	9.99	23.92 h.					
				TOTAL:				
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)								
TOTAL:								
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE	(COSTO DIRECTO)		
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0001					
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0001					
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0001			NOTA:		
H9REV000	REVOLVEDORA	PZ	0.0001					
H9VIB000	VIBRADOR	PZ	0.0001					
				TOTAL:		FALTAN LOS MATERIALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LOSA DE CIMENTACIÓN POR SER MATERIAL INCLUIDO EN EL SUBCONTRATO		
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)								
TOTAL:								


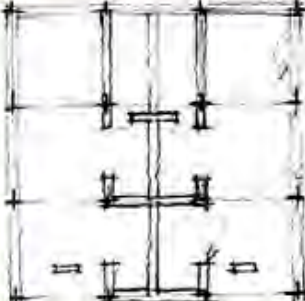
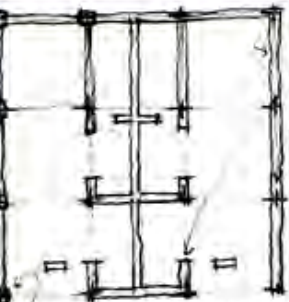



ETAPA II. A. - PAQUETE 3	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DIARIO
<p>DÍA 1: MUROS DE BLOCK Y TABIQUE (3 HILADAS)</p>  <ul style="list-style-type: none"> ① MUROS DE BLOCK <ul style="list-style-type: none"> * 3 albañiles * 2 peones ② MUROS EN TABIQUE <ul style="list-style-type: none"> * misma cuadrilla ③ CONCRETO EN CASTILLOS AHOGADOS <ul style="list-style-type: none"> * misma cuadrilla 	<p>DÍA 2: MUROS DE BLOCK Y TABIQUE (4 HILADAS)</p>  <ul style="list-style-type: none"> ① MUROS DE BLOCK <ul style="list-style-type: none"> * 3 albañiles * 2 peones ② MUROS DE TABIQUE <ul style="list-style-type: none"> * misma cuadrilla ③ CONCRETO EN CASTILLOS AHOGADOS <ul style="list-style-type: none"> * misma cuadrilla
<p>Equipo: 1 carpintero – 4 albañiles – 1 ayudante - 2 peones Cantidades: Blocks concreto: 31.92 m² – Cimbra: 2.49 m² -Tabique: 5.456 m² – Concreto Fc: 100 kg/cm²: 0.15 m³</p>	<p>Equipo: 4 albañiles – 1 ayudante - 2 peones Cantidades: Blocks concreto: 21.92 m² – Concreto Fc: 100: 0.15m³ -Tabique: 5.456 m² – Concreto Fc: 200: 0.117 m³</p>
<p>DÍA 3: MUROS DE BLOCK Y TABIQUE (4 HILADAS) – CIMBRA CASTILLOS</p>  <ul style="list-style-type: none"> ① MUROS DE BLOCK <ul style="list-style-type: none"> * 3 albañiles * 2 peones ② MUROS DE TABIQUE <ul style="list-style-type: none"> * misma cuadrilla ③ CONCRETO EN CASTILLOS AHOGADOS <ul style="list-style-type: none"> * misma cuadrilla <p>④ CIMBRA PARA CASTILLOS</p>	<p>DÍA 4: CIMBRA CASTILLOS – COLADO CASTILLOS</p>  <ul style="list-style-type: none"> ④ CIMBRA PARA CASTILLOS <ul style="list-style-type: none"> * 1 Carpintero * 1 Ayudante * 1 Peón ⑤ COLOCACIÓN MARCOS PUERTA ACCESO <ul style="list-style-type: none"> * 1 Albañil * 1 Peón <p>⑥ COLADO CASTILLOS <ul style="list-style-type: none"> * 1 Albañil * 1 Peón </p>
<p>Equipo: 1 carpintero – 4 albañiles – 1 ayudante - 2 peones Cantidades: Blocks concreto: 21.92 m² – Cimbra 2.49 m² -Tabique: 2.728 m² – Concreto Fc: 100: 0.15 m³ - Descimbrado: 2.49 m²</p>	<p>Equipo: 4 albañiles – 3 peones Cantidades: Blocks concreto: 21.92 m² – Concreto Fc: 100: 0.15m³ -T/arcos puerta: 2.00 Pz – Concreto Fc: 200: 0.117 m³</p>
<p>DÍA 5: DESCIMBRADO CASTILLOS – COLADO CASTILLOS – CIMBRADO CASTILLOS</p>  <ul style="list-style-type: none"> ④ CIMBRA PARA CASTILLOS <ul style="list-style-type: none"> * 1 Carpintero * 1 Ayudante * 1 Peón ⑥ COLADO CASTILLOS <ul style="list-style-type: none"> * 1 Albañil * 1 Peón <p>⑤ DESCIMBRADO CASTILLOS <ul style="list-style-type: none"> * 1 Peón </p>	 <ul style="list-style-type: none"> ⑤ DESCIMBRADO CASTILLOS <ul style="list-style-type: none"> * 1 Peón ⑥ COLADO CASTILLOS <ul style="list-style-type: none"> * 1 Albañil * 1 Peón
<p>Equipo: 1 carpintero – 3 albañiles – 2 peones Cantidades: Blocks concreto: 11.95 m² – Descimbrado: 2.49 m² - Concreto Fc: 100: 0.082 m³</p>	<p>Equipo: 1 albañil – 1 peón Cantidades: Concreto Fc: 200 kg/cm²: 0.117 m³</p>

Figura A.211 – ETAPA II A - PAQUETE 3

				ETAPA 11-A - PAQUETE 3		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE	
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN	
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE		
MADI0038	ACELERANTE (ADITIVO)	LT	0.1823			DURACIÓN PAQUETE: 5.5 DÍAS	
MALA0000	ALAMBRE RECOCIDO NUM18	KG	3.0240			INICIACIÓN PROGRAMADA: _____	
MBLP1248	BLOCK DE CONCRETO 10X20X40 CM. PESADO	PZ	1,369.7750			TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____	
MCHA0000	CHAFLÁN DE MADERA DE 1º. DE 19 MM.	ML	49.8960			INICIACIÓN REAL: _____	
MCLA0000	CLAVO STD. 2 1/2 \	KG	2.6460			TERMINACIÓN REAL: _____	
MDIE0000	DIESEL	LT	4.4370				
MOPIN000	PINTURA ANTICORROSIVA	LT	0.2914				
MGRA0000	GRAVA 3/4 \	M³	0.5100			ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
MGRA0028	GRANZÓN	M³	0.2286			(18)	MUROS DE BLOCK
MMAD0000	MADERA DE 3º. PARA CIMBRA Y ANDAMIOS	PT	50.7668			(19)	CONCRETO EN CASTILLOS AHOGADOS
MREF1000	REFUERZO DE ESCALERILLA NO. 10 TRAMO 3 M.	ML	262.0006			(20)	MUROS DE TABIQUE (FACHADAS)
MTAB1000	TABIQUE EXTRUIDO HUECO VERT. 6X12X24 CM.	MI	0.9139			(21)	COLOCACIÓN MARCOS PUERTA ACCESO
MTRI0000	TRIPLAY DE PINO 16 MM.	M²	1.0396			(22)	CIMBRA PARA CASTILLOS APARENTES
MAGU0000	AGUA	M³	1.0786			(23)	COLADO CASTILLOS APARENTES
MARE0000	ARENA	M³	1.9604			(24)	DESCIMBRADO CASTILLOS APARENTES (10)
MCEM0000	CEMENTO GRIS TIPO I NORMAL	TN	0.6594				REPARTIDOS SOBRE 5.50 DÍAS
MFLE0000	FLETE URBANO	TN	0.0172				
MPER0000	PERFIL DE ACERO ESTRUCTURAL ÁNGULO	KG	0.8572				
MPER1000	PERFIL TUBULAR LÁMINA NEGRA CAL. 18	KG	18.3450				
MSOL1000	SOLDADURA 6013	KG	1.0286				
				TOTAL			
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES							
MACE2000	ACEITE LUBRICANTE	LT	0.0198				
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX	LT	0.0256				
MGAS0000	GASOLINA NOVA	LT	0.4193				
				TOTAL			
TOTAL:							
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA			
DESCRIPCIÓN		JORNAL		HORAS	COSTO U.	IMPORTE	
J000100	PEÓN	14.74		117.92 h.			
J000200	AYUDANTE	3.02		24.16 h.			
J000300	ALBAÑIL	14.21		193.68 h.			
J000400	CARPINTERO OBRA NEGRA	0.53		4.24 h.			
J000700	CHOFER CAMIÓN	-		-			
J001100	HERRERO	-		-			
					TOTAL:		
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)							
TOTAL:							
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE	
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE	<u>(COSTO DIRECTO)</u>	
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0000				
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0000				
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0000			NOTA:	
H9COR000	CORTADORA DE MESA	PZ	0.0015				
HDIS0014	DISCO ABRASIVO DE 14 \	PZ	0.6118				
HELE0000	ENERGÍA ELÉCTRICA	KW	4.5620				
H9REV000	REVOLVEDORA	PZ	0.0002				
HGAS0000	GASTOS DE TALLER	MA	1.0000				
HMA00000	UTILIDAD DE TALLER (MAT.)	MA	1.0000				
HMO00000	UTILIDAD DE TALLER (M.O.)	MO	1.0000				
				TOTAL:			
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)							
TOTAL:							

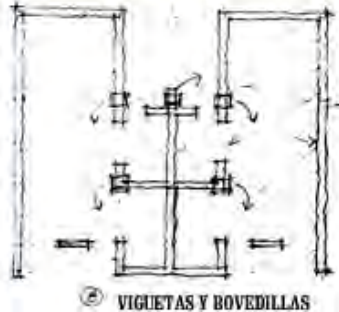
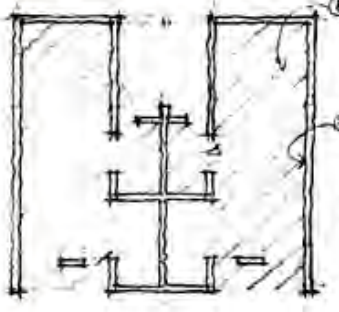


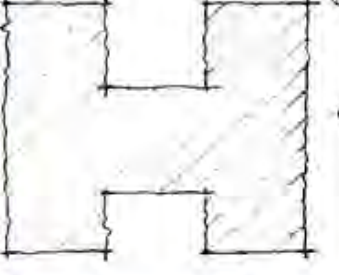

ETAPA II. A. - PAQUETE 4	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DIARIO
<p>DÍA 1: DESCIMBRADO CASTILLOS – CIMBRA LOSA – COLOCACIÓN VIGUETAS Y ESCANTILLONES</p>  <p>5) DESCIMBRADO CASTILLOS * 1 Peón</p> <p>7) CIMBRA LOSA Y PASOS * 1 Carpintero * 1 Albañil * 1 Ayudante * 1 Peón</p> <p>6) VIGUETAS Y BOVEDILLAS</p>	<p>DÍA 2: COLOCACIÓN VIGUETAS – COLOCACIÓN BOVEDILLAS – CIMBRA LOSA PASOS</p>  <p>8) VIGUETAS Y BOVEDILLAS * 3 Albañiles * 1 Ayudante * 1 Peón</p> <p>7) CIMBRA LOSA Y PASOS * 1 Carpintero * 1 Albañil * 1 Ayudante * 1 Peón</p>
<p>Equipo: 3 albañiles – 1 carpintero – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: Viguetas y bovedillas 35.34 m² – Descimbrado: 2.49 m² – Pasos y recibir con concreto: 3.00 Pz.</p>	<p>Equipo: 3 albañiles – 1 carpintero – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: Viguetas y bovedillas: 35.34 m² – Pasos y recibir con concreto: 3.000 Pz</p>
<p>DÍA 3: ACERO TRABES – ACERO LOSA ENTREPISO</p>  <p>9) ACERO REFUERZO TRABES ENTREPISO * 1 Fierro * 1 Ayudante * 1 Peón</p> <p>10) ACERO REFUERZO LOSA ENTREPISO * 1 Fierro * 1 Ayudante * 1 Peón</p>	<p>DÍA 4: ANCLAJE DE CASTILLOS – CIMBRA PERIMETRAL LOSA ENTREPISO</p>  <p>11) ANCLAJE DE CASTILLOS * 1 Fierro * 1 Ayudante * 1 Peón</p> <p>12) INSTAL. ELÉCTRICA EN LOSA Y MUROS * 1 Albañil * 1 Ayudante</p> <p>13) INSTAL. SANITARIA EN LOSA * 1 Albañil * 1 Ayudante</p> <p>14) CIMBRA PERIMETRAL DE ENTREPISO * 1 Carpintero * 1 Ayudante * 1 Peón</p>
<p>Equipo: 1 fierro – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: Acero No. 2: 0.0188 TN – Acero No. 4: 10.0024 – Acero No. 2.5: 0.8022 TN – Armex 15/2: 47.30 ML – Acero No. 3: 0.0172 TN – Malla 6x6 6/6: 36.59 m²</p>	<p>Equipo: 2 fierros – 1 albañil – 3 ayudantes – 2 peones Cantidades: Cimbra: 6.68 m² – M alla 6x6 6/6: 36.59 m² – Chafán: 6.00 ML – Armex 10x10/2: 49.50 ML</p>
<p>DÍA 5: COLADO Y PULIDO LOSA ENTREPISO</p>  <p>15) COLADO LOSA ENTREPISO * 3 Albañiles * 2 Peones</p> <p>16) PULIDO LOSA ENTREPISO * 3 Albañiles</p>	<p>DÍA 6:</p>  <p>NOTA: Holgura 1/2 día</p>
<p>Equipo: 3 albañiles – 2 peones Cantidades: – Concreto Fc: 200 kg/cm²: 3.975 m³ – Pulido: 48.90 m²</p>	<p>Equipo: Cantidades:</p>

Figura A.212 – ETAPA II A - PAQUETE 4

				ETAPA IIA - PAQUETE 4		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE	
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN	
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD		COSTO U.	IMPORTE		
MACE0020	ACERO DE REFUERZO FY-4000KG/CM2 NUM.2	TN	0.0192			DURACIÓN PAQUETE: <u>5.5 DÍAS</u>	
MACE0025	ACERO DE REFUERZO FY-4000KG/CM2 NUM.2.5	TN	0.0023			INICIACIÓN PROGRAMADA: _____	
MACE0030	ACERO DE REFUERZO FY-4000KG/CM2 NUM.3	TN	0.0178			TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____	
MACE0040	ACERO DE REFUERZO FY-4000KG/CM2 NUM.4	TN	0.0025			INICIACIÓN REAL: _____	
MADI0000	ADITIVO LIGA DE CONCRETOS (FESTER-BOND)	LT	0.6000			TERMINACIÓN REAL: _____	
MAGU0000	AGUA	M³	0.9687				
MALA0000	ALAMBRE RECOCIDO NUM18	KG	6.0325				
MAR01034	ARMEX 10 X 10 / 3 (ALTA RESISTENCIA)	ML	48.0250				
MAR52004	ARMEX 15 / 2 (ALTA RESISTENCIA)	ML	53.4490				
MARE0000	ARENA	M³	0.3597				
MARM0154	ARMEX 15 X 15/4 (ALTA RESISTENCIA)	ML	3.6160				
MBOV0000	BOVEDILLA DE 70 X 20 X 13 CM. VIGUETA/BO	PZ	530.1000				
MBOVP008	BOVEDILLA DE POLIESTIRENO 20X45X13 CM.	PZ	13.8000				
MCEM0000	CEMENTO GRIS TIPO I NORMAL	TN	0.1836				
MCHA0000	CHAFLÁN DE MADERA DE 1º. DE 19 MM.	ML	46.2876				
MCLA0000	CLAVO STD. 2 1/2 \	KG	6.0520				
MCON2000	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=200 R.N 19MM	M³	4.1738				
MDIE0000	DIESEL	LT	4.1419				
MGRA0000	GRAVA 3/4 \	M³	0.0036				
MMAD0000	MADERA DE 3º. PARA CIMBRA Y ANDAMIOS	PT	137.1701				
MMAL0010	MALLA ELECTROSOLDADA 6X6-10/10 (ROLLO 20)	M²	82.6934				
MTRI0000	TRIPLAY DE PINO 16 MM	M²	0.9185				
MVIG0000	VIGUETA PRETENSADA DE 13 CM. DE PERALTE	ML	107.8200				
				TOTAL			
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES							
MACE2000	ACEITE LUBRICANTE	LT	0.1685				
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX	LT	0.0254				
MGAS0000	GASOLINA NOVA	LT	2.1310				
				TOTAL			
TOTAL:							
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA			
DESCRIPCIÓN		JORNAL	HORAS	COSTO U.	IMPORTE		
J000100	PEÓN	9.88	79.04 h.				
J000200	AYUDANTE	5.61	44.88 h.				
J000300	ALBAÑIL	8.56	68.48 h.				
J000400	CARPINTERO OBRA NEGRA	1.55	12.40 h.				
J000700	CHOFER CAMIÓN	-	-				
J001000	FIERRERO	1.50	12.00 h.				
J001200	MALACATERO	-	-				
				TOTAL:			
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)							
TOTAL:							
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE	
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE		
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0000			<u>(COSTO DIRECTO)</u>	
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0000				
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0000			NOTA:	
H9MAL000	MALACATE	PZ	0.0004				
H9REV000	REVOLVEDORA	PZ	0.0000				
H9VIB000	VIBRADOR	PZ	0.0012				
				TOTAL:			
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)							
TOTAL:							

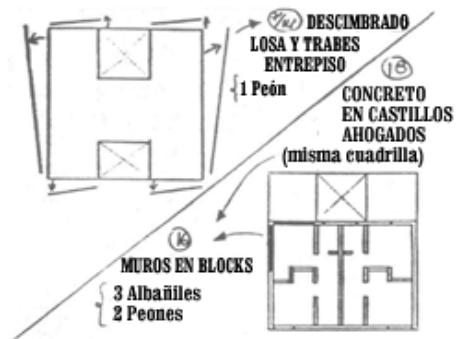

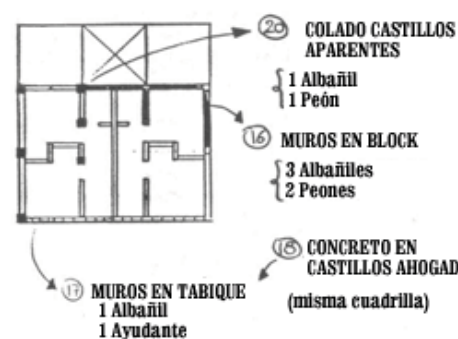

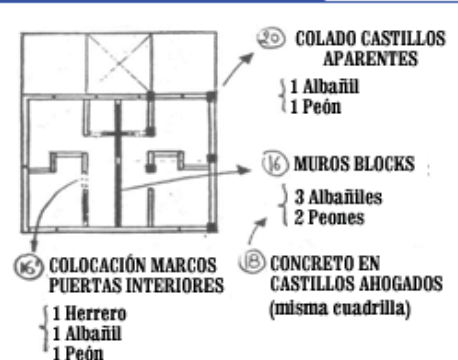

ETAPA II. B. - PAQUETE 5	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DIARIO
<p>DÍA 1: DESCIMBRADO LOSA - MUROS BLOCKS /CASTILLOS</p>  <p>14) MUROS EN BLOCKS 3 Albañiles 2 Peones</p> <p>15) CONCRETO EN CASTILLOS AHOGADOS (misma cuadrilla)</p> <p>16) LOSA Y TRAVES ENTREPISO 1 Peón</p>	<p>DÍA 2: MUROS BLOCKS /TABIQUE - CASTILLOS</p>  <p>17) MUROS EN TABIQUE 1 Albañil 1 Ayudante</p> <p>18) CONCRETO EN CASTILLOS AHOGADOS (misma cuadrilla)</p> <p>19) CIMBRA APARENTE PARA CASTILLOS 1 Carpintero 1 Ayudante 1 Peón</p> <p>20) MUROS EN BLOCKS 3 Albañiles 2 Peones</p> <p>21) COLOCACION MARCOS PUERTAS INTERIORES 1 Herrero, 1 Albañil - 1 Peón</p> <p>NOTA: Quitar puntales losa entrepiso</p>
<p>Equipo: 3 albañiles - 2 peones Cantidades: - Concreto F'c = 100 : 0.15 m³ - Descimbrado: 6.68 m² - Blocks concreto: 20.99 m²</p>	<p>Equipo: 1 carpintero - 1 herrero - 4 albañiles - 1 ayudante - 2 peones Cantidades: - Concreto F'c = 100 : 0.15 m³ - Block concreto : 20.99 m² - Tabique: 7.005 m² - Cimbra: 3.12 m² - Marco puerta : 9.00 Pz</p>
<p>DÍA 3: MUROS BLOCKS /TABIQUE - CASTILLOS</p>  <p>17) MUROS EN TABIQUE 1 Albañil 1 Ayudante</p> <p>18) CONCRETO EN CASTILLOS AHOGADOS (misma cuadrilla)</p> <p>19) COLADO CASTILLOS APARENTES 1 Albañil 1 Peón</p> <p>20) MUROS EN BLOCK 3 Albañiles 2 Peones</p>	<p>DÍA 4: MUROS EN BLOCKS - CASTILLOS</p>  <p>19) CIMBRA PARA CASTILLOS 1 Carpintero 1 Ayudante 1 Peón</p> <p>20) MUROS BLOCKS 3 Albañiles 2 Peones</p> <p>21) DESCIMBRADO CASTILLOS 1 Peón</p> <p>22) COLOCACION MARCOS PUERTAS INTERIORES 1 Herrero - 1 Albañil - 1 Peón</p>
<p>Equipo: 4 albañiles - 1 ayudante - 2 peones Cantidades: - Concreto F'c = 100: 0.15 m³ - Blocks concreto : 20.99 m² - Concreto F'c = 200: 0.13 m³ - Tabique : 7.005 m²</p>	<p>Equipo: 1 carpintero - 1 herrero - 3 albañiles - 2 peones Cantidades: - Blocks concreto: 20.99 m² - Concreto F'c = 100: 0.15 m³ - Marcos puertas : 2.00 pz - Descimbrado: 3.12 m² - Cimbado: 3.12 m²</p>
<p>DÍA 5: MUROS EN BLOCKS - CASTILLOS</p>  <p>16) COLOCACION MARCOS PUERTAS INTERIORES 1 Herrero 1 Albañil 1 Peón</p> <p>18) CONCRETO EN CASTILLOS AHOGADOS (misma cuadrilla)</p> <p>19) CIMBRA PARA CASTILLOS 1 Carpintero 1 Ayudante 1 Peón</p> <p>20) MUROS BLOCKS 3 Albañiles 2 Peones</p> <p>21) COLADO CASTILLOS APARENTES 1 Albañil 1 Peón</p>	<p>DÍA 6: CASTILLOS (0.5 DÍA)</p>  <p>21) DESCIMBRADO CASTILLOS 1 Peón</p>
<p>Equipo: 3 albañiles - 2 peones - 1 herrero Cantidades: - Blocks concreto : 11.45 m² - Concreto F'c = 100: 0.083 m³ - Marcos puertas : 3.00 Pz - Concreto F'c = 200: 0.13 m³</p>	<p>Equipo: 1 carpintero - 1 albañil - 1 ayudante - 2 peón Cantidades: - Cimbado: 3.12 m² - Descimbrado: 3.12 m² - Concreto F'c = 200: 0.13 m³</p>

Figura A.213 – ETAPA II B - PAQUETE 5

				ETAPA I I-B - PAQUETE 5		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE	
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN	
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE		
MADI0038	ACELERANTE (ADITIVO)	LT	0.2060			DURACIÓN PAQUETE: <u>5.5 DÍAS</u>	
MAGU0000	AGUA	M³	0.9405			INICIACIÓN PROGRAMADA: _____	
MALA0000	ALAMBRE RECOCIDO NUM18	KG	3.7800			TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____	
MARE0000	ARENA	M³	2.0321			INICIACIÓN REAL: _____	
MBLP1248	BLOCK DE CONCRETO 10X20X40 CM. PESADO	PZ	1,311.0000			TERMINACIÓN REAL: _____	
MCEM0000	CEMENTO GRIS TIPO I NORMAL	TN	0.6902			TRABAJOS A EJECUTAR	
MCHA0000	CHAFLÁN DE MADERA DE 1º. DE 19 MM.	ML	62.3700			ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
MCLA0000	CLAVO STD. 2 1/2 \	KG	3.3075			(35)	DESCIMBRADO LOSA Y TRABES ENTREPISO
MDIE0000	DIESEL	LT	5.3118				
MGRA0000	GRAVA 3/4 \	M³	0.5175				
MGRA0028	GRANZÓN	M³	0.2583			(36)	MUROS DE BLOCS CONCRETO CONCRETO EN CASTILLOS AHOGADOS
MMAD0000	MADERA DE 3º. PARA CIMBRA Y ANDAMIOS	PT	56.0982				
MREF1000	REFUERZO DE ESCALERILLA NO. 10 TRAMO 3M.	ML	250.9283				
MTAB1000	TABIQUE EXTRUIDO HUEVO VERT. 6X12X24 CM	MI	0.9387			(37)	MUROS TABIQUE EN FACHADAS
MTRI0000	TRIPLAY DE PINO 16 MM	M²	1.2994				
MOPIN700	PINTURA ANTICORROSIVA (PRIMER)	LT	0.8742			(38)	CIMBRA PARA CASTILLOS APARENTE
MFLE0000	FLETE URBANO	TN	0.0516				COLADO CASTILLOS APARENTE
MPER0000	PERFIL DE ACERO ESTRUCTURAL, ÁNGULO 1 \	KG	2.5716				DESCIMBRADO CASTILLOS APARENTE (2)
MPER1000	PERFIL TUBULAR LÁMINA NEGRA CAL.18	KG	55.0350				
MSOL1000	SOLDADURA 6013	KG	3.0858				
				TOTAL		(39)	COLOCACIÓN DE MARCOS DE PUERTAS INTERIORES
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES							
MACE2000	ACEITE LUBRICANTE	LT	0.1990				
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX	LT	0.0229				
MGAS0000	GASOLINA NOVA	LT	4.0540				
				TOTAL			
TOTAL:							
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA			
DESCRIPCIÓN		JORNAL	HORAS	COSTO U.	IMPORTE		
J0000100	PEÓN	4.87	38.96 h.				
J0000200	AYUDANTE	2.86	22.88 h.				
J0000300	ALBAÑIL	14.05	112.40 h.				
J0000400	CARPINTERO OBRA NEGRA	0.99	7.92 h.				
J0000700	CHOFER CAMIÓN	-	-				
J0001200	MALACATERO	-	-				
J0001100	HERRERO	1.50	12.00 h.				
				TOTAL:			
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)							
TOTAL:							
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTAS		COSTO TOTAL DEL PAQUETE	
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE	(COSTO DIRECTO)	
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0000				
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0000				
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0000			NOTA:	
H9COR000	CORTADORA DE MESA	PZ	0.0015				
H9MAL000	MALACATE	PZ	0.0011				
H9REV000	REVOLVEDORA	PZ	0.0002				
HDIS0014	DISCO ABRASIVO DE 14 \	PZ	0.5906				
HELE0000	ENERGÍA ELÉCTRICA	KW	4.4280				
HGAS0000	GASTOS DE TALLER	MA	1.0000				
HMA00000	UTILIDAD DE TALLER (MAT.)	MA	1.0000				
HMC00000	UTILIDAD DE TALLER (M.O.)	MO	1.0000				
				TOTAL:			
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)							
TOTAL:							


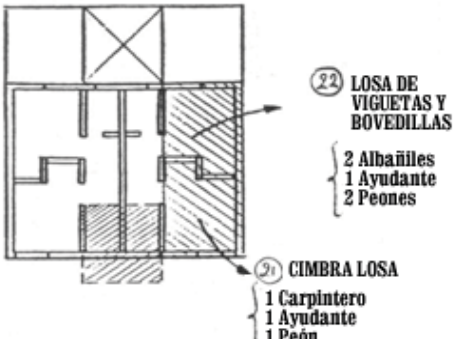

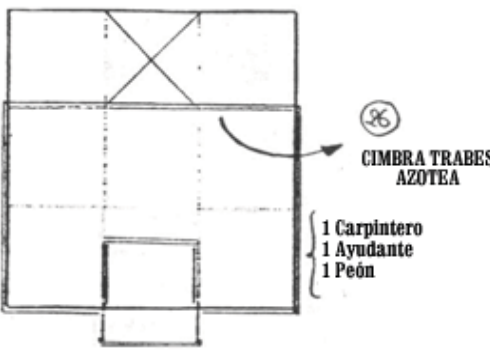
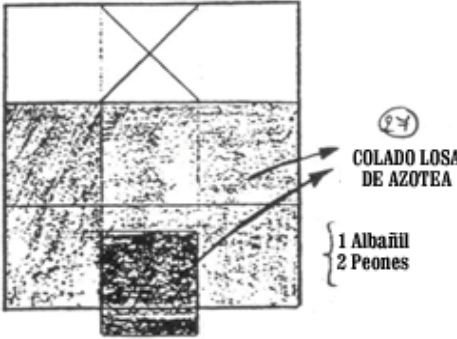
ETAPA II-B – PAQUETE 6	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DIARIO
<p>DÍA 1: LOSA DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS – CIMBRA LOSA – DESCIMBRADOS CASTILLOS</p>  <p>22 LOSA DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS 2 Albañiles 1 Ayudante 2 Peones</p> <p>21 CIMBRA LOSA AZOTEA 1 Carpintero 1 Ayudante 1 Peón</p> <p>19 DESCIMBRADO CASTILLOS 1 Peón</p>	<p>DÍA 2 LOSA DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS – CIMBRA LOSA</p>  <p>22 LOSA DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS 2 Albañiles 1 Ayudante 2 Peones</p> <p>21 CIMBRA LOSA 1 Carpintero 1 Ayudante 1 Peón</p>
<p>Equipo: 1 carpintero – 2 albañiles – 2 ayudantes – 2 peones Cantidades: - Viguetas y bovedillas: 29.76 m² - Descimbrado: 3.12 m² – Cimbra: 9.94m²</p>	<p>Equipo: 2 albañiles – 1 carpintero – 2 ayudantes - 2 peones Cantidades: - Losa de viguetas y bovedillas : 29.76 m² - Cimbra: 9.94 m²</p>
<p>DÍA 3: ACERO TRABES Y LOSA – INSTALACIÓN ELÉCTRICA</p>  <p>23 ACERO DE REFUERZO TRABES 1 Fierro 1 Ayudante 1 Peón</p> <p>25 INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN LOSA Y MURO 1 Oficial 1 Ayudante</p> <p>24 ACERO REFUERZO LOSA 1 Fierro 1 Ayudante 1 Peón</p>	<p>DÍA 4: CIMBRA TRABES AZOTEA</p>  <p>26 CIMBRA TRABES AZOTEA 1 Carpintero 1 Ayudante 1 Peón</p>
<p>Equipo: 1 fierro – 2 oficial – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: - Malla 6x 6 6/6: 62.63 m² - Amex 15/2: 4750</p>	<p>Equipo: 1 carpintero – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: - Cimbra: 6.28 m² - Chafán: 6.00 ML</p>
<p>DÍA 5: COLADO LOSA DE AZOTEA</p>  <p>27 COLADO LOSA DE AZOTEA 1 Albañil 2 Peones</p>	<p>DÍA 6: (0.5 DÍA)</p> <p>H O L G U R A</p> <p>0.5 DIA</p> <p>NOTA: Hay holgura para recuperar atraso de actividades anteriores o adelanto de las siguientes</p>
<p>Equipo: 1 albañil – 2 peones Cantidades: - Concreto: 3.7786 m³</p>	<p>Equipo: Cantidades:</p>

Figura A.214 – ETAPA II B - PAQUETE 6

				ETAPA II-B - PAQUETE 6		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE		
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN		
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD		COSTO U.	IMPORTE			
MAGU0000	AGUA	M³	0.9121			DURACIÓN PAQUETE: <u>5.5 DÍAS</u>		
MALA0000	ALAMBRE RECOCIDO NUM18	KG	7.7070			INICIACIÓN PROGRAMADA: _____		
MAR01034	ARMEX 10 X 10 / 3 (ALTA RESISTENCIA)	ML	21.2440			TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____		
MAR52004	ARMEX 15 / 2 (ALTA RESISTENCIA)	ML	53.6750			INICIACIÓN REAL: _____		
MARE0000	ARENA	M³	0.3002			TERMINACIÓN REAL: _____		
MBOV0000	BOVEDILLA DE 70 X 20 X 13 CM. VIGUETA/BO	PZ	446.4000			TRABAJOS A EJECUTAR		
MCEM0000	CEMENTO GRIS TIPO I NORMAL	TN	0.0702			ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN
MCHA0000	CHAFLÁN DE MADERA DE 1º. DE 19 MM.	ML	100.7112			(40)	CIMBRA LOSA DE AZOTEA	2.00 DÍAS
MCLA0000	CLAVO STD. 2 1/2 \	KG	10.3507			(41)	LOSA DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS	
MCON2000	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=200 R.N 19MM	M³	3.9675					
MDIE0000	DIESEL	LT	13.6967			(42)	ACERO DE REFUERZO LOSA DE AZOTEA	1.00 DÍA
MMAD0000	MADERA DE 3º. PARA CIMBRA Y ANDAMIOS	PT	167.5422			(43)	ACERO DE REFUERZO TRABES DE AZOTEA	
MMAL0010	MALLA ELECTROSOLDADA 6X6-10/10 (ROLLO 20)	M²	70.7719					
MTRI0000	TRIPLAY DE PINO 16 MM	M²	3.5978					
MVIG0000	VIGUETA PRETENSADA DE 13 CM. DE PERALTE	ML	89.2800					
						(44)	INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN LOSA Y MUROS	
						(45)	CIMBRA TRABES DE AZOTEA	1.00 DÍA
						(46)	COLADO LOSA DE AZOTEA	0.50 DÍA
				TOTAL				
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES								
MACE2000	ACEITE LUBRICANTE	LT	0.2743			(47)	DESCIMBRADO CASTILLOS APARENTES (6)	0.50 DÍA
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX	LT	0.0239					
MGAS0000	GASOLINA NOVA	LT	4.3109					
				TOTAL				
				TOTAL:				
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN		JORNAL	HORAS	COSTO U.	IMPORTE			
J0000100	PEÓN	9.50	76.00 h.					
J0000200	AYUDANTE	4.16	33.28 h.					
J0000300	ALBANIL	4.81	38.48 h.					
J0000400	CARPINTERO OBRA NEGRA	2.32	18.56 h.					
J0000700	CHOFER CAMIÓN	-	-					
J0001000	FIERRERO	0.87	6.96 h.					
J0001200	MALACATERO	-	-					
				TOTAL:				
				MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)				
				TOTAL:				
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE	<u>(COSTO DIRECTO)</u>		
H0000004	INSUMO DE AJUSTE	MA	0.0400					
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0000					
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0000			NOTA:		
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0000			FALTAN LOS MATERIALES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN LOSA Y MUROS PORQUE ESTÁN EN EL ALCANCE DEL SUBCONTRATO.		
H9MAL000	MALACATE	PZ	0.0011					
H9VIB000	VIBRADOR	PZ	0.0011					
				TOTAL:				
				HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)				
				TOTAL:				

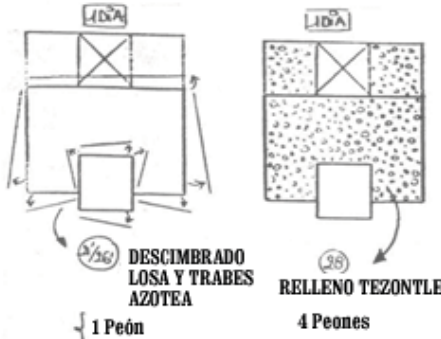
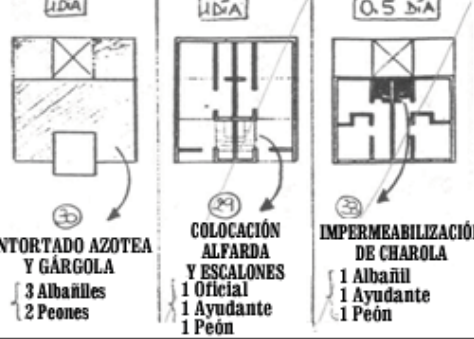
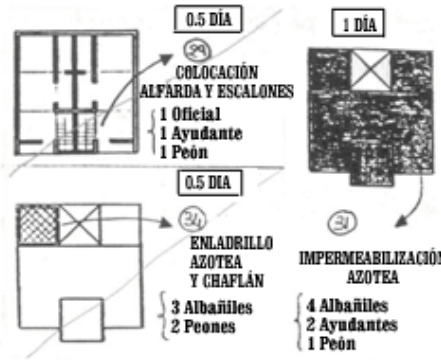
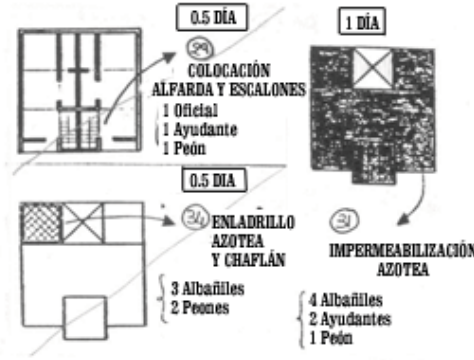


ETAPA II-B – PAQUETE 7	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DIARIO
<p>DÍA 1: DESCIMBRADO LOSA Y TRABES – RELLENO DE TEZONTLE</p>  <p>DESCIMBRADO LOSA Y TRABES AZOTEA 1 Peón</p> <p>RELLENO TEZONTLE 4 Peones</p>	<p>DÍA 2: ENTORTADO AZOTEA – COLOCACIÓN ALFARDA Y ESCALONES – IMPERMEABILIZACIÓN CHAROLA</p>  <p>ENTORTADO AZOTEA Y GÁRGOLA 3 Albañiles 2 Peones</p> <p>COLOCACIÓN ALFARDA Y ESCALONES 1 Oficial 1 Ayudante 1 Peón</p> <p>IMPERMEABILIZACIÓN DE CHAROLA 1 Albañil 1 Ayudante 1 Peón</p> <p>NOTA: Quitar puntales losa de azotea</p>
<p>Equipo: 5 peones Cantidades: - Descimbrado: 26.16 m² - Tezontle: 5.12m²</p>	<p>Equipo: 4 albañiles – 1 oficial – 2 ayudantes – 4 peones Cantidades: - Gimbra: 2.49m² – Acero No. 3: 0.0351 TN – Gárgola: 2Pz. Malla 6x6 6/6: 4.0550 m² – Entortado: 66.36m² – Imp. Charola: 2.40 m² – Concreto F'c = 200: 0.2027 m³</p>
<p>DÍA 3: ALFARDA Y ESCALONES EN LADRILLO AZOTEA – IMPERMEABILIZACIÓN AZOTEA</p>  <p>COLOCACIÓN ALFARDA Y ESCALONES 1 Oficial 1 Ayudante 1 Peón</p> <p>ENLADRILLO AZOTEA Y CHAFLÁN 3 Albañiles 2 Peones</p> <p>IMPERMEABILIZACIÓN AZOTEA 4 Albañiles 2 Ayudantes 1 Peón</p>	<p>DÍA 4: ENLADRILLO AZOTEA – CINTILLA – BARANDAL ESCALERA</p>  <p>COLOCACIÓN ALFARDA Y ESCALONES 1 Oficial 1 Ayudante 1 Peón</p> <p>ENLADRILLO AZOTEA Y CHAFLÁN 3 Albañiles 2 Peones</p> <p>IMPERMEABILIZACIÓN AZOTEA 4 Albañiles 2 Ayudantes 1 Peón</p>
<p>Equipo: 1 oficial – 7 albañiles – 3 ayudantes – 3 peones Cantidades: - Chaflán: 10.27 ML – Escalones: 13 Pz. - Imp. Azotea: 76.21 m² - Enladrillo: 12.13 m²</p>	<p>Equipo: 4 albañiles – 1 herrero – 1 ayudante – 3 peones Cantidades: - Cintilla: 2.91 m² - Barandal escalera: 5.12 Kg. - Enladrillo: 25.02 m²</p>
<p>DÍA 5: ENLADRILLO YCHAFLÁN AZOTEA</p>  <p>ENLADRILLO Y CHAFLÁN AZOTEA 3 Albañiles 2 Peones</p> <p>INCLUYE LECHADA</p>	<p>DÍA 6: ENLADRILLO YCHAFLÁN AZOTEA</p>  <p>ENLADRILLO CHAFLÁN 3 Albañiles 2 Peones</p> <p>INCLUYE LECHADA</p>
<p>Equipo: 1 albañil – 2 peones Cantidades: - Enladrillo: 25.02 m²</p>	<p>Equipo: 3 albañiles – 2 peones Cantidades: - Enladrillo: 12.13 m²</p>

Figura A.215 – ETAPA II B - PAQUETE 7

				ETAPA I I-B - PAQUETE 7		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE		
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE	DURACIÓN PAQUETE: 5.5 DÍAS		
M1TUBG75	TUBO GALVANIZADO DE 7MM. CÉDULA 40	ML	0.6000			INICIACIÓN PROGRAMADA: _____		
M3TEZ000	TEZONTLE	M³	5.7856			TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____		
MACE0030	ACERO DE REFUERZO FY-4000KG/CM2 NUM.3	TN	0.0364			INICIACIÓN REAL: _____		
MADI0038	ACELERANTE (ADITIVO)	LT	0.1014			TERMINACIÓN REAL: _____		
MAGU0000	AGUA	M³	2.0643					
MALA0000	ALAMBRE RECOCIDO NUM18	KG	1.3831			TRABAJOS A EJECUTAR		
MARE0000	ARENA	M³	7.6383			ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN
MCAL0000	CALHIDRA	TN	0.6209			(48)	DESCIMBRADO LOSA Y TRABES AZOTEA	1.00 DÍA
MCEM0000	CEMENTO GRIS TIPO I NORMAL	TN	1.4206					
MCEM2000	CEMENTO PLÁSTICO (PLASTIC-CEMENT-FESTER)	LT	3.8106					
MCIN0000	CINTILLA LA HUERTA 6 X 24 CM	PZ	101.8500			(49)	RELLENO DE TEZONTLE AZOTEA	1.00 DÍA
MCLA0000	CLAVO STD. 2 1/2 \	KG	0.5702					
MDIE0000	DIESEL	LT	2.9620			(50)	COLOCACIÓN ALFARDA Y ESCALONES	1.50 DÍAS
MFIE0015	FIELTRO SATURADO DEL NUM. 15 FESTER-FELT	M²	83.8310					
MGRA0000	GRAVA 3/4 \	M³	0.0044			(51)	ENTORTADO AZOTEA, GÁRGOLA	1.00 DÍA
MGRA0028	GRANZÓN	M³	0.1271					
MLAD0000	LADRILLO DE AZOTEA	MI	2.7124			(52)	IMPERMEABILIZACIÓN EN AZOTEA	1.00 DÍA
MMAD0000	MADERA DE 3º. PARA CIMBRA Y ANDAMIOS	PT	10.4324					
MMAL0010	MALLA ELECTROSOLDADA 6X6-10/10 (ROLLO 20)	M²	4.5822			(53)	COLOCACIÓN MARCOS DE VENTANAS (OPCIONAL)	
MPET0000	PETRÓLEO	LT	16.2420					
MSOL1000	SOLDADURA 6013	KG	2.7040			(54)	IMPERMEABILIZACIÓN DE CHAROLAS	0.50 DÍA
MTEH0000	TECHO MINEALIZADO (GARZA DE 90 Ó SIMIL)	M²	83.8310					
MOPIN700	PINTURA ANTICORROSIVA (PRIMER)	LT	0.1037			(55)	ENLADRILLADO Y CHAFLÁN AZOTEA	3.00 DÍAS
MFIB0000	FIELTRO FIB. VIDR. 0.5MM PERMAFELT (50)	M²	2.7600					
MLAM0010	LAMINA NEGRA NUMERO 12 (21.360 X6/M²)	KG	0.9592			(56)	CINTILLA LA HUERTA	0.40 DÍA
MPER0000	PERFIL DE ACERO ESTRUCTURAL, ÁNGULO 1 \	KG	12.1589					
MSOL1000	SOLDADURA 6013	KG	0.3952			(57)	COLOCACIÓN BARANDAL DE ESCALERA	1.00 DÍA
MTAQ1000	TAQUETES DE PLÁSTICO DE 1/4 \	PZ	4.0000					
MEMA0000	EMULSIÓN ASFÁLTICA (EMULTEX I F Ó SIM.)	LT	15.7220					
MASF0012	ASFALTO OXIDADO DEL NUMERO 12 (PROTEXA)	KG	235.8300					
MTAQ2000	TAQUETES DE FIBRA DE 1/4 \	PZ	20.00					
MTOR2000	TORNILLOS DE 25 MM.	PZ	20.00					
				TOTAL				
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES								
MACE2000	ACEITE LUBRICANTE	LT	0.1863					
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX	LT	0.0639					
MGAS0000	GASOLINA NOVA	LT	7.7300					
				TOTAL				
TOTAL:								
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN		JORNAL	HORAS	COSTO U.	IMPORTE			
J0000100	PEÓN	16.6 8	133.44 h.					
J0000200	AYUDANTE	5.38	43.04 h.					
J0000300	ALBANIL	4.74	117.92 h.					
J0000400	CARPINTERO OBRA NEGRA	1.89	15.12 h.					
J0000700	CHOFER CAMIÓN	-	-					
J0001000	FIERRERO	0.23	1.84 h.					
J0001200	MALACATERO	1.10	8.88 h.					
J0001200	MALACATERO	-	-					
				TOTAL				
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)								
TOTAL:								
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE	(COSTO DIRECTO)		
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0000					
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0001					
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0001			NOTA:		
H9COR000	CORTADORA DE MESA	PZ	0.0002					
H9MAL000	MALACATE	PZ	0.0011					
H9REV000	REVOLVEDORA	PZ	0.0000					
HDIS0014	DISCO ABRASIVO DE 14 \	PZ	0.0894					
HELE0000	ENERGÍA ELÉCTRICA	KW	0.6646					
HGAS0000	GASTOS DE TALLER	MA	1.0000					
HMA00000	UTILIDAD DE TALLER (MAT)	MA	1.0000					
HMO00000	UTILIDAD DE TALLER (M.O.)	MO	1.0000					
				TOTAL:				
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)								
TOTAL:								

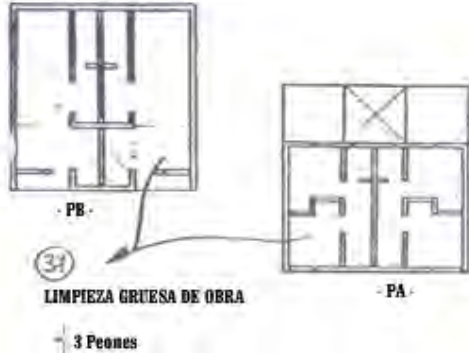

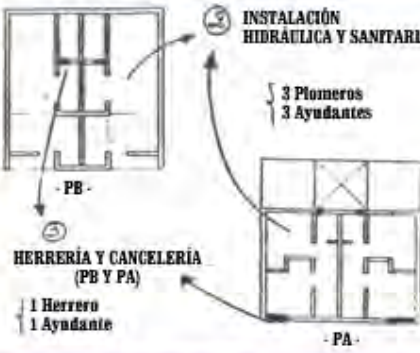

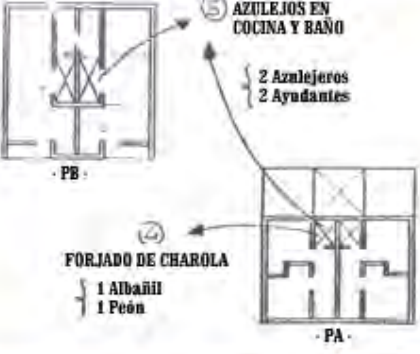
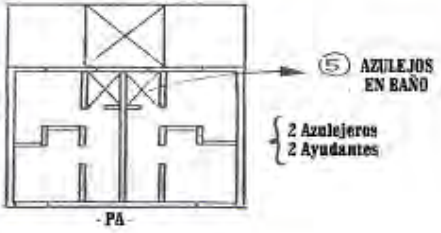
ETAPA III – PAQUETE 8	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DIARIO
<p>DÍA 1: LIMPIEZA GRUESA DE OBRA</p>  <p>· PB ·</p> <p>· PA ·</p> <p>③ LIMPIEZA GRUESA DE OBRA</p> <p>3 Peones</p>	<p>DÍA 2: INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA – ACCESORIOS DE BAÑO – COLOCACIÓN VIDRIOS (P.B)</p>  <p>· PB ·</p> <p>· PA ·</p> <p>② INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA</p> <p>3 Plomeros 3 Ayudantes</p> <p>③ HERRERÍA Y CANCELERÍA (PB)</p> <p>1 Herrero 1 Ayudante</p> <p>① ACCESORIOS BAÑO</p> <p>1 Albañil 1 Peón</p>
<p>Equipo: 3 peones Cantidades: - Limpieza: 88.36 m² - Acareo: 12.53m³</p>	<p>Equipo: 3 plomeros –1 herrero –1 albañil –4 ayudantes –1 peón Cantidades: - Ventanas alum. 1.60x1.25: 2.00Pz. – Accesorios porcelan.: 2.80 Jg. - Cancelería 1.60 x 2.30 : 2.00Pz.</p>
<p>DÍA 3: INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA – HERRERÍA Y CANCELERÍA (P.A)</p>  <p>· PB ·</p> <p>· PA ·</p> <p>③ INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA</p> <p>3 Plomeros 3 Ayudantes</p> <p>④ HERRERÍA Y CANCELERÍA (PB Y PA)</p> <p>1 Herrero 1 Ayudante</p>	<p>DÍA 4: INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA – HERRERÍA Y CANCELERÍA</p>  <p>· PB ·</p> <p>· PA ·</p> <p>③ INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA</p> <p>3 Plomeros 3 Ayudantes</p> <p>④ HERRERÍA Y CANCELERÍA (PA - Domo azotea)</p> <p>1 Herrero 1 Albañil 1 Ayudante</p>
<p>Equipo: 3 plomeros – 1 herrero – 4 ayudantes Cantidades: - Puerta aluminio: 2.00 Pz. – Ventana alum. 1.60 x 1.25: 2.00Pz - Ventana alum. 0.60 x 0.60: 2.00Pz</p>	<p>Equipo: 3 plomeros – 1 herrero – 1 albañil – 4 ayudantes Cantidades: - Ventana alum. 1.60 x 1.25: 2.00 Pz. - Domo iluminación : 2.00 Pz.</p>
<p>DÍA 5: AZULEJOS – FORJADO CHAROLA</p>  <p>· PB ·</p> <p>· PA ·</p> <p>⑤ AZULEJOS EN COCINA Y BAÑO</p> <p>2 Azulejeros 2 Ayudantes</p> <p>④ FORJADO DE CHAROLA</p> <p>1 Albañil 1 Peón</p>	<p>DÍA 6: AZULEJOS (0.5 DÍA)</p>  <p>· PA ·</p> <p>⑤ AZULEJOS EN BAÑO</p> <p>2 Azulejeros 2 Ayudantes</p>
<p>Equipo: 2 azulejeros – 1 albañil – 2 ayudantes – 1 peón Cantidades: - Azulejos cocina: 6.455 m²</p>	<p>Equipo: 2 azulejeros – 2 ayudantes Cantidades: - Azulejos baño: 8.775 m²</p>

Figura A.216 – ETAPA III - PAQUETE 8

				ETAPA III - PAQUETE 8		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE	
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN	
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE		
M10REM08	REMACHE "POP"	PZ	8.0000			DURACIÓN PAQUETE: 5.5 DÍAS	
M2ACC000	ACCESORIOS DE BAÑO PORCELANA EMPOTRAR	JG	2.0000			INICIACIÓN PROGRAMADA: _____	
M3PIJ000	PIJAS 2 1/2 \	PZ	16.0000			TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____	
MACE0030	ACERO DE REFUERZO FY-4000KG/CM2 NUM.3	TN	0.0616			INICIACIÓN REAL: _____	
MACE0060	ACERO DE REFUERZO FY-4000KG/CM2 NUM.5	TN	0.0004			TERMINACIÓN REAL: _____	
MADI0038	ACELERANTE (ADITIVO)	LT	0.0320				
MAGU0000	AGUA	M³	0.1591				
MALA0000	ALAMBRE RECOCIDO NUM18	KG	0.896				
MARE0000	ARENA	M³	0.5665				
MAZU0000	AZULEJO LISO DE 11 X 11 CM (VITROMEX)	M²	13.2923				
MAZU1000	AZULEJO 9 CUADROS (VITROMEX)	M²	2.4423			(58)	LIMPIEZA GRUESA DE OBRA 1.00 DÍA
MCEM0000	CEMENTO GRIS TIPO I NORMAL	TN	0.1519			(59)	ACCESORIOS DE BAÑO DE EMPOTRAR 0.70 DÍA
MCEM1000	CEMENTO BLANCO	TN	0.0237			(60)	INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA 3.00 DÍAS
MCHA2164	PASADOR CORREDIZO PHILLIPS CROMADO P/PUERTA	PZ	2.0000			(61)	HERRERÍA Y CANCELERÍA (COLOCACIÓN DE VIDRIOS, DOMOS, ETC.) 3.00 DÍAS
MCLA0000	CLAVO STD. 2 1/2 \	KG	0.0438			(62)	FORJADO DE CHAROLA (BAÑO) 1.00 DÍA
MDIE0000	DIESEL	LT	36.7769			(63)	AZULEJOS BAÑO Y COCINA 1.50 DÍA
MFLE0000	FLETE URBANO	TN	0.0116				
MGRA0000	GRAVA 3/4 \	M³	0.0033				
MGRA0028	GRANZÓN	M³	0.0401				
MLAM0064	LÁMINA DE FIBRA DE VIDRIO	M²	1.0800				
MMAD0000	MADERA DE 3º. PARA CIMBRA Y ANDAMIOS	PT	0.6469				
MMAL0010	MALLA ELECTROSOLDADA 6X6-10/10 (ROLLO 20)	M²	2.4182				
MMAL0104	TELA DE MOSQUITERO DE P.V.C.	M²	0.2120				
MPET0000	PETRÓLEO	LT	0.4800				
MPUE1964	PUERTA ALUMINIO 86 X 2.30 M. A CEM/VID	PZ	2.0000				
MREP0054	REPISON DE ALUMINIO 13 MM ANCHO	ML	10.8000				
MSIK0000	SIKA FLEX O SIMILAR	LT	0.1200				
MSOL0000	SOLDADURA E-6010	KG	0.1469				
MVEN0704	VENTANA ALUM. 0-I 9.60 X 0.60 M. V.O.	PZ	6.0000				
MVEN1604	CANCEL DE ALUM. 1.60 X 2.30	PZ	2.0000				
MVEN3061	VENTANA ALUM. 0-I 9.60 X 0.60 M. V.O.	PZ	2.0000				
MTAQ2000	TAQUETES DE FIBRA DE 1/4 \	PZ	88.0000				
MTOR2000	TORNILLOS DE 25 MM.	PZ	100.0000				
				TOTAL			
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES							
MACE2000	ACEITE LUBRICANTE	LT	0.0110				
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX	LT	1.3462				
MGAS0000	GASOLINA NOVA	LT	0.2006				
				TOTAL			
TOTAL:							
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA			
DESCRIPCIÓN		JORNAL	HORAS	COSTO U.	IMPORTE		
J0000100	PEÓN	5.20	41.60 h.				
J0000200	AYUDANTE	15.34	122.72 h.				
J0000300	ALBAÑIL	2.61	20.88 h.				
J0000400	AZULEJERO	2.24	17.92 h.				
J0001000	FIERRERO	-	-				
J0001200	HERRERO	2.64	21.12 h.				
J0001200	PLOMERO	7.23	57.84 h.				
				TOTAL			
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)							
TOTAL:							
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE	
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD		COSTO U.	IMPORTE		
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0000			<u>(COSTO DIRECTO)</u>	
H9CAM000	CAMIÓN DE VOLTEO	PZ	0.0011				
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0013				
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0000				
H9MAL000	MALACATE	PZ	0.0001				
H9REV000	REVOLVEDORA	PZ	0.0000				
H9VIB000	VIBRADOR	PZ	0.0000				
HGAS0000	GASTOS DE TALLER	MA	1.0000				
HMA00000	UTILIDAD DE TALLER (MAT)	MA	1.0000				
HMO00000	UTILIDAD DE TALLER (M.O.)	MO	1.0000				
				TOTAL			
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)							
TOTAL:							
						NOTA:	
						FALTAN LOS MATERIALES DE LAS INSTALACIONES SANITARIA E HIDRÁULICA PORQUE ESTÁN INCLUIDOS EN EL ALCANCE DEL SUBCONTRATO.	

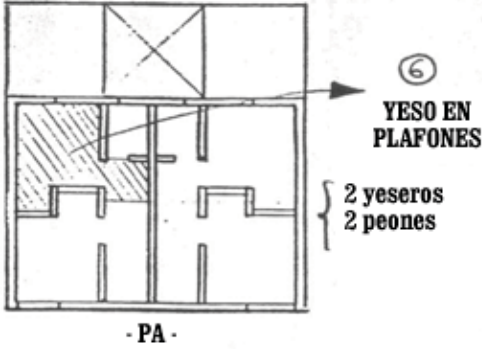
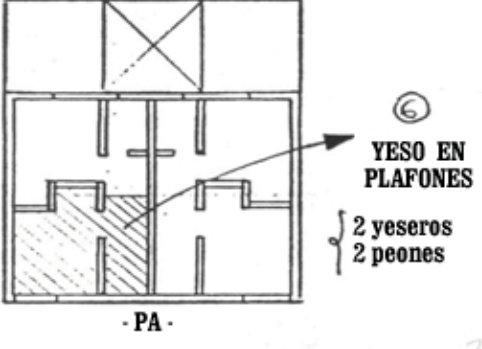
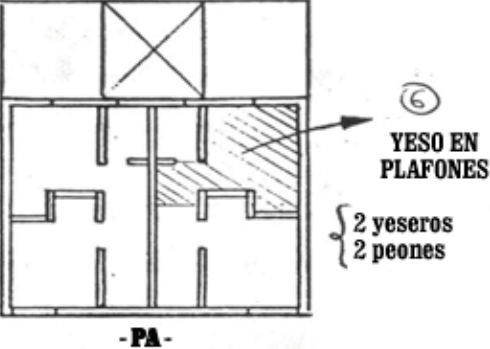
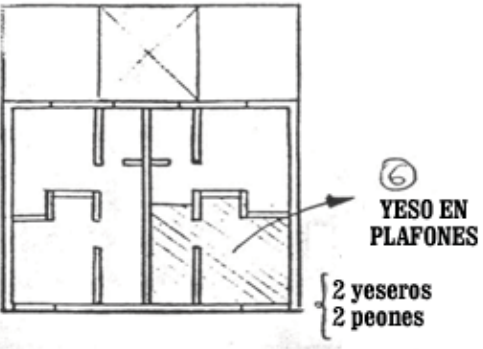
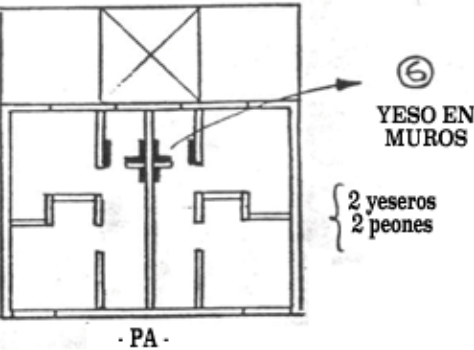
ETAPA III - PAQUETE 9	DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE
<p>DÍA 1: YESO, PLANTA ALTA</p>  <p style="text-align: center;">- PA -</p>	<p>DÍA 2: YESO PLANTA ALTA</p>  <p style="text-align: center;">- PA -</p>
<p>Equipo: 2 yeseros – 2 peones Cantidades: -Rastreado de yeso: 9.616 m² -Metal desplegado: 14.70 ML</p>	<p>Equipo: 2 yeseros – 2 peones Cantidades: -Rastreado de yeso: 9.616 m² -Metal desplegado: 14.70 ML</p>
<p>DÍA 3: YESO – PLANTA ALTA</p>  <p style="text-align: center;">- PA -</p>	<p>DÍA 4: YESO PLANTA ALTA</p>  <p style="text-align: center;">- PA -</p>
<p>Equipo: 2 yeseros – 2 peones Cantidades: -Rastreado de yeso: 9.616 m² -Metal desplegado: 14.70 ML</p>	<p>Equipo: 2 yeseros – 2 peones Cantidades: -Rastreado de yeso: 9.616 m² -Metal desplegado: 14.70 ML</p>
<p>DÍA 5: YESO PLANTA ALTA</p>  <p style="text-align: center;">- PA -</p>	<p>DÍA 6:</p> <p style="text-align: center;">H O L G U R A 0.50 DÍA</p> <p>NOTA: HAY HOLGURA PARA RECUPERAR ATRASO DE ACTIVIDADES ANTERIORES O ADELANTO DE LAS SIGUIENTES</p>
<p>Equipo: 2 yeseros – 2 peones Cantidades: -Rastreado de yeso: 9.616 m²</p>	<p>Equipo: Cantidades:</p>

Figura A.217 – ETAPA III - PAQUETE 9

				ETAPA III - PAQUETE 9		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE			
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN			
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD		COSTO U.	IMPORTE	DURACIÓN PAQUETE: 5.5 DÍAS INICIACIÓN PROGRAMADA: _____ TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____ INICIACIÓN REAL: _____ TERMINACIÓN REAL: _____			
MCEM0000	CEMENTO GRIS TIPO I NORMAL	TN	0.0096						
MCLA0000	CLAVO STD. 2 1/2 \	KG	0.5880						
MDIE0000	DIESEL	LT	0.4998						
MMAD0000	MADERA DE 3º. PARA CIMBRA Y ANDAMIOS	PT	25.0016						
MMET0600	METAL DESPLEGADO 600 (0.6 KG/M ²) 91CM X	M ²	17.6400						
MYES0000	YESO	M ²	0.3846						
MAGU0000	AGUA	M ³	0.4952						
				TOTAL					
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES				TOTAL					
MACE2000	ACEITE LUBRICANTE	LT	0.0029						
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX	LT	0.0195						
MGAS0000	GASOLINA NOVA	LT	0.0574						
				TOTAL					
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		JORNAL		HORAS		COSTO U.	IMPORTE		
J0000100	PEÓN	8.81		70.48 h.					
J0001600	YESERO	8.81		70.48 h..					
				TOTAL:					
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)									
TOTAL:									
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE			
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD		COSTO U.	IMPORTE	<u>(COSTO DIRECTO)</u>		
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0000						
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0000						
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0000						
H9MAL000	MALACATE	PZ	0.0000						
				TOTAL:					
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)									
TOTAL:									

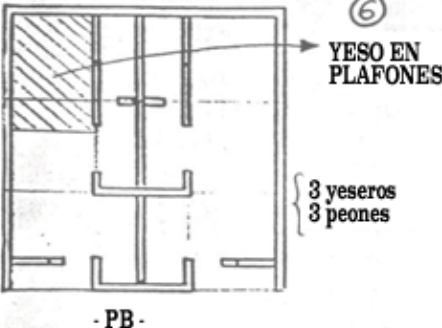
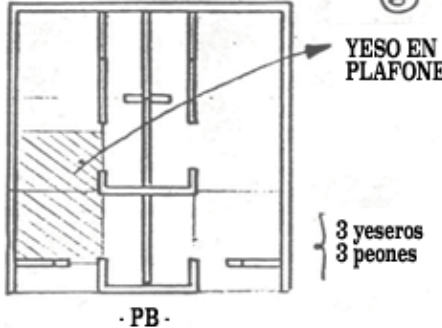
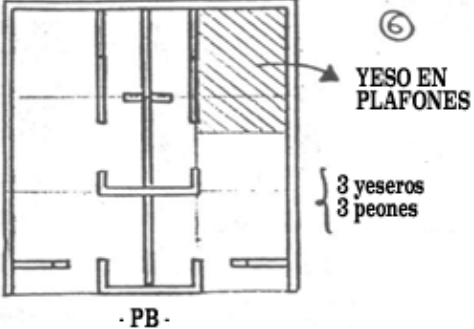
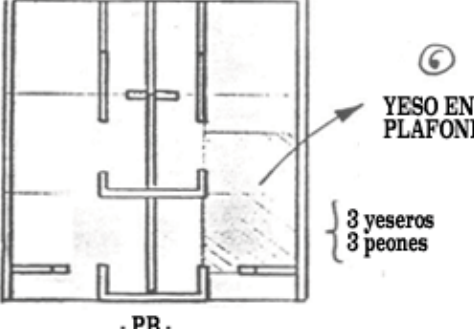
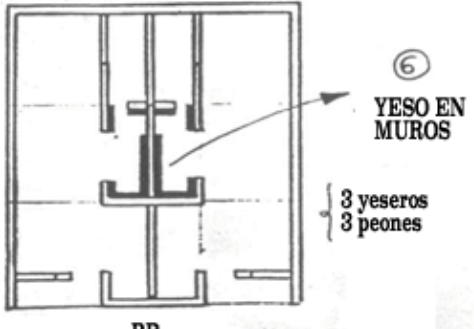
ETAPA III - PAQUETE 10	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DIARIO
<p>DÍA 1: YESO, PLANTA BAJA</p>  <p>- PB -</p>	<p>DÍA 2: YESO PLANTA BAJA</p>  <p>- PB -</p>
<p>Equipo: 3 yeseros – 3 peones Cantidades: -Rastreado de yeso: 10.00 m²– Falso plafón: 0.63m² - Aplanado de yeso: 10.054 m² - Metal desplegado: 20.00 ML</p>	<p>Equipo: 3 yeseros – 3 peones Cantidades: -Rastreado de yeso: 10.00 m²– Falso plafón: 0.63m² - Aplanado de yeso: 10.054 m² - Metal desplegado: 20.00 ML</p>
<p>DÍA 3: YESO – PLANTA BAJA</p>  <p>- PB -</p>	<p>DÍA 4: YESO PLANTA BAJA</p>  <p>- PB -</p>
<p>Equipo: 3 yeseros – 3 peones Cantidades: -Rastreado de yeso: 10.00 m²– Falso plafón: 0.63m² - Aplanado de yeso: 10.054 m² - Metal desplegado: 20.00 ML</p>	<p>Equipo: 3 yeseros – 3 peones Cantidades: -Rastreado de yeso: 10.00 m²– Falso plafón: 0.63m² - Aplanado de yeso: 10.054 m² - Metal desplegado: 20.00 ML</p>
<p>DÍA 5: YESO PLANTA BAJA</p>  <p>- PB -</p>	<p>DÍA 6:</p> <p style="text-align: center;">H O L G U R A 0.5 DÍA</p> <p>NOTA: HAY HOLGURA PARA RECUPERAR ATRASO DE ACTIVIDADES ANTERIORES O ADELANTO DE SIGUIENTES</p>
<p>Equipo: 3 yeseros – 3 peones Cantidades: -Rastreado de yeso: 10.00 m² - Aplanado de yeso: 10.054 m² - Aristas: 58.70 ML</p>	<p>Equipo: Cantidades:</p>

Figura A.218 – ETAPA III - PAQUETE 10

				ETAPA III - PAQUETE 10		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE		
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE			
MACE0020	ACERO DE REFUERZO FY=2530KG/CM ² NUM.2	TN	0.0003			DURACIÓN PAQUETE: <u>5.5 DÍAS</u>		
MALA0000	ALAMBRE RECOCIDO NUM18	KG	0.4032			INICIACIÓN PROGRAMADA: _____		
MCAN0193	CANALETA LÁMINA No. 20 19X13MM., L	ML	12.2724			TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____		
MCAN0383	CANALETA LÁMINA No. 20 39X13MM., L	ML	2.9988			INICIACIÓN REAL: _____		
MCEM0000	CEMENTO GRIS TIPO I NORMAL	TN	0.0251			TERMINACIÓN REAL: _____		
MCLA0000	CLAVO STD. 2 1/2 \	KG	0.8000			TRABAJOS A EJECUTAR		
MDIE0000	DIESEL	LT	0.8581			ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN
MMAD0000	MADERA DE 3º. PARA CIMBRA Y ANDAMIOS	PT	45.8094			(65)	YESO EN MUROS Y PLAFONES (PLANTA BAJA)	5.00 DÍAS
MMET0600	METAL DESPLEGADO 600 (0.6 KG/M ²) 91CM X	M ²	26.7720			INCLUYE:		
MYES0000	YESO	M ²	1.0385			<ul style="list-style-type: none"> ■ METAL DESPLEGADO EN PATÍN DE VIGUETAS ■ FALSO PLAFÓN DE YESO ■ ARISTAS EN APLANADOS DE YESO 		
MYES1000	YESO BOND	LT	2.5135					
MAGU0000	AGUA	M ³	0.8501					
				TOTAL				
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES								
MACE2000	ACEITE LUBRICANTE	LT	0.3825					
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX	LT	0.0191					
MGAS0000	GASOLINA NOVA	LT	0.0334					
				TOTAL				
TOTAL:								
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN		JORNAL	HORAS	COSTO U.	IMPORTE			
J0000100	PEÓN	16.21	129.68 h.					
J0000200	AYUDANTE	0.48	3.84 h.					
J0000700	CHOFER CAMIÓN	-	-					
J0001200	MALACATERO	-	-					
J0001600	YESERO	16.21	77.78 h.					
				TOTAL:				
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)								
TOTAL:								
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE			
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0001			<u>(COSTO DIRECTO)</u>		
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0000					
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0000			NOTA:		
H9MAL000	MALACATE	PZ	0.0001					
				TOTAL:				
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)								
TOTAL:								

ETAPA III - PAQUETE 11	DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE
<p>DÍA 1: INSTALACIÓN DE GAS - PUERTA DE ACCESO</p> <p>⑨ INSTALACIÓN DE GAS (patio y cocina) { 1 plomero 1 ayudante</p> <p>⑧ PUERTA DE ACCESO { 1 carpintero (muebles) 1 ayudante</p>	<p>DÍA 2: INSTALACIÓN DE GAS</p> <p>⑨ INSTALACIÓN DE GAS (patio y cocina) { 1 plomero 1 ayudante</p>
<p>Equipo: 1 plomero – 1 carpintero – 2 ayudantes Cantidades: Puerta de acceso: 2.00 Pz</p>	<p>Equipo: 1 plomero – 1 ayudante Cantidades:</p>
<p>DÍA 3: INSTALACIÓN DE GAS – INSTALACIÓN ELÉCTRICA (Cableado)</p> <p>⑨ INSTALACIÓN DE GAS (patio y cocina) { 1 plomero 1 ayudante</p> <p>⑩ INSTALACIÓN ELÉCTRICA (cableado) { 1 electricista 1 ayudante</p>	<p>DÍA 4: INSTALACIÓN ELÉCTRICA (Cableado)</p> <p>⑩ INSTALACIÓN ELÉCTRICA (cableado) { 1 electricista 1 ayudante</p>
<p>Equipo: 1 plomero – 1 electricista – 2 ayudantes Cantidades:</p>	<p>Equipo: 1 electricista – 1 ayudante Cantidades:</p>
<p>DÍA 5: LAVADERO DE CEMENTO (Patio)</p> <p>⑦ APLANADO DE MORTERO { 1 albañil 1 peón</p> <p>⑥ LAVADERO DE CEMENTO Y CAJA PREFABRICADA { 1 albañil 1 peón</p>	<p>DÍA 6:</p> <p>HOLGURA 0.5 DÍA</p> <p>NOTA 1: HAY HOLGURA PARA RECUPERAR ATRASO DE ACTIVIDADES ANTERIORES O ADELANTO DE LAS SIGUIENTES</p> <p>NOTA 2: SI LAS CHAMBRANAS DE PUERTAS INTERIORES SON DE MADERA, SE COLOCARÁN EN ESTE PAQUETE</p>
<p>Equipo: 1 albañil – 1 peón Cantidades: - Aplanado mortero : 0.48 m² - Lavadero cemento: 2.00 Pz - Caja prefabricada: 2.00 Pz</p>	<p>Equipo: Cantidades:</p>

Figura A.219 – ETAPA III - PAQUETE 11

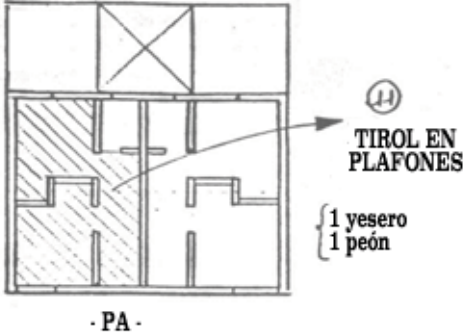
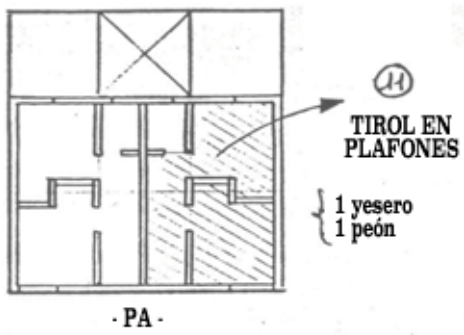
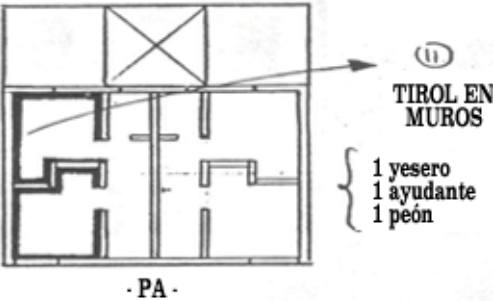
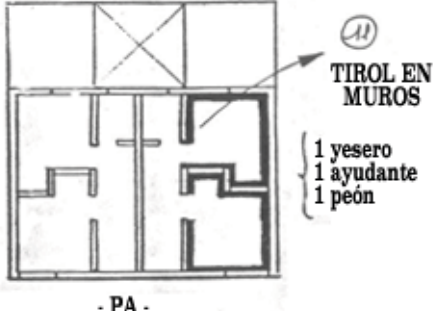
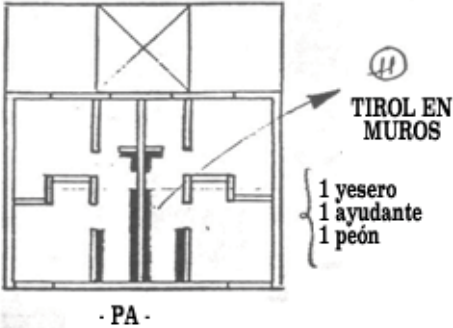
ETAPA III - PAQUETE 12	DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE
<p>DÍA 1: TIROL PLANTA ALTA</p>  <p>- PA -</p>	<p>DÍA 2: TIROL PLANTA ALTA</p>  <p>- PA -</p>
<p>Equipo: 1 yesero – 1 peón Cantidades: Tirol: 24.04 m²</p>	<p>Equipo: 1 yesero – 1 peón Cantidades: Tirol: 24.04 m²</p>
<p>DÍA 3: TIROL PLANTA ALTA</p>  <p>- PA -</p>	<p>DÍA 4: TIROL PLANTA ALTA</p>  <p>- PA -</p>
<p>Equipo: 1 yesero – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: Tirol: 29.26m²</p>	<p>Equipo: 1 yesero – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: Tirol: 29.26m²</p>
<p>DÍA 5: TIROL PLANTA ALTA</p>  <p>- PA -</p>	<p>DÍA 6:</p> <p style="text-align: center;">H O L G U R A 0.5 DÍA</p> <p>NOTA: HAY HOLGURA PARA RECUPERAR ATRASO DE ACTIVIDADES ANTERIORES O ADELANTO DE LAS SIGUIENTES.</p>
<p>Equipo: 1 yesero – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: Tirol: 29.26m²</p>	<p>Equipo: Cantidades:</p>

Figura A.220 – ETAPA III - PAQUETE 12

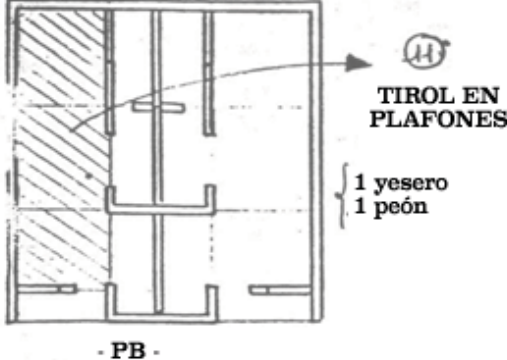
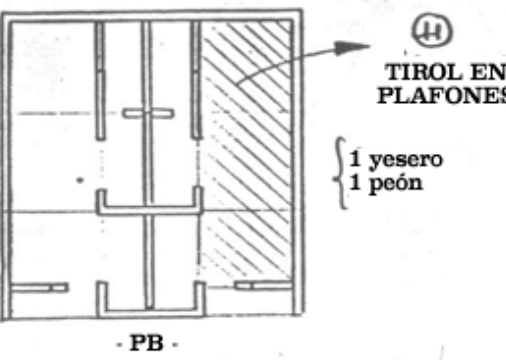
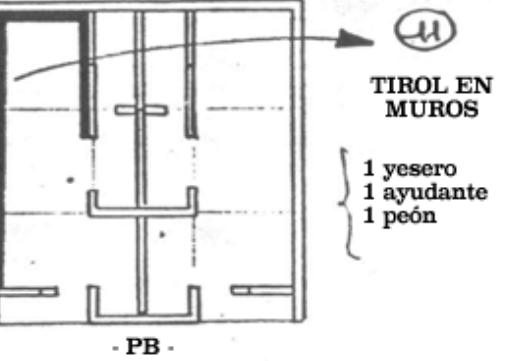
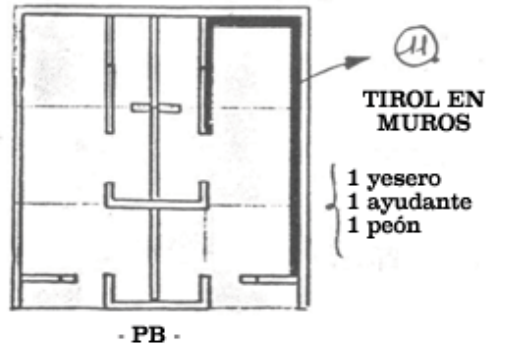
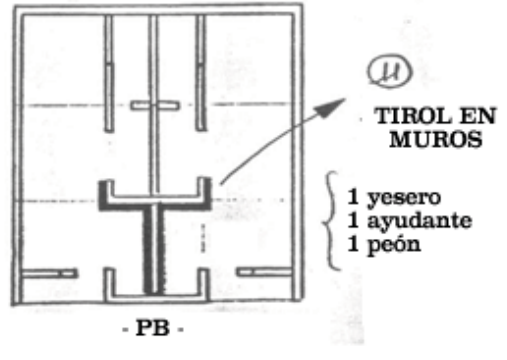
ETAPA III - PAQUETE 13	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DIARIO
<p>DÍA 1: TIROL PLANTA BAJA</p>  <p>TIROL EN PLAFONES</p> <p>1 yesero 1 peón</p> <p>- PB -</p>	<p>DÍA 2: TIROL PLANTA BAJA</p>  <p>TIROL EN PLAFONES</p> <p>1 yesero 1 peón</p> <p>- PB -</p>
<p>Equipo: 1 yesero – 1 peón Cantidades: Tirolo: 25.00 m²</p>	<p>Equipo: 1 yesero – 1 peón Cantidades: Tirolo: 25.00 m²</p>
<p>DÍA 3: TIROL PLANTA BAJA</p>  <p>TIROL EN MUROS</p> <p>1 yesero 1 ayudante 1 peón</p> <p>- PB -</p>	<p>DÍA 4: TIROL PLANTA BAJA</p>  <p>TIROL EN MUROS</p> <p>1 yesero 1 ayudante 1 peón</p> <p>- PB -</p>
<p>Equipo: 1 yesero – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: Tirolo: 33.33 m²</p>	<p>Equipo: 1 yesero – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: Tirolo: 33.33 m²</p>
<p>DÍA 5: TIROL PLANTA BAJA</p>  <p>TIROL EN MUROS</p> <p>1 yesero 1 ayudante 1 peón</p> <p>- PB -</p>	<p>DÍA 6:</p> <p>H O L G U R A</p> <p>0.5 DÍA</p> <p>NOTA: HAY HOLGURA PARA RECUPERAR ATRASO DE ACTIVIDADES ANTERIORES O ADELANTO DE LAS SIGUIENTES.</p>
<p>Equipo: 1 yesero – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: Tirolo: 33.33 m²</p>	<p>Equipo: Cantidades:</p>

Figura A.221 – ETAPA III - PAQUETE 13

				ETAPA III - PAQUETE 13		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE		
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE			
MDIE0000	DIESEL	LT	0.1984			DURACIÓN PAQUETE: <u>5.5 DÍAS</u>		
MMAD0000	MADERA DE 3ª. PARA CIMBRA Y ANDAMIOS	PT	26.0000			INICIACIÓN PROGRAMADA: _____		
MAGU0000	AGUA	M³	0.7198			TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____		
MCEM1000	CEMENTO BLANCO	TN	0.2496			INICIACIÓN REAL: _____		
MGRA1000	GRANO DE MÁRMOL	TN	0.8439			TERMINACIÓN REAL: _____		
MLIG0000	LIGA TIROL	LT	10.7100					
						TRABAJOS A EJECUTAR		
						ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN
						(71)	TIROL EN MUROS Y PLAFONES (PLANTA BAJA)	5.00 DÍAS
						INCLUYE:		
							<ul style="list-style-type: none"> ▪ TIROL PLANCHADO EN MUROS ▪ TIROL EN PLAFONES 	
				TOTAL				
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES								
MGASO000	GASOLINA NOVA	LT	0.1194					
MACE2000	ACEITE LUBRICANTE	LT	0.0060					
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX	LT	0.0077					
				TOTAL				
TOTAL:								
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN		JORNAL		HORAS	COSTO U.	IMPORTE		
J0000100	PEÓN	5.80		40.00 h.				
J0000200	AYUDANTE	1.670		26.64h.				
J0000700	CHOFER CAMIÓN	-		-				
J0001200	MALACATERO	-		-				
J0001600	YESERO	4.995		40.00 h.				
				TOTAL:				
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)				TOTAL:				
TOTAL:								
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE			
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0000			<u>(COSTO DIRECTO)</u>		
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0000					
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0000					
HSMAL000	MALACATE	PZ	0.0000					
				TOTAL:				
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)				TOTAL:				
TOTAL:								

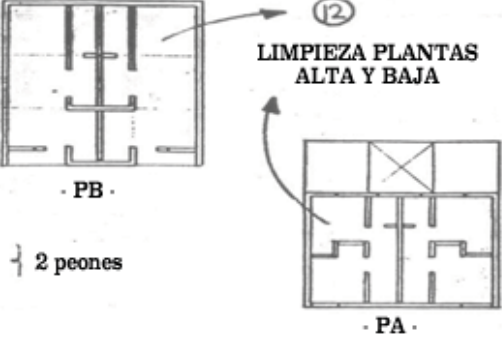
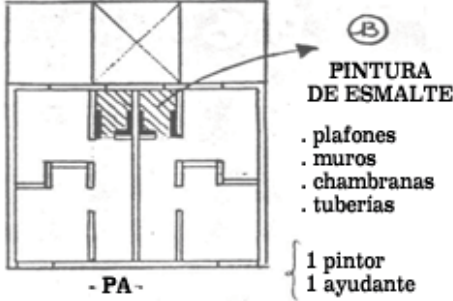
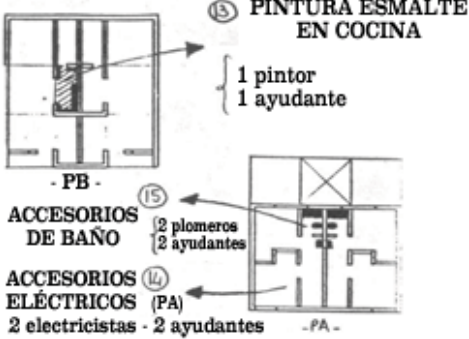
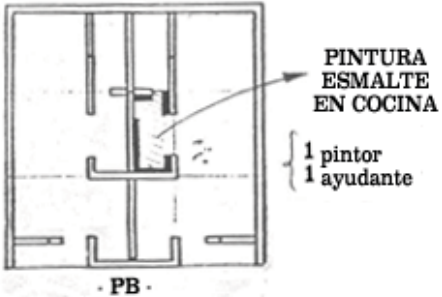
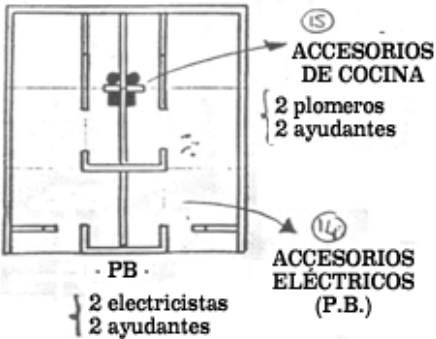
ETAPA III - PAQUETE 14	DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE
<p>DÍA 1: LIMPIEZA GRUESA DE OBRA</p>  <p>⑫ LIMPIEZA PLANTAS ALTA Y BAJA</p> <p>- PB -</p> <p>2 peones</p> <p>- PA -</p>	<p>DÍA 2: PINTURA PLANTA BAJA</p>  <p>⑬ PINTURA DE ESMALTE</p> <ul style="list-style-type: none"> . plafones . muros . chambranas . tuberías <p>1 pintor 1 ayudante</p> <p>- PA -</p>
<p>Equipo: 2 peones Cantidades: - Limpieza: 58.28 m² - Acarreo: 10.00 m²</p>	<p>Equipo: 1 pintor – 1 ayudante Cantidades: - Pintura esmalte muros y plaf.: 8.67 m² - Pintura en tuberías, perfiles: 25,17 m²</p>
<p>DÍA 3: PINTURA PLANTA BAJA – ACCESORIOS BAÑO Y ELÉCTRICOS (P.A.)</p>	<p>DÍA 4: PINTURA COCINA PLANTA BAJA</p>
 <p>⑬ PINTURA ESMALTE EN COCINA</p> <p>1 pintor 1 ayudante</p> <p>- PB -</p> <p>⑮ ACCESORIOS DE BAÑO</p> <p>2 plomeros 2 ayudantes</p> <p>⑭ ACCESORIOS ELÉCTRICOS (PA)</p> <p>2 electricistas - 2 ayudantes</p> <p>- PA -</p>	 <p>PINTURA ESMALTE EN COCINA</p> <p>1 pintor 1 ayudante</p> <p>- PB -</p>
<p>Equipo: 1 pintor – 2 plomeros – 2 electricistas – 2 ayudantes Cantidades: - Pintura muros y plaf.: 8.67 m² - Pintura chambranas y tubería.: 25.17 ML - Regadera: 25.17 ML – Lavabo: 2.00 Pz – Inodoro: 2 Pz</p>	<p>Equipo: 1 pintor – 1 ayudante Cantidades: - Pintura muros y plaf.: 8.67 m² - Pintura tubería y perfiles.: 25.17 ML</p>
<p>DÍA 5: ACCESORIOS DE COCINA – ACCESORIOS ELÉCTRICOS (P.B.)</p>	<p>DÍA 6:</p>
 <p>⑮ ACCESORIOS DE COCINA</p> <p>2 plomeros 2 ayudantes</p> <p>- PB -</p> <p>⑭ ACCESORIOS ELÉCTRICOS (P.B.)</p> <p>2 electricistas 2 ayudantes</p>	<p style="text-align: center;">H O L G U R A</p> <p style="text-align: center;">0.50 DÍA</p> <p>NOTA: HAY HOLGURA PARA RECUPERAR ATRASO DE ACTIVIDADES ANTERIORES O ADELANTO DE LAS SIGUIENTES</p>
<p>Equipo: 2 plomeros – 2 electricistas – 4 ayudantes Cantidades: - Calentador: 2.00 Pz. - Base de varilla: 2.00 Pz. - Fregadero: 2.00 Pz.</p>	<p>Equipo: Cantidades:</p>

Figura A.222 – ETAPA III - PAQUETE 14

				ETAPA III - PAQUETE 14		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE		
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN		
DESCRIPCIÓN				U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE	DURACIÓN PAQUETE: 5.5 DÍAS
M1CAL010	CALENTADOR AUTOMÁTICO DE 30 LTS.			PZ	2.0000			INICIACIÓN PROGRAMADA: _____
M1CO6139	CODO GALVANIZADO 90 X 13 MM. CED. 40			PZ	10.0000			TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____
M1NIP103	NIPLA DE 10 MM. (3/8") X 30 CM. GALV.			PZ	10.0000			INICIACIÓN REAL: _____
M1RE6130	REDUCCIÓN BUSHING DE 13 A 10MM. GALV.			PZ	10.0000			TERMINACIÓN REAL: _____
M1TUB613	TUBO GALVANIZADO DE 13 MM. CEDULA 40			ML	2.4000			
M1ZV6326	REDUCTORA DE FLUJO PARA REGADERA			PZ	2.0000			
M2AS1000	ASIENTO DE PLÁSTICO PARA INODORO			PZ	2.0000			
M2COR000	CORTINERO DE 1.40 M. CROMADO C/BRIDAS			PZ	2.0000			
M2INO020	INODORO C/CAJA DE 9-11 LTS.			PZ	2.0000			
M2INO030	JUNTA PROHEL Y PIJAS			PZ	2.0000			
M2LAV000	LAVABO MOD. VERACRUZ II PORCELANA BLANCA			PZ	2.0000			
M2PAT000	PATAS DE ALUMINIO CROMADAS PARA LAVABO			JG	2.0000			
M2REG010	REGADERA CROMADA EDO-MEX, TUBO Y CHAPETO			PZ	2.0000			
MAGU0000	AGUA			M³	0.0010			
MARE0000	ARENA			M³	0.0053			
MCEM0000	CEMENTO GRIS TIPO I NORMAL			TN	0.0012			
MCES0020	CESPOL SENC. PLOMO C/REGISTO P/FREGADERO			PZ	2.0000			
MCES0040	CESPOL P/LAVABO EDO-MEX. 3014, CON CONTR.			JG	2.0000			
MCON0010	CONTRA PARA FREGADERO			PZ	2.0000			
MDIE0000	DIESEL			LT	27.4703			
MFRE0000	FREGADERO DE LÁMINA ESMALTADA DE 0.85 M.			PZ	2.0000			
MLLA0010	LLAVE INDIVIDUAL FREGADERO, URREA 18-L			PZ	4.0000			
MLLA0060	LLAVE EMPOTRAR REGADERA, COWEN 476 Ó 478			PZ	4.0000			
MLLAV0200	LLAVE LAV. 13 MM. CABEZA RESORTE COWEN 2			PZ	4.0000			
MPER0000	PERFIL DE ACERO ESTRUCTURAL, ÁNGULO 1 \			KG	3.2000			
MOAGU000	AGUARRÁS			LT	1.3358			
MOBLA000	BLANCO DE ESPAÑA			KG	1.3050			
MOPIN200	PINTURA ESMALTE, DOMÉSTICO			LT	5.5169			
MMAD0000	MADERA DE 3º. PARA CIMBRA Y ANDAMIOS			PT	28.9172			
TOTAL								
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES								
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX			LT	1.0710			
TOTAL								
TOTAL:								
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN		JORNAL	HORAS	COSTO U.	IMPORTE			
J0000100	PEÓN	2.05	16.40 h.					
J0000200	AYUDANTE	7.43	59.44 h.					
J0000300	ALBAÑIL	0.25	2.00 h.					
J0000700	CHOFER CAMIÓN	-	-					
J0001400	PLOMERO	3.50	28.00 h.					
J0000900	ELECTRICISTA	3.47	27.76 h.					
J0001300	PINTOR	2.19	17.52 h.					
TOTAL								
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)								
TOTAL:								
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE	<u>(COSTO DIRECTO)</u>		
H0000004	INSUMO DE AJUSTE	MA	0.3000					
H9CAM000	CAMIÓN DE VOLTEO	PZ	0.0009					
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0010					
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0000					
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0000					
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0000					
TOTAL:								
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)								
TOTAL:								

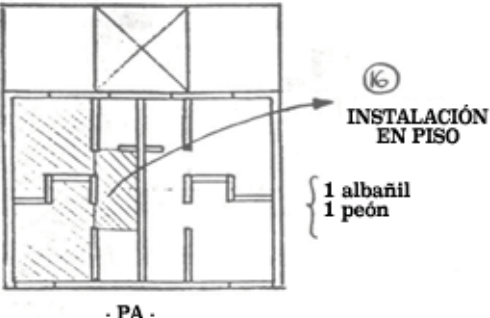
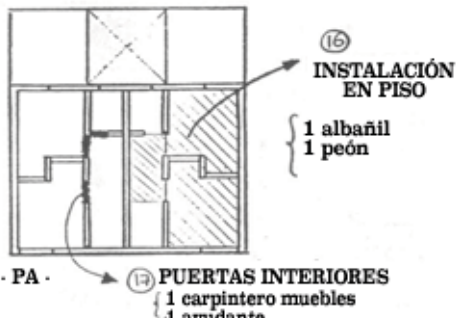
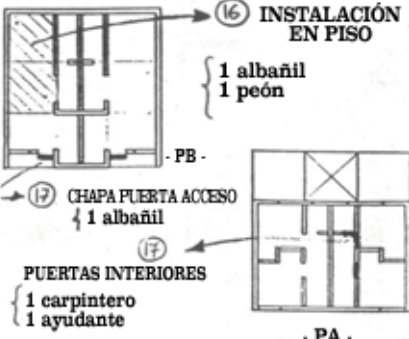
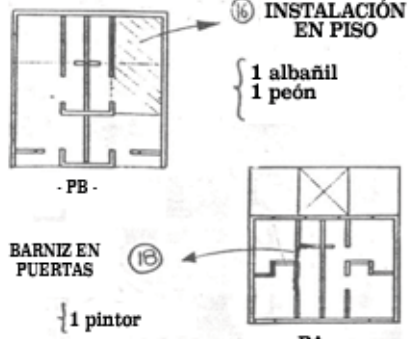
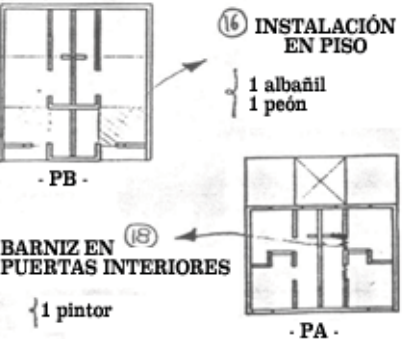
ETAPA III - PAQUETE 15	DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE
<p>DÍA 1: INSTALACIÓN EN PISO (PLANTA ALTA)</p>  <p>- PA -</p>	<p>DÍA 2: INSTALACIÓN EN PISO (P.A) - PUERTAS INTERIORES</p>  <p>- PA -</p>
<p>Equipo: 1 albañil – 1 peón Cantidades: - Piso de loseta: 24.65m² - Zoclo vinílico: 52.80 m² - Remate vinílico: 1.81 ML</p>	<p>Equipo: 1 carpintero – 1 albañil – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: - Piso de loseta: 24.65m² - Zoclo vinílico: 52.80 m² - Remate vinílico: 1.81 ML - Puertas: 3.00 Pz.</p>
<p>DÍA 3: INSTALACIÓN EN PISO (P.B.) - PUERTAS INTERIORES</p>  <p>- PB -</p> <p>- PA -</p>	<p>DÍA 4: INSTALACIÓN EN PISO (P.B.) - BARNIZ PUERTAS INTERIORES</p>  <p>- PB -</p> <p>- PA -</p>
<p>Equipo: 1 carpintero – 2 albañiles – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: - Piso de loseta: 24.65m² - Chapa cobrizada: 2.00 Pz. - Puertas: 3.00 Pz.</p>	<p>Equipo: 1 albañil – 1 pintor – 1 peón Cantidades: - Piso de loseta: 24.65m² - Barniz natural: 11.50 m²</p>
<p>DÍA 5: INSTALACIÓN EN PISO (P.B.) - BARNIZ PUERTAS INTERIORES</p>  <p>- PB -</p> <p>- PA -</p>	<p>DÍA 6:</p> <p style="text-align: center;">H O L G U R A 0.50 DÍA</p> <p>NOTA : HAY HOLGURA PARA RECUPERAR ATRASO DE ACTIVIDADES ANTERIORES O ADELANTO DE LAS SIGUIENTES</p>
<p>Equipo: 1 pintor – 1 albañil – 1 peón Cantidades: - Piso de loseta: 24.65m² - Barniz natural: 11.50 m²</p>	<p>Equipo: Cantidades:</p>

Figura A.223 – ETAPA III - PAQUETE 15

				ETAPA III - PAQUETE 15		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE		
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE			
MBAR0000	BARNIZ PARA PISOS RIVER 600 EXTRADURO CD	LT	2.3000			DURACIÓN PAQUETE: <u>5.5 DÍAS</u> INICIACIÓN PROGRAMADA: _____ TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____ INICIACIÓN REAL: _____ TERMINACIÓN REAL: _____		
M0EST000	ESTOPA BLANCA	KG	0.2300					
M0SEL100	SELLADOR PARA MADERA	LT	2.3000					
M0THI000	THINNER	LT	0.6909					
MAGU0000	AGUA	M³	0.0002					
MARE0000	ARENA	M³	0.0043					
MBIS0003	BISAGRA LATONADA 2 1/2 \	PZ	18.0000			TRABAJOS A EJECUTAR		
MCCEM0000	CEMENTO GRIS TIPO I NORMAL	TN	0.0003			ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN
MCER0000	CERRADURA FANAL 175-P O SIMILAR	Z	2.0000			(76)	INSTALACIÓN EN PISO ■ PISO DE LOSETA VIÑILICA ■ ZOCLO VIÑILICO ■ REMATE VIÑILICO PARA PISO	4.50 DÍAS
MCER0010	CERRADURA ACME O SIMILAR PUERTA INTERIOR	PZ	6.0000					
MDIE0000	DIESEL	LT	0.0002					
MPUE0020	PUERTA TAMBOR .90 X 2.13 M. TRIPLAY	PZ	6.0000					2.00 DÍAS
MTAQ1000	TAQUETES DE PLÁSTICO DE 1/4 \	PZ	4.0000			(77)	PUERTAS INTERIORES (CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA) INCLUYE: CHAPA EN PUERTA DE ACCESO	
MTOR2000	TORNILLOS DE 25 MM.	PZ	4.0000					
MLOS1000	LOSETA VIÑILICA, 30 X 30 X 0.13 CM.	M²	125.7048					
MREM0000	REMATE VIÑILICO PARA PISO	ML	3.8010					
MRES1190	RESISTOL 1190 (CUBETA DE 19 LT)	LT	20.2571			(78)	BARNIZ EN PUERTAS INTERIORES	2.00 DÍAS
MZOC0010	ZOCLO VIÑILICO DE 10 CM DE ANCHO	ML	107.7120					
				TOTAL				
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES								
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX	LT	0.0077					
				TOTAL				
TOTAL:								
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN		JORNAL	HORAS	COSTO U.	IMPORTE			
J0000100	PEÓN	3.03	24.24 h.					
J0000200	AYUDANTE	1.29	10.32 h.					
J0000300	ALBAÑIL	4.45	35.60 h.					
J0000500	CARPINTERO MUEBLES	1.29	10.32 h.					
J0000700	CHOFER CAMIÓN	-	-					
J0001300	PINTOR	1.64	13.12 h.					
				TOTAL:				
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)				TOTAL:				
TOTAL:								
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE	(COSTO DIRECTO)		
				TOTAL:				
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)				TOTAL:				
TOTAL:								

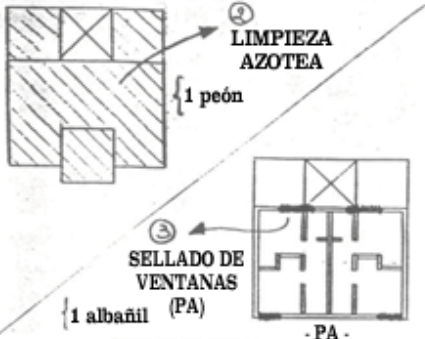
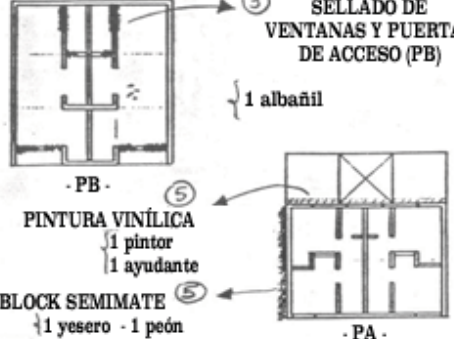
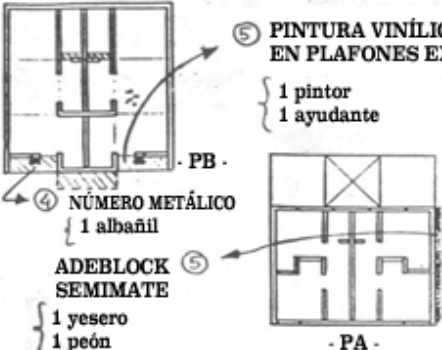
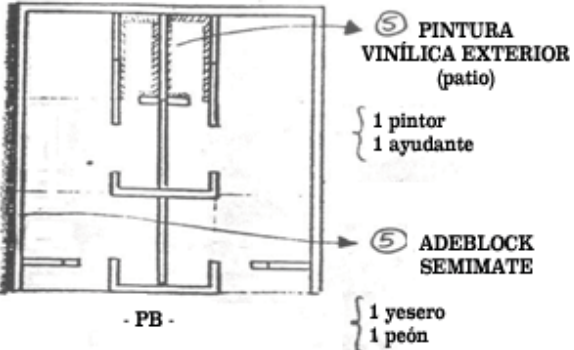
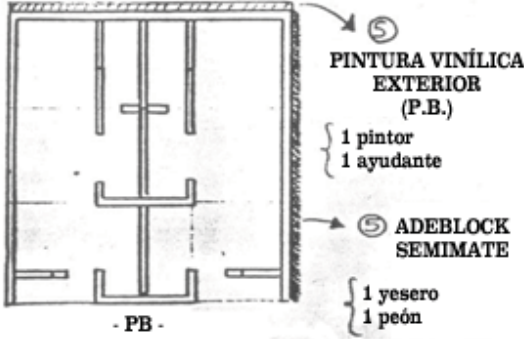
ETAPA IV - PAQUETE 16	DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE
<p>DÍA 1: LIMPIEZA AZOTEA – SELLADO VENTANAS (PLANTA ALTA)</p> 	<p>DÍA 2: SELLADO VENTANAS (P.A.) – PINTURA EXTERIOR (P.A)</p> 
<p>Equipo: 1 albañil – 1 peón Cantidades: - Sellado perimetral: 27.25ML</p>	<p>Equipo: 1 yesero – 1 pintor – 1 albañil – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: - Sellado perimetral: 27.25ML - Pintura vinílica: 17.1425m² - Adebloc: 18.055m²</p>
<p>DÍA 3: PINTURA EXTERIOR (P.A.) Y PLAFONES (P.B.) – NÚMERO METÁLICO</p> 	<p>DÍA 4: PINTURA VINÍLICA EXTERIOR (P.B.) – Y ADEBLOCK SEMIMATE</p> 
<p>Equipo: 1 pintor – 1 yesero – 1 albañil – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: - Pintura vinílica: 17.1425m² - Adebloc: 18.055m² - Número metálico: 4.00 Pz.</p>	<p>Equipo: 1 yesero – 1 pintor – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: - Pintura vinílica: 17.1425m² - Adebloc: 18.055m²</p>
<p>DÍA 5: PINTURA VINÍLICA EXTERIOR (P.B.) Y ADEBLOCK SEMIMATE</p> 	<p>DÍA 6:</p> <p style="text-align: center;">H O L G U R A 0.50 DÍA</p> <p>NOTA : HAY HOLGURA PARA RECUPERAR ATRASO DE ACTIVIDADES ANTERIORES O ADELANTO DE LAS SIGUIENTES</p>
<p>Equipo: 1 yesero – 1 pintor – 1 ayudante – 1 peón Cantidades: - Pintura vinílica: 17.1425m² - Adebloc: 18.055m²</p>	<p>Equipo: Cantidades:</p>

Figura A.224 – ETAPA IV - PAQUETE 16

				ETAPA IV - PAQUETE 16		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE	
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN	
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE		
MADE0014	ADEBLOCK	KG	577.7600			DURACIÓN PAQUETE: 5.5 DÍAS	
MAGU0000	AGUA	M³	0.8444			INICIACIÓN PROGRAMADA: _____	
MDIE0000	DIESEL	LT	0.4860			TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____	
MMAD0000	MADERA DE 3". PARA CIMBRA Y ANDAMIOS	PT	53.4456			INICIACIÓN REAL: _____	
M0SIK000	SIKAMURO (SIK TRANSPARENTE O SIMILAR)	LT	8.7310			TERMINACIÓN REAL: _____	
MSIK0000	SIKA-FLEX O SIMILAR	LT	1.3625				
M0004705	NÚMERO METÁLICO DE 0.06 M. NOMENCLATURA	PZ	4.0000				
MTOR2000	TORNILLOS DE 25 MM.	PZ	8.0000				
MOPIN000	PINTURA VINÍLICA	LT	11.4306			(79)	LIMPIEZA AZOTEA
M0SEL000	SELLADOR VINÍLICO	LT	4.7290			(80)	SELLADO DE VENTANAS Y PUERA DE ACCESO
MTAQ2000	TAQUETES DE FIBRA DE 1/4 \	PZ	8.0000			(81)	PINTURA EXTERIOR <ul style="list-style-type: none"> ■ PINTURA VINÍLICA ■ ADEBLOCK SEMIMATE ■ SIKAMURO SEMIMATE
						(82)	INSTALACIÓN EXTERIOR <ul style="list-style-type: none"> ■ INÚMERO METÁLICO
				TOTAL			
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES							
MACE2500	ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL, PEMEX	LT	0.0189				
				TOTAL			
TOTAL:							
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA			
DESCRIPCIÓN		JORNAL	HORAS	COSTO U.	IMPORTE		
J0000100	PEÓN	3.69	29.52 h.				
J0000200	AYUDANTE	1.78	26.24 h.				
J0000300	ALBAÑIL	1.08	16.48 h.				
J0000700	CHOFER CAMIÓN	-	-				
J0001300	PINTOR	3.56	28.48 h.				
J0001600	YESERO	3.35	26.80 h.				
				TOTAL:			
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)				TOTAL:			
TOTAL:							
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE	
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE		
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0000			<u>(COSTO DIRECTO)</u>	
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0000				
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0000				
H9COR000	CORTADORA DE MES	PZ	0.0000				
HSMAL000	MALACATE	PZ	0.0000				
				TOTAL:			
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)							
TOTAL:							

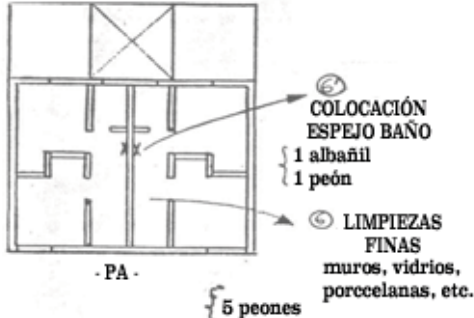
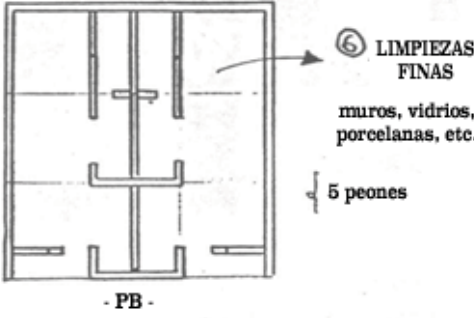
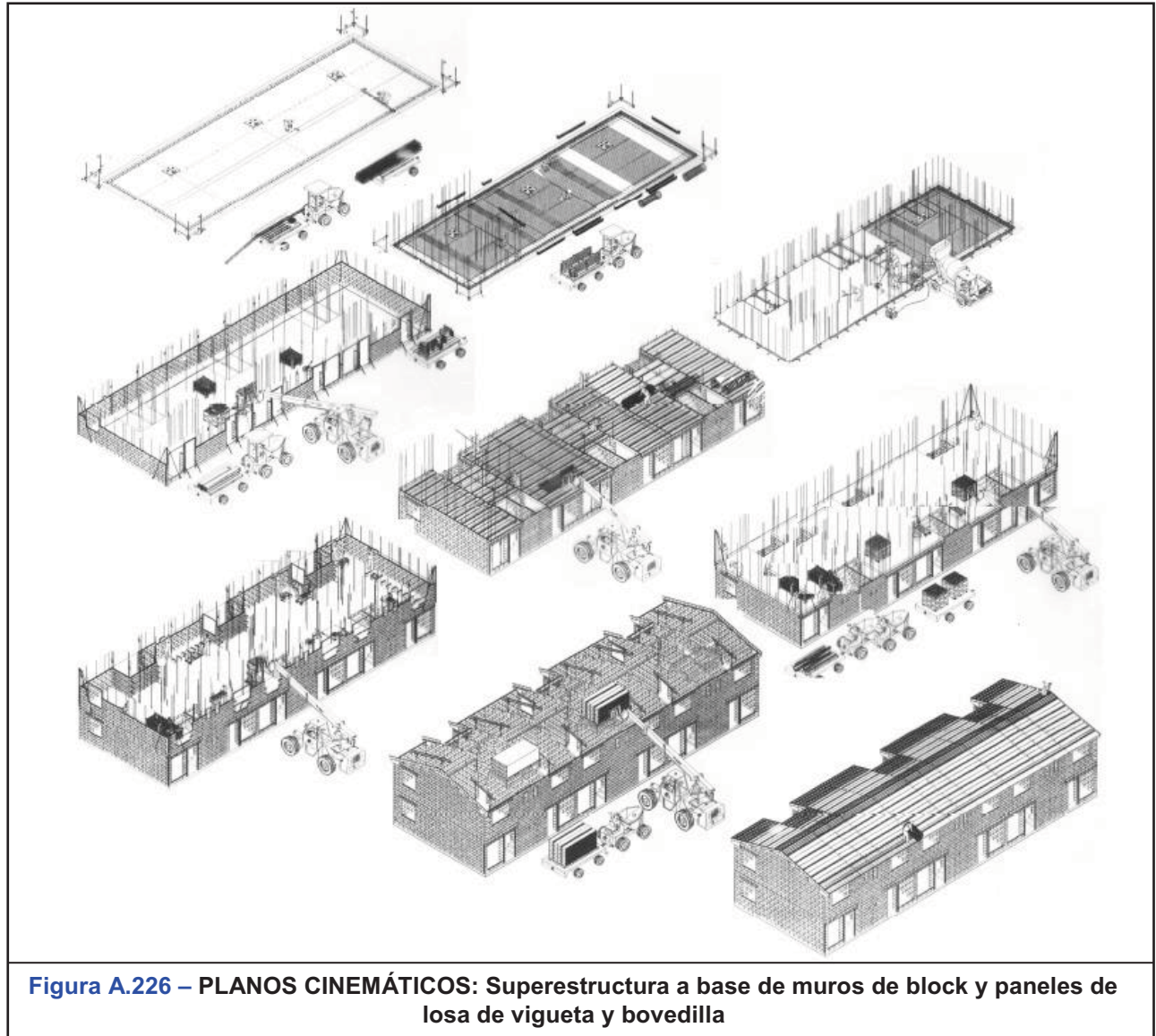
ETAPA IV - PAQUETE 17	DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE
DÍA 1: COLOCACIÓN ESPEJO -LIMPIEZAS FINAS (PLANTA ALTA)	DÍA 2: LIMPIEZAS FINAS (PLANTA ALTA)
 <p>- PA -</p> <p>5 peones</p>	 <p>- PB -</p> <p>5 peones</p>
Equipo: 1 albañil – 5 peones Cantidades: - Espejo: 2.00 Pz. - Limpieza muros tabique : 30.56 m ² - Limpieza vidrios, etc. : 73.32 m ²	Equipo: 5 peones Cantidades: - Limpieza muros tabique : 30.56 m ² - Limpieza vidrios, etc. : 73.32 m ²
DÍA 3:	DÍA 4:
<p>NOTA: HAY HOLGURA PARA RECUPERAR ATRASO DE ACTIVIDADES ANTERIORES O ADELANTO DE LAS SIGUIENTES</p>	
Equipo: Cantidades:	Equipo: Cantidades:
DÍA 5:	DÍA 6:
Equipo: Cantidades:	Equipo: Cantidades:

Figura A.225 – ETAPA IV - PAQUETE 17

				ETAPA IV - PAQUETE 17		DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE		
MATERIALES				COSTO MATERIALES		DÍAS DE EJECUCIÓN		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE	DURACIÓN PAQUETE: <u>5.5 DÍAS</u>		
M2ESP040	ESPEJO DE 40 X 60 CM. CON MARCO ALUMINIO	PZ	2.0000			INICIACIÓN PROGRAMADA: _____		
MACI4000	ÁCIDO MURIÁTICO	LT	6.1120			TERMINACIÓN PROGRAMADA: _____		
MPAP0000	PAPEL PERIÓDICO	KG	3.0560			INICIACIÓN REAL: _____		
MTAQ2000	TAQUETES DE FIBRA DE 1/4 \	PZ	8.0000			TERMINACIÓN REAL: _____		
MTOR1000	TORNILLOS PARA MADERA DE 50 MM.	PZ	8.0000					
						TRABAJOS A EJECUTAR		
						ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN
						(83)	LIMPIEZAS FINAS	2.00 DÍAS
							▪ VIDRIOS	
							▪ MUROS	
							▪ PORCELANA	
							COLOCACIÓN ESPEJO EN BAÑO	
				TOTAL				
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES								
				TOTAL				
TOTAL:								
MANO DE OBRA				COSTO MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN		JORNAL	HORAS	COSTO U.	IMPORTE			
J0000100	PEÓN	7.67	61.36 h.					
J0000300	ALBAÑIL	0.13	1.04 h.					
MANDO INTERMEDIO (8% del costo de M.O.)				TOTAL:				
				TOTAL:				
HERRAMIENTAS / EQUIPO				COSTO HERRAMIENTA Y EQUIPO		COSTO TOTAL DEL PAQUETE		
DESCRIPCIÓN		U.	CANTIDAD	COSTO U.	IMPORTE	<u>(COSTO DIRECTO)</u>		
H9BOM100	MANGUERAS PARA BOMBA	JG	0.0000					
H9CAM200	NEUMÁTICOS 1000-20	JG	0.0000					
H9CAM300	CAMIÓN PIPA	PZ	0.0000					
				TOTAL:				
HERRAMIENTA (2% del costo de M.O.)								
				TOTAL:				

De manera complementaria, didáctica y resumida se pueden representar los paquetes en forma de planos cinemáticos que vayan describiendo con mayor detalle los pormenores de los procesos (materiales empleados, cantidad de trabajadores y sus actividades, medios auxiliares requeridos y equipo utilizado), tiempos y rendimientos y verificaciones de calidad (ver figura A.226).



También para un seguimiento simplificado se pueden representar los paquetes tanto en un programa de barras como en planos secuenciales que reflejen su avance programado y real sobre toda la obra. Generalmente se distinguen los paquetes por simbología de colores.

La programación prevista se representa delineando con el color del paquete correspondiente al perímetro de la obra a ejecutar y el paquete real ejecutado llenando totalmente el área que lo representa. Cuando la realidad difiere de lo programado,, se ve marcado el perímetro de un color y el área inscrita de otro haciendo notorio donde hay que poner atención para regresar a lo planeado.

La representación de planos de secuencia de paquetes semanales puede adecuarse útilmente para el seguimiento de avances en programas de comercialización y de tramitaciones.

En la figura A.227 (a y b) se incluye un ejemplo de programa y planos secuenciales.

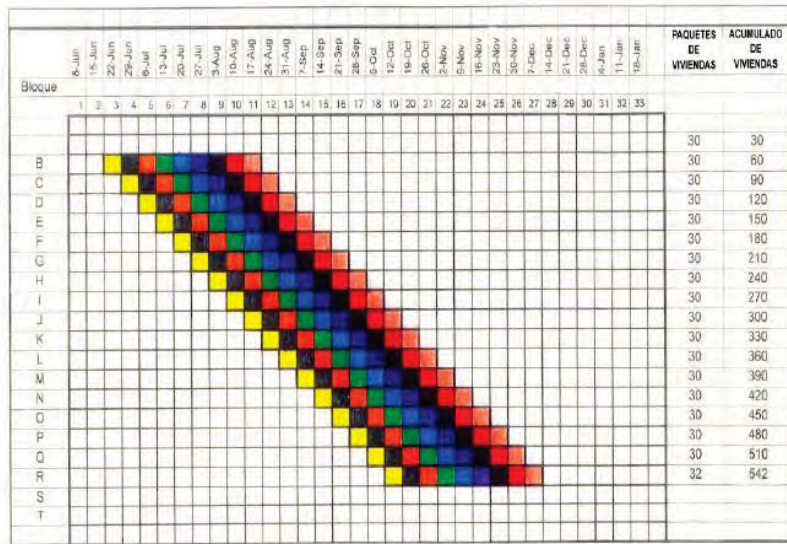


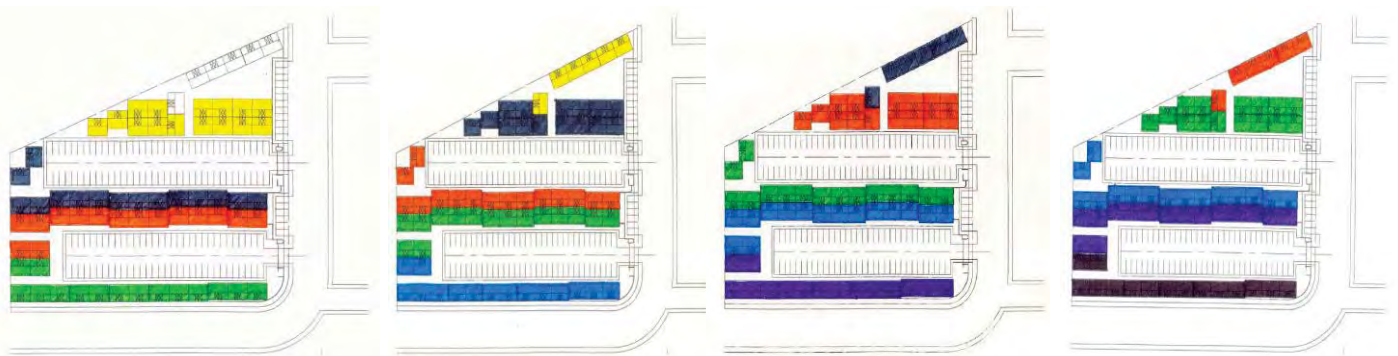
Figura A.227a – PROGRAMA SECUENCIAL DE EDIFICACIÓN representado en barras



Semana 1
PLATAFORMAS

Semana 2
LOSAS DE CIMENTACIÓN

Semana 3
MUROS DE PLANTA BAJA



Semana 4
LOSAS SOBRE PLANTA BAJA

Semana 5
MUROS DE PLANTA ALTA

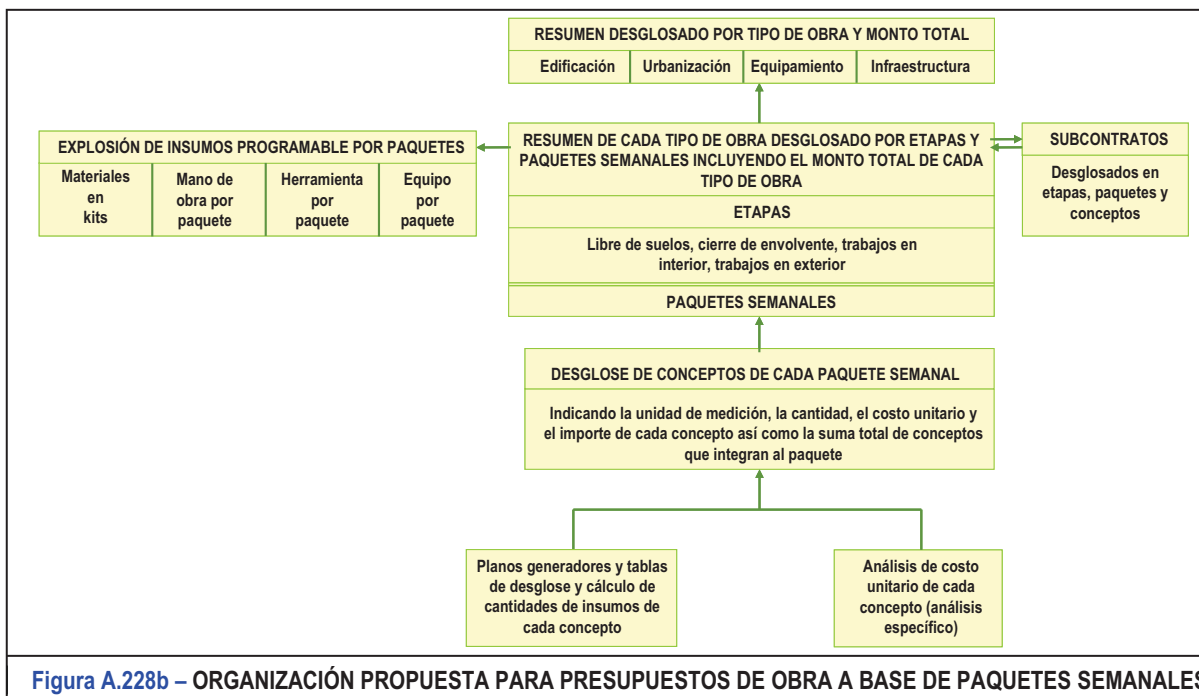
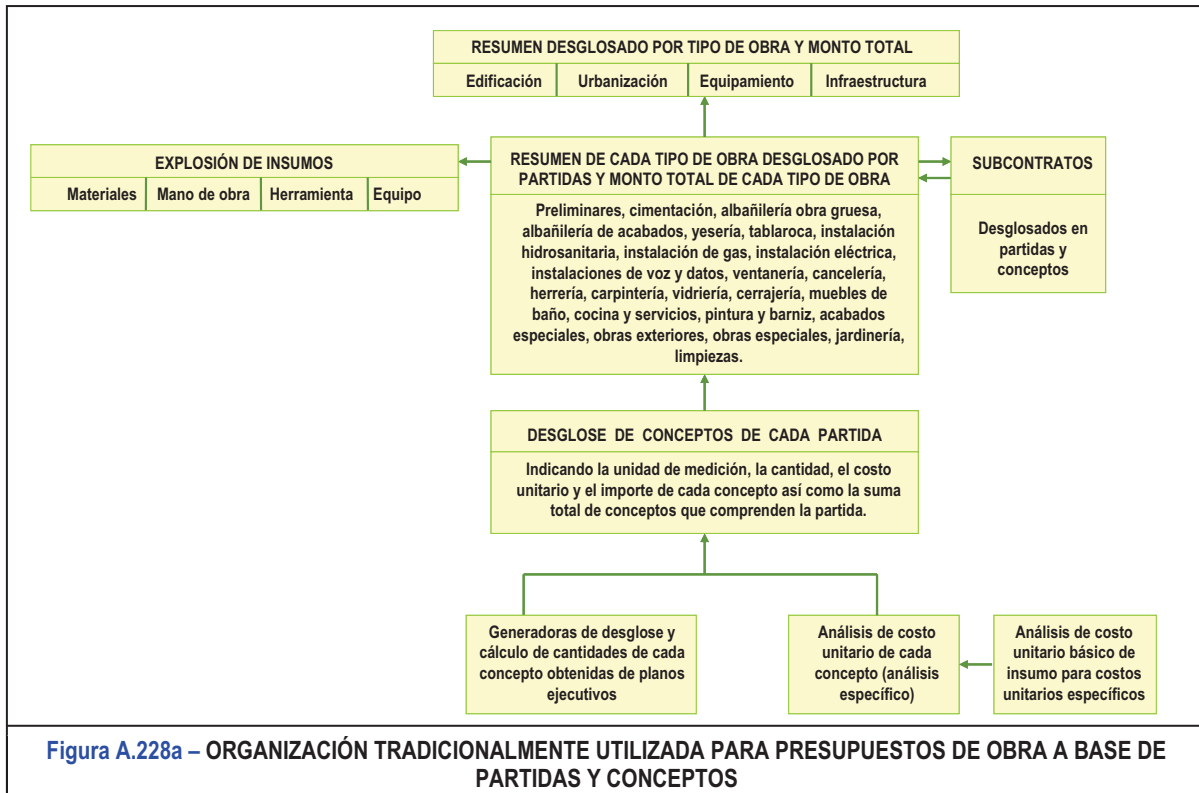
Semana 6
LOSAS SOBRE PLANTA ALTA

Semana 7
CUBIERTAS DE TEJA Y VENTANERÍA

Figura A.227b – PLANOS DE SECUENCIA DE PAQUETES SEMANALES que incluyen hasta la etapa II (Ref. Figura 3.237) – El paquete indicado es el último que implica incluidos los avances en los precedentes.

La presupuestación de obra por paquetes aplica los mismos datos y parte de los mismos principios de cuantificaciones y de análisis de costos unitarios que la presupuestación por partidas y conceptos. La *paquetización es una agrupación de conceptos a ejecutarse en una semana* lo cual permite la unificación entre presupuesto, programa de avances y controles semanales.

Los diagramas de la siguiente figura muestran las diferencias y semejanzas de ambos enfoques.



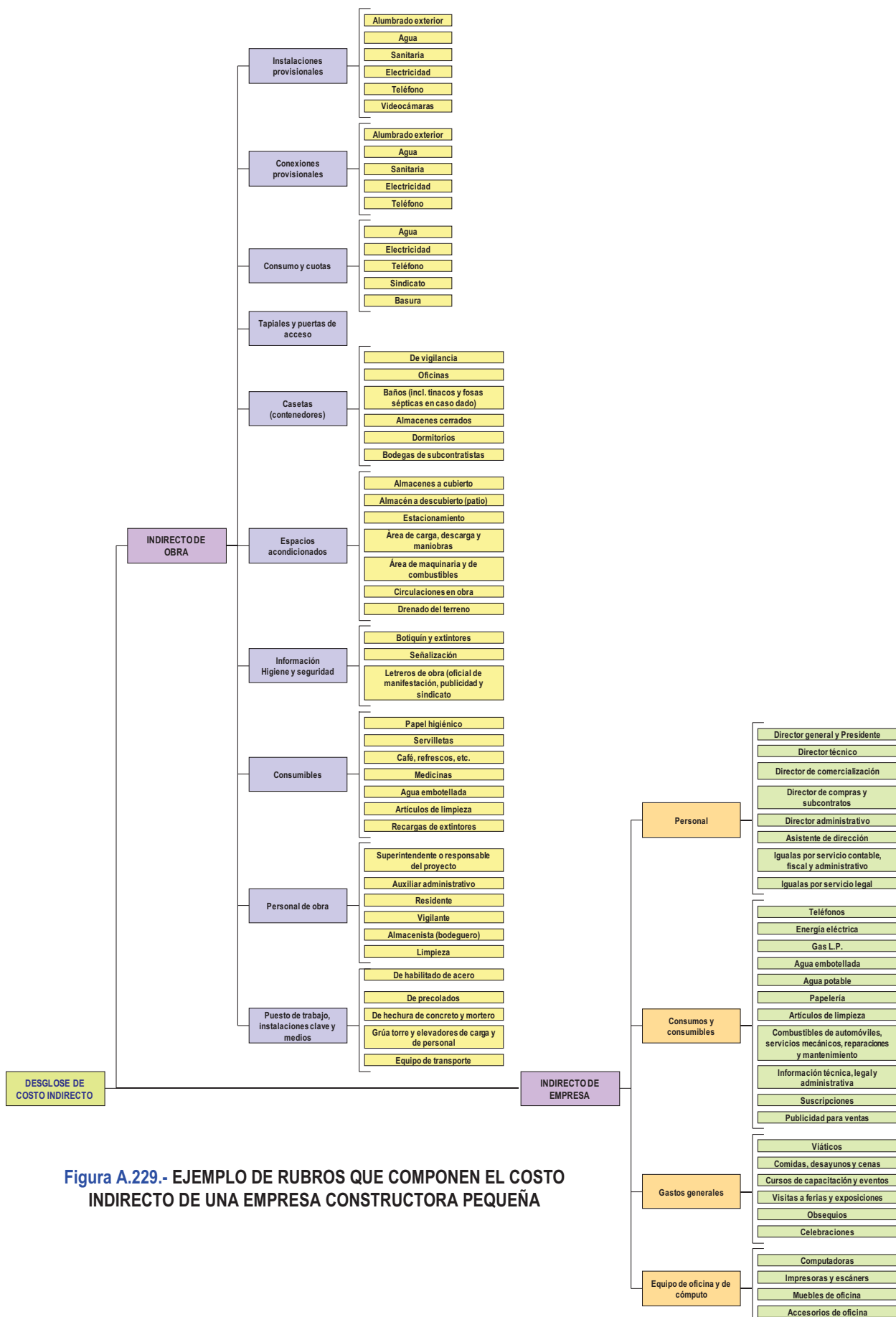


Figura A.229.- EJEMPLO DE RUBROS QUE COMPONEN EL COSTO INDIRECTO DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA PEQUEÑA

En los desarrollos inmobiliarios no sólo se tienen costos de construcción. Cada empresa desarrolladora tiene costos adicionales de alta incidencia y varían en alcances, porcentajes y montos dependiendo de sus procesos pero, como costos casi comunes, se tienen por ejemplo:

1. La adquisición de terrenos,
2. La elaboración de estudios previos técnicos y económicos (antes, durante y después del proceso de proyecto),
3. La ejecución del diseño descriptivo y de planos ejecutivos y especificaciones,
4. El pago de trámites y derechos de permisos, licencias, impuestos y servicios,
5. El financiamiento obtenido de las instituciones de crédito o de particulares,
6. La comercialización (ventas, publicidad, escrituraciones, servicio posventa y garantías),
7. Un monto o porcentaje de imprevistos.

La suma de estos costos más los costos de constructora nos dan el costo total del proyecto.

Para dar un precio de venta hay que incluir la utilidad que la empresa pretende ganar en el proyecto analizado.

No sólo cada empresa tiene criterios de costos diferentes, también en cada proyecto los rubros varían ya que sus condiciones de financiamiento, de tramitaciones y permisos, del tipo de producto, de la ubicación y características del terreno así como las particularidades del proyecto mismo hacen que los porcentajes de sus costos varíen.

Cada rubro enlistado debe irse respaldando por un presupuesto desglosado al detalle para poder asegurar el respeto de su tope asignado y su control ejecutivo.

Además de los rubros que componen el precio de venta, puede notarse que se ha considerado un monto o porcentaje de imprevistos (en inglés BUFFER) cuyo monto o porcentaje debe de estimarse dependiendo del grado de incertidumbre que se perciba en cada proyecto por desconocimiento o inexperiencia o por condiciones contingentes probables.

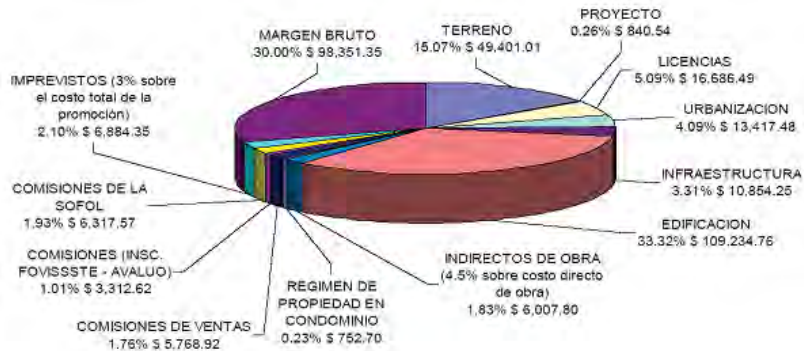
El imprevisto puede incrementarse en la realidad con sobrecostos inesperados e impactantes ya que, además del desconocimiento, inexperiencia de la empresa o contingencias surgidas, la negligencia, la falta de detalle en el diseño, la ausencia de control, el insuficiente seguimiento y respeto a lo planeado y el sentido de despilfarro así como la falta de oficio en los participantes son generalmente los causantes del aumento de imprevistos que se traducen en quebrantos que afectan considerablemente a la utilidad esperada, convirtiéndola a veces en pérdida.

Para contrarrestar y mantener los costos e imprevistos máximos presupuestados a través de convenios y contratos llave en mano, se debe instrumentar la implantación y difusión de políticas de austeridad y de deslinde de responsabilidades a los responsables (limitaciones de desperdicios, entrega en kits, cargos por daños, robos, retrabajos, etc.).

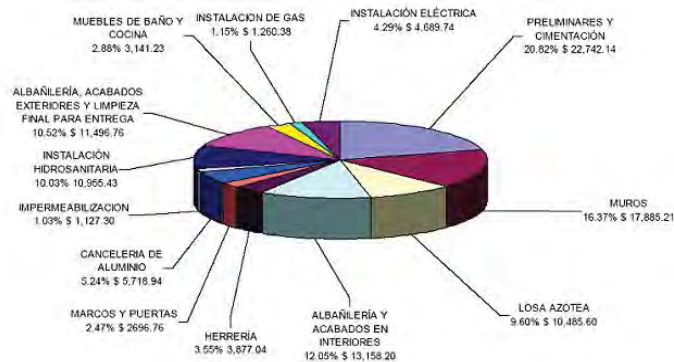
Al imprevisto se van cargando y acumulando, con su correspondiente descripción y motivo, todos los costos inesperados que, durante la ejecución y operación vayan surgiendo.

En la siguiente figura **A.230** se muestra, en forma de “*PIE*”, un ejemplo de desglose del precio de venta de un proyecto de vivienda subdesglosando a un segundo nivel las partidas que comprenden la construcción.

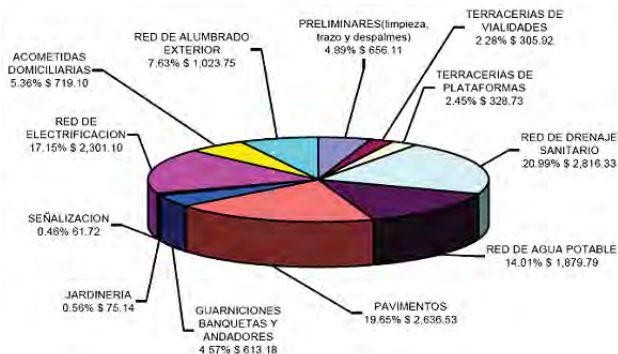
PRECIO DE VENTA (\$ 327,829.84 / viv.)



Edificación (\$ 109,234.76 / viv.)



Urbanización (\$ 13,417.48 / viv.)



Infraestructura (\$ 10,854.25 / viv.)

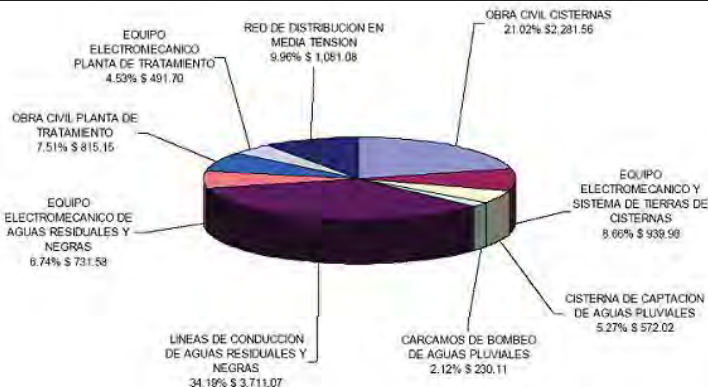


Figura A.230.- RESUMEN DE CORRIDA FINANCIERA PRELIMINAR para un proyecto de 2,200 viviendas en edificios de cinco niveles presentado gráficamente en forma de pasteles. Monto total del desarrollo \$327,829.24/viv. X 2,200 viv. = \$ 721,225,650.00

3.2. La Programación

Por lo comentado hasta ahora, se puede notar que hay con el término “paquete”, un evidente intento de unificación informativa que incluye al control de calidad (a través de listas de aceptación), a la presupuestación y a la programación en un solo sistema de definición y de control.

En esta parte, por tanto, se repasarán los métodos más comunes y utilizables para su empleo en la programación de proyectos de vivienda para aplicar después el concepto de “paquete” para incluir su manejo de costo y de cumplimiento de características de calidad además de los plazos.

La Programación es otra valiosa herramienta de la productividad. Es un hecho que el futuro se forja y no se adivina pero también es cierto que el futuro se planea con bastante aproximación de ocurrencia cuando se tienen conocidas las condiciones de trabajo y se tienen previstas las acciones a tomar soportadas por una organización preparada.

Todos los métodos relacionados e integrados en su conjunto conforman un potente medio de planeación que, sin embargo, es poco aprovechado ya que, salvo honrosas excepciones, no se incluyen con la debida profundidad y extensión en los procesos de planeación.

No es muy común lograr, como resultado de un trabajo de diseño bien hecho, planos ejecutivos suficientemente detallados y completados por los procesos de presupuestación, de programación y de contratación. En la generalidad de los casos, los proyectos son planeados con un enfoque de “*producto terminado*” donde, sin embargo, no existe planeación ni mucho menos propuestas de diseño del *proceso de construcción*, propiamente dicho.

En promedio, el nivel de detalle de los diseños vistos como productos terminados cubre entre el 40% y el 60% de lo requerido si lo comparamos con el nivel de detalle con el que se realizan los planos en varios países industrializados y, por ello, se siguen dando una buena cantidad de soluciones improvisadas durante la ejecución de las obras. Algo que también requiere hacerse es un estudio de compatibilidad de datos y de eliminación de interferencias a través de la superposición de planos arquitectónicos con los planos estructurales, constructivos y de acabados, así como con los de instalaciones.

Además de anular las deficiencias mencionadas, lo cual requiere de mayor dedicación dirigida hacia un diseño detallado y confrontado en sus partes, hay que incursionar en el diseño del producto visto en su proceso de construcción.

Casi ningún proyecto incluye en su alcance planos de proceso, planos de secuencia o planos cinemáticos; en el mejor de los casos, como resultado de la programación, se llega a tener un programa de barras o un programa de ruta-crítica que en muy pocos casos está consensuado con los ejecutantes de la obra e incluido en sus contratos como compromiso de cumplimiento.

Lo que se propone, por tanto, es la utilización de las herramientas de programación disponibles para ser aplicadas integralmente a los procesos de planeación y de realización de proyectos y no sólo a la construcción; sin embargo, se incluyen en este caso solamente aplicaciones a la construcción para motivar su empleo y su integración como parte del análisis requerido en la etapa de realización del plan de obra.

El lenguaje gráfico a base de planos y figuras en la planeación contribuye notablemente para su comprensión y su seguimiento. Su realización se asemeja a la creación de una película con guión y escenas preconcebidas.

Como importantes requisitos previos a la aplicación de los diversos métodos de programación, es importante lograr las siguientes condiciones:

1. Las organizaciones basan su futuro en *presupuestos y programas proforma*, en sus objetivos, expectativas y pronósticos a corto, mediano y largo plazo respectivamente.
Generalmente el corto plazo se considera de un año, el mediano plazo de cinco años y el largo plazo de 10 ó 15 años aunque cada empresa define sus plazos.
Los objetivos, expectativas y pronósticos se relacionan mucho con su nicho de mercado, el crecimiento anual y la consolidación evitando la estacionalidad (que la empresa interrumpa su flujo productivo) logrando engarzar a todos los proyectos que tenga en cartera con estos planteamientos.
Por tanto, al igual que en el caso del establecimiento por antelación de los costos, *para la definición de la duración de un proyecto, es necesario partir del tiempo de ejecución requerido, deseado o establecido* realistamente en el plan de negocio y en las expectativas de la empresa vertidas en su programa de producción anual o en un período dado; por lo tanto, *la duración de todo el proceso de un proyecto queda definida como tope desde el inicio*, en vez de llegar a un tiempo resultante dado por la aplicación de los métodos de programación.
El objetivo es entonces reducir al menor costo el tiempo de realización del proyecto dado como tope para el cumplimiento de metas.
Un segundo objetivo consiste en mejorar los tiempos logrados en proyectos anteriores similares para ir mejorando la productividad y el throughput de la empresa.
2. En los casos de obras de gran número de viviendas es importante plantear desde el principio un *avance del proyecto modulado en etapas entregables* fundamentadas en un pronóstico confiable de ventas, con objeto de ir asegurando una recuperación revolvente de la inversión y de ir liberando créditos puente.
Para este objeto, la planeación de los procesos de construcción debe prevenir que la obra en proceso no cause molestias ni tenga interferencias con la parte de obra terminada, entregada y ocupada. También debe de preverse la modulación de la puesta a punto de accesos, circulaciones, servicios públicos, electrificación, telefonía y servicios internos así como una correspondencia directa entre las viviendas terminadas y su formalización condonial y la autorización de ocupación por parte de las autoridades.
3. Los *diferentes métodos de programación deben emplearse de manera integrada* ya que unos complementan los límites de información que otros tienen, completándose así la información que se requiere para *planear y controlar a diferentes niveles la ejecución de los procesos*.
Por tal motivo, el flujograma de la figura **A.231** muestra una manera de hacer interactuar y de emplear integralmente a los diferentes métodos de programación en los proyectos.
4. El proceso completo de un proyecto queda reflejado sobre un programa de barras denominado "*programa maestro*" sobre el que los directivos y ejecutivos van dando el seguimiento rutinario en las reuniones que se tengan para tal efecto.
En la figura **A.232** se esquematizan las características más relevantes de un programa maestro.

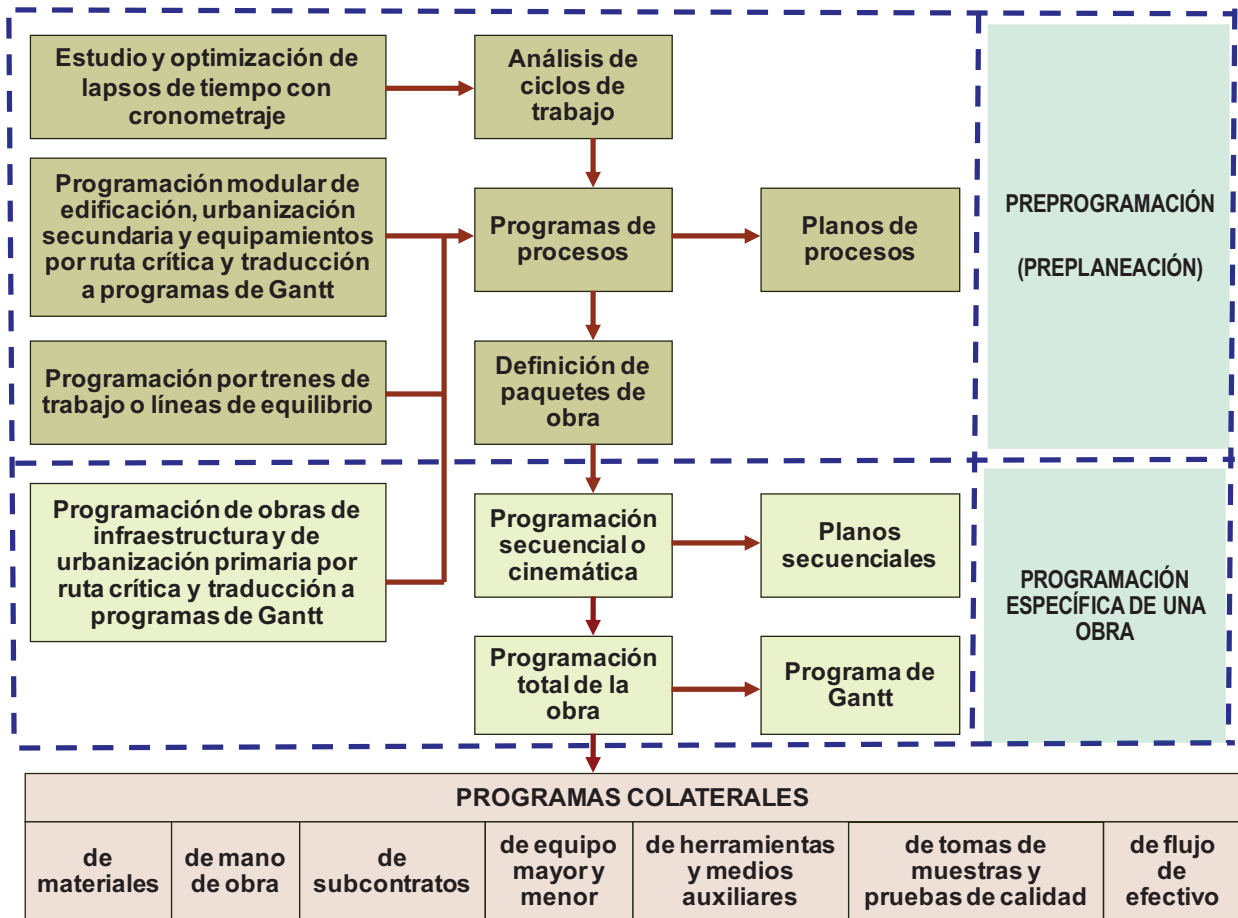


Figura A.231.- PROCESO DE PROGRAMACIÓN DE OBRA
(forma parte del Plan de Obra Dinámico)

El programa de obra es una parte de la programación de un proyecto completo. En el siguiente flujograma de la figura A.232 se incluyen todas las fases a integrar en la programación de un proyecto específico y en la figura A.233 se incluye un ejemplo de plan o programa maestro.

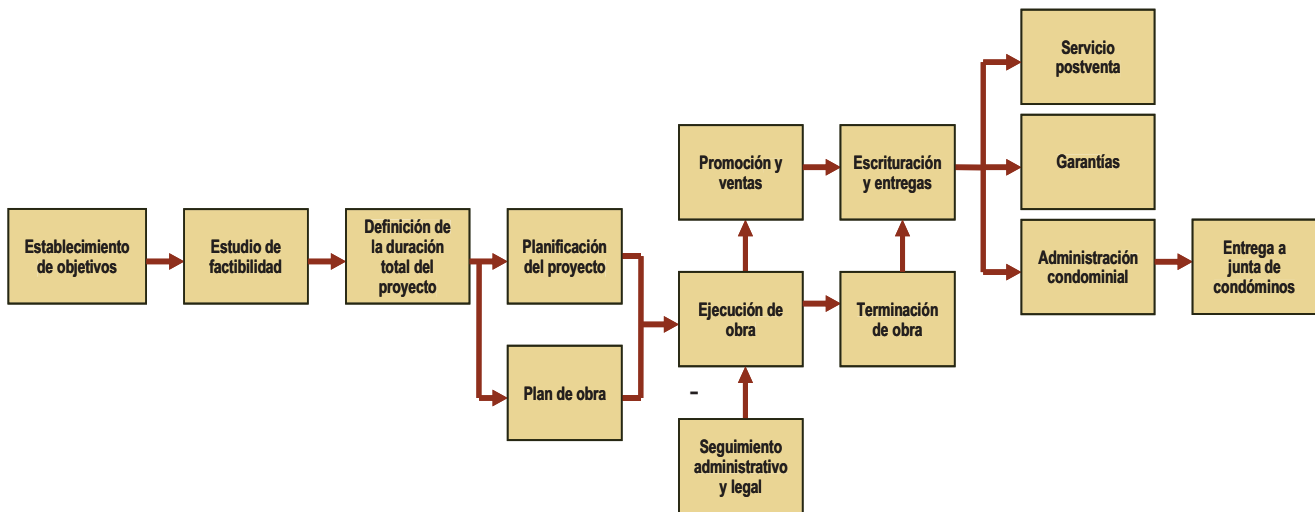


Figura A.232.- PROCESO DE PROGRAMACIÓN DE UN PROYECTO COMPLETO, denominado Plan Maestro o Programa Maestro
(comprendiendo todas las actividades que lo conforman)

		ÁREAS DE SERVICIO	ÁREAS CORPORATIVAS	RELACIONES EXTERNAS	DURACIÓN DE ACTIVIDADES EN QUINCENAS	COSTOS DIRECTOS	COSTOS INDIRECTOS	TOTAL						
<input type="checkbox"/> SUPERVISIÓN GENERAL (Voz) <input type="checkbox"/> RESPONSABILIDAD COMPLEMENTARIA <input type="checkbox"/> COORDINACIÓN OCASIONAL <input type="checkbox"/> ENTERADOS <input type="checkbox"/> SUPERVISIÓN DIRECTA <input type="checkbox"/> RESPONSABILIDAD DIRECTA <input type="checkbox"/> COORDINACIÓN DIRECTA														
FASE	ETAPA	ACTIVIDAD	DISEÑO	ADMINISTRACION	COMERCIALIZACION	CONSEJO ADMINISTRATIVO	INRECCION GENERAL	ASESORIAS ASIGNADAS	CLIENTE	DEPENDENCIAS OFICIALES	ORGANISMOS FINANCIEROS			
I	1	SELECCIÓN DE TERRENO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
I	2	COMPRA DE TERRENO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
II	1	DISEÑO BÁSICO INTEGRAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
II	2	DISEÑO EJECUTIVO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
II	3	PLAN DE OBRA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
III	1	INICIO DE OBRA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
III	2	EJECUCIÓN DE OBRA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
III	3	ESCRITURACIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
III	4	ENTREGA RECEPCIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
IV	1	SERVICIO POST-VENTA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
V	1	ADMÓN. CONDOMINIAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
VI	1	ENTREGA DE ADMÓN. A COND.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
		LICENCIAS, PERMISOS Y AUTORIZACIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
		FINANCIAMIENTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
		COSTOS DIRECTOS												
		FASES DE PROCESO ADMINISTRATIVO												
		COSTOS INDIRECTOS												
		COSTOS TOTALES												
		INGRESOS												
		SALDOS												

Figura A.233 – PROGRAMA MAESTRO de ejecución de un diseño elaborado y controlado por un equipo administrador; dicho programa deberá apoyarse en programas y flujos parciales más específicos y detallados.

El programa maestro de un desarrollo inmobiliario es un resumen de todas las actividades que van más allá de la pura construcción.

Es conveniente elaborar programas específicos de estudios previos, de planeación, de procuración financiera, de comercialización y de tramitología legal los cuales o son previos o van interactuando con el programa de obra.

Las actividades principales comprendidas en los programas de comercialización son:

- Pagos de apartados, pagos de anticipos y pagos parciales dados por el cliente, en su caso,
- Estatus de crédito hipotecario de cada cliente,
- Tramitología para la escrituración.
- Entrega de vivienda y de manual del propietario.
- Servicio Postventa

Las actividades generales incluidas en la tramitología legal ante la administración pública implican la obtención de:

- Certificado de Uso de Suelo.
- Alineamiento y Número Oficial.
- Aprobación de Proyecto de Sistema Alternativo de Drenaje Pluvial (en su caso).
- Estudio aprobado de Impacto Ambiental, Impacto Urbano y/o Impacto Vial (en su caso).
- Licencia de Demolición (en su caso).
- Manifestación de Obra.
- Atención a Prevenciones y Visitas de Verificación.
- Trámites ante CFE y SACM.
- Pagos de Derechos y Consumos de Energía Eléctrica, Agua Potable, etc.
- Pagos de Impuesto Predial.
- Pagos por conexiones a Servicios Públicos.
- Actividades del Director Responsable de Obra [y Corresponsable(s) en su caso].
- Permisos de rehechura de banquetas, trasplante o derribo de árboles, etc. (en su caso).
- Prorroga(s) (en su caso).
- Aviso de Terminación de Obra y obtención de Permiso de Ocupación.
- Constitución de Régimen de Condominio e Individualizaciones.

5. *Eliminar actividades prescindibles y simplificar actividades* de ejecución hasta donde sea posible.

Asegurarse de que el proceso constructivo sea un proceso coordinado y aditivo, sin tener que destruir parte del trabajo previo (ranuras, perforaciones, demoliciones parciales, cortes o aumentos de ajuste, etc.) o tener que hacer retrabajos. No hacer deshaciendo por aproximaciones sucesivas; para tal efecto, el respeto de la precisión dimensional en los materiales empleados y en los trabajos de obra es requisito indispensable.

Para lograr estas condiciones se requiere elaborar un diseño lo más detallado posible, donde estén resueltos y optimizados los pasos de realización y no sólo el trabajo terminado.

6. Desde la fase de diseño, especificar el uso de *materiales y componentes de calidad requerida comprobada, disponibles al momento que se necesiten* (para lograr la aplicación exitosa de la logística y del justo a tiempo en la fase de ejecución) reducidos en variedad y en cantidad y fáciles de instalarse.
7. Tener en el diseño ejecutivo, todos los materiales y componentes despiezados para evitar cortes y desperdicios con la garantía de los proveedores del respeto dimensional con las tolerancias de fabricación y de colocación previstas.
8. Tomar en cuenta en la programación: Las *condiciones climáticas* (temperaturas, humedad relativa, lluvia, viento, etc.), las *condiciones de la obra* (topografía, restricciones de espacio y volúmenes de ocupación de materiales y medios almacenados), las *condiciones de accesos y circulaciones* (accesibilidad de equipos, entorno urbano, condiciones de seguridad e higiene, servicios, etc.), los *tiempos de espera y desfases técnicos* (tiempos de secado, de endurecimiento, de resistencia requerida, tiempos de descimbrado y desapuntalado, tiempos de puesta en servicio, etc.), los *momentos apropiados de intervención* de cada especialidad para evitar interferencias en los procesos o daños por parte de un cuerpo de oficio dado al trabajo previo ejecutado.

Las terracerías, obras enterradas, cimentaciones y obra gruesa (obra negra) tienen como frontera con la obra segunda (obra gris y obra blanca) a la colocación de ventanas, tragaluces, cancelos y puertas exteriores por ser esta actividad la que define el cierre de la envolvente de la edificación.

La obra segunda a su vez queda subdividida por los trabajos en húmedo (obra gris) y los trabajos en seco (obra blanca) y es muy importante no ejecutar trabajos que deben hacerse en seco (V.g. carpintería interior) con condiciones húmedas o mojadas en obra para evitar su daño.

Hay incluso trabajos que deben de hacerse al último y son actividades no conjuntas con otras como es el caso de los pisos de alfombra o de madera. En la siguiente figura **A.234** se muestra un programa general de intervenciones en obra.

En las obras exteriores y de urbanización, también hay que considerar la separación de obras de terracerías y de redes enterradas con respecto a los trabajos de pavimentos, guarniciones, banquetas y jardinería sobre los que, en algunos casos, incluso no conviene que siga circulando la maquinaria de construcción.

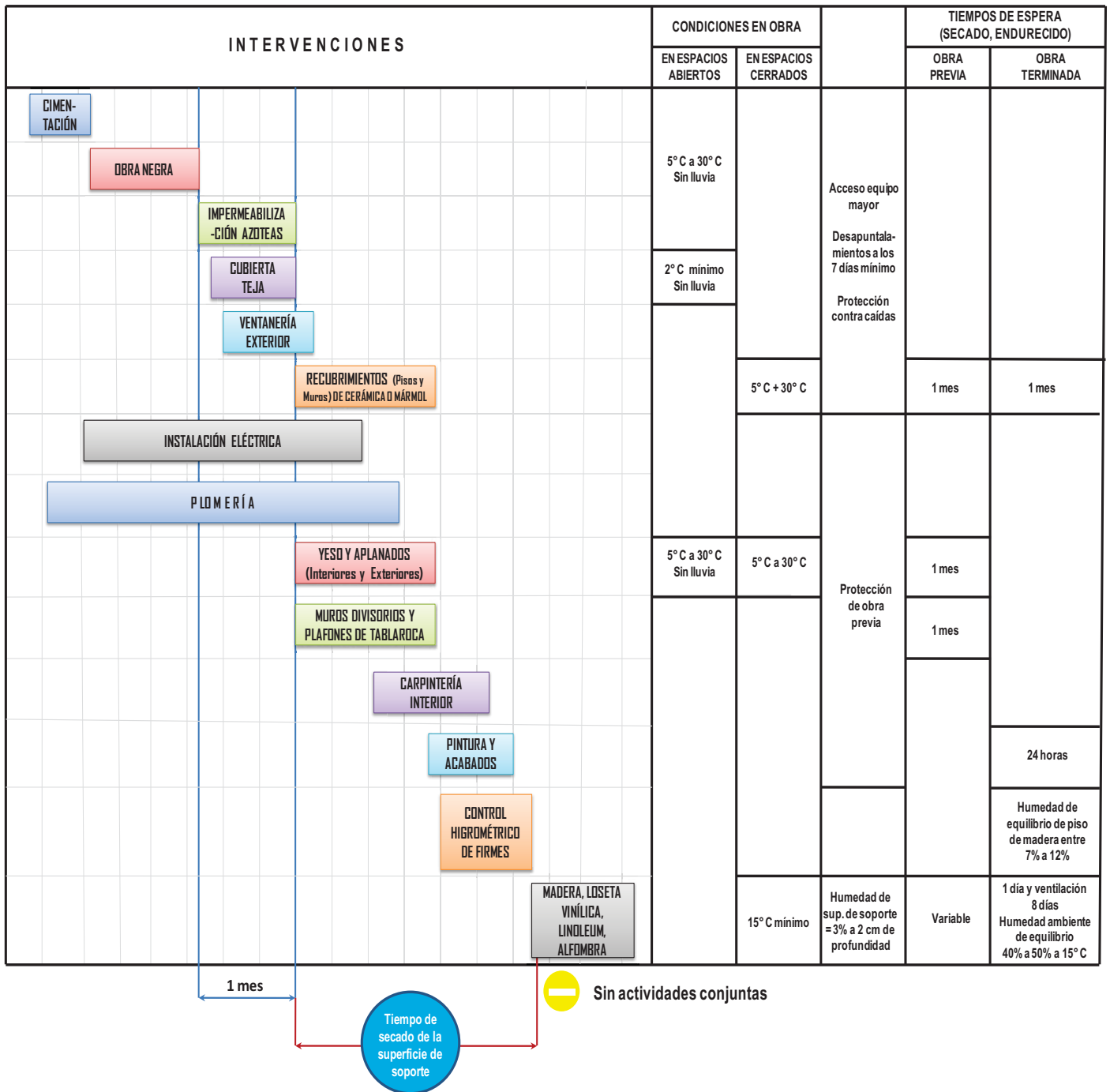


Figura A.234 – PROGRAMA TÉCNICO DE INTERVENCIONES EN OBRAS DE EDIFICACIÓN
Ref. Calepins de chantier; parquets et planchers en bois; 2007 p.5; Plan Europe - France

En el Programa Técnico de Intervenciones quedan implícitas las fases de obra negra (obra gruesa) obra gris (acabados en húmedo e instalaciones) y obra blanca (acabados y colocaciones en seco). La obra gris y obra blanca en ocasiones se agrupa con el término de obra segunda.

Las obras exteriores completas sintetizan la parte fundamental de la programación de una obra de vivienda en su conjunto ya que su organización constructiva incluye a todo el terreno sobre el cual se va a desplantar la edificación y ello nos permite vislumbrar la problemática particular de sus etapas de avance. De esta manera se pueden examinar las secuencias a efectuar, las dificultades que puedan presentarse y dar soluciones.

Al visualizar la obra en su conjunto, se definen los límites y alcances de los participantes (de obra directa y subcontratistas) evitando las duplicidades de tareas o, por el contrario, los limbo sin asignación a ningún responsable, así como las interferencias, bloqueos y estorbos y se aseguran así la procuración de insumos y de trabajos de edificación y de las propias obras exteriores para poder llevar a cabo una operación de construcción uniforme y continua sin tropiezos, sin sobrecargas de trabajo y sin interrupciones que perjudiquen su buen ritmo.

Se debe acordar con el Superintendente de la obra el desglose detallado de trabajos sensibles a pilotear y coordinar.

El programa completo de la obra refleja todos los detalles de preocupación a cuidar y concatena de forma conveniente a la obra de edificación (y de equipamientos, en su caso), con todas las obras exteriores de urbanización (y de infraestructura, en su caso).

Se incluye en la figura **A.234** un programa técnico de intervenciones, desglosado en semanas, donde se propone separar las obras exteriores en dos fases: la de redes y obras enterradas y protegidas antes de la edificación y la de pavimentos, acabados exteriores, señalización y jardinería una vez cerrada la obra negra (obra gruesa) de la edificación.

Sobre esta programación básica se puede particularizar un programa específico que considere los accesos y circulaciones, las dimensiones del terreno, la siembra de la edificación, el equipo de obra a utilizar, la disposición de instalaciones provisionales y las áreas de almacenaje y acopio.

Las actividades del programa deben transformarse en paquetes semanales particularizados para cada especialidad participante (de obra directa o subcontratista) identificando a las tareas que se encadenan y las tareas que se traslapan o que deben de hacerse conjuntamente.

Independientemente de la programación hay que tener previstos escenarios para las situaciones que normalmente se presentan en una obra y que provocan retrasos.

Los principales retrasos se dan potencialmente por:

- El mal clima,
- El retraso de un subcontratista o de alguna cuadrilla,
- La falla de un suministro (proveedor, equipo, etc.),
- Las adaptaciones del proyecto al terreno no previstas,
- La presencia de cambios imprevistos que impliquen una nueva decisión.

Se tiene que efectuar una reacción rápida (reprogramación de recorte de tiempo después de una dificultad o retraso para evitar pérdidas de tiempo que ocasionen desfases en los tiempos de trabajo subsecuentes enfocándose en las actividades críticas.

En caso necesario, el programa de obra tendrá que reajustarse de acuerdo con todos los implicados con objeto de *mantener la fecha prevista y comprometida de terminación*.

Las modificaciones y las adaptaciones al proyecto en curso de realización pueden ocasionar prolongaciones de tiempo así como la presencia de imprevistos y costos adicionales importantes; por tanto, es prioritario evitar la tentación de proponer cambios y aportación de ideas sobre la marcha en los procesos de obra sin filtrarlos por un análisis de afectación en los costos y los tiempos de obra, así como en las repercusiones o efectos secundarios de modificación al proyecto, y *partir de un proyecto “congelado” lo más completo, detallado y analizado posible*.

No es posible formalizar una contratación “Llave en Mano” ni convenios de trabajos a precio alzado si el diseño ejecutivo no está totalmente definido y/o si se están haciendo cambios durante la ejecución de la obra.

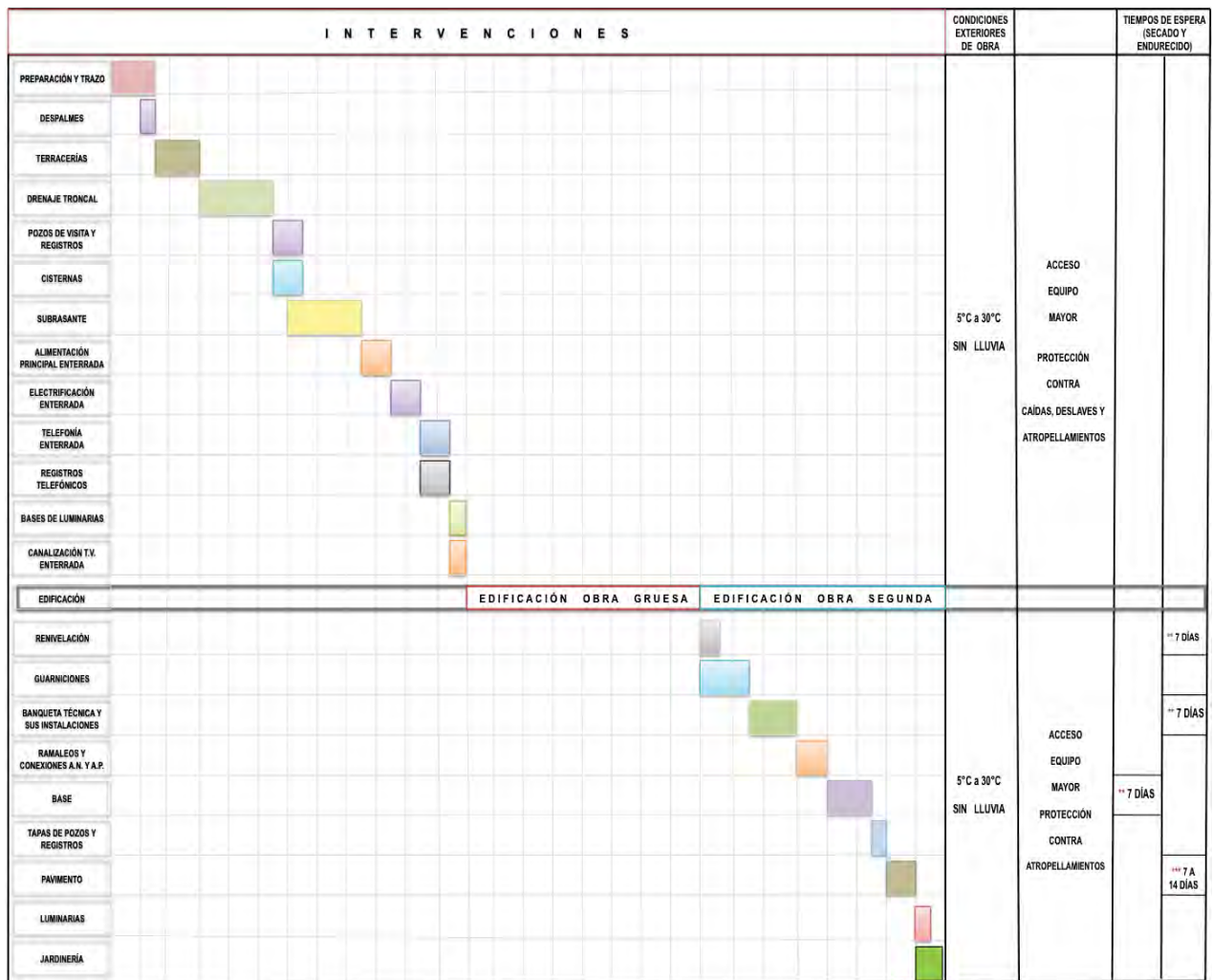


Figura A.235 – PROGRAMA TÉCNICO DE INTERVENCIONES EN OBRAS EXTERIORES
Ref. Guide Pratique des VRD et Aménagements Extérieurs; Gérard KARSENTY; Edit. Eyrolles; 2003⁴; p. 560 y 561

- * En caso de elementos colados in situ; para el caso de elementos prefabricados no se requieren tiempos de espera.
- ** En caso de tapas que tengan que colarse previamente; para el caso de tapas de plástico, de hierro fundido o de concreto prefabricado, no se requiere tiempo de espera.
- *** En caso de pavimentos de concreto hidráulico normal habrá que esperar 7 días de endurecimiento para ser utilizado por vehículos ligeros y 14 días para vehículos pesados. Los pavimentos de concreto con resistencia rápida (en Fast-Track), de asfalto, de adoquines o de losetas no requieren tiempo de espera para ser utilizados.

Nota: Para obras de urbanización se debe elaborar también un Programa Técnico de Intervenciones particularizando los materiales y procedimientos de cada proyecto específico tomando en cuenta la interacción coordinada de todos los trabajos de obra exterior entre sí mismos y con los trabajos de edificación.

9. Aplicar, lo más posible, la preplaneación y la pre-elaboración de la planificación para acelerar y obviar pasos en su proceso; para tal efecto preestablecer la programación modular donde se tengan ya paquetizados y programados modularmente varios prototipos de vivienda repetibles, prototipos de obras exteriores de agrupamientos tipificados (claustros, rotondas u otras disposiciones), tanques elevados y cisternas tipo, etc.

10. En la realización de la red de los programas *buscar un encadenamiento que logre al máximo la reducción de los tiempos de realización de proyectos a través de la simultaneidad y reducir la secuencialidad*. Para este objetivo de doble cara, la utilización de la prefabricación y del pre-ensamblado de componentes y subsistemas (o el habilitado y el precortado en el caso menos elaborado) son las opciones más eficientes para lograrlo ya que, gracias a la simultaneidad de actividades que se pueda dar, se pueden obtener tiempos record de obra que llegan a equivaler a la tercera o cuarta parte del tiempo considerado como normal en una construcción.

En estos casos más que nunca es cuando la mecanización y el empleo eficiente del mejor equipo y medios auxiliares disponibles así como la rigurosa aplicación de la logística y de las entregas en flujo continuo (justo a tiempo) se vuelven indispensables para efectivamente aprovechar estas estrategias.

Coadyuvando en esta búsqueda, el empleo de métodos de programación como la programación en simultáneo o “fast-tracking” y la programación secuencial se deben aplicar con cada vez mayor extensión ya que se ha demostrado su eficacia desde hace varios años en múltiples proyectos exitosos en diferentes contextos.

11. Como *seguimiento a la programación en el transcurso de las obras* hay que establecer reuniones semanales de revisión de avances, de costos y de asuntos a resolver, coordinadas por el responsable del proyecto.

Para comparar el avance programado contra el real se marca con una línea vertical la fecha de revisión y se ponen en los renglones libres del programa las barras con su avance real.

Como ayuda complementaria se requiere que el responsable del proyecto lleve una agenda de seguimiento donde se particularicen los compromisos y pendientes puntuales a desahogar.

Métodos de Programación.

Existe un amplio abanico de métodos de programación que pueden combinarse para aplicaciones totales o parciales. Dichos métodos se muestran a continuación comenzando por su idoneidad en utilizaciones generales y terminando con utilizaciones de detalle.

Métodos de programación

- Programación en simultáneo (Fast-tracking)
- Método de organización secuencial
- Método de barras (Gantt)
- Método de ruta crítica (CPM)
- Gráficas de pendiente
- Método de línea de equilibrio
- Método de trenes de trabajo
- Método de asignación de recursos o gráfica de personal de obra
- Programación diaria
- Estudios de métodos y técnicas de medición.

Se comentan a continuación las características y utilizaciones de cada uno de ellos.

3.2.1. Programación en simultáneo (Fast-tracking)

La secuencialidad tan lineal del proceso tradicional sugiere que la naturaleza de los procesos de realización de proyectos conlleve un innecesario largo periodo de tiempo; por ejemplo, es común ver para algunos desarrollos de vivienda emplear el mismo tiempo de construcción en el diseño, en las licitaciones y contratos y en los trámites; por tanto, *un año de construcción implica tres años de proyecto total*. Con la inflación, el costo de construcción puede incrementarse sustancialmente entre el tiempo de concepción del proyecto hasta que inicie la construcción, se termine y se venda el producto. Este incremento de costos a través de tanto tiempo aumenta los riesgos de manera tan importante que lo puede hacer inviable y que, por tanto, pueda obligarnos a abortarlo antes de iniciar su construcción.

Como alternativa a esta condición tradicional existe el concepto de construcción en Fast-Track.

El enfoque de Fast-Track o de construcción en simultáneo implica comenzar la construcción antes de concluir el diseño y la planificación para reducir tiempos y costos como consecuencia de una búsqueda de un rápido y directo camino para llevar a cabo la construcción y venta.

Es una sincronización de un conjunto de fases traslapadas y actividades hechas en paralelo para reducir su tiempo total.

La sincronización en este caso es el traslape de varias partes de las fases del diseño y la construcción de un proyecto con el objeto de condensar el tiempo del programa total del proyecto.

El trabajo en paralelo de varias fases reduce tiempo y, dado que tiempo es costo, se logra una reducción económica considerable como resultado.

Se puede ir iniciando la cimentación y la superestructura mientras se sigue diseñando y cotizando la obra segunda.

En algunos casos críticos donde, además de buscar la simultaneidad entre actividades de diseño y de ejecución, se dan condiciones de incertidumbre por falta de datos oportunos o suficientes, se recurre al *diseño de campo* que consiste en ir definiendo y decidiendo soluciones o cambios al diseño original conforme se va avanzando en la obra. Las principales insuficiencias de datos durante la fase de diseño generalmente se dan al principio por desconocimiento parcial de las características topográficas o de subsuelo del terreno sobre el que se vaya a construir el proyecto.

Las fases traslapadas y actividades en paralelo generan sin embargo el inconveniente potencial de que se pierda el nivel de integridad y de detalle del proyecto y que se incrementen las modificaciones y cambios sobre el proceso de la obra. Sin embargo, la preplaneación y la competencia y experiencia del equipo de trabajo pueden reducir significativamente este riesgo y lograr excelentes resultados.

La paquetización es parte de la estrategia de aceleración y permite poder contratar por separado, con diferentes subcontratistas, cada uno de los paquetes predefinidos.

La determinación de qué y cuándo hacer en paralelo las partes del proceso así como qué y cuándo paquetizarlo debe partir del análisis de las actividades críticas, de los requerimientos de recursos, de las duraciones de varias actividades de trabajo y de la ocurrencia de actividades como una función de tiempo que hay que acordar en un plan de proyecto formalizado.

Como ya dijimos, en el proceso tradicional de diseño se avanza con un criterio de paso a paso o de forma secuencial. Esta manera de secuencia lineal abarca un tiempo tal que resta competitividad a las desarrolladoras de vivienda.

Grandes ahorros en tiempo y en costo de una construcción pueden lograrse durante la fase de diseño y principalmente si se aprovecha la preplaneación.

Desde la fase de diseño hay que irse planteando la paquetización de la obra y las actividades en paralelo para que el diseño después lo permita.

El diseño de detalle se puede ir haciendo si se traslapa también por paquetes (en porciones se va contratando y construyendo). En otras palabras mientras una fase de la obra se está construyendo, la siguiente fase puede estarse diseñando al detalle y así sucesivamente (Ver figura A.236).

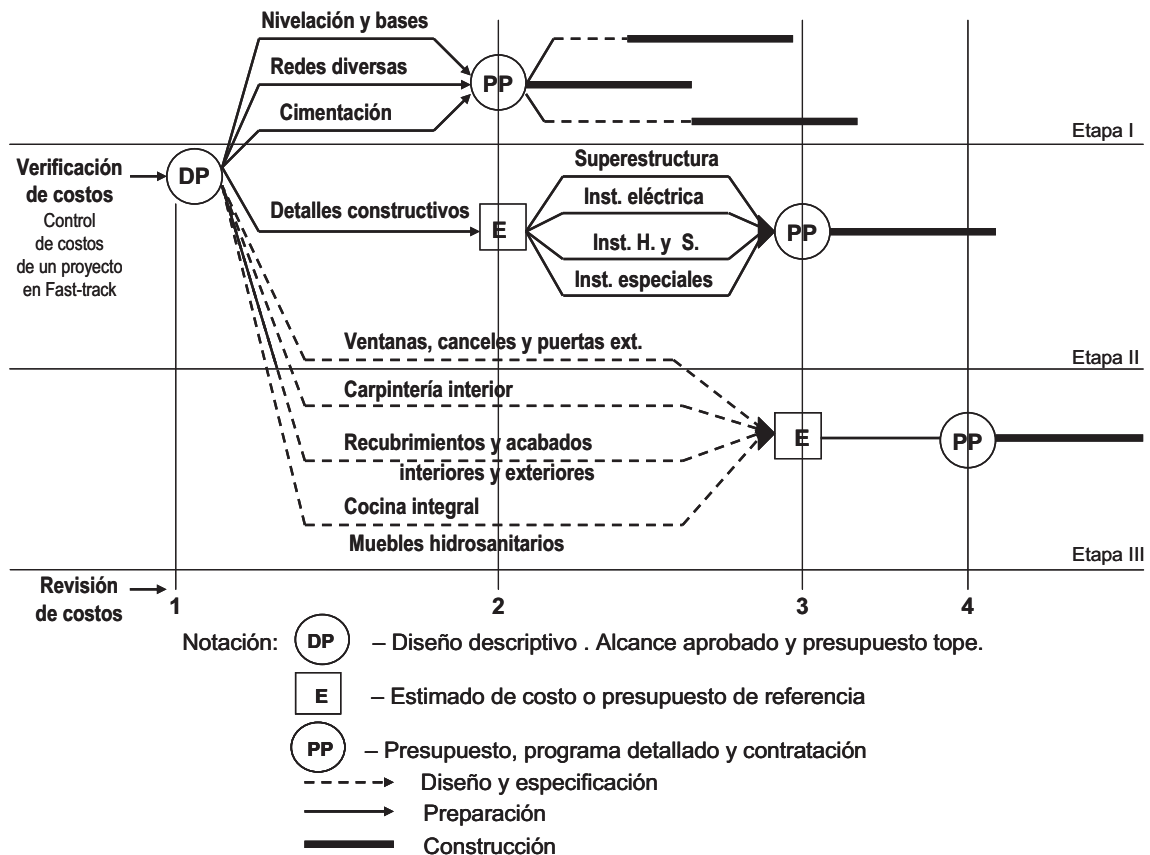


Figura A.236 – AHORRO EN TIEMPO DE UN PROYECTO EN FAST-TRACK

Ref. CM: *The Construction Management Process*, James Adrian, Reston Publishing Company Inc. 1981, p. 211

El empleo del método de Fast-Tracking por sí solo puede ahorrar hasta seis meses de una duración promedio del proyecto completo de un desarrollo de vivienda que fluctúe entre dos y tres años considerándolo desde la adquisición del terreno.

Entre mayor sea la duración de un proyecto, mayor es el potencial de ahorro en tiempo. Para cada proyecto hay que elaborar flujogramas y gráficas de procesos secuenciales para diferentes áreas de trabajo simulando varios proyectos con fases independizadas para poderse ir traslapando.

Aunque la mayor ventaja del Fast-Track es el ahorro en tiempo también hay economías en costos por inflación y aplicación de indirectos permitiendo incrementar la productividad de la empresa.

Hay que considerar los materiales o insumos que tardan en fabricarse, surtirse o instalarse para formalizar los pedidos con la debida anticipación aunque se contrate posteriormente su colocación.

Esta metodología exige la aplicación de un riguroso respeto de los tiempos, de un meticuloso cálculo de costos y del análisis integral de cada componente.

Los arquitectos responsables del diseño deben integrarse totalmente en la aplicación del método.

Si no se respetan estas dos condiciones, el resultado final puede crear importantes confusiones, retrasos e incrementos de costos.

3.2.2. La organización secuencial

Es ante todo una respuesta a las disfunciones del procedimiento tradicional en el que se ha llegado al exceso de parcialidad de actividades muy limitadas (bloquero, fierrero, carpintero, pulidor, etc.). En este caso, la multiplicidad y diversidad de oficios diferentes invitados a intervenir en la realización de una obra es fuente de desperdicio de tiempo de mano de obra y de materiales y equipo.

La adjudicación por especialidades eterniza esta particularización de oficios de la construcción y hace que se sucedan en la obra equipos que sólo colaboran en lo que les toca dentro de esta circunstancia particular y donde el cuidado constante será el soportar de los demás participantes las consecuencias de incoherencias inevitables en la sucesión de las tareas.

Al poderse *reducir el número de equipos constituidos que intervienen en una misma obra*, se reduce en la misma proporción las interfases y, por lo tanto, los problemas de coherencia y las ocasiones de conflictos. La palabra “reagrupamiento” es por tanto una palabra clave del avance secuencial.

La segunda idea de peso del avance secuencial es la del *enriquecimiento de tareas* en el seno de estos “macroequipos” donde el obrero puede y debe ampliar su campo de intervención. Así converge el interés económico de una mejor armonización de intervenciones y una desaparición de tiempos muertos que se producen en organizaciones muy fragmentadas así como el objetivo social de una intervención más enriquecedora del trabajador en el acto de construir.

El avance secuencial debe poder así iniciar una evolución progresiva de los oficios tradicionales muy estrechamente especializados con, como palabra clave, “la polivalencia de la mano de obra”.

La tercera idea importante es sin duda la de una *subordinación a las funciones y no más a las técnicas*. El reagrupamiento de tareas se hace de tal forma que sea respetada la proximidad de ciertas funciones: la envolvente, los fluidos y los equipos. Se trata de romper las tipologías tradicionales basadas en las técnicas y, por tanto, en los oficios. Un nuevo saber hacer debe emerger ampliándose hasta lograr una comprensión nueva de la finalidad de la obra, es decir, las exigencias de los futuros usuarios.

Desde este punto de vista, *la palabra clave es ciertamente la de “función” que se opone a las más tradicionales de técnica, producto y parte de la obra*.

Organización secuencial y calidad

La organización secuencial aparece como un método para garantizar, a costos constantes, el respeto de tiempos de obra y la calidad de trabajos ejecutados. Implica la organización de un proceso continuo de control desde la concepción hasta la entrega de las obras.

La concertación entre todos los involucrados para la elaboración de soluciones técnicas definitivas del proyecto permite, antes del inicio de los trabajos, la resolución de problemas que muy a menudo sólo se descubren en el curso de la obra. Esto asegura una coherencia técnica más fuerte del proyecto y, de alguna manera, una anticipación de la preparación de la obra.

La preparación de la obra en sí, tomando en cuenta el carácter novedoso de la organización secuencial, debe implicar a todos los participantes y, en particular, a la jerarquía de trabajos de las empresas subcontratistas. Esta preparación minuciosa de la ejecución es sin duda una de las causas determinantes del buen desarrollo de la obra y de la calidad de los trabajos.

Durante el proceso de obra las “recepciones” *inter-secuencias* instituyen un control de interfaces entre los involucrados. Estas recepciones no se sustituyen en ningún caso a las requeridas por el arquitecto al final de los trabajos, pero esto denota bien el espíritu dentro del cual estos controles se vayan efectuando: *el equipo realizador de una secuencia debe entregar sus trabajos a la secuencia siguiente como si se la entregara al cliente*.

El reagrupamiento de tareas en secuencias

Por un lado se encuentra la división tradicional de la obra en partidas, por el otro, una división de un número restringido de secuencias. El paso de un lado al otro no puede hacerse por simple adición de “cajitas” (las especialidades) dentro de grandes cajas (las secuencias) principalmente porque es la definición misma de las cajas la que ha cambiado.

Las obras, en efecto, ya no se dividirán más en partidas técnicas sino en funciones a asegurar. No hay que hablar propiamente de la desaparición de ciertas especialidades sino de la integración de éstas en intervenciones más amplias, donde el *rompimiento de sus tareas se da en varias secuencias*. Cada secuencia funcional definida por un proyecto debe por tanto dar lugar a un conjunto de especialidades que la constituyen y a un recorte estricto de prestaciones a ejecutar.

Los estudios de casos en Europa han ilustrado la dificultad de llegar a concretar el esquema teórico que busca que a cada secuencia corresponda una sola subcontratista realizadora.

Los problemas encontrados son de varios órdenes:

- de competencia y de calificación de los obreros a quienes se pida efectuar tareas tradicionalmente hechas por otros.
- de estructura en empresas (subcontratistas) ya que falta que tengan todas las calificaciones correspondientes a la ejecución de una secuencia, así como una gestión de su personal que permita asegurar la continuidad de los equipos en todo lo largo de una obra y evitar así el recurso del destajo.
- de responsabilidad de las empresas ya que si la colocación de ciertos componentes se delega a otra empresa, es la que delega la que permanece siendo la responsable del buen funcionamiento de las obras y de su permanencia en el tiempo.
- de tipo de prestación ya que las tareas como la impermeabilización o la fabricación y colocación de elevadores permanecen como especialidades difíciles a integrar en las empresas de obra negra.
- de técnicas y de productos ya que para poder pedir a un tablaroquero integrar la electricidad en los muros de tablaroca hay que contar con el producto ad-hoc como los pulpos eléctricos (sólo basta con traspasar el problema a la plomería para percatarse de que hay aún buen camino por recorrer).

La subdivisión en secuencias

El análisis de expedientes de consulta y de respuestas de las empresas ha mostrado que el “secuencial” pudiera abordarse de manera muy diferente. Se han distinguido así dos enfoques extremos los cuales se han denominado “metódico” y “teórico”; la mayoría de avances se sitúan entre los dos.

El avance metódico al que también se le podría nombrar “pragmático” busca adherir lo mejor posible al terreno los avances organizacionales que se van haciendo *en pequeños pasos* con las empresas subcontratistas.

El enfoque consiste en analizar al detalle al conjunto de tareas a efectuar y en reagruparlas en función de la especificidad de la operación y de la red de subcontratistas con el objeto de *eliminar todas las interfaces y las interferencias perjudiciales para la calidad, la economía de la obra y el dominio de los tiempos*.

Lo más común, el trabajo de constitución de secuencias se hace con la ayuda de un programa de obra detallado y con la presencia de un coordinador que pilotee el proyecto.

Excluye a los reagrupamientos dogmáticos de tareas y se llega a un número de secuencias que van de 7 a 9 con algunas tareas flotantes que no sea posible vincular artificialmente con una secuencia dada (elevador, impermeabilización, etc.).

El avance teórico consiste en definir arbitrariamente un pequeño número de subconjuntos de obra a un modo funcional tal como: envolvente, divisiones interiores, lotes técnicos y acabados.

Este enfoque sugiere un reagrupamiento de cuerpos de oficio sin entrar en los detalles de problemas de traslape de actividades dentro de cada secuencia. El número de secuencias se establece actualmente dentro de esta fórmula entre 3 y 5.

Dogmático en su enfoque este tipo de avance, constituye sin duda una etapa intermedia que evolucionará. Tiene en efecto límites en la manera en que reagrupa las tareas dentro de "macro-secuencias". Incluso, si puede considerarse intrínsecamente como un progreso, no hay que desplazar el problema de las interfaces en el seno de cada macro-secuencia. No entraña necesariamente transferencias reales de tareas pertinentes de respeto a la calidad, al precio y a los tiempos de obra.

El *avance intermedio* procede, como su nombre lo indica, a la vez dentro de un enfoque metódico y de un enfoque teórico.

Del avance metódico retoma el análisis de tareas y su reagrupamiento por secuencias homogéneas y racionales. Al avance teórico le toma una reflexión intuitiva y de experiencia sobre las transformaciones exitosas de tareas. Esto le permite *no desarrollar medios de análisis muy pesados aprovechando una intuición a confirmar en la práctica*. Puede así enriquecerse de los resultados constatados durante las experiencias sucesivas.

La selección del modo de constitución de las secuencias es un elemento central del avance y todavía permanece dentro del campo de la sensibilidad y de la competencia de los equipos. Sin embargo, una evolución hacia el enfoque metódico parece operarse tanto en el seno de las ingenierías como en el seno de las empresas, que después de haber estado familiarizados con el avance por enfoques teóricos, perciben ahora el interés y el reto de un trabajo más profundo.

El *avance secuencial*,

- Es una tendencia global que se apoya a la vez en el empleo mayor posible de componentes industriales concernientes principalmente a la obra segunda y en una redefinición paralela y completa de la organización de las obras
- Implica la prefabricación o pre-elaboración de componentes clave:
 - Ductos técnicos (con todas las instalaciones posibles prefabricadas y predispuestas en un bastidor o huacal)
 - Marcos y ventanas en monobloques (marcos, vidrios y cerrajería integrados)
 - Puertas precolgadas o en monobloque.
 - Pulpos eléctricos prefabricados.
 - Recubrimientos preparados en grandes paneles.

con la ventaja económica directa de reducción de tiempos y de personal en la colocación, economías de escala e incremento en la productividad para una organización más racional de la obra destinada a reducir los tiempos y los costos de realización mejorando la calidad.

Esta organización se basa en la implantación de tres principios fundamentales.

- ▶ *Un desarrollo de la obra sobre la base de una división que puede fluctuar entre 3 a 9 grandes secuencias.*

La división más generalizada en la práctica es de cinco secuencias.

No se subdivide la obra por la distinción de oficios sino en grandes funciones en fase de realización y funciones que permitan utilizar los componentes. *Se cambia a las quince o veinte partidas habituales por una organización de cinco grandes secuencias.*

- 1ª. Secuencia – Envolvente: Comprende a la realización de la obra negra y de la cubierta (impermeabilización y teja) e integra la colocación de las ventanas, cancelos y puertas exteriores sin incorporar las instalaciones. El equipo puede destinarse a la colocación de componentes en monobloques (integrados).
- 2ª. Secuencia – Colocación de doblajes y de instalaciones eléctricas (paneles de tablaroca) en zonas de instalaciones y aislamiento en caso dado.
- 3ª. Secuencia – Colocación de tubería de plomería (o bastidor) y colocación de muebles y accesorios hidrosanitarios y cocina integral.
- 4ª. Secuencia – Acabados: incluye aplanados, pastas, pintura, recubrimientos de pisos y de muros (losetas, mármol, madera, etc.) y falsos plafones.
- 5ª. Secuencia - Limpieza final, puesta en funcionamiento y pruebas.

Dependiendo del proyecto y de la organización interna de la empresa así como del sistema constructivo adoptado, se puede establecer otra definición de secuencias.

- Secuencia 1a – Terracerías, cimentaciones, losas, canalizaciones, VRD.
- Secuencia 1b – Superestructura y recubrimientos de fachada.
- Secuencia 2 – Firmes, losas de entrepiso, escalera, aislamiento, instalaciones.
- Secuencia 3 – Cancelos, ventanas y puertas exteriores, vidriería.
- Secuencia 4 - Carpintería interior (puertas, closets, pasamanos, etc.), plafones.
- Secuencia 5 - Equipamientos complementarios, limpieza final y pruebas.

También conviene establecerse objetivos de ahorros económicos y no solo de tiempo como por ejemplo:

- Ahorros buscados 18% a 19% en obra gruesa
- Ahorros en instalaciones 8%
- Ahorros en gastos de indirecto de obra 40%

- ▶ *La autonomía de secuencias entre sí* excluye los tradicionales traslapes entre diferentes oficios buscando una contracción del número y de la duración de cada uno de ellos. Una vez terminada cada secuencia se recibe. Sólo los electricistas y plomeros intervendrán en las secuencias 2 y 5, los demás intervendrán en una sola secuencia. *Hay fases intermedias de control y recepción que se intercalan en la terminación de una secuencia y el inicio de la secuencia siguiente.* Se requiere una buena gestión de la calidad y de una responsabilización y motivación de los equipos.
- ▶ *El recorte de tareas en el contenido de cada una y la eliminación de su correspondencia a una especialidad o cuerpo de oficio* así como su integración al enfoque de la polivalencia implica una redefinición potencial de la organización del trabajo y de las calificaciones necesarias dirigidas a un nuevo oficio: el de *montador y colocador polivalente*, lo cual implica un cierto número de cursos de capacitación dirigido a la revalorización y replanteamiento del trabajo de obra.

Esta organización de obra en secuencias implica una programación llamada “Programación Secuencial”.

Exige que se implante una preparación rigurosa de la obra y el involucramiento de los cuadros técnicos que dé como resultado un trabajo detallado de optimización del proyecto y de preparación de la ejecución para dejar que los imprevistos se reduzcan al máximo.

La organización secuencial de las obras constituye una innovación mayor en el sector, se trata de un verdadero método de administración de la calidad como se practica en la industria con un autocontrol al final de las diferentes secuencias.

La reducción de tiempo de ejecución adicional que se logra es de 1 a 2 meses gracias a una buena planificación y a una mejora de la organización de las obras bajo este enfoque.

3.2.3. Método de barras (GANTT)

Es ampliamente utilizado para la presentación resumida de un programa total de empresa o como programa o plan maestro, como complemento o traducción de una red de ruta crítica y como programa de trabajo resumido para subcontrataciones, suministro de materiales, utilización de mano de obra, asignación de recursos y demás programas colaterales.

Su comprensión es sencilla aunque no refleja claramente la relación de precedencias entre actividades ni la ubicación de las mismas.

3.2.4. Método de ruta crítica (CPM)

Se utiliza en nuestro medio principalmente para programar obras y su gran utilidad en indicar precedencias y denotar las actividades críticas para poder enfocar esfuerzos y organizar los trabajos con eficiencia.

Se pueden hacer ajustes con las holguras de las actividades no críticas para efficientar el empleo de la mano de obra mediante el método de estimación de personal de obra.

Se pueden comprimir o descomprimir las redes para optimizar el costo o ajustar el tiempo.

En obras muy repetitivas de vivienda muy pocas actividades quedan fuera de la ruta crítica si se comparan con obras no repetitivas y, por tanto, se tiene menos margen de maniobra para lograr el alisado de asignación de la mano de obra y también, debido a un incidente mínimo a una cuadrilla de trabajo, a la inasistencia de algunos trabajadores o al retraso en el suministro de materiales, no se tiene ninguna seguridad que incluya o considere un margen.

Para evitar reacciones en cadena que inutilicen la validez de un programa *hay que prever reservas o márgenes de tiempo* (al igual que en el costo se considera un porcentaje o monto de imprevistos) llamados colchones de tiempo (en inglés buffers).

Estos márgenes se pueden introducir:

- incrementando la duración de cada actividad con un cierto porcentaje.
- o introduciendo días de reserva entre ciertas actividades.

También hay que considerar en los trabajos repetitivos que, por la repetición, se facilita su ejecución y se logra una reducción progresiva del tiempo necesario para la ejecución de actividades idénticas repetidas. La influencia favorable de la repetición se da por el entrenamiento del personal sobre la marcha pero también por las mejoras sucesivas de los métodos de trabajo y por la organización del medio dentro del cual se efectúen los trabajos (todo esto va repercutiendo también en la mejora de la calidad).

A este fenómeno se le denomina “*efecto de serie*” el cual puede analizarse parcialmente con el método denominado “*curva de aprendizaje*”.

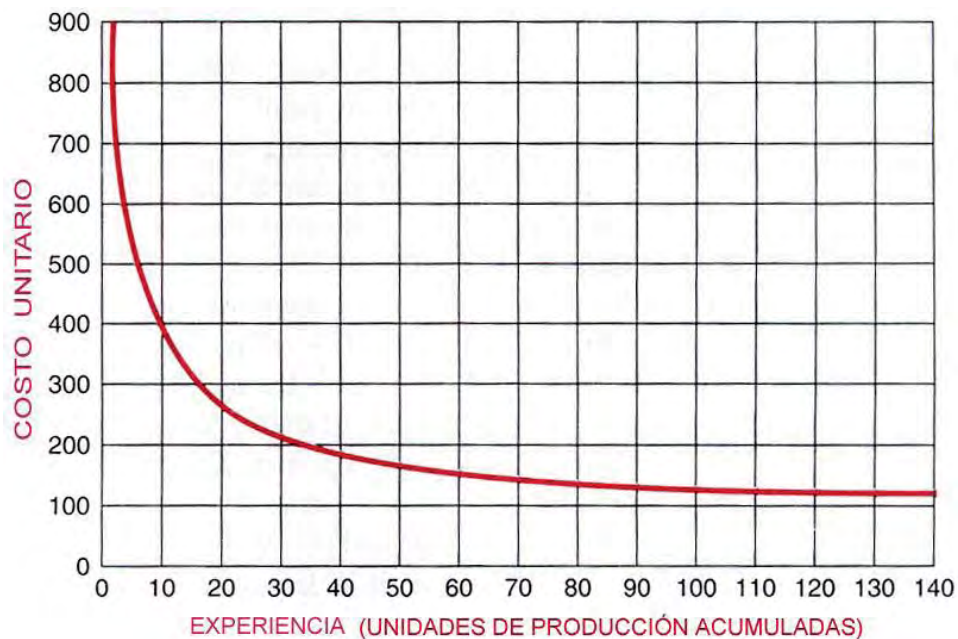


Figura A.237 – CURVA DE APRENDIZAJE AL 75%

Fuente: Project Management. A Systems approach to planning scheduling and controlling, Harold KERZNER; p. 955, Figura 18-1 A 75 percent Learning Curve.

En este caso, el tiempo de la segunda unidad es el 75% de la primera unidad, el tiempo de la cuarentava unidad es el 75% de la veinteva unidad, el tiempo de la unidad 800 es el 75% de la unidad 400.

La unidad 1000 es el 75% de la unidad 500 en este ejemplo, el tiempo decrece 25%, teóricamente este decrecimiento podría continuar indefinidamente

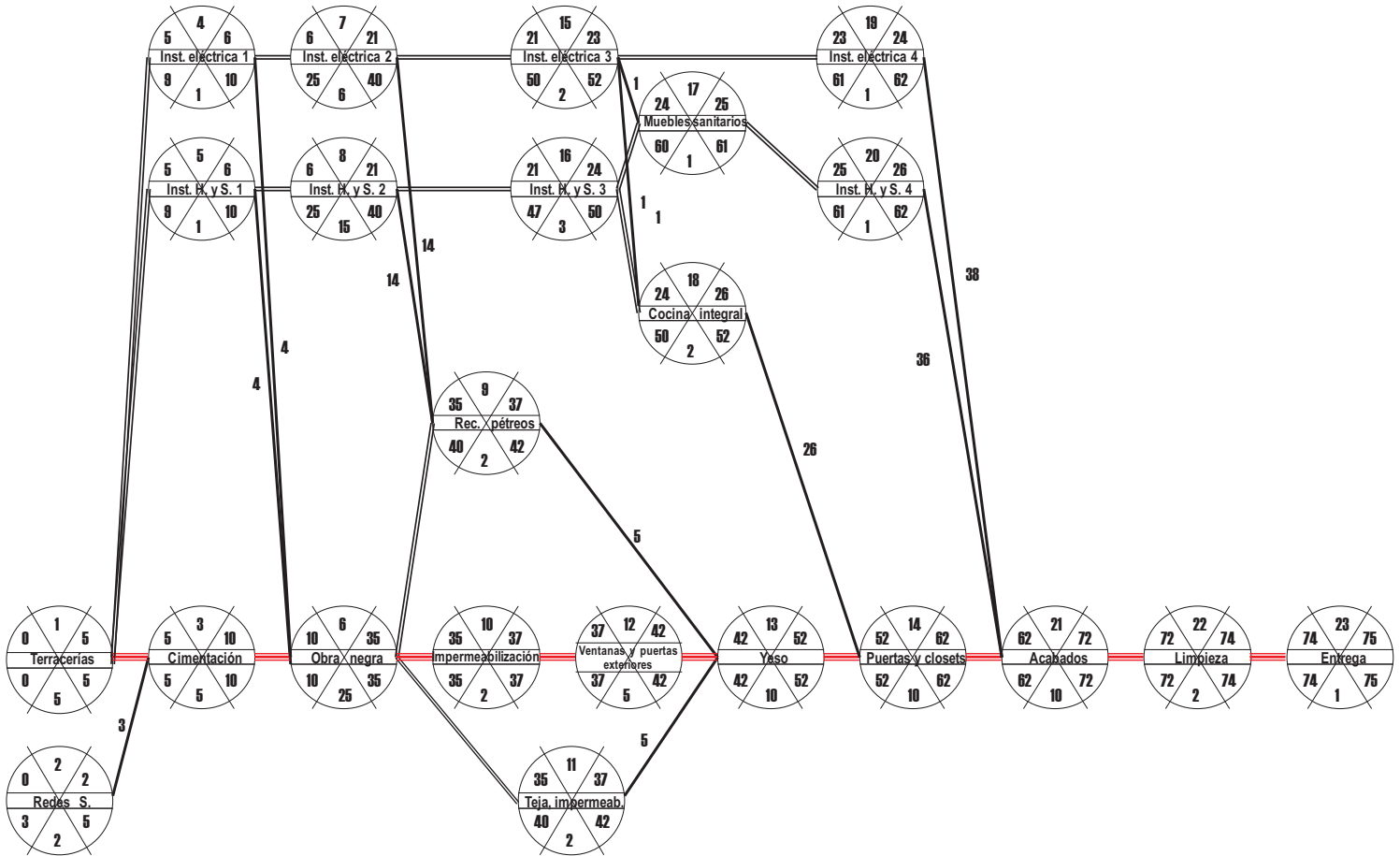
Aunque estas consideraciones se ven claramente aplicables cuando se va definiendo un programa por el método de la ruta crítica deben también de ser previstos y considerados, en su caso, cuando se empleen otros métodos de programación.

Los resultados pueden representarse en programas de Gantt para facilitar su comprensión durante las fases de control.




El programa de obra, en barras de GANTT, que generalmente se utiliza para el seguimiento en obra, se da en días laborables.

Al considerar fechas específicas que tomen en cuenta los domingos y días festivos, por ley y por costumbre, así como los días perdidos por lluvias, se tendrán las fechas de avance y terminación reales. Al programa afectado por estos días adicionales se le denomina “*calendario de obra*”.

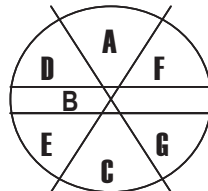
Las figuras **A.238** y **A.239** nos muestran un ejemplo sencillo de ruta crítica y su traducción a gráfica de barras (gráfica de GANTT).



SIMBOLOGÍA

-  Línea de conexión con holgura libre
-  Línea de conexión sin holgura libre
-  Línea de ruta crítica

- A – Número de actividad
- B – Descripción de la actividad
- C – Duración de la actividad
- D – Primera fecha de inicio
- E – Última fecha de inicio
- F – Primera fecha de terminación
- G – Última fecha de terminación



NOTAS: Los números sobre las líneas de conexión indican las holguras libres de las actividades correspondientes.
 Las holguras con interferencia son el resultado de la holgura total menos la holgura libre.

Figura A.238 – EJEMPLO DE RUTA CRÍTICA SIMPLIFICADA para la construcción de un prototipo de vivienda de 150 m² en dos niveles, calculada por el método de actividades en los nodos

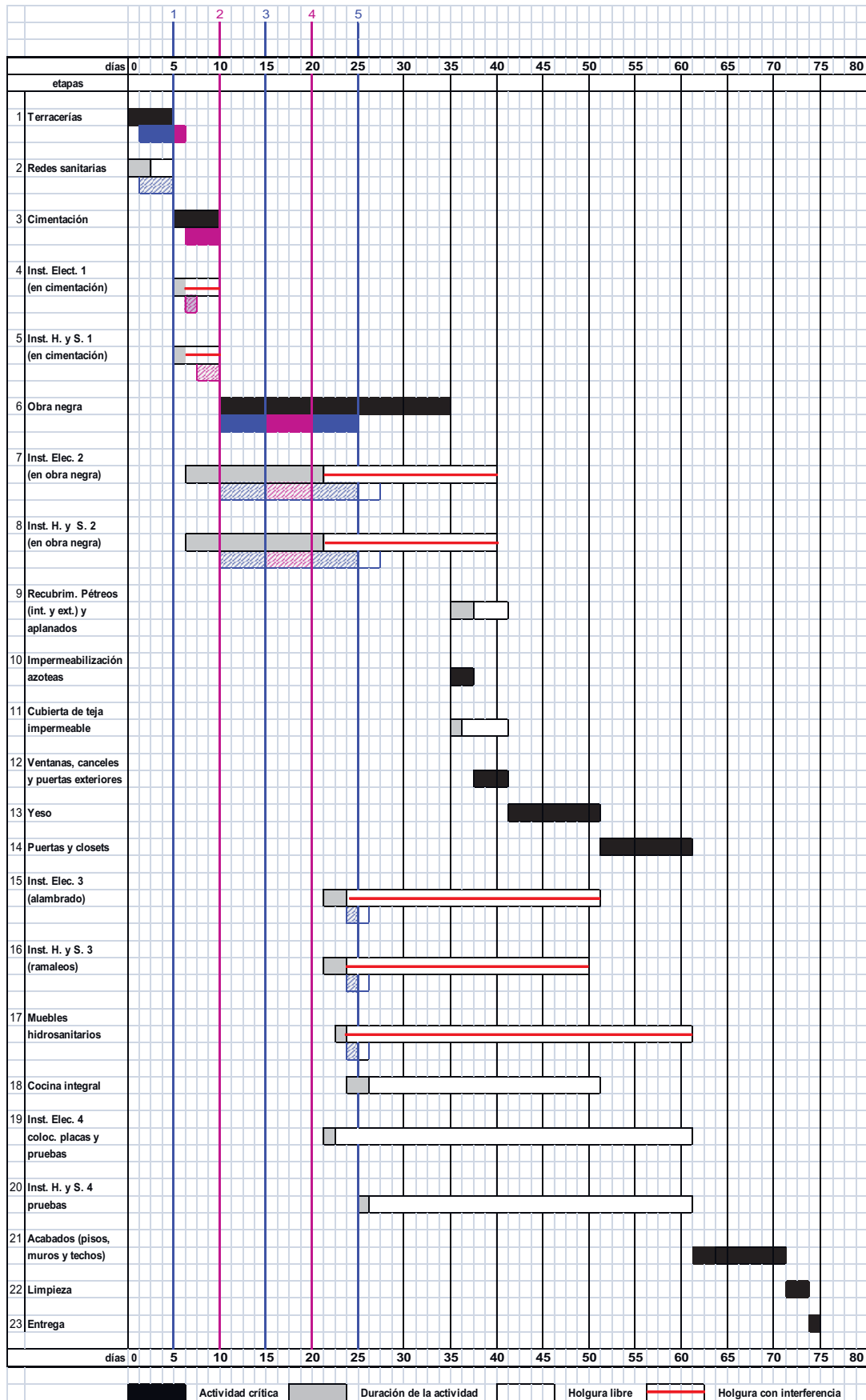


Figura A.239 – TRADUCCIÓN AL PROGRAMA DE BARRAS (GANTT) de la red simplificada para la construcción de un prototipo de vivienda de 150m² en dos niveles. Se incluye la indicación de cortes de seguimiento de avance real de obra.

3.2.5. Gráficas de pendiente

Este método aparentemente fue desarrollado durante la segunda guerra mundial para administrar el montaje de aviones.

Es útil para ser aplicado como formato para diferentes proyectos similares sin laboriosos ajustes ya que, para cambiar la fecha programada sólo tiene que cambiarse la pendiente de la recta.

Sin embargo, para obras de diferente tamaño no se puede usar la misma gráfica aunque se utilicen los mismos procesos y procedimientos, por tanto, el usar eficazmente el método de la gráfica de pendiente requiere agrupar el trabajo en proyectos de tipo y tamaño similar.

En la figura A.240 se muestra un ejemplo de gráfica para este tipo de programas donde las fechas se dan a la inversa (en días faltantes para terminar).

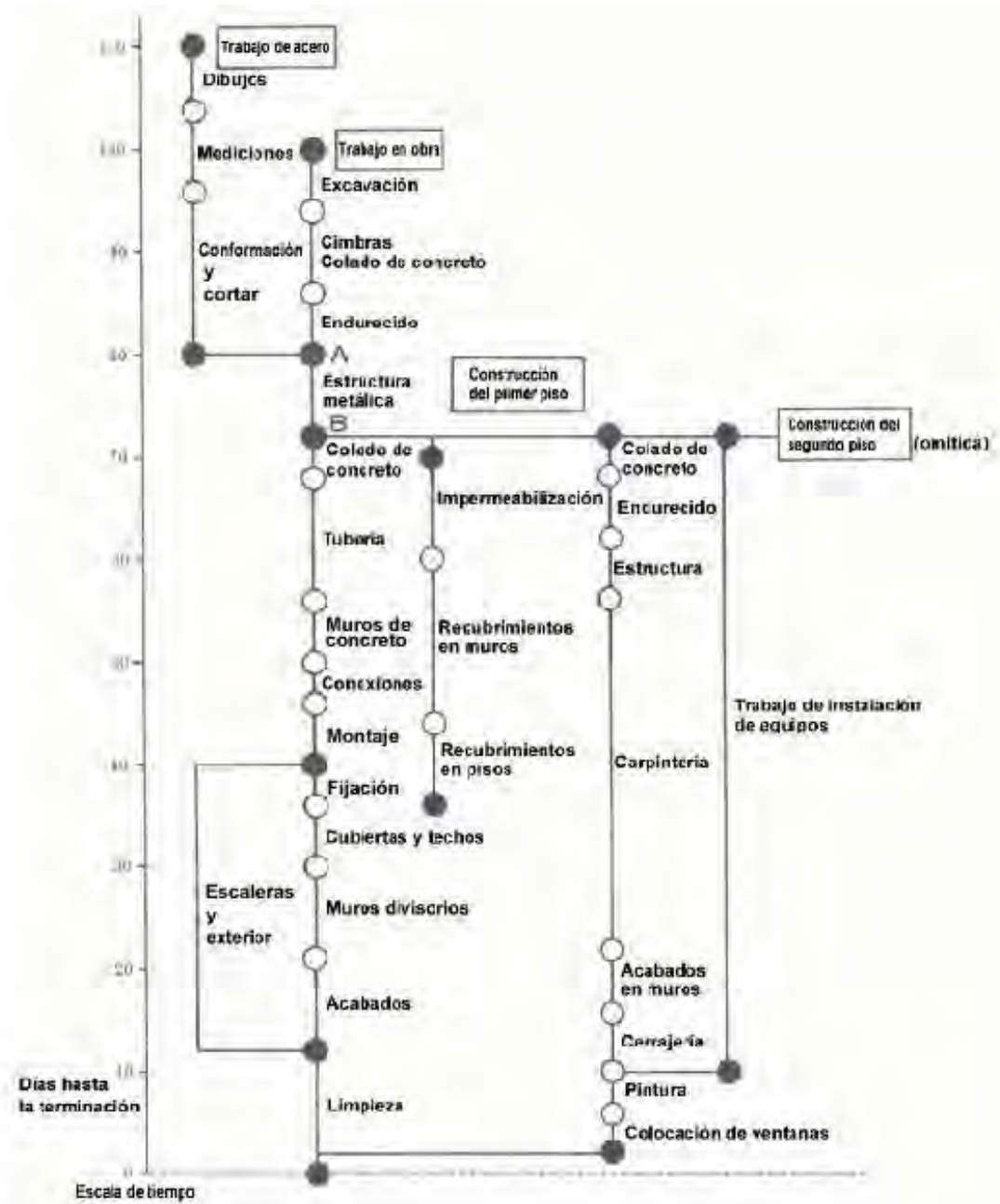
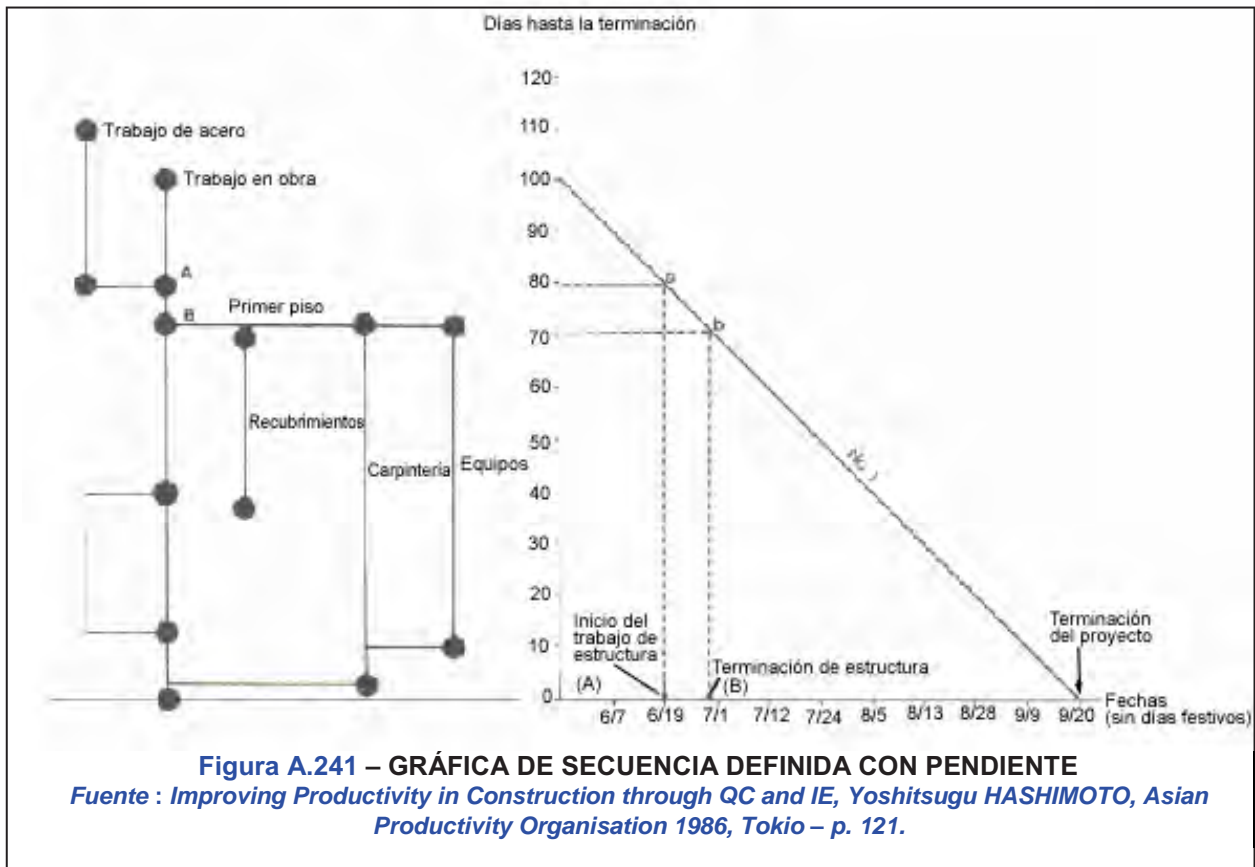


Figura A.240 – DIAGRAMA SECUENCIAL DE PROCESO

Fuente : *Improving Productivity in Construction through QC and IE*, Yoshitsugu HASHIMOTO, Asian Productivity Organisation 1986, Tokio – p. 120.



3.2.6. Método de línea de equilibrio o de producción equilibrada (en inglés: Line of Balance)

Es idóneo para trabajos repetitivos y, por tanto, de gran utilidad potencial para la programación de desarrollos de vivienda.

Busca aplicar los recursos necesarios en cada fase o actividad para no causar interferencia con las fases o actividades posteriores para alcanzar la fecha límite programada.

Los pasos para este tipo de programación son:

1. Elaborar un diagrama lógico de secuencias de los trabajos a ejecutar.
2. Calcular las horas laborables necesarias para llevar a cabo la ejecución compuesta de cada operación.
3. Elegir colchones de tiempo (holguras) para evitar interferencias entre una operación y otra.
4. Calcular los niveles de producción necesarios para alcanzar el plazo final.
5. Elaborar tabla que refleje los cálculos para un programa de este tipo.
6. Elaborar programa con posibles alternativas para equilibrar avances de las diferentes operaciones logrando que se realicen al mismo ritmo. Esto se denomina “programación paralela”.

Este tipo de programas integra asignaciones lógicas y asignaciones de recursos y no sólo las asignaciones lógicas que se manejan en una red de ruta crítica.

En este caso, la actividad se representa por medio de una línea horizontal sobre una escala de tiempos y de lugares, el tiempo se ubica en el eje horizontal y el lugar de trabajo en el eje vertical.

Las actividades que se desarrollan en un mismo lugar, se representan una después de la otra sobre una misma línea horizontal en el método de “Línea de Equilibrio” se supone que la duración de una misma actividad no varía de un lugar al otro.

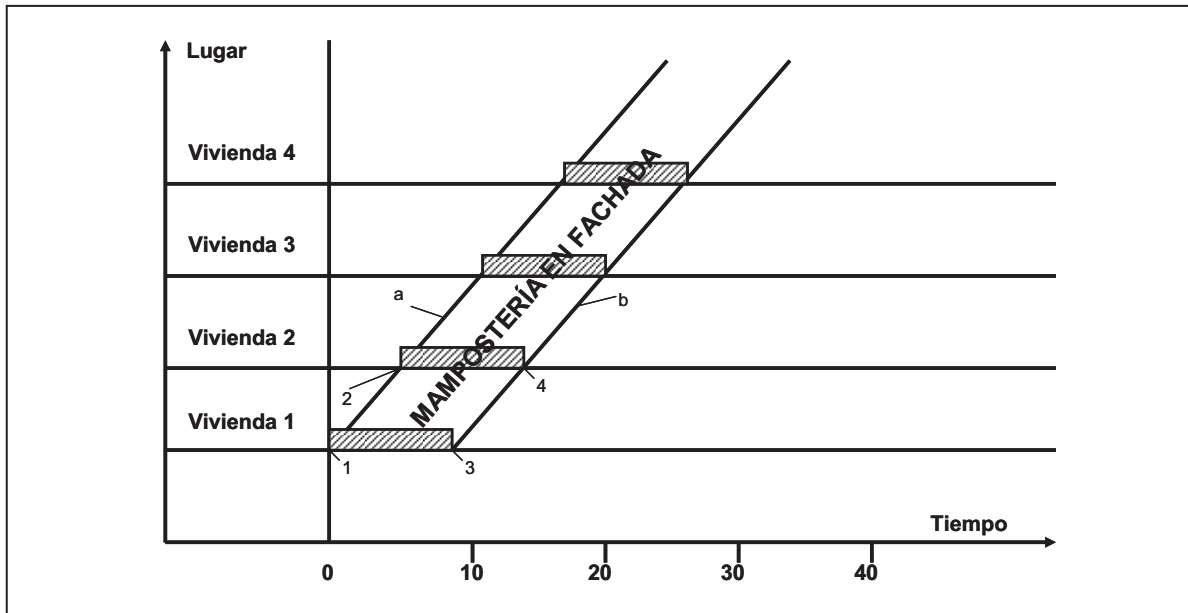


Figura A.242 – PROGRAMACIÓN “LÍNEA DE EQUILIBRIO”

- 1. inicio de actividad “Mampostería de Fachada” Vivienda 1
- 2. inicio de actividad “Mampostería de Fachada” Vivienda 2
- 3. fin de actividad “Mampostería de Fachada” Vivienda 1
- 4. fin de actividad “Mampostería de Fachada” Vivienda 2
- a: línea que relaciona a los inicios de la actividad “Mampostería e Fachada”
- b: línea que relaciona a las terminaciones de la actividad “Mampostería en Fachadas”.

Fuente: Les systèmes de planification des chantiers, Revue No. 4 CSTC, 1981 – p.6

Para tener una idea neta del desarrollo de una misma actividad en los diferentes lugares en los que debe efectuarse, se relacionan todos los inicios de esta actividad con una línea oblicua y se hace lo mismo con las terminaciones de esta actividad.

Cada actividad está pues finalmente representada por dos líneas oblicuas cuya inclinación indica la velocidad de ejecución

3.2.7. Programación por trenes de trabajo (llamados también armonogramas)

Este tipo de representación ha sido utilizado para graficar las trayectorias de los ferrocarriles en función del tiempo y permitir la armonización de los horarios de trenes que circulan sobre una misma vía pero a velocidades a menudo diferentes. Es un método sobre el cual se tiene relativamente poco escrito y del cual se ha hablado poco. El método TREN DE TRABAJO tiene, como los otros, cualidades y límites de aplicación que es útil conocer. Este tipo de gráfica tiene también el nombre de ARMONOGRAMAS.

Tiene la particularidad de representar un esquema de trabajo utilizando dos escalas: tiempo y localización del trabajo.

Cada actividad está representada por una barra posicionada en un diagrama de tiempos y lugares. La unidad de lugar es particular en cada obra: edificio, nivel, parte de un nivel dado o zona. Se denominan comúnmente « Células » a estas unidades de lugar.

Las gráficas « Tren de Trabajo » ponen particularmente en evidencia:

- Las inversiones de sentido en el orden de intervención de las actividades para las diferentes células,
- Los períodos de endurecimiento y de secado,
- Las discontinuidades que no es posible suprimir,
- Lo que hay que hacer, en caso posible, para suprimir la discontinuidad siempre respetando las condicionantes o restricciones,
- La intervención de las cuadrillas de trabajo y la continuidad de las intervenciones.

Por otra parte, es posible utilizar varias escalas de lugares.

Se pueden representar sobre este género gráfico las actividades «más tempranas» lo cual se ve muy práctico para el « alisado » de las actividades.

Las gráficas «Trenes de Trabajo » corren el riesgo de sobrecargarse de trazos dirigidos en todos sentidos, de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba, con cruces múltiples, lo cual lamentablemente puede *aniquilar* los beneficios de la visualización.

Este es el caso en el que se necesita cambiar el orden de intervención de las actividades.

Las gráficas pueden también sobrecargarse cuando muchas cadenas de actividades se sitúen en el mismo período, en los mismos lugares (superposición) o se entrecruzan y cuando se desea indicar los trabajos preparatorios a ejecutar al exterior de las células pero que condicionan a las actividades subsecuentes a ejecutar en las células.

Se encuentran generalmente inversiones de sentido en el orden de intervención cuando se pasa de las actividades de obra negra a ciertas actividades de acabados.

Por ejemplo, la obra negra se ejecuta de abajo hacia arriba (células de P.B., células del 1er. piso ... células del 6º. piso, techo y su impermeabilización) mientras que para los firmes es preferible trabajar partiendo del piso superior y descendiendo nivel por nivel.

Se encuentran a menudo superposiciones y recortes de las rectas que representan las actividades de inicio de los trabajos de equipamiento, estos trabajos se ejecutan generalmente al mismo tiempo: colocación de tuberías para la distribución de agua y drenaje, y para los ductos o conduits de los cables eléctricos, hay riesgo de sobre-encimarse cuando estas actividades se ejecutan a un mismo ritmo y con probabilidad de entrecortes en el caso contrario.

Para los trabajos preparatorios, el caso de las obras en el que la prefabricación juega un rol importante hay que considerarlo de manera especial.

En tales situaciones, hay que subdividir la gráfica en varias gráficas alineadas una debajo de la otra a fin de conservar la misma escala de tiempo. Cada gráfica reagrupará un cierto número de actividades juiciosamente escogidas.

El ejemplo esquematizado dado en la figura **A.243**, representa a la gráfica de una obra con actividades de prefabricación ejecutadas por un solo equipo de montaje especializado.

Las actividades de obra negra clásicas se han denominado: x, a, b, c, f y h; para la central de prefabricación hay que programar las actividades d1 y g1.

Las actividades de montaje se denominan d2 y g2.

Hay que indicar:

- Las inversiones en el orden de intervención de las actividades: actividad h
- La recapitulación de las actividades «Central de Prefabricación» y las actividades «Montaje» (trazos horizontales de abajo hacia arriba de la figura A.243).
- La nivelación del equipo de montaje de 22 a 26 (d2), de 26 a 36 (g2), de 36 a 40 (d2) y de 40 a 54 (g2).
- La interrupción de las actividades d2 y g2 por la nivelación del equipo de montaje, debe tomar en cuenta la cadencia de la central de prefabricación.

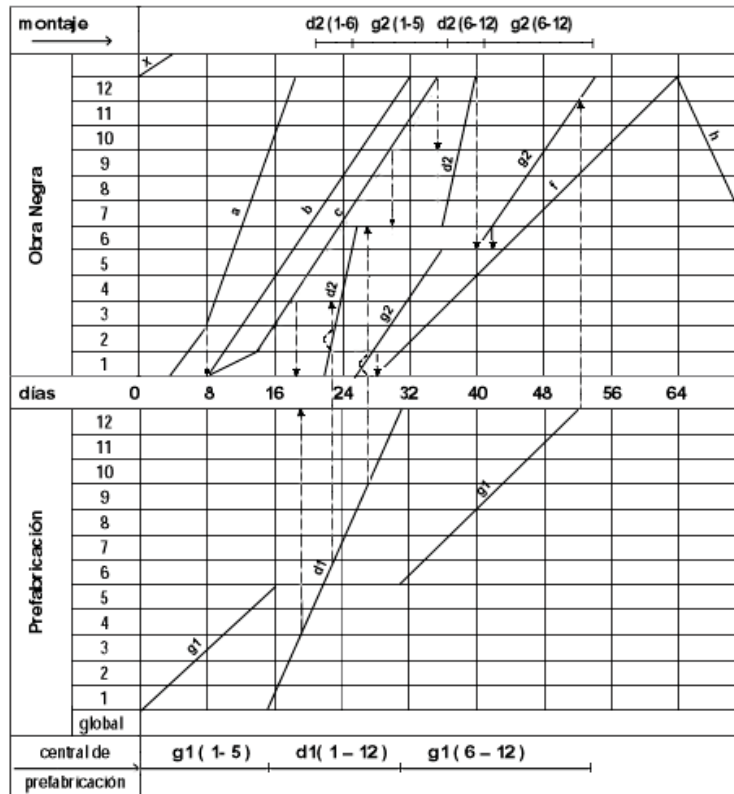


Figura A.243 – GRÁFICA POR TRENES DE TRABAJO

Fuente : *Planning "Chemin de Fer" son application à l'industrie de la construction – Revue No. 2, CSTC, 1976 – p.41*

Es cierto que cada método de representación gráfica tiene sus limitaciones y sus condiciones de aplicación. Para la gráfica de TREN DE TRABAJO se pueden hacer las consideraciones siguientes:

El método debe aplicarse esencialmente a obras de carácter repetitivo. Se puede uno imaginar fácilmente lo que representa una gráfica de TREN DE TRABAJO para una obra con pocas actividades repetitivas: con cruces, superposiciones y desfases muy frecuentes que originan una gran dificultad de lectura para quienes las deben utilizar. Por el contrario, *cuando la obra presenta series de actividades repetitivas, la gráfica es clara: los trazos están espaciados y su inclinación es prácticamente constante* (las líneas paralelas facilitan siempre su lectura).

El método puede utilizarse para representar los programas de obras con actividades lineales, como por ejemplo, obras de terracerías, de colocación de tubería de drenaje o de canalizaciones... de vialidad (calles, andadores, etc.) porque estos trabajos pueden repartirse fácilmente en « células » (número de pozos de visita o de derivación, de secciones...).

Como en el caso del método de GANTT se tiene la ventaja de preceder con una gráfica TREN DE TRABAJO a un programa de redes CPM. Es posible invertir los procesos, es decir, servirse de una gráfica tipo TREN DE TRABAJO nivelada como base de trabajo para el establecimiento de una red CPM.

Tomando en cuenta sus límites de aplicación, el método es excesivamente práctico para efectuar nivelaciones de empleo de recursos: búsqueda de soluciones de continuidad para las actividades, para los medios y para los subcontratos, equilibrado de los medios de producción, ocupación de espacio en los lugares de trabajo y búsqueda de una velocidad de progresión o avance homogéneo. Por otra parte, permite visualizar excelentemente el ritmo de trabajo (actividades lentas y actividades rápidas) y los paros, interferencias posibles y embotellamientos eventuales en la obra.

La lectura y el dibujo del programa se facilitan. Los trazos, las figuras y los textos necesarios son poco numerosos lo cual hace a la gráfica muy clara. Se pueden fácilmente utilizar soportes estandarizados que mediante una u otra disposición mínima (localizaciones) puedan servir en el 90% de los casos para obras del mismo tipo.

La escala de «localización» permite sólo utilizar un trazo (discontinuo o continuo) para representar una serie de actividades repetitivas (actividad compuesta).

Para establecer una gráfica de TREN DE TRABAJO hay que disponer de un proyecto bien definido (lo cual supone tener planos y cuantificaciones completas, habiendo el cliente claramente definido sus objetivos) y un análisis serio del proyecto (concepción y sucesión de actividades). *Hay que conocer los rendimientos normales de las cuadrillas y los de las cuadrillas de mayor productividad de las cuales dispongan los diferentes participantes.* Se debe entonces haberlos contactado, así como a los autores del proyecto.

Esto es evidentemente válido para todos los tipos de representación de programas pero es particularmente básico para la programación del tipo TREN DE TRABAJO.

Esta programación es tan explicable de manera verbal que conviene particularmente para las personas que estén poco familiarizadas con las técnicas de programación.

Sobre ellas, se puede uno fácilmente dar cuenta, a primera vista, de situaciones absurdas y de *dificultades eventuales, mientras que con otros métodos hay que analizar la gráfica, lo cual no se puede hacer instantáneamente.* Se requiere entonces de una programación bien equilibrada para ser útil y no llegar al caso contrario de tenerlo que desechar incluso antes de utilizarlo.

Quien elabore el programa no podrá ya dejar a la sombra o indefinido algún aspecto de la organización de la obra, Podrá, por el contrario, explicar más fácilmente ciertas características del trabajo en la obra, como por ejemplo, la influencia sobre el tiempo de una tarea de corta duración cuando se asocie a la idea de continuidad.

Como cada método de planificación, el método del TREN DE TRABAJO tiene sus variantes.

Una de ellas utiliza el principio de LÍNEAS DE EQUILIBRIO (Line of Balance). Se trata, en efecto, de una combinación de varios métodos de programación. Este método es menos manejable que el método del TREN DE TRABAJO pero muestra con más claridad el número de equipos que hay que meter a trabajar.

Los métodos tipo Línea de Equilibrio y Tren de Trabajo nos parecen que son técnicas equivalentes con una ligera ventaja de la primera.

Ambos métodos se aplican sobretodo a las unidades repetitivas cuando la sucesión de tareas sólo queda claramente definida para una unidad mientras que el orden en el cual las unidades se producen es más bien una cuestión de selección que una cuestión de restricción técnica ya que una sola red para muchas viviendas estará totalmente enmarañada y casi ilegible a causa de un gran número de actividades. Por ejemplo, una red para 100 viviendas a razón de 20 actividades por vivienda no tendrá menos de 2000 actividades.

El método Línea de Equilibrio se aplica sobre todo cuando la cantidad de trabajo es más o menos la misma entre una unidad repetitiva y la otra; es el caso de la construcción de vivienda y de departamentos.

Es el único método de programación que permite determinar juiciosamente el número de equipos de trabajo a utilizar por especialidad. Puede realizarse rápidamente con la ayuda de una computadora y de un plotter.

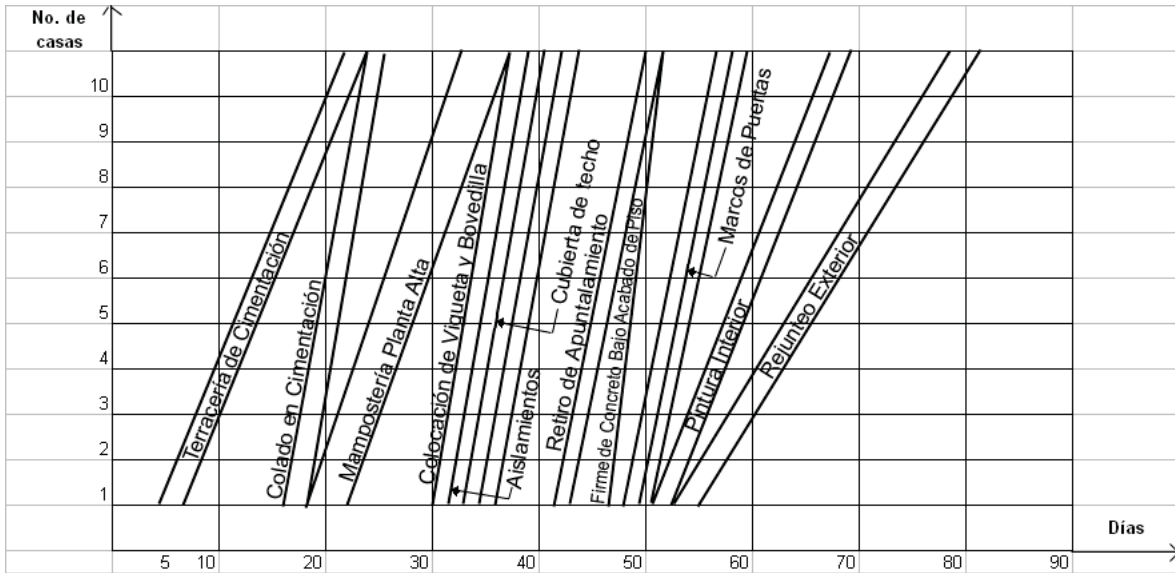


Figura A.244 – MÉTODO ‘LÍNEA DE EQUILIBRIO’ para 10 casas
 Fuente : *Les systèmes de planification et la planification des chantiers, Revue No. 4 CSTC, 1981; p.13*

Programación por TREN DE TRABAJO (Ver figura A.245)

Esta programación conviene sobre todo cuando la cantidad de trabajo varía poco entre una unidad repetitiva y otra, es decir, en el caso de la construcción de departamentos, de la colocación de canalizaciones, de los trabajos en vialidades y en carreteras.

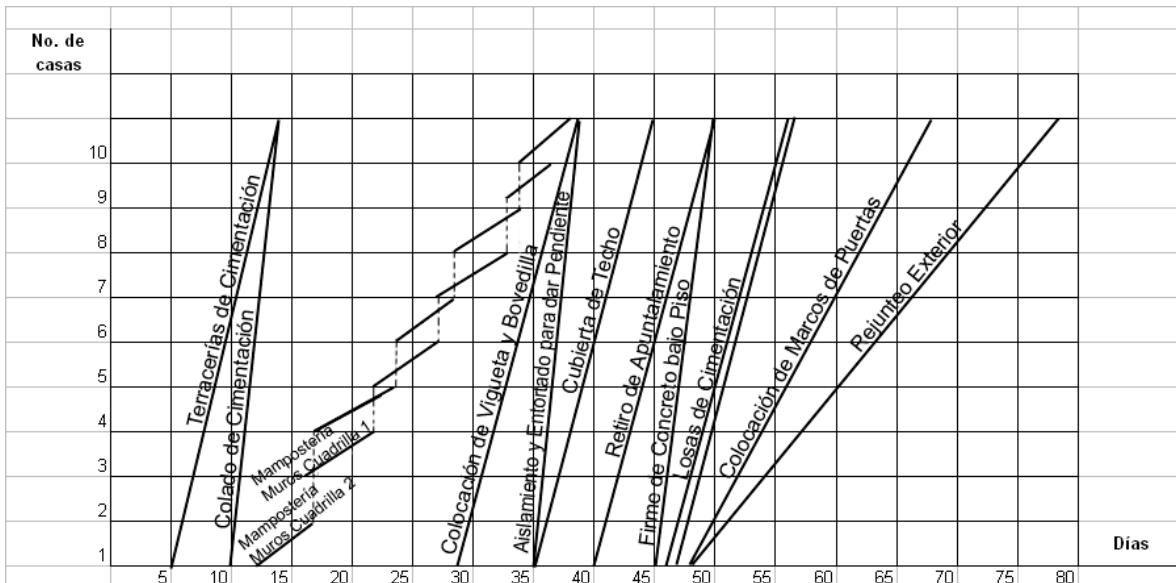


Figura A.245 – PROGRAMACIÓN POR ‘TREN DE TRABAJO’ para 10 casas
 Fuente : *Les systèmes de planification et la planification des chantiers, Revue No. 4 CSTC, 1981; p.14*

3.2.8. Método de estimación de recursos o gráfica de personal de obra

Al estimar cualquier actividad se tendrán que considerar los recursos necesarios para el desarrollo de dicha actividad.

La asignación de recursos se representa con un histograma agregado, como análisis complementario, a la parte baja de un programa de barras. Así se incluye la cantidad de trabajadores que se requieren en el transcurso de una obra.

Cuando hay una duración de obra preestablecida (caso comúnmente aplicable a los desarrollos de vivienda) hay que tomar en cuenta inicialmente la red de actividades

ordenadas según fecha de comienzo más próximo.

Se hace un cuadro de agregación de recursos asumiendo que todas las actividades comiencen lo antes posible.

Se indica la fecha más tardía de inicio.

Se comparan los cuadros de asignación de recursos (para actividades más tempranas y más tardías) entre dichos extremos se puede buscar un término medio para lograr una asignación de recursos sin picos, uniforme y aceptable.

** Hay que garantizar que los recursos sean los suficientes para cumplir el plazo previsto y para ello hay que asegurar la disponibilidad de ellos logrando una sobreoferta disponible de los mismos que pueda cubrir cualquier deficiencia imprevista de los requeridos. También, si por algún imprevisto (falta de material, descompostura de un equipo, etc.) los trabajos programados no pueden cumplirse hay que prever que otras actividades de la obra se puedan ir adelantando y así no perder el tiempo.*

Inversamente, si la mano de obra utilizada es inferior a lo óptimo, se buscará disminuir la cadencia del trabajo reduciendo la duración de ciertas operaciones y aumentando la cantidad de obreros.

El método representa las variaciones de necesidades de mano de obra. La gráfica dibujada a partir de los datos de la primera hipótesis del programa de Gantt inicia el análisis de las variaciones de personal de obra con objeto de reducir las fluctuaciones y picos de la mano de obra y de estabilizar a la misma alrededor de un número óptimo de obreros.

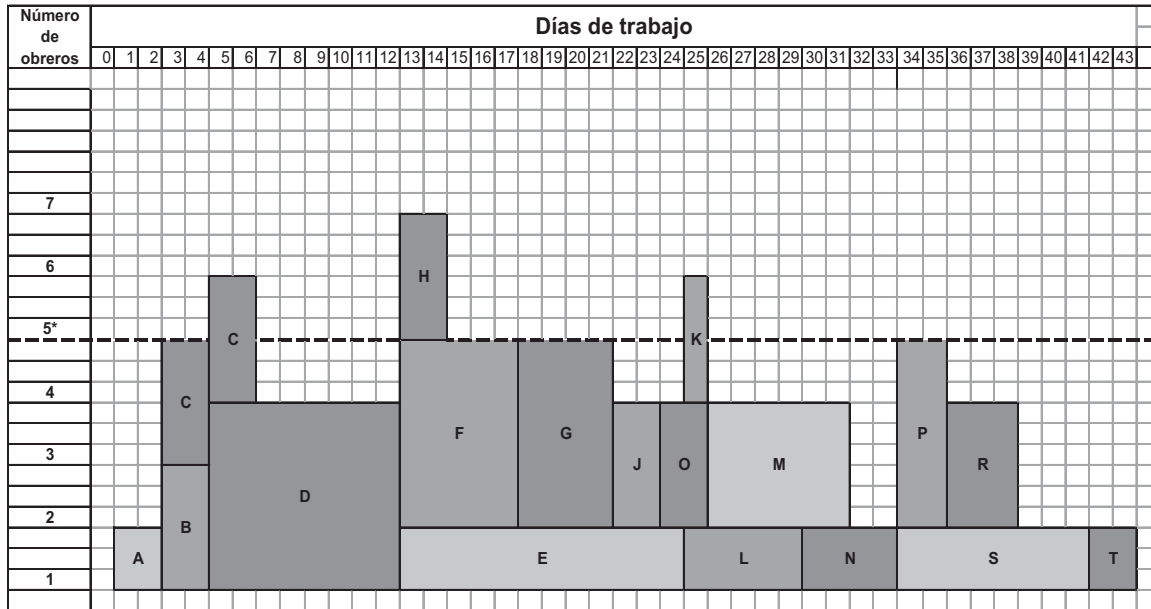
Es más fácil comenzar la gráfica de personal que corresponde a las actividades críticas por tener que llevarlas a cabo sin interrupción.

Partiendo de los datos dados por el programa de Gantt con las fechas más próximas de inicio, se procede posteriormente al alisado de la gráfica.

El alisado tiene por objeto utilizar mejor a la mano de obra con objeto de que no sobrepase un número óptimo de obreros dado.

El alisado consiste en repartir de manera más homogénea las tareas en el tiempo aprovechando la flexibilidad que dan las actividades con holguras.

A continuación en la figura **A.246** se grafica el primer dato de mano de obra programada el cual hay que alisar hasta llegar a una cantidad óptima de personal (en este caso es de 5 obreros)



*** Cantidad óptima de personal**

Figura A.246 – DIAGRAMA DE PERSONAL (Primer ensayo)

Fuente : Direction des travaux et conduit de chantier, Tome 1 – Édition WEKA, 1997; Chap. 1.1.4, p.3

La nivelación o alisado de la gráfica va a consistir en distribuir de manera distinta las tareas en el tiempo. En caso de que el número de obreros rebase la cantidad óptima de personal, caso de las fechas 4, 12, 13 y 24, se buscará desplazar, en la medida de lo posible, las fechas de inicio de operaciones utilizando las actividades con holgura.

Por el contrario, si el personal utilizado es inferior a la cantidad óptima de personal, caso de las fechas 1, de la 5 a la 12, de la 21 a la 24, de la 25 a la 33, de la 35 a la 43, se buscará disminuir la cadencia de trabajo reduciendo la duración de algunas operaciones para incrementar el personal del equipo.

Para la optimización organizativa de la mano de obra es muy importante enfocarse en la continuidad del trabajo la cual es más importante que la que sólo busca la regularidad en términos de cantidad de trabajadores durante el tiempo que se realice la obra.

Hay que uniformizar las cargas de trabajo no sólo de manera global sino por cada cuadrilla tipo considerada.

La cantidad global de trabajadores en obra no significa que verdaderamente se esté logrando un adecuado control organizativo.

Hay que diferenciar las categorías de la mano de obra de cada especialidad y hay que ir las conduciendo hacia la polivalencia, comenzando por el desarrollo de trabajos diferentes pero similares y aproximados al oficio de origen e ir continuando con el desarrollo de más habilidades para el enriquecimiento de oficios a desarrollar por cada persona y cuadrilla de trabajo.

A una cuadrilla de trabajo polivalente es posible ajustarle la cantidad y la duración de tareas para uniformizar la fuides de trabajo y la cantidad de trabajadores.

La organización del trabajo no es solamente un asunto aritmético sino que requiere de un análisis más detallado basado en la flexibilización lograda con la polivalencia de los trabajadores.

Las tareas repetitivas efectuadas por una misma cuadrilla encadenadas sin desfases y sin trabajos alternos (como plan B) tienen muchas probabilidades de no cumplirse. El más mínimo retraso en una tarea repercute inmediatamente sobre las demás y si una sola de estas tareas es crítica, el retraso provocará un alargamiento de tiempo en toda la obra.

Debido a que la búsqueda de continuidad del trabajo puede afectar a la ruta crítica es importante prever holguras artificiales a las actividades de las cuadrilla compensadas en tiempo por la búsqueda de la simultaneidad y la reducción de la secuencialidad fácilmente lograda con la polivalencia.

3.2.9. Programación diaria

El programa diario es una representación gráfica del desarrollo de las tareas de una jornada de trabajo, de una cuadrilla o de un conjunto de cuadrillas de mano de obra con la herramienta, los medios auxiliares y el equipo previsto.

Están pensados para:

- buscar la concatenación de tareas que representen el mínimo tiempo perdido;
- resolver, entre las tareas, los principales problemas de sincronización;
- verificar que el trabajo sea realizable con los medios materiales previstos;
- definir con precisión las competencias requeridas a cada obrero.
- dar directivas precisas a los operadores de los equipos durante el inicio de los trabajos

Las tareas a realizar por cada obrero de cuadrilla y el tiempo de ocupación de los equipos necesarios para el cumplimiento de ciertas tareas se visualizan en un diagrama definido por dos ejes ortogonales:

- el eje horizontal graduado en unidades de tiempo (horas) representa una jornada de trabajo;
- el eje vertical graduado en número de obreros por equipo representa la mano de obra.

La tarea se representa con un rectángulo deformable: la base corresponde a su duración y la altura al recurso mínimo necesario asignable para su realización. La superficie de este rectángulo define la cantidad de trabajo de la tarea para un obrero de un equipo.

El programa de tareas de utilización de equipos (grúa torre, manipuladora telescópica, etc.) está asociado al de las tareas de mano de obra. Dicho programa visualiza la sincronización de las tareas de las diversas cuadrillas que utilizan el mismo equipo.

Las siguientes figuras **A.247a**, **A.247b** y **A.247c** nos muestran la estimación de la carga de trabajo de las grúas torre asociada a los trabajos de obra.

Carga de trabajo de una grúa: el estudio del tiempo de utilización de una grúa denominado carga de trabajo de una grúa consiste en:

- Asegurar que el radio de acción de la grúa cubra toda su área de trabajo
- Calcular en primera aproximación y verificar el tiempo de su ocupación para realizar los niveles del edificio o los edificios en base a los modos constructivos adoptados.
- Determinar las cadencias de producción y los equipos de trabajo para validar el número de grúas, el seccionamiento por zona de trabajo y los tiempos previstos.



Figura A.247a – RADIO DE ACCIÓN DE LA GRÚA cubriendo toda el área de trabajo

Fuente : Folleto publicitario, empresa METHOCAD



Figura A.247b – PROGRAMACIÓN DE CARGA DE TRABAJO DE UNA GRÚA ACORDE CON LAS OPERACIONES DIARIAS DE COLADO - Fuente : Folleto publicitario de la empresa OUTINORD



Figura A.247c – CARGA DE TRABAJO PARA VARIAS GRÚAS.

En el caso de utilizarse varias grúas a la vez, se requiere definir previamente el radio de acción y el área de la obra a la que dará servicio cada grúa así como los dispositivos de seguridad y diferencias en altura para evitar accidentes.

Fuente : Folleto publicitario de la empresa OUTINORD

Se requiere tabular previamente la carga de trabajo para el equipo previsto, la utilización de los medios auxiliares (andamiaje, cimbra, etc.) y sus tiempos de instalación o disposición y de retiro y limpieza y los tiempos de realización de las tareas por elemento o parte de la obra y por día trabajado.

En su caso también deberá considerarse la programación diaria de los puestos o talleres de habilitado o de prefabricación.

El número de obreros, la duración de las tareas y sus encadenamientos se denominan siguiendo la misma metodología para cada fase constructiva (cimentación, muros, P.B., losa de entrepiso, muros primer nivel ... etc.) la cual se describe a continuación.

Previamente al establecimiento del programa diario de las tareas se define:

- el modo constructivo adoptado para la realización de las obras;
- el tiempo de ocupación previsto de la grúa o del equipo de manipulación disponible para una jornada media de trabajo;
- el plano de ciclaje de los equipos de cimbra de los elementos horizontales y verticales (en su caso).

F a s e	Procedimientos / Reglas							
1.- <i>Trazar</i> el programa de barras tipo Gantt del modo operativo diario de trabajo de los equipos.	Se buscan para cada parte de la obra las tareas a realizar y sus ligas. Se traza un programa de Gantt sin asignar a las diversas operaciones un tiempo. Se determinan la ruta crítica y las tareas críticas.							
2.- <i>Investigar</i> el tiempo de ocupación real de la grúa por día.	A partir del <i>plano de rotación del equipo de cimbrado</i> se busca el tiempo de ocupación de la grúa para cada día del ciclo siguiendo el mismo procedimiento que el cálculo de tiempo previsto de carga de trabajo de la grúa							
3.- <i>Calcular</i> el tiempo de realización de las tareas y el número de obreros	Las tareas se descomponen en operaciones. El tiempo de las tareas es igual a la suma de tiempos de las operaciones (duración de operación x número de operaciones).							
	Operaciones	Cuadrilla	Unidad	Recurso Asignado	Duración (minutos)	Frecuencia	Tiempo (mínimo)	
	Ajustar los puntales	Puntales	U	2	1.50	50	75 etc.	
Deduciendo el número de obreros: Número de obreros = suma de los tiempos de las tareas (minutos/duración del trabajo de una jornada (min.)).								
4.- <i>Determinar</i> la hipótesis adoptada para el colado de las losas y de los muros.	A fin de repartir las tareas de trabajo de los equipos en una jornada. El colado de las losas generalmente se realiza en las mañanas y el colado de los muros en la tarde.							
5.- <i>Elaborar</i> un programa por caso.	En una gráfica cartesiana se trazan en la abscisa las horas de una jornada de trabajo (Ejemplo: de 7 a 18 horas) y en la ordenada el equipo de elevación, la designación y la construcción de las cuadrillas de trabajo. Se presentan las tareas por medio de rectángulos en cuya base se indica el tiempo de realización y verticalmente el número de obreros. El programa por casos se realizará partiendo de las cuadrillas cuyas tareas sean las más restrictivas (muros) para ajustar después los equipos donde las tareas puedan organizarse con gran flexibilidad (prefabricación de elementos de la obra). En efecto, ciertos elementos de obra, como los muros, se comienzan en la mañana y se terminan en la tarde. Otros como las losas se realizan en dos o tres días (apuntalamiento, colocación de prelosas, colado).							
6.- <i>Optimizar</i> el programa.	Se colocan primero las tareas que utilizan la grúa o el equipo de manipulación. Se reparten las otras a manera de especializar a los obreros y de evitar los tiempos perdidos. Se busca hacer realizar al equipo un conjunto de tareas lo más completo posible y se atribuyen a los obreros tareas largas y diversificadas que correspondan a las calificaciones definidas en los perfiles de puestos.							
7.- <i>Deducir</i> los horarios de trabajo y las calificaciones de los obreros	En esta etapa se buscará desfasar los horarios de las cuadrillas de trabajo con el fin de obtener un diagrama que corresponda lo más posible al pleno empleo de la mano de obra y a la utilización óptima de la grúa. Después de la optimización del programa se deducen los horarios de las cuadrillas de trabajo y el nivel de calificación de los obreros.							
8.- <i>Elaboración</i> de programas diarios de tareas								

Figura A.248 – ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DIARIOS DE TAREAS

Fuente: Chantiers de Bâtiment, Préparation et Suivi – Ficha 30, Bernard VUILLERME et Henri Richaud, Nathan Technique, 1995 – p. 146.

Ver figuras A.247 a, b y c – que muestran la programación de carga de trabajo de grúas torre y figura A.249 que ejemplifica la rotación de cimbras-herramienta en colados de muros.

Rotación: Una rotación concierne al empleo metódico y sucesivo del equipo de cimbrado.

La programación y la organización del avance del colado de muros y losas quedan dependientes de la cantidad de juegos de cimbras que se tengan, de los ciclos de trabajo y de la rotación de las cimbras. Puede apreciarse por tanto que el sistema constructivo a base de muros y losas de concreto colados con una “cimbra-herramienta” cuyo funcionamiento es el de un “fábrica móvil” impone un proceso secuencial ya que sólo se podría incrementar la simultaneidad invirtiendo en más juegos de cimbra lo cual es muy oneroso y exige de forma natural una considerable disciplina organizacional para lograr el aprovechamiento óptimo de los juegos de cimbra disponibles.

Contrastadamente, el sistema constructivo a base de muros de mampostería y losas de vigueta y bovedilla complementadas con colados in situ de poco volumen *pueden aceptar fácilmente la simultaneidad* y, por tanto, debe avanzarse más al trabajar en paralelo diferentes frentes o edificaciones sin necesidad de invertir en cimbras u otros medios costosos; sin embargo, por ser tan flexible su evolución *se requiere un importante control logístico, programático y económico por parte de los responsables de la obra.*

CONSIDERACIONES PARA LA ROTACIÓN DE CIMBRAS

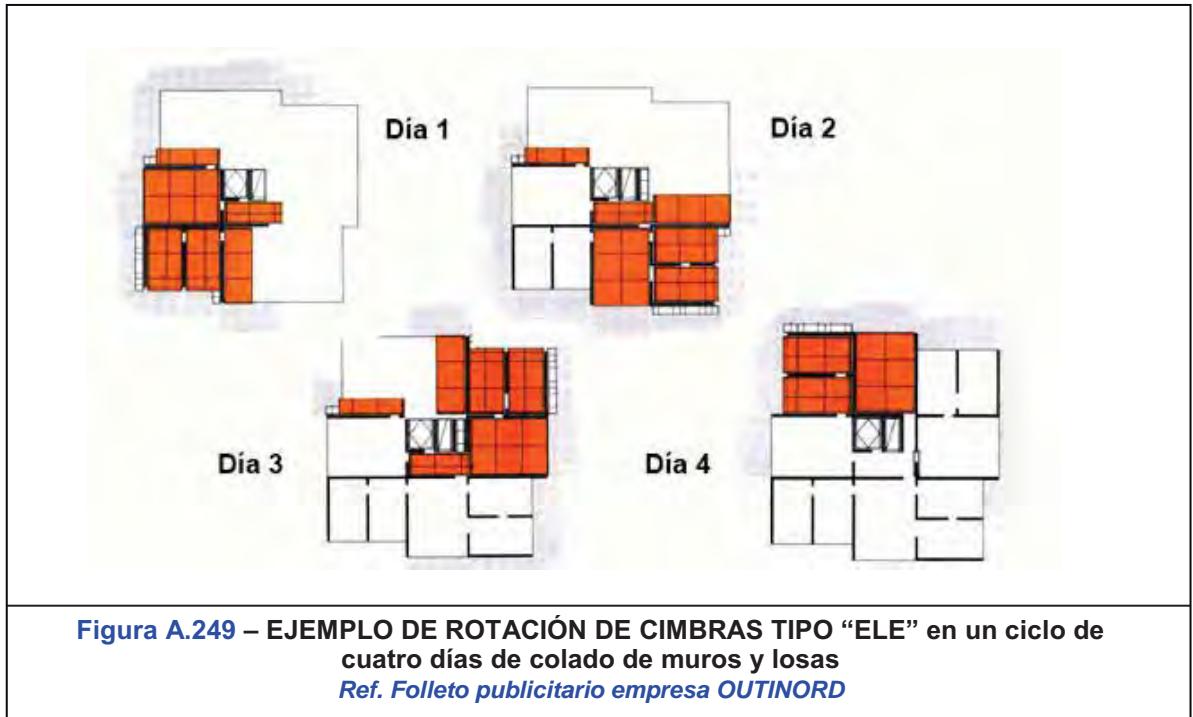
- Permite preparar la ejecución de tareas preestablecidas, determinándose lo siguiente:
 - El método constructivo.
 - Las cadenas de producción.
 - Las necesidades de equipo de cimbrado y de elevación esencialmente.
 - Los ciclos de rotación de las cimbras-herramienta asociadas a los ciclos de manipulación de la maquinaria de elevación.
 - Las cantidades por jornada diaria relativas a los materiales y a la mano de obra.
- Planificar con el programa
 - Principio y fin de la rotación en tiempo global (encontrar la duración por nivel y definir la duración por cada ciclo).
- Colar los muros
 - Colar los muros.
 - Al final de la tarde para beneficiarse del endurecimiento durante la noche y descimbrar lo más rápido posible.

DEFINICIONES:

Cuantificación de nivel: son los metros lineales de cimbras de muros y las superficies de losas.

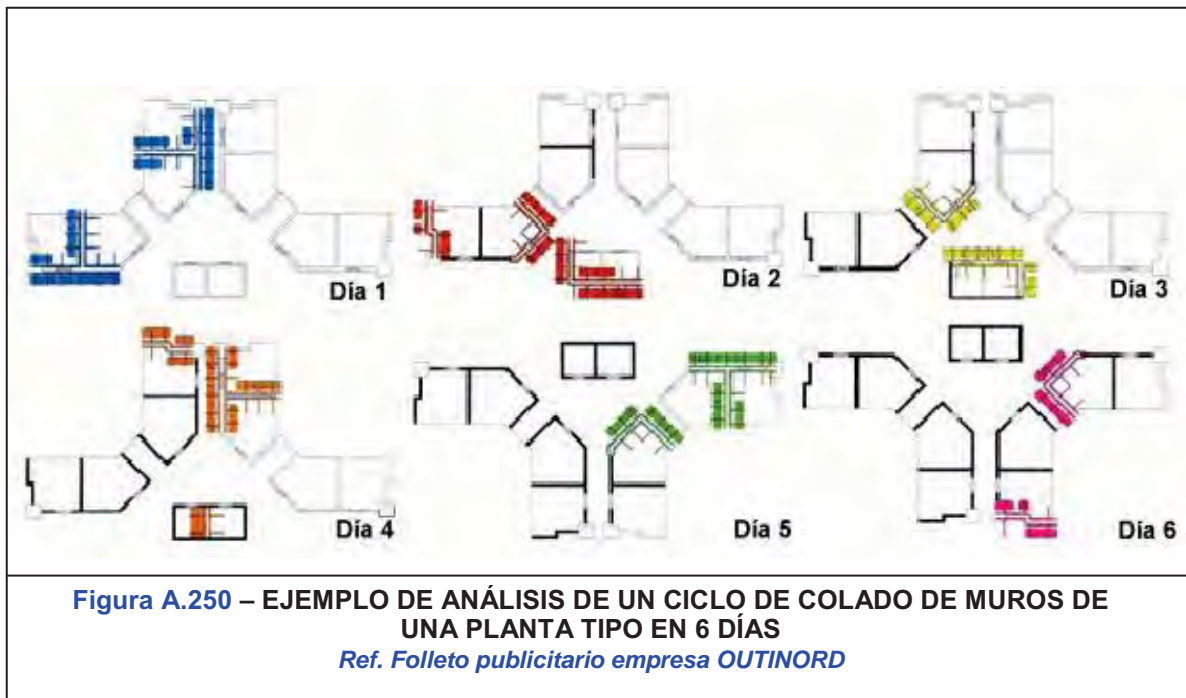
Cadencias medias de realización: las cadencias se definen a partir de la duración del ciclo. Integran las dificultades de realización, las posibilidades del trabajo con una grúa y las repetitividads.

Se expresan por día y por nivel, se obtienen dividiendo la cantidad de obra a realizar entre la duración. Ejemplo: muros colados 121.2 ml / 8 días igual a 15.15 m de muro por jornal.



Ciclo: Un ciclo corresponde al período de realización de un trabajo repetitivo.

El caso del ciclo de colados de elementos verticales de obra negra de una planta tipo se puede reproducir en cada nivel. Ejemplo ciclo de 6 días. El colado de losas requiere de un desfase técnico de un día por nivel.



Como dato ilustrativo se incluye en la siguiente figura **A.251** un ejemplo de programa diario de tareas para las cuadrillas de trabajo y la grúa de obra así como para el puesto de prefabricación que se tiene previsto en el sitio.

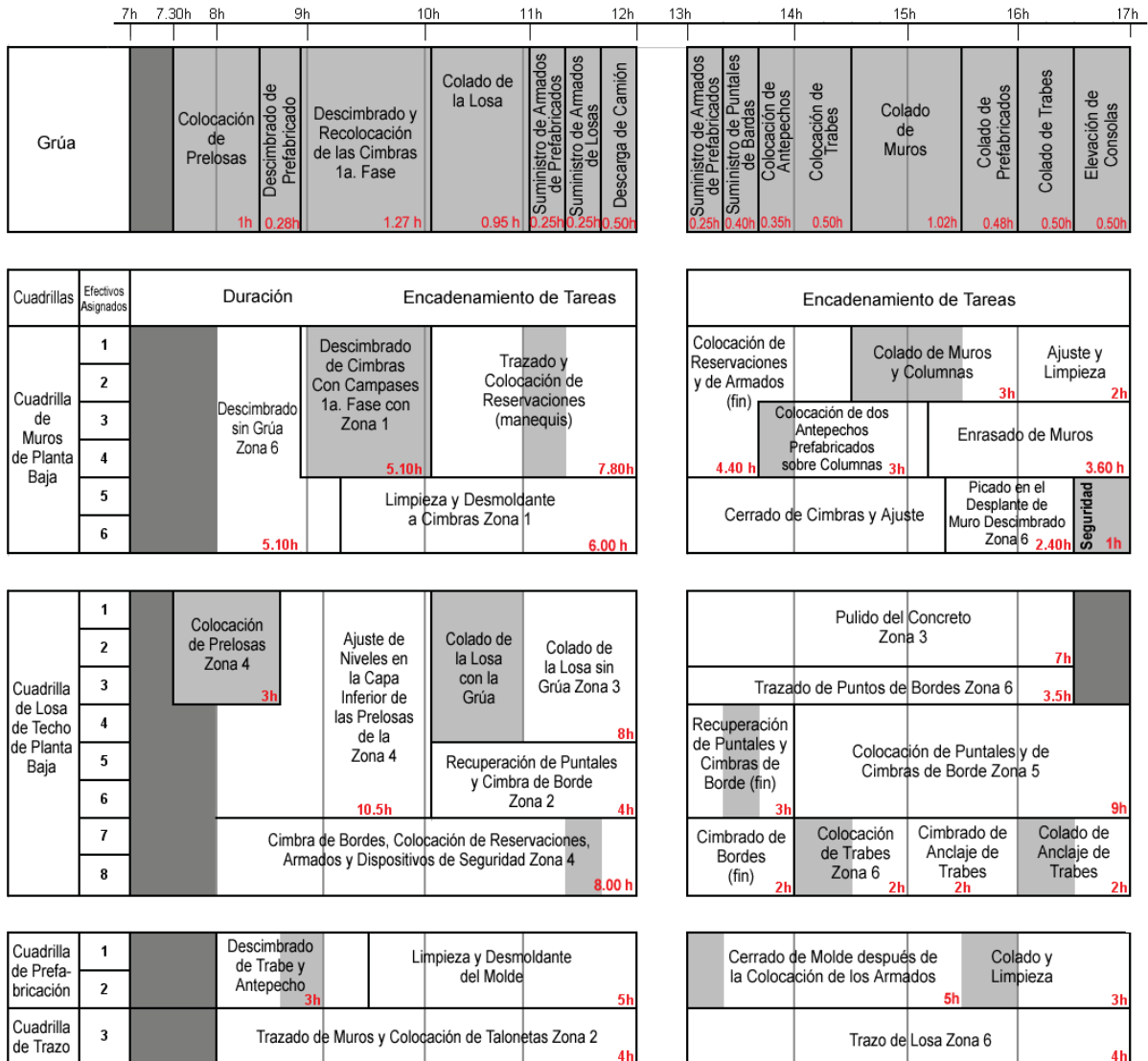


Figura A.251 – PROGRAMA DIARIO DE TAREAS DE LAS CUADRILLAS Y DE LA GRÚA para una obra a base de muros de concreto armado y losas de concreto en prelosas.

Fuente: Chantier de bâtiment, préparation et suivi, Ficha 30: Planification journalière – Bernard VULLERME et Henri Richaud, Editor: Nathan Technique, 2002; p.145.

Además de la programación diaria puede hacerse una programación a un diferente plazo (de más días) como el caso ya propuesto del “paquete semanal” (programación por semana).

La programación a corto plazo es el eslabón indispensable que debe de existir entre la programación de un proyecto completo y la ejecución. Ayuda al superintendente a pensar lo que hay que hacer en los consecutivos periodos de trabajo con un horizonte de 2 a 4 semanas. Le obliga también a detectar y resolver eventuales problemas con suficiente tiempo antes de la ejecución.

Los programas a corto plazo (de preferencia diarios) son esenciales para completar los reportes diarios y obtener así tiempos de ejecución controlados.

3.2.10. Estudios de métodos y técnicas de medición

Los estudios de métodos y técnicas de medición son análisis de detalle que sirven para definir y mejorar el empleo de recursos de las actividades de un proyecto y muy particularmente de las que conforman los procesos de las obras para la mejora de su producción. Son, por tanto, los *datos de soporte que se emplean para la realización de los programas*.

Los estudios de métodos y mediciones de trabajo y otras técnicas de cuantificación examinan el trabajo humano en todos sus contextos bajo una investigación sistemática de todos los recursos y factores que puedan afectar la eficacia y economía del estado existente con el objeto de realizar mejoras.

El estudio de métodos → registra los procedimientos de trabajo y proporciona sistemas de análisis para desarrollar mejoras en:

- La planificación
- El diseño de trabajos temporales
- La distribución de maquinaria y aprovechamiento de medios
- La *replanificación* y avance de la ejecución

La medición del trabajo parte de un estudio de tiempos. Se contrastan los niveles de ejecución reales con los niveles teóricos.

Es procedimiento disciplinado para el registro de información y su posterior análisis.

Como antecedente histórico sobre este particular, podemos decir que se partió del contexto industrial del siglo XIX. Los primeros estudios sistemáticos se iniciaron entre los años 1880 a 1916 por el ingeniero y economista norteamericano Frederick Winslow Taylor quien como promotor de la organización del trabajo realiza las primeras mediciones prácticas del tiempo de ejecución de los trabajos y publica su libro titulado: "The Principles of Scientific Management" (Principios de la Administración Científica).

El ingeniero francés Henri Fayol, por la misma época, elaboró una propuesta de administración de empresas dando primordial importancia a la función administrativa y, dentro de ello, a la producción laboral.

Los trabajos del Ing. Taylor se enfocaron en tres aspectos:

- La medición de los tiempos de ejecución de los movimientos realizados.
- La organización del *puesto de trabajo*
- La correspondencia entre el salario del obrero y su adaptación al esfuerzo individual.

Se creó entonces la dirección científica para dar un impulso definitivo a la revolución industrial, la cual busca *hacer más al menor costo posible*, considerando los siguientes pasos:

- Identificar y estudiar el proceso.
- Dividirlo en pasos más simples.
- Desarrollar estándares para cada paso.
- Exigir a los obreros que sigan los procedimientos.
- Medir, contra estándares, variaciones y costos.

Posteriormente, el Ing. Gailbreth dio seguimiento a esta iniciativa estudiando los movimientos; el redujo a todo el conjunto de movimientos del trabajo industrial a una combinación de dieciocho acciones elementales y sus investigaciones se plasman en tablas de "*estándares de tiempos y movimientos*" que han servido de base a todo el esfuerzo de racionalización de la producción.

Estas iniciativas son en la actualidad muy criticadas, principalmente porque hacen de lado la dignidad y las necesidades esenciales del hombre en el trabajo y su aportación al mismo como: Iniciativa, participación, autonomía, etc.

Henry Ford, como uno de tantos empresarios de la época influido por estos conceptos parciales llegó a decir: *“Cuando todo lo que necesito es un buen par de manos, desgraciadamente vienen con una persona pegada”*.

Sin embargo, la Administración Científica aplicada en aquella época es probablemente la principal causante por lo logrado en el estándar de vida que disfrutan los ciudadanos de los países desarrollados hoy en día. Fue un primer paso que ha tenido que irse depurando y complementando con nuevos conceptos como el de la ergonomía, el cual busca adaptar a las condiciones y al puesto de trabajo a las características psicológicas del ser humano.

Los conceptos de liderazgo, colaboración (para un trabajo en equipo), autonomía (auto-organización y autocontrol) y polivalencia así como de calificación, especialización, habilidad manual y mental deben incluirse dentro de las características buscadas en los trabajadores.

Por otro lado, todo el bagaje de conocimientos y experiencias desarrollados por la industria pueden adoptarse y adecuarse al sector de la vivienda y de la construcción en general y, veo a la industria automotriz como una primera e importante referencia dadas sus constantes prácticas de vanguardia en la mejora productiva.

Hay de hecho empresas como Toyota que son la punta de lanza en aportaciones como la polivalencia, el trabajo en equipo, la producción esbelta y la producción a flujo tendido (Just in Time) que nos permiten aprovechar un conocimiento altamente valioso para nuestro sector.

El estado existente de las prácticas de trabajo en nuestro medio, principalmente en la obras, debe cambiar sustancialmente. No se puede seguir delegando la productividad, la calidad, la higiene y seguridad, y los costos de los trabajos a los supuestos “maestros de obra”.

La selección, la identificación, la calificación, la capacitación, el desarrollo individual y el reconocimiento de los trabajadores debe de ser liderado y controlado por los altos niveles de las empresas.

Los “Maestros de Obra”, que antes eran los enseñantes de la mano de obra, actualmente sólo son intermediarios que contactan y reclutan al personal de obra sin dar prácticamente ningún mayor valor agregado y sin ninguna responsabilidad.

Los obreros quedan totalmente desvinculados de las empresas y de sus objetivos y ello impide que cualquier iniciativa de capacitación o de comunicación y participación se logre.

Aún se tiene a veces el paradigma del siglo XIX de que los trabajadores de las obras son “mano de obra eventual” y, por tanto, no se requiere capacitar ni integrar a la estructura organizativa de la empresa pero, el hecho real es que hay trabajadores que de manera imperceptible acumulan de diez a quince años o a veces más laborando en sus obras.

Hay una gran oportunidad de mejora ya que si se logra identificar al personal constante y leal, se le califica y se le capacita para iniciar un plan de selección, formación, seguimiento y evaluación ligada a un programa de incentivos y motivación, se puede cambiar el concepto de *“mano de obra”* por el de *“cerebro de obra”* lo cual significa que, al contrario del pensamiento de Henry Ford, *“por cada buen par de manos tenemos un cerebro gratis”* que mucho puede aportar y mucho se puede desarrollar.

Los métodos y técnicas de medición, por tanto, deben ser valiosas herramientas de ayuda para la mejora continua de los trabajos en obra pero siempre deben partir de un previo plan de capacitación, de motivación y de desarrollo para los trabajadores.

Si se logra mantener como mínimo una élite de trabajadores que represente el 10% del total contratado, será un excelente agente de cambio para salir de las condiciones actuales.

Para comenzar a tratar los métodos y técnicas de medición hay que comprender el concepto de *“puesto de trabajo”*.

Es cierto que cada nueva obra es diferente a las anteriormente realizadas y de hecho todas son diferentes entre sí debido a algunos o todos los siguientes factores:

- El programa del proyecto con su concepción particular,
- La estación del año en la que se ejecuten los trabajos,
- Las condiciones de precios (inflación, escasez, etc.),
- El lugar de la obra
 - Características del terreno (topografía, subsuelo, etc.)
 - Acceso(s)
 - Entorno urbano
- Medio ambiente con sus condicionantes diversas y particulares,
- Mano de obra disponible para la obra en cuestión,
- Los problemas de seguridad.

Sin embargo, a pesar de esas particularidades de diferenciación, se pueden aplicar los conceptos de organización del trabajo ya que, aunque el proyecto en su conjunto sea diferente a los demás, las tareas o unidades (puestos de trabajo) que conforman al proyecto son iguales con respecto a otros proyectos pasados, presentes y futuros.

Un puesto de trabajo está constituido por el conjunto de medios a utilizar en la obra como materiales, herramienta, medios auxiliares, equipo y mano de obra (cuadrilla tipo y competencias) con objeto de realizar una tarea determinada bajo condiciones de seguridad satisfactorias en un emplazamiento dado y, tomando en cuenta un entorno preciso.

Así es posible distinguir en una obra numerosos puestos de trabajo como el puesto de muros de block o de muros de concreto, el puesto de realización de losas, el puesto de precolados, el puesto de habilitado de acero, etc.

Todos los puestos de trabajo deben estar relacionados entre sí.

Para la organización de un puesto de trabajo se distinguen dos casos:

- La búsqueda de la organización óptima de un puesto durante la fase de preparación de la ejecución (durante el plan de obra).
- La reorganización de un puesto de trabajo existente en la obra.

El primer caso corresponde a un trabajo preestablecido en un documento más o menos completo y, el segundo caso, a la observación sobre el tajo de la realidad concreta que asocia a la mano de obra, a los materiales, al equipo y a los medios auxiliares empleados.

Los métodos de análisis de un puesto de trabajo durante la fase de preparación comprenden los siguientes alcances:

- Los límites del puesto,
- Los modos de operación,
- La repetición y sus ventajas.

Para *los límites del puesto*, conviene primero definir donde comienza y donde se termina.

Entre mejor estén definidas las fronteras con los otros puestos, mayor será la eficacia de la organización propia de cada puesto y de las relaciones que mantienen entre sí.

Los modos de operación quedan determinados por el emplazamiento, el entorno del puesto y la selección de métodos de ejecución; por tanto, hay que tener disponible en la obra el equipo adecuado y la mano de obra necesaria tomando en cuenta la cadencia de avance considerado o el tiempo de ejecución. También hay que definir los riesgos previsibles así como las medidas de prevención adoptadas, estableciendo un plan de seguridad y de protección para cada fase de trabajo.

Hay que optimizar el costo lo cual requiere de un cálculo para cada uno de los diferentes métodos de ejecución posibles con el fin de poderlos comparar. Se puede también proponer la prefabricación de ciertas partes de la obra y compararla en costo con respecto a su ejecución in situ.

La repetición, buscando un trabajo realizado en las mismas condiciones durante un largo periodo permite beneficiarse de las ventajas que ésta proporciona a través del fenómeno de la familiarización, del auto-adiestramiento y de la generación de nuevos hábitos, aunque concientizándose de los límites siguientes de esta búsqueda:

- Los efectos favorables se comienzan a dar hasta después de un largo tiempo de aprendizaje.
- En el caso de interrupciones de trabajos sucesivos por cambios de zonas de trabajo que comprendan varios edificios, se constata una pérdida de ritmo y de familiaridad al reiniciar los trabajos en cada nuevo edificio.
- El efecto de la familiaridad está muy ligado a la práctica que los trabajadores tengan con la tecnología utilizada.
- Una interrupción en el trabajo causa una pérdida de familiaridad (por ejemplo: por lluvia, viento fuerte, descompostura del equipo, etc.).
- El equipo mecánico que le dé servicio a las cuadrillas de trabajo debe estar adaptado a sus cadencias de trabajo sin retrasos.

La observación de varias obras nos percata que el tiempo necesario para realizar una operación compleja repetida en muchos pisos disminuye su efectividad durante la realización de los primeros niveles y se estabiliza generalmente a partir de la sexta o séptima repetición. La rapidez lograda por el *"efecto en serie"* es a veces del 40%, 50% o más del tiempo inicial, la cual se puede analizar aplicando la curva de aprendizaje (Ver figura [A.237](#)).

El estudio del desarrollo de las diferentes fases de los trabajos debe llevarse a cabo sistemáticamente en la fase de planeación las cuales tienen una triple función:

1. *La organización de todas las etapas de construcción previendo problemas y encontrando su solución buscando el mejor método de ejecución con los mejores medios de mano de obra, herramienta y equipo, la rapidez del trabajo y su calidad dependiendo de:*
2. *La optimización de las manipulaciones, los desplazamientos y las procuraciones con el equipo.*
3. *La prevención del cumplimiento, en tiempo y en espacio, de cada fase.*

Se requiere saber a corto plazo como van quedando:

- Las disposiciones,
- Las manipulaciones,
- Los tiempos y movimientos,
- El equipo, los medios auxiliares y la herramienta.

Y a mediano plazo:

- La evolución de la tecnología aplicable,
- Los nuevos materiales con las consecuencias sobre los métodos de trabajo,
- Los nuevos procedimientos,
- Los nuevos empleos de la tecnología actual,
- La evolución de las condiciones de ejecución del trabajo y del factor humano.

Este estudio continuo dentro de la organización se alimenta del acervo documental que se tenga (biblioteca técnica) buscando fundamentalmente “la aplicación” y buscando siempre la mejora en la organización de los puestos de trabajo.

Todo método de organización de un puesto de trabajo se apoya inicialmente en la observación que se traduce en:

Un estudio de tareas que consiste en descomponer el trabajo realizado del puesto estudiado en secuencias de tareas elementales. Se puede proceder a una representación simbólica de esta descomposición buscando simplificar la ejecución. Una vez hecho el análisis, la suma de tiempos que correspondan a cada tarea elemental será el tiempo necesario de la operación.

Un estudio de tiempos: Es el complemento del estudio de tareas que se requiere para establecer los costos unitarios y para la organización, la programación y el control de las diferentes tareas de ejecución.

Se parte del método de tiempos predeterminados basado en tablas de tiempos estándar y de rendimientos que la organización tenga en su acervo. Estas tablas permiten principalmente descubrir las acciones caras y reemplazarlas por acciones más simples y más rápidas; por supuesto, todo depende de la validez de la descomposición en tareas y de la validez de la identificación de tareas elementales. Para la edificación y la construcción en general se utilizan sobretodo tiempos unitarios (basados en rendimientos) obtenidos generalmente de cronometrajes en la obra.

Se puede partir de los datos de tiempos unitarios obtenidos de varios documentos publicados o utilizados por organizaciones públicas contratantes. Para nuestro caso, se tienen como referencia los análisis de costos unitarios del Infonavit y sus listas de rendimientos.

- Será necesario examinar la obra a la cual se refiera el tiempo unitario considerado y “el trabajo exacto” que representa. Así un tiempo unitario de colado de concreto no significa nada si no se tiene el cuidado de verificar que ese tiempo se aplica al colado de un elemento “comparable” al analizado; por ejemplo, colar una columna de 15 cm x 15 cm toma más tiempo por metro cúbico que colar un metro cúbico de columna de una sección más grande de por ejemplo 0.80 m x 1.20 m.
- Hay que “verificar la unidad de obra” expresada y su tiempo correspondiente; así, al cimbrado de un muro de concreto se le puede dar un tiempo por metro cuadrado de muro, por metro cuadrado de cimbra de muro, por metro cuadrado de las dos caras de cimbra o de muro o por metro cúbico de concreto en muro.
- Hay que revisar el contenido de ese tiempo verificando si el tiempo unitario dado para un colado comprende el tiempo de fabricación del concreto o si sólo se refiere al colado en obra.
- Seguidamente hay que precisar lo que se va a hacer de esos tiempos unitarios (para calcular la mano de obra para un estudio de costos o para definir una cuadrilla de trabajo para organizar su actividad).

Se pueden distinguir varios tiempos unitarios:

- El tiempo estándar de estudio extraído de los resultados de las obras anteriores. Este tiempo permite prever un margen en el cálculo de precios (en las matrices de costos).
- El tiempo de ejecución para calcular la cantidad de personas.
- El tiempo asignado a la obra como promedio de dos tiempos precedentes.
- El tiempo real obtenido en la obra resultante del control durante la ejecución que genera modificaciones eventuales sobre la marcha en caso de sobrepasarse de un cierto tope.

Estas observaciones muestran la importancia que tiene el utilizar los resultados obtenidos de la propia empresa ya que los tiempos de ejecución son función de los métodos, de la competencia de la mano de obra y del equipo y medios habitualmente utilizados por la empresa.

Los métodos utilizables en la obra se refieren a un número relativamente restringido de prácticas bien definidas en sus principios y en sus condiciones de aplicación.

La observación de un puesto existente para reorganizarlo se lleva a cabo teniendo presente en la mente las dos fases del estudio proyectado:

- La descripción del proceso “actual” de la manera más completa y más exacta posible.
 - El análisis de este proceso con objeto de modificar para mejorar al puesto de trabajo persiguiendo los objetivos antes comentados.
- El sintetizar tanto lo observado como las mejoras propuestas de un proceso en un análisis gráfico permite plasmar, mejorar y transmitir con mayor eficiencia sus características. A manera de ejemplo, se incluyen algunos análisis gráficos de procesos de obra en las figuras **A.252 a), b), c), d), e) f) y g)** de las páginas 599 y 600.

Este trabajo de reorganización no aportará los resultados esperados a menos que la observación de base, sobre la cual todo estudio está fundamentado, refleje verdaderamente las condiciones de trabajo de la empresa.

La fase preliminar de observación sólo debe hacerse después de haber explicado el objeto a los ejecutantes. Principalmente, un cronometraje debe considerarse sólo si es práctico en las condiciones normales de la actividad estudiada y no bajo condiciones de lograr records.

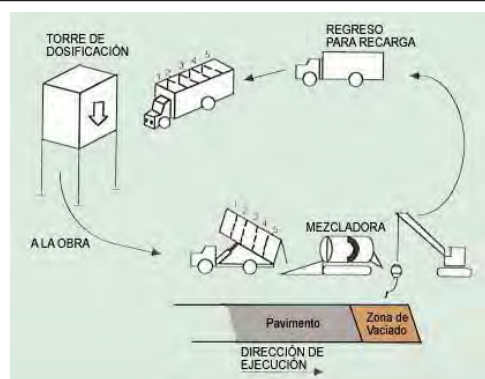
Por otra parte, la reorganización se traduce comúnmente por un cambio de ciertos detalles operativos o por una modificación en la constitución de una cuadrilla. Conviene, por tanto, asegurarse de que la pérdida que acompañará obligatoriamente a este cambio al principio de la fase de aprendizaje se podrá amortizar en un número suficiente de repeticiones de las secuencias modificadas.

A continuación describiremos las características de tres tipos de análisis: el análisis del desenvolvimiento de tareas, el cronometraje y las gráficas de actividades simultáneas (gráficas sincrónicas).

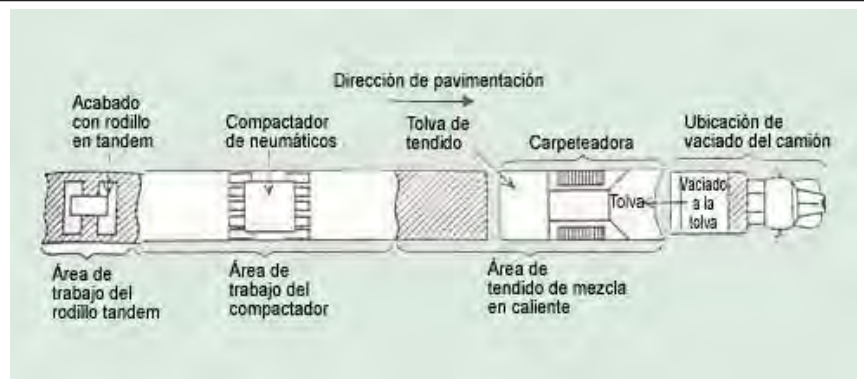
- *Análisis del desenvolvimiento de tareas.* Este método sólo se aplica a casos simples o en actividades que se desarrollan de manera casi lineal. Tiene como principio utilizar una representación simbólica de todas las operaciones efectuadas sobre el puesto de trabajo a reorganizar con el fin de limitar al máximo los tiempos muertos, las manipulaciones inútiles o muy largas y el desperdicio de materiales, así como de mejorar las condiciones de confort en el trabajo y de seguridad mecanizando cada vez que sea posible las actividades.

Su método consiste en determinar los límites del puesto de trabajo (donde se inicia y donde termina) y en seccionar finalmente todas las actividades y acciones de los trabajadores, incluyendo los tiempos de espera.

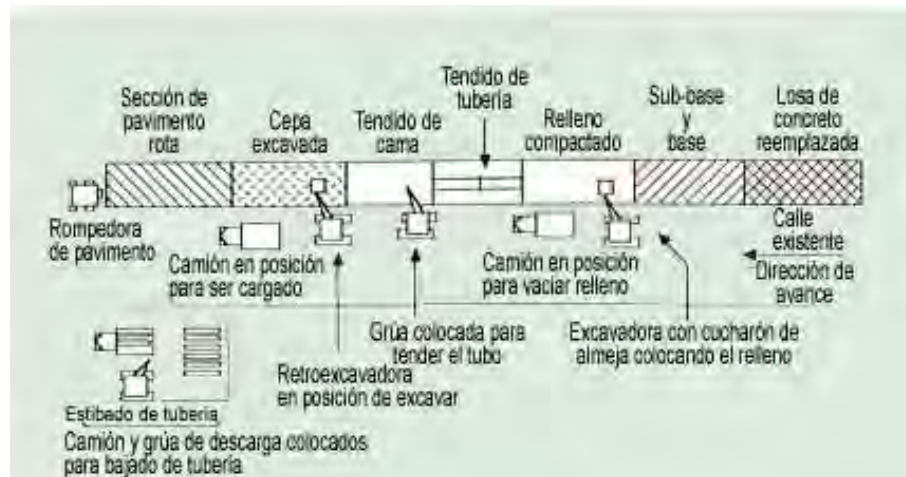
Se indicarán las operaciones elementales, las fases de desplazamientos, la manipulación y posicionamiento de los componentes constructivos y los tiempos de espera.



a) Análisis gráfico del proceso de entrega de concreto dosificado de mezclado y vaciado para un pavimento - (*) p. 195

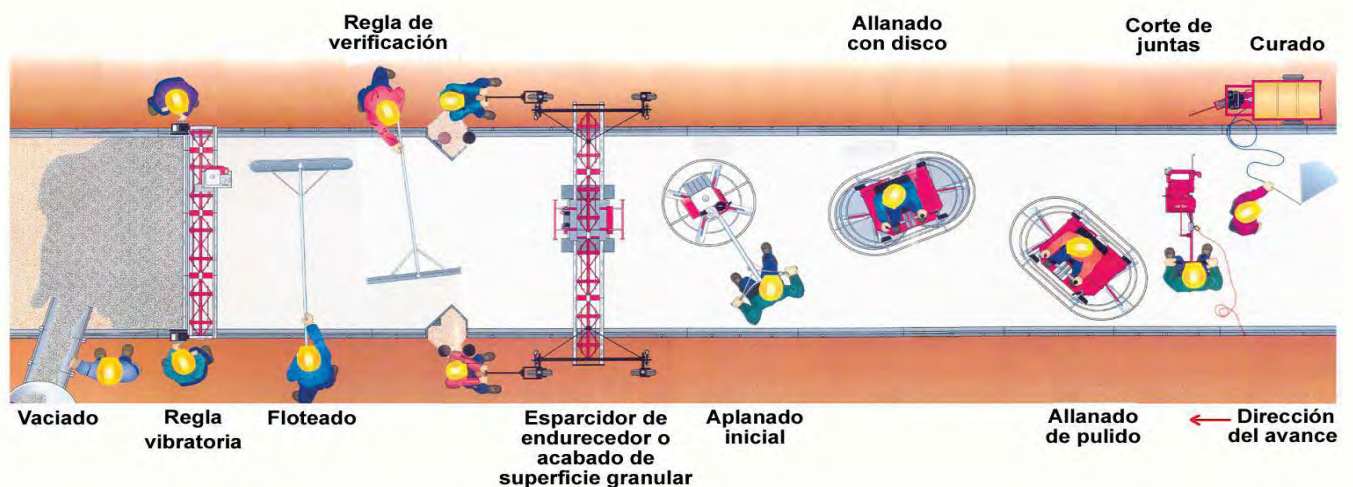


c) Análisis del proceso de una pavimentación con asfalto - (*) p. 201



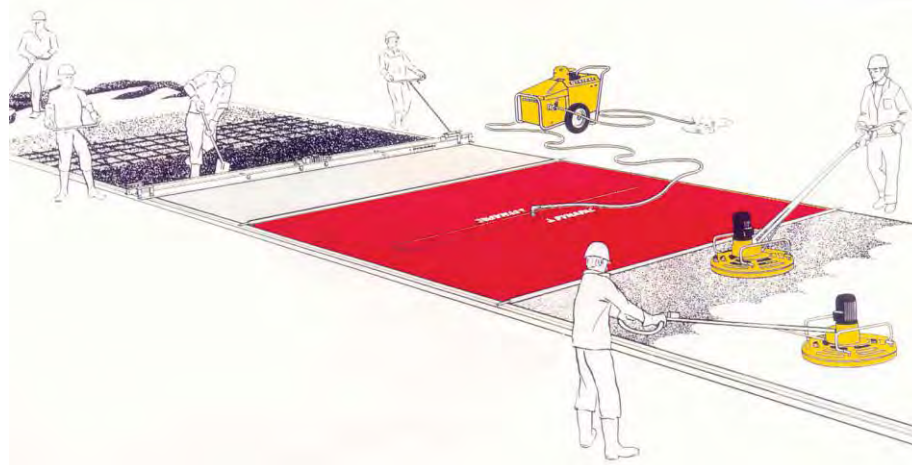
b) Análisis del proceso de trabajos para tendido de líneas de drenaje - (*) p. 237

(*) Ref. *Planning and Analysis of Construction Operations* – D.W. HALPIN and L.S. Riggs, John WILEY and Sons, 1992.



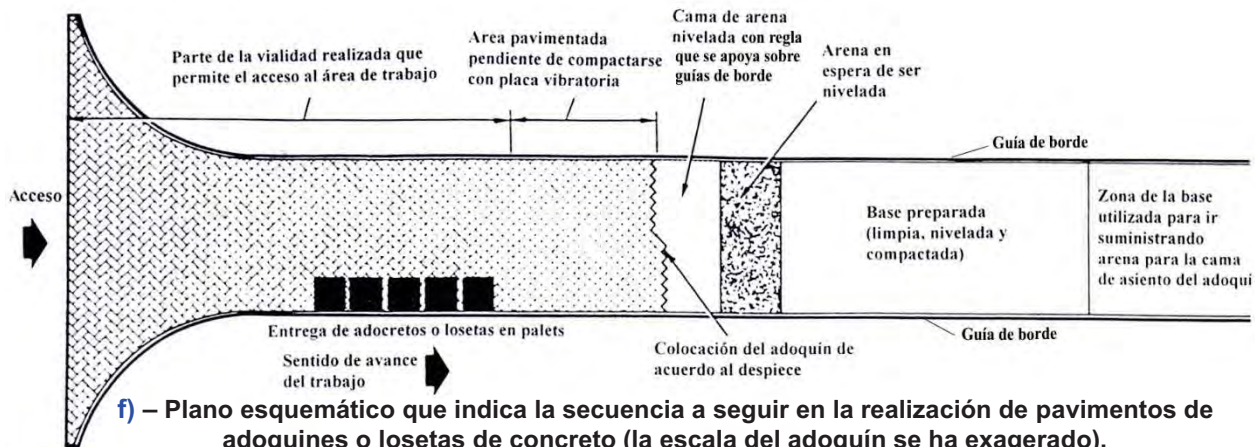
d) Análisis gráfico del proceso de colado de un pavimento de concreto – Ref. *Folleto Allen Engineering Co.*

Figura A.252-A – ANÁLISIS GRÁFICOS DE PROCESOS



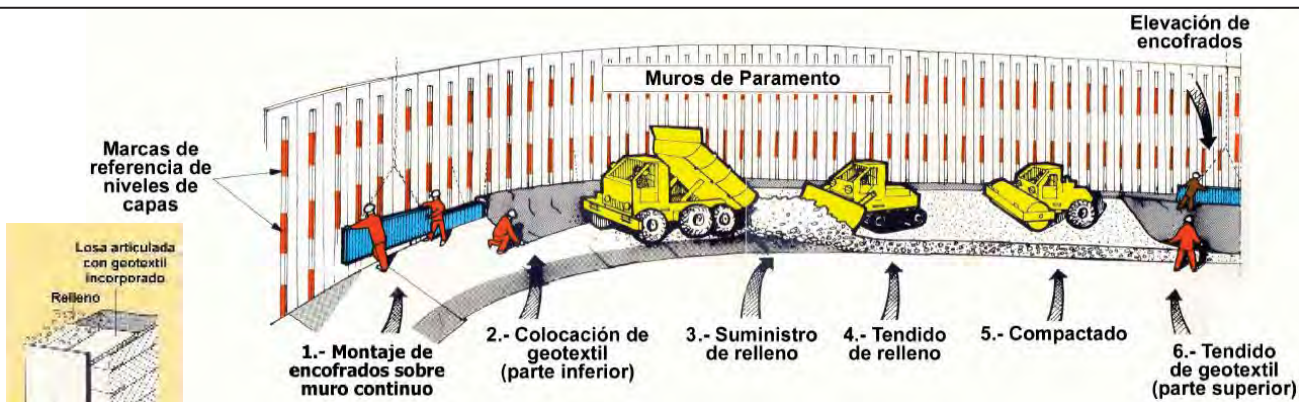
e) - Análisis gráfico del proceso de ejecución de un pavimento de concreto de bajo revenimiento con tapete de succión

Ref. Folleto publicitario de la empresa SWEDALA



f) - Plano esquemático que indica la secuencia a seguir en la realización de pavimentos de adoquines o losetas de concreto (la escala del adoquín se ha exagerado).

Fuente: Folleto técnico, empresa PAVING STONE



g) Análisis gráfico del proceso de ejecución de macizos de contención con rellenos encapsulados en geotextiles - Ref. Folleto Publicitario de la empresa EBAL

Figura A.252-B – ANÁLISIS GRÁFICOS DE PROCESOS

Conviene vaciar los datos de la forma observada en la que se esté trabajando y después en una segunda tabla el método propuesto indicando las mejoras y los beneficios esperados así como el equipo y los medios necesarios.

Como ejemplo se anexa un estudio adaptado a nuestro contexto el cual es muy similar a uno hecho hace varios años por la ya desaparecida organización francesa llamada APROBA (por sus siglas en francés **A**ssociation **P**rofessionnelle pour l'**A**croissement de la **P**roductivité dans l'**I**ndustrie du **B**âtiment – Asociación Profesional para el Crecimiento de la Productividad en la Industria de la Edificación).

Se trata de la ejecución de muros de tabique de barro recocido (ladrillo) asentado con mortero y el análisis sólo está enfocado al suministro, manejo y colocación de los tabiques con objeto de simplificar la explicación del método de análisis, aunque en un caso práctico habría que analizar el suministro y procuración del mortero de asiento y de otros materiales necesarios así como la erección de los muros propiamente dichos.

La siguiente figura **A.253** muestra el levantamiento efectuado y la figura **A.254** la reorganización lograda con sus consecuentes beneficios.

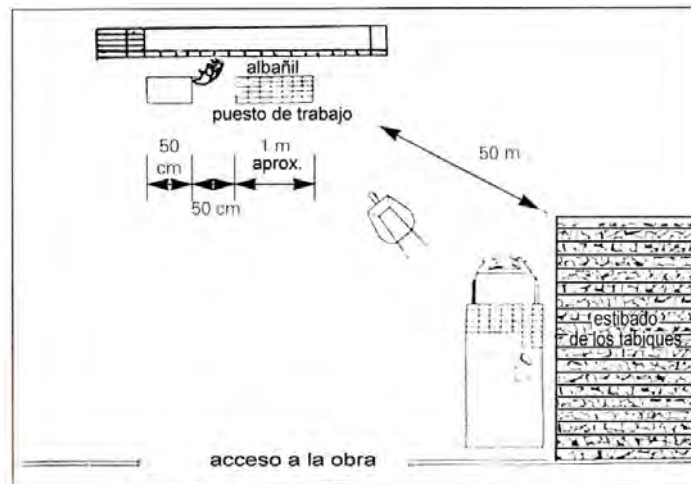


Figura A.253-A – PUESTO DE MUROS DE TABIQUE antes de su reorganización
 Fuente: *Direction des travaux et conduite de chantier – Éditions WEKA, 1998; Chap. 2.2.4. p.2*

ANÁLISIS DEL DESARROLLO DEL TRABAJO																			
Obra :		Objeto : Manipulación y Transporte						<input type="checkbox"/> MO <input type="checkbox"/> Equipo y Medios <input checked="" type="checkbox"/> Prod.											
Puesto de Trabajo : Procuración de tabique 7 -14 -28		Tabiques 7 -14 - 28																	
Método		Actual		Propuesto															
		Inicio : Llegada de camión						Terminación : Toma para su colocación											
	Operaciones	Acarreo	Control	Retrasos	Estibado	Distancia	Cantidad	Tiempo	Costo	¿Por qué?				Observaciones	Eliminar	Combinar	Cambiar	Mejorar	
										¿Qué?	¿Quién?	¿Dónde?	¿Cuándo?						
Llegada a la obra (camión)	○	➡	□	⏸	▽		1500												
Descarga a granel (a mano)	○	➡	□	⏸	▽			5'	1	1	1								
Espera para su acarreo	○	➡	□	⏸	▽			?	1	1									
Carga a la carretilla	○	➡	□	⏸	▽		20	5'	1			1							
Acarreo al puesto de trabajo (carretilla)	○	➡	□	⏸	▽		20	5'	1			1							
Descargar en el puesto de trabajo (granel)	○	➡	□	⏸	▽		20	1'	1	1	1								
Espera para ser utilizado el material por el albañil	○	➡	□	⏸	▽			?			1								
Empleo y colocación del tabique por el albañil	○	➡	□	⏸	▽			?											
	○	➡	□	⏸	▽														
	○	➡	□	⏸	▽														

- Simbología**
- Operaciones elementales
 - ➡ Fases de desplazamiento
 - Mantenimiento en posición
 - ⏸ Tiempo de espera
 - ▽ Estibado

Figura A.253-B – ESTUDIO DE LA ORGANIZACIÓN ACTUAL DEL PUESTO DE TRABAJO
 Fuente: *Direction des travaux et conduite de chantier – Éditions WEKA, 1998; Chap. 2.2.4. p.3*

ANÁLISIS DEL DESARROLLO DEL TRABAJO								
<i>Obra</i> :		<i>Objeto</i> : Manipulación y Acarreo Tabiques 7 -14 -28			<input type="checkbox"/> MO <input type="checkbox"/> Equipo y medios <input checked="" type="checkbox"/> Prod.			
<i>Puesto de trabajo</i> : Procuración de tabique 7 -14 -28		<i>Método</i> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Actual Propuesto </div>						
		<i>Inicio</i> : Llegada de camión <i>Terminación</i> : Toma para su colocación						
Resumen	Actual		Propuesta		Diferencia		Costo actual	Costo propuesto
	Número	Tiempo	Número	Tiempo	Número	Tiempo		
○ Operación	4						MO	
◻▶ Acarreo	2						Equipo y medios	
◻ Control								
Ⓓ Retraso	1						Total	
▽ Estibado	1							
Distancia							Diferencia	
<i>Observaciones generales :</i> - Buscar la eliminación de descarga a mano. - Paletizar y paquetizar. - Descargar el camión cerca de los puestos de trabajo.								

Figura A.254 – EVALUACIÓN PRELIMINAR

Fuente: Direction des travaux et conduite de chantier – Éditions WEKA, 1998; Chap. 2.2.4. p.4

Las diferentes operaciones se enfocan en el tabique y no en el albañil lo cual facilita la subdivisión en operaciones elementales con un principio y una terminación bien definida para cada una.

La tabla de la figura **A.253-B** indica la observación del puesto de trabajo antes de la reorganización. Este método tiene la ventaja de ser sencillo ya que permite exponer claramente el principio del análisis del desarrollo de los trabajos.

Se han definido ocho operaciones elementales desde la llegada del camión a la obra hasta la toma de los tabiques por el albañil.

En esta primera fase, el observador analiza cada operación desde el punto de vista de su utilidad y del tiempo que necesita. Las esperas también se reflejan ya que una de las metas de la reorganización del puesto de trabajo es la de reducir las al máximo. Cada manipulación se analiza también y la optimización implica generalmente un cambio de organización que permita generalmente una mecanización de la operación; por ello, el entregar los tabiques en palets permite una descarga con grúa Hiab del mismo camión (o con un manipulador con horquillas) implicando cambios en la organización inicial ya que la descarga puede hacerse al lado del puesto de trabajo y no a 50 metros de éste.

La figura **A.256** muestra el método de reorganización propuesto donde subsisten cuatro operaciones elementales en vez de las ocho del caso inicial. El acarreo con carretilla desaparece y con él ciertas esperas debidas a una mala sincronización.

Además del ahorro de tiempo la descarga con palets disminuye notablemente la rotura de piezas y, por tanto, el costo de material.

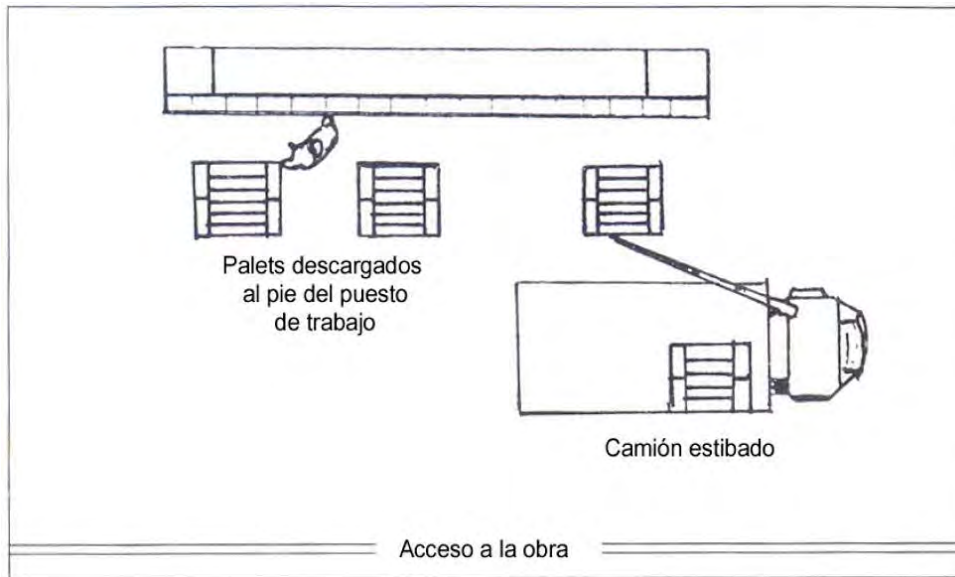


Figura A.255-A – PUESTO DE MUROS DE TABIQUE DESPUÉS DE SU REORGANIZACIÓN
 Fuente: Direction des travaux et conduite de chantier – Éditions WEKA, 1998; Chap. 2.2.4. p. 7

ANÁLISIS DEL DESARROLLO DEL TRABAJO																			
Obra : Puesto de trabajo: Procuración de tabique 7 - 14 - 28			Objeto : Manipulación y Transporte Tabiques 7 - 14 - 28					<input type="checkbox"/> MO <input type="checkbox"/> Equipos y Medios <input checked="" type="checkbox"/> Prod.											
Método		Actual <u>Propuesto</u>		Inicio : Salida de la fábrica Terminación : Toma para su colocación															
Operaciones	Acarreo	Control	Retrasos	Estibado	Distancia	Cantidad	Tiempo	Costo	¿Por qué?					Observaciones	Eliminar	Combinar	Cambiar	Mejorar	
									¿Qué?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Cómo?						
Llegada a la obra (camión)	○ →	□	D	▽	3 km	2 500	10'								Mejorar/ahorro de 1 000 tabiques				
Descarga en el puesto de trabajo	○ →	□	D	▽		250	10'								Camión equipado con grúa				
Espera para ser utilizado el material por el albañil	○ →	□	D	▽		?	?								Descarga de los palets cerca del puesto de trabajo				
Empleo y colocación del tabique por el albañil	○ →	□	D	▽		1	?								Colocación agilizada				
	○ →	□	D	▽															
	○ →	□	D	▽															

Figura A.255-B – PUESTO DE MUROS DE TABIQUE antes de su reorganización
 Fuente: Direction des travaux et conduite de chantier – Éditions WEKA, 1998; Chap. 2.2.4. p. 6

ANÁLISIS DEL DESARROLLO DEL TRABAJO									
Obra : Puesto de trabajo: Procuración de tabique 7 -14 -28			Objeto : Manipulación y Acarreo Tabiques 7 -14 -28			<input type="checkbox"/> MO <input type="checkbox"/> Equipo y medios <input checked="" type="checkbox"/> Prod.			
Método <input checked="" type="radio"/> Actual <input type="radio"/> Propuesto			Inicio : Llegada de camión Terminación : Toma para su colocación						
Resumen	Actual		Propuesta		Diferencia			Costo actual	Costo propuesto
	Número	Tiempo	Número	Tiempo	Número	Tiempo			
<input type="radio"/> Operación	4		2		2		MO		
<input type="checkbox"/> Acarreo	2		1		1		Equipo y medios		
<input type="checkbox"/> Control									
<input type="radio"/> Retraso	1		1		0		Total		
<input type="radio"/> Estibado	1				1				
Distancia							Diferencia		
Observaciones generales : - El almacenaje y el acarreo en carretilla quedan eliminados. - Los palets que se utilizan en los niveles superiores se toman con grúa. - La rotura de piezas es nula. - La manipulación se agiliza.									

Figura A.256 – EVALUACIÓN RECAPITULADA

Fuente: Direction des travaux et conduite de chantier – Éditions WEKA, 1998; Chap. 2.2.4. p. 8

El *cronometraje* se aplica a un trabajo ejecutado bajo las siguientes condiciones predefinidas:

- un método estudiado
- un puesto de trabajo estabilizado,
- ejecutantes calificados y entrenados

para identificar y mejorar trabajos repetitivos, como las terracerías, la fabricación de precolados y la distribución, entrega y colado de concreto premezclado, que generalmente se da mediante el análisis de ciclos.

El cronometraje nunca se aplica al conjunto de una obra sino solamente a porciones de trabajos (etapas, ciclos, tareas o actividades).

Los rendimientos obtenidos por cronometraje son sólo valores que evidencian dispersión; se pueden utilizar sólo compatibilizándolos con los costos preestablecidos ya que siempre se dan diferencias (por fatiga, habilidades diferentes, etc.).

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Después de observar atentamente el puesto de trabajo se descompone en elementos medibles. Cada tarea debe definirse con sus límites: su inicio y su fin deben de precisarse claramente.
- La realización de un conjunto de tareas elementales constituye un ciclo.

Conviene efectuar la observación cronometrada con cámaras del tipo “time lapse” las cuales permiten observar varias horas de trabajo en unos cuantos minutos.

El cúmulo de tomas debe registrarse indicando:

- Fecha,
- Intervalo de filmación,
- Croquis de ubicación del trabajo y de situación de la cámara,
- Altura de ubicación de la cámara (se recomiendan 4.00 m por encima del puesto a analizar. Normalmente, la velocidad de grabación puede ser: 1/80, 1/40, 1/20 ó 1/10).

La observación del ciclo de un cargador frontal sobre neumáticos durante un trabajo de terracerías conlleva a distinguir cuatro tareas distintas:

1. La carga del cucharón
2. La maniobra hacia el camión que va a transportar la tierra.
3. El vaciado del cucharón a la caja del camión.
4. La maniobra hacia el montón de tierra para una nueva carga.

Se incluyen en la figura **A.257** algunos ejemplos que ilustran las peculiaridades del análisis de este caso.



El intervalo entre fotografías es de tres segundos. Note como se pierden los pequeños detalles en los relativamente largos intervalos

Figura A.257 - TOMAS FOTOGRÁFICAS DE LAPROS DE TIEMPO CRONOMETRADOS que sirven de base para estudios de optimización de ciclos de trabajo.

Secuencia de lapsos de tiempo observados de un cargador frontal cargando un camión.

Ref. Methods Improvement for Construction Managers – H.W. PARKER, Edit. McGraw-Hill, 1972; p. 72

Cada una de estas tareas queda claramente definida y el fin de una acompaña al inicio de la tarea siguiente sin que haya tiempo muerto.

- Con estos datos es posible vaciar en una tabla el cronometraje (ver figura A.258).

Carga del cucharón	Maniobra hacia el camión	Vaciado al camión	Maniobra hacia la zona de trabajo	Irregularidades		Observaciones
				Relacionadas	No relacionadas	

Figura A.258 - TABLA PARA EL ANÁLISIS DE UN TRABAJO DE TERRACERÍAS
Hoja de cronometraje.

Esta hoja incluye en sus columnas al conjunto de tareas que constituyen un ciclo del cargador frontal así como una columna complementaria de irregularidades ya que deben preverse irregularidades o interrupciones en el proceso.

Se separan las irregularidades relacionadas (que corresponden a un incidente anormal en el funcionamiento de la máquina como por ejemplo la aparición de una roca grande a la mitad de la capa de terreno trabajado) y las irregularidades no relacionadas, independientes del funcionamiento de la máquina (como los tiempos de espera de los camiones) los cuales deben forzosamente ser anotados ya que constituyen un factor negativo para el rendimiento del conjunto.

Hay que hacer el cronometraje tomado “al vuelo” anotando los tiempos observados en cada columna, sin parar el cronómetro y medir un número suficiente de ciclos.

La unidad de tiempo generalmente es de un segundo.

Mucho ayuda para el análisis de un ciclo de trabajo el empleo de planos o dibujos de proceso y de gráficas representativas (*un ciclo es el período o tiempo de realización de un trabajo repetitivo*).

Con objeto de ejemplificar lo dicho se incluye a continuación en la figura A.259 el caso de un análisis para obtener la cantidad más económica de camiones de volteo.

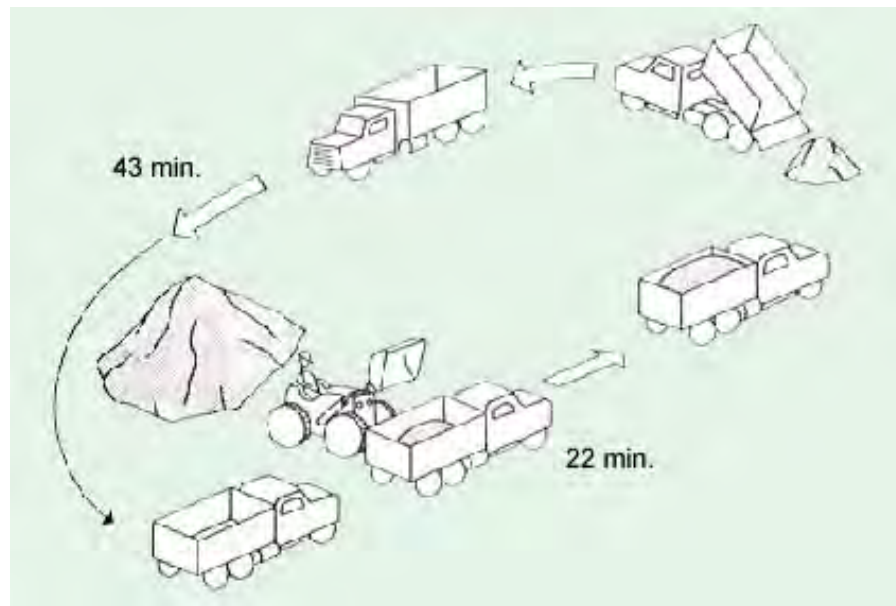
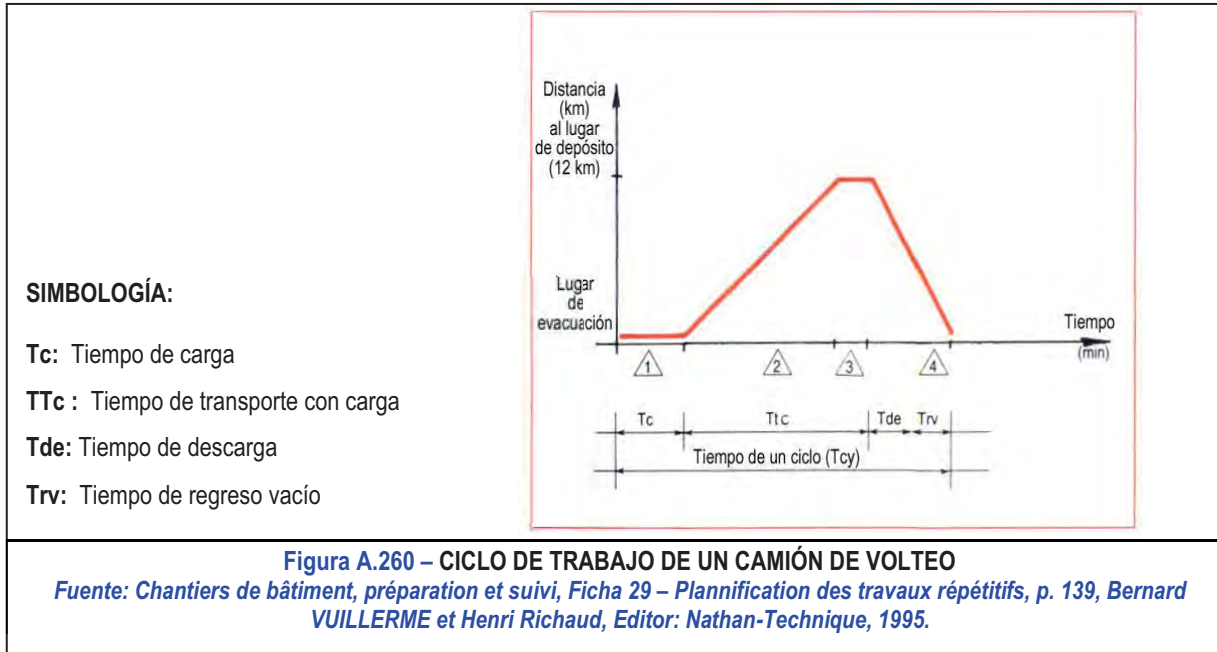


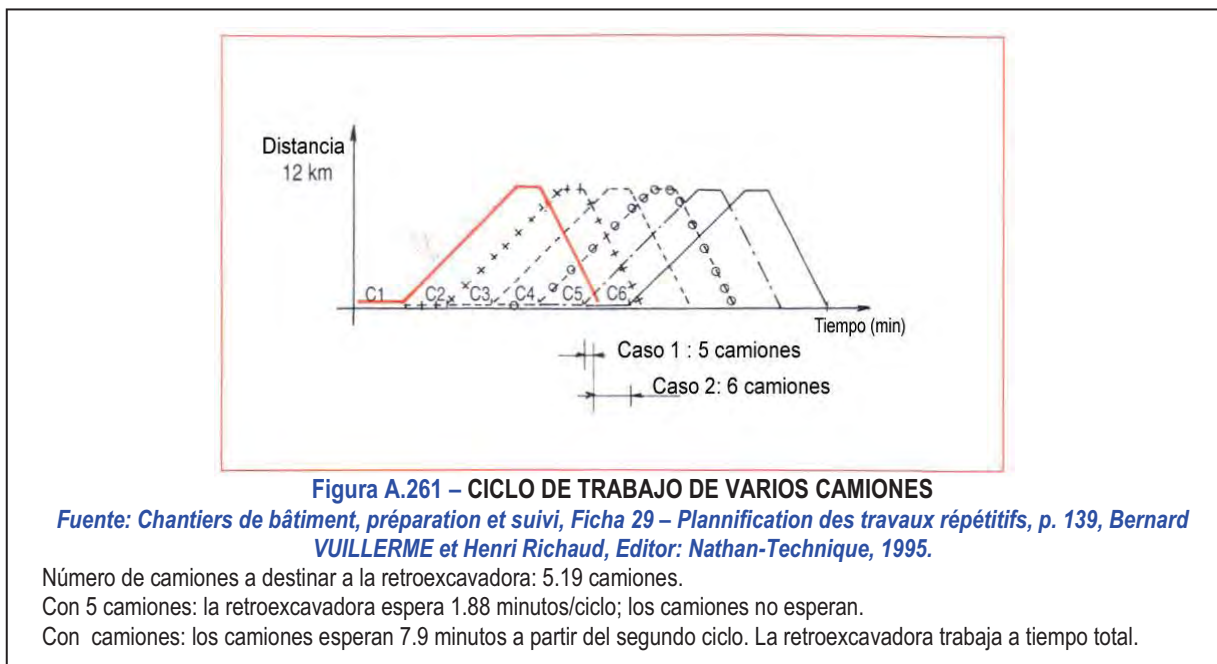
Figura A.259 – CASO DE ANÁLISIS DEL CICLO DE UNA OPERACIÓN DE MOVIMIENTO DE TIERRA
Ref. *Planning and Analysis of Construction Operations – D.W. HALPIN and L.S. Riggs,*
JOHN WILEY and Sons Inc., 1992, p.17

El análisis se inicia describiendo las características y las cantidades del trabajo a realizar como de excavación, de carga y acarreo y de descarga, el porcentaje de abundamiento del material y la distancia del tiro, así como el rendimiento del equipo a utilizar con su coeficiente de eficiencia y la capacidad de las cajas de los camiones, su carga útil en peso, la velocidad con carga, la velocidad descargados y el tiempo de descarga.

El ciclo de trabajo de un camión de volteo se puede representar en las siguientes figuras **A.260** y **A.261**, en las cuales se incluyen cifras propuestas para una mejor ilustración.



El número de camiones que afectarán el desempeño de la máquina que los carga será igual al tiempo del ciclo de un camión dividido entre su tiempo de carga redondeado hacia más o hacia menos. Un estudio comparativo del costo por metro cúbico de material producto de excavación transportado efectuado para ambos casos nos permitirá determinar la solución más económica para definir el número de camiones a utilizar.



Los cálculos precedentes darán el número teórico de camiones pero sin considerar imprevistos debidos al tráfico y a otros conceptos, lo cual provoca que *en ciertos momentos el cargador frontal tendrá tiempos de espera y en otros momentos serán los camiones los que esperarán ser cargados*; por ello, para una adecuación real, habrá que hacer cálculos estadísticos para determinar la probabilidad de que un camión o más estén disponibles para ser cargados y para definir el número más económico de camiones a utilizar.

A veces se hace una apreciación sobre la velocidad de ejecución constatada al tomarse como referencia un tiempo estándar de ejecución para evaluar a un trabajador buscando mayor productividad por parte de quien hace el cronometraje aplicando su experiencia.

Generalmente, el observador debe explicarles a los trabajadores implicados el objeto de su trabajo precisando que se busca analizar un *trabajo efectuado bajo "condiciones normales"* y no "excepcionales".

De igual forma, las condiciones bajo las cuales el trabajo observado se realiza deben ser representativas del trabajo "normal" para no llegar a conclusiones aventuradas; por tanto, no hay que ajustar a las observaciones objetivas dadas por el cronómetro con observaciones subjetivas de quien toma el cronometraje.

Es importante anotar las dificultades inherentes a la posición del trabajo, a las condiciones medioambientales y contextuales (tales como trabajo del apuntalamiento, presencia de agua, alta temperatura exterior, etc.) y el grado de familiaridad con el trabajo precisando si el trabajo observado está hecho por cuadrillas con experiencia o por el contrario, poco entrenadas.

Los resultados obtenidos del cronometraje pueden aprovecharse de diferentes maneras:

- 1.- *Para establecer normas o rendimientos unitarios* - El cronometraje puede hacerse al principio de la obra sobre un puesto de trabajo con el fin de evaluar el rendimiento posible y determinar, a partir de ese valor, la duración probable de toda la tarea. También el valor estimado puede utilizarse para calcular un tiempo unitario que permita establecer las previsiones para otras obras similares.
- 2.- *Para reorganizar el puesto de trabajo* - El análisis de las tareas elementales permite llegar a conclusiones sobre la organización actual del puesto de trabajo. Se puede calcular un rendimiento en porcentaje para su cumplimiento; *si el rendimiento es bajo generalmente se le atribuye a paros o tiempos de espera que resultan de una mala coordinación de las cuadrillas de trabajo.*

La reorganización del puesto de trabajo es entonces buscada a través del análisis de los métodos de trabajo y de los equipos y medios requeridos en el puesto pudiéndose proponer otros medios y equipos para optimizar el resultado en su conjunto.

- *Las gráficas de actividades simultáneas* para actividades de relación entre los trabajadores y las máquinas, son las herramientas de un método que permite estudiar en paralelo a varios trabajadores conjuntamente con el equipo que utilizan.

Aprovecha la práctica del cronometraje y el criterio de análisis del desarrollo de los trabajos. Se estudia primero el puesto de trabajo antes de la reorganización y se dirige la investigación de mejoras hacia varias direcciones, preguntándose: ¿Qué se puede eliminar? ¿Qué se puede combinar? ¿Qué se puede cambiar? ¿Cómo mejorar la higiene y la seguridad?

Como principio se hace una gráfica que tenga tantas columnas como trabajadores haya que participen en el puesto de trabajo.

La actividad de cada ejecutante se analiza como en el caso de un cronometraje y los valores promedio obtenidos para cada actividad elemental permiten establecer la gráfica resultante que representa a la actividad del puesto de trabajo; esta gráfica es parecida a la de un diagrama de barras (de Gantt) aunque con las barras dispuestas en el sentido vertical.

El método consiste en analizar primero el trabajo de cada obrero; este trabajo debe de ser repetitivo y se debe de descomponer en tareas elementales, claramente identificadas. Se procede al cronometraje de un número suficiente de ciclos (15 a 20 ciclos) y se calcula el tiempo promedio correspondiente de cada tarea.

Como segundo paso se elabora la gráfica que representa la organización actual del puesto de trabajo, se analizan y se critican los resultados y se propone una reorganización del puesto representada en una nueva gráfica.

Lo que se espera de una reorganización parte de una identificación o selección de los puestos de trabajo a estudiar.

El beneficio económico de un estudio de reorganización optimizada debe justificarse suficientemente ya que puede consumir gastos importantes; por tanto, hay que seleccionar primeramente el puesto de trabajo y después estudiarlo cuando implica un costo importante o cuando se sabe que se logrará una importante ganancia de productividad aplicable de igual forma a otras obras.

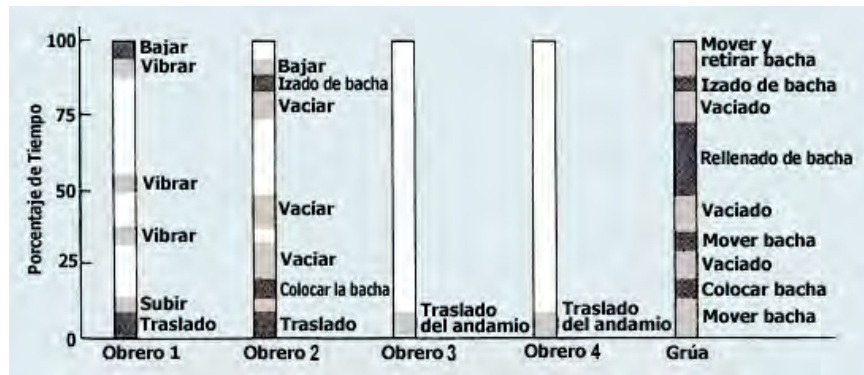
Se puede apreciar rápidamente la necesidad de un estudio de este tipo si un trabajo identificado genera un cuello de botella, si necesita de muchos medios de transporte o de equipo o si es cansado y penoso.

Por otro lado, un puesto de trabajo puede seleccionarse para ser estudiado por haberse constatado un aumento importante de consumo en horas de mano de obra en relación a la disponibilidad de horas previstas. También, para ciertos trabajos de duración relativamente importante y para aquellos en los que la empresa no tiene suficiente experiencia anterior, un estudio del puesto de trabajo al inicio de la obra puede contribuir a la implantación de un método de ejecución más adecuado y a la determinación de rendimientos estándar.

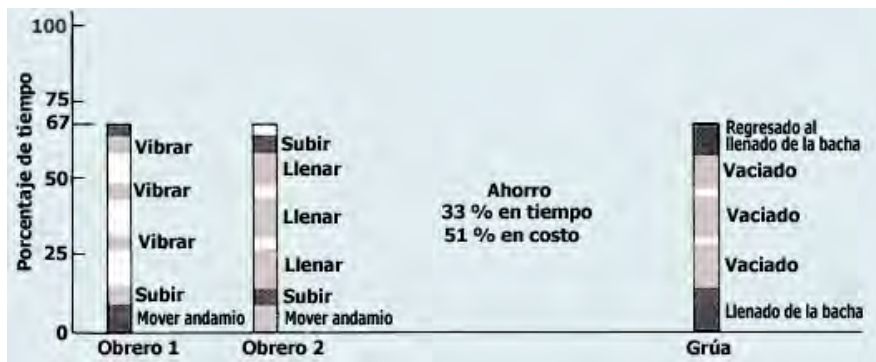
En la siguiente figura **A.262** se presenta un ejemplo de este tipo de gráficas. Este ejemplo es un buen indicador de la posibilidad que se tiene en cada puesto de trabajo para incrementar eficiencia y reducir cantidad de trabajadores así como cambio de medios para llevar a cabo la ejecución con mayor productividad.

En general, se nota que el empleo de la mecanización es un común denominador para la optimización de actividades.

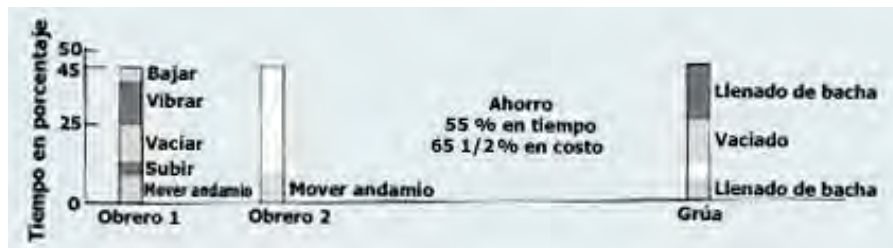
El logro de una real y efectiva aplicación de estos procesos de mejora implica mucha persistencia para convencer y acostumbrar al personal de obra a abandonar sus hábitos y cambiar las acciones y los pasos de su trabajo; es por ello que ante iniciales fracasos y la desorganización que puede conllevar un cambio no se debe de dar marcha atrás y recapitular, con los ajustes que se vean necesarios a implantar, hasta lograr el objetivo buscado.



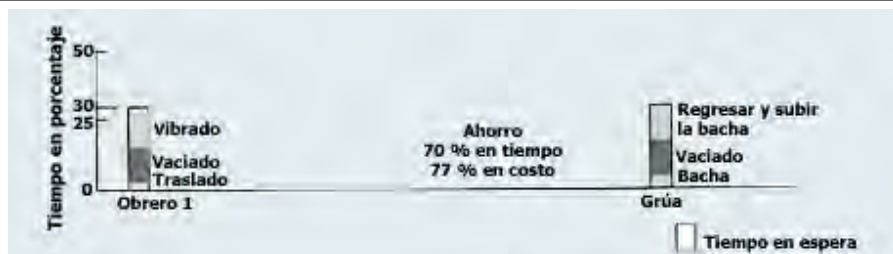
a) Método inicial observado



b) Primera revisión. El adicionar una trompa de elefante a la bacha y el rediseño del andamiaje permitió ahorrar el 33 % de tiempo y el 51 % en costo.



c) Segunda revisión. Un cambio del método de colado del concreto dentro de la cimbra, permite a un trabajador hacer todo el trabajo desde el andamio. En relación al método inicial los ahorros resultantes fueron del 55 % en tiempo y del 65.5 % en costo.



d) Tercera revisión. Vaciar el concreto a la columna después de que la cimbra de la losa se coloque, elimina la necesidad de un andamio. Los ahorros comparados contra el método inicial son del 70% en tiempo y del 77% en costo.

Figura A.262 - ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DE LAPSOS DE TIEMPO CRONOMETRADOS PARA EL COLADO DE UNA COLUMNA DE CONCRETO EMPLEANDO EL MÉTODO DE GRÁFICAS DE ACTIVIDADES SIMULTÁNEAS - Ref. *Methods Improvement for Construction Managers* – H.W. Parker, McGraw-Hill, 1972 – p. 98 y 99

Todos los métodos de programación enunciados y comentados son de gran utilidad práctica y pueden ser utilizados con la ayuda de los medios informáticos ya que, de hecho, existen en el mercado tanto programas para presupuestación como para programación de obras y de desarrollos de proyectos inmobiliarios completos que incluyen entre otras aplicaciones las que recopilamos a continuación:

- programas a nivel global de empresa o de interacción entre varias empresas.
- programa maestro del desarrollo de un proyecto completo.
- Programas de intervención de subcontratistas, de proveedores y de externos.
- Programas de entrega del trabajo de planificación.
- Programación de obra.
- Programación de fabricaciones de productos, habilitados y de prefabricación.
- Programación de utilización de equipo y de medios auxiliares.
- Programación de mano de obra requerida.
- Programación de suministros de materiales, componentes y otros insumos.
- Programación de recursos económicos.

Es por tanto conveniente implantar y asimilar en la cultura de la empresa el empleo y el dominio de todos los métodos de programación combinados, considerando el reto y el beneficio que se tendrá en el mediano plazo.

Como ya se comentó, para establecer el tiempo total de un proceso a programar se parte de una primera hipótesis que nos dará una percepción de la pertinencia de los supuestos escogidos al asignar tiempos globales.

Se continúa haciendo una descomposición en red gruesa (red general) y después en fases principales. Partiendo de ello, se elaboran los programas al máximo detalle posible, cuidando evitar omisiones para usarlos como base para contratación (*programas previos*). Estos programas requieren de correcciones sucesivas para optimizar la totalidad en su conjunto y para convencer que las soluciones adoptadas se vean totalmente satisfactorias. Finalmente, después de las negociaciones con los ejecutantes directos de los trabajos y de la formalización de compromisos, se obtienen los *programas operacionales* (programas comprometidos por contrato).

Para asegurar el cumplimiento de lo programado es importante:

- Lograr la sincronización de los procesos para reducir, optimizar y estandarizar las operaciones
- Asegurar la disponibilidad de recursos humanos (mano de obra, subcontratistas, cuadros técnicos y administrativos capacitados, disponibles y contratados con compromisos formales.
- Instituir la participación por parte de todos los ejecutantes e involucrados
- Conocer el contexto legal y económico
- Prevenir pérdidas de tiempo innecesarias
- Tener estrategias para recuperar atrasos.

Los problemas reales de aplicación que se presentan en un proceso programado pero con la incertidumbre que siempre se da son:

- las condiciones meteorológicas
- las características del terreno y de su entorno
- Las dimensiones, ubicaciones y cantidades de los proyectos,
- La rotación del personal,
- Las unidades de obra subcontratadas y la competencia real de los subcontratistas,
- Proyectos incompletos o mal adaptados para la ejecución,
- El carácter temporal de los proyectos
- Las tareas específicas a aplicar a cada proyecto.

Los problemas reales exigen *establecer un sistema de control de cambios* para ver, sobre la acción, como minimizar el tiempo total de planeación y de construcción y para minimizar los efectos de cambios y retrasos así como para detallar y congelar el diseño.

Es muy común que los retrasos de construcción se den por factores externos como: problemas con autoridades o grupos de vecinos, retrasos en los pagos y/o diferencias de características del suelo con respecto a los estudios geotécnicos que requieran cambios en el diseño; sin embargo, los imprevistos también se dan por la falta de una buena programación.

Los retrasos cortos tienden a no ser perceptibles; los trabajadores buscan hacer trabajos innecesarios para mantenerse ocupados o para lentificar el proceso hasta que vean una nueva obra a iniciar. Las pérdidas de tiempo invisibles pueden retrasar el tiempo programado del proyecto y aumenta los costos.

Todo proyecto debe programarse en tiempos y debe controlarse en continuo para eliminar los retrasos.

Para tal efecto se requiere:

- Imponer estrictos sistemas de administración y de cambios durante el proceso del proyecto.
- Eficientar la comunicación y el control durante la ejecución.
- Registro del motivo de los cambios.
 - Por definición inadecuada del alcance.
 - Por mala calidad de los documentos de diseño.
 - Porque los objetivos no están alineados o difundidos.
 - Por ineptitud de los ejecutantes.
 - Por cambios de personal.
 - Por interferencia o bloqueo por parte de las autoridades o de externos.

El diario de obra desglosado permite llevar a cabo el registro de cambios y las acciones de realineación o compensatorias a tomar mediante *boletines de obra*.

Al final de la obra deben elaborarse tanto los planos de obra real que indiquen los cambios y motivos que el proyecto haya tenido así como las variaciones en costo, tiempo de ejecución y procesos que se hayan tenido.

Además de especificarse los cambios, debe adjuntarse un *reporte fotográfico* de los mismos adecuadamente referido (con detalles del cambio, fecha de la foto, punto de vista de la toma de foto, etc.).

El registro y control de cambios es una parte importante de la ejecución de la obra la cual debería comprender solamente la realización física y el trabajo operativo y logístico de todo lo planeado.

La realidad es que sobre la marcha se tienen que estar dando soluciones complementarias de diseño y se deben tomar decisiones de momento por los motivos generadores de cambios antes enlistados.

Para tener un panorama de alcance de la ejecución física y administrativa de las obras, se incluyen respectivamente los siguientes diagramas de las figuras [A.263-A](#) y [A.263-B](#) los cuales pueden considerarse como complementarios a los de las figuras [A.84](#) y [A.86](#) que incluyen a la fase de planificación y al plan de obra respectivamente).

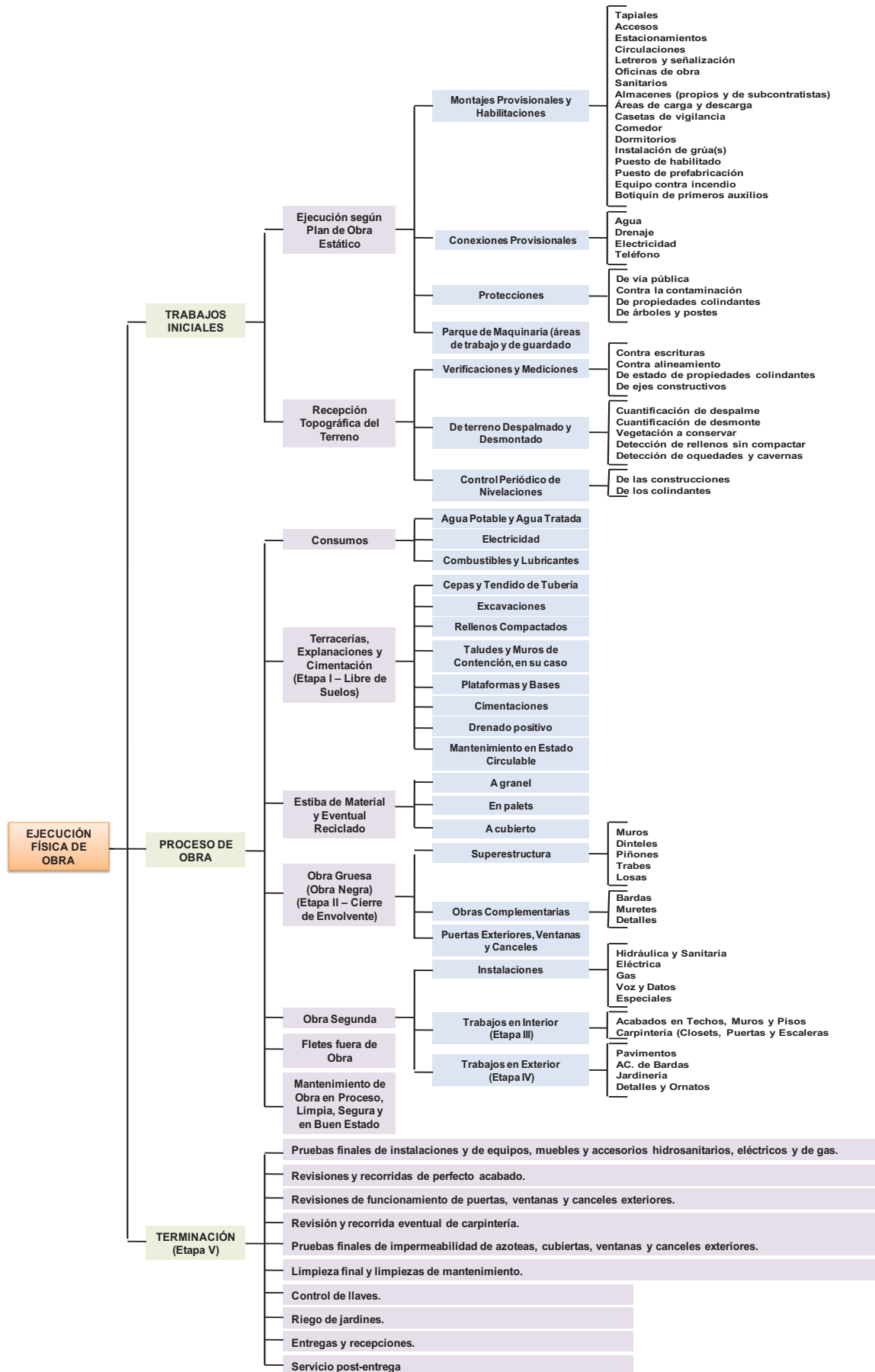


Figura A.263-A.- DESGLOSE DE ACTIVIDADES DE EJECUCIÓN FÍSICA DE OBRA

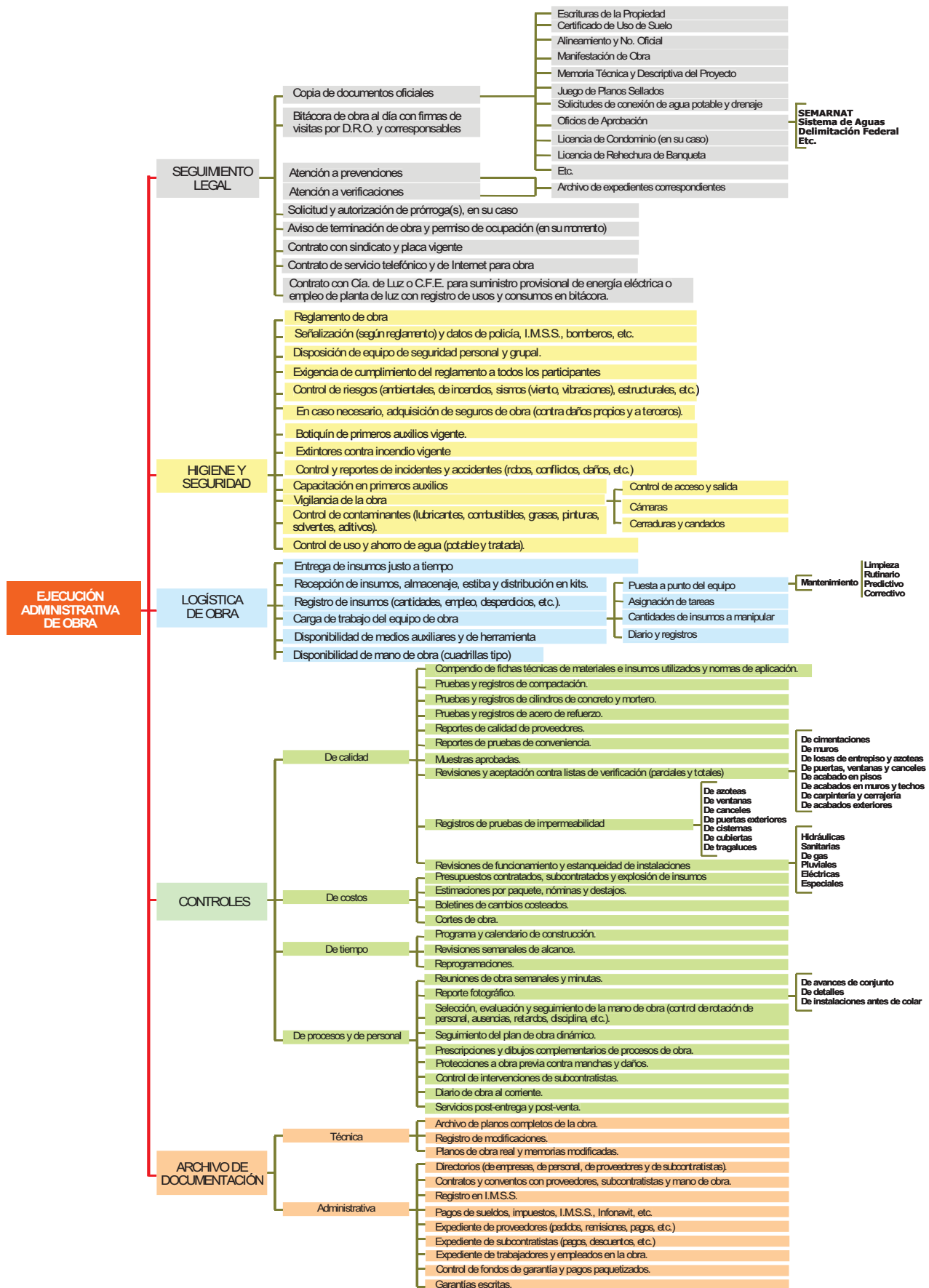


Figura A.263-B.- DESGLOSE DE ACTIVIDADES DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVA DE OBRA

3.3. Órdenes de Magnitud

Para optimizar un proyecto y para ir mejorando el desempeño de la empresa, es de gran utilidad ir desarrollando parámetros, rangos cuantitativos y cifras objetivo o cifras récord a lograr.

A todo este conjunto de “relaciones numéricas” le hemos denominado “órdenes de magnitud” los cuales pueden tener términos más específicos como coeficientes indicadores e incidencias.

Tanto los órdenes de magnitud enunciados como los que posteriormente se explicarán pueden agruparse de acuerdo al siguiente cuadro:

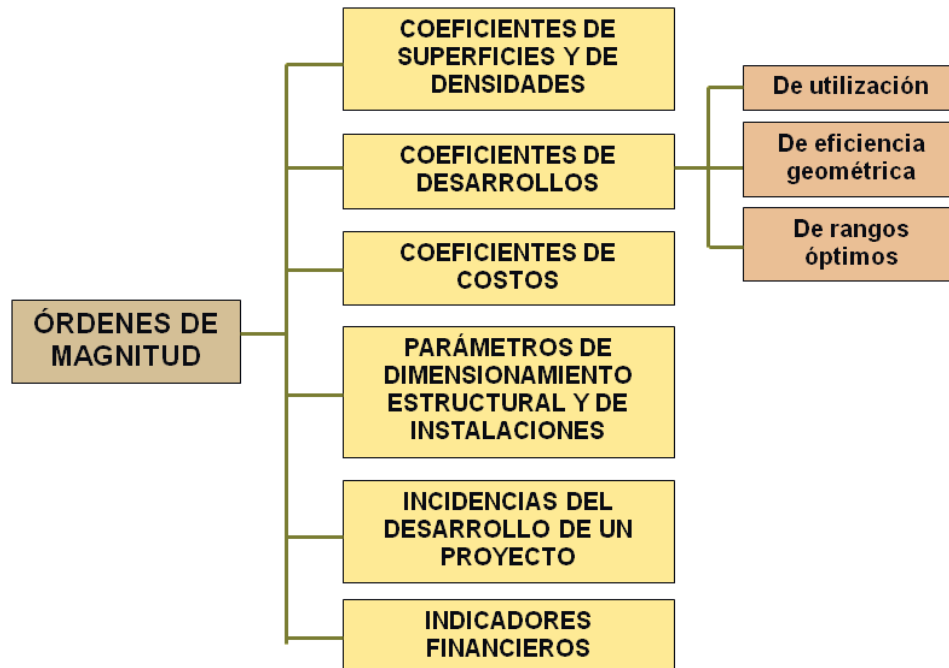


Figura A.264 - ÓRDENES DE MAGNITUD

COEFICIENTES DE SUPERFICIES Y DENSIDADES

Comprenden a los comúnmente utilizados para verificar el cumplimiento del uso del suelo y para analizar el aprovechamiento del terreno y de las diferentes áreas construidas y exteriores de un proyecto.

Los coeficientes más empleados en nuestro medio son los siguientes:

CUS = Coeficiente de Utilización del Suelo

$$\text{CUS} = \frac{m^2 \text{ de superficie cubierta}}{m^2 \text{ totales de terreno}}$$

COS = Coeficiente de Ocupación del Suelo

$$\text{COS} = \frac{m^2 \text{ de superficie de desplante de la edificación}}{m^2 \text{ totales de terreno}} \quad \text{o también}$$

$$\text{COS} = \frac{1 - \% \text{ de área libre expresado en decimal}}{m^2 \text{ totales de terreno}}$$

Existen otros coeficientes de superficie a obtener que nos sirven de base para evaluar y comparar diversas alternativas en términos de área aprovechable, área vendible, prorrato del terreno, etc. y que parten de las siguientes relaciones formuladas:

$$S_{ho} = S_h + S_x + S_q$$

S_{ho} = Superficie total construida.

S_h = Superficie habitable total (viviendas)

S_x = Superficie de locales y áreas comunes

S_q = Superficie de desplante de muros, columnas y divisiones.

Se obtiene también:

$$S_h = S_{ho} - (S_x + S_q)$$

De ahí se obtienen los coeficientes de superficie siguientes:

$$W = \frac{S_{ho}}{S_h} \quad W_x = \frac{S_x}{S_h} \quad W'' = \frac{S_h}{S_{ho}} \quad W_q = \frac{S_q}{S_h} \quad W''' = \frac{1}{W}$$

Relación de utilización de niveles a obtener:

$$r = \frac{\text{número total de niveles}}{\text{número de niveles habitables}}$$

Densidad de construcción: Número de casas / hectárea

Densidad de población: Habitantes/hectárea

Número de habitantes por casa.

COEFICIENTES DE DESARROLLOS

Se pueden establecer también coeficientes de desarrollos de los diferentes componentes constructivos de una vivienda con sus espacios comunes y de habitabilidad y, de sus obras complementarias y exteriores.

Los más empleados son:

A.- De Utilización

Número de habitantes / vivienda

m² de muro/m² de superficie cubierta construida.

m² de superficie cubierta total/habitante.

m² de superficie cubierta de vivienda / habitante.

B.- De Eficiencia Geométrica (del proyecto)

Estos coeficientes son un instrumento útil de estimación y de concepción que, por un lado, nos reflejan órdenes de magnitud más detallados que el acostumbrado monto por metro cuadrado y que nos sirven de base para evaluar y comparar ante otras alternativas o antecedentes las características de un proyecto en términos de eficiencia y ventajas, lo cual hemos denominado “*rendimiento de plano*” para obtener una solución óptima que estemos buscando.

Los coeficientes más recomendables a tomar en cuenta se enlistan a continuación, los cuales se subdividen en coeficientes aplicables a la edificación y a los equipamientos y en coeficientes útiles para obras de urbanización e infraestructura.

- Coeficientes de eficiencia geométrica aplicables a la edificación y a los equipamientos urbanos.

m^2 de superficie de desplante de muros/ m^2 de superficie cubierta construida.

m de muros/ m^2 de superficie cubierta construida

m^2 de muros/ m^2 de superficie cubierta construida

m^3 de volumen construido / m^2 de superficie construida

m^3 de volumen construido / vivienda

m de closets de guardado/vivienda

m de fachadas/m de perímetro total de vivienda

m de tubería hidráulica interior / m^2 de superficie total construida

m de tubería sanitaria / m^2 de superficie total construida

m de canalización eléctrica / m^2 de superficie total construida

m de tubería para voz y datos / m^2 de superficie construida

m de tubería de gas / m^2 de superficie total construida

- Coeficientes de eficiencia geométrica aplicables a las obras de urbanización e infraestructura

m^2 de vialidad pavimentada / m^2 de superficie total construida

m^2 de vialidad pavimentada / m^2 de superficie de desplante construida

m^2 de área de estacionamiento / m^2 de superficie total construida

m^2 de área de estacionamiento / m^2 de superficie total del terreno

m^2 de pavimentos peatonales exteriores / m^2 de superficie total construida

m^2 de pavimentos peatonales exteriores / m^2 de superficie de desplante construida

m de tubería de agua potable / m^2 de superficie total de terreno

m de tubería de drenaje sanitario / m^2 de superficie total de terreno

m de tubería de drenaje pluvial / m^2 de superficie de terreno

m de líneas de electrificación / m^2 de superficie total de terreno

m de líneas telefónicas / m^2 de superficie total de terreno

m de tubería de gas / m^2 de superficie total del terreno

m^2 de área jardinada / m^2 de superficie total del terreno

m de guarniciones / m^2 de superficie del terreno

No. de registros de albañal / m^2 de superficie del terreno

No. de pozos de visita / m^2 de superficie total del terreno

No. de registros eléctricos / m^2 superficie total del terreno

No. de registros telefónicos / m^2 de superficie total del terreno

m^3 de excavación / m^2 de superficie de terreno

m^3 de relleno / m^2 de superficie de terreno

m^3 de material de mejoramiento / m^2 de superficie de terreno

m^2 de muros de contención / m^2 de superficie de terreno

m^2 de bardas / m^2 de superficie de terreno

COEFICIENTES DE RANGOS ÓPTIMOS

Inicialmente por estadística se obtienen rangos que relacionan el uso combinado de materiales a utilizarse principalmente en las estructuras de concreto armado y de mampostería.

Posteriormente, se busca lograr la relación más conveniente a través de la optimización buscando lograr records de eficiencia que, sin embargo, cumplan con la seguridad estructural y el desempeño requerido.

Edificación

1.- Cimentaciones y estructuras de concreto armado.

kg. de acero / m³ de concreto (vg. 100 kg de acero / m³ de concreto).

2.- Columnas

m² de cimbra / m³ de concreto (vg. rango de 5 a 20 m² / m³).

m³ de concreto / columna.

m³ de concreto / ML de columna o ML de columna / m³ de concreto.

3.- Trabes

m² de cimbra / ML de trabe.

Kg de acero / m³ de concreto

Vg.	$\phi > 5/16''$	60kg / m ³ a	100kg/m ³
	$\phi \leq 5/16''$	10kg / m ³ a	20kg/m ³
	Total	70kg / m ³ a	120kg / m ³

4.- Losas macizas

m² de cimbra / m³ de concreto.

kg. de acero / m³ de concreto (vg. rango de 40 a 70 kg/ m³)

kg. de acero / m² de losa (vg. Rango de 4 a 7 kg/ m³)

5.- m² de ventana / m² de superficie total construida.

6.- m² de tragaluces / m² de superficie total construida.

7.- No. de puertas / superficie total construida

8.- m² de puertas / superficie total construida

9.- Salidas eléctricas / superficie total construida

10.- Salidas hidrosanitarias / superficie total construida

11.- Salidas de teléfono / superficie total construida

12.- m² de techos / m² de superficie total construida

13.- m² de superficie de desplante (cimentación) / m² de superficie total construida

14.- ton. (de peso) / casa {o kg. de peso / m² construido (por nivel o total acumulado hasta planta baja)

COEFICIENTES DE COSTOS

Los coeficientes que más se utilizan en nuestro medio son:

- El precio por m² de superficie de terreno
- El precio o el costo por m² de superficie cubierta construida.

El precio por metro cuadrado de terreno es un indicador comercial que se toma de base suficientemente confiable para llegar a una negociación de compra-venta, aunque lo más adecuado es basarse en un avalúo.

El precio o costo por metro cuadrado de construcción puede ser muy ambiguo si no se relaciona con otros parámetros que ubiquen más al monto con las características propias del proyecto.

Entre los principales coeficientes de costos a obtener se proponen a continuación los siguientes:

Coeficiente δ de costos.

$$C_t = C_c + C_{hc}$$

Siendo: C_t = Costo total de la obra completa

C_c = Costo de sólo la vivienda

C_{hc} = Costo de todas las obras y locales que no son vivienda

Se tendrá: $\delta = \frac{C_c}{C_t}$

Coeficiente $\delta'' = \frac{1}{\delta} = \frac{C_c}{C_t}$ De esta misma manera se utilizan todos los componentes si se quieren referir todos los cargos al costo de la obra completa más que sólo a la vivienda.

Se puede tener por ejemplo:

$$\delta_x'' = \frac{\text{costo de los locales que no son vivienda}}{\text{costo de toda la obra}}$$

o también el costo por función o subsistema constructivo.

Vg: $\delta_{ch}'' = \frac{\text{costo de la instalación hidráulica}}{\text{costo de toda la obra}}$

El coeficiente δ_{ch}'' traduce la importancia del costo acumulado de los espacios cubiertos y de las obras adicionales a la vivienda así como de un subsistema constructivo en relación con los de las viviendas mismas.

Se tiene δ_{ch}'' puede variar en proporciones muy fuertes.

Los coeficientes pueden expresarse en porcentajes de montos totales, en relaciones por metro cuadrado de cada tipo de espacio cubierto o gráficamente para poder visualmente comparar las opciones que se analicen en aras de seleccionar la óptima.

Se incluye a continuación una lista propuesta de coeficientes a tomar en cuenta:

$$\text{Edificio total: } \delta_x'' = \frac{\text{costo de la obra completa}}{\text{costo de sólo las viviendas}}$$

Viviendas:

$$\delta_c'' = \frac{\text{costo de sólo las viviendas}}{\text{costo de la obra completa}} = \frac{1}{\delta}$$

$$\delta_h = \frac{\text{costo de elementos horizontales (de sólo la vivienda)}}{\text{costo de sólo las viviendas}}$$

$$\delta_l = \frac{\text{costo de elementos verticales (de sólo la vivienda)}}{\text{costo de sólo las viviendas}}$$

$$\delta_n = \frac{\text{costo de instalaciones interiores (de sólo la vivienda)}}{\text{costo de sólo las viviendas}}$$

Espacios y obras fuera de las viviendas:

$$\delta_{hc} = \frac{\text{costo de espacios y obras fuera de la vivienda}}{\text{costo de sólo las viviendas}}$$

$$\delta_x = \frac{\text{costo de espacios cubiertos fuera de la vivienda}}{\text{costo de sólo las viviendas}}$$

$$\delta_g = \frac{\text{costo de obras e instalaciones y equipos de servicio general + elevadores + calefacción o aire acondicionado}}{\text{costo de sólo las viviendas}}$$

$$\delta_f = \frac{\text{costo total de obras y espacios cubiertos totales fuera de la vivienda}}{\text{costo de sólo las viviendas}}$$

Como datos adicionales sobre costos, las tablas de rendimientos de mano de obra y del equipo mecánico así como de desperdicios son una buena base para buscar optimizar estos conceptos.

$$\delta_b = \frac{\text{costo de espacios cubiertos totales fuera de la vivienda}}{\text{costo de sólo las viviendas}}$$

$$\delta_s = \frac{\text{costo de espacios cubiertos complementarios fuera de la vivienda}}{\text{costo de sólo las viviendas}}$$

$$\delta_{xo} = \frac{\text{costo de espacios cubiertos fuera de la vivienda denominados "de funcionamiento" (0)}}{\text{costo de sólo las viviendas}}$$

(0) Son espacios comunes estrictamente indispensables (accesos y circulaciones comunes, cubo de elevador, eventualmente cubo de evacuación de basura).

$$\delta_{xd} = \frac{\text{costo de espacios cubiertos fuera de la vivienda denominados "disponibles" (1)}}{\text{costo de sólo las viviendas}}$$

(1) Superficie de espacios comprendidos entre el umbral o (espacios de funcionamiento) y la superficie total S_x de todos los espacios que no son de vivienda.

$$\delta_{xp} = \frac{\text{costo de anexos privativos}}{\text{costo de sólo las viviendas}}$$

$$\delta_{xa} = \frac{\text{costo de accesos y circulaciones comunes}}{\text{costo de sólo la vivienda}}$$

$$\delta_{xb} = \frac{\text{costo de anexos comunes}}{\text{costo de sólo la vivienda}}$$

Se puede apreciar que algunos de los coeficientes arriba indicados pueden ser útiles y representativos de lo que hacemos en nuestros proyectos para usarlos como bases de criterios de evaluación a fin de seleccionar la opción o la combinación de opciones que a nuestro juicio sean las óptimas o al menos las que más convengan en cada caso.

Otros coeficientes pueden no sernos útiles o incluso no nos dicen nada y, por tanto, no tiene caso querer aplicarlos.

Podemos también establecer coeficientes definidos por nosotros mismos donde nos interese llevar un registro de relaciones que busquemos optimizar e ir mejorando de proyecto en proyecto; un ejemplo de ello puede ser la inclusión de costos que no corresponden a la construcción sino que son propios de la administración de todo el proyecto o costos complementarios como el de estudios previos, de proyecto y planeación, de licencias y permisos, de gestión de trámites, de financiamiento, etc.

Otra forma de relacionar los componentes de no sólo la construcción de la vivienda propiamente dicha sino también de sus obras de urbanización, equipamientos e infraestructura nos permitirá detectar las mejores soluciones de economía de dichas obras y su impacto en la vivienda.

PARÁMETROS DE DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL Y DE INSTALACIONES

En el caso de las estructuras se preestablecen (en base a las características de los proyectos previos y a la experiencia de los estructuristas) las relaciones dimensionales de las diferentes características geométricas de las estructuras.

Se busca primero establecer una congruencia lógica de proporciones para posteriormente tratar de optimizarlas.

Las relaciones dimensionales y proporcionales más comúnmente comparadas son:

- El peralte de una losa maciza de concreto en relación con el claro más corto que libra.
($d = L/30$ a $L/40$)
- El peralte de una losa de vigueta y bovedilla en relación con el claro que libran las viguetas.
($d = L/16$ a $L/20$)
- El peralte de una trabe con respecto al claro que libra.
($L/10$ a $L/15$)
- La sección de una columna con respecto a su carga tributaria.
(carga tributaria / resistencia del concreto)
- El espesor de un muro con respecto a su altura
($e_{tr} = h/30$)
- El % del peso de la cimentación con respecto al peso del edificio que soporta.

Para el caso de las instalaciones se pueden evaluar:

- La carga en Watts por m^2 de vivienda.
- La cantidad de circuitos por superficie de vivienda.
- El diámetro de tubería (de instalación hidráulica o sanitaria, por ejemplo) / superficie de vivienda.

INCIDENCIAS DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO

Lo primero a establecer es el precio de venta de las viviendas a vender en base a su ubicación, sus características, el nivel económico de la clientela a la que van dirigidas, los topes de precios y créditos, acordes al producto, que dan las instituciones de crédito y lo que ofrece la competencia.

Después se define la utilidad bruta que la empresa necesita obtener como producto de su inversión, su esfuerzo y del valor agregado que le da al producto final.

El costo total, entonces, quedará desglosado al máximo detalle posible y topado en sus costos para poder cumplir con los objetivos de precio de venta y utilidad esperada.

Esto obliga a establecer las incidencias de costos de todo el desarrollo de un proyecto. La figura **A.230** vista en el tema sobre costos y presupuestos ejemplifica en diagramas tipo “pastel” con sus correspondientes rebanadas un ejemplo de dichas incidencias.

Los costos y rubros que hay que incluir en un diagrama de pastel varían en cantidad, tipo y porcentaje según sean las particularidades en que se realice cada proyecto en particular pero a continuación se enlistan las más comunes.

INCIDENCIAS DE TODO EL DESARROLLO DE UN PROYECTO

- costo del terreno / precio de venta
- costos de estudios preliminares / precio de venta
- costo de proyecto / precio de venta
- costo de trámites, permisos y licencias /precio de venta
- gastos financieros / precio de venta
- gastos generales / precio de venta
- costo de obra de edificación / precio de venta
- costo de obra de urbanización / precio de venta
- costo de obra de equipamientos / precio de venta
- costo de obra de infraestructura / precio de venta
- costos de comercialización / precio de venta
- costos de impuestos de escrituración / precio de venta
- utilidad bruta / precio de venta
- costos de postventa / precio de venta
- imprevistos / precio de venta

Cada una de estas incidencias tiene que, a su vez, irse desglosando en rubros que conformen su costo al máximo detalle que resulte práctico y conveniente; para esto, se recurre a la graficación de pasteles de segundo y tercer nivel de detalle como se ve también en la figura **A.230** en el caso de la edificación, la urbanización y la infraestructura.

De todos los coeficientes relacionados de manera indicativa más que exhaustiva se pueden seleccionar los que se consideren más representativos y útiles para usarlos como base en una búsqueda de optimización económica y productiva o se pueden proponer otros no enlistados que puedan considerarse significativos para el logro de la optimización.

Inicialmente se obtienen y se tabulan las cifras de diferentes proyectos para ver cuáles de ellos nos dan mejores coeficientes para después ir depurando los diseños e irlos optimizando.

Es importante para cada proyecto plantear al menos tres alternativas y compararlas confrontándolas con estos coeficientes que mucho ayudarán a la selección y afine de una solución optimizada.

Puede apreciarse que el método no consiste en diseñar un producto, costearlo, incrementarle partidas y conceptos adicionales a la obra (terreno, licencias y permisos, proyecto, comercialización, imprevistos, utilidad, etc.) y luego ver cuanto da para ver si por casualidad le atinamos al precio competitivo y si no, tendríamos que regresarnos a modificar el diseño y los demás costos incidentes para estar acorde con dicho precio.

El método aquí propuesto parte al revés, o sea que se inicia preestableciendo el precio de venta al que se debe ajustar el costo del producto desde la fase de diseño y los demás costos para asegurar el éxito comercial y evitar a su vez regresarse a hacer un doble trabajo y ajustes que pueden propiciar errores.

El partir del precio de venta permite también al proyecto su rápida comercialización y promoción, en vez de esperar resultados de la suma y cálculo de los costos.

En el caso de proyectos requeridos por clientes específicos, cuando se dan desde el principio los costos de planeación, construcción, etc. que integran el proyecto que pretenden realizar, se les previene de la inversión que hay que hacer para, en base a ello, poder decidir: Si se sigue adelante, si hay que ajustar las características y alcances del proyecto o si se desiste de hacerlo.

No se llega entonces a la generalizada incertidumbre o a los sobrecostos, de magnitud tal, que han llegado a perjudicar financieramente a los clientes de manera significativa.

Los porcentajes de incidencia y sus montos correspondientes son los topes económicos a respetar obligándonos, de esta manera a ir optimizando las soluciones del diseño y a ir buscando ahorros en las demás actividades complementarias buscando la simplificación y el ahorro así como condiciones favorables a través de la negociación.

El acervo de soluciones de proyectos, de la acumulación analizada de prototipos de vivienda y obras periféricas y su depuración constante nos dará datos estadísticos y propuestas que nos permitirán ir creando un excelente camino hacia la optimización.

El contar también con datos referidos de otros proyectos de la competencia y con los estándares que tenga el sector nos obliga a establecer un mínimo resultado, el cual conviene establecerlo por arriba de dichos estándares.

INDICADORES FINANCIEROS

Los indicadores financieros que normalmente se utilizan en la administración empresarial pueden también servirnos para dar seguimiento al desempeño económico de los proyectos (si se concibe a cada proyecto como una empresa) pudiéndose consolidar los resultados en los de toda la organización.

Los indicadores más empleados son:

- Rentabilidad = utilidad / inversión
- Margen = utilidad / ventas
- ROE (**R**eturn **O**n **E**quity) rendimiento sobre capital contable = utilidad neta / capital contable
- Rotación = ventas / inversión
- Apalancamiento = pasivo / activo
- UO (**U**tilidad de **O**peración) = UIAT (EBIT) = Utilidad antes de intereses e impuestos (en inglés **E**arnings **B**efore **I**nterest and **T**axes)
- Utilidad de Operación Bruta antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones = EBITDA (por sus siglas en inglés: **E**arnings **B**efore **I**nterest, **T**axes, **D**epreciations and **A**mortizations).
- IO = (**I**nversión **O**perativa) = IT (Inversión Total – exceso de caja)
- ION = (**I**nversión **O**perativa **N**eta) = IO – PSCE (**P**asivos **S**in **C**osto **E**xplícito)
- RION = (**R**endimiento sobre la **I**nversión **O**perativa **N**eta) = IO/ION
- Este índice nos dice que tan buena y rentable es la empresa para operar.

$$\text{Flujo de caja: } C_1 + \text{COB} + \text{ING} - \text{PAG} = C_f$$

C_1 = Caja inicial

COB = Cobros

ING = Otros ingresos

PAG = Pagos

C_f = Caja final

ROA (**R**eturn **O**n **A**ssets) rendimiento sobre activos = UN (**U**tilidad **N**eta) / AT (**A**ctivo **T**otal)

Lógicamente lo que en todo proyecto visto como negocio debe buscarse es:

- La máxima rentabilidad
- El mayor margen
- La máxima rotación de inventario
- El mayor apalancamiento posible sin riesgo
- La mayor utilidad de operación
- La menor inversión operativa
- La menor inversión operativa neta
- El mayor rendimiento sobre la inversión operativa neta
- El menor flujo de caja
- El mayor rendimiento sobre activos

Para lograr la optimización económica de los proyectos y de la empresa enfocándonos (con excepción del ROE y del apalancamiento) en el negocio operativo. Lógicamente la buena administración financiera, fiscal y de otras actividades económicas que realice la empresa en su conjunto (vg. Venta de activos) donde también se busque la optimización contribuirán al logro de una optimización integral.

Los órdenes de magnitud son parámetros de gran ayuda que nos ubican y nos dan criterios de partida para confirmar los resultados obtenidos o las propuestas que se hagan y nos sirven de plataforma realista en la búsqueda de la optimización.

Como coloquialmente se dice desarrollamos el “*ojo de buen cubero*” o el “*ojo clínico*” para la toma de decisiones y para profundizar después en mayores análisis de ponderación y optimización.

3.4. Análisis comparativo (Benchmarking)

La siguiente herramienta valiosa de productividad e importante ingrediente a considerar en la planeación estratégica de una organización es “*El análisis comparativo*”, muy conocido y difundido a nivel mundial con el término inglés de *Benchmarking*.

Este enfoque coadyuva, junto con las demás iniciativas y metodologías ya vistas, al desarrollo, el fortalecimiento y el acondicionamiento de las organizaciones para hacerlas cada vez más sólidas, versátiles y competitivas.

La competitividad se logra con el dominio de adaptación al contexto en el que se trabaja, la calidad y la formalidad en los bienes y servicios que produzcamos.

Todo lo tratado en este trabajo hasta ahora es la recapitulación del marco teórico y práctico existente que hemos tomado como referencia útil para ser adoptada y aplicada.

Es por tanto, todo ello, una búsqueda de referencia que de manera natural comparamos con nuestros procedimientos acostumbrados con el fin de encontrar mejoras que nos conduzcan hacia una mayor eficiencia; por tanto, estamos aplicando el análisis comparativo o Benchmarking.

La palabra benchmark es un término del idioma inglés originalmente utilizado en topografía y significa en español *punto de referencia* (literalmente banco de marca o banco de nivel).

Benchmarking es la acción de marcar referencias.

Este término fue adoptado en la administración de empresas para *tomar como referencias comparativas las prácticas de los más fuertes competidores nacionales e internacionales* que tengamos en el sector en el que trabajamos o *de quienes destacan en el “Saber hacer”* de una o varias partes de nuestros procesos productivos o productos.

Benchmarking se define formalmente como: proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidas como representantes de las mejores prácticas con el propósito de realizar en nuestro trabajo mejoras organizacionales y técnicas.

Es un proceso positivo, productivo y estructurado que conduce a cambios en las operaciones y que con el tiempo logra un desempeño excelente y una ventaja competitiva. **El investigar e incluir las mejores prácticas de nuestra actividad conduce a resultados muy rentables.**

Es la búsqueda de una empresa por conocer y aplicar las mejores prácticas que le conduzcan al más alto desempeño.

Este criterio de competitividad coincide con lo llamado por el licenciado Miguel Ángel Cornejo (al referirse al pensamiento japonés) la “*tecnología de lo obvio*” desglosada en una de sus acepciones en cuatro pasos: 1.- Elige al mejor, 2.- Imita al mejor, 3.- Iguale al mejor, 4.- Supera al mejor.

El Benchmarking no es en esencia nada nuevo: siempre se ve presente en las guerras y *en la competencia comercial* incluyendo acciones no legales como el espionaje industrial, simplemente tiene ahora *un nombre que lo identifica y lo formaliza*.

Mediante el Benchmarking y la implantación de las mejores prácticas, las *empresas líderes alrededor del mundo, en varios sectores, han elevado su nivel competitivo reduciendo el tiempo de diseño y desarrollo de productos a una octava parte, mejorando al quíntuple la permanencia del cliente y reduciendo los costos de procesamiento de información 72%.*

Este panorama presenta una *veta de oportunidades tremenda para empresas que busquen ser competitivas a nivel internacional*, y es sin duda un reto que requiere *dedicación constante, autodisciplina, creatividad y apertura*.

El Benchmarking es un *camino ágil de nivelación y madurez competitiva* y es sin duda una herramienta que al aplicarla rigurosamente nos ayudará a afrontar nuevos retos con éxito.

Implica conocer al detalle a la competencia y conocerse a sí mismo cuando se lleva a cabo la comparación para lograr la verdadera esencia del Benchmarking:

“Luchar para ser el mejor de los mejores”.

Existen tres tipos de Benchmarking los cuales se indican en la siguiente tabla:

TIPO	DEFINICIÓN	EJEMPLOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> ■ Interno 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sobre actividades similares dentro de la misma organización 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prácticas de vender de diferentes puntos de venta ■ Controles en obras diferentes 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Datos fáciles de recopilar ■ Datos útiles con buenos resultados para empresas regionalizadas o diversificadas 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Alcance y enfoque limitado ■ Prejuicios internos
<ul style="list-style-type: none"> ■ Competitivo 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sobre competidores directos 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Empresas promotoras y/o constructoras de vivienda 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Información sobre los resultados del negocio ■ Prácticas o tecnologías comparables 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Dificultad para la obtención de datos ■ Problemas de ética y legales ■ Actitudes antagónicas
<ul style="list-style-type: none"> ■ Funcional (genérico) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Organizaciones acreditadas por tener lo más avanzado en productos, servicios y/o procesos 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Centros técnicos industriales ■ Universidades ■ Centros de investigación ■ Organismos y asociaciones profesionales ■ Empresas dedicadas a otro sector ■ Salones, exposiciones y conferencias 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Alto potencial para descubrir prácticas innovadoras ■ Tecnología o prácticas fácilmente transferibles ■ Se obtiene capacitación y formación de alto nivel. ■ Desarrollo de redes profesionales ■ Acceso a bases de datos útiles ■ Resultados estimulantes 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Dificultad para implantar y adaptar prácticas de un medio diferente ■ Hay bastante información no transferible ■ Requiere de mucho tiempo de dedicación

Figura A.265 – TIPOS DE BENCHMARKING

Fuente: Benchmarking, Michael SPENDOLINI, Edit. Norma, 1992; p. 20

Podemos por tanto practicar el Benchmarking dentro de nuestra organización (Benchmarking interno) aprovechando las mejores ideas, experiencias y capacidades de quienes colaboran en ella; también lo podemos aplicar aprovechando el conocimiento tan amplio de las instituciones más prestigiadas del mundo (benchmarking funcional o genérico) quienes ofrecen siempre la información más útil y actual y la información complementaria aportada por proveedores, subcontratistas, clientes, organismos financieros o empresas dedicadas a otra actividad. En muchos casos esta información se puede complementar ventajosamente con capacitación a nuestros colaboradores.

De las empresas dedicadas a otra actividad, el ejemplo del constante desarrollo de la industria automotriz en procesos de producción ha sido una excelente referencia para la industria farmacéutica al emular los sistemas de producción esbelta.

El mismo sector automotriz es un referente útil para mejorar nuestros procesos productivos y para evolucionar en nuestros procedimientos de diseño, por ejemplo, utilizando el concepto de “*planos de desarrollo de formas*” (muy usado en la ingeniería electromecánica) que se utiliza como base para el armado de productos volumétricos.

Debido a los problemas que normalmente se presentan para obtener información en nuestro sector cuando se quiere hacer Benchmarking competitivo de la competencia directa se puede recurrir al Benchmarking de la competencia internacional y al Benchmarking funcional con mayor intensidad el cual aporta información y formación que en más de las veces supera en valor a la del Benchmarking competitivo.

Entre las ventajas que nos da la implantación de un proceso de Benchmarking tenemos las siguientes:

- Nos obliga primero a conocernos a nosotros mismos con objetividad dando medidas de actuación de procesos y resultados internos para poder compararlos con la empresa o las empresas de referencia.
- Nos demuestra que existen otros métodos alternativos que producen resultados superiores en el desempeño de un proceso (sobretudo a los escépticos de siempre)
- Nos saca de la caja en la que estemos a otras sucesivas más grandes ampliando así nuestra visión, los marcos de referencia, las perspectivas y los contactos de los miembros de nuestra organización.

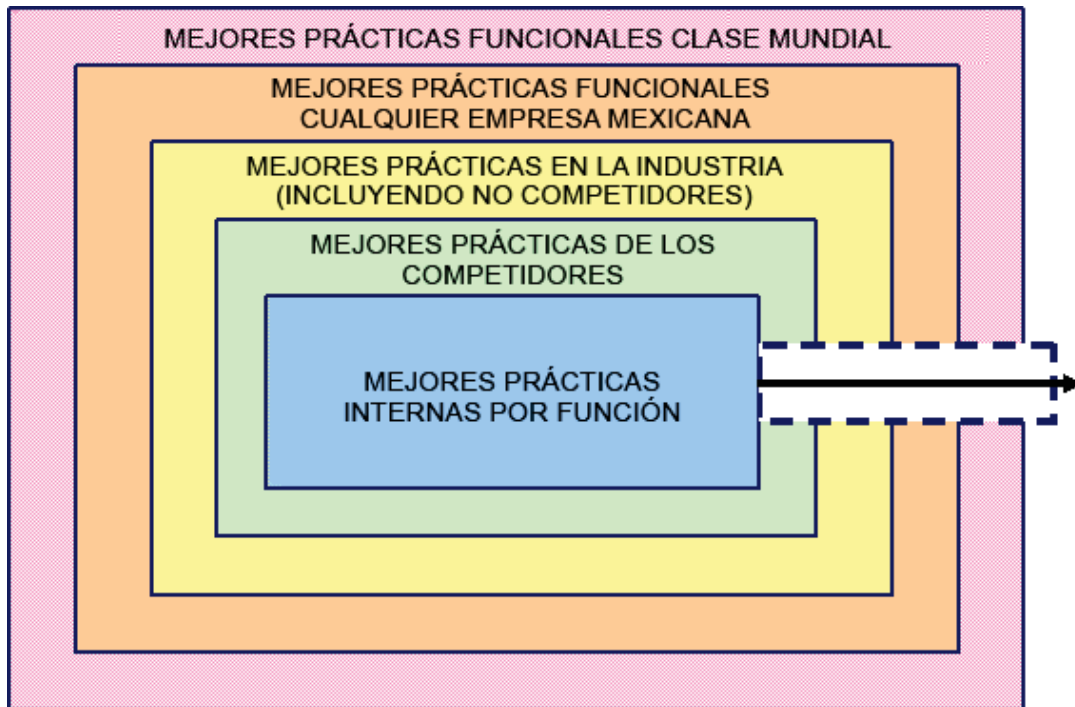


Figura A.266 – PENSANDO FUERA DE LA CAJA EN LA QUE ESTAMOS
Fuente: Benchmarking, Michael SPENDOLINI, Edit. Norma, 1992; p. 28

- Nos predispone a aprender y a descubrir medios y recursos para ir obteniendo logros.
- Nos ubica al compararnos con las mejores empresas del país, del continente y del mundo. Identificamos así con claridad nuestras fuerzas y nuestras debilidades.
- Nos motiva y estimula la creatividad y la innovación mediante la identificación de mejores formas para desempeñar nuestros procesos de trabajo. Y nos induce a aprovechar cambios y deseos de mejorar.
- Nos permite identificar las áreas a reestructurar y a las que se debe aplicar mejora continua.
- Para obtener logros nos obliga a establecer metas y objetivos concretos para el proceso, basándose en los niveles de desempeño alcanzados por los más destacados, adaptando las mejores prácticas externas en nuestras operaciones internas.
- Acelera el aprendizaje organizacional depurando estrategias, prácticas, procesos, servicios y productos mediante la comparación con los mejores.
- Nos permite aplicar las mejores prácticas capitalizando los beneficios y evitando lo negativo.

El Benchmarking nos da también un marco de referencia.

- Nos informa sobre cual o cuales son los récords hasta ahora logrados en la olimpiada industrial de nuestro sector y quienes son los campeones.
- Indica la manera de lograr los mismos récords.
- Nos da pauta y referencia para organizar la información dispersada que existe sobre cada punto a mejorar
- Rompe nuestras propias barreras y creencias sobre que tan alto podemos llegar.
- Permite ir midiendo sistemática y continuamente nuestros caminos y logros.

CRITERIOS DE APLICACIÓN DEL BENCHMARKING

Puede ser usado para entender no sólo a un competidor sino a cualquier organización, sea competencia o no; grande o pequeña; pública o privada extranjera o nacional.

La clave es aislar maneras de medir datos comunes de funciones como: construcción, ingeniería, mercadotecnia, finanzas, etc., y comparar las prácticas de nuestro propio negocio con las de aquellas organizaciones que se han autoestablecido como líderes o innovadoras en dicha función o negocio por ejemplo:

Actividades particulares como elaboración de presupuestos que existen comúnmente en cualquier organización.

Si podemos observar investigando las prácticas de presupuestación de organizaciones con excelente reputación en dicha actividad y comparamos sus procedimientos con los nuestros podremos aprender algo sobre presupuestos de dicha empresa.

La acumulación de información sobre *inteligencia competitiva* tradicionalmente se tiende a enfocar casi de manera total hacia la medición de resultados o productos terminados. Conceptos como *ingeniería inversa* o comparaciones de producto viendo lado por lado son los más comunes.

Sin embargo, el enfoque en el producto terminado o en el servicio debe concentrarse de manera extensiva en las particularidades del proceso.

El énfasis por tanto no debe darse sólo en lo que produce otra organización sino en *cómo el producto o servicio fue diseñado*, construido, mercadeado y servido. *Buscar donde está la excelencia del proceso además de la del producto o servicio.*

Nosotros podemos pensar como prohibido el conocer y comparar a otras organizaciones con la nuestra y en varios casos se puede confundir el conocimiento del sector con la copia patentada de un producto o servicio.

Una cosa es conocer e incluso compartir conocimientos con organizaciones del mismo u otro sector y otra es copiar o imitar exactamente. Existe en países como los E.U. dicha cooperación entre empresas con apertura y espíritu de colaboración.

Sin embargo, es cierto que *podemos crearnos problemas y demandas con empresas que tengan patentado un producto o proceso que consideren confidencial algunos de sus desarrollos o funciones internas.*

Según estadísticas en los Estados Unidos de América *sólo el 20% de la información industrial es confidencial y el 80% es accesible.*

El Benchmarking, por tanto, hay que desarrollarlo cuidando *respetar los aspectos legales y éticos*, elaborando un código formal para el equipo que lo haga e incluso conseguir la aprobación de la empresa analizada y asesorarse con abogados.

El Benchmarking debe considerarse como una parte del desarrollo total de una empresa en la que se tienen que ir implementando otros enfoques como los ya tratados en este trabajo.

Hay también referencias (benchmarks) totalmente ajenas a la actividad que nos ocupa y que, sin embargo, pueden ser bastante ilustrativas y útiles.

Puede recurrirse a la descripción organizativa de un deporte como el "football" que tiene claramente definidas sus reglas del juego, la cantidad de jugadores y sus roles así como de otros actores importantes como los árbitros y los coaches, etc. cuando se trata de visualizar una organización eficiente enfocada a proyectos.

Es útil también comparar la manera en la que en un restaurante se piden y entregan los alimentos a los clientes cuando se busca eficientar la distribución de materiales en los procesos de obra.

LOS CONCEPTOS QUE SE SOMETEN AL PROCESO DE BENCHMARKING SON:

- Productos y servicios
- Procesos de trabajo (formas de producción)
- Funciones de apoyo (financiamiento, recursos humanos, investigación y desarrollo)
- Desempeño organizacional (medición de costos, producción, calidad)
- Estrategia (planes a corto, mediano y largo plazo y procesos de planificación)

EL BENCHMARKING NO ES:

- Un evento que se realiza una sola vez
- Un proceso de investigación sencilla
- Duplicar un proceso, copiar o imitar un producto (cuidar la ética y la legalidad)
- Espionaje industrial
- Hacer turismo a ferias y exposiciones
- Copiar sin razonar ni estudiar el costo-beneficio de una parte del proceso o del producto (no ver sólo los signos externos o copiar los síntomas)
- Evaluar con prejuicios personales o con suposiciones no comprobadas objetivamente
- Una moda o una herramienta aislada

PASOS A SEGUIR PARA IMPLANTAR UN BENCHMARKING

De manera resumida se indican los pasos de implantación del Benchmarking.

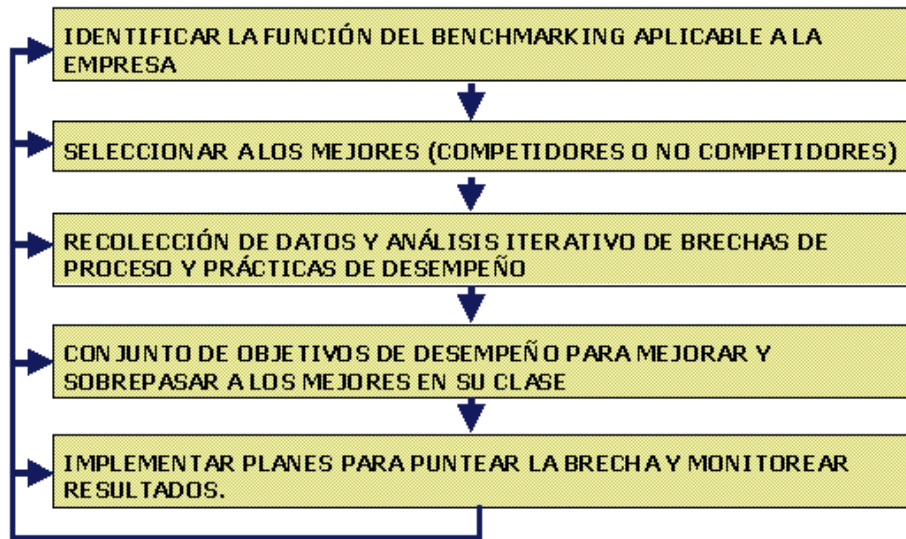


Figura A.267 – PROCESO DE IMPLANTACIÓN DEL BENCHMARKING

Fuente: *Benchmarking*, Michael SPENDOLINI, Edit. Norma, 1992; p. 50

La aplicación del Benchmarking implica inversión de tiempo, dinero y esfuerzo con determinación, disciplina y constancia, pero es el único camino para lograrlo.

En general es más difícil para las empresas que aplican el Benchmarking la implantación y el romper con los ritos, hábitos, inercias y costumbres que obtener la información para poder ser los mejores. Es como proponerse a adelgazar, a hacer ejercicio diario, dominar un idioma extranjero o estudiar otra carrera.

En las empresas pequeñas conviene que el Director General o dueño sea quien se atribuya esta responsabilidad, en las grandes debe haber un total involucramiento por parte de las mayores jerarquías directivas para lograr éxito.

En ocasiones al cliente se le involucra en el Benchmarking *mostrándole físicamente las ventajas de nuestro producto en relación con la competencia.*

Para hacer Benchmarking se requiere una actitud abierta que implica:

- Ser profundamente autocrítico.
- Ser objetivo en la evaluación o la apreciación sobre la empresa, sus recursos y sobre uno mismo.
- Desear verdaderamente cambios con fines de superación y, por tanto, estar dispuesto a invertir a mediano y largo plazo *buscando un posicionamiento en el mercado.*
- Observar analíticamente a los competidores y/o líder.
- Concebir el aprendizaje como un derivado de la observación y como un arma competitiva permanente.
- Conocer y enfrentar los *retos operativos en la empresa.*
- Estar conscientes de que estamos inmersos en un contexto de *cambio constante* y en un proceso de *mejora continua.*
- Evaluar los propios procesos contra los de los competidores más destacados sin complejos.

El sector actual de las desarrolladoras de vivienda en general funciona como un sistema cerrado donde las prácticas son casi las mismas o difieren muy poco (presupuestos, construcción, ventas, información, organización, etc.).

- Tenemos inercia al cambio y escepticismo sobre las ventajas que pueden darse al adoptar algo diferente para mejorar (sea un nuevo control, un nuevo sistema constructivo, etc.)
- No se invierte en investigación, desarrollo y capacitación (no se ve necesario hacerlo de manera sistemática y sólo esporádicamente asistimos a un curso o a una exposición).
- Nuestros proveedores de productos tampoco invierten en investigación y desarrollo y, por ello, hay poca evolución tecnológica. Existe la incursión de varios productos importados pero su precio los hace costosos para nuestro mercado.
- Las crisis económicas de México han reducido significativamente el mercado de trabajo y por no tener competencias adicionales a lo que normalmente se demanda,, hemos tenido que reducir nuestra actividad y el tamaño de la empresa (se podría dar un producto a mejor precio o incluso se podría exportar).

Comparándonos con los líderes mundiales:

Usualmente vemos a México como algo muy diferente al mundo donde difícilmente se puede adoptar o adaptar lo que se hace en el extranjero.

- En muchos casos no tenemos experiencia ni conocimiento para ser promotores y constructores a la vez y *desconocemos el concepto de servicio al cliente.*
- Tenemos un gran desfase tecnológico en diseño constructivo y procesos de ejecución con respecto a otros países.
- Necesitamos conocer con mayor objetividad y profundidad la tecnología de los materiales que utilizamos basándonos en las normas internacionales de calidad que todos los constructores destacados exigen a sus proveedores, a sus subcontratistas y a sí mismos.
- Necesitamos *capacitar a nuestro personal a todo nivel redefiniendo su perfil y simplificando a la vez nuestra organización.*

Las ventajas de utilizar el Benchmarking contra la implantación de una línea de investigación y desarrollo que se inicie partiendo de cero son:

- La investigación y el desarrollo propio implican inversiones altas con resultados a mediano y largo plazo. Los resultados no siempre son buenos o no todos se pueden aprovechar. Ya que hay muchos pasos con prueba y error que hay que hacer.
- Por el contrario el Benchmarking se apoya en resultados positivos ya existentes en la práctica de otras empresas, su implantación sólo requiere cambiar nuestros hábitos y prácticas actuales. *Vamos a la segura.*
- *Antes de implantar un programa de investigación y desarrollo propio hay que actualizarse conociendo las mejores prácticas vigentes.*
- Hay que *conocer y aplicar las reglas del arte de la profesión y aprovechar las modernas herramientas de informática y los conocimientos actualizados de administración.*

- En nuestro caso además de investigar a la competencia, es también muy productivo *conocer como se desarrolla nuestra actividad en otros países, de ahí podemos adoptar muchas prácticas novedosas y útiles en el medio.*
- Al ver empresas extranjeras dedicadas a la construcción y a la vivienda, si se estudian con detalle, siempre nos aportan conceptos o partes del proceso o del producto que pueden ser de mucha utilidad o pautas de otras ideas o simplemente mejoras de detalle.
- Los fabricantes de productos y equipos para la construcción así como las universidades y los centros de investigación, desarrollo y capacitación internacionales son fuente inagotable de información útil. Los organismos de normalización y certificación obligan de hecho a desarrollar gran competencia si nos proponemos a tener una empresa con reconocimiento de calidad a nivel internacional; además las normas tanto nacionales como internacionales son otra fuente importantísima de conocimiento.
- Los proveedores y subcontratistas pueden apoyar a nuestras empresas con capacitación y pueden involucrarse más en nuestros procesos de trabajo. En otros casos nosotros tendremos que capacitar y motiva a proveedores y subcontratistas para mejorar.
- Es de utilidad invaluable asistir sistemáticamente a ferias y exposiciones nacionales e internacionales de materiales, procedimientos de construcción y equipo de obra.
- *Se pueden visitar (y de hecho se hace) los desarrollos de la competencia,* conocer sus informes anuales y obtener datos adicionales a través de proveedores, subcontratistas comunes, clientes e incluso empleados anteriores.
- Empresas que no son del sector pueden también ser importantes fuentes de información para el Benchmarking. Por ejemplo: los bancos nos pueden enseñar mucho sobre como tener la información contable al día, los fabricantes de equipo nos pueden dar útiles ideas para mejorar los procesos constructivos; los talleres de mantenimiento de aviones nos dan la pauta para dar mantenimiento correcto y eficiente a nuestros equipos, empresas del ramo alimenticio automotriz y de bebidas nos pueden dar pautas muy válidas para la comercialización de nuestros productos, etc.

Para formar una línea de liderazgo de nuestras empresas para que estén en el top aplicando el Benchmarking se proponen los siguientes pasos.

- Invertir en gente y capacitación.
- Utilizar la tecnología de vanguardia.
- Potencializar a los trabajadores.
- Premiar los logros.
- Enfocarse en el cliente.
- Trabajar juntos en la reducción de costos, la aplicación de nueva tecnología, la higiene y seguridad, etc.
- Mejorar la calidad hasta la obtención y mantenimiento de la certificación.
- *La comparación nos permite percatarnos de la posibilidad de trabajar a nivel internacional.*

Cuando la planeación y la preparación sustituya a la improvisación, el enfoque industrial sustituya al costumbrismo artesanal, la medición objetiva sustituya a la apreciación o suposición y la disciplina sustituya a la aleatoriedad, estaremos con bases para poder beneficiarnos de manera sinérgica, a través del Benchmarking, de todo el desarrollo que exista a escala mundial.

Para emplear el Benchmarking debemos estar dispuestos a invertir tiempo y dinero en ello de manera continua. Dicha inversión se paga con creces ya que comienza a dar frutos en tiempos relativamente cortos.

La implantación del análisis comparativo (Benchmarking) se puede hacer en cualquiera de las empresas dedicadas a la vivienda (o a otro sector), sin importar su tamaño ni su forma organizativa.

Independientemente de la talla de la empresa hay que subir el nivel de organización con altos objetivos y el Benchmarking nos permite conocer y buscar altas metas a través del conocimiento de las empresas que juegan en las ligas mayores.

Los principales obstáculos que se presentan al implantar el Benchmarking se dan en la inercia, el bloqueo y la oposición de los colaboradores con nivel jerárquico alto o de influencia en lo que hace por posible miedo a lo novedoso o por sentirse desplazado en sus funciones.

Por ello, nuevamente resurge el tema del factor humano. Hay que convencer a los colaboradores para que se genere y se desarrolle un ambiente estimulante para trabajar con ilusión y motivación, dando ideas enriquecedoras y para buscar la satisfacción personal y grupal.

Como procedimiento rutinario, es recomendable tener anualmente un programa de visitas a ferias y exposiciones, una cantidad de horas predeterminada para la asistencia a cursos sobre temas novedosos, un contacto vivo con las universidades, los colegios y asociaciones profesionales y sectoriales así como con instituciones de investigación y desarrollo nacionales e internacionales que nos mantengan al corriente de todas las novedades que se vayan dando.

Paralelamente y de manera continua hay que estar haciendo estudios de mercado y análisis comparativos con la competencia y un seguimiento del desempeño de las empresas líderes.

Hay que desglosar las comparaciones revisando las características de forma y contenido de los productos y de las peculiaridades de los procesos.

Siempre hay algo que aprender y algo que compartir con la competencia y más que preocuparnos por la competencia debemos preocuparnos por nuestra incompetencia ocupándonos por superarla.

El conocimiento del entorno internacional ubica, motiva y permite descubrir oportunidades de mejora y líneas de desarrollo que difícilmente, de otra manera, pudiese lograrse.

Lo más importante del saber-hacer obtenido a través de la aplicación del Benchmarking es aplicarlo en el menor tiempo posible. De nada sirve conocer tantas posibilidades de desarrollo quedándose sin cambiar el acostumbrado *modus operandi*, aunque se puede llegar a acumular un conocimiento no aplicable extensivamente sino sólo puntualmente.

De cualquier manera, el tener desarrollada una preparación previa para afrontar condiciones poco comunes es también una ventaja competitiva.

A-5 COMPUTACIÓN

El uso de las computadoras y de los sistemas de computación se ha vuelto indispensable en la operación de toda organización, tan sólo el Internet permite que a través de e-mails se tenga una *comunicación en red (extensiva) y en tiempo real* y no con atraso y a través de un solo canal jerárquico o funcional.

La *Informática* integra los conocimientos y técnicas para el tratamiento automático de toda la información que maneje la organización por medio de computadoras empleando programas bien integrados entre sí y bien acoplados a la gama de trabajos realizados por los participantes.

Las computadoras se emplean en todas las fases del proceso de los proyectos que van desde el análisis de factibilidad hasta el cierre y terminación total de un proyecto así como en todos los registros y controles propios de la organización.

Los sistemas de computación son capaces de reducir el tiempo y el trabajo requerido para desempeñar muchas funciones laboriosas relacionadas con la administración, el diseño y la construcción aplicadas sobre muchos proyectos.

Las computadoras y los sistemas de computación ayudan en la mejora de los elementos que conforman la calidad, que van desde la calidad del diseño hasta los costos de todo el ciclo de proceso de los proyectos.

La siguiente figura **A.268** ejemplifica la estructuración de los medios informáticos más utilizables.

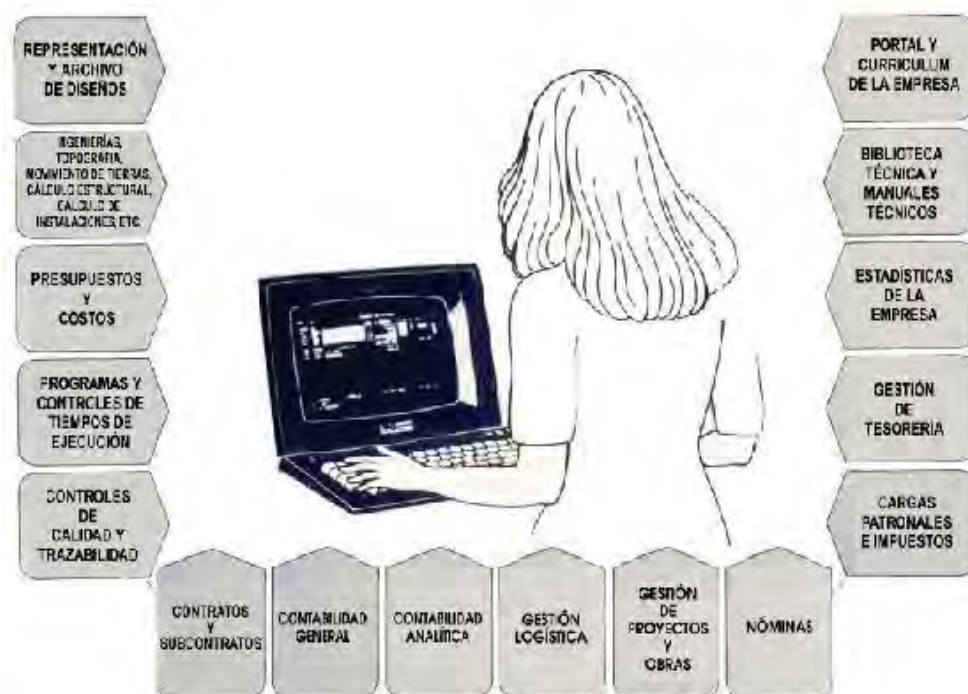


Figura A.268 – EJEMPLO DE ESTRUCTURACIÓN DE RECURSOS INFORMÁTICOS PARA EMPRESAS DESARROLLADORAS DE VIVIENDA

Ref. Publicidad de empresa: UTI-SERVICES (BTP-ÉCO)

Las computadoras se utilizan generalmente en cuatro áreas básicas:

1. Aplicaciones para diseño arquitectónico y técnico
2. Representación fotorealística usada para la comercialización
3. Coordinación de proyectos y administración de datos
4. Administración y contabilidad, desarrollo de sistemas, administración y programación.

Las computadoras adecuadamente empleadas, administradas y mantenidas a lo máximo posible pueden dar al equipo de un proyecto y a la organización en su conjunto un considerable poderío en el procesamiento de datos, incluyendo la implantación de:

- *Herramientas analíticas* que permitan la simulación de la operación de proyectos completos o de desempeños para ayudar a decisiones de diseño.
- *Herramientas de síntesis* que permitan la selección automatizada de las variables de diseño gracias al volumen de información operable y a la sofisticación que las computadoras pueden manejar y que hace impráctico el empleo de métodos manuales.
- *Gráficas* que permiten la visualización de las consecuencias potenciales de decisiones de diseño, la verificación rápida de ingresos y salidas de datos, la explicación de particularidades del diseño para participantes sin bases técnicas y la alimentación y reutilización de datos utilizados en el proceso de construcción.
- *Bases de datos compartidos* que permiten un intercambio de información rápido, preciso y económico entre los participantes del proceso de diseño y construcción.
- *Acceso a bases de datos genéricos* proporcionados de manera precisa, económica y oportuna para la obtención de información requerida para la toma de decisiones sobre el diseño.

Todo el proceso de diseño y todas las particularidades del producto de un proyecto son susceptibles de implementarse con la ayuda de medios informáticos, ya sea adquiriendo, adecuando o desarrollando los programas necesarios para tal efecto.

La siguiente figura **A.269** esquematiza una de tantas maneras de sistematizar la información para su aprovechamiento en las actividades de una organización orientada a la ejecución de proyectos.

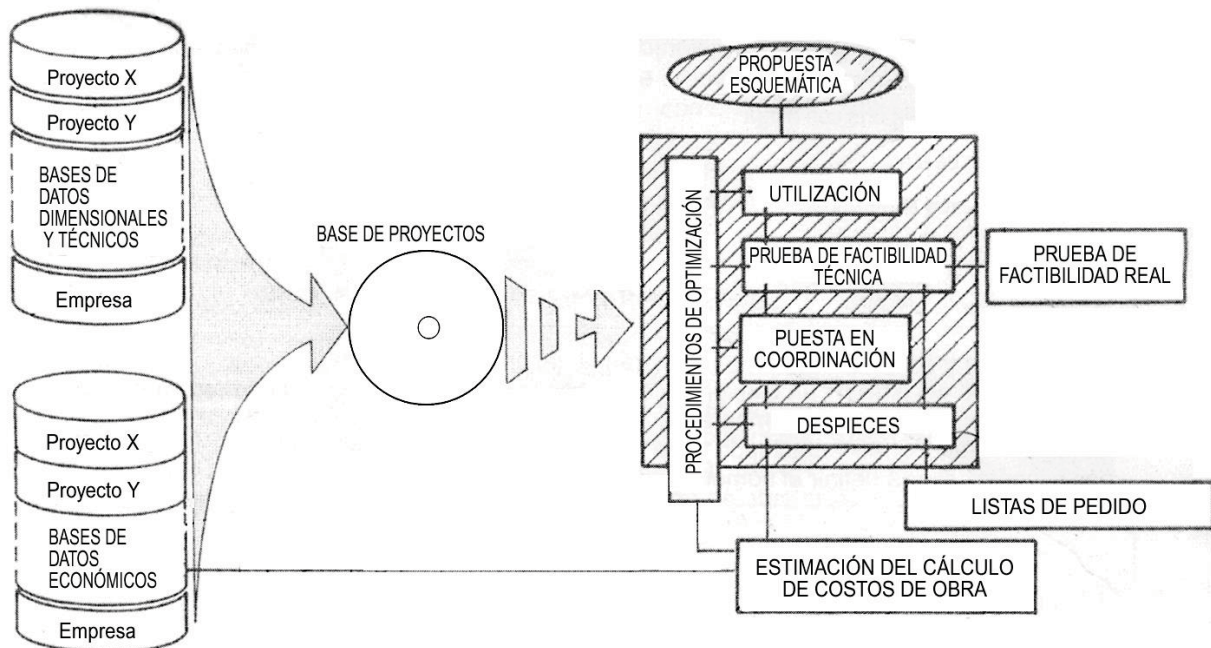


Figura A.269 – ESQUEMA DE UN SISTEMA DE MANEJO DE INFORMACIÓN DE PROYECTOS

Fuente: Reporte de actividades 1986 – CERIB – p.28

Es importante contar con una programación estructurada de todos los softwares que se utilicen con objeto de asegurar su interconexión y su interacción.

Hay que buscar siempre, a pesar de la complejidad inherente, la confiabilidad, la economía, la flexibilidad y la operación amigable de todos los programas que se usen.

Las computadoras y los métodos de computación también contribuyen a documentar y lograr la calidad de los procesos y productos.

Las computadoras han transformado sustancialmente las prácticas de diseño, del desarrollo técnico y de la administración de los proyectos por su velocidad y precisión en el manejo de la información y por la posibilidad de considerar de manera rápida y eficiente varias alternativas que se propongan.

El uso efectivo de los métodos computacionales ha llegado a ser esencial para poder permanecer económica y técnicamente competitivos.

Las consideraciones específicas sobre las aplicaciones de las computadoras en las actividades de diseño incluyen la programación del proyecto, el diseño conceptual (*concepción asistida por computadora*), el diseño preliminar (diseño básico integral) (*diseño asistido por computadora*) y el diseño final (diseño ejecutivo) así como la conciliación entre los datos del diseño final y del diseño de obra real.

En la *programación del proyecto* se formulan los criterios económicos, estéticos, funcionales, medioambientales y de seguridad. Algunos de estos criterios se dan en expresiones cualitativas y otros en datos cuantitativos. El uso efectivo de las computadoras en la programación del proyecto incluye:

- La búsqueda en la base de datos para obtener las pertinentes restricciones reglamentarias vigentes que el proyecto debe de cumplir (zonificación del suelo, reglamento de construcción, seguridad, impacto urbano y ambiental, etc.)
- Empleo de base de datos y técnicas de estudio del diseño para definir las funciones y relación de costo-beneficio para el proyecto y para establecer valores para criterios de diseño.
- Consulta y comunicación con otros participantes en el proyecto empleando métodos manuales o informáticos de intercambio de información (correo electrónico) para identificar y solucionar conflictos en criterios y oportunidades de creación de sinergia.

El empleo de la computación en este caso implica la verificación del criterio establecido. Las visitas al sitio son particularmente útiles. En el sitio del proyecto pueden identificarse y comprobarse las especiales condiciones urbanas y ambientales. En terrenos con similares servicios y características puede evaluarse la efectividad de los programas de proyecto así como los requerimientos especiales para el proyecto en cuestión que se esté desarrollando.

Para el *diseño conceptual* se identifican esquemas de solución que incluyan al programa y establezcan los criterios adicionales requeridos para cada esquema. El uso de la computación en el diseño conceptual incluye:

- El empleo de programas gráficos para esbozar esquemas de solución y se logre su coincidencia con el programa.
- El acceso a fuentes de datos y sistemas de información para definir acciones que consideren al medio ambiente en el esquema específico.

- El acceso a fuentes de datos y sistemas de información para identificar mecanismos críticos de falla y técnicas confiables para predecir la respuesta del sistema.
- El empleo de sistemas de gráficas para comprobar la adecuación de los esquemas parciales entre el equipo de trabajo y para ayudar a los participantes que no tengan bases técnicas en la evaluación de esquemas alternativos.

El empleo de la informática, en este caso, supone la validación comprobada del criterio requerido para cada esquema considerado.

La evaluación cuantitativa del nivel de satisfacción de los criterios del proyecto de cada esquema compositivo se aborda en la etapa del diseño preliminar.

Para el *diseño preliminar* (diseño básico integral) algunos criterios de diseño críticos, algunas variables y algunas acciones usualmente determinan la validez de una solución particular de diseño, estas variables y acciones son identificadas por el equipo de diseño y son evaluadas las variables de diseño encontradas para asegurarse que cumplan con el criterio de diseño. El esquema general se va extendiendo hacia la solución de detalles siempre y cuando los resultados del diseño preliminar sean promisorios.

El empleo efectivo del uso de las computadoras en el diseño preliminar incluye:

- El acceso a datos útiles y a los sistemas de información que proporcionen modelos sencillos y transparentes para la predicción de desempeños.
- Las técnicas analíticas de aplicación manual o computacional para establecer valores cuantitativos de evaluación de las variables del diseño que satisfagan suficientemente a los criterios de diseño.
- El uso de programas de computación para estudiar las características del diseño y la concordancia con otros criterios de diseño.
- El intercambio de datos del diseño preliminar con los demás participantes en el proyecto para identificar y resolver inconsistencias.

El uso de las computadoras en este caso supone una revisión normal pero independiente del diseño preliminar para su validación y consistencia. En varias áreas de la ingeniería civil los métodos de análisis tradicionales y racionales, como los órdenes de magnitud, son bastante efectivos para verificar los resultados de los métodos computacionales.

El *diseño ejecutivo* o diseño final comprende la determinación del valor de cada variable de diseño, de criterios de satisfacción del diseño y la preparación de la base de datos, planos y especificaciones para transmitir los resultados del diseño a todos los participantes del proyecto.

La siguiente figura **A.270** esquematiza el proceso de gestión de los datos informatizados de los proyectos.

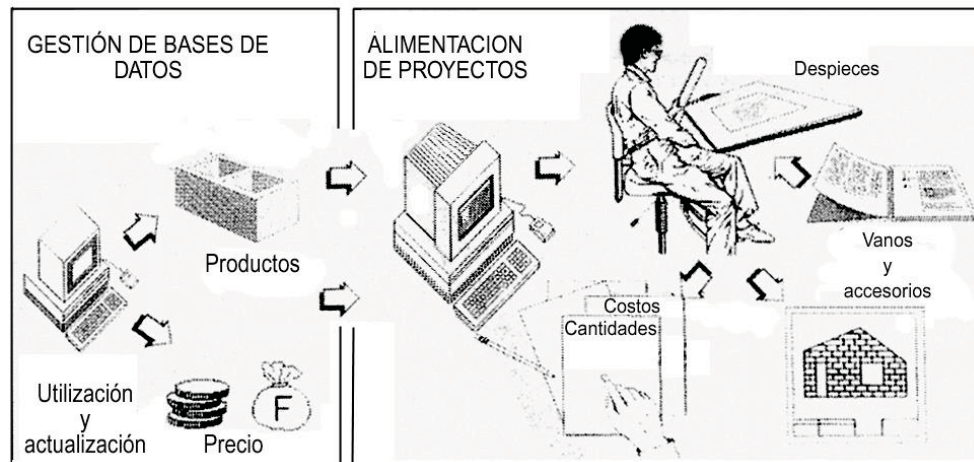


Figura A.270 – FLUJO DE INFORMACIÓN INTERACTIVA EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS

Fuente: Catálogo Celepibloc No. 6 - CERIB 1993

Los requerimientos para un uso efectivo de los medios informáticos incluyen los siguientes pasos:

- *La implementación de la computación* para la transferencia, la visualización y el manejo de datos en equipos de medición (estación total para levantamientos asistidos, densímetro nuclear, equipo de laboratorio y administración informática de la calidad, etc.)
- *La selección de técnicas analíticas de modelización* para una alimentación eficiente de datos y una comprobación de resultados y para denotar los resultados que sean críticos.
- *El empleo de una fuente de información para guiar la formulación del modelo analítico de cada subsistema* para obtener la precisión necesaria de manera económica.
- *La evaluación crítica de los resultados del análisis* con los resultados correspondientes del método analítico independiente utilizado en el diseño preliminar.
- *El uso de técnicas apropiadas para el diseño* considerando factores como la confiabilidad y el costo del ciclo de vida.
- *El empleo de representaciones computarizadas del diseño de varios subsistemas*, que incluya la utilización de verificaciones automáticas de interferencia y la revisión de todo el equipo del proyecto para identificar y eliminar inconsistencias y errores (la ejecución de planos a escalas compatibles y la superposición de los mismos en layers para identificar interferencias son verificaciones muy efectivas para el logro de la coherencia en la información).
- *El uso computarizado de especificaciones archivadas y de detalles constructivos* como parte de la preplaneación en la empresa para formular las especificaciones de obra propias del proyecto en cuestión, revisando los resultados manualmente con la ayuda de los órdenes de magnitud disponibles para ver que sean lógicos y creíbles.

Hay que enfocarse especialmente en los elementos específicos del proyecto cuando se especifican para no perderlos u olvidarlos en la aplicación rutinaria de las especificaciones de formato.

Hay que confirmar que las especificaciones de formato estén actualizadas con respecto a los reglamentos y normas vigentes y que estén adecuados a las particularidades del proyecto.

- *El control de obra* que implica la informatización de la bitácora oficial, del diario de obra y de seguimiento de suministros, almacenes y avances, de maquinaria, así como de medios auxiliares.
- *El uso de programas de costos y de cuantificaciones de obra* para la preparación de presupuestos y de explosión de insumos, así como la paquetización y la programación de los trabajos, verificando los resultados con cálculos independientes, manuales o automatizados.
- *El facilitamiento de formatos de presupuestación de materiales, de planos y de especificaciones, así como de listas de verificación de paquetes de obra* para permitir la revisión y aprobación rutinaria de la obra en su avance y en el cumplimiento de todas las consignas previstas para su ejecución.
- *El establecimiento de procedimientos de actualización con boletines* cuando ocurran cambios durante la revisión del diseño, la contratación y la construcción.

La conciliación entre los datos del diseño ejecutivo y del diseño de obra real es el resultado, en la construcción de los proyectos, del registro de desviaciones y cambios que afectan principalmente a los alcances contratados y a la confiabilidad de la documentación que respalda lo ejecutado en la realidad.

Implica la implementación de un procedimiento para determinar el cumplimiento con los documentos de diseño por parte de los materiales empleados, el procedimiento de fabricación y de ejecución, etc. y, la revisión y aprobación de cualquier cambio necesario.

El empleo de las computadoras en la base de datos de administración puede ayudar a eliminar rediseños de última hora, cambios improvisados en obra sin soporte documentado ni costado, lográndose estar al día en el diario de obra y en la documentación del proyecto.

Las computadoras son también de uso normal en el seguimiento administrativo de las construcciones. Los usos más frecuentes que tienen se dan en la Contabilidad General, en la Contabilidad Analítica y en la Administración de los Proyectos donde se controla el costo, los avances contra programas, los materiales, los subcontratos y la administración del proyecto propiamente dicho.

En la contabilidad se controlan principalmente los siguientes conceptos:

- *La Contabilidad General*, incluyendo toda actividad financiera, reportes contables, consolidaciones y estados financieros para administrar y analizar en detalle la rentabilidad de la organización y proporcionar reportes para cumplir con los requerimientos de auditorías.
- *Las Cuentas por Pagar*. Este sistema monitorea a las notas de remisión, las facturas o cuentas que la empresa debe a sus acreedores. Puede usarse para llenar cheques y ayuda a analizar los requerimientos de efectivo, pagos a vendedores, a subcontratistas así como pagos prioritarios que tengan que efectuarse.
- *Las Cuentas por Cobrar* monitorean los cobros pendientes y puede generar estados de cuenta, facturaciones y reportes de control.
- *Las Nóminas y llenado de cheques y cálculos de pagos por impuestos, deducciones y horas extras*, registrando dedicación de tiempos a varios proyectos.
- *El directorio y expedientes del personal* (dirección, teléfonos, currícula, capacitaciones, evaluaciones de desempeño e historial).
- *Gestión de contratos*: altas, bajas, accidentes y enfermedad.
- *Líneas de crédito e hipotecas*.

En el seguimiento de la administración de los proyectos (que incluyen el control de costos, la programación, el control de materiales, mano de obra, equipo y servicios así como los subcontratos y la administración de los proyectos propiamente dichos) que incluye:

- *La presupuestación de cambios*, lo cual permite la inmediata identificación del impacto en costo de eventos que potencialmente afectan el costo para completar el proyecto. Además de la identificación de costos, recapitula el alcance y las condiciones cambiantes en la obra.
- *Las requisiciones*, produce formatos de hojas de trabajo para el proceso de aplicaciones de pagos, implementando así el sistema de costeo de la obra.
- *Las cuentas por pagar* – El desempeño de estas actividades es similar al descrito para cuentas por pagar corporativas; sin embargo, en un entorno de subcontratación o de contratación general, los datos tienen un flujo hacia los costos de obra y hacia el sistema general consolidado.
- *Los reportes de costos de obra* – Este es un expediente de base de datos para el sistema de administración que recibe los datos de los sistemas de control de costos para el monitoreo oportuno de todos los costos.

Produce reportes para un usuario final, formatea la información según se requiera, identifica los costos reales y los compara con los presupuestados.

- *Los reportes de flujo de efectivo*, se utilizan para pronosticar, monitorear, predecir y comparar al flujo original con los requerimientos reales de desembolsos y con los ingresos o ambos. Reportan con precisión el estatus económico de las obras.
- *Las listas de actividades*, las cuales son relaciones de actividades o de tareas que pueden monitorearse en un formato tabular según se requiera. El enlistado integrado y el ordenamiento lógico de las actividades de obra es posible empleando un software de programación que consolide los datos alimentados por varios reportes.
- *La red lógica de programación* (red de ruta crítica), la cual se usa para programar, monitorear y reportar. Este tipo de softwares son fáciles de obtener para aplicaciones de computadoras personales y proporcionan formatos de reportes personalizables y fáciles de leer en gráficas de barras.
- *Las cuantificaciones de obra* – Estas cantidades del alcance de trabajo van indicadas en los dibujos del diseño. Los planos se cuantifican gracias a una interfase interactiva, un lápiz luminoso o una mesa digitalizadora. La computadora genera los dibujos elaborados en un sistema de Autocad o Archicad y puede manejar presupuestos de materiales.
- *Las estimaciones de costos* - Permiten la preparación de estimaciones sin errores matemáticos. Mantienen un catálogo de precios con costos unitarios estándar o con costos especiales alimentados por el responsable de presupuestos, permitiendo un recálculo rápido de conceptos adicionales.
- *Las solicitudes de cotizaciones* - Las cuales ayudan a seleccionar, notificar y solicitar cotizaciones a los subcontratistas.
- *Las evaluaciones de cotizaciones* que incluyen tablas comparativas de los presupuestos solicitados, permite revisar, concepto por concepto, las propuestas de los oferentes.
- *El control de materiales* que, como herramienta logística, registra el flujo de los materiales, desde la compra y la entrega hasta la colocación en obra.

- *La redacción de cartas y oficios* a través de paquetes de procesamiento de palabras automatiza el proceso de creación, almacenaje, impresión, rehechura y manejo de grandes cantidades de información. Estos paquetes pueden generar contratos, acuerdos o convenios estándar y formatos de oficina que pueden emplearse para la administración de nombres y direcciones.
- *El control de planos de taller* que monitorea a todas las ofertas requeridas para cada proyecto, el cómo se realizaron dichas ofertas y el estatus de cada una de ellas.
- *Los formatos y convenios* – Estos sistemas de procesamiento de palabras y las impresoras avanzadas a base de rayo láser proporcionan un completo y conveniente inventario de convenios estandarizados, formatos de oficina, requisiciones de pago, etc.
- *El escritorio de administración* – Este sistema automatiza el archivado, la obtención y el procesamiento de grandes volúmenes de información relativa a los clientes, consultores, subcontratistas y otras organizaciones que estén implicadas en varios proyectos de construcción. Incluye la capacidad de una obtención rápida y un directorio con funciones de tipificación y búsqueda. De este sistema se pueden obtener diagramas empresariales que ayuden a visualizar y controlar sistemas complejos (plataformas) o de comunicación.
- *Los análisis de inversiones* que comprenden un paquete completo financiero (pro-forma) que pueda determinar la factibilidad financiera de un proyecto propuesto.
- *El seguimiento de comercialización y ventas* que incluye: registros de propiedades, contratos de promesa de venta, anticipos y apartados, escrituraciones, control de visitas, gestión de post-ventas, administración condominial, informes estadísticos y analíticos, manuales de mantenimiento y manuales de propietario.

Además, es un hecho que la búsqueda en línea por Internet ha cambiado la forma de hacer negocios.

Actualmente la mayoría de usuarios que buscan comprar o vender una vivienda lo hacen a través de Internet e igualmente los inversionistas a nivel global ven en la red una fuente potencial de hacer negocios.

Últimamente, la primera información que utiliza un comprador de bienes raíces es Internet en 48% seguido del trato personal con 17%, del contacto vía telefónica con 13%, a través de revistas lo hacen el 8%, 7% consultando periódicos y 7% revistas y otras fuentes y esta realidad seguirá incrementándose en el futuro hacia el uso del Internet.

En México, 90% de las búsquedas se realiza vía Google; mediante la red una empresa u organización puede posicionar su marca o fortalecerla; crear una *base de datos* de clientes o contactos y conocer exactamente lo que la gente está buscando, en dónde se localiza, su perfil, etc.

Las desarrolladoras deben considerar invertir en un portal en Internet que satisfaga las necesidades de los usuarios de Internet para afianzar su presencia en este medio que en la actualidad se está convirtiendo en la vía de compra y búsqueda que los consumidores prefieren.

Además es una magnífica herramienta para conocer los hábitos de consumo y la competencia.

Las ventajas colaterales que se tienen se enlistan a continuación:

- Se automatizan las tareas rutinarias,
- Disponible las 24 hrs.
- No se requiere desplazarse siempre. Se acortan tiempos y distancias,
- Las búsquedas son perfiladas y específicas sobre el nicho deseado.
- Facilita el acceso a la información.
- Se tiene mayor oportunidad de retroalimentación.

Los sistemas de computación pueden utilizarse efectivamente en todas las fases de un proyecto por cada uno de los miembros del equipo de trabajo para producir en tiempo y precisión los reportes necesarios mejorando el proceso de comunicación.

Adicionalmente a las funciones administrativas, los sistemas de computación pueden ayudar a los miembros del equipo en muchos tipos de proyectos como:

- *Las telecomunicaciones (Internet e Intranet)* con programas computacionales especiales que pueden fácilmente conectarse con sitios remotos y permitir el acceso de sistemas de tiempo compartido con el uso de modems o multiplexers y líneas telefónicas para la obtención y aprovechamiento de la información en tiempo real.
- *El Autocad o Archicad (CAD)* que permite la planeación, la estimación de costos, la asignación de costos, la asignación de espacios y la planeación del mantenimiento. Un sistema CAD mantiene una base de datos de elementos estándar de planeación que pueden incorporarse al diseño; de esta manera, pueden elaborarse rápidamente listas detalladas de cantidades de materiales y de equipos y accesorios.

Los sistemas informáticos ayudan a reducir el tiempo requerido para desempeñar muchas funciones relacionadas con el diseño y la construcción y, adecuadamente administrados, pueden ayudar tremendamente para el logro de la calidad.

La siguiente figura **A.271** nos muestra una comparativa del tiempo de dedicación que un equipo de proyecto requiere cuando hace su trabajo de manera tradicional y del ahorro que se obtiene al aplicar la informática.

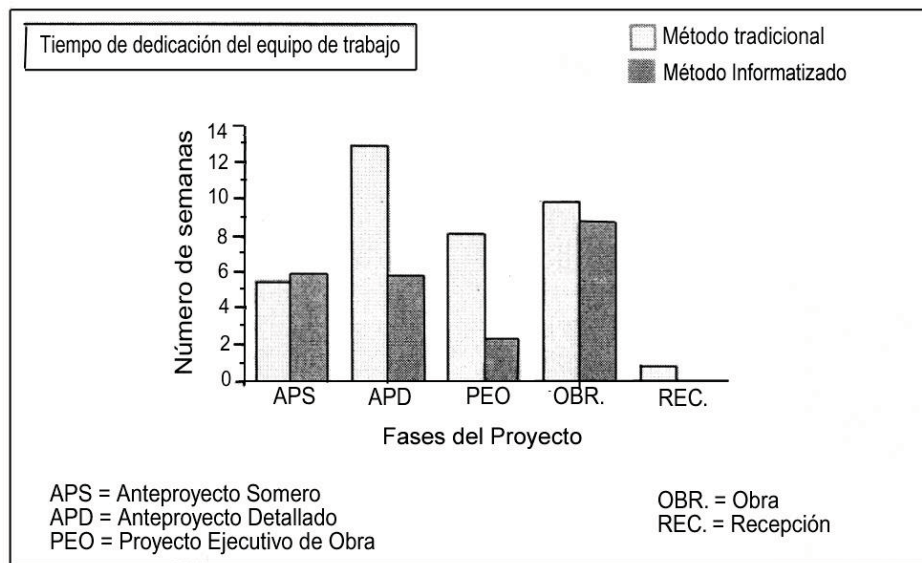


Figura A.271 – ANÁLISIS COMPARATIVO DE DESARROLLO DE LA INFORMACIÓN DE UN PROYECTO

Fuente: Reporte de actividades 1989 CERIB; p. 15

Las computadoras son ahora fundamentales en la práctica del diseño al crear la velocidad y la precisión de los datos creados y manejados y permiten aumentar las opciones o alternativas que puedan considerarse.

El empleo efectivo de las computadoras ha llegado a ser esencial para ser económica y técnicamente competitivos.

Se requiere, por parte de todos los colaboradores de la organización, utilizar los métodos informáticos con responsabilidad y conocimiento creciente por lo cual se requiere una constante capacitación y actualización de las últimas novedades y mejoras.

Las computadoras permiten, con el empleo de programas específicos, desempeñar con rapidez y eficiencia muchas funciones administrativas y operativas que normalmente consumen demasiado tiempo. En las actividades de construcción, por ejemplo, podemos dar un seguimiento confiable y rápido a los compromisos contratados, a los cambios, a los programas, a los sobrecostos motivados por cambios e imprevistos, a las relaciones con los subcontratistas, a las entregas de materiales y muchos otros aspectos que se dan principalmente en proyectos complejos.

Por otra parte, se pueden ir monitoreando las pérdidas y ganancias de un proyecto conforme vaya avanzando; la productividad se mejora significativamente y los problemas potenciales pueden identificarse y resolverse con oportunidad.

La informática mejora también la comunicación y el trabajo en equipo permitiendo acceso en tiempo real a todos los integrantes de la organización mejorando así la eficiencia en su desempeño.

El poder establecer comunicaciones instantáneas de un punto del planeta a otro, otorga la posibilidad de integrar equipos de trabajo a distancia conformados por los mejores especialistas a nivel mundial con la participación del equipo local (entre otras cosas, tratos con proveedores internacionales, consultas y relaciones con organismos y empresas relacionadas con el sector).

Se puede así amalgamar una visión global en el contexto específico para aprovechar lo mejor del mundo aplicable a nuestros proyectos.

Es importante que todas las necesidades de información y sus medios computacionales se operen con una base de datos integrada con un mecanismo de retroalimentación para lograr que pueda irse actualizando periódicamente.

Indiscutiblemente, la administración de la información en una organización desarrolladora de vivienda es variada y compleja y, poder administrar tantos datos sin el uso de los medios electrónicos disponibles es prácticamente imposible.

Las organizaciones que sean capaces de incorporar suficientes esfuerzos de administración de su información tendrán una importante ventaja competitiva. El empleo de medios computacionales, cada vez más completos y perfeccionados, son el único camino para lograr eficiencia a largo plazo.

Los medios de programación existentes pueden alcanzar un alto grado de sofisticación con el peligro de no sólo rebasar las posibilidades económicas de una empresa para invertir en ellos sino de hacer importantes inversiones en medios insuficientemente adecuados o subutilizados por falta de capacitación suficiente de los usuarios.

Cada vez más, sin embargo, esta tecnología se va tornando más accesible de costear y más amigable y fácil de utilizar. También dicha tecnología está proponiendo más opciones que aún no han sido lo suficientemente utilizadas en el medio de la construcción.

Entre varias aportaciones se encuentran:

- El uso de *código de barras* para el control de materiales de construcción.



Figura A.272a – ETIQUETA DE CÓDIGO DE BARRAS DE LA EMPRESA CTIW - TEXAS
 Fuente: *Construction Materials Management - George STUKHART – Edit. Marcel Dekker – USA - 1995, p. 247*

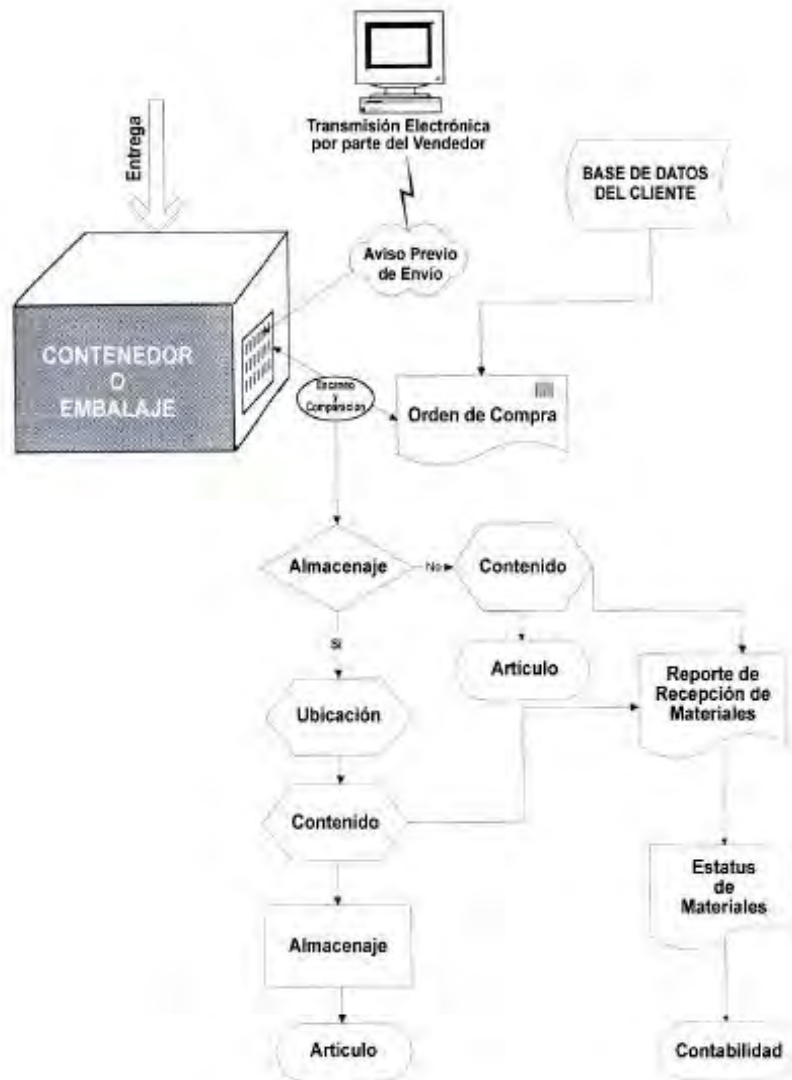


Figura A.272b – FLUJO DE RECEPCIÓN DE INSUMOS EMPLEANDO CÓDIGOS DE BARRAS
 Fuente: *Construction Materials Management – George STUKHART – Edit. Marcel Dekker – USA - 1995, p. 247*

- El empleo de *cámaras de video tipo time-lapse* (en lapsos de tiempo) tanto para el cronometraje y análisis de rendimientos de actividades de construcción (ya mencionado en el tema de programación) como para coadyuvar en la vigilancia y seguridad de las obras.
- La utilización de *la biometría* para la identificación de huellas digitales para la identificación, el registro de acceso y horario de trabajo del personal (en vez de reloj checador).



Figura A.273 – IDENTIFICACIÓN DE HUELLAS DIGITALES cada vez más utilizada para el acceso a locales o para verificar la hora de entrada y salida del personal en una empresa o una obra.

Ref. Revista: Techniques de construction No. 250 – Edit. Le Moniteur, marzo, 2005; p. Portada

- *La robótica* es muy empleada en otros sectores industriales y se aplica en el empleo de aparatos que realizan operaciones o trabajos en sustitución de personas. La robótica se va desarrollando cada vez más en la fabricación de materiales (blocks, ladrillos, concreto premezclado, precolados, habilitado y electrosoldado de acero) y de ventanería, carpintería, etc. En las obras de construcción de vivienda (último eslabón de la cadena de producción donde se tiene el principal consumo de mano de obra productiva, constituye un campo potencial inmenso para la robótica pero con un grado de dificultad extremo (organización de tareas, rigor de entorno, etc.); ello constituye un verdadero cuerpo de investigación que importa abordar desde hoy, tanto a nivel institucional como privado; aunque aún no se utiliza, en un futuro próximo será parte de nuestra forma de trabajar. Por ahora, sólo se utiliza en grandes obras públicas principalmente.

Ya existen robots para montar paneles de concreto, para soldar estructuras e instalaciones, para colocar elementos de mampostería, para colocar ventanas, para colar pisos industriales de concreto de reducidas tolerancias de nivelación y planeidad, etc.

Los robots se han comenzado a utilizar, desde los años 70, en países como Japón donde hay poca mano de obra y en obras cuyas condiciones de espacio disponible para trabajar, accesibilidad y seguridad hacen imposible o peligroso el empleo de personas (sitios estrechos como el interior de tuberías a soldar de diámetro reducido, subterráneos profundos y rascacielos de alturas excesivas).

Aunque un verdadero robot es “multitareas”, los robots empleados en la construcción sólo se destinan a operaciones simples y repetitivas o limitadas a la manipulación y el ensamblaje, tomando el rol de asistentes de la mano de obra calificada.

La utilización de robots implica obligatoriamente una *modificación de los métodos de trabajo* que incluyen la sistematización de tareas y de procesos de información perfeccionados.

En las siguientes figuras **A.274** y **A.275** se muestra un robot para colocar paneles de fachada y un autómata acoplado a una elevadora polivalente para colocar ventanas, puertas y cancelas exteriores.



Figura A.274 – ROBOT MIGHTY RAND PARA LA COLOCACIÓN Y FIJACIÓN DE PANELES DE FACHADA

Fuente: Revista Le Moniteur, abril 1990, p. 69



Figura A.275 – AUTÓMATA HIDRÁULICO FIJ, orientable en todas direcciones, instalado en la punta del brazo telescópico de una elevadora multifunciones 530-110 JCB para la colocación y fijación de ventanas y cancelas desde el exterior (Ventajas: 10% a 12% de ahorro en costo de colocación y una colocación en la quinta parte de tiempo).

Fuente: Revista Le Moniteur, septiembre 1993, p. 53.

Para el sellado y arreglo de tuberías de 75 mmØ a 25 mmØ se ha popularizado el empleo de robots que se meten en las redes sanitarias e hidráulicas y que desasolvan y enfundan las paredes interiores de los tubos o, sellan y unen todo tipo de tuberías desde su interior.

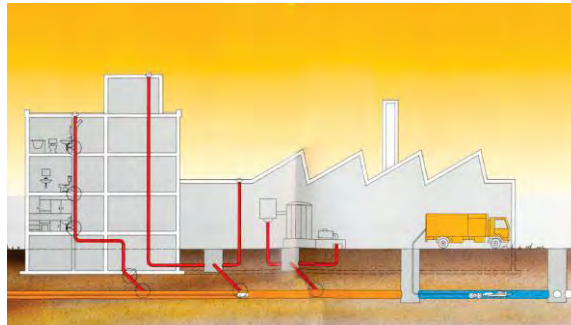


Figura A.276 – PROCESO DE TRATAMIENTO DE TUBERÍAS EMPLEANDO UN ROBOT TELEDIRIGIDO DESDE UN CAMIÓN

Fuente: Catálogo productos, empresa SIKA ROBOTICS



Figura A.277a – Tubo defectuoso



Figura A.277b – Tubo enfundado internamente con abertura de un ramal



Figura A.277c – Detalle del robot para recorrido por dentro de tuberías



Figura A.277 – ROBOT PARA EL DESASOLVADO, EL ARREGLO Y ENFUNDADO INTERIOR, EL SELLADO Y/O EL SOLDADO DE JUNTAS CON RAPIDEZ Y ECONOMÍA

Fuente: Catálogo productos, empresa SIKA ROBOTICS

Las máquinas de manipulación y de terracerías podrán ser las que en fechas más próximas puedan irse complementando con la robotización.

Es muy probable que también en breve tiempo se comercialicen grúas inteligentes y manipuladoras más o menos autónomas.

Los bulldozers, motoconformadoras y rodillos de compactación tenderán a ser tele-operados (sin operador) en países como Japón y Alemania, con tendencia a llegar a la automatización de un abanico más amplio de equipo de obra pública.

Esto implicará para la planeación de las obras el desarrollo de programas de simulación y su aplicación directa a los equipos.

Aunque ahora se vea lejos el advenimiento de la robotización en las obras, tendremos que estar preparados para su aprovechamiento sacando significativas ventajas de reducción de tiempos y de costos.

- La *Prodúctica* que es la conjunción de técnicas informáticas y automáticas integradas o implementadas al equipo de fabricación o de construcción para incrementar la productividad al ser asistido por programas y equipo de computación, tiene un futuro enfocado a sustituir a las medidas estándar de los materiales por una producción evolucionada de componentes bajo pedido haciendo a la computadora el medio de orquestación de la fabricación.

Actualmente, la fabricación de productos en medidas uniformes y no en base a las medidas que se requieran en cada proyecto genera una cantidad importante de cortes y desperdicios; incluso, utilizando la coordinación modular.

La estandarización de productos industriales genera cortes y desperdicios en las obras al tenerse que ajustar medidas particulares. La fabricación sobre pedido elimina todo desperdicio y se puede lograr a costos competitivos o incluso menores gracias a la prodúctica

Ya se podría, debido al desarrollo de una fabricación flexible de todo tipo de componentes constructivos con la ayuda de la computación, el producir cableados eléctricos, tubería, varilla para concreto armado, piezas de madera precortadas, moldes de prefabricación, etc. a la medida requerida en cada proyecto y, por tanto, hacer producciones variadas y particularizadas de manera sencilla y económica para responder a la demanda y a la variedad arquitectónica.

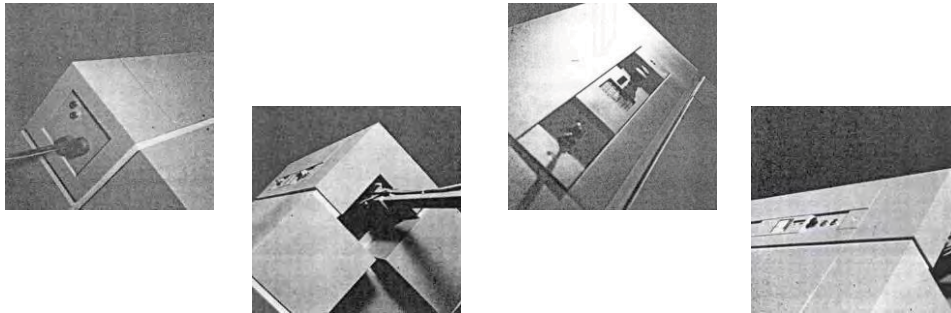


Figura A.278a – ROBOT DE ENVAINADO DISEÑADO Y REALIZADO PARA CABLEADOS ELÉCTRICOS PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.

Características técnicas:

- **Envainado automático:** Envaina toda combinación de 2 a 7 hilos, de 1,5/2/5/4 y 6 mm² en vainas ICO/ICT/ICD de Ø 9 a 21.
- **Corte automático:** Vainas eléctricas (aducción de agua) Ø 15 a 18, cables eléctricos Ø 15 a 28 en opción.
- **Performances:** Una vaina extrusionada cada 30 segundos, marcado automático del número de vaina.
- **Alimentación:** Trifásica 380 V, 50/60 Hz, motocompresor integrado.
- **Carrocería:** Monobloque ergonómico. L1.60 Ancho; 1.20 Alto; 1.30 m; Peso : 395kg; Rail de guía modular: L:9.00 m.

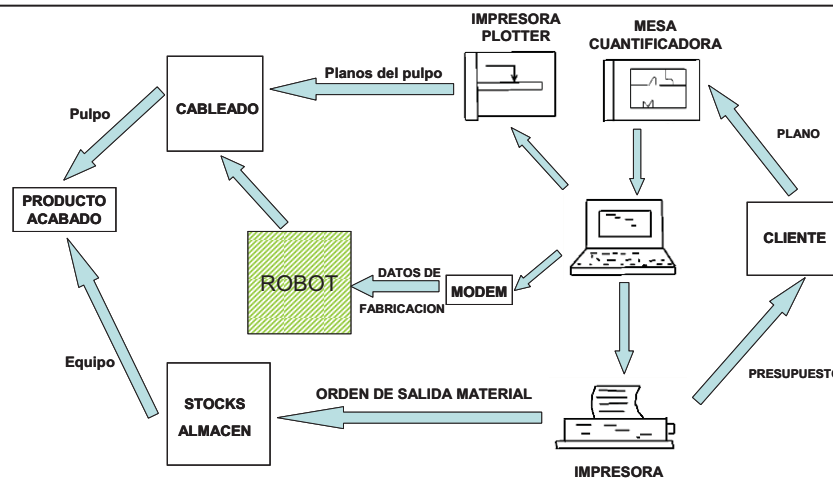


Figura A.278b – INTERVENCIÓN DEL ROBOT EN EL PROCESO DE REALIZACIÓN DE ARNESES DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS PREFABRICADAS

Información técnica: Empresa SOBEL (Société de bâtiment et d'électricité du Languedoc)

Cada proyecto será despiezado sin necesidad de respetar una coordinación modular regida por las dimensiones de los componentes con el consecuente ahorro en cortes y ajustes, así como en el desperdicio que se genera por dichas causas.

Bajo este nuevo procedimiento, la afirmación de que sólo con la repetitividad y la estandarización se puede lograr la productividad en la edificación desaparece ya que gracias a la flexibilidad que puede ofrecer la productiva las soluciones pueden ser más diversificadas dando lugar a la fabricación de componentes bajo pedido sin que sea esencial tener una coordinación modular que permita a los componentes de dimensiones estándar insertarse en la construcción de los edificios.

Con este nuevo enfoque, *la informática rebasa su rol de manejo de datos y se integra a la coordinación productiva de la construcción.*

Desde la obtención de datos iniciales como los levantamientos topográficos con estación total y equipo de fotogrametría y satelital (GPS) hasta la administración del mantenimiento de edificios en uso, pasando por el control de dimensiones, niveles, pendientes y configuraciones con rayos láser, *la informática y su creciente disponibilidad de programas para modelizar las características diversas de los diseños y la administración y ejecución de los procesos así como el manejo de la información ha llegado para quedarse en las organizaciones y su empleo es cada vez más intensivo y extensivo.*

Aplicaciones:

- Mediciones topográficas

Los instrumentos modernos de topografía como las estaciones totales para la realización de levantamientos topográficos con altos niveles de precisión, los sensores de inclinación y de dirección para excavadoras, astas y receptores de nivelación para motoconformadoras para asegurar precisión y rapidez en trabajos de terracerías y los niveles digitales, integran programas de computación que permiten el dibujo preciso de un levantamiento dado y el registro de datos.

Sobre un terreno levantado pueden proponerse los niveles de proyecto y las trayectorias de instalaciones las cuales pueden trazarse en el sitio con gran precisión y rapidez.

Los instrumentos topográficos actuales no pueden ahora disociarse de los programas de computación que registran y transmiten los datos obtenidos.

La figura A.279 muestra una representación gráfica de niveles propuestos de subrasante en un terreno de topografía accidentada, para la construcción de edificios de departamentos.

Los colores distinguen los diferentes niveles propuestos.

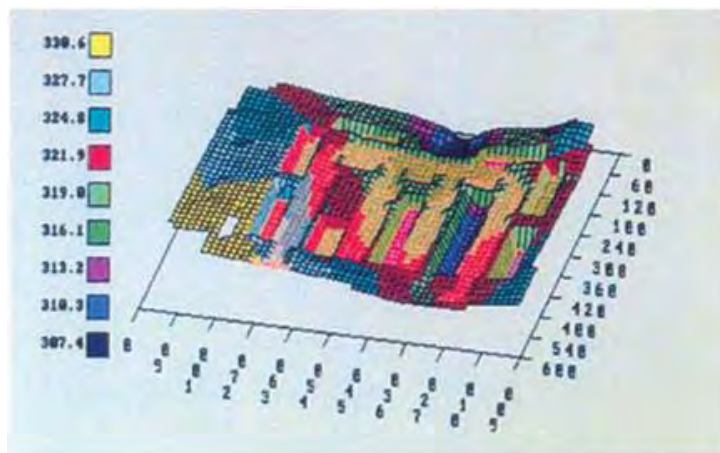


Figura A.279 – GRAFICACIÓN DE NIVELES DE SUBRASANTE PROPUESTOS EN TERRENO ACCIDENTADO

Fuente: Catálogo publicitario, empresa INSITE

- *Mediciones geotécnicas*

Para el reconocimiento de suelos, para el control de calidad de compactación de rellenos y bases así como para monitorear el comportamiento de obras con importante interacción con el suelo (presas, taludes, contenciones, túneles, cimentaciones, etc.) existe una amplia y creciente gama de sensores, captosres e instrumentos de medición conectados con medios informáticos (dentro de los más conocidos y empleados: el inclinómetro para taludes, el indicador de humedad y densidad (M + DI) y el penetrómetro dinámico) integran programas de registro, cálculo e interpretación cada vez más confiables y amigables.

En lo referente a la representación visual de los resultados obtenidos en análisis de suelos, cada vez se obtienen programas de mejores características que muestran de manera sencilla las peculiaridades de su comportamiento ante cargas de edificios y otras estructuras.

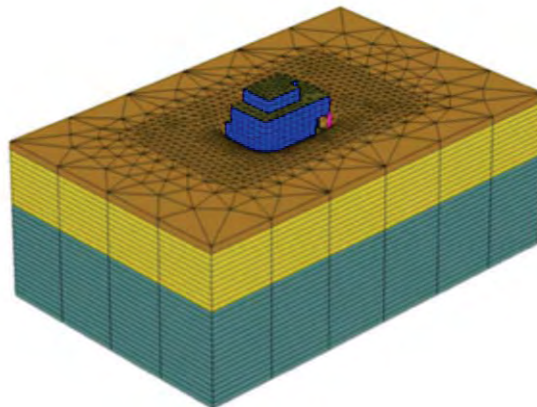


Figura A.280a – REVISIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO (malla preformada) – Desplazamientos incrementados 200 veces

Fuente: Presentación del Ing. Jorge Rojas especialista en mecánica de suelos para el diseño de cimientos de una residencia propiedad familia Durán Robledo

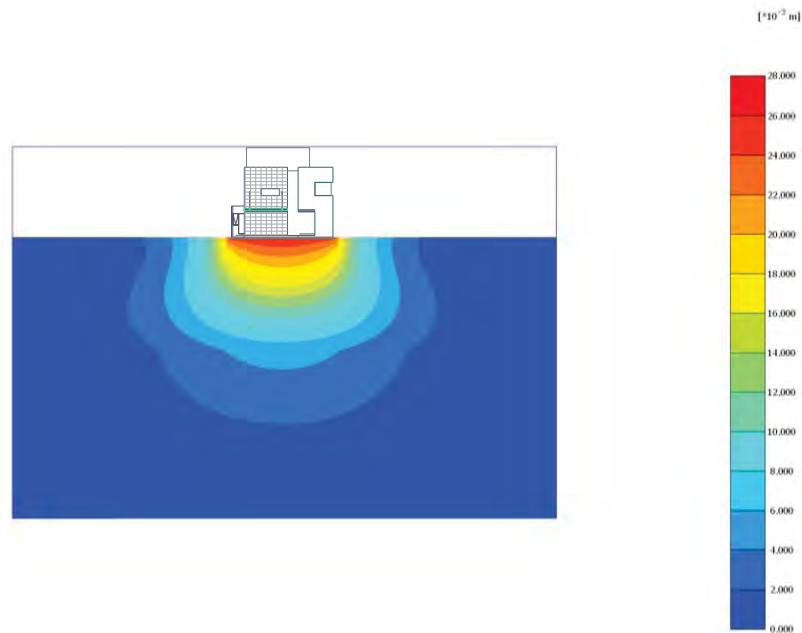


Figura A.280b – REVISIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO (desplazamientos verticales)

Fuente: Presentación del Ing. Jorge ROJAS especialista en mecánica de suelos para el diseño de cimientos de una residencia propiedad familia Durán Robledo

- *Representaciones en 2 dimensiones y 3 dimensiones*, análisis de orientación y asoleamiento, análisis de amueblado y equipado, análisis de despieces de componentes, cuantificaciones de materiales y componentes, etc.)
- *Bases de datos técnicos* (glosarios, biblioteca técnica, manuales técnicos, librerías de componentes, etc.)
- *Programas de cálculo* (estructural, por elementos finitos, de edificación (cargas verticales, cargas laterales, sismo y viento), de estructuras de pavimentos, instalación hidráulica, instalación sanitaria, drenaje pluvial, instalación de gas, instalación eléctrica, voz y datos, ventilación, aire acondicionado, calefacción, aislamiento térmico, aislamiento acústico, etc.).

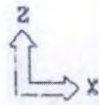
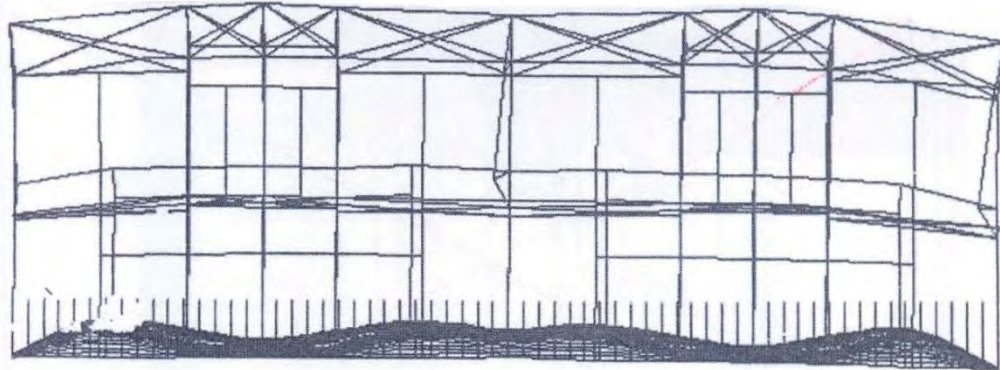


Figura A.281a – DEFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA de una edificación de dos niveles por carga gravitacional

Ref. Información proporcionada por el Ing. Francisco FLORES CRUZ

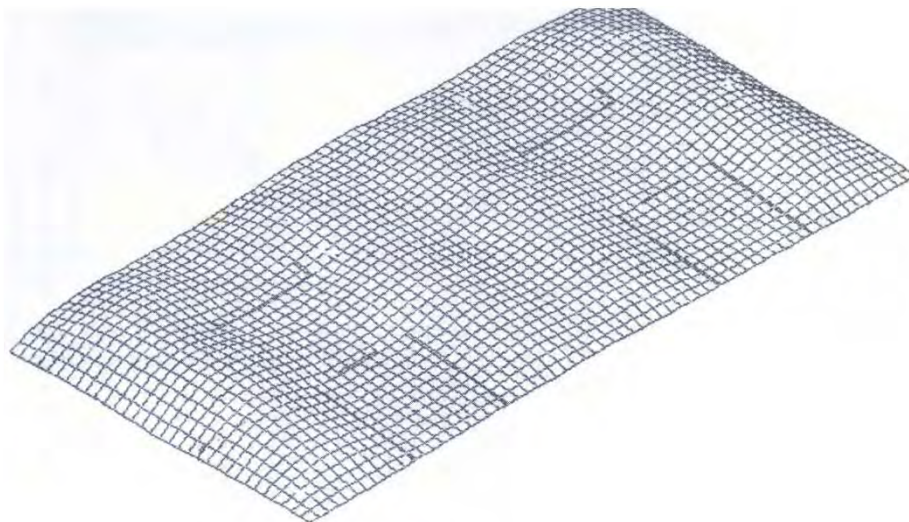


Figura A.281b – ESTRUCTURA DEFORMADA DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN POR CARGA GRAVITACIONAL

Ref. Información proporcionada por el Ing. Francisco FLORES CRUZ

Figura A.281 - EJEMPLO DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE DEFORMACIÓN POR CARGAS VERTICALES

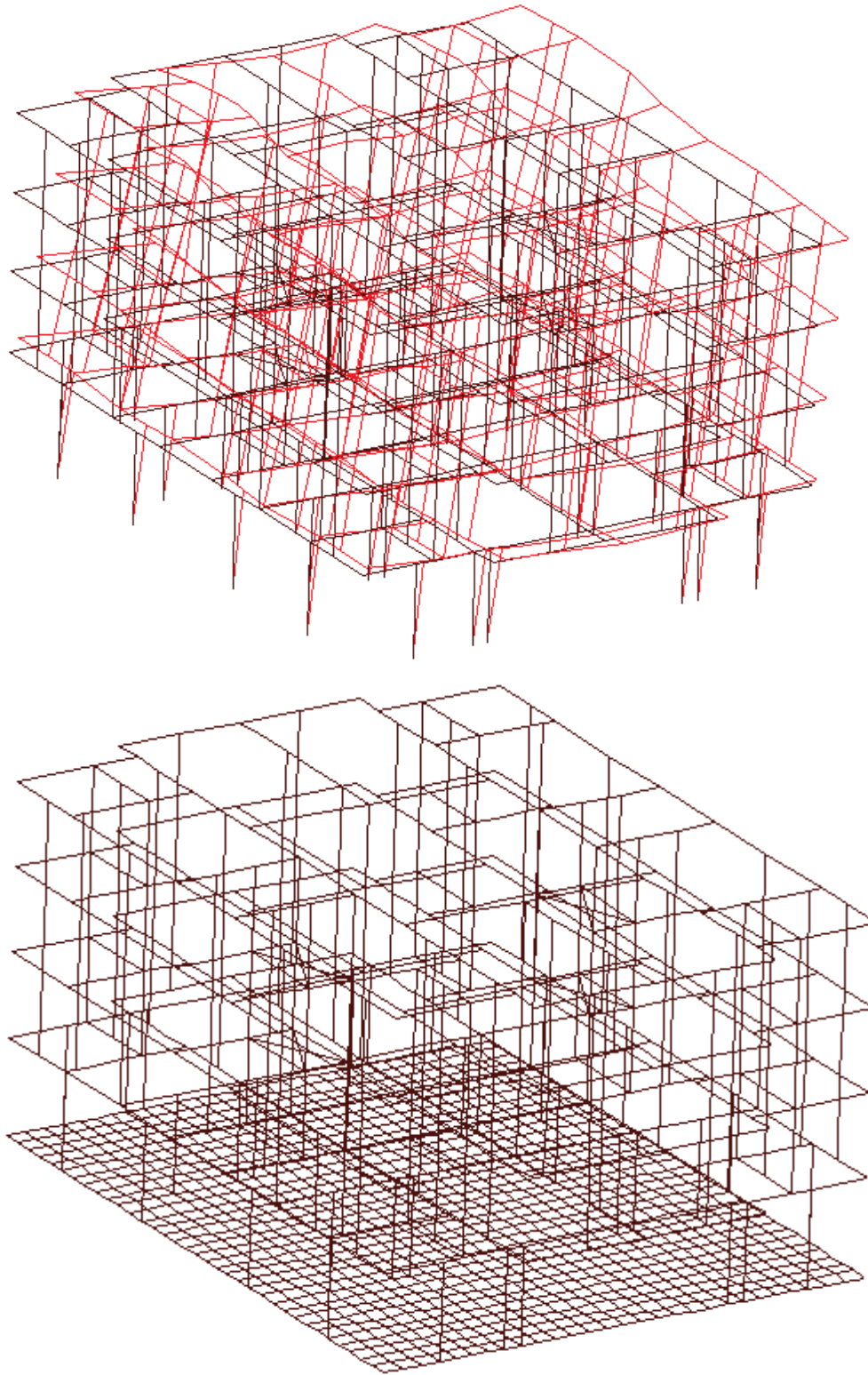


Figura A.282 - REPRESENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE EDIFICIO DE VIVIENDA Y DE SUS DEFORMACIONES ANTE LAS CARGAS ACTUANTES

Ref. Información proporcionada por el Ing. Francisco FLORES CRUZ

- *Programas de administración de proyectos*

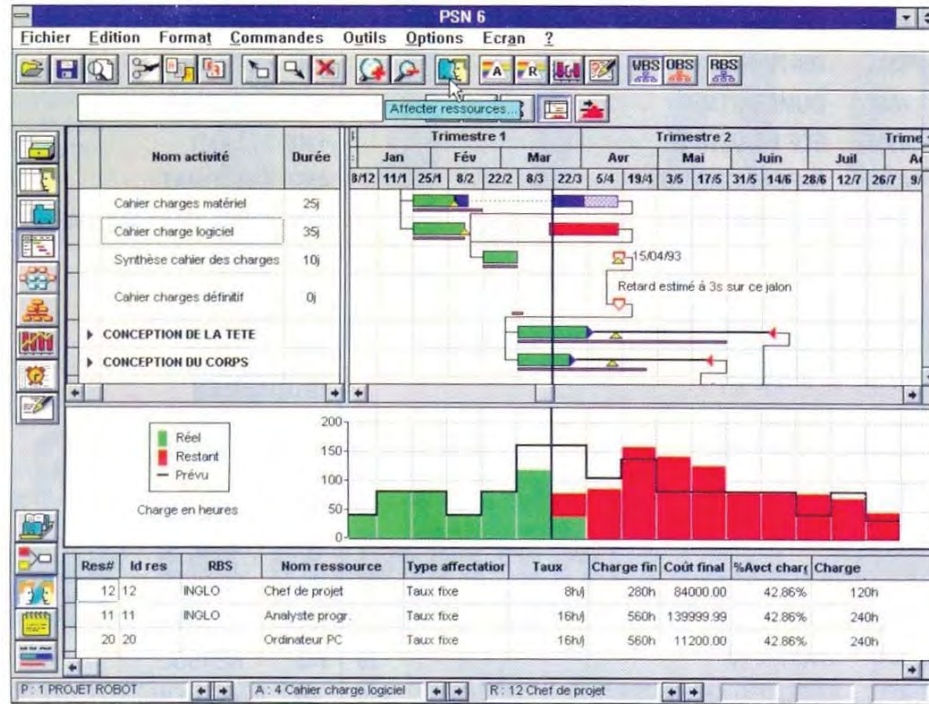


Figura A.283 – EJEMPLO DE INFORMACIÓN MOSTRADA POR UN PROGRAMA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS – PROGRAMA PSN6

Fuente: Revista Le Moniteur, 21 de octubre 1994, p. 87

Existe una amplia gama de programas de asistencia a la administración de proyectos que sintetizan y relacionan todos los datos requeridos para la planificación y el control.

Este tipo de medios se viene utilizando cada vez más haciendo el trabajo rápidamente y con menos esfuerzo.

- Para la producción de materiales y componentes constructivos se pasa de la fabricación semi-automatizada a la producción automatizada y, finalmente, a la producción integrada por computadora (PIC) (Ver figura **A.284**).

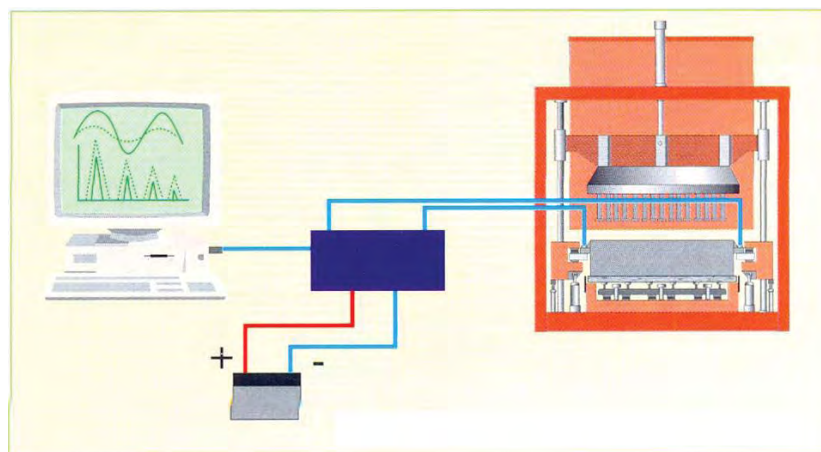


Figura A.284 – DETECCIÓN DE DEFECTOS DE AJUSTE DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Fuente: Reporte de Actividad 1998 – CERIB, p. 17

- Programa de puesta en coordinación dimensional y de optimización de despieces de componentes constructivos a planos arquitectónicos para reducir o eliminar el costo de cortes de piezas.

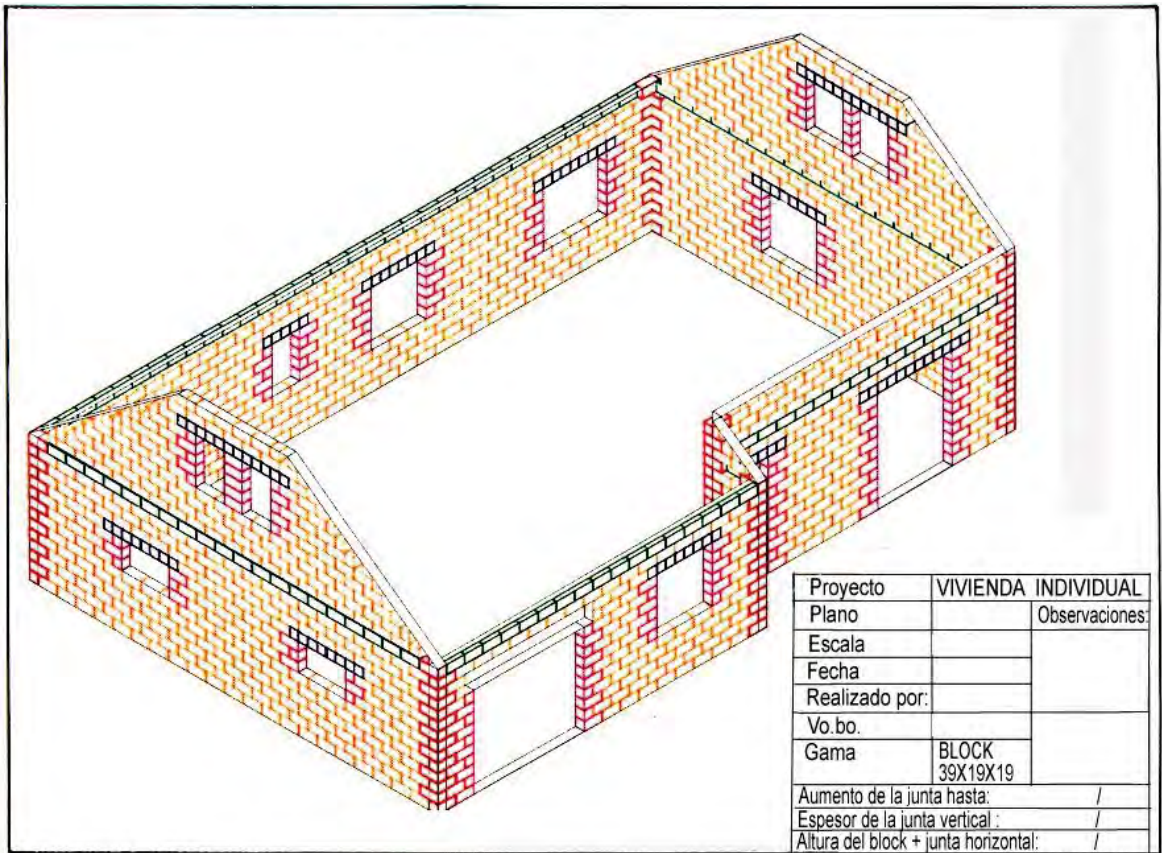
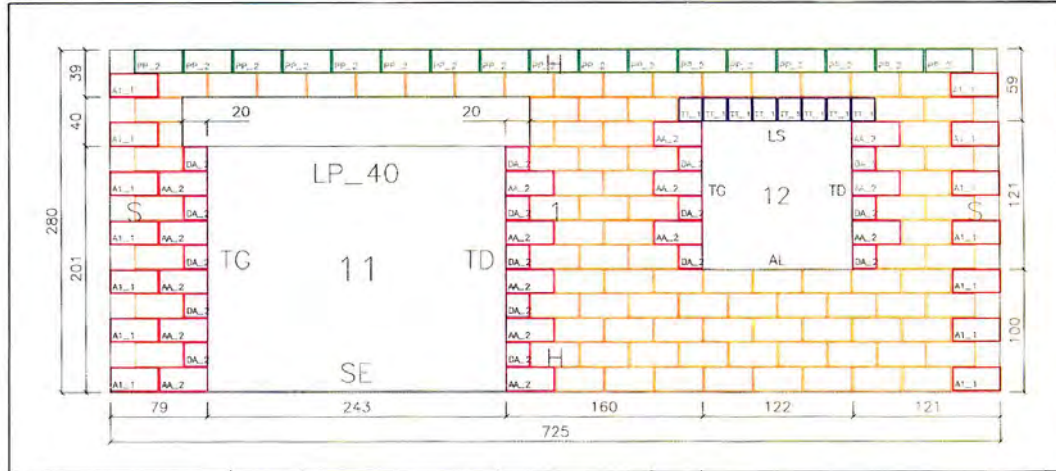


Figura A.285a – EJEMPLO DE DESPIECE EN PERSPECTIVA
Fuente: Catálogo CALEPIBLOC, CERIB Recherches No. 6, 1993



Paramento: No. , textura, color		Localización de los blocks: Código, denominación (tipo)	
1	AC. LISO	SS	COMÚN (Estándar)
2	ESTRIADO CAFÉ	DS	MITAD (Mitad-Estándar)
3		TT	DINTEL (Dintel)
4		AA	ESQUINA/REMATE (Remate)
5		DA	MITAD (Mitad de remate)
6		CU	CADENA (Cadena en U)
Longitud de corte (cm) SS_38.6 Paramento SS_2 Tipo de block		A1	ESQUINA /REMATE (Esquina)
		PP	PIEZA DE BORDE (Ele)

Proyecto	VIVIENDA INDIVIDUAL	
Plano	Muro 1(N.O.)	Observaciones:
Escala	1:20	
Fecha	12/01/1993	
Realizado por	CERIB /FGR	
Vo.bo.	CERIB	92-00-02
Gama	BLOCK 39X19X19	
Aumento de la junta hasta:		19,5 cm
Espesor de la Junta Vertical:		1,3 cm
Altura del Block + Junta Horizontal:		19,0 + 1,0 cm

Figura A.285b – EJEMPLO DE ANÁLISIS DE DESPIECE DE UN MURO DE BLOCK
 Fuente: Catálogo CALEPIBLOC, CERIB Recherches No. 6, 1993

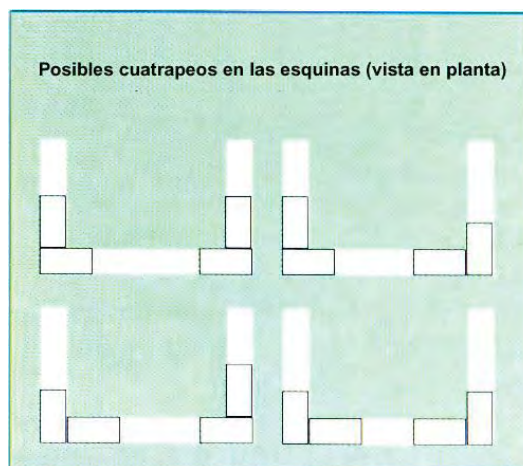


Figura A.285c – EJEMPLOS DE APAREJOS POSIBLES
 Fuente: Catálogo CALEPIBLOC, CERIB Recherches No. 6, 1993

- Programa de despiece de redes sanitarias y de tuberías.



FIGURA A.286 – EJECUCIÓN DE RED SANITARIA con tubería, pozos de visita y piezas de conexión completas (sin cortes) gracias a un análisis computarizado de despiece.

Fuente: Reporte de Actividad 1994, CERIB; p. 24

- Herramientas informáticas para el *control de calidad* de los productos en laboratorio.

Como ejemplo de herramienta informática para el “laboratorio de control” se muestra en la figura **A.287** uno de tantos husos granulométricos de referencia para la verificación y aceptación de curvas de agregados para diferentes productos de concreto.



FIGURA A.287 – HUSO GRANULOMÉTRICO DE REFERENCIA Y CURVA que cumple el rango de aceptación de un producto de concreto manufacturado analizado en computadora.

Fuente: Reporte de Actividad 1990, CERIB; p. 23

A-6 INGENIERÍA INDUSTRIAL

Los propósitos de la Ingeniería Industrial son: Evitar la improductividad de la mano de obra y el desperdicio de materiales, equipo, medios y capital y, asignar las cargas de trabajo al nivel óptimo para minimizar costos de producción.

Para el logro de sus objetivos se recurre a una amplia gama de técnicas a emplear directamente como: análisis de procesos, estudios de tiempos y movimientos, optimización de layouts y la estandarización operacional.

Como métodos indirectos de reducción de costos están el control de costos de materiales, el mantenimiento de los medios de producción y la administración de duraciones y calendarios de trabajo.

Muchas de las herramientas adoptadas por la Ingeniería Industrial han sido ya tratadas en el Capítulo 3.

En este apartado se particulariza uno de los conceptos de gran aplicabilidad en los proyectos de vivienda al cual se le denomina Ingeniería de Valor.

1.- INGENIERÍA DE VALOR

La Ingeniería de Valor se va a un paso más atrás y busca eliminar funciones que son innecesarias o irrelevantes para enfocarse en lo que el cliente realmente desea. Al momento de analizar un producto, la Ingeniería de Valor trata de identificar funciones innecesarias, redundantes o excesivas. Si estas funciones pueden eliminarse, ahorrando consecuentemente costos, se podrá reducir el precio de venta.

Al principio, la Ingeniería de Valor puede considerarse poco práctica para los procesos de construcción debido al hecho de que inciden un gran número de componentes y trabajos; sin embargo, muchas empresas de construcción la han adoptado porque permite a cualquier persona, en cualquier lugar mejorar fácilmente las prácticas en su trabajo tanto de gabinete como de obra.

La meta de la Ingeniería de Valor está descrita en su nombre que la distingue: “*El Valor*” y consiste en proporcionar “*El valor que el cliente desea o aprecia*”. Está basada en el principio de que un edificio bien construido es aquel que satisface a las personas que lo usan o sea, que el trabajo del desarrollador de vivienda debe ir orientado hacia el cliente y ello requiere una *atención cuidadosa a la funcionalidad; sin embargo, para los clientes valor significa no sólo estar satisfecho con la funcionalidad del producto sino también con el precio* y estas condiciones son las que generan la siguiente fórmula:

$$\text{Valor} = \frac{\text{función}}{\text{precio}}$$

El propósito de mejorar los procedimientos consiste, por tanto, en aumentar el valor (el cual es igual a la función dividida entre el precio).

El valor puede incrementarse o bajando el precio o mejorando la funcionalidad. La Ingeniería de Valor examina las dos posibilidades.

Los pasos que se siguen en esta disciplina se resumen como sigue:

- Establecer metas
- Recolectar información
- Definir funciones
- Evaluar ideas.

- *El establecimiento de metas* implica escoger los procedimientos a mejorar bajo dos criterios:
 - a) *Definiendo los problemas* que deben ser solucionados los cuales pueden ser de calidad, de costos, de seguridad o de competitividad.
 - b) *Identificando áreas de máximo impacto.* Después de que un número de posibles metas hayan sido ubicadas, se escogen las que van a tener el mayor impacto siempre y cuando estén dentro de los recursos disponibles para cumplirlas.
- *La recolección de la información* necesaria sobre las metas escogidas. Esta información se debe obtener de manera selectiva de fuentes externas tales como encuestas, deseos expresados por los clientes, reportes técnicos recientes y estadísticas de costos de la propia empresa así como de otras fuentes.
- *La definición de funciones*, una vez escogidas las características del diseño y del proceso de construcción que se deseen mejorar, mediante la elaboración de una lista de todas las funciones que el cliente desea.
- *La evaluación de ideas*, su puesta en orden, su concreción y su estudio para verificar su validez en términos de costos, calidad, cantidad, tiempo, seguridad y otros factores.

La Ingeniería de Valor es aplicable de manera inmediata a edificios y a métodos de construcción y, en un segundo paso, a áreas blandas como la supervisión, la seguridad y la logística.

En una tercera fase, se pueden desarrollar funciones completamente nuevas y descubrir deseos que ni siquiera el mismo cliente sabía que tenía. Estas innovaciones crean soluciones o procedimientos con un valor nuevo, no sólo dirigidas a la mejora del producto y de la producción sino a la investigación, el desarrollo y el diseño.

La Ingeniería de Valor no sólo busca por tanto satisfacer a los clientes haciendo mejores productos a un costo menor estableciendo reglas y normas que paradójicamente puedan limitar su mejora continua sino que, *parte de la búsqueda de la optimización basándose en la creencia de que ninguna práctica, resultado o método es perfecto.* Analiza los métodos de manera crítica viéndolos como puntos de partida para buscar nuevas ideas.

La Ingeniería Industrial también analiza los métodos actuales y busca corregir sus deficiencias estableciendo lo que es bueno y lo que es malo, lo cual, requiere más que sólo habilidades analíticas; también *se requiere habilidad de evaluación basada en un conocimiento amplio y a fondo de la tecnología y el conocimiento actualizado de las mejores prácticas, lo cual también implica la necesaria acumulación de bastante experiencia.*

Bajo este enfoque, el aprovechamiento del conocimiento, recopilado a través de un programa de aplicación, es el primer paso a dar para no comenzar queriendo descubrir lo ya existente sino tomar este paso como plataforma de despegue de un desarrollo propio, aunque siempre estando informado de la evolución de los avances externos.

La Ingeniería de Valor, apoyada en la Ingeniería Industrial inicial no requiere de tantos conocimientos, por parte de los colaboradores, sobre los principios y detalles para mejorar el producto y las prácticas de su producción porque parte de una plataforma ya construida. En este caso se examina la situación actual y se pregunta *¿Por qué hacemos esto?* o *¿Qué función satisface esta parte, este material o este diseño?* Posteriormente, *se compara el diseño, procedimiento o material con la función* y busca las posibles mejoras.

Más que amplios conocimientos (enfoque propio de la ingeniería industrial) se requiere creatividad (característica importante de la ingeniería de valor).

Esta búsqueda favorece el trabajo en equipo reuniendo a todas la personas involucradas que idean mejoras reales en situaciones reales.

Este tipo de actividad en grupo es favorable para la motivación de los colaboradores y permite que se implementen mejoras detalladas. Es especialmente valiosa en la industria de la construcción donde es difícil centralizar el control y donde hay una fuerte dependencia de la experiencia y habilidad de los trabajadores.

La ingeniería industrial y su modalidad de ingeniería de valor parten del análisis funcional para poder estudiar las condiciones actuales de un producto y de un proceso y para proponer mejoras tendientes a su optimización.

2.- ANÁLISIS FUNCIONAL

El otro concepto particularmente útil en el diseño arquitectónico es el Análisis Funcional.

Una función es lo que hace o lo que se hace con un producto o proceso; por ejemplo, las funciones de una cimbra son:

- 1) Ser el molde del concreto que se vaya a colar dentro de ella.
- 2) Ser una estructura provisional para resistir el peso del concreto armado cimbrado, de las cargas propias del proceso de obra (personal, equipo, acciones de armado, colado, acciones accidentales como sismo y viento, etc.) durante el tiempo de vaciado y de endurecimiento del concreto.
- 3) Proteger contra golpes y desecación al concreto colado en proceso de endurecimiento.

Como se puede apreciar en el ejemplo, *un solo producto o proceso tiene por lo general muchas funciones* las cuales se pueden clasificar como básicas y secundarias de acuerdo a su importancia.

Las funciones secundarias son funciones útiles o deseables pero no esenciales.

Las funciones básicas se requieren tanto en los productos caros como en los productos de bajo costo, mientras que las funciones secundarias se dan normalmente en proporción directa de la posición del producto en la escala de costos. En la medida en la que un producto tenga un precio mayor (vg. La vivienda residencial) y esté dirigido a un mercado más exigente, más funciones secundarias debe tener.

Las funciones mencionadas pueden considerarse como “*funciones operacionales*” ya que pueden describirse en términos técnicos y cuantificables.

Hay otro tipo de funciones, denominadas *funciones de prestigio* que proporcionan satisfacciones de tipo psicológicas como “un diseño apreciado como muy bueno”, el “sentido de lujo” o de “exclusividad”, etc.

Las funciones de prestigio se enfocan primordialmente en la diferenciación del producto y suponen que la calidad física del producto ha sido cumplida.

Si se enlistan tanto las funciones operacionales como las de satisfacción psicológica se podrán completar todas las funciones secundarias.

En la planificación y en la construcción de viviendas si se cumplen y se respetan las normas y reglamentos se supone que el producto consecuente es lo “suficientemente bueno y funcional” y, por tanto, no se ve necesario buscar mejoras, las cuales incluso conllevan el riesgo de no cumplir con las normas y reglamentos rígidamente establecidos. Otra idea que se tiene es que los beneficios de las mejoras sólo benefician a los clientes y, por contra, reducen la utilidad de los desarrolladores.

Queda, por tanto, “la idea del contratista” de que es mejor hacer el trabajo exactamente como está especificado y cobrar todos los costos a los clientes, llegándose en la realidad a un extremo probable de cobrarse hasta sus fallas e ineficiencias.

El sector de la vivienda ha venido transformando su “modus operandi” *los desarrolladores ya no son contratistas*, ya no hacen la vivienda por encargo de los clientes sino que arriesgan sus inversiones, se comprometen con créditos y ofrecen un producto que debe de ser competitivo al ofrecerse a la venta buscando mejorar lo que bajo el mismo rango de precio otros estén ofertando.

Esta actual manera de trabajar fomenta la búsqueda constante de mejoras y, por tanto, *la creatividad y la innovación reconocidas por los clientes son campos extensos de desarrollo y de nuevas posibilidades donde el análisis funcional es una excelente herramienta para lograrlas.*

Dado el general estado existente del sector hay aún mucho que hacer para mejorar en la aplicación técnica de varias funciones operativas comenzando por las mejoras para reducir costos, en la reducción de operaciones y de construcciones provisionales que puedan eliminarse.

Para comenzar, hay muchos trabajos periféricos como las limpiezas de obra, reportes y burocratismos de oficina y demás trabajos que inicialmente se hicieron sin reflexionarse adecuadamente y que se establecen como precedentes que rápidamente se convierten en hábitos.

Si uno se pregunta ¿Por qué estamos haciendo eso? Seguramente se vaya a descubrir un gran número de acciones que se realizan solamente porque siempre se han hecho así. De esta manera se pueden comenzar a eliminar muchas tareas innecesarias para reducir costos.

Analizando el producto también se pueden encontrar diversas funciones excesivas las cuales pueden estar por encima del nivel de calidad requerido o pueden no ser necesarias.

Algunos ejemplos de niveles de calidad sobrados son:

- Resistencia o durabilidad de materiales y componentes excesivamente alta
- Acabados más caros de lo que el cliente necesita.
- Vida útil más larga que su período de uso.

En cuanto a funciones innecesarias del diseño podemos mencionar:

- Chimeneas que no se usan por la contaminación que generan.
- Albercas abandonadas por su costoso mantenimiento.
- Acabados costosos de poca durabilidad y que requieren de mucho mantenimiento.
- Balcones y terrazas que por sus dimensiones y ubicación no se usan.
- Fuentes que no es práctico tener en funcionamiento.
- Jacuzzis que sólo se usan 5 veces durante su vida útil.
- Duplicidad de escaleras.
- Alturas de entrepiso excesivas.

Pueden proponerse funciones adicionales que los clientes no esperen o pidan explícitamente pero que, mediante un análisis de necesidades y preferencias, se pueden proponer soluciones que contribuyan a hacer a las viviendas más útiles y atractivas, incluso dando a la venta un mayor precio. La clave para la supervivencia frente a la competencia es, no sólo darle al cliente lo que desea sino tomar la iniciativa desarrollando nuevas funciones, mostrando sus ventajas al cliente y generando nueva demanda.

Hay que desglosar el análisis funcional en los dos principales puntos de vista que hemos dado a los proyectos.

El análisis funcional *del producto* y el análisis funcional *del proceso*.

El *análisis funcional del producto* será simplemente el aplicado a cada parte del contenido de un edificio (cimentación, superestructura, supraestructura e instalaciones) y de su solución formal (amueblado de cada espacio, simulación del recorrido y empleo de los espacios, etc.).

Se parte de un análisis general para después ir desglosando al mayor detalle práctico posible sus subsistemas, componentes, partes, piezas y materiales integrantes y analizar sus funciones de manera individual.

Una vez establecidas y comprendidas las funciones se pueden buscar soluciones, componentes y materiales sustitutos más económicos que también cumplan dichas funciones.

El manejar subunidades o subsistemas razonablemente completas como productos y analizar sus funciones puede facilitar el encontrar formas de mejorar el diseño.

En la siguiente figura **A.288a** se muestra un análisis funcional de muros de fachada y muros interiores de una vivienda y en la figura **A.288b** se muestra un análisis funcional de losas de entepiso y azotea.

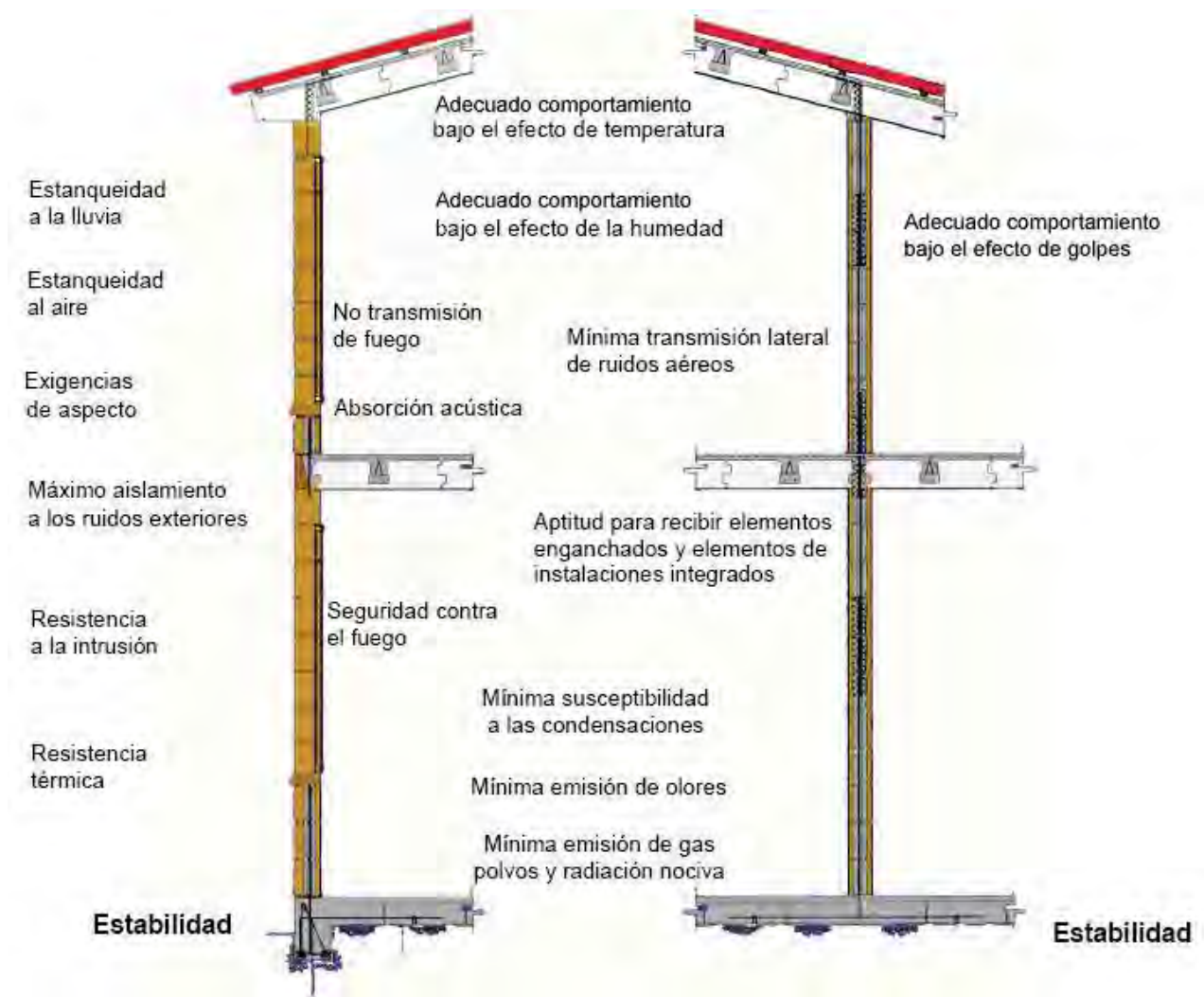


Figura A.288a - ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES REQUERIDAS EN MUROS

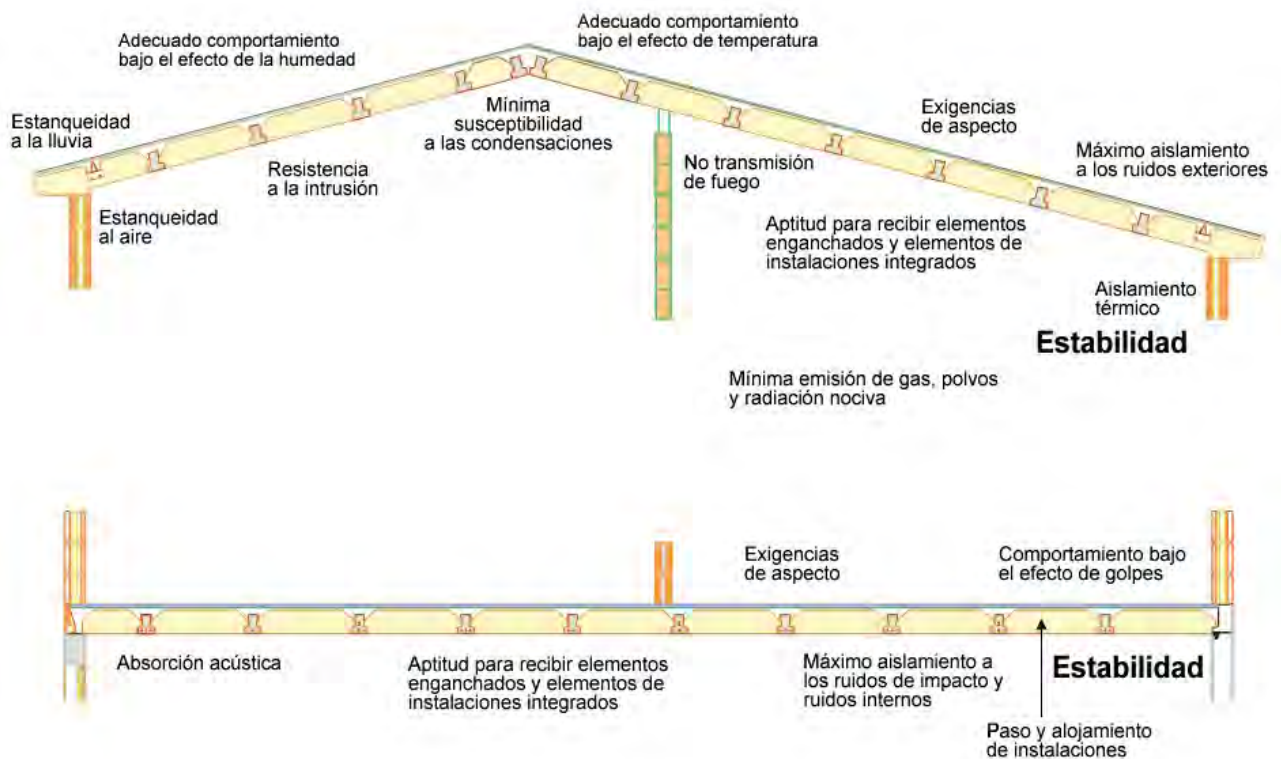
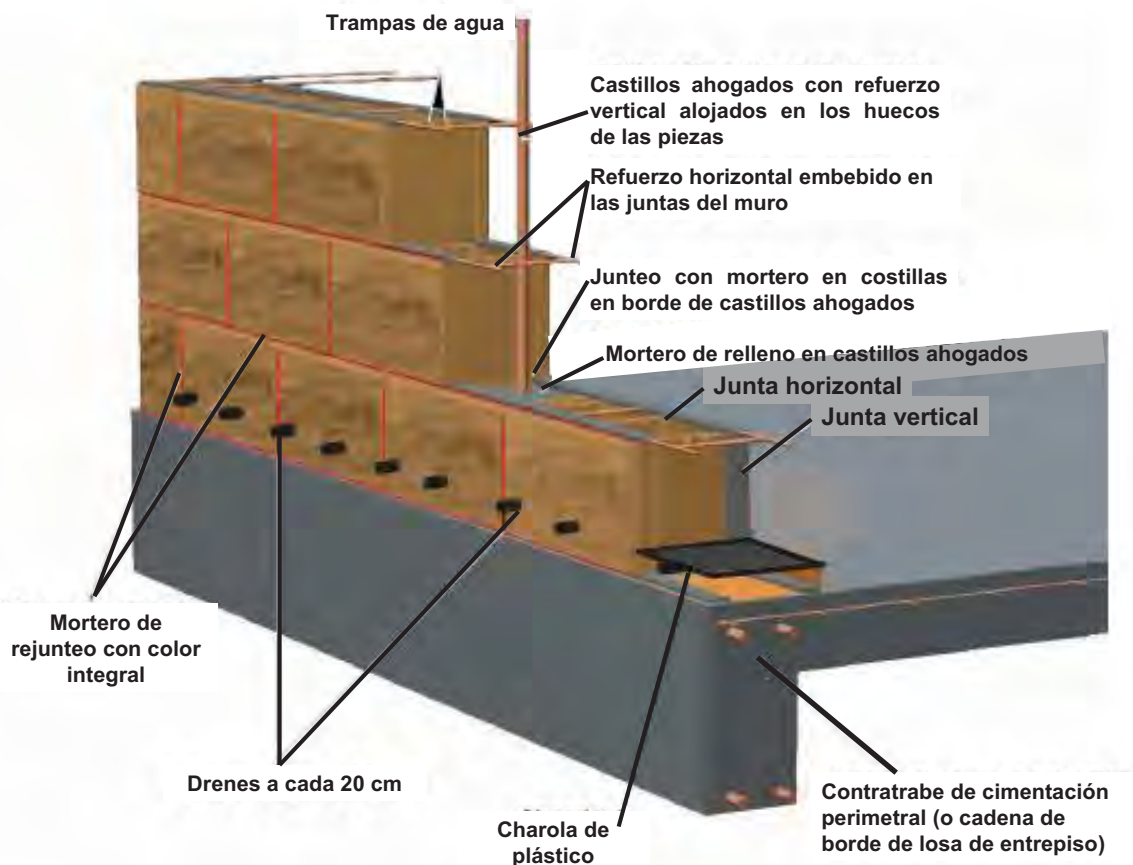


Figura A.288b - CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES REQUERIDAS DE LAS LOSAS DE ENTREPISO Y AZOTEA

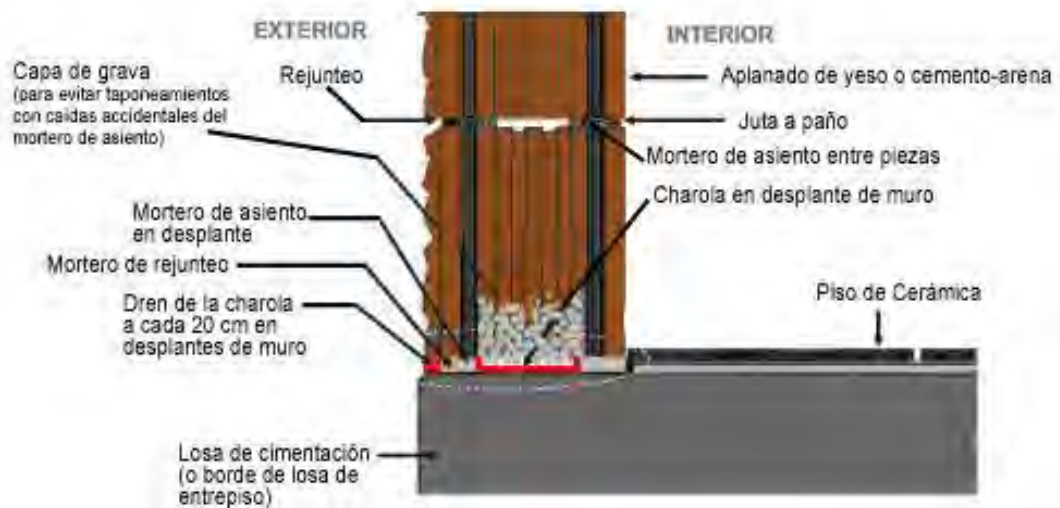
Seguidamente, en la figura [A.289](#) se muestra el diseño resultante de un análisis funcional de muros a base de piezas de block de concreto acabado aparente hacia las fachadas exteriores con color integral en su masa para el ahorro de acabados adicionales (aplanados pinturas).

Podrá apreciarse, en este caso, que hay varios requisitos a cumplir y soluciones a implementar adicionales en las piezas y componentes de un muro de fachada aparente con respecto a los de un muro destinado a ser aplanado o a ser recubierto por una o varias capas de protección y de acabado. Más diferencia exigencial hay aún con el caso de muros interiores de los edificios.

Por ello, no sólo hay que tratar de resolver el aspecto de fachada sino las funciones que a primera vista no se evidencian en un muro cuando se expone directamente a las condiciones de intemperismo.

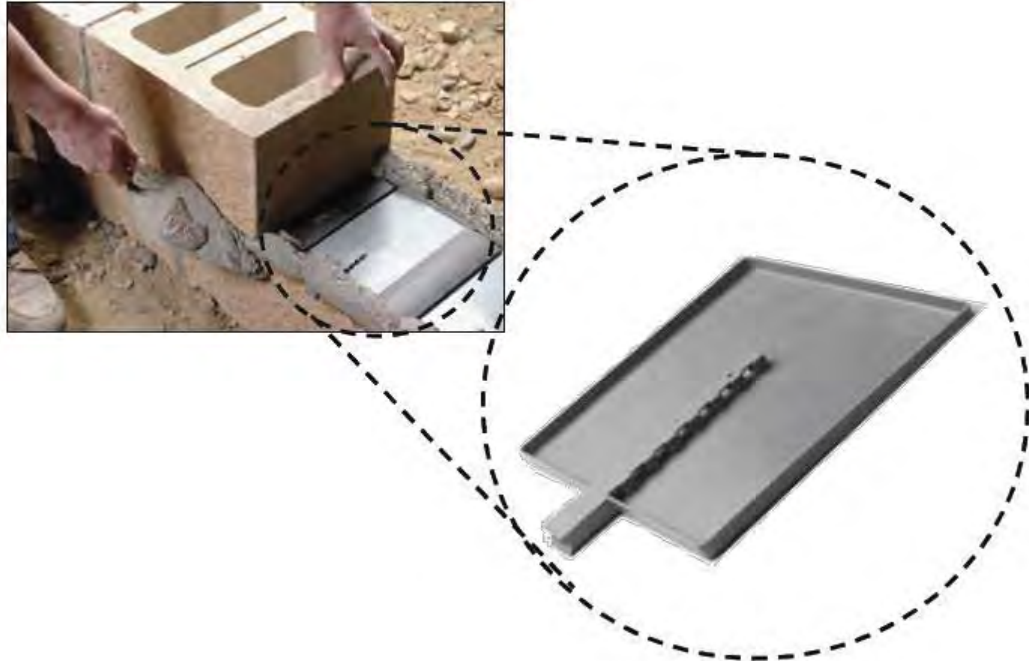


a) CARACTERÍSTICAS DE DESEMPEÑO DE LOS MUROS APARENTES DE BLOCK DE CONCRETO PARA EXTERIORES.



b) DETALLE DE DESPLANTE DE MUROS DE FACHADA DE MAMPOSTERÍA APARENTE

Figura A.289-A – SISTEMA DE MURO DE BLOCK DE CONCRETO ESPLITADO EN FACHADAS CON COLOR INTEGRADO EN LA MASA



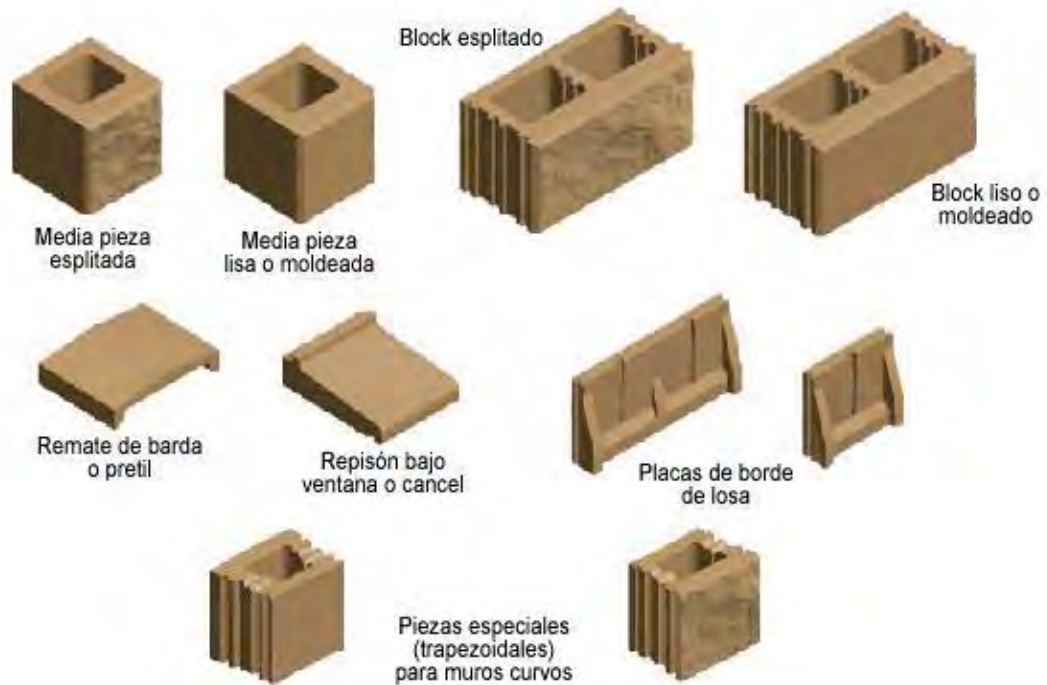
c) DETALLE DE CHAROLAS DE DRENADO EN DESPLANTES DE MURO DE MAMPOSTERÍA APARENTE

Fuente: Catálogo de producto, empresa BLOCK-FLASH



d) DETALLE DE DISEÑO DE LA PIEZA DE BLOCK DESTINADA A PERMANECER APARENTE EN FACHADAS EXTERIORES

Figura A.289-B – SISTEMA DE MURO DE BLOCK DE CONCRETO ESPLITADO EN FACHADAS CON COLOR INTEGRADO EN LA MASA



e) GAMA DE PIEZAS QUE CONFORMAN AL SISTEMA DE MUROS DE BLOCK PARA FACHADAS EXTERIORES

Figura A.289-C – SISTEMA DE MURO DE BLOCK DE CONCRETO ESPLITADO EN FACHADAS CON COLOR INTEGRADO EN LA MASA

También en la siguiente figura A.290 se presentan algunas soluciones surgidas de un análisis funcional de la cimentación de una vivienda.

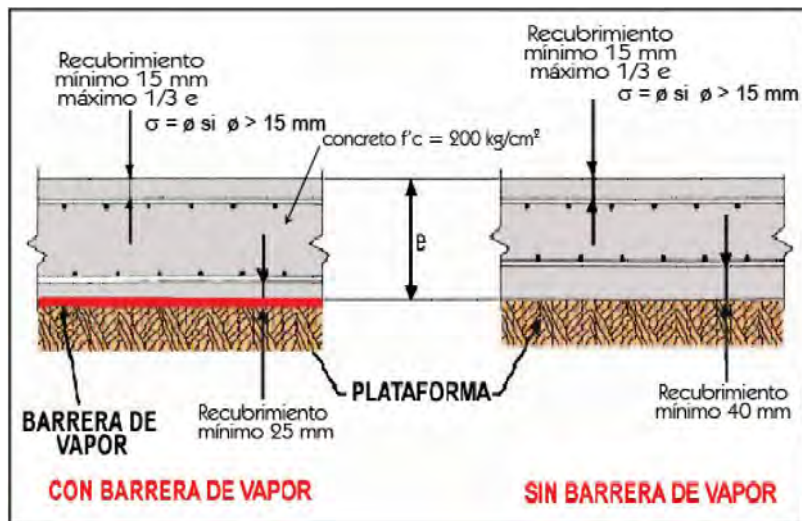


Figura A.290a - REFUERZO EN LOSA DE CIMENTACIÓN ALTO Y BAJO ESPECIFICÁNDOSE SUS RECUBRIMIENTOS CORRESPONDIENTES

(para otras resistencias de concreto y mayor agresividad de suelos, consultar la N.T.C.C. del Reglamento de Construcciones para el D.F.)

Ref. N.T.C.C. Art. 4.9.2, tabla 4.1 y tabla 4.5

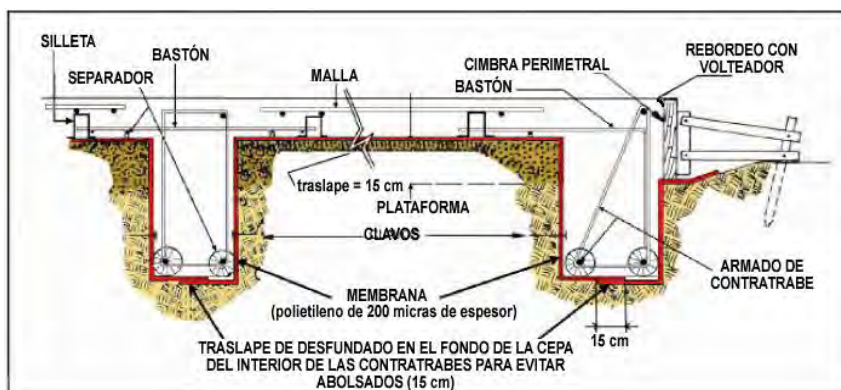


Figura A.290b - DETALLES DE COLOCACIÓN DE LA MEMBRANA, DEL ACERO DE REFUERZO Y DE LA CIMBRA DE BORDE DE UNA LOSA DE CIMENTACIÓN donde cada constituyente cumple una función específica.

En el análisis funcional de un elemento constructivo nunca hay que olvidar los detalles de previsión contra posibles fallas de comportamiento durante su vida útil basándonos en el análisis de patologías y soluciones implementadas de casos anteriores propios o ajenos.

Como ejemplo, en la siguiente figura 3.318c se muestra la disposición de acero adicional colocado diagonalmente a 45° en las esquinas entrantes de losas, firmes o pavimentos de concreto para evitar la posible formación de grietas en esas zonas. La cantidad de acero adicional que se pone en el lecho inferior y del lecho superior es del 50% con respecto al armado principal o en el caso de no especificarse armado, es suficiente colocar diagonalmente varillas de 13 mm de diámetro ($\varnothing = \frac{1}{2}$ ").

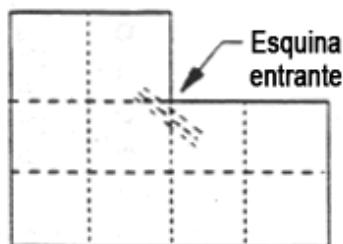


Figura A.290c - REFUERZO DIAGONAL EN ESQUINAS ENTRANTES
Fuente: *Boot Camp Manual, Ed. Snider, BEAZER HOMES, 1999*

ANÁLISIS FUNCIONAL DEL PROCESO

Para mejorar el proceso de construcción debe enfocarse cada paso por separado.

El análisis funcional debe dirigirse a los procesos individuales para poder ubicar los problemas y las oportunidades de mejora. Antes de iniciar un análisis de valor se debe analizar el trabajo de construcción para ver qué funciones tienen cada uno de sus procesos.

Una actividad que forma parte del proceso de construcción es por ejemplo la ejecución de un colado de losa con concreto premezclado cuyos procesos integrantes son:

1. Vaciado del concreto de camión mezcladora (olla) a tolva de máquina elevadora o grúa (en seis ciclos de 1 m³/c.u. por olla),
2. Vaciado y distribución del concreto de tolva de elevadora o grúa a losa (en seis ciclos por olla),
3. olla),
4. Extendido del concreto con jaladores y palas (conforme se va vaciando el concreto),
5. Vibrado del concreto con vibrador de inmersión y regla vibratoria,
6. Regleado, allanado, rebordeo y acabado,
7. Curado de la superficie expuesta (dejado por siete días),
8. Espera a endurecimiento.

Este análisis llamado *desglose primario*, nos da un boceto a grandes rasgos del procedimiento.

Este desglose primario da una idea general acerca de donde hay problemas pero, se requiere de un análisis más detallado llamado *desglose secundario* que consiste en subdividir el primer paso del desglose primario (vaciado del concreto de la olla a la tolva) el cual podría ser:

1. Extendido y mojado del canalón de la olla y de la tolva,
2. Posicionamiento y fijación del canalón sobre la tolva
3. Vaciado del concreto a la tolva hasta nivel marcado.

Si se desea, se puede continuar con el análisis desglosando los pasos secundarios a un tercer nivel, un cuarto nivel y así sucesivamente.

Conforme se vayan haciendo estos desgloses, los procesos exactos involucrados gradualmente se van a poder ir apreciando más claramente.

En cada nivel, el preguntar *¿Por qué se hace cada uno de los pasos?* y el elaborar una lista de funciones, *permitirá encontrar procesos que son improductivos o irrelevantes.*

En todos los casos es importante establecer medidas de actuación tanto requeridas o deseadas como reales (por ejemplo: resistencia mecánica, aislamiento, transparencia, etc. para el caso del desglose del producto y, duración, cantidad de pasos, habilidades requeridas, etc. para el caso del desglose de los procesos).

Al efectuar los análisis es muy importante identificar las condiciones bajo las que se estén haciendo las evaluaciones. Resulta necesario analizar los diferentes requisitos impuestos por estas condiciones y escoger las funciones que los van a satisfacer.

Para un análisis de condiciones hay cinco puntos que deben cubrirse:

1. Qué (se está analizando)
2. Dónde (se va a usar)
3. Cuándo (se va a usar)
4. Quién (lo va a usar)
5. Cómo (se va a usar)

El *qué* se refiere al componente o subsistema que se esté analizando (cimentación, superestructura, instalación hidráulica, etc.).

El *dónde* se refiere a las condiciones ambientales (subsuelo, topografía, colindancias, etc.)

El *cuándo* se refiere al tiempo en el que se va a erigir la construcción o al tiempo que se va a usar, dependiendo si se está hablando del proceso o del producto respectivamente.

Hay que considerar en estos análisis las condiciones especiales como: variaciones de clima, sismos, huracanes, nevadas, olas de calor, fuertes lluvias, etc.

DEFINICIÓN DE FUNCIONES

Para definir las funciones hay que tener especial cuidado con la precisión del lenguaje, hay que usar una sintaxis simple.

Una función se debe definir básicamente en dos palabras – un verbo y un objeto – explicando en términos concretos *qué hacer con qué*. No hay que tratar de definir dos o más funciones en oraciones compuestas. Las funciones se deben definir una a la vez y cada una en forma fácilmente entendible. Hay que buscar más el concepto que el detalle buscado.

Es más incluyente de opciones el decir “recubrir pisos” que “colocar losetas”.

Hay que tratar de conceptualizar las funciones evitando ser demasiado específico; por ejemplo, el concepto de recubrir un piso deja un margen para el uso de materiales sustitutos para recubrir el piso mientras que la definición específica de “colocar losetas” limita la gama de posibilidades a utilizar.

Hay que usar verbos significativos, los verbos usados para definir funciones deben expresar el propósito de la acción lo más directamente posible.

El siempre cuantificar las funciones transmite una idea más clara de ellas y permite pensar y visualizar con mayor facilidad las posibles mejoras (“soportar una carga de 60 kg” es una mejor definición funcional que únicamente “soportar una carga”. *El hecho de cuantificar las funciones lleva a ideas más específicas y más prácticas.*

En base a lo preestablecido cuantitativamente se pueden proponer varias soluciones; por ejemplo, hay varias maneras de soportar una carga vehicular específica de un pavimento (estructura con carpeta asfáltica, firme de concreto, adoquines de concreto, etc.).

Pensar en términos cuantitativos es de especial importancia en la etapa de diseño. *Poner números a lo que se quiere es fundamental.* Una buena forma de organizar las funciones se da a través de esquemas y detalles funcionales como los de las figuras [A.291](#), [A.292](#) y [A.293](#) aunque también pueden dibujarse diagramas esquemáticos de funciones.

Definir funciones es más difícil de lo que parece ser porque:

1. Se requiere tener la habilidad de *ver las cosas de manera objetiva desde diferentes ángulos.*
2. El *expresar funciones usando únicamente verbos y sustantivos*, sin modificaciones, requiere de un buen dominio de expresión,
3. *Diferentes personas ven o entienden funciones de diferente forma.*

Por lo tanto, es importante obtener experiencia, *desarrollar el entendimiento y unificación de criterios colectivos* y hablar todos al mismo nivel. *Aún así se llegan a pasar por alto algunas funciones, incluso a nivel de estudio minucioso.*

Hay que cuidar también que el enfoque no se vaya sesgando hacia un área o preferencia especial. Una vez enumeradas todas las funciones, vale la pena recomenzar dando un paso atrás en la definición de las principales áreas funcionales para asegurarse de que la lista esté completa y sea equitativa. Esto se puede facilitar con la ayuda de un diagrama esquemático funcional.

Como la palabra “función” cubre tanto funciones individuales divididas en partes más pequeñas como funciones más generales que engloban a un grupo de funciones individuales, a menudo resulta difícil ver en que nivel evaluar las funciones, por ello, se ve necesario agrupar las funciones y evaluar a cada grupo como una sola función. En este caso, los diagramas esquemáticos funcionales permiten agrupar con mayor facilidad para lograr este propósito.

También, *hay que diferenciar funciones que representan fines de las que representan medios*; sin entender esta relación es imposible decidir si un determinado medio es adecuado para alcanzar un determinado fin y esto hace casi imposible proponer o evaluar mejoras. El diagrama esquemático funcional debe, por tanto, tener las funciones ordenadas con los medios subordinados a los fines.

Para dibujar un diagrama esquemático funcional es necesario seguir los siguientes cinco pasos:

1. Después de enumerar todas las funciones hay que anotar cada una en una tarjeta separada.
2. Agrupar funciones similares en áreas funcionales, pensando para cada grupo en una frase adecuada para expresar la función.
3. Repetir el procedimiento anterior en niveles gradualmente más detallados, dando como resultado grupos funcionales de diferentes tamaños,
4. Relacionar las áreas funcionales entre sí de manera vertical y comparar diferentes pares de áreas funcionales y, separar las que son fines de las que son medios. Los primeros representan las funciones de nivel superior y los últimos representan las funciones de nivel inferior.
5. Revisar que las relaciones verticales estén correctas continuando hasta construir toda la jerarquía de las relaciones verticales.

Después de haberse elaborado el diagrama esquemático funcional, debe revisarse para detectar y evitar omisiones.

Con la ayuda del diagrama esquemático, jerarquizar desde la función primaria hasta las funciones secundarias y terciarias, buscando el nivel apropiado para la aplicación de la ingeniería de valor.

La experiencia ha demostrado que *la aplicación de la ingeniería de valor debe dirigirse a un nivel donde haya seis o siete áreas funcionales* ya que este número facilita la evaluación de las funciones, aunque hay casos en los que se pueden analizar demasiadas o muy pocas funciones, si se da este caso, conviene reagrupar las funciones.

Si el diagrama esquemático funcional está bien hecho, las funciones se deben comparar y se puede ponderar su importancia relativa, pero aún antes de eso hay que ir eliminando las funciones escritas sobrantes o redundantes; al quitarse éstas no deben de crearle ningún problema a la función principal.

En la siguiente figura **A.291** se muestra un primer diagrama funcional donde el objetivo de evitar hundimientos inaceptables de las edificaciones se logra con la función adecuada de su cimentación.

El diagrama se refiere a la cimentación de viviendas de dos o tres pisos y no a la cimentación de edificios altos de departamentos; es muy general debido a que no incluye datos cuantitativos de las características del suelo y de la construcción (resistencia del suelo, peso de la construcción, área de desplante), en los límites máximos aceptables de hundimiento y de resistencia, etc.

Al incluirse datos cuantitativos el diagrama se simplifica, quita opciones no aplicables al caso y aclara y puntualiza las funciones; por ello, como ya se dijo, la inclusión de datos cuantitativos es fundamental para la adecuada representación de los diagramas funcionales.

En la evaluación de funciones hay que enfatizar las funciones importantes e ir eliminando las funciones no esenciales, de esta manera, el diseño resultante se optimizará lográndose las mejores prestaciones a un costo más ajustado.

En la fase de diseño arquitectónico solemos a veces concentrarnos más en la estética y la apariencia descuidando las funciones internas e importantes del producto, lo cual puede retrasar las ventas o crear reclamaciones e inconformidades durante el uso de las viviendas.

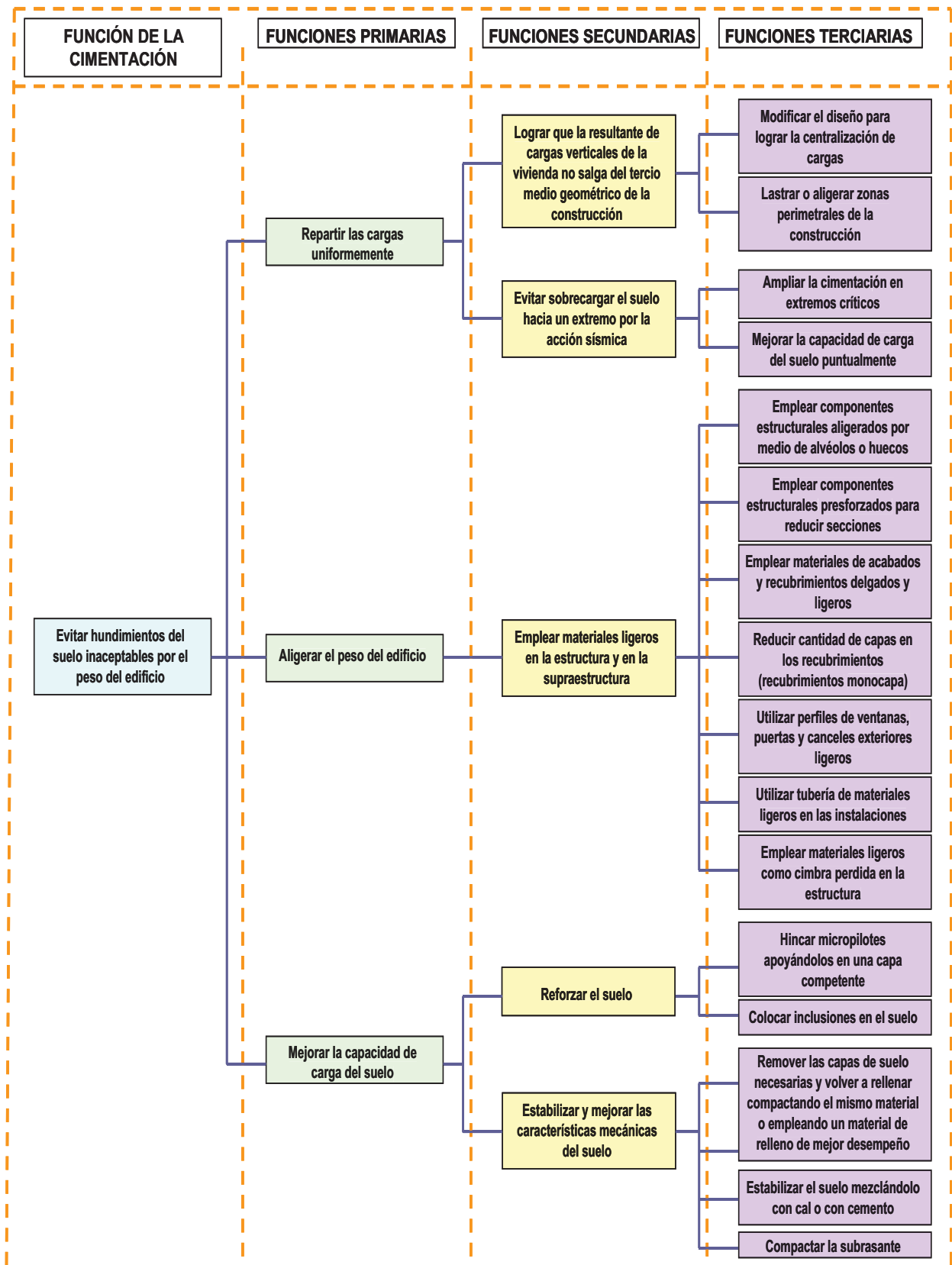


FIGURA A.291 – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO FUNCIONAL JERARQUIZADO DE UNA CIMENTACIÓN

Por ello, el propósito de evaluar objetivamente las funciones permite descubrir oportunidades interesantes de afinar las características del diseño a niveles de detalle poco usuales en los procesos de definición comúnmente utilizados.

El decidir qué funciones son importantes y trabajar de acuerdo a ello logra mayor satisfacción a los clientes y evita quejas posteriores.

Conviene siempre desarrollar un procedimiento de evaluación de funciones para determinar las más importantes.

El empleo de análisis funcionales en el producto visto en su contenido y su propuesta formal así como en los procesos organizacionales y físicos promete una amplia ventana de oportunidades para el logro de soluciones novedosas y competitivas cuya aportación podrá hacer de las organizaciones que los implementen “la referencia” del resto de empresas del sector.

En el caso de la vivienda, la funcionalidad analizada en espacios como la cocina, los baños, los closets y espacios de guardado permitirá aprovechar la importante gama de soluciones de accesorios (implementos, herrajes, dispositivos, etc.) que el mercado ofrece particularizando y optimizando el uso de estos espacios.

El análisis de amueblado del resto de espacios de la vivienda como: La estancia, el comedor, las recámaras y demás estaciones habitables con diferentes opciones posibles y su solución para el logro de su flexibilidad de utilización dada la variedad de usuarios potenciales desconocidos, permitirá ofrecer alternativas válidas para un mayor número de clientes potenciales.

Igualmente el *buscar “el detalle funcional” de las áreas exteriores* permitirá ofrecer soluciones valoradas por los clientes y, por lo tanto, “vendibles”.

Los diseños, en su contenido, (cimentación, estructura, acabados, instalaciones, etc.) pueden ser evaluados y seleccionados buscando la mejor relación costo-beneficio) y el cumplimiento de desempeños exigidos.

Como resultados buscados en los análisis funcionales que mejoran su desempeño conviene destacar dos:

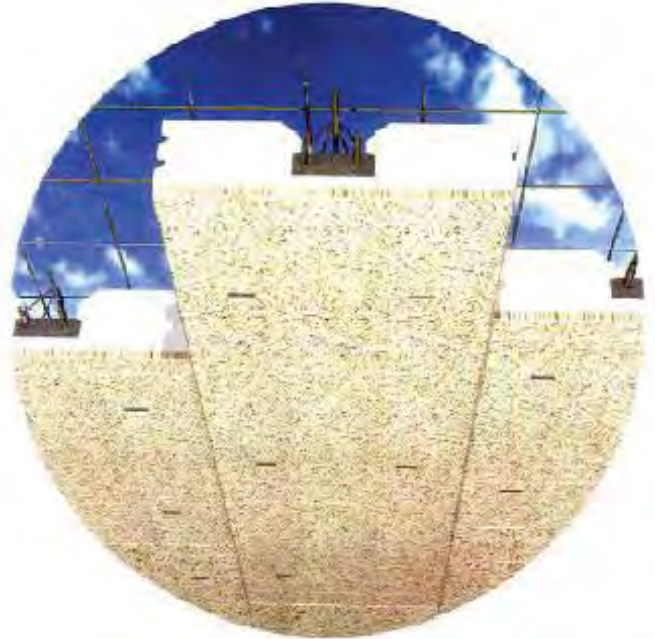
- 1.- soluciones multipropósito.
- 2.- soluciones coadyuvantes.

Las *soluciones multipropósito* son aquellas que, partiendo del cumplimiento de una función primaria, conllevan varias funciones adicionales que redundan en grandes ventajas combinadas; por ejemplo, la solución de “losa integral” Fricker de la marca Knauf integra en su diseño, diversas funciones que la hace ser un componente multipropósito y con más prestaciones que la losa ordinaria de vigueta y bovedilla.

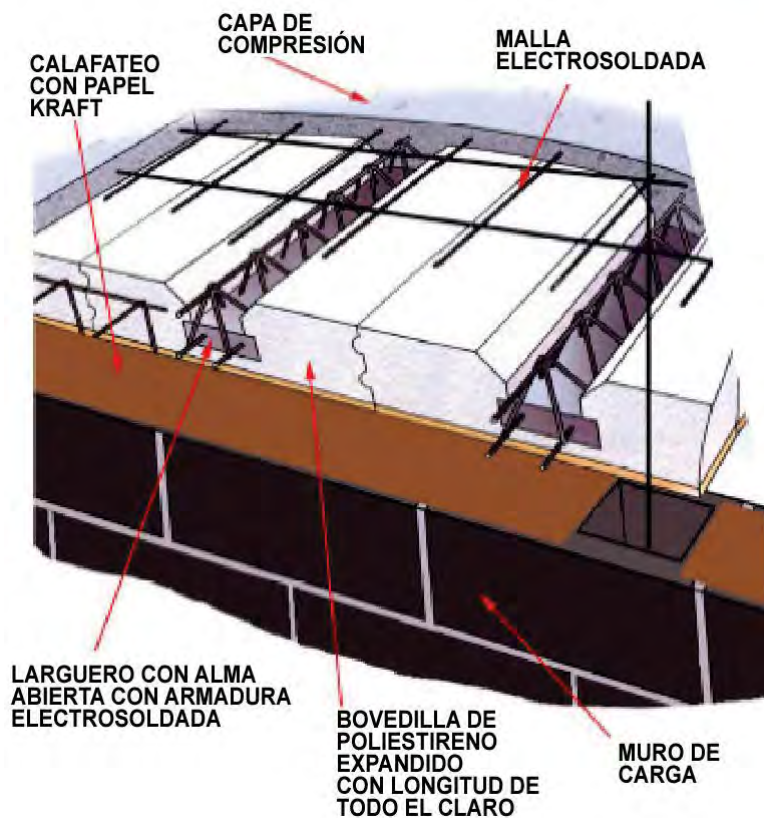
Adicionalmente a la función estructural que tiene cualquier sistema de losa, como la resistencia a los golpes y a las cargas durante el proceso de obra y a sus requisitos complementarios, se cumplen las siguientes funciones adicionales:

- Aislamiento térmico (sin puentes térmicos),
- Resiliencia acústica,
- Ligereza (y lo que conlleva en ahorro estructural y de cimentación),
- Mayor monolitismo estructural,
- Rapidez de ejecución (ahorro en tiempo importante ya que se coloca simultáneamente la vigueta y las bovedillas y a veces el acabado de techo en una misma acción de manipulación),
- Manuportable no es indispensable el uso de equipo de izado y montaje,
- Resistencia al fuego (conforme al Cuaderno de Especificaciones 206 del CSTB),
- Versatilidad en acabados de techos (cara inferior de poliestireno).

Las ventajas de este elemento se pueden apreciar en la siguiente figura **A.292**.



Fuente: Catálogo : Planchers préfabriqués à longueur de travées – Fricker, KNAUF. Portada



Fuente: Guide de solutions PSE dans la construction, PSE isolations, le nouveau polystyrène, p. 14

CAMPO DE UTILIZACIÓN

Losas de entpiso y de cubierta de construcciones para vivienda, escuelas y edificios con claros similares que pueden llegar a ser de hasta 6.00 m.

Figura A.292a - SISTEMA DE LOSA INTEGRADO A VIGUETAS DE ALMA ABIERTA DE CONCRETO ARMADO CON ACERO ELECTROSOLDADO Y A PANELES DE POLIESTIRENO EN FORMA DE BOVEDILLA DE TODA LA LONGITUD DEL CLARO A CUBRIR





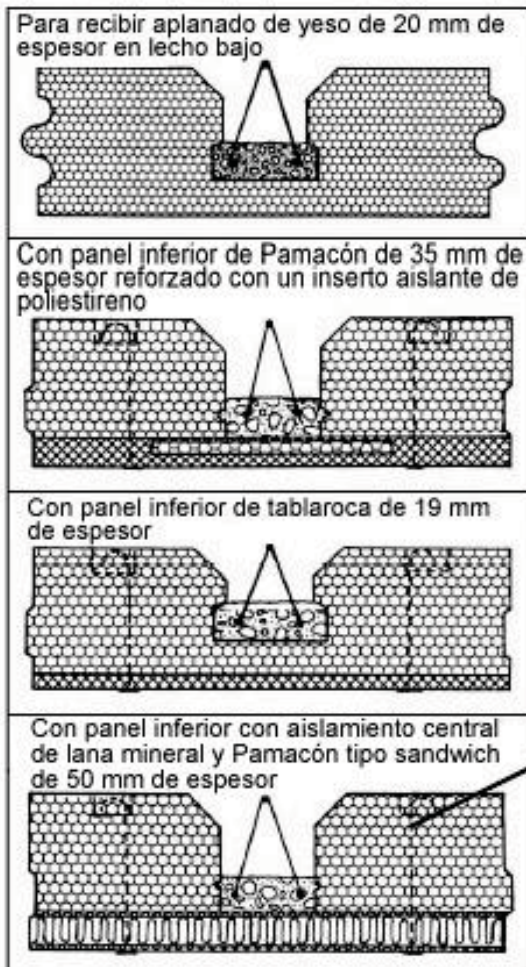
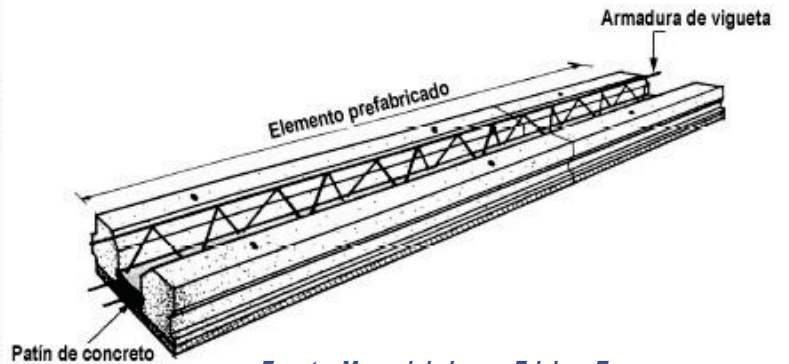
<p>Panel simple listo para recibir un aplanado de yeso en plafón como acabado y protección al aislante</p>	
<p>Panel con tablaroca adherido y fijado a la cara inferior como acabado para plafond y protección al aislante</p>	
<p>Panel con Pamacon adherido y fijado a la cara inferior como acabado para plafond y protección al aislante</p>	
<p>Panel tipo sándwich, adherido y fijado a la cara inferior como acabado, con aislante de lana mineral al centro para una mayor protección contra el fuego</p>	

Figura A.292b - TIPOS DE ACABADOS PARA PLAFONES QUE DEPENDEN DE REQUISITOS DE ACABADO Y DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO

Fuente: L'offre globale, Tomo 1 – Gros oeuvre; p. 31, 32, 33 y 34



Fuente: Manual de Losas Fricker, Empresa FIBRALITH ISOLATION; p. 124



Fuente: Manual de Losas Fricker, Empresa FIBRALITH ISOLATION; p. 3

Ganchos de alambre galvanizado cal. 10 a cada 35 cm en el sentido corto y a cada 50 cm en el sentido largo.

Figura A.292c - DIFERENTES OPCIONES DE CONFORMACIÓN DE LOS PANELES

Descripción:

Este diseño *integra* en paneles de 60 cm de ancho y todo el claro a librar de largo, un sistema de vigueta de alma abierta y bovedilla de poliestireno con el tradicional colado complementario de la capa de compresión armada con malla electrosoldada y acero complementario.

En los casos requeridos se le puede incluir una hoja de tablaroca o de otro material adherida a su cara inferior para evitar el aplanado de yeso en techos y ahorrarse este proceso en la obra.

Consta de los siguientes componentes:

- Panel de poliestireno de toda la longitud del claro a cubrir en forma de bovedilla por machimbre, lo cual permite la continuidad del aislamiento y la planeidad de la cara inferior del conjunto embonado con los demás.

Su parte inferior de poliestireno (u otro aislante) es continua, lo cual impide puentes térmicos, a su vez que junto con la forma de su ranura para alojar la armadura triangular electrosoldada y colar el patín inferior de concreto funciona como molde y referencia de altura del patín a colar.

- La cara inferior del poliestireno puede ir protegida contra roedores y contra fuego con:
 - Un aplanado de yeso o de mortero cemento-arena, de 20 mm de espesor, armado con metal desplegado o con fibras cortas. En este caso, conviene prever ranuras en forma de cola de milano a la cara inferior del poliestireno para un mejor anclaje del armado,
 - Una hoja de tablaroca adherida (el adhesivo empleado para pegar el poliestireno con el tablaroca disponible en México es el MIL U F4 de Cronher de México),
 - Un panel de Pamacón de 20 mm de espesor adherido,
 - Un panel tipo sándwich de 50 mm de espesor adherido para alta resistencia al fuego.

En todos los casos, como complemento de fijación para evitar desprendimientos en caso de fuego, se anclan el aplanado de yeso o los paneles adheridos a la malla electrosoldada de la capa de compresión con ganchos de alambre galvanizado cal. 10 a cada 35 cm en sentido corto y a cada 100 cm. en el sentido largo, que atraviesan todo el espesor del poliestireno (fijación por medio de tirantes suspendidos a razón de 8 por m²).

- Se coloca, en la ranura prevista en el poliestireno, la armadura triangular electrosoldada y se cuela su patín inferior de concreto.
- Finalmente, se coloca la malla electrosoldada, el acero complementario de la capa de compresión y se cuela un firme de concreto de 5 cm. de espesor mínimo que protege al poliestireno en su parte superior.

La función del panel de poliestireno que funge en parte como bovedilla es ante todo servir de cimbra perdida para el patín del larguero de alma abierta y para el colado de la capa de compresión.

La capa de compresión de concreto armado colada en el sitio:

- monolitiza a la losa
- reparte y transmite las cargas verticales y sísmicas al resto de la estructura
- trabaja en la zona de compresión del conjunto
- sirve como base del acabado de piso o como acabado del mismo

Esta solución permite:

- Por su presentación en *paneles de todo el claro*: Reducir de manera directa costos de ejecución por su limpieza y rapidez en su puesta en obra (facilidad de manipulación y de colocación en base a un despiece)
- Por la *ligereza de los paneles*: Reducir de manera indirecta costos por reducción de carga muerta y de la carga sísmica y, por tanto, menos refuerzo en los largueros (o incremento de claro) y menos refuerzo en muros y cimientos.
- La *incorporación de tuberías de instalaciones* (bajo las mismas condiciones aplicables a las losas comunes de vigueta y bovedilla de poliestireno).
- La colocación y *colado de capa de compresión con un mínimo de apuntalamiento* y sin cimbra de contacto de fondo. En los apoyos puede eliminarse el apuntalamiento en caso de respetarse las especificaciones de nivelación de enrase de muros, de la calidad de los materiales utilizados y del cuidado de los trabajos en obra que se efectúen sobre la losa en su proceso de ejecución.

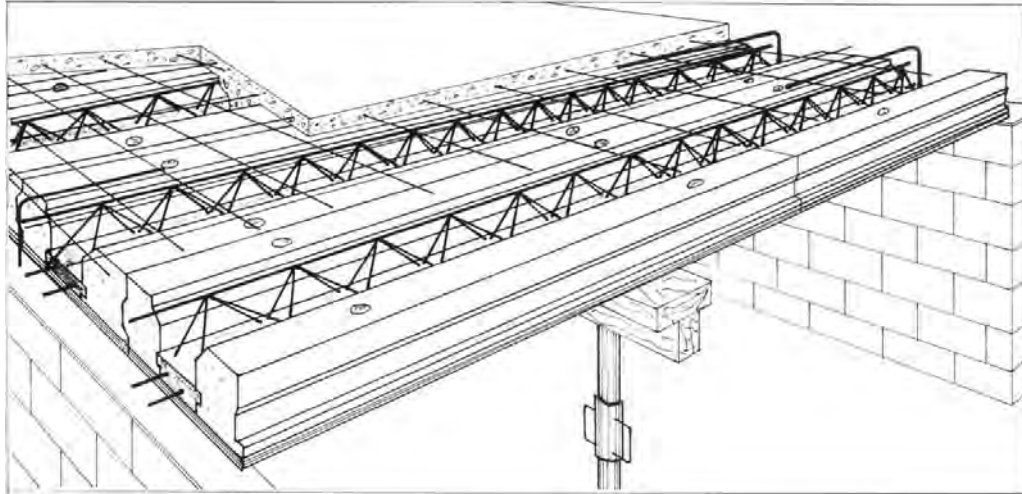


Figura A.292d - APUNTAMIENTO AL CENTRO DE CLAROS

Fuente: Planchers préfabriqués à longueur de travée, Plancher Fricker; p. 1 - empresa FRICKER – KNAUF

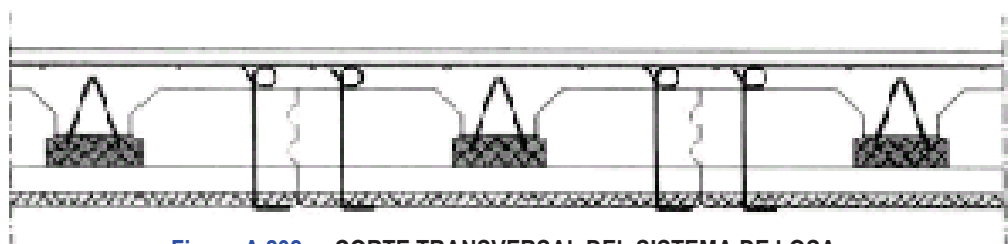


Figura A.292e - CORTE TRANSVERSAL DEL SISTEMA DE LOSA –

Fuente: Planchers préfabriqués à longueur de travée, Plancher Fricker; p. 2 - empresa FRICKER – KNAUF

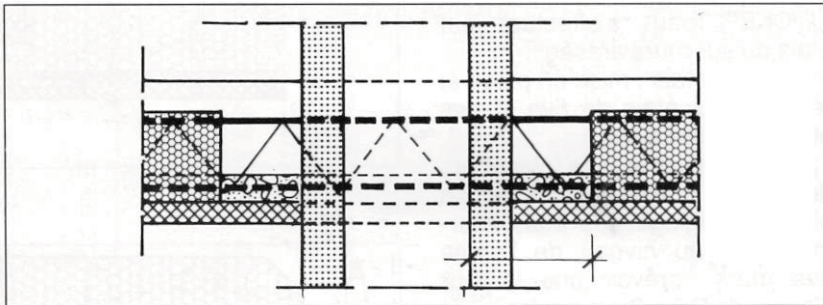


Figura A.292f - DETALLE DE INTERFAZ DEL SISTEMA CON DUCTOS O TIROS

(hay que prever el colado integral de un anillo armado)

Fuente: Planchers à isolation intégrée Fibralth Isolation P-121; p. 5 - Empresa FRICKER - KNAUF

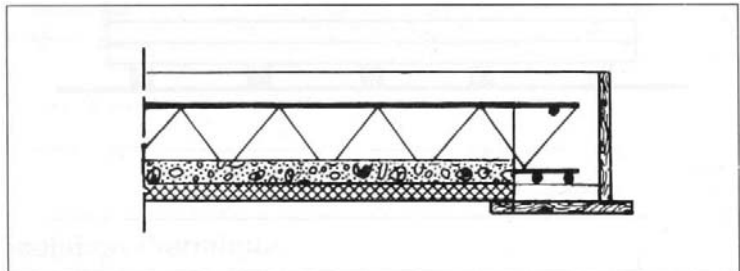


Figura A.292g - DETALLE DE APOYO SOBRE TRABE DE BORDE

*Fuente: Planchers à isolation intégrée Fibralth Isolation P-121; p. 5
Empresa FRICKER - KNAUF*

Características

- Claros que van hasta 4.00 a 6.00 m.
- Coeficiente $K = 0.30$ A $0.40 \text{ W/m}^2\text{k}$.
- Anchos de 0.60 m.
- Longitud de los paneles prefabricados: sobre pedido (claro completo) de hasta 6.00 m.
- Espesor total: 17 a 25 cm
- Altura de la bovedilla de poliestireno que funciona como cimbra muerta: variable, generalmente va de 12 a 20 cm.

Ejecución de obra:

- Colocación de los paneles sobre una o dos líneas de puntales (según sea el claro y cimbrado de la losa) y apoyados sobre los muros periféricos.
- Colocación del acero (de cadenas, malla electrosoldada, bastones, etc.).
- Colado de la capa de compresión de concreto con acabado integral (pulido o afinado).
- Recubrimientos especificados de acabados de piso (loseta vinílica o loseta cerámica).
- Sus componentes son manportables ya que no es indispensable el uso de máquinas de elevación para su montaje.



Fuente: *Planchers à isolation intégrée, plancher Fricker; Fibralth Isolation, P-124; p. 4 Empresa FRICKER-KNAUF*

Figura A.293a .- MANIPULACIÓN MECANIZADA



Fuente: *Planchers à isolation intégrée, plancher Fricker; Fibralth Isolation, P-124; p. 4 - Empresa FRICKER-KNAUF*

Fuente: *Planchers à isolation intégrée, plancher Fricker; Fibralth Isolation, P-124; p. 24 - Empresa FRICKER-KNAUF*

Figura A.293b .- MANIPULACIÓN MANUAL

Figura A.293 – PANELES DE LOSA INTEGRAL

Los equipos polivalentes de obra denominados “Multifunción” son también otro ejemplo de productos de un análisis funcional multipropósito.

Las *soluciones coadyuvantes* son muy necesarias en varios casos para tener un respaldo o una alternativa o complemento que funciona cuando falla la función de un dispositivo o elemento diseñado.

Ejemplos de ello hay muchos pero, resumidamente se mencionan algunos:

1. El buscar la hiperestaticidad en las estructuras y no conformarse con la iso-estaticidad para que, a pesar de fallar la estructura en un punto, no se colapse o para reducir esfuerzos actuantes al restarse esfuerzos positivos de negativos.*
2. El buscar elementos estructurales de concreto dúctiles mediante estribos adicionales para también evitar su colapso.
3. El duplicar lo requerido como, por ejemplo, emplear dos cables para izado (doble capacidad) en vez de uno sólo o un equipo de bombeo con dos tipos de motores (eléctrico y térmico) por si llega a interrumpirse el suministro de energía eléctrica en caso de un incendio.
4. La instalación de un grupo electrógeno (planta de luz) en caso de interrumpirse el suministro de energía eléctrica.
5. La colocación de una gárgola al lado de una coladera de azotea para desaguar la superficie en caso de que dicha coladera se tape.
6. El incrementar el volumen de almacenamiento de agua potable para prevenir la escasez temporal del suministro.
7. La colocación de válvulas check (de no retroceso) en caso de contraflujos indeseables en las redes hidráulicas y sanitarias.
8. La colocación de válvulas de alivio o jarros de aire en caso de sobrecalentamientos.
9. Sobredimensionar algunos elementos cuya falla funcional es muy sensible o probable y pueda crear consecuencias indeseables, peligrosas o incluso catastróficas. El sobredimensionamiento puede lograrse mediante simple incremento de dimensiones, de capacidad o de resistencia del elemento o aplicando un factor de seguridad alto en su procedimiento de cálculo.

Conviene sobredimensionar por ejemplo: las columnas, los cables, las eslingas, los medios de seguridad contra incendio, las estructuras de los edificios de uso público, etc.

Generalmente se respalda una solución cuando su falla puede provocar incidentes o accidentes con los consecuentes perjuicios o daños al edificio, molestias a sus ocupantes o incluso la pérdida de vidas.

El *incluir en los análisis funcionales los criterios de multipropósitos y de respaldo enriquecerá las soluciones propuestas* y, por tanto, se ofrecerá a los usuarios un producto con mayores ventajas de utilización que hay que saber vender para lograr su valoración y, por tanto, ventajas importantes con respecto a la competencia.

En todos los casos de análisis funcionales la expresión de las necesidades es más explícita si se recurre a la presentación sintética y concisa en forma de tablas gráficas, diagramas o figuras acompañadas de comentarios; esto permite una percepción justa de la necesidad y su traducción en términos de funciones y de condicionantes o restricciones.

Dada la amplia existencia de normas, reglamentos y especificaciones en el campo de la edificación y de la construcción en general, en muchos casos, por el enfoque impositivo, hace que la palabra “exigencia” reemplace a la palabra “necesidad”.

La necesidad queda por tanto empleable para la búsqueda de oportunidades de propuesta de un gran número de omisiones en los alcances de análisis que generalmente no se llegan a abordar por falta de tiempo debido a la dedicación centrada al cumplimiento de las exigencias impuestas o propuestas que corresponden más a la búsqueda de una calidad implícita que al conjunto de propuestas de calidad explícita dirigidas al cliente.

El análisis funcional debe relacionarse con el análisis del valor apreciable por los clientes para evitar caer en divagaciones y dicho análisis debe considerar a la necesidad expresada de manera clara como el primer paso de un proceso racional de concepción. Al valor reconocido va también asociada la concepción limitada o topada por un costo objetivo predeterminado.

Este método de administración de proyectos es el que se ha propuesto adoptar y tiene como ventaja eliminar la incertidumbre y la búsqueda con apertura de propuestas eficientes y negociables buscando la optimización.

La expresión funcional de la necesidad siempre es una garantía de claridad al momento de establecer las relaciones de tareas a llevar a cabo y al evaluar la eficacia; por ello, desde la fase temprana de anteproyecto, se deben establecer especificaciones de desempeño y no especificaciones descriptivas.

Los resultados por la utilización de este tipo de análisis bien aplicados desembocan en productos competitivos al lograr su mejor aptitud de satisfacción de necesidades de los utilizadores, tanto explícitas como implícitas, al precio de mercado.

La expresión funcional de las necesidades implica:

- Una recolección de informaciones pertinentes de todas las situaciones sucesivas del ciclo de utilización del proyecto en cuestión.
- Un análisis sistemático y exhaustivo de las necesidades y de su traducción en términos de funciones y de restricciones.
- Una profunda reflexión sobre la importancia relativa de las funciones.
- Una definición de los criterios de apreciación de cada función.
- Una evaluación de niveles estimados necesarios para cada criterio de apreciación.
- El establecimiento de la flexibilidad aceptable para cada nivel de criterio de apreciación (indicando cuantitativamente la clase de flexibilidad y los límites de aceptación).

Todo ello requiere la participación de todo el equipo de trabajo y de los utilizadores futuros (haciendo reuniones o grupos de enfoque) y de los clientes anteriores. Sólo amalgamando los diferentes puntos de vista de quienes aportan sus ideas y percepciones se puede uno ir aproximando al logro de un buen análisis funcional y también las experiencias de proyectos anteriores (buenas y malas) afinan nuestro ojo clínico.

Las experiencias en fase de proceso y de postventa de proyectos anteriores, los comentarios de clientes potenciales recabados por los responsables de ventas así como las prácticas e ideas vistas en el Benchmarking realizado son un importante bagaje de datos útiles para el análisis funcional.

Las funciones son las características de un producto o de uno de sus componentes expresadas exclusivamente en términos de finalidad y el producto (en nuestro caso la vivienda) debe responder a las necesidades del utilizador a través de sus funciones.

ANEXO-B

Propuestas de Desarrollo Tecnológico Intrínseco

INTRODUCCIÓN

La inercia de la tradición que se ha consolidado a través de siglos en las diversas culturas y países, ha sido hasta hace muy poco lo imperante en la construcción de conjuntos habitacionales y de viviendas; sin embargo, por el desarrollo tecnológico y por la rápida evolución de Normas y Reglamentos de alcance internacional soportada por los eficientes medios globales de comunicación, se viene imponiendo un avance sostenido de nuevos materiales, componentes y procedimientos de construcción que es necesario conocer si se quiere ser competitivo o incluso si sólo se quiere permanecer vigente en el sector.

Las propuestas de desarrollo constructivo que aquí se incluyen no pretenden ser sólo un repaso del tema ni pretenden hacer notar lo que se sabe del tema; el objeto de su breve presentación está fundamentado en la ampliación de opciones para la búsqueda de la optimización de soluciones para resolver problemas patológicos recurrentes de construcción, enriquecer la funcionalidad, reducir los costos y tiempos de ejecución, reducir las operaciones y costos de mantenimiento e incrementar la durabilidad de los edificios y obras exteriores.

El alcance de lo aquí presentado incluye soluciones muy probadas y comúnmente empleadas en países industrializados pero desconocidas o no acostumbradas en nuestro medio aunque necesarias para el aseguramiento de la calidad y el buen desempeño del producto.

Algunas de las propuestas incluidas han sido utilizadas en obras de vivienda mexicanas con éxito contundente y otras han dado resultados inferiores a los esperados principalmente por falta de atención a los detalles o por costos mayores con respecto a otras opciones.

Hay propuestas con bastante beneficio potencial que no se han implementado por falta de interés, de dedicación o de condiciones propicias.

La tecnología de construcción requiere cada vez más de profesionales experimentados y vigentes con sólidas bases técnicas y, por ello, se hace notar que existe una enorme ventana de oportunidades para arquitectos e ingenieros en el desarrollo de perfiles como generalistas o especialistas dado que la tecnología de construcción se percibe cada vez más como tema de nadie en la práctica profesional.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	No. de página
INTRODUCCIÓN	681
B-1.- TALUDES, CONTENCIONES, EXPLANACIONES, MEJORAMIENTOS..	684
1. Taludes	684
2. Elementos de revestido y apilados en seco	687
3. Tierra armada, (también llamada tierra reforzada)	692
4. Anclas para la estabilización de cortes de terreno	698
5. Muros de contención de concreto armado prefabricados	701
6. Drenado y encubado de contenciones y sótanos	703
7. Reciclaje de material de demolición para rellenos y plataformas de cimentación	711
8. Suelo-cal y suelo-cemento	715
B-2.- CIMENTACIONES	716
1. Cimentaciones sobre arcillas expansivas	720
2. Micropilotes	722
3. Protección antiraíces	723
4. Inclusiones	725
5. Protección a colindancias	726
B-3.- PRODUCTOS DE ESTRUCTURA Y OBRA NEGRA	727
1. Concretos de alto desempeño	728
2. Pre-esfuerzo	729
3. Concreto reforzado con fibras cortas	730
4. Ferrocemento	731
5. Calzas para acero y tubería, y atado de refuerzos	733
6. Piezas de mampostería de gran formato y muros aparentes	749
7. Muros de concreto colados in situ	763
8. Repisones y dinteles	764
9. Marcos de ventanas	775
10. Remates de bardas y pretilas	780
11. Viguetas	784
12. Bovedillas	795
13. Trabes precoladas (semiprefabricadas)	806
14. Doblaje de muros, piso flotante y forrado de tuberías para aislamiento térmico y acústico	815
15. Teja autoimpermeable, en cubiertas inclinadas	829
16. Detalles y refuerzos de impermeabilización en azoteas planas	839

B-4.- INSTALACIONES	844
1. Incorporación de tuberías en la obra negra	844
2. Tubería de CPVC y de otros materiales plásticos para agua caliente	848
3. Plomería prefabricada	849
4. Fijación de tuberías aparentes	881
5. Instalaciones eléctricas prefabricadas	886
6. Zoclos para alojar instalaciones	893
B-5.- VENTANERÍA Y CARPINTERÍA	898
1. Ventanas, cancelos y tragaluces	
2. Detalles diversos	1004
3. Escaleras y barandales	1009
4. Escantillones, premarcos, marcos, puertas y closets	1017
B-6.- SOLUCIONES COMPLEMENTARIAS DE PROTECCIÓN Y ACABADOS	1036
1. Selladores	1036
2. Hidrofugación y lasuras	1042
3. Pinturas y acabados autolavables	1047
4. Recubrimientos monocapa y recubrimientos colocados en grandes formatos	1050
5. Fachadas ventiladas	1054
B-7.- REDES, INSTALACIONES Y ACABADOS EXTERIORES	1058
1. Tubería enterrada	1059
2. Rellenos fluidos en cepas	1083
3. Banquetas técnicas	1087
4. Registros prefabricados y pozos de visita	1091
5. Cisternas, tanques, cárcamos y fosas	1114
6. Canalillos recolectores	1120
7. Brocales, tapas y rejillas	1127
8. Instalación de redes exteriores sin zanja	1137
9. Pavimentos de asfalto, de concreto, de adoquines, de losetas y de adopasto	1144
10. Escaleras exteriores	1219
11. Guarniciones y canalillos	1222
12. Pavimentos porosos	1227
13. Sobrecapas de concreto (Whitetopping y Ultrawhitetopping) y de Adoquines	1240
14. Capas de superficie con suelo estabilizado	1266

B-1 TALUDES, CONTENCIONES, EXPLANACIONES Y MEJORAMIENTOS

1.- TALUDES Y SUS RESTRICCIONES

Aunque siempre se deben de buscar terrenos planos o con una pendiente mínima para lograr economía en los desarrollos de vivienda, esta condición no siempre se puede lograr en varios casos y, por ello, es necesario, como segundo nivel de decisión, tener planteadas soluciones económicas y rápidas, además de seguras y estables a través del tiempo de la vida útil de los inmuebles.

Se exponen por ello a continuación algunas propuestas que por su economía rapidez y sencillez de ejecución han sido probadas con resultados satisfactorios.

Hay otras soluciones y variantes de las mostradas que, por su costo y grado de dificultad, no se mencionan pero que eventualmente pueden ser convenientes en algún caso concreto.

Se busca dar pautas de solución más que una exposición extensiva.

En caso de desniveles lo más económico para su manejo en diseños sobre terrenos accidentados o en laderas es agrupar a las viviendas sobre plataformas que vayan siguiendo las curvas de un mismo nivel para que éstas se desplanten sin necesidad de escalonarse y absorber así los desniveles en las áreas exteriores como jardines, vialidades y andadores con taludes y no en las viviendas.

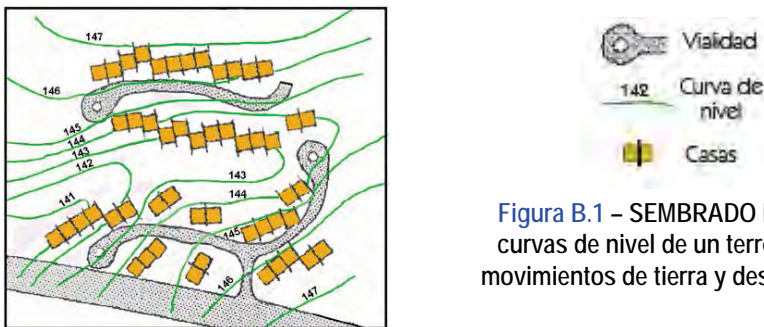


Figura B.1 – SEMBRADO DE CASAS COLINEAL con las curvas de nivel de un terreno en pendiente para reducir movimientos de tierra y desniveles entre las edificaciones.

Siempre hay que buscar liberar a las edificaciones de contactos directos con el terreno en desnivel y protegerlas en su perímetro exterior con una conformación y obras de arte que conduzcan al agua de lluvia lejos de su desplante. Al diseño que busca este objetivo se le denominará drenado positivo.

Las siguientes figuras describen las principales características del drenado positivo como solución protectora.

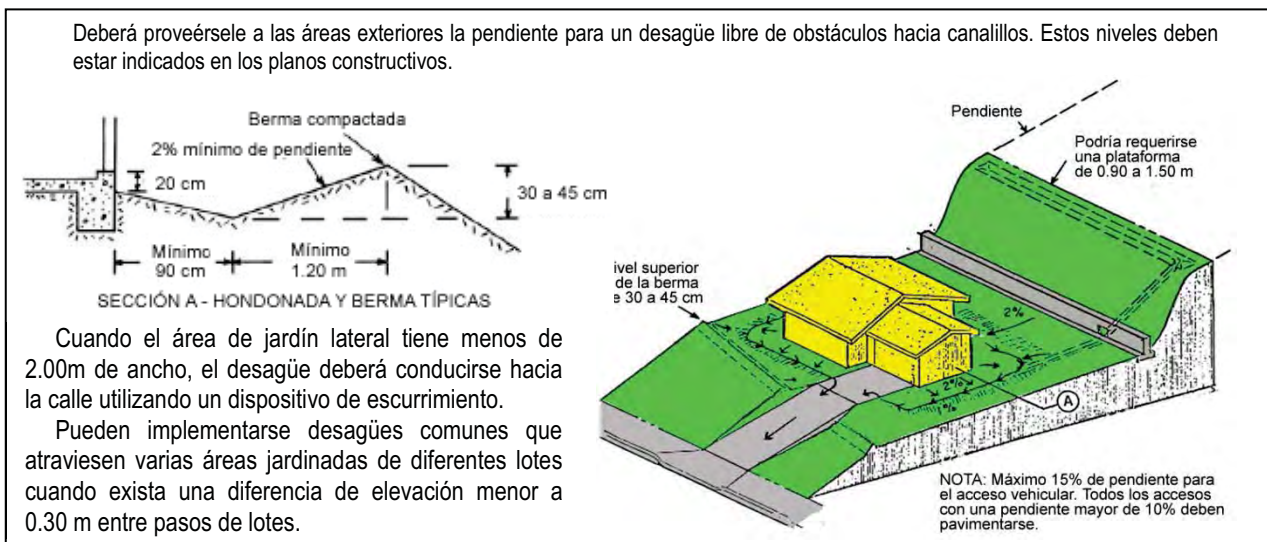
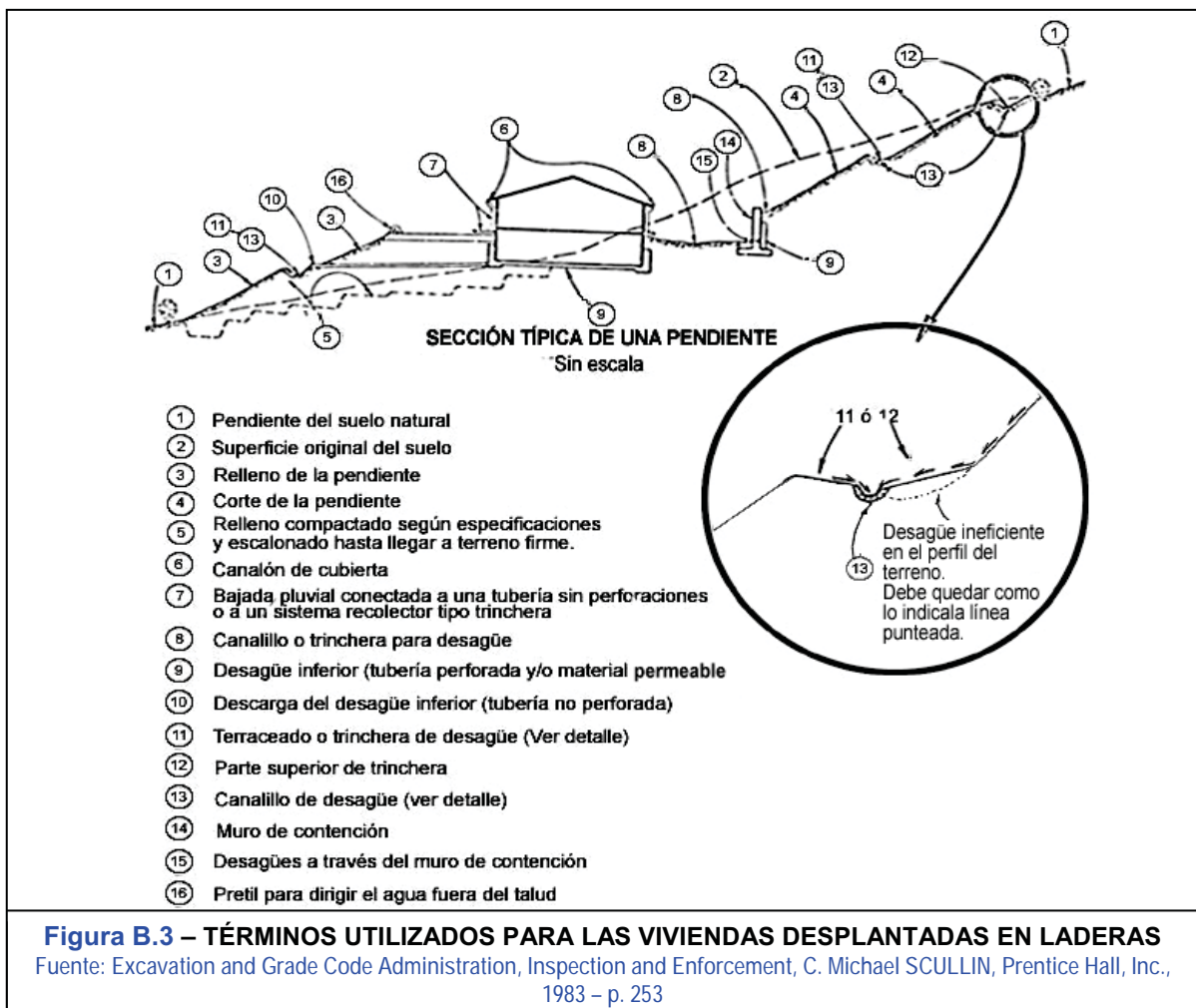


Figura B.2 – CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA LA SIEMBRA DE VIVIENDAS EN TERRENOS DE TOPOGRAFÍA ACCIDENTADA - Fuente: Redibujado a partir de la información de Excavation and Grade Code Administration, Inspection and Enforcement, C. Michael SCULLIN, Prentice Hall, Inc., 1983 – p. 239



La falta de investigación del sitio para evidenciar las condiciones del terreno natural y de sus alrededores desde el punto de vista topográfico y geotécnico que deban modificarse o protegerse por el efecto de la implantación de un proyecto y la falta de previsión de problemas de inestabilidad provocados así como la falta de realización de los medios de protección requeridos puede desembocar en siniestros de gran magnitud como el mostrado en el ejemplo de la siguiente figura B.4.



Figura B.4 – FALLA DE LADERA PRÓXIMA A UN PROYECTO DE VIVIENDA de poca altura que denota una falta de análisis previo de las condiciones del terreno desde el punto de vista topográfico y geotécnico.
Fuente: BRE Digest 348 Diciembre 1999.

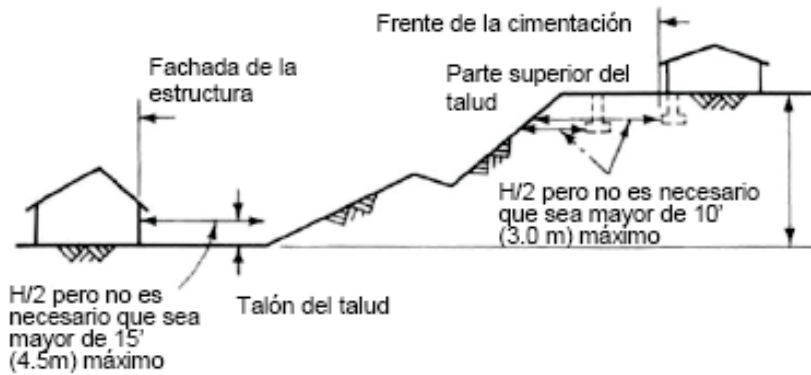


Figura B.5a – ESTÁNDARES DE DISEÑO PARA REMETIMIENTOS

Fuente: Excavation and Grade Code Administration, Inspection and Enforcement, C. Michael SCULLIN, Prentice Hall, Inc., 1983; p. 381

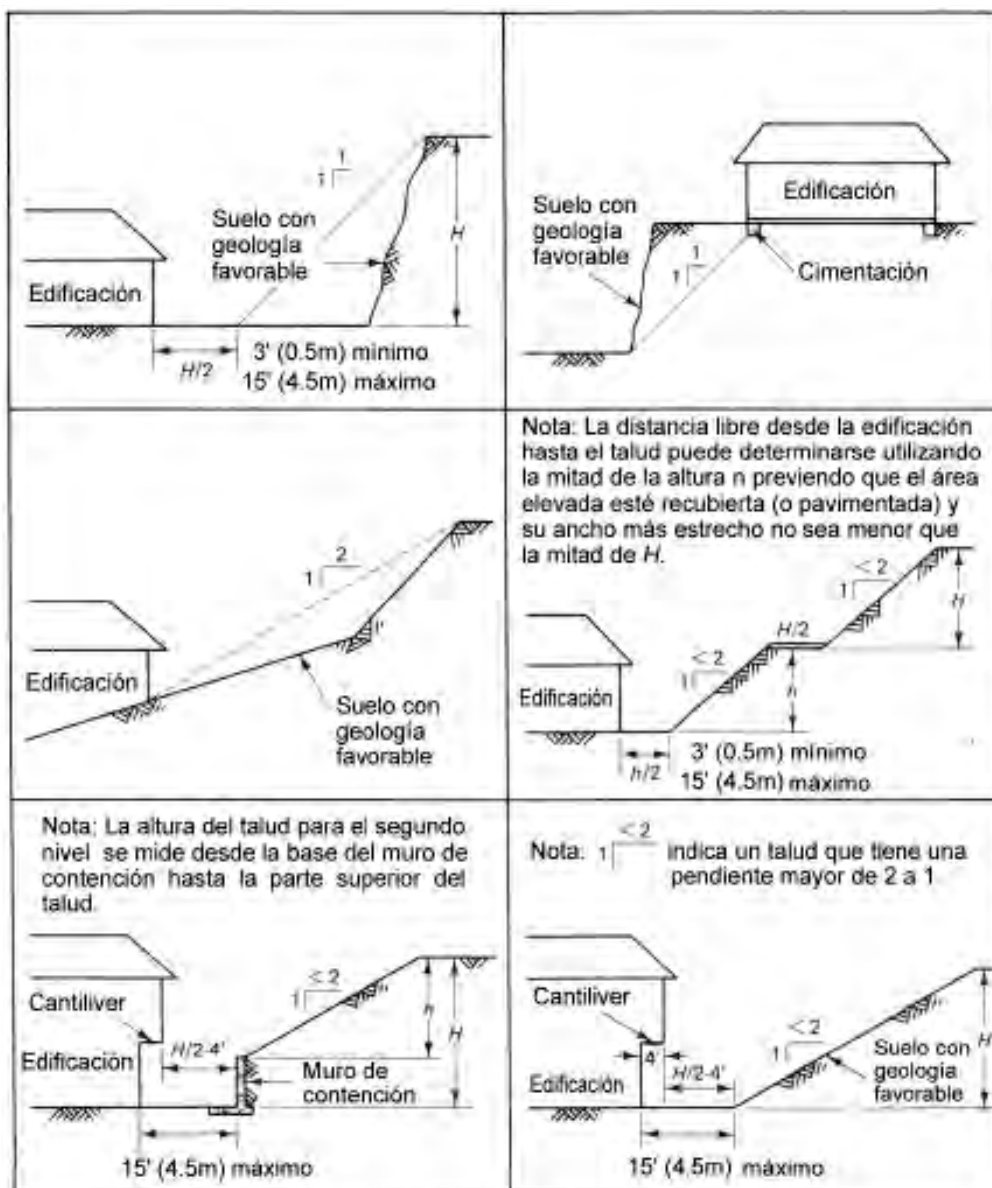


Figura B.5b – REQUERIMIENTOS DE REMETIMIENTO PARA EDIFICACIONES

Fuente: Excavation and Grade Code Administration, Inspection and Enforcement, C. Michael SCULLIN, Prentice Hall, Inc., 1983 – p. 381

2.- ELEMENTOS DE REVESTIDO Y APILADOS EN SECO

En el caso de tenerse poca área exterior y que se tenga que prescindir de la proyección horizontal de los taludes, habrá que recurrir a la solución de contenciones, buscando siempre en primera instancia que los desniveles (y los consecuentes diseños de su contención) se den en las áreas exteriores y no en las edificaciones.

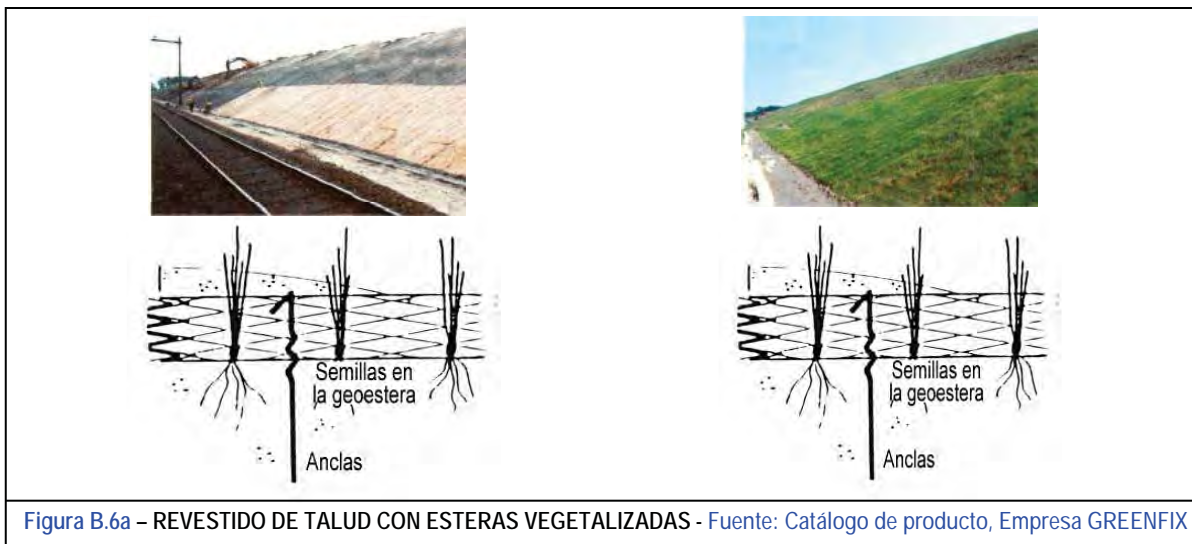
Hay que evitar también emplear a las edificaciones como contenciones o transiciones directas de un desnivel. El contacto directo de muros de una edificación con tierra es fuente de potenciales problemas de humedades por infiltración y de cargas laterales principalmente cuya solución implica costos y cuidados adicionales. Las edificaciones deben, por ello, preferentemente quedar libres en el desplante de su perímetro de fachada de desniveles; por otra parte, conviene reducir tanto la cantidad como la altura de desniveles de las edificaciones entre sí para evitar complicaciones en el proceso de construcción y posibles filtraciones de agua a través del terreno o de la cimentación en desnivel.

En caso de taludes, éstos pueden darse con sólo respetar el ángulo de reposo del terreno con un factor de seguridad adicional para asegurar su estabilidad.

Si se requiere aprovechar más la proyección horizontal o si se tienen restricciones en áreas exteriores aprovechables se puede verticalizar la pendiente del escarpio del talud utilizando soluciones que impliquen un refuerzo de la masa del talud por medio de clavado del suelo y una protección contra la erosión de su superficie empleando vegetación, adopastos y/o geosintéticos u otros geoproductos.

Los geosintéticos (geotextiles, geomallas, georedes, geomembranas, geoesteras, geoceldas y geofiltros) y otros geoproductos como gaviones, bloques de poliestireno expandido para rellenos aligerados e, incluso, neumáticos de vehículos reciclados así como anclas (de refuerzo y presforzadas) se han vuelto soluciones generalizadas e integradas a los diseños de obras en tierra y cimentaciones.

La siguiente figura B.6a muestra el revestido de un talud con geoesteras con semillas de vegetación integradas y anclas de fijación para evitar la erosión de su superficie y vegetalizarla.



La siguiente figura B.6b muestra las características de un talud clavado y revestido de adopasto de concreto y césped para permitir incrementar su pendiente y abarcar menos área en proyección horizontal.



Hay otros casos en los que los terrenos colindan o contienen riachuelos o canales abiertos de conducción de agua que requieren de un tratamiento de sus márgenes.

Para estos casos, el clavado del talud y su protección con geosintéticos y con piezas de adopasto, en varios casos, puede ser una aplicación económica y rápida de ejecutar así como estética que evita la erosión.

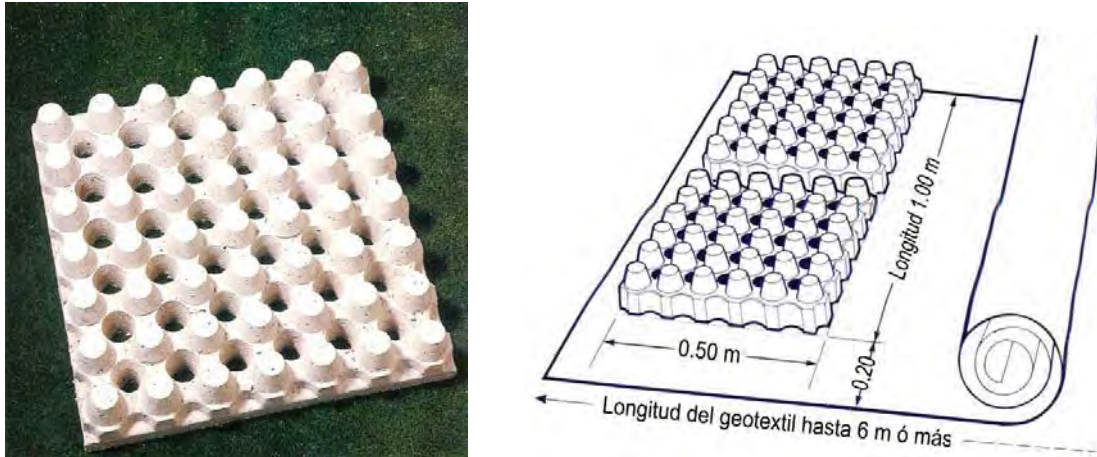


Figura B.7a – Detalle de pieza precolada de concreto colocada sobre geotextil
Ref. Catálogo publicitario SOTUBEMA

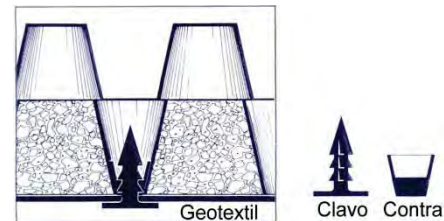
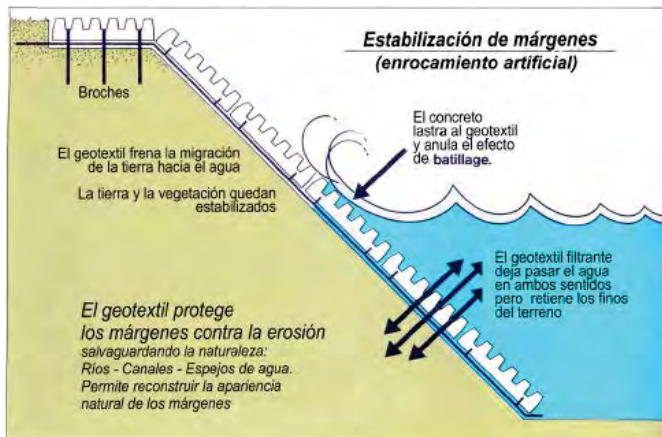


Figura B.7b – DETALLES CONSTRUCTIVOS para la utilización de las piezas de concreto prefabricado “Evergreen” en bordos de ríos, estanques y lagunas - Ref. Catálogo publicitario SOTUBEMA



Figura B.7c - DETALLE VEGETALIZACIÓN DE LA SUPERFICIE
Ref. Catálogo publicitario SOTUBEMA



Figura B.7d – MARGEN DE RÍO PROTEGIDA
Ref. Catálogo publicitario SOTUBEMA

Como medios de protección y de perfilamiento de márgenes de ríos y arroyos y como contenciones de laderas y desniveles de terrenos, el empleo de *gaviones* puede ser una opción económica, e incluso la más conveniente, en el caso de existir en el terreno de la obra rocas y suficiente volumen y espacio para colocar una base de gran ancho.

Los gaviones son jaulas o cestas en módulos cúbicos de malla de acero galvanizado o de malla geosintética, las cuales son rellenas con rocas de 5 cm a 30 cm de diámetro aproximado y se estiban yuxtapuestas y sobrepuestas de manera escalonada o piramidal formando volúmenes rectangulares despiezados.

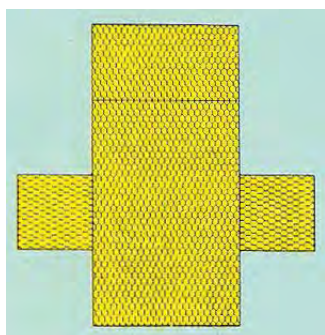
Además de su costo competitivo tienen las siguientes ventajas potenciales:

- pueden estibarse de diferente manera con escalonamientos aparentes hacia su paramento exterior o dentro del relleno o suelo que contiene para mejorar su estabilidad, adaptándose fácilmente a las condiciones geométricas del sitio.

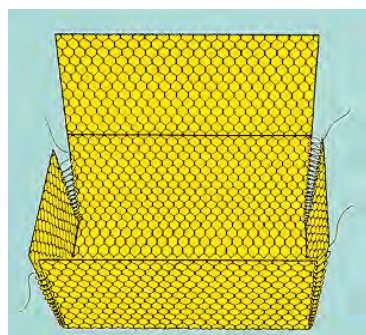
Todas las jaulas llenadas de roca están atadas con alambre o cuerda plástica formando en conjunto una sola masa.

- Se autodrenan fácilmente por los huecos que quedan entre las rocas y, por tanto no se da en su masa presión hidrostática, por ello, con relación a otros tipos de obras de contención, la característica autodrenante de los gaviones representa mayor seguridad contra presiones hidrostáticas.
- El alambre usado en las jaulas del gavión puede ser sólo galvanizado (lo cual sería su talón de Aquiles) o puede ir protegido con un forro plástico o también puede usarse material plástico en vez de acero para asegurar su durabilidad en ambientes corrosivos.
- La roca debe ser resistente a la erosión.
- Puede absorber importantes deformaciones sin fallar. En caso de utilizarse en márgenes de ríos, los gaviones tienen también mayor capacidad de absorción de energía por el libre flujo del agua entre oquedades de las piedras contenidas con respecto a muros de concreto o mampostería.

Para facilitar la manipulación y el transporte, las cestas al suministrarse pueden doblarse y quedar sin ocupar mucho volumen (se forman hojas de 1 m² de superficie con un espesor de 2 cm aprox.).



I – Gavión desplegado
Catálogo Publicitario de la Empresa LEMAC



II – Armado en obra de gavión
Catálogo Publicitario de la Empresa LEMAC



III – Gavión con 2 diafragmas
Handbook of Slope Stabilisation, J.A.R. ORTIGAO y A.S.F.J. Sayao Editors, Edit. Springer, 2004; p. 234

Figura B.8a – CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS GAVIONES

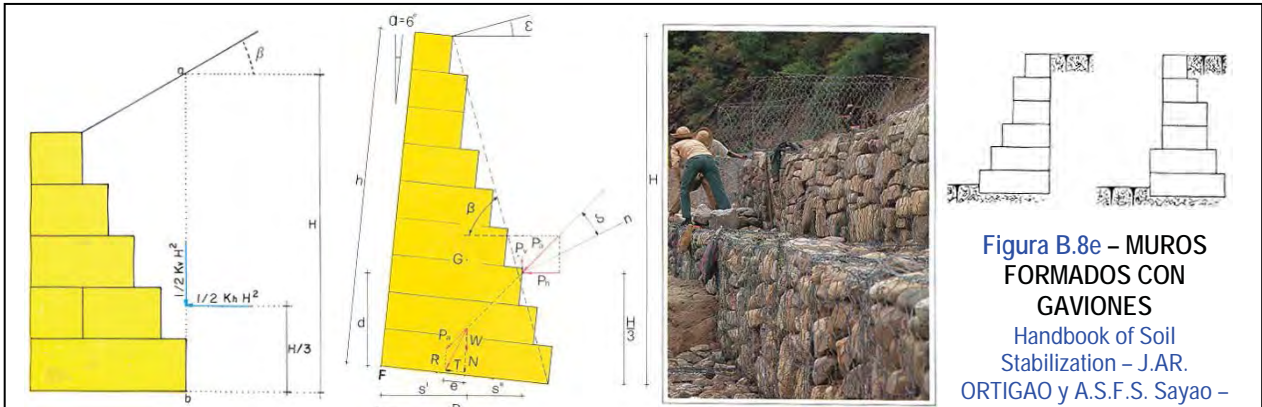


Figura B.8e – MUROS FORMADOS CON GAVIONES
 Handbook of Soil Stabilization – J.AR. ORTIGAO y A.S.F.S. Sayao – Springer 2004 – p. 234

Figura B.8 b, c y d – CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN
 Ref. Catálogo Publicitario: Muros de Contención - Gaviones de la Empresa LEMAC, S.A.

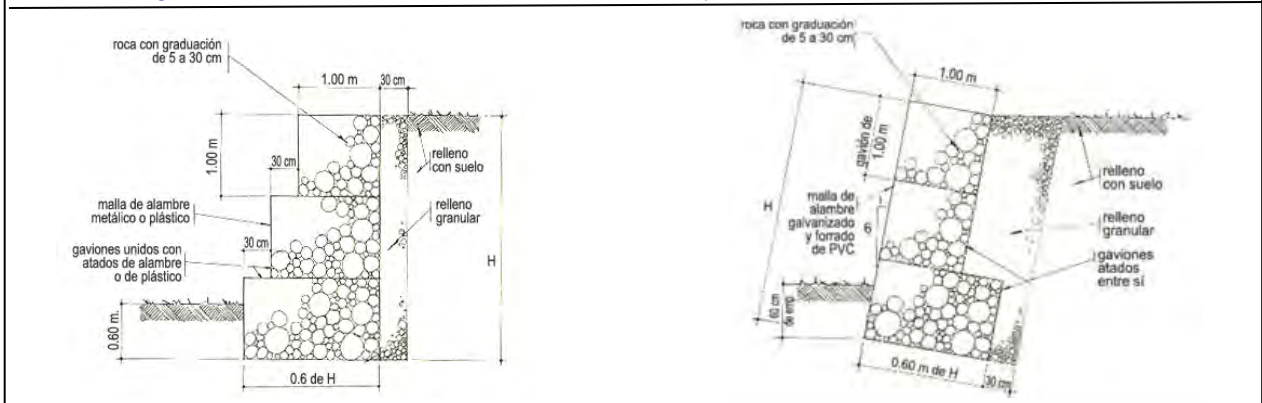


Figura B.9a – MURO DE GAVIONES RECTO ESCALONADO

Figura B.9b – MURO DE GAVIONES INCLINADO

Fuente: Time-Saver Standards for Landscape Architecture. Charles W. HARRIS y Nicholas T. Mines - McGraw-Hill, Inc. - p. 410-9.



Figura B.9c – MURO-TACÓN BAJO DE CONTENCIÓN. Se muestra la secuencia de excavación, ensamble y llenado. (a) Hilada sencilla. (b) Hilada doble

Fuente: Slope Stabilization – Donald H. GRAY y Robbin B. Sotir John Wiley and Sons 1995; p. 153.

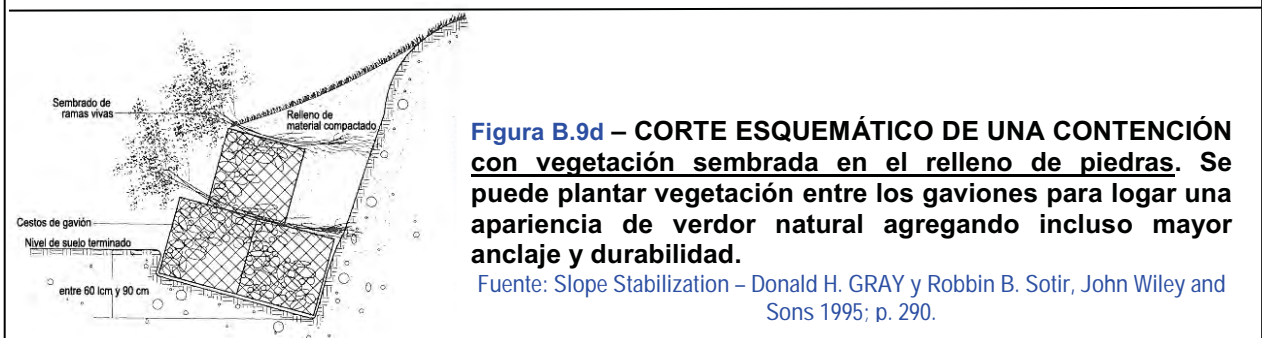


Figura B.9d – CORTE ESQUEMÁTICO DE UNA CONTENCIÓN con vegetación sembrada en el relleno de piedras. Se puede plantar vegetación entre los gaviones para lograr una apariencia de verdor natural agregando incluso mayor anclaje y durabilidad.

Fuente: Slope Stabilization – Donald H. GRAY y Robbin B. Sotir, John Wiley and Sons 1995; p. 290.

Hay desniveles en las áreas exteriores de poca altura que pueden solucionarse con *rocas, bloques o sillares apilados por gravedad*, colocados en seco sin juntarse con mortero.

Las siguientes figuras **B.10a** y **B.10b** muestran algunas soluciones de contenciones por gravedad con el simple apilado de piezas.

Figura B.10a – CONTENCIÓN A BASE DE ROCAS ASENTADAS EN SECO
 Referencia: Graphic Guide to Site Construction.
 Autor: Rob THALLON y Stan Jones – The Taunton Press p. 22

Variantes de despieces de bloques
 Ref. Design Manual for Segmental Retaining Wall, James G. COLLIN, The National Concrete Masonry Association, 1997², p. 126

Aspecto de contenciones a base de bloques apilados en seco
 Ref. Catálogo Publicitario de Keystone

Aspecto de contenciones a base de bloques apilados en seco
 Ref. Catálogo Publicitario de PAVESTONE

Figura B.10b – CONTENCIÓN A BASE DE BLOQUES APILADOS EN SECO

3.- TIERRA ARMADA

Las contenciones a base de tierra armada empleando geosintéticos como refuerzo son otras soluciones prácticas y económicas.

La propuesta inicial de este tipo de soluciones inventada por el ingeniero francés Henri Vidal considera un armado a base de acero galvanizado y escamas de concreto armado de grandes dimensiones.

Para los desarrollos de vivienda se ha visto más práctica, versátil y económica la solución de tierra armada con georedes de plástico y geotextiles; haciéndose el chapeo con bloques de concreto huecos con la posibilidad de darle color y acabado a las caras aparentes. Con esta solución se pueden solucionar desniveles de hasta 16.00 m.

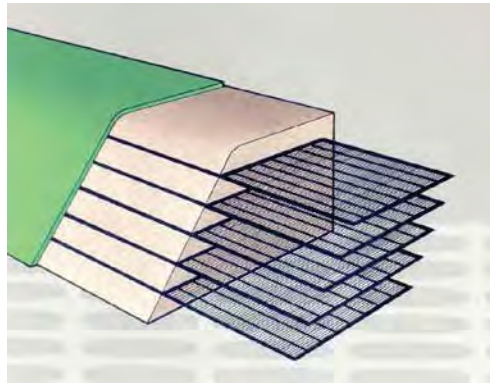


Figura B.11 – VERTICALIZACIÓN DE PENDIENTE DE TALUD POR REFUERZO DE LA TIERRA CON GEOMALLAS

Ref. Información publicitaria, Empresa TENSAR, S.A.

Las siguientes figuras B.12a y B12b muestran las características de este tipo de diseños.

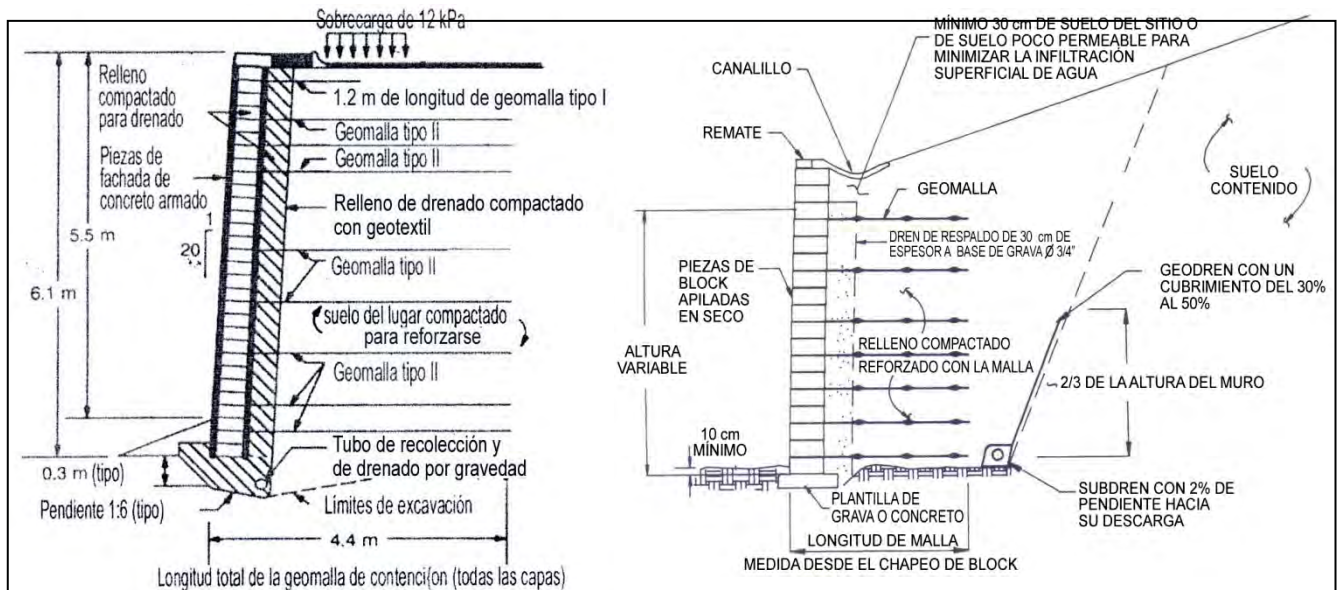


Figura B.12a - EJEMPLOS DE CORTES TRANSVERSALES CON MUROS DE CHAPEO Y CONTENCIÓN DE TIERRA REFORZADA CON GEOMALLA SINTÉTICA

Ref. Segmental Retaining Walls – Seismic Design Manual – National Concrete Masonry Association (1988); p. 101 y 114.

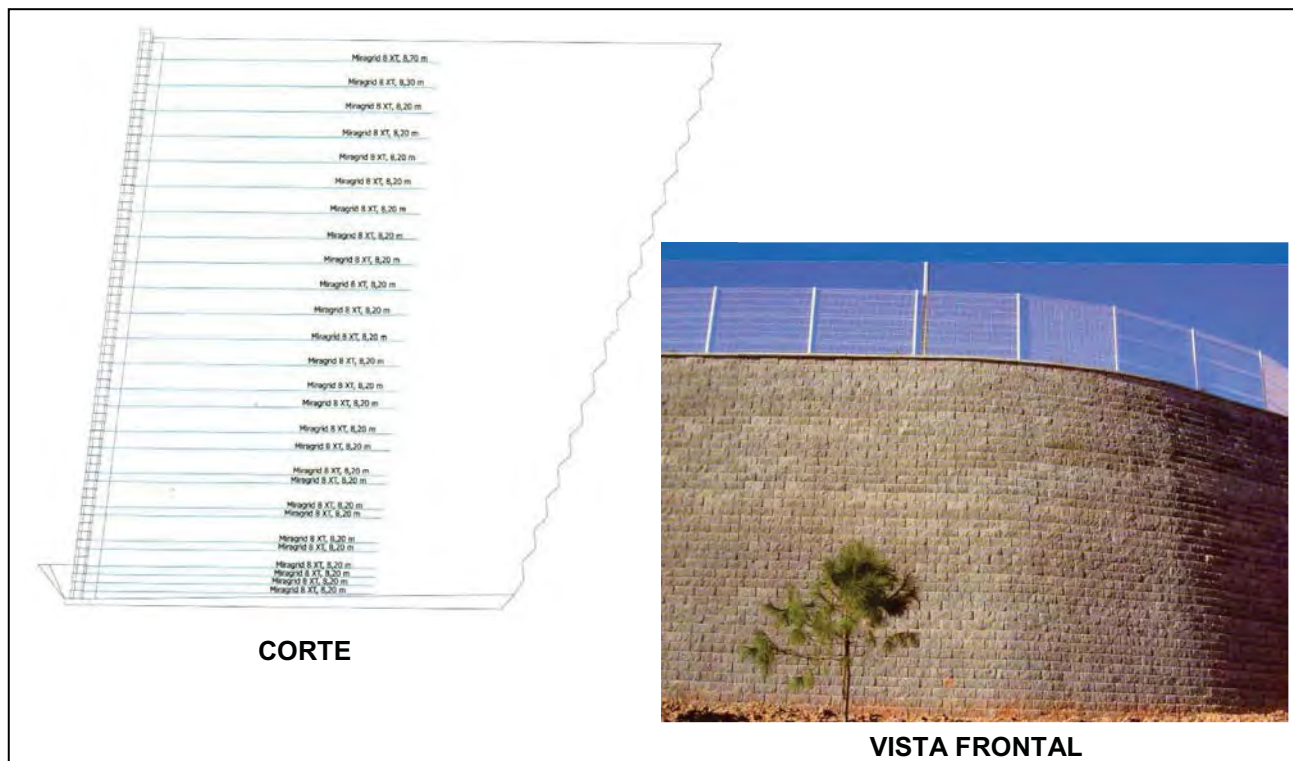


Figura B.12b – MUROS DE CONTENCIÓN CON TIERRA ARMADA CON GEORED PLÁSTICA Y PIEZAS DE BLOCK MONTADAS EN SECO (sin mortero) DE HASTA 14.00m DE ALTURA
Ref. Catálogo de Productos, Empresa SOPLACAS (Anchor Retaining Wall Systems) p. 10 y 14.

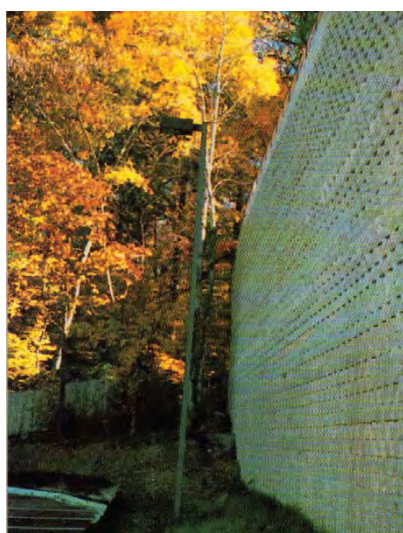


Figura B.13a



Figura B.13b

Figura B.13 - LAS GEOMALLAS estabilizan y refuerzan el volumen de tierra detrás de las piezas de concreto de color natural o con color integrado. “Juntos, los dos materiales trabajan perfectamente”.

Ref. Catálogo publicitario, Empresa TENSAR

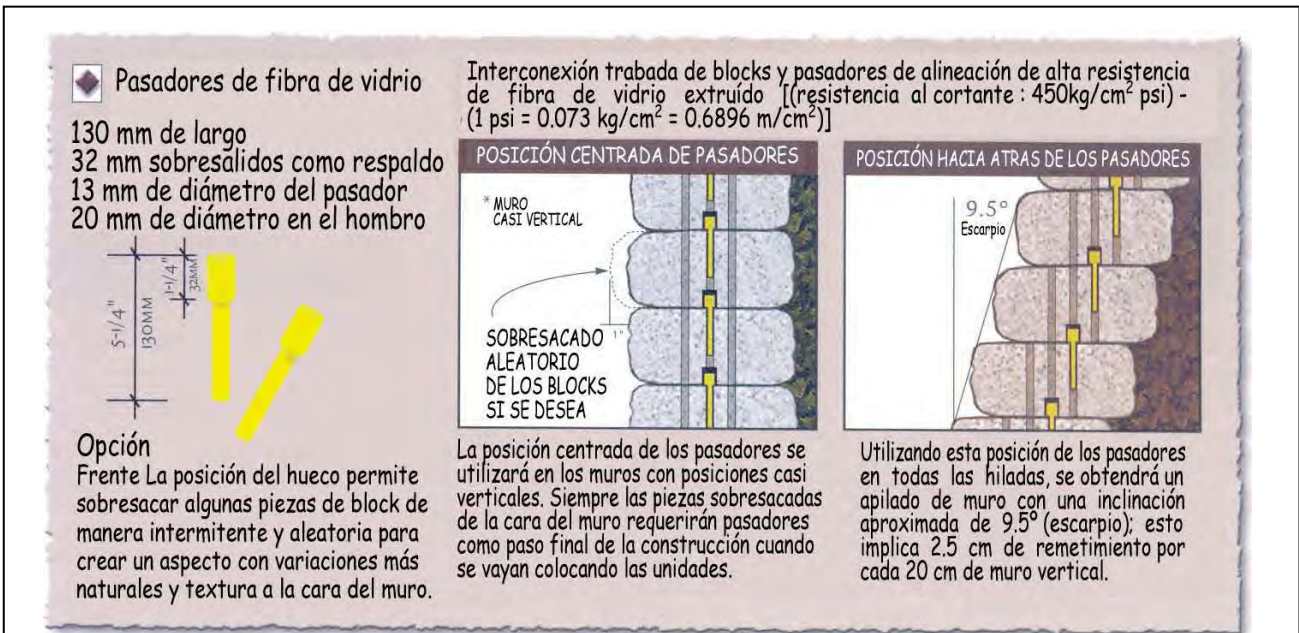
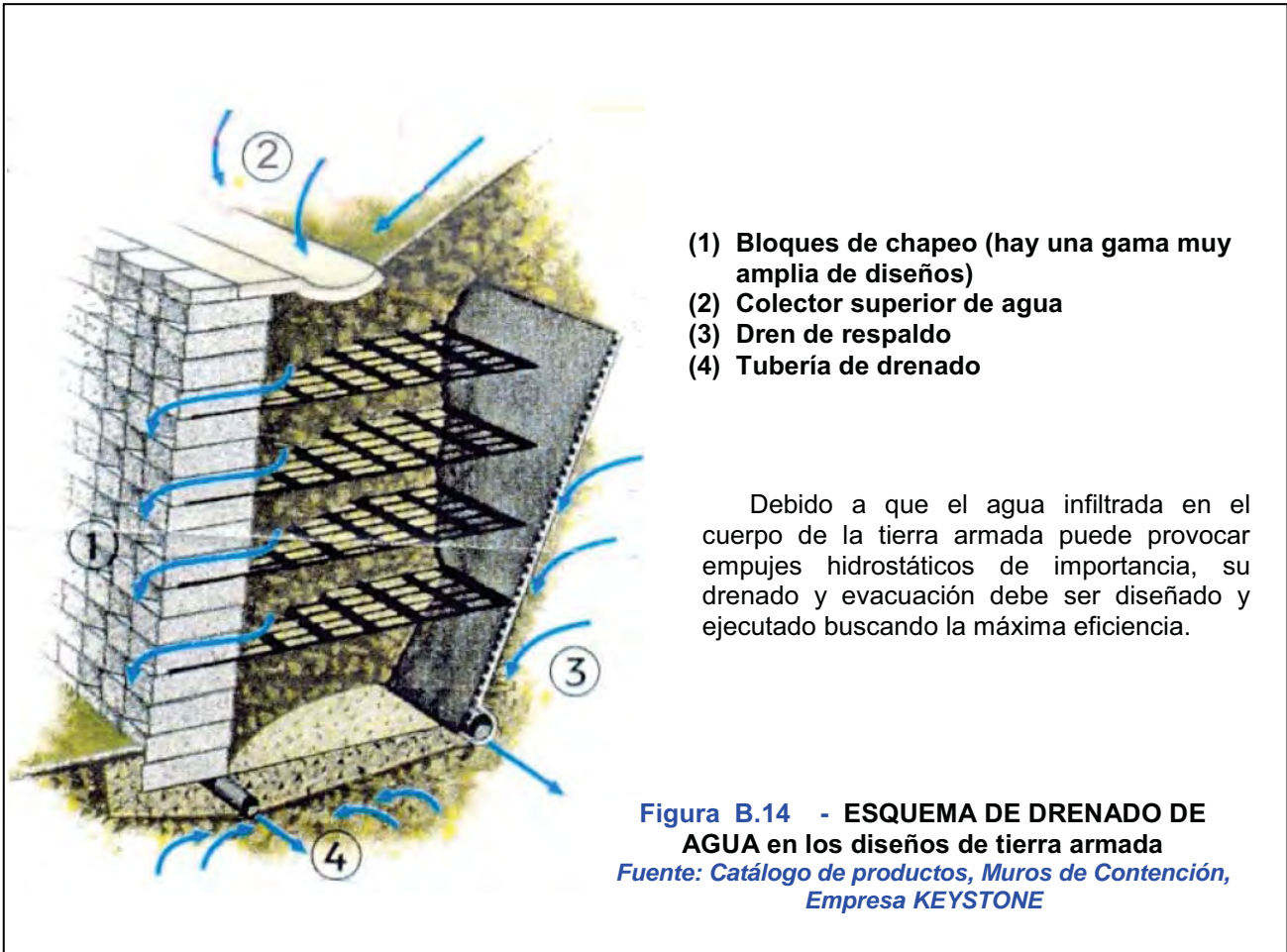


Figura B.15 - PASADORES DE FIBRA DE VIDRIO para interconexión de blocks, tensado de la geored y alineado.

Fuente: *Design and Construction Manual, Country Manor, Empresa KEYSTONE*



Figura B.16 - ESCALONAMIENTO DE CONTENCIONES SOBRE TERRENOS CON PENDIENTE

Fuente: Design and Construction Manual, Country Manor, Empresa KEYSTONE

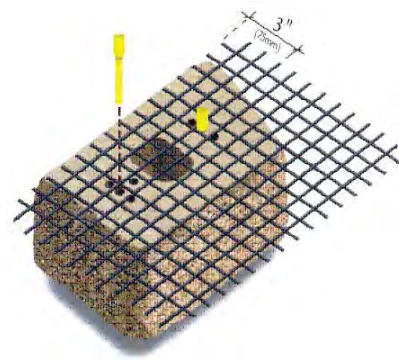


Figura B.17 – DETALLE DE FIJACIÓN DE GEORED CON PASADORES

Ref. Catálogo publicitario de County Manor

Para estas soluciones existe una amplia gama de marcas y diseños tanto de georedes como de piezas de block de concreto así como de geotextiles, filtros y pasadores para darle tensión y fijación a las redes con los bloques; sin embargo, el principio es el mismo y el método para calcular la contención propiamente dicha, la resistencia sísmica y el drenado se ha universalizado.

Tanto las georedes y los geotextiles como los bloques fabricados para estos efectos tienen normas de referencia.

Como solución diferente se puede aligerar el relleno de las contenciones empleando poliestireno expandido o cajas de plástico ultraligero alveolar como se puede apreciar en las siguientes figuras.



Figura B.18 - RELLENO A BASE DE BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON DENSIDAD DE 10 A 12 kg/m³ ENCAPSULADO EN GEOTEXTIL.

Fuente: Catálogo Publicitario STISOL PERLE, Empresa ISOBOX-HENRY

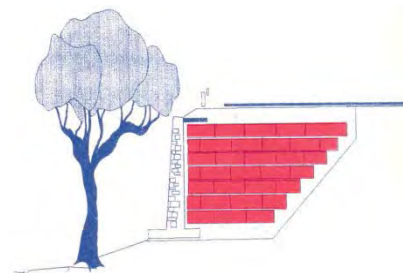


Figura B.19a - RELLENO CON PIEZAS DE PLÁSTICO ALVEOLAR LIGERO Y AUTODRENANTE



Figura B.19c - DISPOSICIÓN DE BLOQUES RECOMENDADA

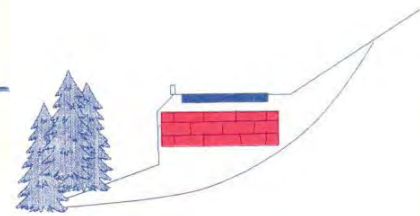


Figura B.19b - CONFORMACIÓN DE PLATAFORMA SOBRE TERRENO CON PENDIENTE

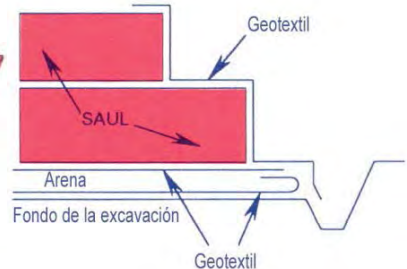


Figura B.19d - DISPOSICIÓN DEL GEOTEXTIL AL MOMENTO DE LA EJECUCIÓN DEL DREN

Figura B.19 - BLOQUES DE PLÁSTICO ALVEOLAR ULTRALIGEROS DE FUNCIÓN MÚLTIPLE (aligerantes, drenantes, resistentes). Reducen considerablemente los empujes a las contenciones en desniveles.
Fuente: Utilisation de Structures Alvéolaires en Remblai Routier, Guide Technique, LCPC, 1992; p. 7 y 13.

El sistema denominado *Neumasuelo* (término hispanizado del nombre francés llamado *Pneusol*) es otra de las soluciones de contención que también pueden ser convenientes porque en su propuesta integran el reciclaje y la valorización de productos de desecho y por ser también económica y prácticamente convenientes.

Este sistema utiliza, para la conformación de contenciones, neumáticos usados y desechados, los cuales en varios casos han generado problemas de magnitud nada despreciable en los tiraderos de basura por falta de infraestructura industrial para su reciclamiento y, por tanto, da un uso útil a estos componentes.

El *neumasuelo* (palabra que expresa la conjunción *neuma* de neumáticos y *suelo*) es un sistema surgido del análisis técnicamente bien fundamentado por centros de investigación y desarrollo franceses aunque también visto como solución ingeniosa improvisada en laderas de cerros con construcciones informales en los perímetros de las ciudades, principalmente en zonas de topografía accidentada (la ciudad de Tijuana puede ser un ejemplo de aplicación vista).

Las siguientes figuras **B.20a** a la **f** muestran las características de esta solución.

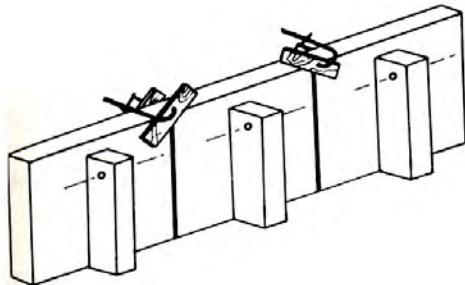


Figura B.20a – Placas de concreto precolado con atiesadotes (también pueden utilizarse piezas de block macizo o de block hueco)

Fuentes: *Le Pneusol*, NGUYEN THANH LONG, LCPC, 1985; *Le Pneusol Léger*, NGUYEN THANH LONG et Jean-Claude Valeux, LCPC, 1989, p. 13



Del interior de macizo hacia el paramento.

La nivelación deberá llevarse a cabo en capas de 0.40 m.

También será necesario supervisar las siguientes disposiciones:

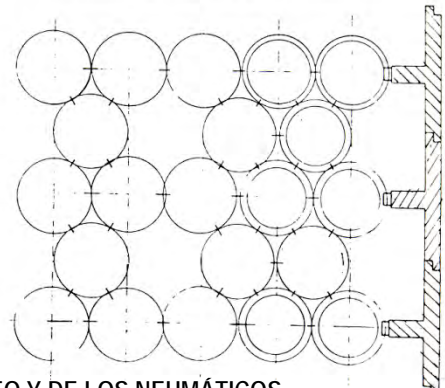
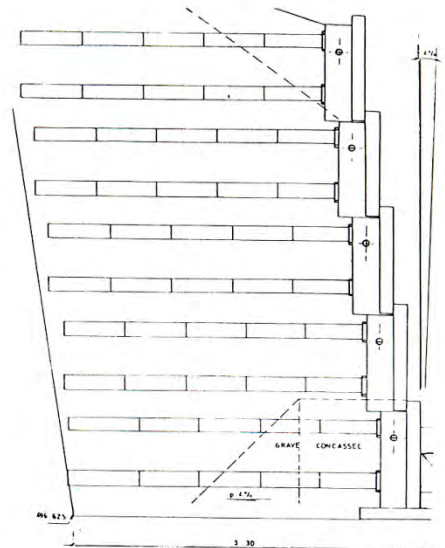


Figura B.20b – DISPOSICIÓN DE LAS PLACAS DE CHAPEO Y DE LOS NEUMÁTICOS

Fuentes: *Le Pneusol*, NGUYEN THANH LONG, LCPC, 1985; *Le Pneusol Léger*, NGUYEN THANH LONG et Jean-Claude Valeux, LCPC, 1989, p. 14

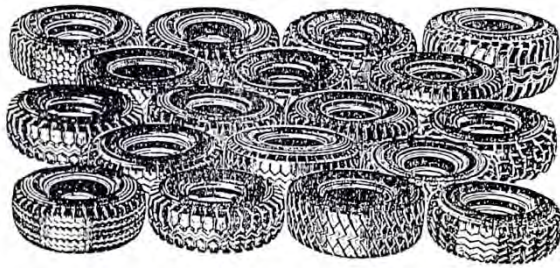


Figura B.20c –CAPA DE NEUMASUELO
 Fuentes: Le Pneuol, NGUYEN THANH LONG, LCPC,1985; Le Pneuol Léger, NGUYEN THANH LONG et Jean-Claude Valeux, LCPC, 1989; p. 16

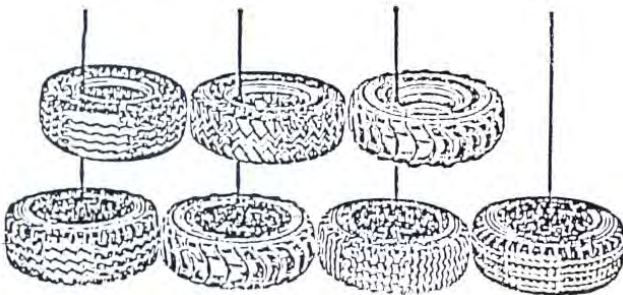


Figura B.20d –CONSTRUCCIÓN DEL PARAMENTO CON NEUMÁTICOS
 Fuentes: Le Pneuol, NGUYEN THANH LONG, LCPC,1985; Le Pneuol Léger, NGUYEN THANH LONG et Jean-Claude Valeux, LCPC, 1989; p. 16

Todas las soluciones de contención deben tener bien resuelto su drenado por medio de un sistema de filtros que impidan la presión hidrostática y la retención de agua en el cuerpo del relleno contenido.

Los filtros pueden ser de grava envuelta en geotextil (para evitar su azolvado con finos del relleno) o un geosintético diseñado específicamente para este propósito.

Adicionalmente, los muros de concreto armado o de piezas de block requieren tener lloraderos protegidos también con un geotextil.

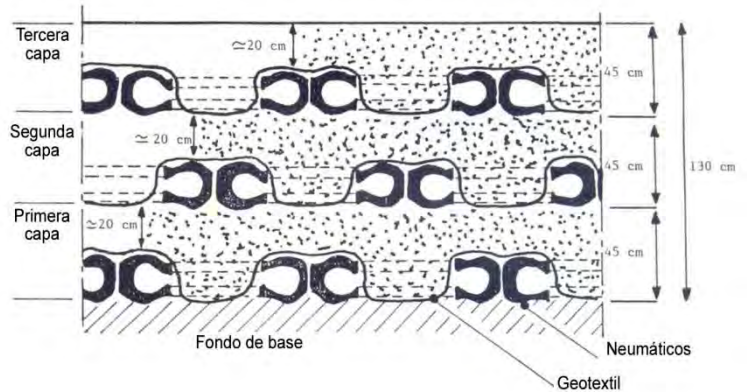


Figura B.20e –CORTE TRANSVERSAL
 Fuentes: Le Pneuol, NGUYEN THANH LONG, LCPC,1985; Le Pneuol Léger, NGUYEN THANH LONG et Jean-Claude Valeux, LCPC, 1989; p. 16

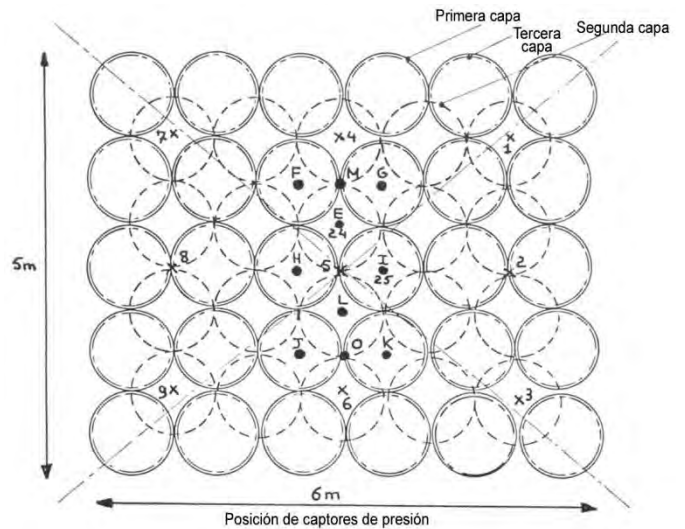


Figura B.20f – Disposición de los neumáticos en planta, indicando puntos de detección de esfuerzos
 Fuentes: Le Pneuol, NGUYEN THANH LONG, LCPC,1985; Le Pneuol Léger, NGUYEN THANH LONG et Jean-Claude Valeux, LCPC, 1989; p. 16

4.- ANCLAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE CORTES DE TERRENO

Con un principio similar al de la tierra armada aplicada a rellenos de tierra armada donde se integran al suelo elementos resistentes a la tracción, las anclas se clavan a los suelos que son cortados para crear un desnivel sin propiciar su colapso y lograr las necesarias condiciones de seguridad y de funcionalidad en un proyecto dado.

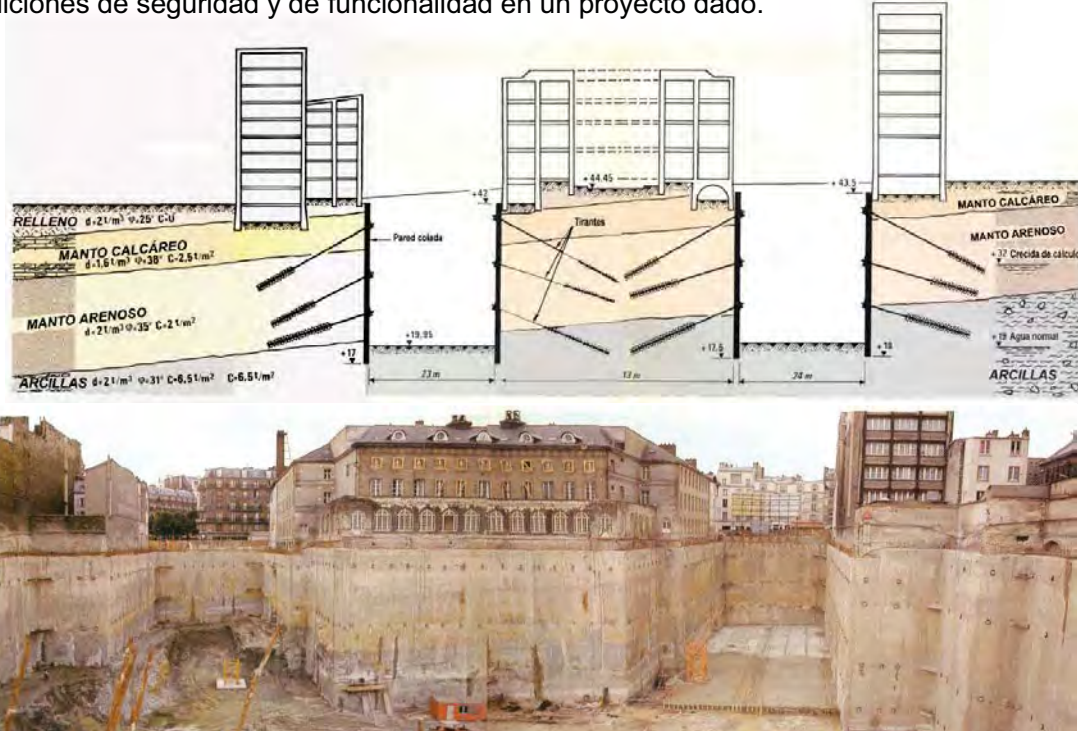


Figura B.21 – EMPLEO DE TIRANTES DE ANCLAJE PARA CORTES DE HASTA 25.00 m DE PROFUNDIDAD Y ENTIBACIONES A BASE DE MUROS BERLÍN

Ref. Documentación Publicitaria – Empresa SOLÉTANGE

La forma de trabajo de las anclas puede ser por clavado o presforzado la cual es igual en concepto al armado de concreto y al presfuerzo del mismo, por ello, en unos casos las anclas son sólo barras introducidas al suelo por un barrenado previo o clavadas por percusión o vibrohincado y protegidas con un recubrimiento de mortero fluido y, en otros, son cables postensados y anclados a un bulbo de concreto inyectado por un lado y a un tope por el otro.

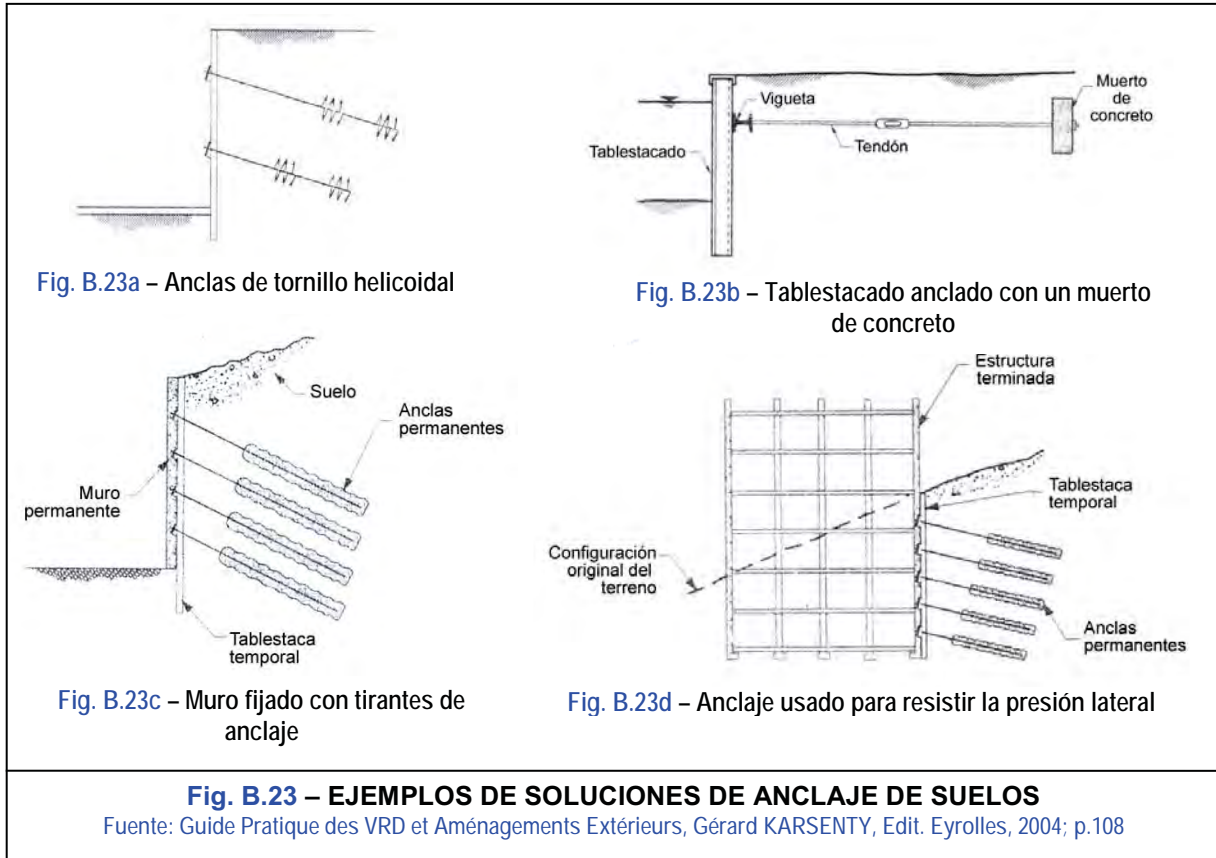
Existen variantes de estas dos alternativas pero su principio es el mismo.



Figura B.22 – PARED CLAVADA CON EVENTUAL COMPLEMENTO DE TIRANTES DE ANCLAJE Y MICROPILOTES

Fuente: *Fondations et Ouvrages en Terre – Gérard Philliponnat, Bertrand Hubert – Edit. Eyrolles, p. 464.*

La figura B.23 siguiente esquematiza las características de esta familia de soluciones.



Este tipo de soluciones es económicamente conveniente a medida que el desnivel o la altura del paramento de suelo anclado es mayor.

Es muy empleada en construcciones en zonas urbanas con alta densidad de edificios pre-existentes como solución de protección de colindancias.

Se pueden lograr paramentos de hasta 25 ó 30 m. de altura y se pueden combinar, como ya vimos, anclas pasivas con tirantes presforzados de anclaje como se muestra en la siguiente figura.

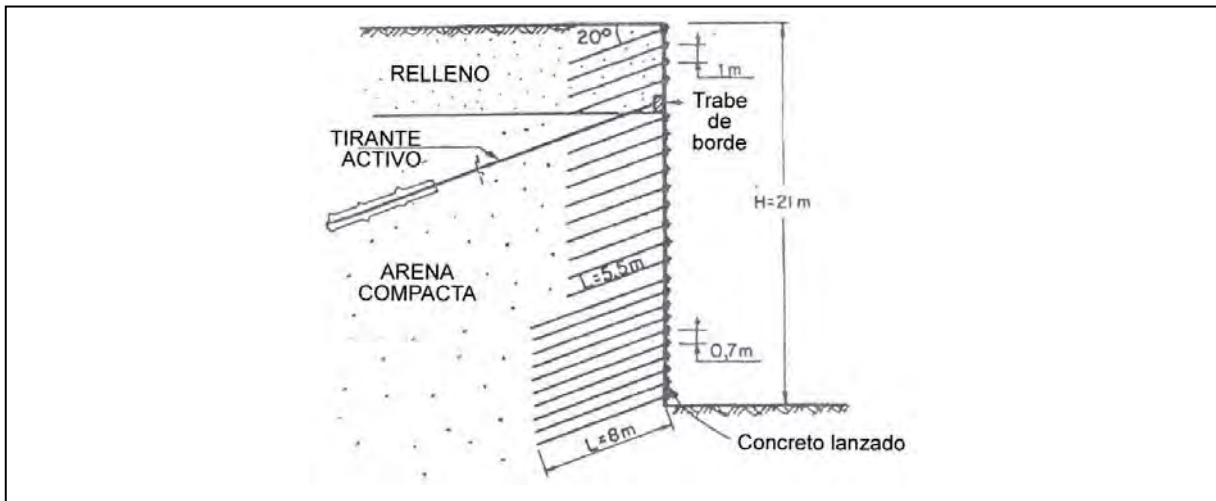
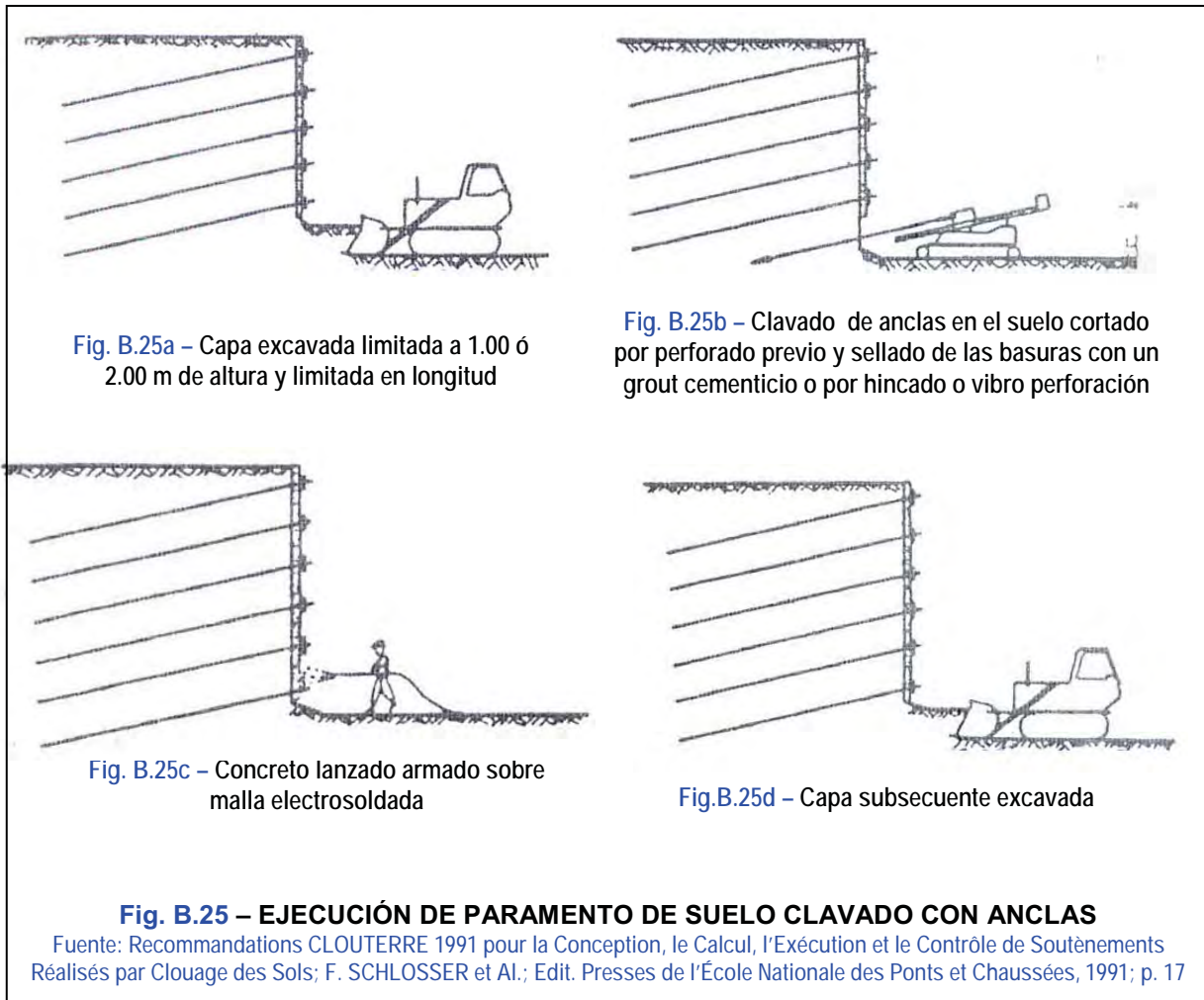


Fig. B.24 – PARAMENTO VERTICAL de 21.00 m. de altura con anclajes pasivos y tirante activo.
 Fuente: Recommandations CLOUTERRE 1991 pour la Conception, le Calcul, l'Exécution et le Contrôle de Soutènements Réalisés par Clouage des Sols; F. SCHLOSSER et Al.; Edit. Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, 1991; p. 22

El proceso de ejecución implica un avance de varias actividades combinadas el cual va dejando a los paramentos excavados adecuadamente clavados y revestidos en su superficie a medida que se va profundizando el trabajo. Ello asegura un trabajo sin riesgos de posibles fallas o colapsos.

La siguiente figura **B.25** nos muestra los cuatro principales pasos del proceso.



Las condiciones que generalmente se presentan para estos casos en vivienda son:

- 1) La construcción de sótanos o de espacios con un nivel de desplante inferior al de los edificios y vialidades colindantes.
- 2) La construcción en terreno con pendiente fuerte donde se requiere excavar para nivelar su desplante y/o el de sus áreas exteriores periféricas.

5.- MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO ARMADO PREFABRICADOS

Los *muros de contención de concreto armado prefabricado* son otra solución útil que para pequeñas alturas y anchos pueden irse colocando a mano y para mayores dimensiones necesariamente se requiere emplear equipo para su montaje.

Las siguientes figuras B.26 a a la h nos ilustran las características de esta alternativa:

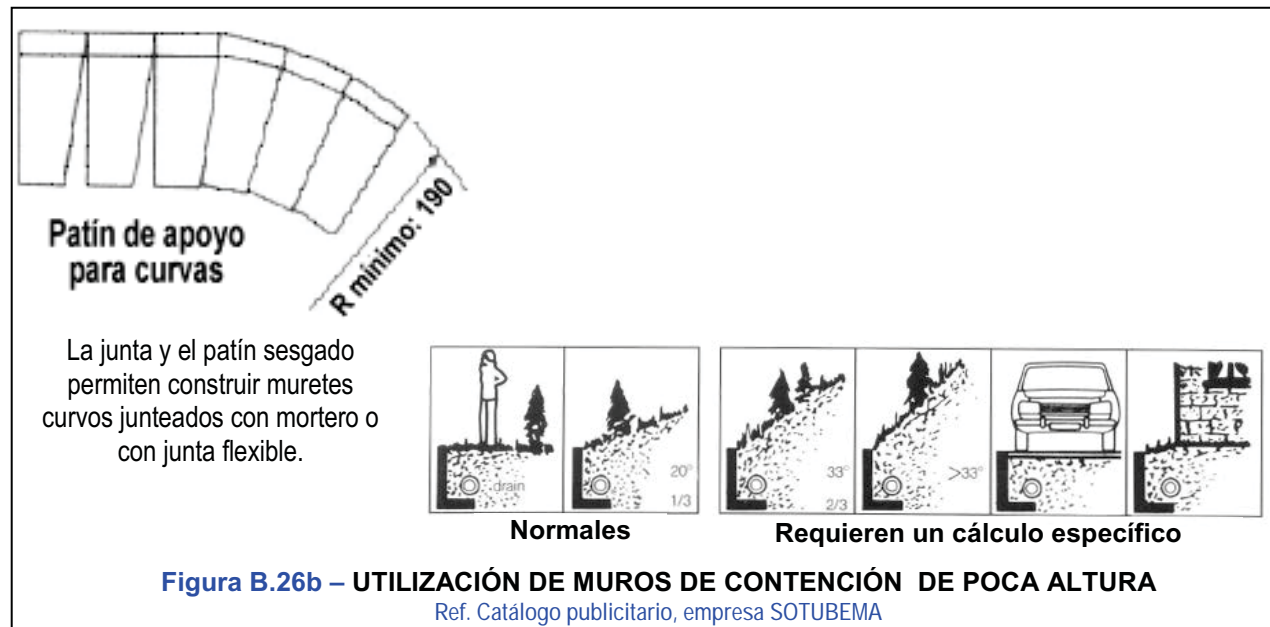
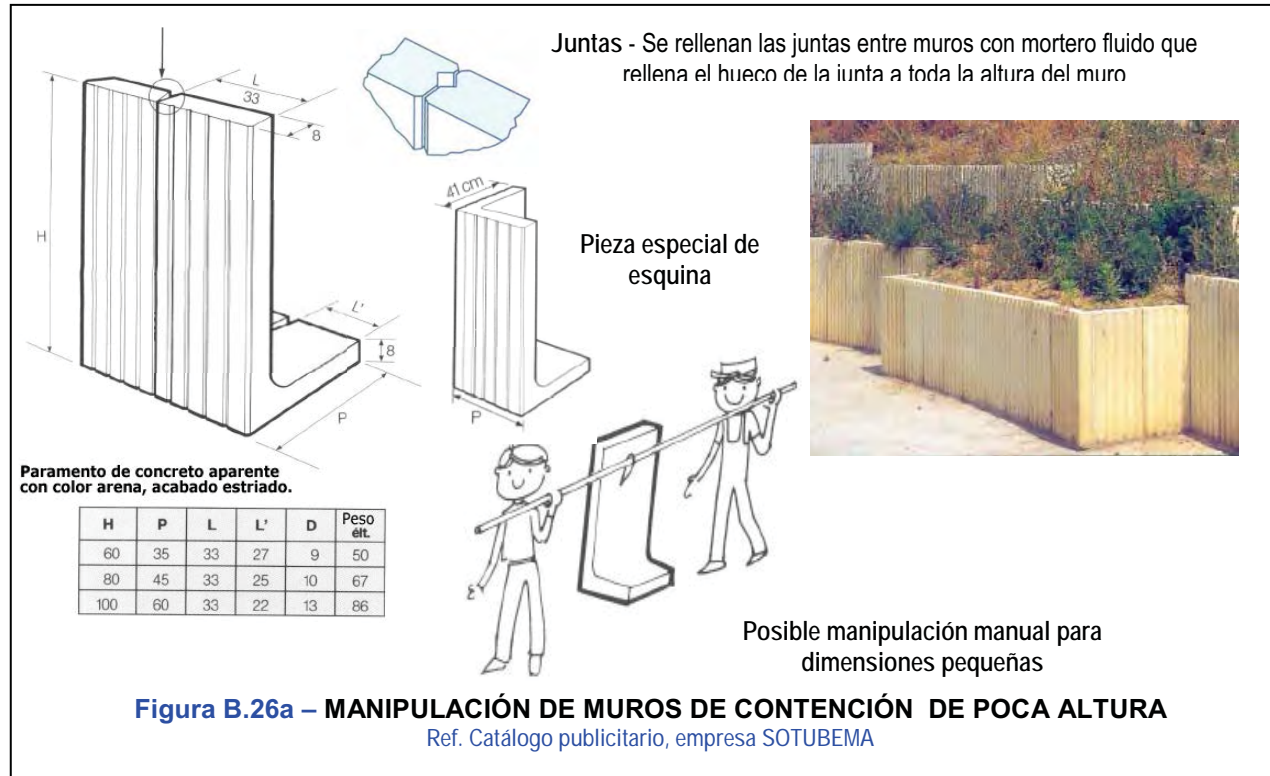


Figura B.26 – MUROS DE CONTENCIÓN PREFABRICADOS DE POCA ALTURA

Las figuras siguientes muestran las características más importantes de los muros precolados de concreto armado.

Figura B.26c

TERRAPLÉN
ESCARPIO
MURO LLORADERO
ZAPATA
PATÍN
TALÓN

MPT
Lloradero
50 cm mínimo
2 cm
10 o 15 cm
Mortero de asiento y nivelado
Plantilla de concreto simple

MURO DE CONCRETO ARMADO PREFABRICADO CON CARGA VERTICAL
Ref. Catálogo publicitario, empresa CHAPSOL

COLOCACIÓN DE LOS MUROS - Una vez colocados los muros, se procede al relleno compactado en capas de 20 cm, cuidando que el proceso de compactación no ejerza esfuerzos imprevistos a los muros - Ref. Catálogo publicitario, empresa CIMBETON

Para desniveles superiores, se pueden también emplear muros de concreto armado precolado los cuales deben montarse con equipo de capacidad y alcance suficiente. Las ventajas de los muros de concreto precolado se basan principalmente, en su forma de ejecución con respecto a la tradicional manera de hacer este tipo de muros, donde los trabajos de cimbrado, apuntalado, armado y colado in situ son bastante laboriosos, sobre todo, cuando la altura de los muros es importante. Los muros de concreto precolado pueden colarse acostados, sin requerirse puntales, vaciando el concreto a alturas reducidas e incrementando considerablemente el número de usos del molde.

Las figuras siguientes muestran las características más importantes de los muros precolados de concreto armado.

Hoja de malla electrosoldada al tercio alto (1/3PS₁)
Hoja de malla electrosoldada al tercio (1/3 PS 106)
2 Hojas de malla (PS 106)
Malla electrosoldada Ø 16 E = 20 cm y 10 cm Ø 10 e = 25 cm
Varillas HA Ø 20 E = 10 cm
1.45 m
0.35 m
Malla electrosoldada (1/2 PS 106)
Malla Ø 16 E = 10 Ø 10 e = 25

Figura B.26e - Ref. Catálogo publicitario, empresa CHAPSOL

Figura B.26d - ARMADO PRINCIPAL: Varilla y malla electrosoldada
Ref. Información técnica, empresa CIMBETON

Figura B.26e - Ref. Catálogo publicitario, empresa CHAPSOL

Figura B.26f - MURETES DE CONCRETO ARMADO EN BORDE DE ESTANQUE DE REGULACIÓN
Ref. Catálogo publicitario, empresa SOTUBEMA

Figura B.26g - Ref. Catálogo publicitario, empresa CHAPSOL

Figura B.26h - Ref. Catálogo publicitario, empresa SOTUBEMA

6.- DRENADO Y ENCUBADO DE CONTENCIONES Y SÓTANOS

El *DRENADO DE CONTENCIONES Y SÓTANOS* es indispensable para evitar las infiltraciones en los casos de edificaciones de vivienda que, por la topografía de los terrenos donde se desplante o por la necesidad de incluir sótanos de estacionamiento en el diseño de edificios de departamentos, se da el contacto directo entre muros perimetrales de la construcción y el suelo.

La adecuada solución de drenado y protección de los materiales y espacios internos asegura su higiene y durabilidad y evita el riesgo de infiltraciones que pudieran desencadenarse incluso en inundaciones.

Los requisitos de estanqueidad y drenado más evidentes en estas circunstancias son:

- Evitar la infiltración de agua creando un efecto de encubado,
- Evitar la presión hidrostática hacia la envolvente del edificio en contacto con el suelo, en los casos de inexistencia de nivel freático, por medio de drenado vertical y horizontal que conduzca al agua hacia las redes de desagüe.
- Soportar la presión hidrostática y evitar el flotado en caso de sótanos enterrados en suelos con nivel freático alto.

Las soluciones más típicas que cumplen con los requisitos enunciados se muestran en las figuras siguientes:

- a) *Encubado* logrado por medio de la envolvente impermeable y continua del perímetro total del sótano enterrado, incluyendo piso y muros en los casos de nivel freático alto y permanente donde resulta inútil querer drenar la napa freática.

Es importante que las juntas de construcción queden estancas empleando el acostumbrado machimbre en forma de diedro que se deja entre elementos horizontales y verticales.



Figura B.27a – ENCUBADO DE SÓTANOS O CISTERNAS

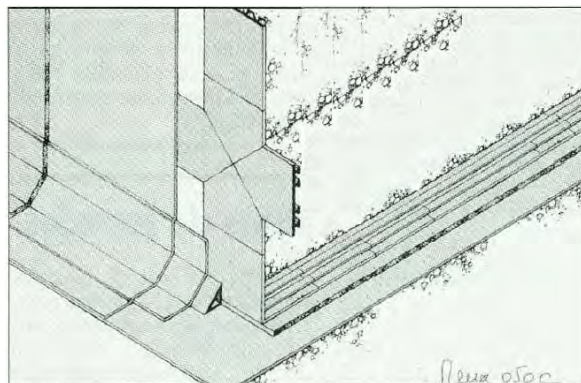
Fuente: Catálogo Técnico, Empresa CONSEAL (Concrete Sealers)



Figura B.27b – DETALLE DE MACHIMBRE SELLADO EN FORMA DE DIEDRO

Figura B.28 – EJEMPLO DE SOLUCIÓN DE MEMBRANA DE ESTANQUEIDAD PARA ENCUBADO DE SÓTANOS Y CISTERNAS de alta resistencia mecánica autoadherible en frío compuesta por un compuesto de hule y asfalto armado de 1.5 mm de espesor y de una membrana de polietileno de alta densidad (150 micras) estratificada entrecruzada en 4 capas. Resiste 3 kg/cm² de presión hidrostática (30 m de columna de agua) y su flexibilidad permite elongaciones de 200%. Resiste agresiones químicas, lo cual asegura una buena protección al concreto frente a suelos agresivos y aguas subterráneas. Fuente: Revista Le Moniteur, 9, marzo, 1990, p. s/n - BITU-THEME 1200 x de empresa GRACE.

Puede apreciarse en la figura la manera en la que la construcción queda totalmente protegida en piso y muros por esta membrana y por las bandas de PVC dispuestas en las juntas de colado, tanto horizontales como verticales.



Desde el punto de vista de la estabilidad de la estructura, hay que asegurarse de evitar su flotación empleando, en caso necesario, alerones, zapatas de fondo o pilotes trabajando a tracción. En los casos de edificios de departamentos, generalmente el peso propio de la estructura es suficiente para contrarrestar esta tendencia.

Como solución de sellado de juntas de colado muy utilizada se tiene a las *bandas de PVC* u otros materiales (butilo o neopreno) adecuadamente posicionadas y resueltas en sus esquinas y dobleces librando al acero de refuerzo.

Existe una amplia gama de diseños de bandas como los mostrados en la figura siguiente **B.29**:

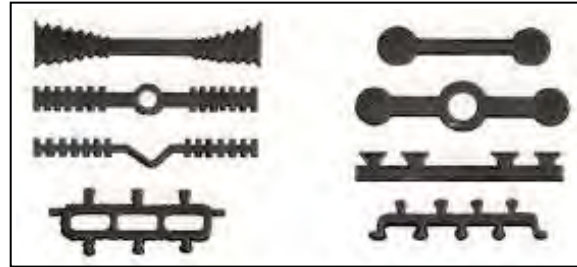


Figura B.29 - DIVERSOS DISEÑOS DE BANDAS en juntas de colado de estructuras encubadas.
Fuente: Catálogo de Productos, Empresa GREENSTREAK

Los diseños más comunes se pueden dividir en juntas de dilatación (internas y externas) y juntas de construcción (internas y externas) los cuales se muestran en las siguientes figuras **B.30**.

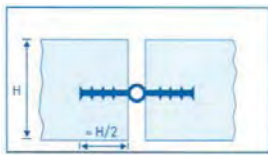


Figura B.30 a1 - Junta de dilatación interna
Fuente: Catálogo de Productos, Empresa TECHNOMURE

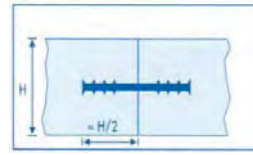
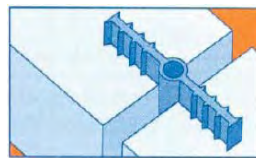


Figura B.30 a2 - Junta de construcción interna
Fuente: Catálogo de Productos, Empresa TECHNOMURE

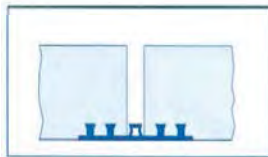
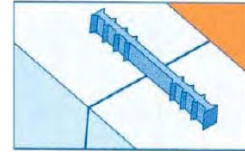


Figura B.30 a3 - Junta de dilatación externa
Fuente: Catálogo de Productos, Empresa TECHNOMURE

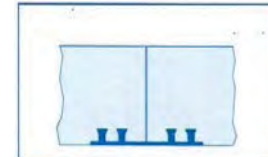
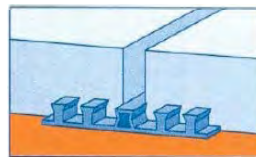
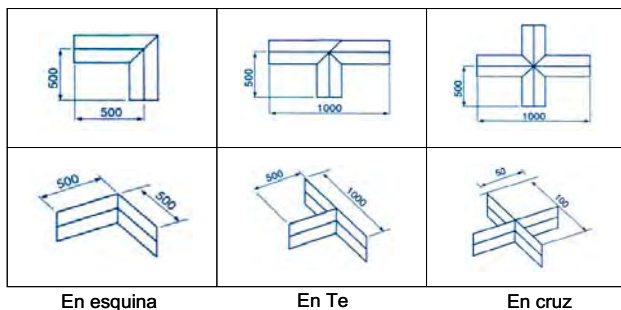


Figura B.30 a4 - Junta de construcción externa
Fuente: Catálogo de Productos, Empresa TECHNOMURE



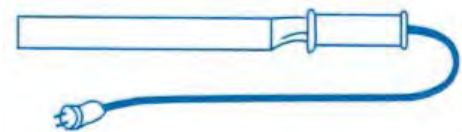
Figura B.30 a5 - Junta de dilatación para juntas de expansión de enrases
Fuente: Catálogo de Productos, Empresa TECHNOMURE



En esquina

En Te

En cruz



Barra de soldado por termofusión

Figura B.30b – PIEZAS COMPLEMENTARIAS PARA ESQUINAS las cuales se sueldan a las bandas por termofusión con una barra especial de calentamiento eléctrico.
Ref. Catálogo de productos de la empresa TECNOMURE

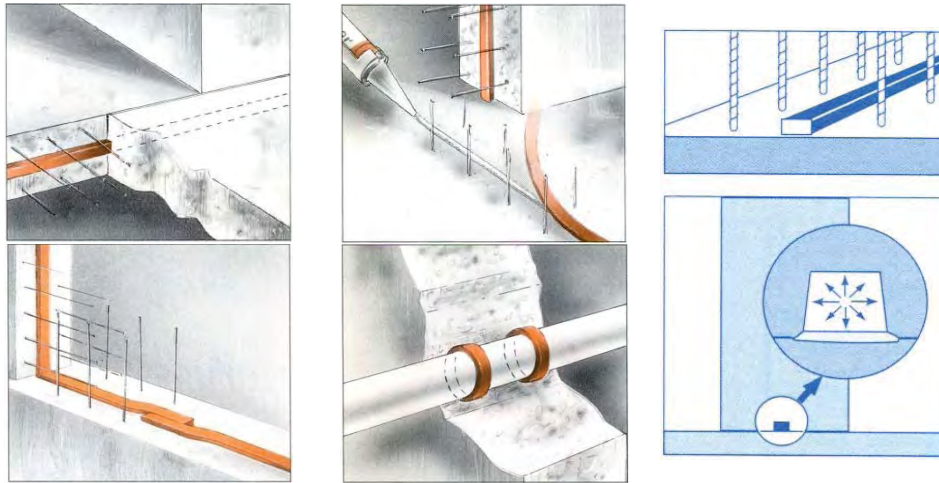


Figura B.30c – Este otro tipo de banda autoadherible también logra la impermeabilidad requerida en las juntas de colado y en los pasos de tuberías. En unos casos, se inyecta, a una banda hueca en el centro, un polímero impermeable que por presión en su aplicación asegura el total sellado.

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa TECHNOMURE

Hay varios requerimientos comunes y esenciales para la colocación adecuada de las bandas de sellado.

1.- Colocar las bandas correctamente. La banda debe estar localizada con precisión y debe de estar fijada o amarrada firmemente para evitar movimientos durante la colocación del concreto. Un bulbo central, u otra provisión para absorber el movimiento de la junta, debe de posicionarse directamente en la abertura de la junta, de otra manera su valor se perderá. Con las bandas del tipo de franja, se proporciona el soporte adecuado al dividir la cimbra. El atar la banda al refuerzo por medio de alambre proporciona soporte permanente adicional. No debe de permitirse un camino de filtración para la lechada de cemento o para los finos que pudiesen inducir una configuración carcomida. Recordemos que una junta es siempre el punto más vulnerable de una estructura.

2.- La banda debe de estar limpia. Es imposible alcanzar un buen sellado con el concreto si la banda está grasosa o está sucia. Es necesario tener cuidado para asegurarse de que no lleguen materias extrañas a acuñarse o incrustarse entre las costillas y las corrugaciones. Este peligro es particularmente grande cuando una banda ha sido dejada sobresaliendo a partir de la sección durante algún tiempo antes de que se reanude el colado del concreto.

3.- El concreto deberá compactarse adecuadamente. Este es el requerimiento más importante. La eficiencia de todas las bandas flexibles depende de la buena compactación del concreto. Una banda deberá siempre de quedar ahogada en el concreto. Las bandas están diseñadas para ser una barrera impermeable efectiva a través de la construcción, contracción y expansión de las juntas. Ellas no tienen el propósito de actuar como un remedio para el concreto poroso.

El contacto íntimo con el concreto es esencial por encima de toda la superficie de la banda. Es necesario tener cuidado especial alrededor de las costillas para asegurarse que no se formen vacíos.

Para garantizar que el concreto se encuentra sólido y firme alrededor de las bandas se recomienda que la compactación se dé por medio de vibración.

- b) Cuando el sótano está enterrado en un suelo con nivel freático variable con posibilidad eventual de drenado, que pueda ejercer una presión hidrostática hacia el interior de la edificación y que exista el riesgo de infiltración, es prudente prever *la construcción de un cárcamo con su bomba de achique* cuya función sea la de recolectar el agua infiltrada y evacuarla hacia el drenaje.

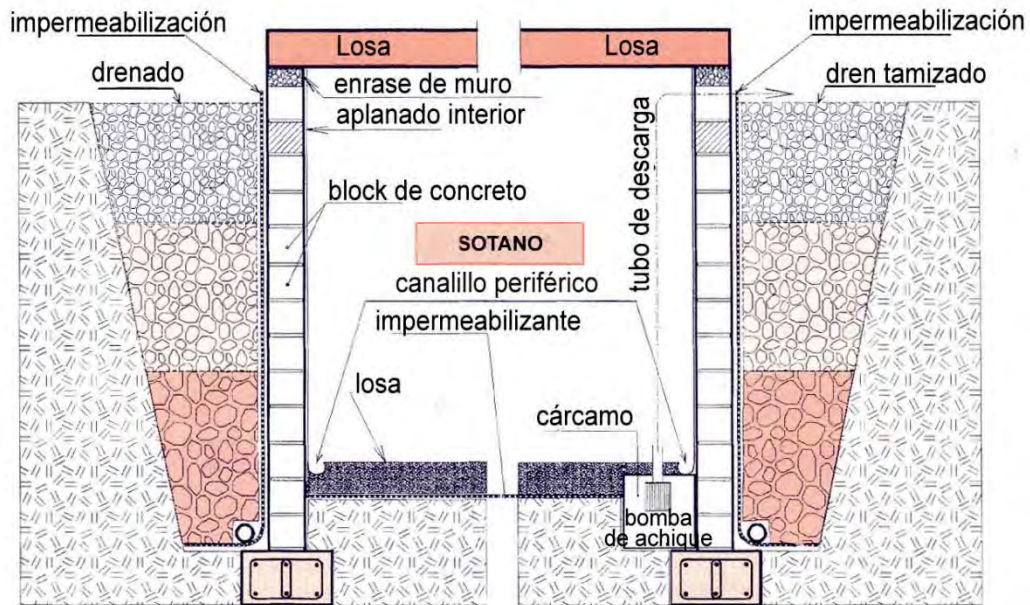


Figura B.31- DRENADO DE MUROS PERIMETRALES DE SÓTANOS

Fuente: Maisons Individuelles, Fondations et Soubassements, Henri RENAUD, Edit. Eyrolles, 2004; p.41

- c) En los casos en los que se pueda drenar y evacuar el agua del suelo exteriormente, puede utilizarse un *dren de material granular tamizado* o un *dren de agregados triturados de 20 a 40 mm Ø encapsulados en un geotextil no tejido con material de relleno normal colocado sobre el encapsulado* (ver figuras B.32a y 3.32b) como soluciones tradicionales.

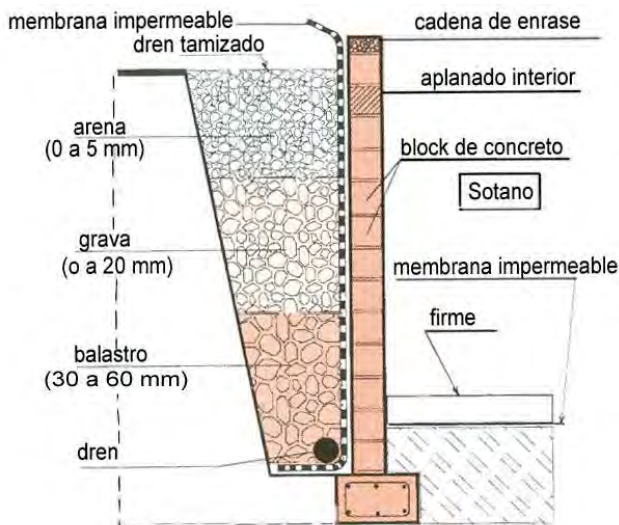


Figura B.32a – DRENADO CLÁSICO

Fuente: Maisons Individuelles, Fondations et Soubassements, Henri RENAUD, Edit. Eyrolles, 2004; p.46

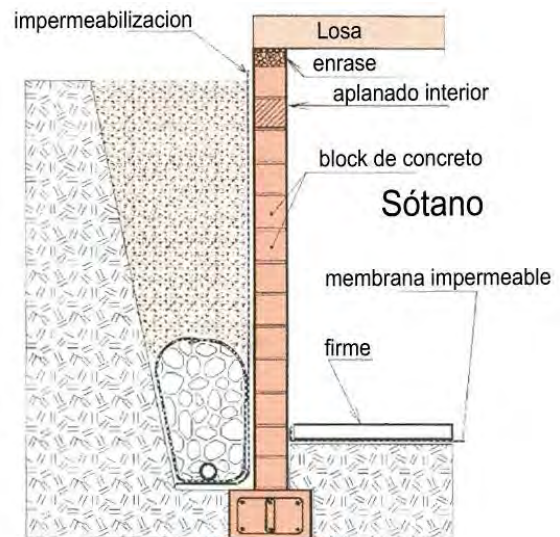
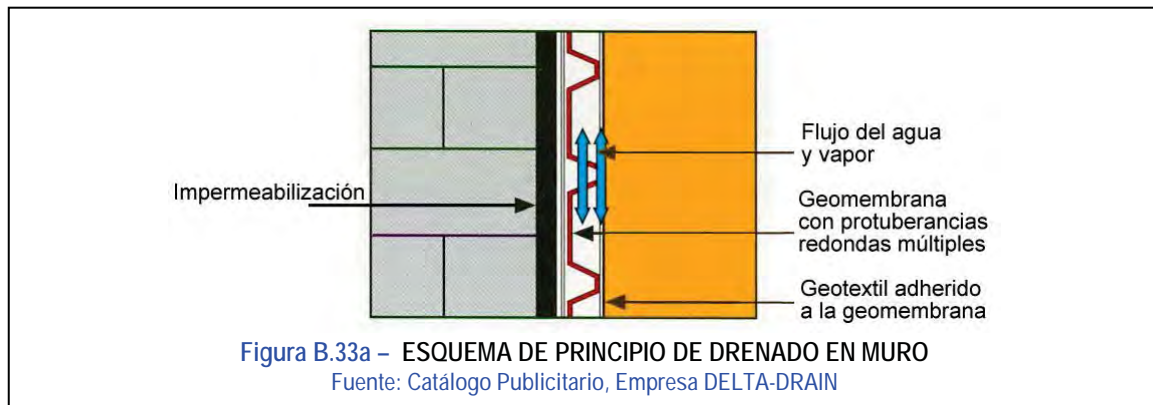


Figura B.32b – DRENADO CON ENCAPSULADO DE GRAVA GRUESA

Fuente: Maisons Individuelles, Fondations et Soubassements, Henri RENAUD, Edit. Eyrolles, 2004; p.46

También puede emplearse una membrana compuesta de un geotextil y una pantalla de polietileno de alta densidad con protuberancias redondas múltiples formadas por vacío como se muestra en las siguientes figuras **B.33a** y **B.33b**



SISTEMA VERTICAL DE ESTANQUEIDAD Y DRENADO DE MUROS ENTERRADOS

- 1) Muro de soporte de concreto armado acabado aparente liso o muro de mampostería con un aplanado que dé un acabado sin protuberancias (desalineados inferiores a 2 mm).
- 2) Primer, después de la limpieza de la superficie de soporte.
- 3) Impermeabilización tipo membrana autoadherible con traslapes longitudinales de 10 cm. Las esquinas entrantes y salientes deben reforzarse con tiras de 33 cm (16.5 + 16.5 cm).
- 4) Membrana compuesta de protuberancias redondas múltiples con geotextil adherido (cara hacia el suelo de contacto).
- 5) Fijación en la parte superior (enrase) de la membrana impermeable con tornillos inoxidables y rondanas de hule elastomérico a razón de 4 fijaciones por metro. Los tramos tendrán una longitud máxima de 3.00 m.
- 6) Remate en el enrase del sistema por medio de un goterón metálico inoxidable (flashing) o de una banda autoadherible de sello.

Figura B.33b DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE DRENADO DE MUROS ENTERRADOS CON MEMBRANAS COMPUESTAS
Fuente: Publicidad Técnica, Empresa COLPHENE-SOPREMA

Adicionalmente, como ya se mostró, se tiene que colocar un sistema de drenado horizontal complementario en el desplante de la cimentación.



Figura B.34 – MEMBRANA REMATADA CON UNA TIRA IMPERMEABLE AUTOADHERIBLE Y CON SU DREN HORIZONTAL DE GRAVA EN EL DESPLANTE

Fuente: Catálogo publicitario de DELTA-DRAIN

Las siguientes figuras muestran la impermeabilización de las paredes con dos opciones de drenado vertical adicionales al drenado propio que da la membrana compuesta.

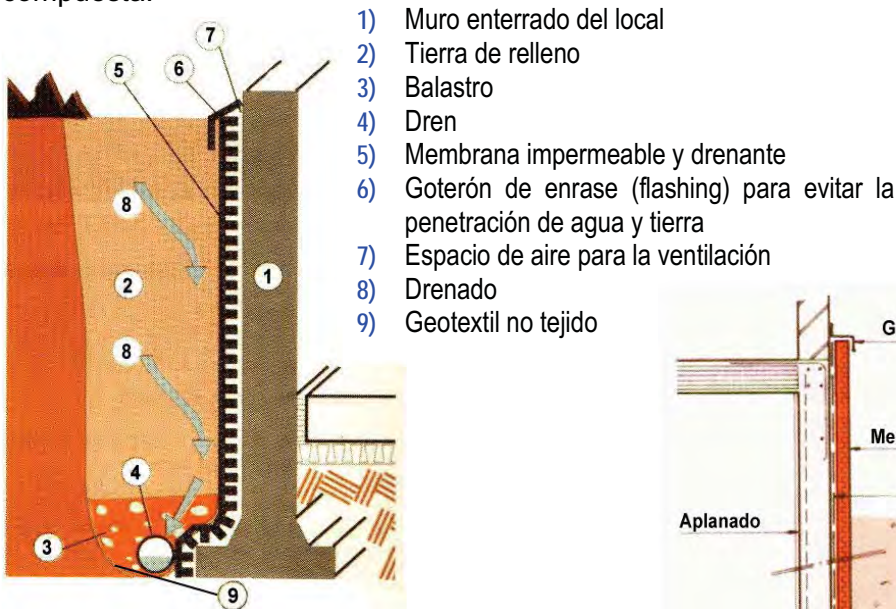


Figura B.35 – SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENADO EMPLEÁNDOSE RELLENO DE TIERRA (Opción 1)

Fuente: Maisons Individuelles – Fondations et Soubassements, Henri RENAUD, Edit. Eyrolles, 2004; p. 40

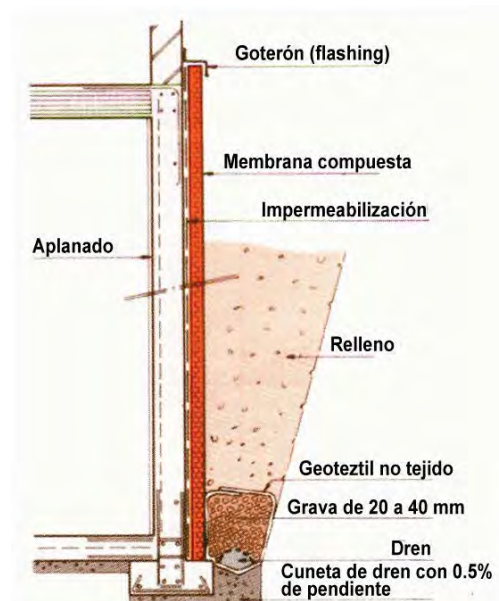


Figura B.36 – DRENADO CON CUNETA DE DREN, DREN Y GEOTEXTIL NO TEJIDO (Opción 2)

Fuente: Maisons Individuelles – Fondations et Soubassements, Henri RENAUD, Edit. Eyrolles, 2004; p. 46

Las membranas compuestas están diseñadas para reducir significativamente los complicados y estorbosos trabajos de impermeabilización y drenado de muros enterrados de sótanos o de muros de contención.

Por el espacio continuo de aire que queda entre geotextil y hoja de polietileno, se logra un eficiente aislamiento térmico que contribuye a dar una temperatura de confort y evita la formación de moho, hongos y malos olores.

Permite tanto la condensación como la evaporación libremente fluyendo en la lámina de aire dejada.

Por su desolidarización del muro su función no se afecta a pesar de la aparición de fisuras en los muros por asentamientos estructurales o de otro tipo.

Sin embargo, hay que recordar que las infiltraciones de agua es uno de los principales y recurrentes riesgos que se tienen en la construcción y, por ello, es prioritario implementar soluciones de respaldo que aseguren la estanqueidad y el buen drenado en estos casos de muros enterrados en los que resultaría muy oneroso y dificultoso reparar cualquier eventual falla.

Los trabajos de respaldo que se pueden implementar se enlistan a continuación:

- En muros de concreto utilizar concreto con aditivo impermeabilizante y asegurar la estanqueidad del sellado de las juntas de colado tipo diedro o de las bandas de P.V.C. utilizadas para estos casos.

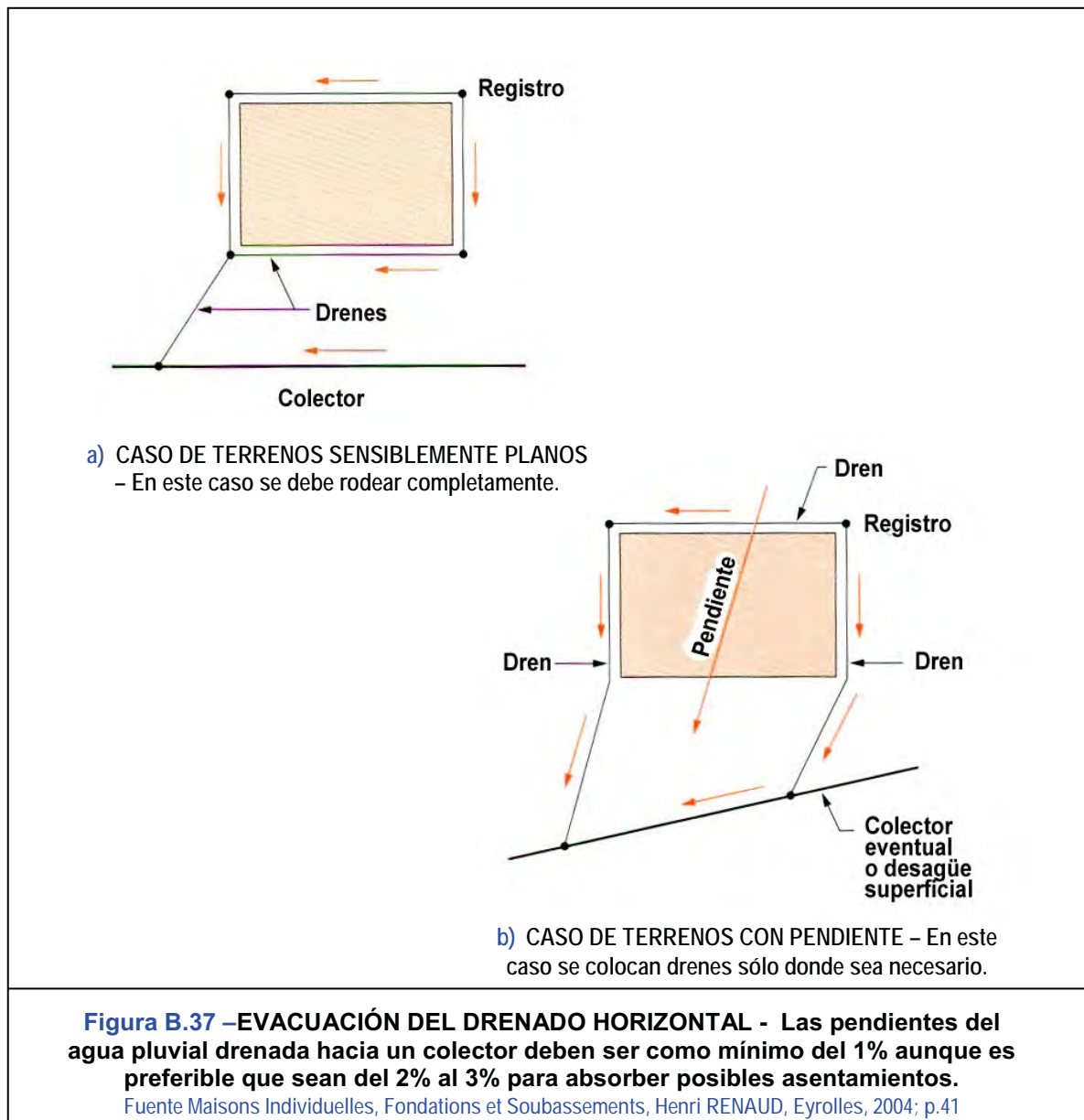
También se requiere incrementar los recubrimientos del acero basándose en las especificaciones técnicas y en las normas y reglamentos que se dan para estos casos.

El meter cartelas o chaflanes en las esquinas para sobredimensionar espesores y evitar ángulos vivos a 90° o más agudos es muy recomendable.

- En muros de block, utilizar piezas para muros destinados a permanecer aparentes (de baja absorción y baja retracción), prever el drenado por sus huecos y desagüe en el desplante hacia el dren horizontal.
- Reforzar los aplanados de muros con malla plástica de 1 cm x 1 cm de abertura y utilizar para el aplanado un aditivo impermeabilizante integral en el mortero.
- Poner una membrana impermeable de más capas y reforzar especialmente las esquinas y los pasos de tuberías o de otros elementos como se especifique puntualmente.
- Poner una membrana compuesta doble o de mayor protección en vez de utilizar la estándar.
- Complementar el drenado vertical rellenando la cepa con material granular tamizado y encapsulado en un geotextil no tejido.
- Agrandar el tubo de drenado horizontal que se coloca en el desplante de la construcción con una pendiente mínima del 1%.
- En los casos posibles dar un drenado positivo superficial al relleno con una pendiente del 5% que conduzca al agua de lluvia fuera de la zona de desplante de la edificación.

De todas estas soluciones de respaldo propuestas hay que adecuar a cada caso concreto las físicamente posibles, las económicamente más convenientes y las que funcionalmente sean más seguras y convenientes. Las soluciones de respaldo incrementan el costo de los trabajos pero reducen considerablemente los riesgos de fallas cuyo costo de reparación es bastante más alto.

El drenado horizontal debe conectarse perimetralmente y a un colector que conduzca al agua drenada como se indica en la siguiente figura B.37.



Los conceptos implicados en estas soluciones de drenado y de estanqueidad para sótanos son aplicables a otras estructuras enterradas como cisternas, cárcamos de rebombeo y albercas, aunque tomando en cuenta los detalles particulares y peculiares que tengan.

7.- RECICLAJE DE MATERIAL DE DOMOLICIÓN PARA RELLENOS Y PLATAFORMAS DE CIMENTACIÓN

Explanaciones y mejoramientos

En los niveles de subrasante es importante el cuidado de pendientes que aseguren el adecuado drenado positivo que aleje el agua de escurrimiento de las edificaciones y que la conduzcan hacia los puntos de desalojo o hacia las zonas de absorción dentro del terreno.

Un análisis económico que, dentro de las alternativas planteadas, considere la posibilidad de aprovechar en el proyecto la tierra vegetal producto del despalme para la jardinería y el suelo del lugar para rellenos y nivelaciones puede dar como resultado interesantes economías evitando, a su vez, cuantiosos fletes de movimientos de tierra (ver figura B.38)



Figura B.38a – PROCESO DE RETIRO DE TIERRA POR CRIBADO Y ROTACIÓN DE CUCHARÓN para posterior triturado de la capa vegetal producto de despalme.

Fuente: Cucharón marca ROTAR CLEANER (Foto en obra)



Figura B.38 b1 – PARA MEDIANA CAPACIDAD DE TRITURACION



Figura B.38 b2 – PARA REDUCIDA CAPACIDAD DE TRITURACION

Figura B.38b – EQUIPO DE DIFERENTES TAMAÑOS Y CAPACIDADES PARA EL TRITURADO DE MATERIAL VEGETAL para su posterior aprovechamiento y abonado en capas superficiales de jardín.

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa ALLINET



Cucharón acoplado a cargador frontal



Cucharón acoplado a retroexcavadora



Cucharón de cribado y trituración

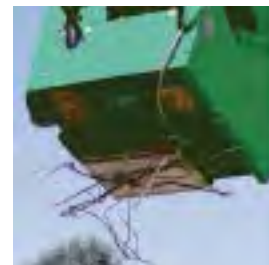
Figura B.38c – CUCHARÓN con acoplamiento rápido para el cribado y triturado simultáneo de material térreo producto de despalmes y de excavaciones para su posterior aprovechamiento en obra.

Fuente: Empresa ALLU

Para recuperación de material de demolición de concreto y mampostería, cascajo residual y piedra en el lugar de trabajo. Al reducir o eliminar los gastos de transporte y vertido en tiros cada vez más distantes y al aprovechar como relleno estable o como material de reciclado en concretos nuevos todo el material de demolición o desperdicio, obtenemos un importante ahorro y contribuimos a la mejora medioambiental y a la sustentabilidad.



Con estos cucharones en una sola operación de máquina se recogen y se trituran o se trituran y se cargan los residuos.



Como opción puede incorporarse al cucharón un imán electromagnético para separar el acero del concreto demolido.

Figura B.38d – CUCHARÓN TRITURADOR - Tritura material que va de 20 mm a 120 mm de diámetro o longitud. Se elimina el uso de un equipo especializado para reciclar - Fuente: Empresa MONTABERT

El material de *reciclaje por medio de triturado de cascajo producto de demolición de construcciones anteriores o de desperdicio del material de obra* que, a pesar de los cuidados para evitarlo, se tenga, puede emplearse en rellenos compactados, en bases de pavimentos o como plataformas de cimentación.

En algunos casos, cuidando no contaminar el concreto demolido con tierra u otros materiales extraños, el concreto de demolición triturado puede reciclarse aprovechándose como agregado de nuevos concretos sin causar efectos que mermen la calidad siempre y cuando se mezcle en un 20% aproximadamente con el 80% de agregado virgen. Se deben de hacer pruebas de laboratorio previamente para asegurar los resultados esperados.

El equipo de trituración, y en su caso de cribado, es sencillo y con una relación de costo-beneficio alta que implica una recuperación a corto plazo de su inversión.

Las figuras **B.39** siguientes muestran el tipo de equipo mencionado.





Molino instalado en obra – Fuente: Empresa RUBI



Ref. Molino TRITONE,
Empresas MATECO



Ref. Empresa
IRMER + ELZE

Molinos trituradores con neumáticos para su fácil transporte

Figura B.39B – DIFERENTES MOLINOS DE TRITURACIÓN de material inerte producto de demolición o de desperdicio. Con este tipo de equipos, fáciles de transportar e instalar, el reciclaje de los materiales se puede hacer en la misma obra en la que se utilizarán - Fuente: Empresas RUBI, MATECO e IRMER +ELZE



Figura B.39C – EL MATERIAL UNA VEZ TRITURADO OCUPA MENOS VOLUMEN

Fuente: Publicidad de la Empresa RUBI

La figura B.39D nos muestra las alternativas de empleo posible del producto inerte reciclado.

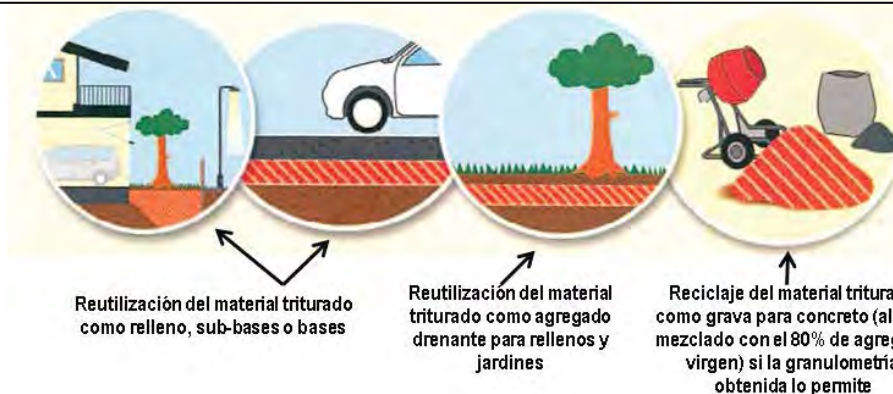


Figura B.39D– REUTILIZACIÓN DEL PRODUCTO DE LA TRITURACIÓN DE MATERIAL RECICLADO –

Fuente: Publicidad de la Empresa RUBI

El acero de refuerzo de elementos estructurales demolidos puede reciclarse si previamente se prueba en laboratorio la resistencia del material y se considera así, con un factor de seguridad adicional, para ser empleado combinadamente con acero nuevo o como armado complementario en nuevas estructuras.

8.- SUELO-CAL Y SUELO-CEMENTO

La estabilización química de suelos puede realizarse principalmente con cal, con cementos o con mezcla de ambos. Existen también compuestos químicos de patente disponibles para el mismo fin.

En el caso en el que las características naturales del suelo no satisfagan las necesidades estructurales de las obras puede plantearse su mejoramiento estabilizándolo con cal (en el caso de suelos arcillosos o limosos) o con cemento [(en caso de suelos arenosos o con una mezcla de ambos (en caso de suelos heterogéneos)] en vez de desecharlo, sacarlo fuera de obra y sustituirlo por otro traído de zonas distantes en camiones de volteo.

Las siguientes figuras **B.40a**, **b** y **c** nos muestran un proceso de estabilización del suelo.



Fig. B.40a – Alimentación de cal



Fig. B.40b – Distribución de cal



Fig. B.40c – Distribución de cal y agua

Fuente: Catálogo de Tecnología de Estabilización de Suelos, Empresa STEHR



Figura B.41 – PROCESO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS empleando máquinas Travel Mixer

Fuente: Catálogo de Equipo, Empresa BOMAG

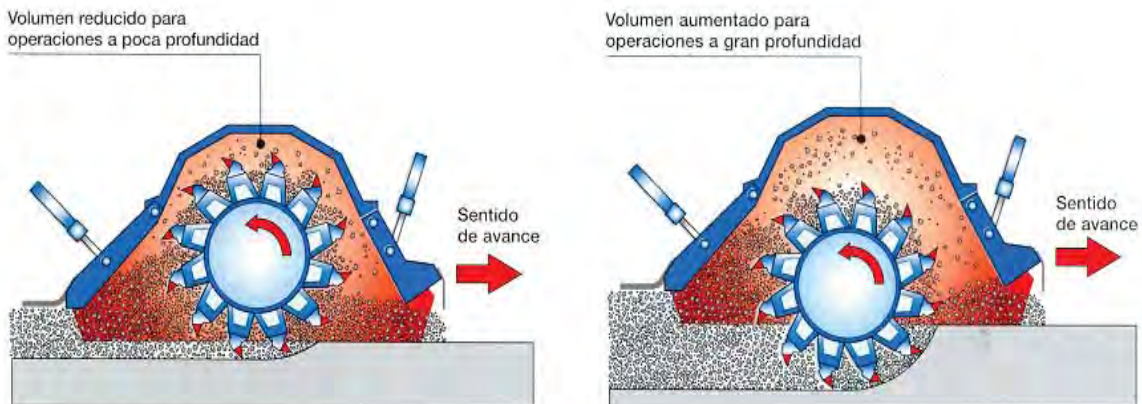


Figura B.42 – CARCAZA DE TRAVEL MIXER CON ROTOR DE FRESADO ajustable a diferentes profundidades de tratamiento

Fuente: Catálogo Recicladora WR 2500S, empresa WIRTGEN

Debido a la agresividad de la cal para los trabajadores, se han desarrollado productos con biocompuestos para la misma función de estabilización de suelos mucho menos dañinos.

B-2 CIMENTACIONES

Los tipos de cimentaciones se dan muy en función de las características de su suelo de soporte y muy principalmente de su comportamiento mecánico.

Un suelo de roca maciza o de tepetate compacto y estable permite de hecho apoyar directamente una edificación de pocos pisos sin necesidad de cimientos, en cambio, en suelos altamente compresibles hay que emplear cimentaciones de amplia área de contacto o recurrir a soluciones específicamente estudiadas. Lo importante es partir de un estudio de mecánica de suelos enfocado a las particularidades del diseño y analizar dos o más alternativas de solución.*

En los casos de terrenos con pendiente, los cimientos deben desplantarse sobre suelo sano de manera escalonada respetando la profundidad mínima de desplante especificada, y con un traslape de tres veces el peralte de la zapata o cadena de cimentación en cada cambio de nivel, una pendiente de 1/3 ó de 2/3 (dependiendo del desnivel y resistencia del terreno) y de la estabilidad global del suelo ante la carga de la edificación como se muestra en las siguientes imágenes de la figura B.43.

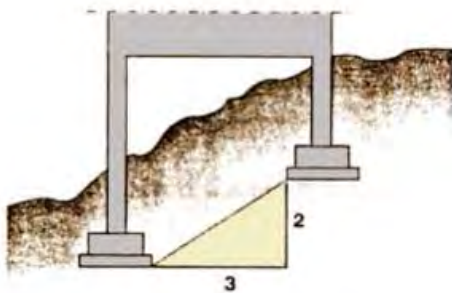


Figura B.43b – PENDIENTE MÁXIMA ENTRE NIVELES DE CIMIENTOS SUCESIVOS SOBRE TERRENOS CON EXCESIVA PENDIENTE

Fuente: Guide Veritas – Tome 1 – Edit. Le Moniteur, 1999 - Ficha 13.1 a p. 2

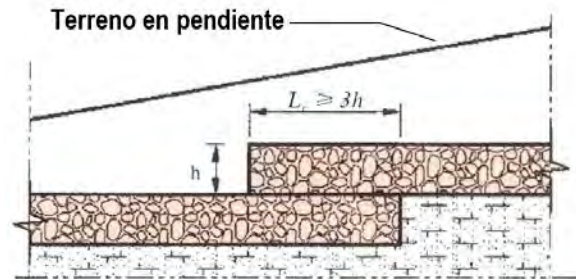


Figura B.43a – LONGITUD DE TRASLAPE PRECONIZADO: $L_r \geq 3h$

Fuente: Fondations et Soubassements, Maisons Individuelles, Henri RENAUD, Édit. Eyrolles, 2004 p. 24

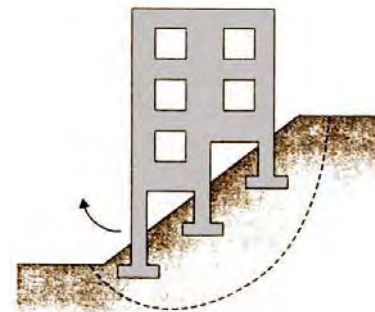


Figura B.43c – ASEGURAMIENTO DE LA ESTABILIDAD GLOBAL DEL SUELO

Fuente: Guide Veritas – Tome 1 – Edit. Le Moniteur, 1999 - Ficha 13.1 a p. 2

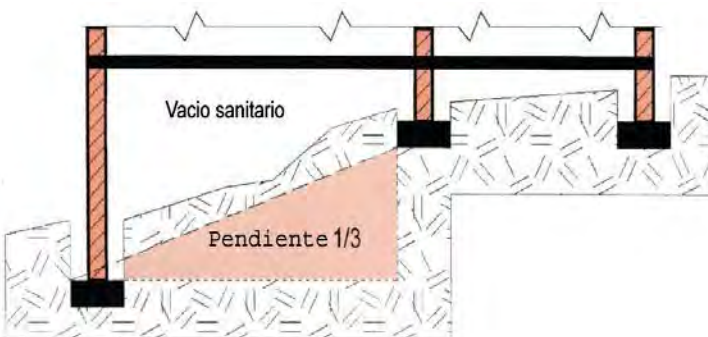


Figura B.43d – PENDIENTE MÁXIMA ENTRE NIVELES DE CIMIENTOS SUCESIVOS SOBRE TERRENOS CON PENDIENTE MEDIA

Fuente: Fondations et Soubassements, Maisons Individuelles, Henri RENAUD, Édit. Eyrolles, 2004 p. 48

Figura B.43 – CONSIDERACIONES PARA CIMIENTACIONES SOBRE TERRENOS CON PENDIENTE

La tipología de edificios de vivienda es muy variada aunque en términos generales podemos agruparlos en edificaciones horizontales (casas de uno a tres pisos), edificios bajos (generalmente de cinco niveles) y edificios altos (de hasta 20 ó 25 niveles).

En la siguiente tabla se muestran las soluciones de cimentación más utilizadas para cada tipo de edificación; aunque cada caso debe estar respaldado por un estudio geotécnico y por propuestas analizadas al detalle.

Tipo de edificación	Soluciones de cimentación más empleadas	Tipo de cimentación	Generalmente para resistencia de suelo
De 1 a 3 niveles	Cadenas de cimentación,	S	$\geq 20T/m^2$
	Cimientos de mampostería de piedra brasa (tradicional)	S	$\geq 10T/m^2$
	Cimientos de concreto ciclópeo	S	$\geq 10T/m^2$
	Zapatas corridas de concreto armado	S	$\geq 10T/m^2$
	*Losas de cimentación rigidizadas con contratraves	S	$\leq 4T/m^2$
De 5 a 7 niveles	Zapatas corridas de concreto armado	S	$\geq 20T/m^2$
	Losas de cimentación rigidizadas con contratraves	S	$\geq 10T/m^2$
	Cajones de cimentación (sustitución o flotación)	S	$\leq 4T/m^2$
	Pilotes	P	$\leq 4T/m^2$
	Pilas	P	$\leq 4T/m^2$
	Inclusiones + losa de cimentación	P	$\leq 4T/m^2$
De 8 a 30 niveles	Zapatas corridas de concreto armado	S	$\geq 10T/m^2$
	Cajones de cimentación + pilas	P	$\geq 4T/m^2$
	Cajones de cimentación + pilotes	P	$\geq 20T/m^2$
	Inclusiones + losa o cajón de cimentación	P	$\leq 4T/m^2$

S = Superficial **P = Profunda**

Figura B.44 - SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN generalmente utilizada en edificios de vivienda en función del peso de las edificaciones y de la resistencia de su suelo de soporte.

De las cimentaciones enunciadas vale la pena comentar las ventajas constatadas en algunas de ellas por su economía, comportamiento y sencillez.

Sobre terrenos de gran resistencia no compresibles lo más utilizado han sido las cadenas de cimentación (para edificaciones de hasta 3 pisos) y las zapatas corridas de cimentación.

La solución **losa de cimentación rigidizada con contratraves* ha llegado a ser la más utilizada para el caso de viviendas de interés social de dos a tres niveles sobre terrenos arcillosos, limo-arcillosos o de relleno compactado por ser la condición de suelo más común.

Como búsquedas de optimización se ha llegado a reducir la cantidad de contratraveses conservándose siempre las contratraveses perimetrales pero eliminando, en los casos posibles, las contratraveses bajo muros interiores aprovechando la rigidez del propio muro concibiéndolo como viga-pared.

En lo referente al acero de refuerzo de losas de cimentación es práctico el empleo de mallas electrosoldadas despiezadas racionalmente para reducir al mínimo los desperdicios con objeto de evitar que durante el proceso de colado las mallas se desposicionen por el pisado de las mismas por los trabajadores y por la poca rigidez del acero; debido a su diámetro reducido es conveniente agrandar los cuadros a 30 cm. de lado (en vez de 15 cm) e incrementar el calibre del acero para hacerlo más rígido y para conservar la misma cantidad de refuerzo en kg/m^2 . La siguiente figura nos muestra una malla de 30 cm x 30 cm de separación que permite la circulación libre de los trabajadores sin tener que pisarla, y el incremento de rigidez del refuerzo al aumentar su diámetro así como la disposición de acero de menor separación en los extremos para reducir el ancho de los traslapes.



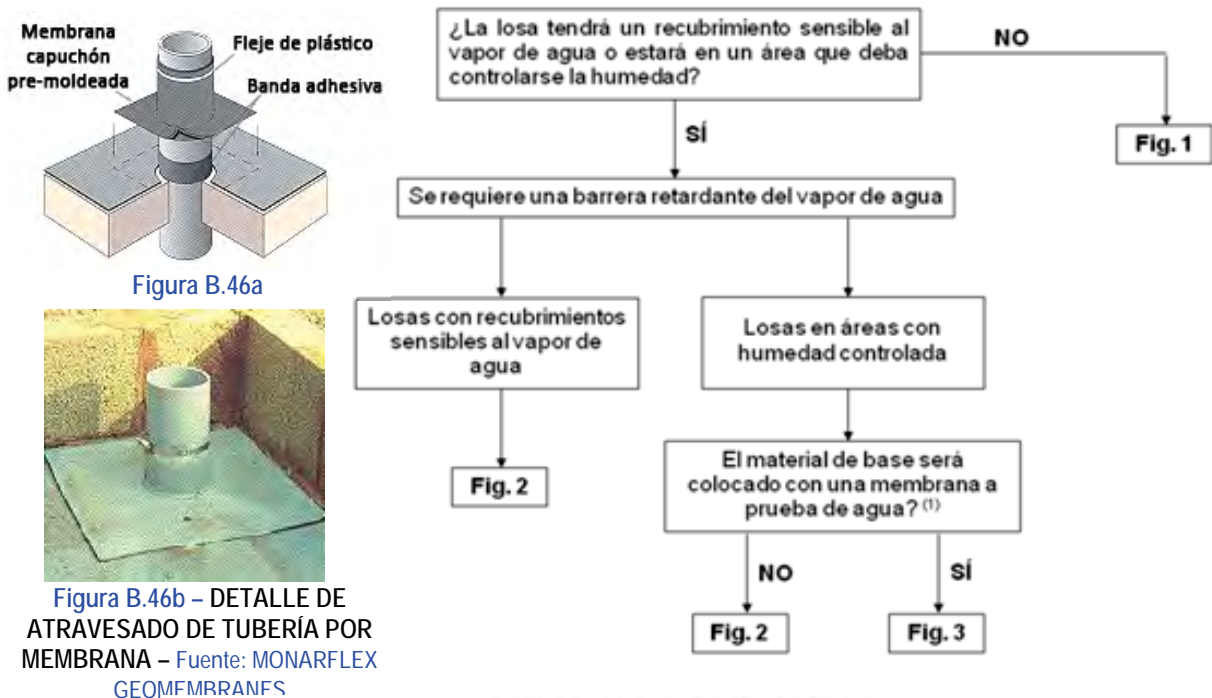
Figura B.45 - MALLA ELECTROSOLDADA de 30 cm x 30 cm de separación en losas de concreto.

Fuente: *Structural Welded Wire Fabric Detailing Manual*, Wire Reinforcement Institute, 2000; p.12

También, en los casos posibles, se ha reducido la cantidad de acero en contratraveses (poniendo tres varillas en vez de cuatro, haciendo una armadura triangular con una varilla arriba y dos abajo). El empleo de armaduras electrosoldadas reduce los trabajos de habilitado de obra.

El empleo de *membranas de impermeabilización o barreras retardantes de vapor* sobre las plataformas y bajo las losas y contratraveses de cimentación permite reducir el recubrimiento del acero en losas de 5 cm a 3 cm, evita que el concreto se contamine con el material de la plataforma (funciona como plantilla), impermeabiliza contra la subida de agua por capilaridad y limita *la transmisión o permeancia del vapor de agua medida en perms* desde el suelo para evitar desprendimientos y daños en los acabados de piso.

Como siempre existe riesgo de existencia de humedad en los suelos, es recomendable emplear la membrana en todos los casos. Sin embargo, en la siguiente figura se indican los criterios de utilización y posicionamiento de dicha membrana.



- (1) Si el material granular está sujeto a futuras infiltraciones de humedad, se utiliza la Fig. 2.
- (2) Si se utiliza la Fig. 2 probablemente sea necesario reducir el espaciamiento entre juntas, diseñar una mezcla de baja contracción o implementar otras medidas para minimizar el fisuramiento de la losa.

Figura B.46c – DIAGRAMA DE FLUJO para determinar la ubicación de la barrera retardante del vapor de agua donde se incluye detalle de sellado en atravesado de tuberías.

Ref. Actualización del ACI – Retardantes del Vapor de Agua

Como se indica en la figura **B.46 (figura 2)**, hay que cuidar, sin embargo, que los concretos utilizados en los colados de losas de cimentación tengan una cantidad de agua reducida (bajo revenimiento y dado con superplastificante hasta un máximo de 10 cm) a fin de evitar su acumulación en la interfaz entre el plástico y el concreto.

En los casos de existencia de gas radón la membrana también limita su transmisión hacia el interior de las edificaciones.

1.- CIMENTACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS

En las viviendas de uno a tres niveles (por su reducido peso), hay que estar muy alerta revisando en los estudios geotécnicos la *posible existencia de arcillas expansivas* que puedan dañar su cimentación y su superestructura. Un porcentaje de expansividad del 5%, por ejemplo, significa un movimiento de 5 cm en el sentido vertical por cada metro de profundidad que tenga un suelo expansivo.

Las variaciones en contenido de agua en los suelos, principalmente arcillosos y expansivos, afectan las propiedades físicas del suelo que soporta a la cimentación y del que está adyacente en el perímetro exterior.

La capacidad de carga, la expansión, la retracción y la consolidación son algunas de las características que varían por la inclusión del agua que se da en época de lluvias o por el secado por la evaporación del agua en época de estiaje.

En los suelos arcillosos o inestables sus características son significativamente afectadas por el agua lo cual puede causar problemas a la cimentación y a la superestructura de una edificación.

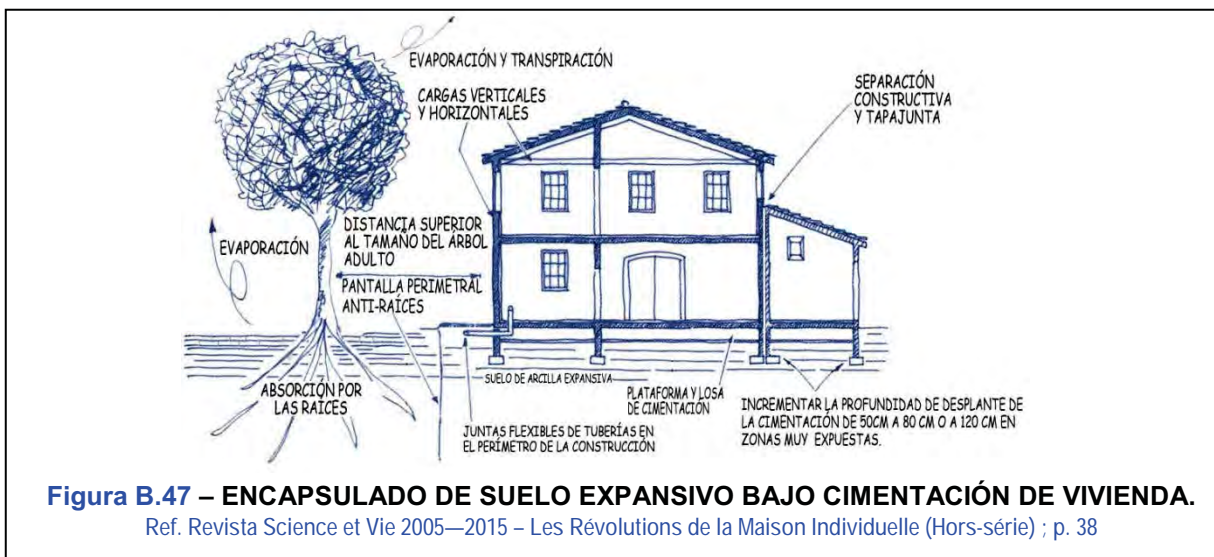
Las principales malas consecuencias que se reflejan son: los hundimientos y emersiones diferenciales, deflexiones, desnivelaciones y fisuras.

La acción del agua y los consecuentes cambios volumétricos del suelo que afectan a losas de cimentación y firmes en planta baja pueden ocurrir en un lapso corto durante el proceso de construcción.

Para estabilizar la arcilla expansiva puede mezclarse ésta con cal o puede impermeabilizarse encapsulándola con una geomembrana que impida su variación de cantidad de humedad en su masa. Es importante controlar el contenido de agua en el perímetro de las cimentaciones lo más pronto posible después de haberse ejecutado la cimentación.

También debe conformarse el exterior del terreno para dejar un escalón de 20 cm. por debajo del nivel de piso interior en planta baja y el drenado positivo especificado con pendiente para alejar los escurrimientos de la construcción desde los trabajos iniciales y no esperar hasta el final de la obra.

Las siguientes figuras **B.47**, **B.48** y **B.49** muestran la solución de separación de la arcilla expansiva con una geomembrana perimetral que impide que el suelo cambie su contenido de agua.



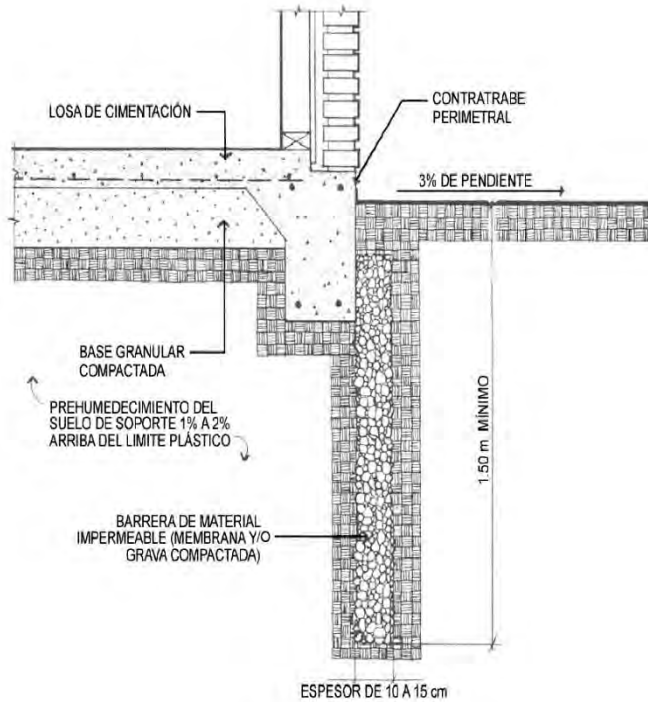


Figura B.48 – DETALLE QUE MUESTRA LA ESTABILIZACIÓN DE UNA CIMENTACIÓN SOBRE UN SUELO DE ARCILLA EXPANSIVA. Las cimentaciones sobre suelos de arcilla expansiva pueden estabilizarse prehumedeciendo e instalando una barrera que evite la pérdida de humedad bajo la construcción por cambios estacionales en el perímetro exterior.

Fuente: Time Saver Standards for Landscape Architecture, Charles W. HARRIS and Nicholas T. Dimes, Editor: McGraw Hill, 1988; p. 255-9

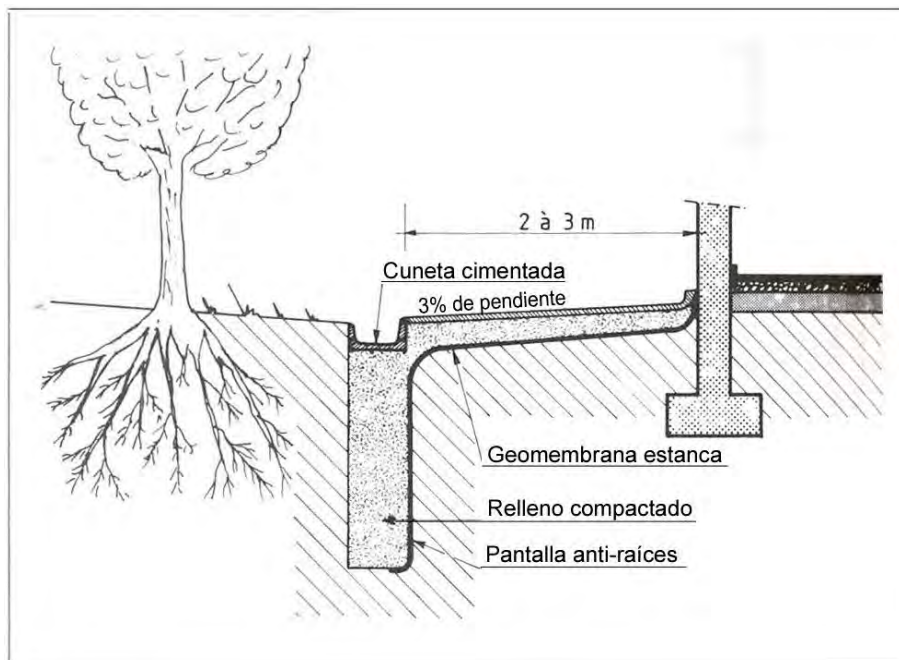


Figura B.49 – EMPLEO DE GEOMEMBRANA ESTANCA Y ANTIRAÍCES

Fuente: Fondations et Ouvrages en Terre, Gérard PHILIPPONNAT, Bertrand Hubert, Edit. Eyrolles, 1997, p. 376

2.- MICROPILOTES

Existe una tercera solución, además del retiro de la arcilla expansiva y de la restitución del suelo con material inerte compactado adecuadamente, que consiste en el empleo de micropilotes que atraviesen el manto de arcilla expansiva y se apoyen en una capa de suelo estable y con la resistencia suficiente para soportar las cargas transmitidas. Los micropilotes deben disponer de fundas que eviten el contacto directo de la arcilla con el micropilote que pudiera transmitirle su fuerza expansiva y lo pueda elevar.

La siguiente figura B.50 ilustra las características de esta solución.

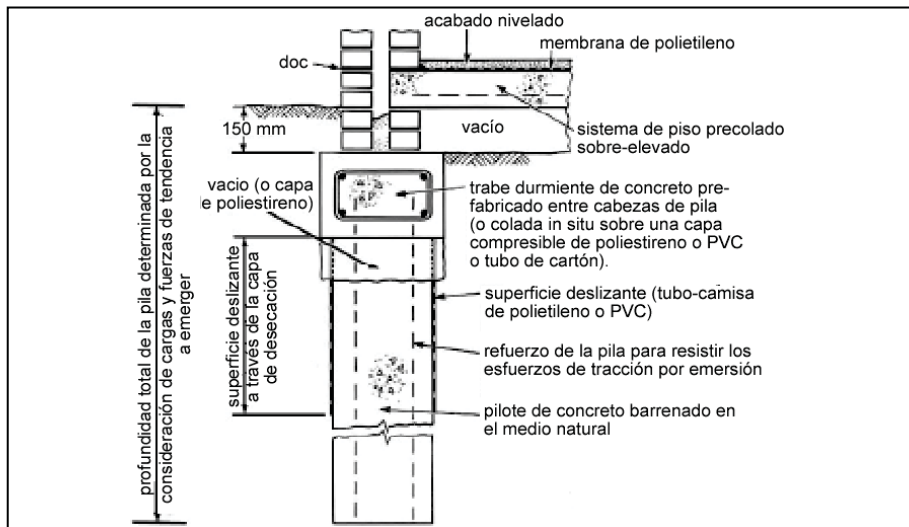


Figura B.50 – DISEÑO DE MICROPILOTES DE CIMENTACIÓN en suelos de arcilla expansiva con perforación previa para resistir la tendencia a emerger por el empuje de la arcilla expansiva

Fuente: *Low-Rise Buildings on Shrinkable Clay Soils: Part 2, BRE DIGEST 241, 1990*

Dentro de las cimentaciones superficiales, principalmente en suelos cohesivos, también se pueden utilizar micropilotes para cimentar bardas de mampostería o hechas a base de postes y paneles de concreto con ventajas de tiempo y costo comparadas con los cimientos que tradicionalmente se utilizan.

Las bardas en general están más sometidas a cargas laterales (por viento o por sismo) que a cargas verticales ya que su reducido peso propio es lo único que soportan; por ello, el empleo de micropilotes de concreto armado colados en un barreno previo hecho en el suelo con una barrenadora manual o adaptada a un equipo polivalente, a una profundidad equivalente a un tercio de la altura de la barda y distanciados a cada 2.50 m aproximadamente, es una solución más económica y eficiente. En la mayoría de los casos no se requiere de una cadena de cimentación cuando el muro tiene refuerzo horizontal en sus juntas y vertical en sus alvéolos.

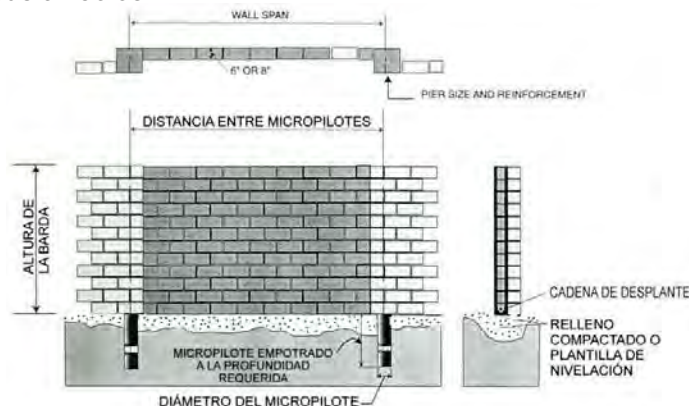


Figura B.51 – TABLERO DE BARDA CIMENTADA CON MICROPILOTES

Fuente: *TEK 14-15a, Pier and Panel Highway Sound Barrier Wall Design, NCMA TEK, 1997*

3.- PROTECCIÓN ANTIRRAÍCES

Otra precaución a tomar en cuenta consiste en evitar la proximidad de edificaciones y de construcciones enterradas a árboles cuya raíz pueda comenzar a levantar el suelo y pueda a su vez perjudicar los cimientos y conductos. En caso dado, será indispensable la utilización de un sistema antiraíces que proteja adecuadamente a las obras hechas, a través del tiempo, conforme el árbol vaya creciendo y vaya desarrollando su raíz (ver figura B.52).

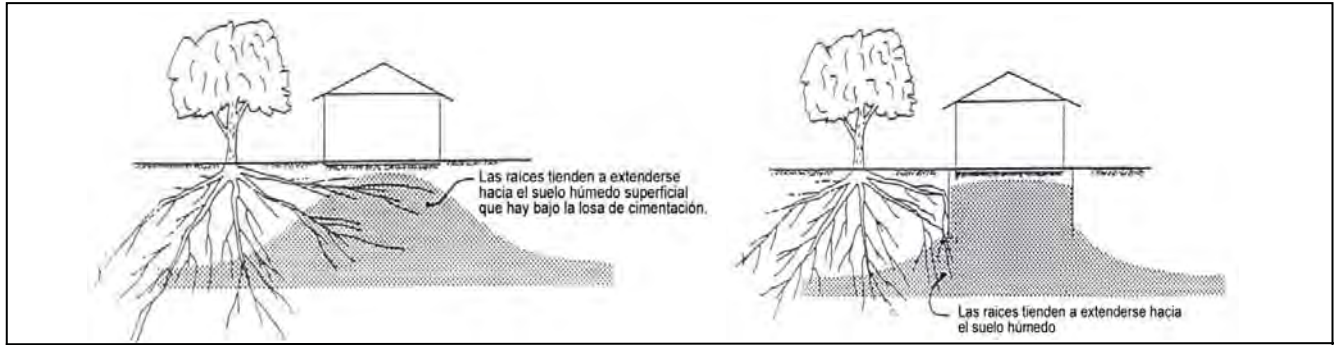


Figura B.52 – EFECTO DE BARRERAS ANTIRRAÍCES SOBRE LAS RAÍCES DE LOS ÁRBOLES

Fuente: Boot Camp Reference Manual, Ed. Snider, BEAZER HOMES

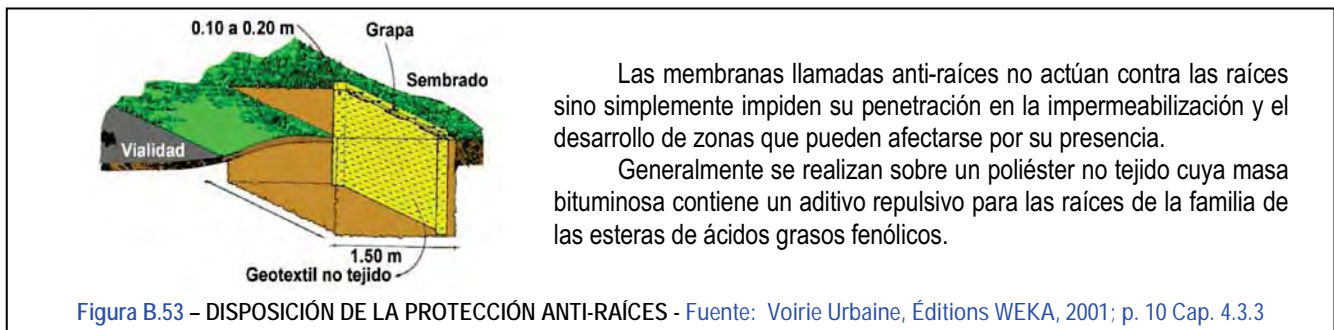


Figura B.53 – DISPOSICIÓN DE LA PROTECCIÓN ANTI-RAÍCES - Fuente: Voirie Urbaine, Éditions WEKA, 2001; p. 10 Cap. 4.3.3

Dependiendo de la especie de árbol, el BRE del Reino Unido ha tabulado las distancias a las viviendas recomendadas.

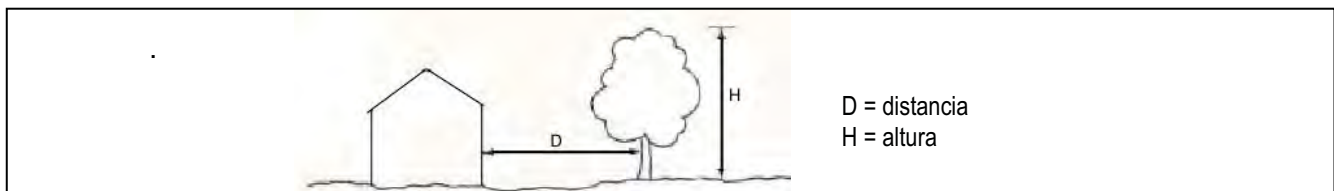


Figura B.54 – DISTANCIA HORIZONTAL EXTERNA – Fuente: Boot Camp Reference Manual, Ed. Snider, BEAZER HOMES

Rango	Especies	Máxima altura del árbol – H e n m	Máxima distancia D en el 75% de los casos (m)	Mínima separación D recomendada en arcillas de alta expansividad
1	Roble	16-23	13	1H
2	Polar	24	15	1H
3	Limba	16-24	8	0.5H
4	Fresno común	23	10	0.5H
5	Plana	25-30	7.5	0.5H
6	Willow	15	11	1H
7	Olmo	20-25	12	0.5H
8	Espino Albar	10	7	0.5H
9	Maple	17-24	9	0.5H
10	Cerezo	8	5	1H
11	Haya	20	9	0.5H
12	Abedul	12-14	7	0.5H
13	Carra Blanca	8-12	7	1H
14	Ciprés	18-25	3.5	0.5H

Figura B.55– RIESGO DE DAÑO POTENCIAL causado por diferentes especies de árbol

Fuente: Boot Camp Reference Manual, Ed. Snider, BEAZER HOMES

Cuando no se sepa la especie de árbol a plantar, existen otros criterios de determinación de distancia entre árboles y edificaciones (Ver figura B.56).

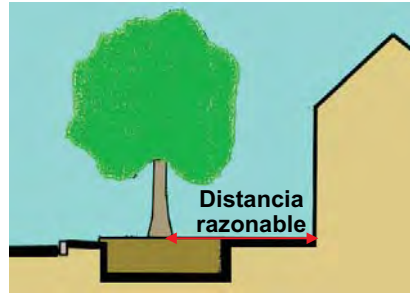


Figura B.56 – DISTANCIA DE UNA PLANTACIÓN CON RELACIÓN A LA PROPIEDAD PRIVADA (2.00 m para árboles de 2.00 m de altura y 50 cm para vegetación de menos de 2.00 m

Fuente: Voirie Urbaine, Éditions WEKA, 2001; p. 6 – Anexo 1, Cap. 4.3.2.

Las distancias de plantación con relación a la propiedad privada están relacionadas con la altura de la vegetación.

Las normas europeas especifican una distancia de una vez la altura o una vez el diámetro de la fronda en edad adulta o como mínimo:

- 2.00 m para vegetación de más de 2 m de altura
- 0.50 m para la vegetación de menos de 2 m de altura

Además la protección de las edificaciones por la acción del desarrollo de las raíces de los árboles, es necesario cuidar la protección de tuberías por el mismo motivo. En principio, debe existir una distancia mínima con respecto a los árboles de 2.00 m la cual puede reducirse, en caso necesario, empleando protecciones específicas contra las raíces.

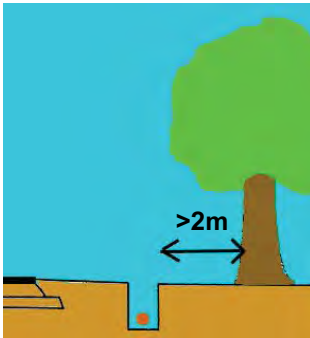


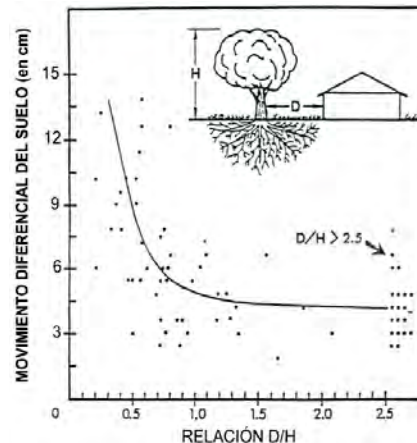
Figura B.57 – PLANTACIÓN DE ÁRBOL CERCANA A UNA CEPA. Las plantaciones deben mantenerse a más de 2.00 m de las redes. En ciertos casos, se pueden lograr excepciones específicas con soluciones técnicas comprobadas como los sistemas antiraíces

Fuente: Voirie Urbaine, Éditions WEKA, 2001; p. 5 – Anexo 1 Cap. 4.3.2

De manera más generalizada se grafica a continuación la relación D/H (distancia/altura) de los árboles con respecto a las edificaciones de peso reducido (uno a tres pisos) en relación al movimiento que provocan en las cimentaciones.

Figura B.58 – MÁXIMO MOVIMIENTO DIFERENCIAL observado en losas de cimentación con respecto a la relación D/H

Fuente: Boot Camp Reference Manual, Ed. Snider, BEAZER HOMES



4.- INCLUSIONES

El empleo de *inclusiones rígidas*, para soportar un relleno compactado por un suelo compresible, o combinadas con un cajón de sustitución, con una losa de cimentación de concreto armado o con zapatas corridas evitan los asentamientos a largo plazo y mejoran la capacidad de carga.

Las inclusiones son pilas de 30 a 40 cm de diámetro de suelo-cal sin armado coladas en una perforación previa hecha con equipo y no conectadas en sus cabezas con la estructura que soportan sino dejando una base compactada en su interfaz.

Esta solución permite economías apreciables ya que para las inclusiones se utiliza un material económico (suelo-cal, jet-grouting o relleno fluido) sin acero de refuerzo, se evitan los costosos elementos estructurales de conexión entre pilas o pilotes y cimentación (dados y contratraveses) y no se inducen cargas puntuales a la losa de cimentación, lo cual evita refuerzos especiales.

Con las inclusiones se pueden evitar los cajones de sustitución bajo nivel de banqueta, cuya excavación y presencia de agua freática retrasan y encarecen los trabajos e incrementan los riesgos de daños potenciales a los edificios colindantes y a la propia construcción.

Las inclusiones para edificios de 5 a 20 niveles en terrenos altamente compresibles es una alternativa de cimentación práctica, sencilla, rápida y con el comportamiento requerido durante la vida útil del edificio.

Las aplicaciones comunes se dan:

- Bajo rellenos compactados
- Bajo una losa o cajón de cimentación
- Bajo una cimentación rígida
- Bajo una ladera inestable

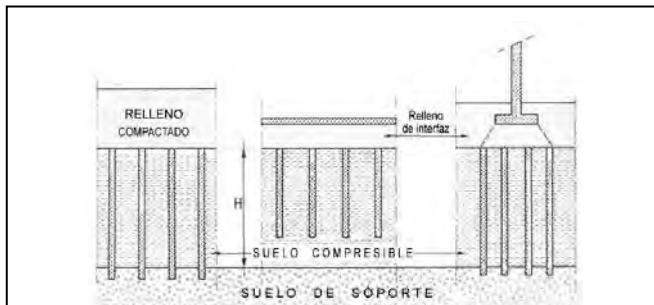


Figura B.59a – PRINCIPIO DE REFORZAMIENTO DE TERRENO POR MEDIO DE INCLUSIONES RÍGIDAS

Fuente: *Fondations et Ouvrages en Terre*, Gérard PHILIPPONNAT, Bertrand Hubert, Edit. Eyrolles, 1997, p. 478

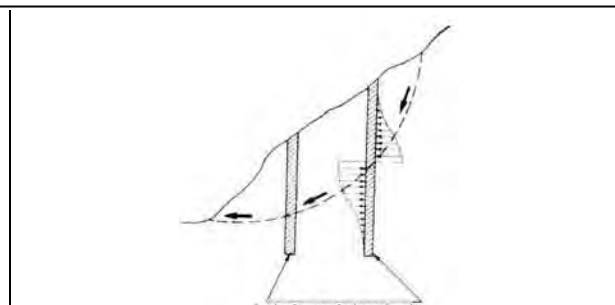


Figura B.59b – REFORZAMIENTO DE UNA PENDIENTE INESTABLE CON INCLUSIONES RÍGIDAS

Fuente: *Fondations et Ouvrages en Terre*, Gérard PHILIPPONNAT, Bertrand Hubert, Edit. Eyrolles, 1997, p.464

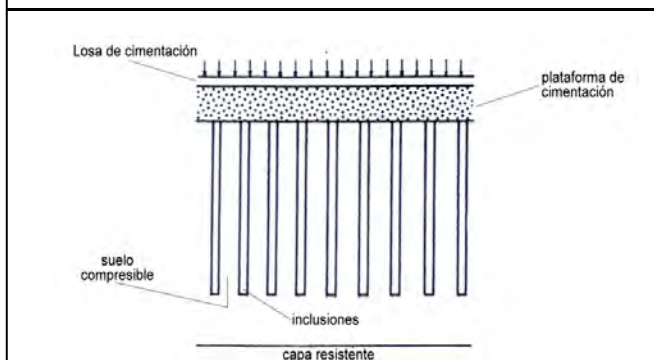


Figura B.59c - ESQUEMA CONSTRUCTIVO DE UNA CIMENTACIÓN CON INCLUSIONES Y LOSA DE CONCRETO ARMADO

Fuente: *Fondations superficielles sur sol amélioré par inclusions rigides verticales*, Olivier COMBARIEU, LCPC, 1990; p. 2.

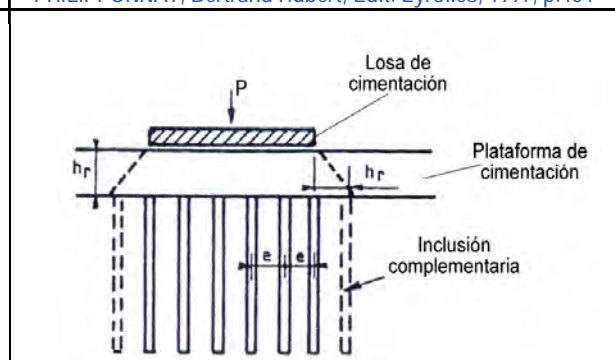


Figura B.59d – CONVIENE AMPLIAR EL ÁREA DE INCLUSIONES BAJO LOS RELLENOS DE INTERFAZ

Fuente: *Fondations superficielles sur sol amélioré par inclusions rigides verticales*, Olivier COMBARIEU, LCPC, 1990; p. 14

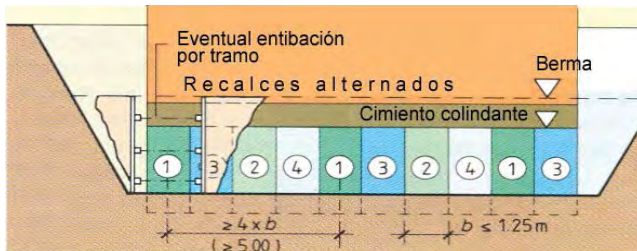
5.- PROTECCIÓN A COLINDANCIAS

Además de la búsqueda de optimización en las soluciones de cimentación hay que tener siempre presente la condición propia del terreno a utilizar cuyas peculiaridades como: sus límites, su geometría en planta, sus dimensiones reales, su topografía, su vegetación, sus construcciones colindantes, su tipo de suelo y su nivel freático (en caso de existir) así como sus características geohidrológicas son definitorias y, su falta de estudio y de solución adecuada puede generar costosas patologías y riegos de alto peligro. Un estudio geotécnico es indispensable aún en los casos de construcciones sencillas.

En caso de construir en ciudad con las normales altas densidades que se tienen, se debe de tener cuidado de hacer un proyecto específico de protección a colindancias que comience por un levantamiento del estado existente de las construcciones y de sus cimientos. En caso de detectar alguna irregularidad como desplomes, fisuras o trabajos de obra deficientes, se requerirá hacer una fe de hechos formalizada por notario y advertir a los propietarios colindantes de las condiciones de sus construcciones.

El *proyecto de protección a colindancias* abarca desde las soluciones a recalces de sus cimientos existentes hasta el refuerzo al mismo suelo colindante y el empleo de tablaestacas, muros Berlín, muros Milán o entibaciones y apuntalamientos en casos de excavaciones profundas. Dentro de la solución hay que incluir los pasos detallados de su proceso que incluya los controles a implementar.

La siguiente figura **B.60** muestra los pasos del proceso del recalce de la cimentación de un edificio colindante en los casos de desplantes poco profundos.



Fuente: Fachwissen Bau, Maurer, Beton-und-Stahlbetonbauer – Autores: BATRAN – BLÄSI – EICHNER – ERDMANN – FREY – KÖHLER – KRAUSS – ROTHACHER – SONNTAG – Editor: HANDWERK UND TECHNIK, 1999 – p. 30

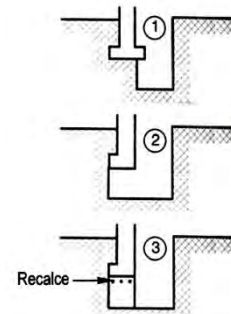
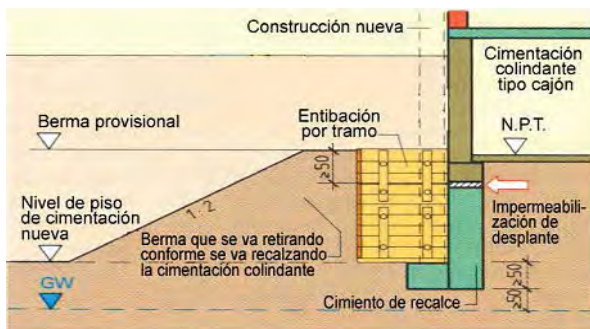
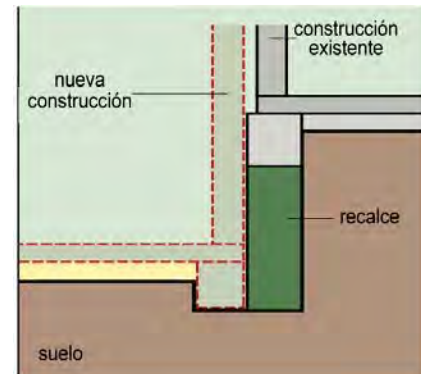


Figura B.60b – PASOS DE EXCAVACIÓN DE TRAMOS DE RECALCE

Fuente: La Fabrication du Bâtiment, Le 1 Gros-Oeuvre, Gérard KARSENTY, Eyrolles, 2002 – p.204.



Fuente: Fachwissen Bau, Maurer, Beton-und-Stahlbetonbauer – Autores: BATRAN – BLÄSI – EICHNER – ERDMANN – FREY – KÖHLER – KRAUSS – ROTHACHER – SONNTAG – Editor: HANDWERK UND TECHNIK, 1999 – p. 30



Fuente: Bautechnik, Fachkunde Bau, Frey HANSJÖRG et Al., Europa Lehrmittel, 2001 – p.220

Figura B.60a - PROCESO SECUENCIAL DE RECALCE DE UNA CIMENTACIÓN COLINDANTE en tramos simultáneos de excavación para evitar su falla al ir puenteando su soporte.

B-3 PRODUCTOS DE ESTRUCTURA Y OBRA NEGRA

En la *superestructura de las edificaciones de vivienda*, lo más comúnmente empleado son los muros de mampostería (de ladrillo de barro recocido fabricado artesanalmente, de ladrillo de barro extruído macizo multiperforado ligero, de ladrillo de concreto llamado comúnmente tabicón y de block hueco de concreto) así como de concreto armado colado en el sitio con cimbras de madera contrachapada (en algunos casos, protegida con baquelita) de acero o de aluminio. En el caso de losas, aún se emplean por costumbre la losa maciza de concreto armado y, con cada vez más profusión, las losas a base de vigueta y bovedilla.

El empleo de materiales de construcción y de componentes constructivos que más se utiliza en un país o en una región es la consecuencia de la tradición y del desarrollo de proveedores y fabricantes que, a través del tiempo, van tejiendo una red industrial de suministros y de servicios referidos a los insumos para la construcción.

Por ello, lo más empleado es porque es lo más conocido, lo más aceptado, lo más disponible (sin grandes distancias de flete), lo que más mano de obra conocedora de su colocación promueve y, por tanto, lo más económico, práctico y lógico de usar.

Por ello, puede apreciarse que en México el uso de la mampostería y el concreto armado en vivienda es más económico, lógico y eficiente que, por ejemplo, construir con madera y que en los E.E.U.U. es exactamente lo contrario.

La inclusión de nuevos materiales, procedimientos y sistemas constructivos requerirá entonces de un tiempo de conocimiento, de aceptación y de generalización de uso, de desarrollo de proveedores y de colocadores, así como de fabricantes que compitan en precios y los hagan accesibles y considerados como opción.

El iniciar un camino de optimización y búsqueda de mejores materiales, componentes y sistemas constructivos reduciendo tiempos de aceptación y uso, puede lograrse si se parte de una mejora en las características de los materiales existentes de uso común, buscando primero una racionalización de sus características, de su proceso de fabricación y de colocación.

Los principios más relevantes que engloban la optimización y racionalización buscadas son:

- Ligereza,
- Gran formato,
- Integralidad de acabados con estética incluida,
- Reducir capa sobre capa y espesores innecesarios,
- Despiece y coordinación dimensional (evitando cortes y desperdicios),
- Con piezas especiales complementarias para conformar sistemas completos, sin abandonar el cumplimiento de normas, reglamentos y especificaciones surgidas de un detallado análisis funcional para su utilización y tomando en cuenta su competitividad económica y las necesidades adicionales que la economía de la edificación requiere como:
 - La disponibilidad de los componentes al momento requerido,
 - Gama amplia (opciones y alternativas numerosas),
 - Facilidad de ensamblado,
 - Facilidad de transportación, almacenaje y manipulación,
 - Facilidad de instalación.

Con objeto de ilustrar la aplicación de la búsqueda de optimización en los materiales, componentes y subsistemas de edificación, se incluyen a continuación algunos ejemplos de soluciones que pueden referirse a los sistemas que más se utilizan realmente.

1.- CONCRETOS DE ALTO DESEMPEÑO

Los *materiales* más comúnmente utilizados en la construcción de obra negra en vivienda que están presentando una rápida evolución son los concretos y los morteros de alto desempeño el cual ha sido logrado con el empleo de nuevos aditivos y nuevas adiciones en sus formulaciones.

Los concretos de alto desempeño que por ahora son vistos como novedad y para aplicaciones especiales serán en corto plazo los concretos comunes (como ha sido el caso del acero de refuerzo que ha subido de 2,530 kg/cm² a 4,200 kg/cm² o incluso a 6,000 kg/cm²).

En un futuro muy próximo será normal la utilización de concretos de hasta 1,100 kg/cm² (con casi la misma resistencia del acero).

Con el desarrollo de los nuevos aditivos para concreto es posible prescindir de los vibradores para su colado (caso de concretos autocompactables) sin menoscabo de una alta fluidez. También los concretos y morteros autonivelantes están comenzando a ser utilizados con profusión ahorrando actividades en los colados e incrementando la productividad.

Los aditivos inhibidores de corrosión para la protección del acero de refuerzo contra la oxidación en ambientes agresivos y salinos (zonas de costas) permiten aumentar la durabilidad de las estructuras de concreto armado considerablemente.

Hay una evolución constante en la gama de aditivos para concreto que ha agrandado la gama tradicional de los ya conocidos para mejorar las características de los concretos, de los cuales los más utilizados en vivienda son: los acelerantes, los retardantes, los fluidificantes y superplastificantes, los estabilizadores y expansores de volumen, así como los impermeabilizantes.

La principal nueva aportación se da en los concretos autocompactantes.

La ventaja del concreto autocompactante está en la consolidación lograda sin necesidad del empleo de vibradores de ningún tipo.

Al no requerirse vibración para una consolidación igual se ahorra la inversión en equipo vibratorio y la actividad de vibrar en los procesos de colado.

Debido a que las cimbras no quedan sometidas a la vibración, se requiere de menos refuerzo para su fijación.

En el caso de la fabricación de precolados, la durabilidad de los moldes se incrementa y se ahorra en equipo de vibración y, en la energía que consume.

Otra ventaja es la eliminación de ruido descartando problemas de salud auditiva de los trabajadores y reducciones considerables de molestias a los vecinos.

Se requiere que las cimbras y moldes estén totalmente estancos ya que, por la alta fluidez del concreto, se pueden presentar importantes fugas de lechada por los orificios, juntas abiertas y fisuras.

Los concretos autocompactantes se autonivelan ya que su reología es similar a la del agua.

Hay otro tipo de concretos como el concreto arquitectónico con color integral en la masa o bicapa (que sólo tiene el acabado requerido en la superficie aparente con un espesor reducido y el resto del espesor es concreto común) el cual puede utilizarse con economía en los productos prefabricados aunque se requiere rigor en el control de calidad.

El concreto compactado con rodillo y el concreto poroso son convenientes para vialidades. Estos tipos de concretos se comentarán al tratar los acabados exteriores.

- Los *morteros predosificados* con control industrial para asiento de piezas de mampostería, para juntas y rejunteos, para aplanados y los morteros autonivelantes para la nivelación de pisos también ofrecen una mayor facilidad y rapidez de preparación (adicionándoles sólo agua volumétricamente proporcionada) y uso con ventajas en su trabajabilidad, adherencia, resistencia y durabilidad.

Los morteros autonivelantes son a últimas fechas muy requeridos para rectificar firmes de soporte de pisos de madera de ingeniería debido a las restringidas tolerancias de superficie que tienen.

La siguiente figura nos muestra la aplicación de mortero autonivelante.



2.- PRE-ESFUERZO

En lo referente al acero de refuerzo, se ha adoptado desde hace ya varios años y con bastante profusión el uso de viguetas presforzadas por pretensión para la conformación de losas a base de viguetas y bovedillas con capa de compresión colada in situ con claros económicamente convenientes de hasta 6.00 m. Sin embargo, falta mayor difusión del uso del presfuerzo por postensión el cual es ampliamente utilizado en los Estados Unidos de América en losas de cimentación (Ver figura B.61) y en muros de bardas hechos de mampostería (ver figura B.62)



Figura B.62a – CIMBRADO DE COSTADOS E INSTALACIÓN DE TENDONES PARA UNA LOSA DE CIMENTACIÓN POSTENSADA

Ref. Design and Construction of Post-Tensioned Slabs-on-Ground, PTI, Postensioned Institute, 1996; p. 5

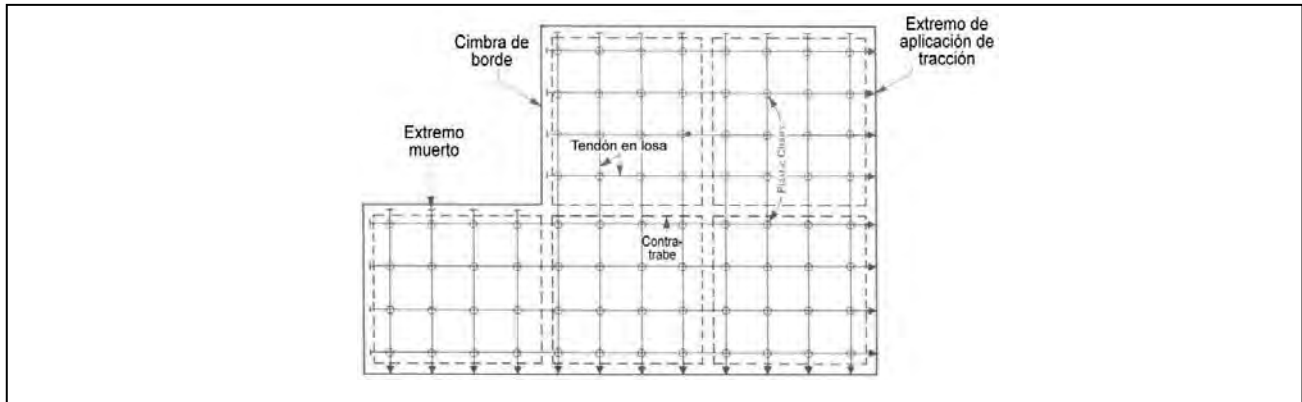


Figura B.62b – EJEMPLO DE POSICIONAMIENTO DE TENDONES DE PRESFUERZO EN UNA LOSA DE CIMENTACIÓN POSTENSADA

Fuente: Design and Construction of Post-Tensioned Slabs-on-Ground, PTI, Postensioned Institute U.S.A., 1996; p. 29

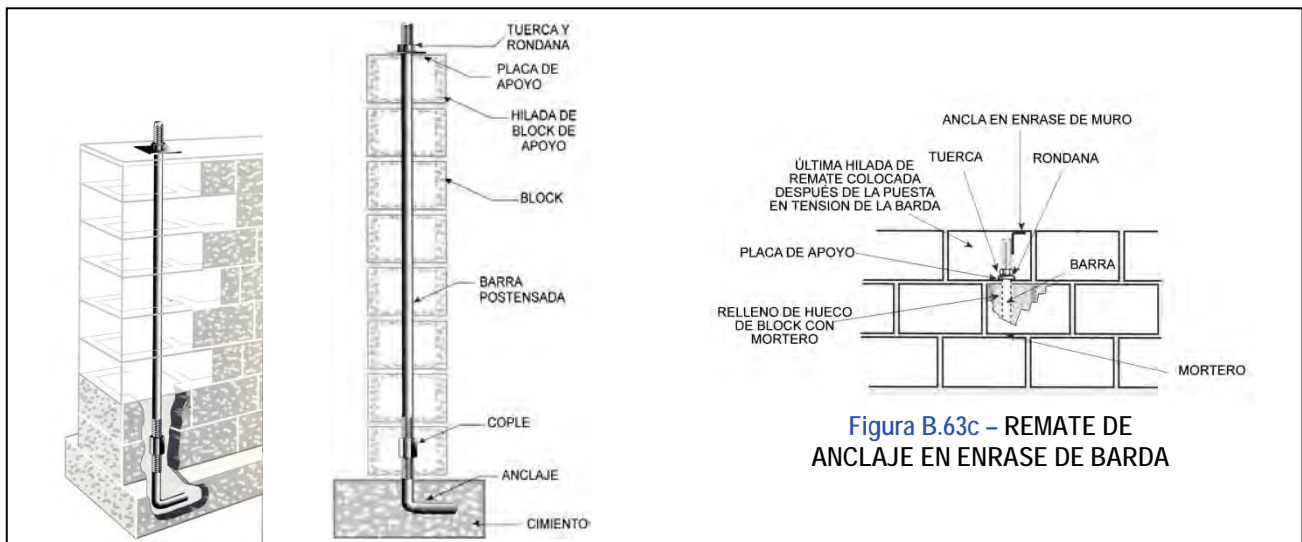


Figura B.63a
PERSPECTIVA

Figura B.63b – CORTE

Figura B.63c – REMATE DE ANCLAJE EN ENRASE DE BARDA

Figura B.63 – POSTENSADO DE MURO DE MAMPOSTERÍA PARA BARDAS - Fuente: Catálogo de Producto: Post-Tensioning Hardware System for Masonry Walls and Partitions, A Design Aid Buro-Wal, Inc. Technical Bulletin 98-14

3.- CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS CORTAS

La gran ventaja del presfuerzo es la significativa reducción de cantidad de acero en el concreto y, por tanto, la economía en tiempos de ejecución de armados y en costos de material. Se requiere, sin embargo, mayor cuidado en el control de aplicación del postensado.

El empleo de fibras cortas de polipropileno, de fibra de vidrio o de acero tampoco se ha popularizado lo suficiente; con este tipo de refuerzo se pueden reducir o eliminar las fisuras visibles en firmes y losas de concreto (ver figura B.64).

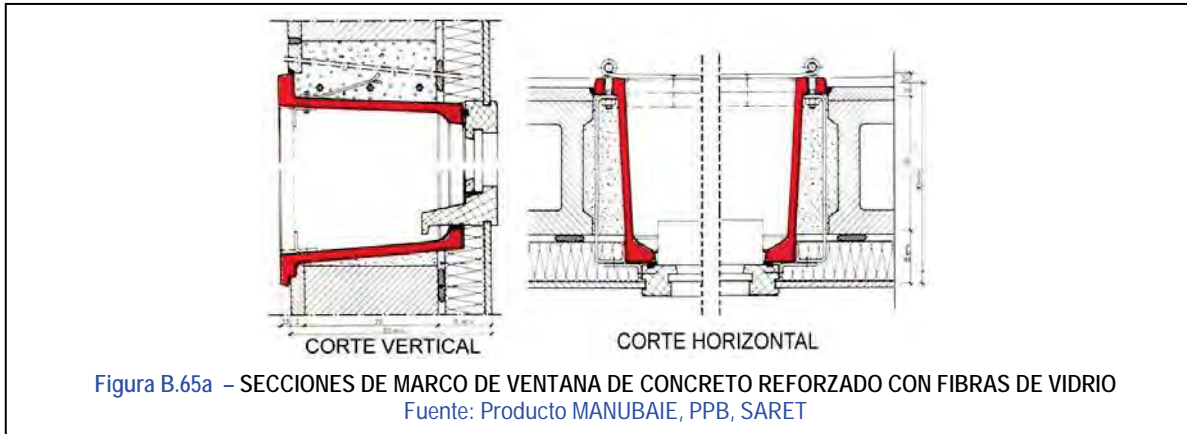


Figura B.64 – FIBRAS METÁLICAS AMORFAS para refuerzo de concretos y morteros. Por su aleación con cromo tienen una alta resistencia a la corrosión. Su estado amorfo les confiere, además de flexibilidad, una alta resistencia mecánica.

Fuente: Publicidad Fibraflex, Empresa SAINT-GOBAIN-SEVA

Las fibras cortas también son de gran utilidad para reducir considerablemente secciones de concreto llegando a dimensiones milimétricas con el consecuente ahorro en peso, en procesos de fabricación y de manipulación y, en costos.

La siguiente **B.65a** figura muestra el reducido espesor que puede lograrse en varios componentes de construcción reforzados con fibras de vidrio.



4.- FERROCEMENTO

El empleo de metal desplegado es otra manera de absorber los esfuerzos de tracción en los elementos de concreto y ello ha desarrollado la tecnología del ferrocemento. Utilizando el ferrocemento para la fabricación de elementos prefabricados se pueden lograr diseños de gran esbeltez, resistencia y ligereza.

La figura mostrada a continuación **B.65b** muestra algunos ejemplos de diseño de paneles de ferrocemento propuestos para la construcción de viviendas donde se puede apreciar la esbeltez de las piezas y, por tanto, su ligereza.



El ferrocemento no debe pensarse exclusivamente para proponer sistemas constructivos. Su empleo en el diseño y fabricación de algunos componentes manuable o ligeros puede ser la opción para complementar a cualquier sistema constructivo abierto con soluciones que, por su forma, resistencia o ligereza requerida, resulten ser más económicas, rápidas y sencillas.

Con el empleo de concreto reforzado, de concreto aligerado, de concreto reforzado con fibras cortas o con ferrocemento pueden precolarse piñones. Los piñones son elementos triangulares de ajuste para complementar o enrasar los muros con la pendiente requerida para apoyar a las losas de cubiertas inclinadas sin necesidad de cortar piezas en el caso de muros de mampostería o de concreto colado con cimbras rectangulares.

Pueden ser precolados en grandes dimensiones (en caso de montarse con equipo) o en pequeños tamaños (en caso de montarse a mano) o pueden colarse en el sitio.

La siguiente figura **B.66a** muestra el caso de piñones de gran dimensión colocados con equipo y la figura **B.66b** muestra algunas secciones precoladas de piñón la cuales son manportables para su fácil colocación.

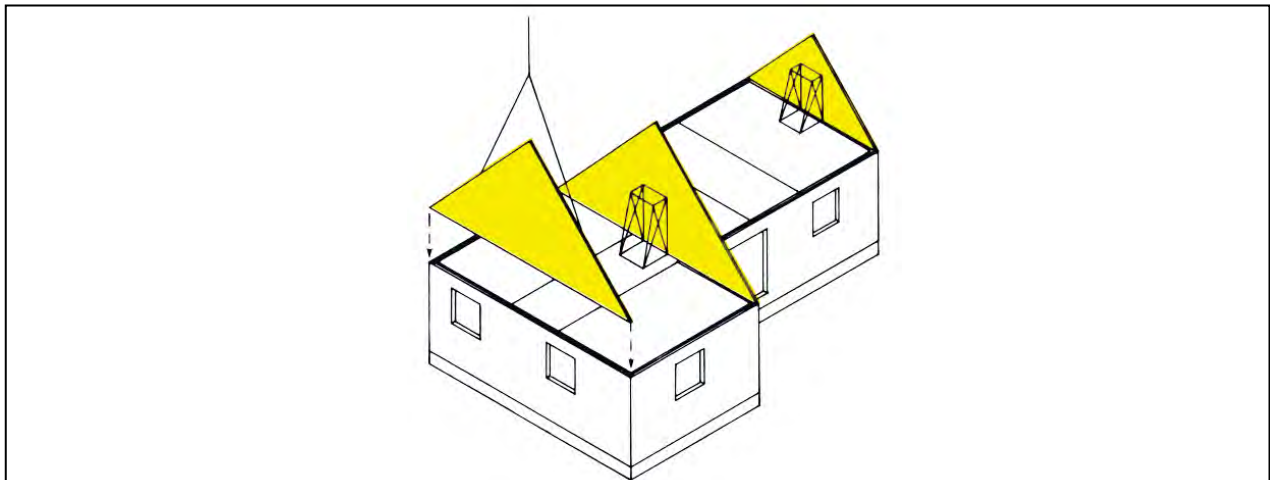


Figura B.66a – PIÑONES DE GRAN DIMENSIÓN
Fuente: Catálogo de Empresa DUMEZ, Francia

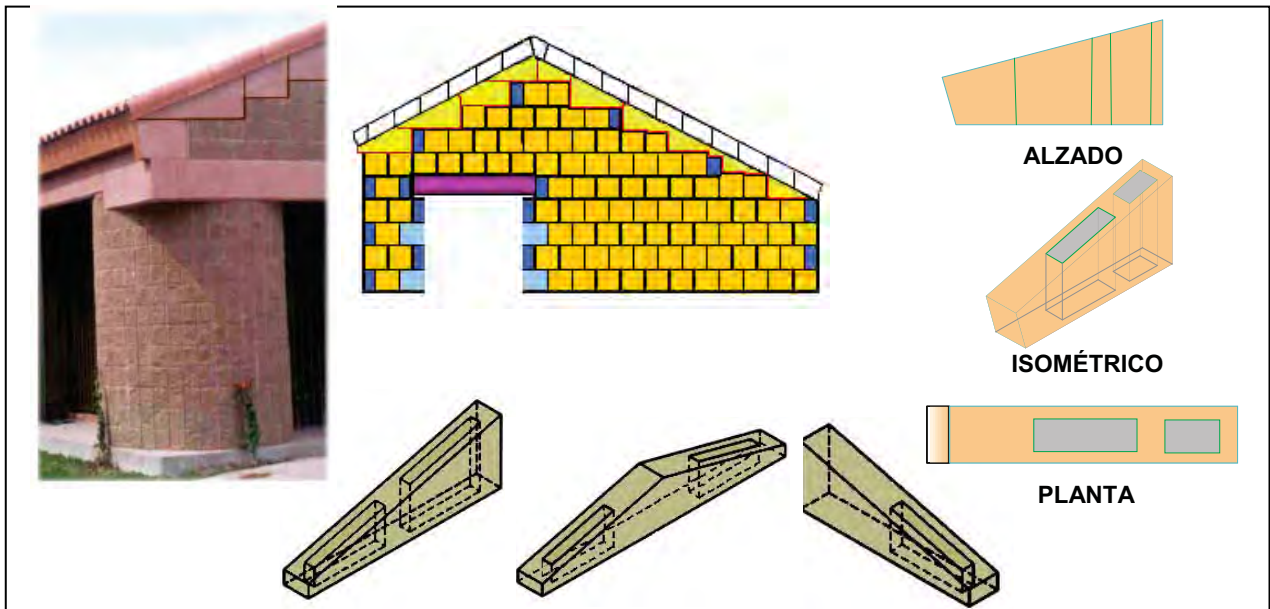


Figura B.66b – EJEMPLO DE DESPIECE Y TIPOS DE PIÑONES DE PEQUEÑA DIMENSIÓN EN UN MURO

Ref. Escuela de Obra Santa Bárbara en Edo. de México

5.- CALZAS PARA ACERO Y TUBERÍA, Y ATADO DE REFUERZOS

Con el nombre global de “soportes”, las calzas, silletas y separadores para el posicionamiento y fijación requerida del acero y de las tuberías que se ahogan en el concreto durante su proceso de colado son, hoy por hoy, poco utilizadas dándose como resultado un refuerzo mal posicionado con las consecuentes fisuraciones en zonas de tracción de las estructuras de concreto o incluso con fallas en las mismas.

El posicionamiento preciso de los soportes y su fijación son críticos para lograr estructuras de calidad y durabilidad.

Olvidarse de la mala costumbre de calzar el acero con grava y nunca usar piezas de madera.

Al no considerar este importante proceso a implementar y que, sin embargo se ha relativizado habitualmente, da como resultado una obra funcionalmente deficiente donde el dinero invertido en el acero de refuerzo, al dejarse mal ubicado, se vuelve inversión inútil por un mal desempeño de la estructura. ¡La ubicación apropiada del acero es todo!

El posicionamiento y rigidez de los soportes permite que bajo las cargas de circulación de obreros y equipo ligero (no bombas ni buggies) no se mueva la ubicación del acero prevista en el diseño estructural.

La siguiente figura muestra las características requeridas de estos dispositivos.



Figura B.67 – POSICIÓN FIJA E INDEFORMABILIDAD DEL ACERO ante cargas verticales empleando silletas resistentes a distancias convenientes
Ref. Catálogo Publicitario de GTI General Technologies, Inc.

Los tipos de silletas, calzas y separadores para el posicionamiento y la fijación o el acero de refuerzo se muestran en las siguientes figuras **B.67**, **B.68** y **B.69** donde puede apreciarse el empleo de tres materiales utilizados: el concreto, el acero y el plástico. En todos los casos, por su geometría, los soportes pueden ser puntuales, lineales o circulares.

El acero y el concreto se integran adecuadamente a la estructura.

Hay que cuidar que el acero para silletas se proteja contra la corrosión en su contacto con la superficie expuesta con pequeños tapones o extensiones de plástico, con la barrera retardante de vapor o pintándolas en su superficie.

Hay diferentes categorías de soportes (calzas, separadores y silletas) con sus aplicaciones correspondientes. La siguiente tabla especifica el uso recomendable para cada una de ellas.

Calzas, separadores y silletas	Aplicación
Ligera (L)	Para dar recubrimientos, en miembros verticales, al refuerzo cerca de la superficie del concreto o para refuerzo horizontal en secciones pequeñas no sujeto a ningún tráfico de pies. No conveniente para refuerzo mayor a 16 mm Ø ó 5/8"
Normal (N)	Para dar recubrimiento a refuerzo cuyo refuerzo es de 20 mm Ø ó ¾" o menor.
Pesada ((H)	Para dar recubrimiento a refuerzo cuyo refuerzo es mayor a 20 mm Ø ó ¾".
Silletas (C)	Para soportar lechos altos de refuerzo y proporcionar el recubrimiento total o la separación especificada entre lechos de refuerzo.

En caso de concretos aparentes, hay que cuidar que no queden visibles los extremos de los soportes apoyándolos sobre las caras no aparentes o reduciendo al mínimo la dimensión del apoyo sobre la cara aparente para hacerlo pasar desapercibido.

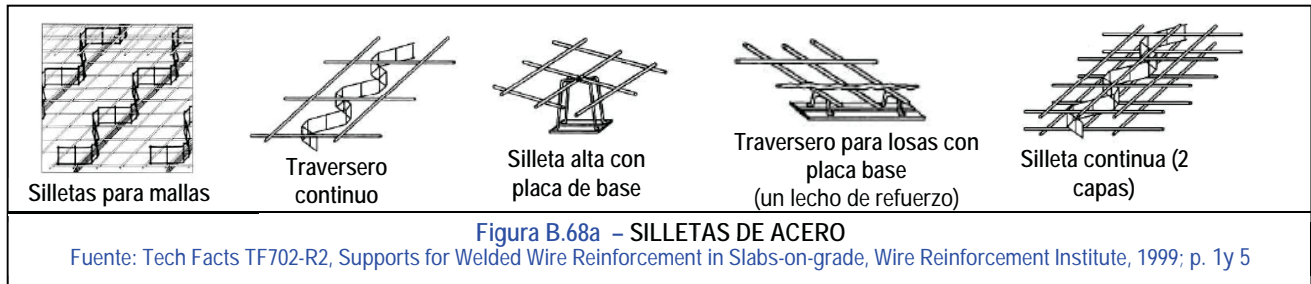


Figura B.68a – SILLETAS DE ACERO

Fuente: Tech Facts TF702-R2, Supports for Welded Wire Reinforcement in Slabs-on-grade, Wire Reinforcement Institute, 1999; p. 1y 5

ILUSTRACIÓN DE LA SILLETA	ILUSTRACIÓN DE LA SILLETA CUBIERTA DE PLÁSTICO	TIPO DE SILLETA
		SopORTE de losa
		SopORTE superior de losa
		SopORTE de viga
		SopORTE superior de losa
		Silleta para varilla individual
		Silleta para viga
		Silleta alta individual
		Silleta alta para tablero
		Silleta alta continua
		Silleta alta continua superior
		Silleta alta continua para tablero metálico
		Silleta para vigueta superior
		SopORTE continuo

Figura B.68b – TIPOS Y TAMAÑOS NORMALES PARA SILLETAS, SEPARADORES Y CALZAS DE ACERO.

En unos casos los apoyos de las silletas están protegidos con forros de plástico para evitar el encaminamiento de su oxidación en el cuerpo del elemento de concreto. Hay otros tipos de protección como el pintado con epóxido, con plástico o vinilo o empleando acero inoxidable - p. 9-3

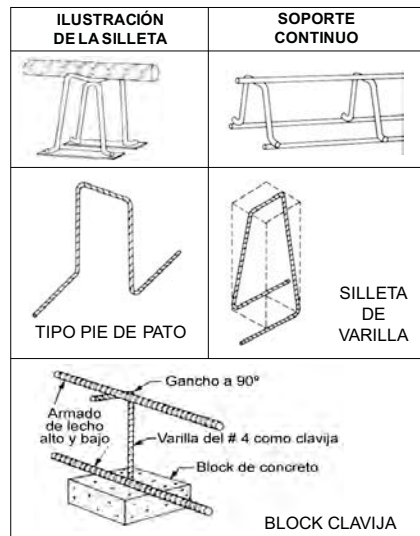
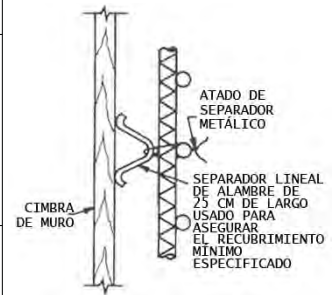
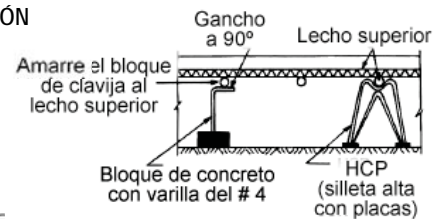


Figura B.68c - SOPORTE DE VARILLA PARA LOSAS DE CIMENTACIÓN

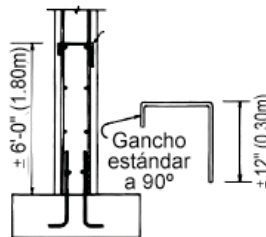
p. 9-15



p. 11-12



p. 9-16



p. 9-16

Fuente: Placing Reinforcing Bars, Concrete Reinforcing Steel Institute, 1999.

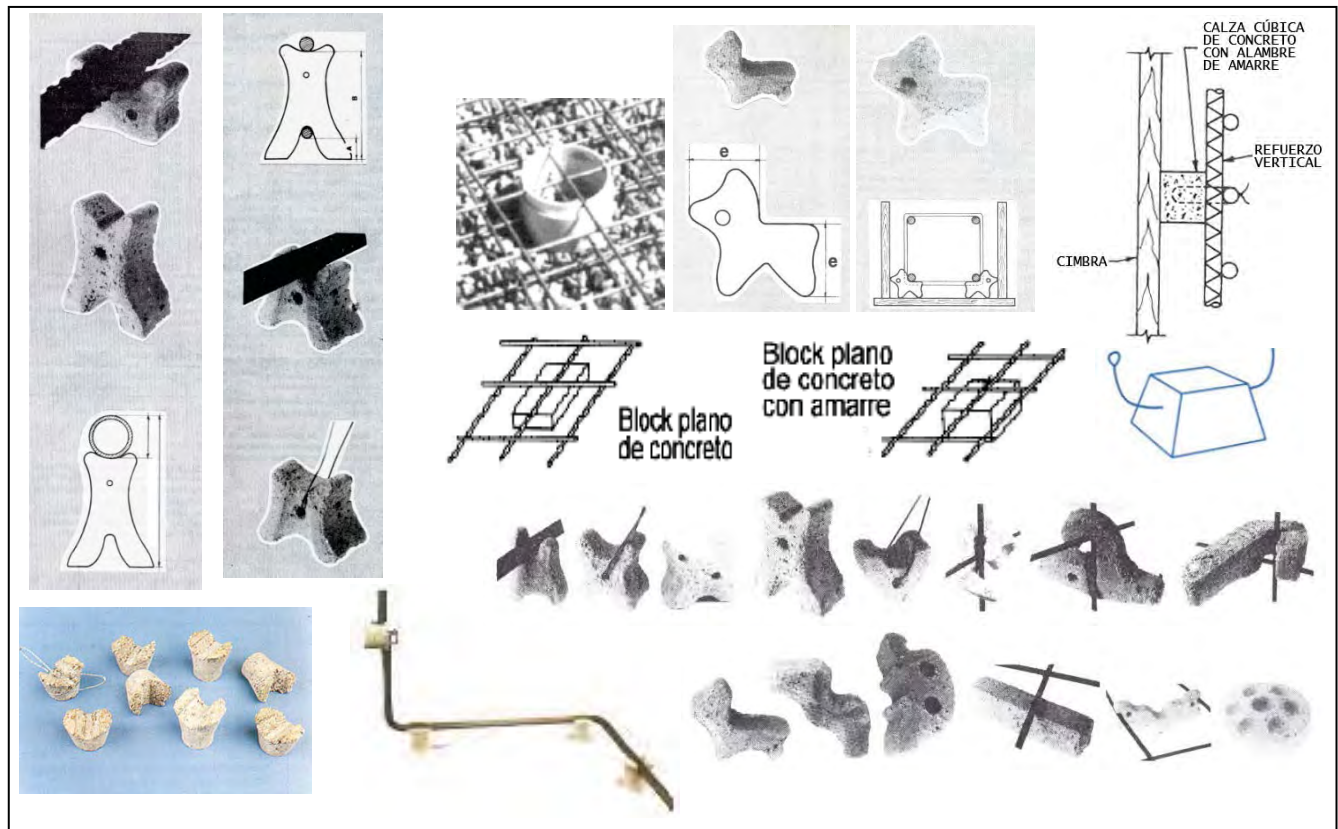


Figura B.69a – SILLETAS DE CONCRETO – Fuente: Catálogos de productos, Empresas SEPARADORES RICO, LAROCHE

ILUSTRACIÓN DE LA SILLETA	TIPO DE SOPORTE
	Apoyo de losa
	Apoyo de trabe
	Sileta de varilla
RECUBRIMIENTO SENCILLO	
	Sileta alta
RECUBRIMIENTO DOBLE	
RECUBRIMIENTO TRIPLE	
	Espaciadores verticales

Figura B.69b – TAMAÑOS TÍPICOS DE SOPORTES DE VARILLAS DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS.
Fuente: Catálogo de Productos, Empresa ALBANESSE

ILUSTRACIÓN DE LA SILLETA	TIPO DE SOPORTE	ILUSTRACIÓN DE LA SILLETA	TIPO DE SOPORTE
	Block simple		Block ahusado armado
	Block armado		Bloque combinado
	Bloque clavija		Apoyo bajo con alambres
	Espaciador lateral con alambres		Espaciador lateral perforado para aplicaciones de anclajes o fijaciones

Figura B.69c – TIPOS Y DIMENSIONES TÍPICAS DE SOPORTES (CALZAS) DE CONCRETO PRECOLADO PARA VARILLAS.
Fuente: Placing Reinforcing Bars, Concrete Reinforcing Steel Institute, 1999; p. 9.4

El empleo de piezas de plástico, por ser un material diferente constituye un problema potencial técnico y, por tanto, hay que verificar los casos en los que puede tolerarse su uso y los casos en los que se debe de prohibir.

El principal problema potencial que puede generar un soporte de plástico es la fisuración bajo cargas o cuando hay diferencias de temperatura importantes debido a las diferentes dilataciones térmicas que pueden tener con respecto al concreto (el plástico se dilata hasta 8 veces más); por ello, los soportes de plástico deben estar perforados en más del 25% de su área o superficie de contacto total para permitir que el concreto penetre en todo su cuerpo y se compensen así las diferencias térmicas que se den.

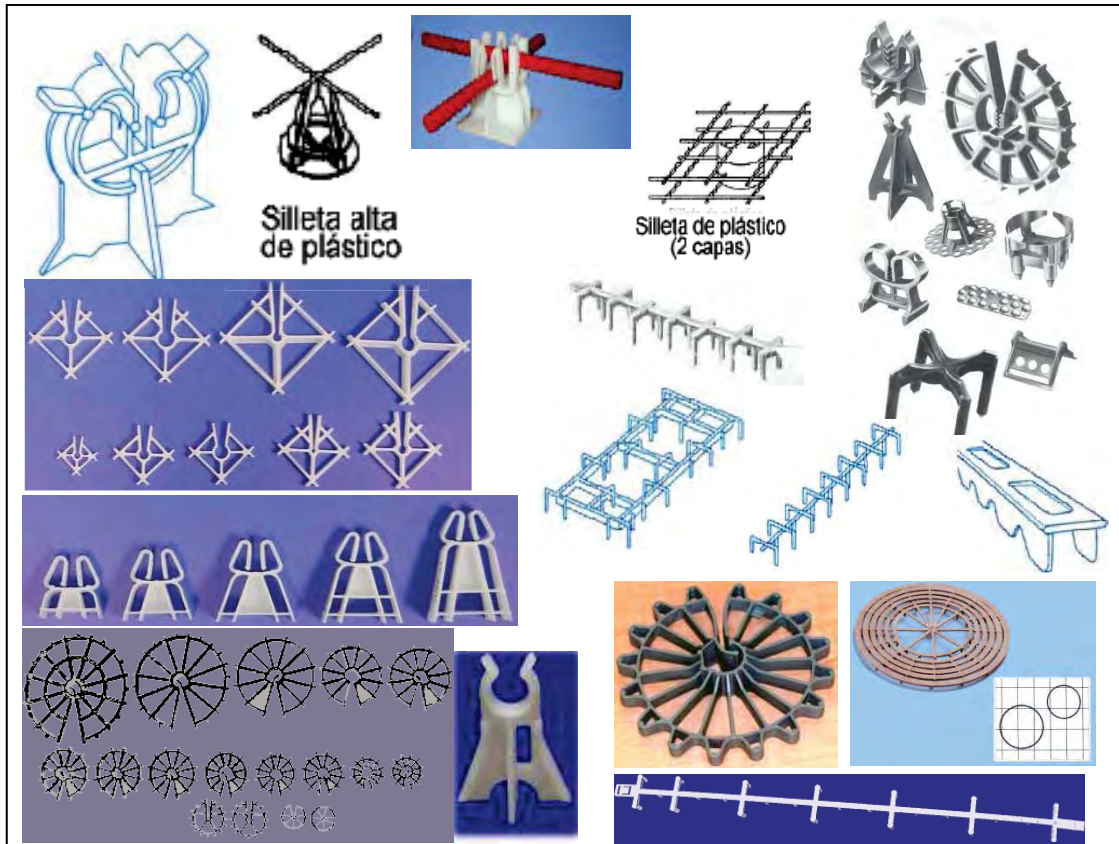


Figura B.70a – SILLETAS DE PLÁSTICO - Fuente: Catálogo de Productos, Empresas HAMMERL

ILUSTRACIÓN DE LA SILLETA	TIPO DE SOPORTE	ILUSTRACIÓN DE LA SILLETA	TIPO DE SOPORTE
	Separador de fondo		Separador de fondo
	Silleta de plástico con placa de base		Silleta alta
	Silleta alta variable		Espaciador de rueda
	Espaciador lateral para aplicaciones de eje perforado		Espaciador de rueda de cierre para todas las aplicaciones verticales

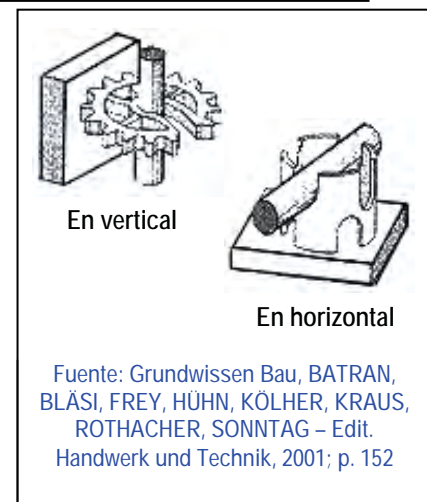
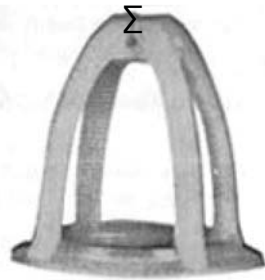


Figura 3.70b – TAMAÑOS TÍPICOS Y DIMENSIONES DE SOPORTES FABRICADOS TOTALMENTE DE PLÁSTICO PARA VARILLAS. Fuente: Placing Reinforcing Bars, Concrete Reinforcing Steel Institute, 1999; p.95.

Este tipo de calzas se fijan por clipsaje (acción de pinza) o con amarres de alambre. El material debe ser resistente a la alcalinidad del cemento.

Existen *calzas de plástico flexibles y elásticas* que se deforman al ser pisada y recuperan su posición original nuevamente evitando que el refuerzo que posicionan quede debajo de su lugar previsto al colarse las losas o firmes armados.

El empleo de este tipo de calzas y silletas es especialmente útil para malla electrosoldada de calibre delgado donde el empleo de calzas rígidas provoca el doblado del alambre y la consecuente deformación de la malla al ser pisada. Se eliminan los recurrentes problemas de encajado de la malla en el material de la base y de su contacto con la membrana de polietileno sin recubrimiento.



Posición normal



Posición flexionada

Este tipo de calzas actúan como resortes que se flexionan cuando la malla es pisada y después rebota evitando el doblado del alambre de la malla.

Se fijan fácil y rápidamente por clipsaje en la intersección de los alambres de la malla

Figura B.70c – SOPORTES FLEXIBLES (CALZAS Y SILLETAS)

Ref. Ficha Publicitaria de la Empresa LOTEL, Louisiana, E.E.U.U.

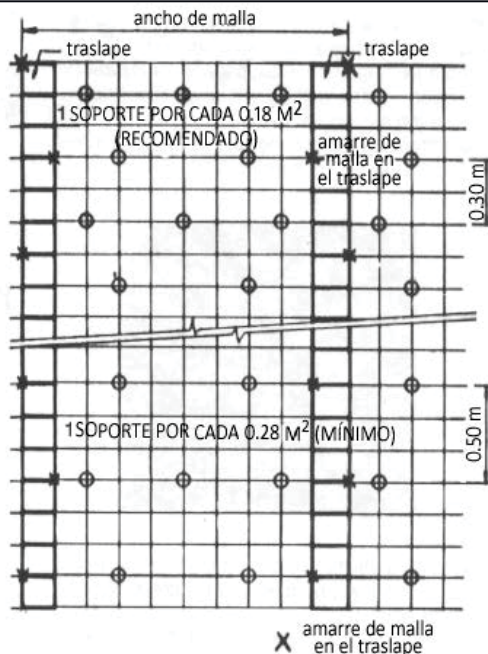


Figura B.70d – ESPACIAMIENTO SUGERIDO DE CALZAS Ref. Ficha Publicitaria de la Empresa LOTEL, Louisiana, E.E.U.U.

El apoyo de soportes sobre superficies suaves como la base de arena*, la membrana de polietileno, o la bovedilla de poliestireno, provoca que, al ser pisados o sometidos a una carga, se encajen en estos materiales o incluso perforen la membrana impermeable.

La colocación de un disco en la interfaz de la superficie suave de apoyo y las calzas o silletas soluciona estos problemas recurrentes (ver la siguiente figura **B.70e**).



Figura B.70e – DISCOS SOBRE SOPORTES SUAVES Ref. Ficha Publicitaria de la Empresa LOTEL, Louisiana, E.E.U.U.

(*) Para la colocación de la malla con los soportes, hay que asegurar el buen enderezado de la malla que venga enrollada antes de su colocación. El uso de apoyos provisionales de block a la altura requerida mientras se coloquen las calzas facilita su colocación.

Durante el colado los obreros deberán posicionarse fuera del concreto fresco ya colado colocando el concreto conforme se vaya vaciando hacia ellos.

Ref. Ficha publicitaria de la empresa LOTEL, Louisiana, E.E.U.U.

Lo que se descuida aún más es el posicionamiento y la fijación de la tubería de plomería y de canalización eléctrica ahogada en el concreto. Ello genera disfunciones en las instalaciones y en los elementos que las circundan como: el ranurado y debilitamiento de bovedillas de poliestireno (con la posible ocurrencia de accidentes de caídas o daños a los trabajadores de la obra), el daño por incompatibilidad entre diferentes materiales puestos en contacto (al crearse un par dieléctrico donde un material daña a otro) y debilitamiento de la estructura (por la ubicación y saturación de tuberías dentro de su masa).

Existen en el mercado calzas, separadores y silletas, denominadas en conjunto separadores, su gama cubre las diversas necesidades de posicionamiento del acero de refuerzo. Sin embargo, no hay los diseños adecuados para el posicionamiento y separación con respecto al refuerzo para la tubería de instalaciones.

Las siguientes figuras muestran un ejemplo de calzas que posicionan a la vez al acero de refuerzo y las tuberías ahogadas con su distanciamiento conveniente.



El uso específico de las calzas mostradas es para tubería de calefacción en losas (losa radiante) pero, con el mismo principio, se pueden diseñar calzas duplex o sencillas para todo tipo de tubería y de posicionamiento.

Para soportar canalizaciones eléctricas y de plomería no se ha encontrado una especificación pero puede en principio darse la misma disposición aplicable a las varillas de acero y, dependiendo del material con el que esté hecho el tubo y su rigidez, se podrán colocar más soportes a la mitad o a los tercios de la distancia inicialmente considerada.

La separación entre soportes de varilla (calzas, separadores y silletas) para posicionar el acero, depende del elemento a armar. En la siguiente tabla se indican las separaciones recomendadas por la bibliografía especializada.

Es importante asegurarse que el soporte sea el correcto para el diámetro de las varillas y el recubrimiento especificado, generalmente los soportes traen indicado el recubrimiento que dan y el diámetro de varilla que le corresponde.

En el caso de recubrimientos reducidos (15 mm) hay que cuidar adicionalmente emplear un T.M.A. ≤ 15 mm.

Disposición de soportes de acero en concreto		
Elemento		Distancia máxima
Losas, firmes, zapatas, losas de cimentación	Lecho inferior	50 \varnothing y 100 cm máximo
	Lecho superior	50 \varnothing y 50 cm máximo
Muros de concreto	En cada lado	50 \varnothing y 50 cm máximo
	Entre caras de muro	100 cm
Trabes		100 cm

En las siguientes figuras se muestran las disposiciones recomendadas de soportes para los elementos estructurales más comúnmente utilizados en vivienda.

Nota: Esta especificación es aplicable también al caso de mallas de acero electrosoldado, aunque la recomendación del Wire Reinforcement Institute de los Estados Unidos de Norteamérica sugiere separaciones para soportes de 60 cm a 90 cm que se pueden ir reduciendo hasta constatar una rigidez suficiente.

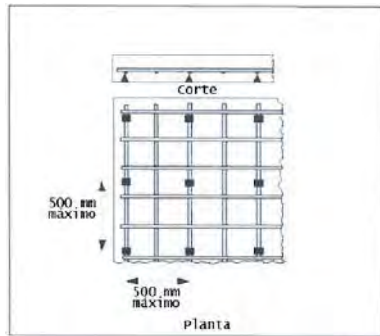


Figura B.72 – MALLA ELECTROSOLDADA AL CENTRO DEL ESPESOR DE FIRMES

Fuente: Preparing for Quality, Site Supervisors Guide, The Ready-mixed Concrete Bureau, 1995; p. 76

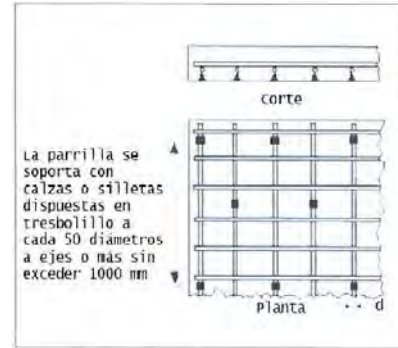


Figura B.73 – PARRILLAS ARMADAS CON VARILLAS AL CENTRO DEL ESPESOR DE FIRMES

Fuente: Preparing for Quality, Site Supervisors Guide, The Ready-mixed Concrete Bureau, 1995, p. 76

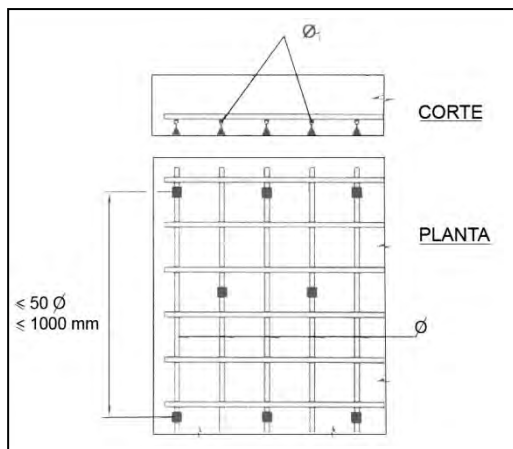


Figura B.74 – SEPARADORES EN EMPARRILLADO INFERIOR DE LOSA

Fuente: Proyecto de Estructuras de Hormigón con Armaduras Industrializadas - J. CALAVERA, E. González Valle, INTEMAC, 2002; p. 132

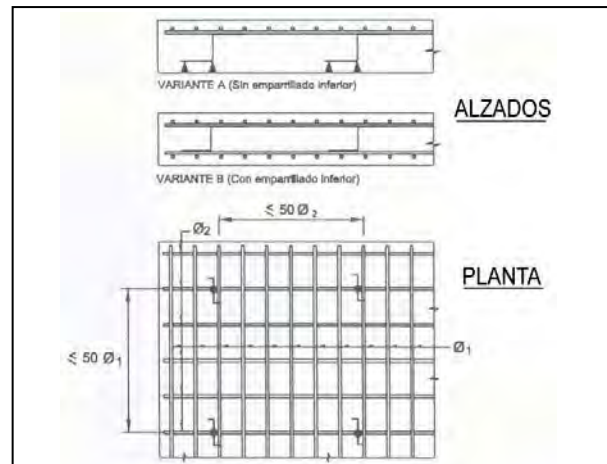


Figura B.75– PIES DE PATO EN EMPARRILLADO



Figura B.76 – CALZAS INDIVIDUALES EN EMPARRILLADO SUPERIOR DE LOSA



Figura B.77 – CALZAS EN EMPARRILLADO SUPERIOR DE LOSA

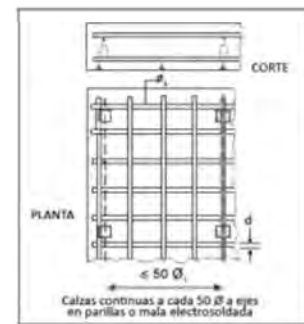


Figura B.78 – CALZAS CONTINUAS EN EMPARRILLADO SUPERIOR DE LOSA

Fuente: Preparing for Quality, Site Supervisors Guide, The Ready-mixed Concrete Bureau, 1995, p. 76 y 77



Figura B.79 – CALZAS EN BORDES DE LOSAS

Fuente: Preparing for Quality, Site Supervisors Guide, The Ready-mixed Concrete Bureau, 1995, p. 76 y 77

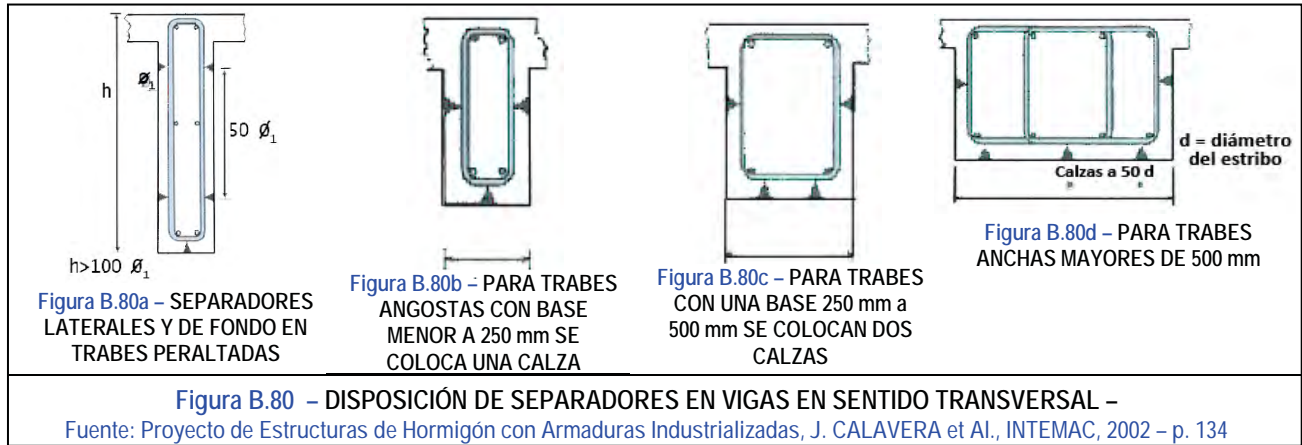


Figura B.81 – DISPOSICIÓN DE SEPARADORES EN VIGAS EN SENTIDO LONGITUDINAL

Fuente: Proyecto de Estructuras de Hormigón con Armaduras Industrializadas, J. CALAVERA et Al., INTEMAC, 2002 – p. 134



Figura B.82 – DISPOSICIÓN DE SEPARADORES EN COLUMNAS

Fuente: Proyecto de Estructuras de Hormigón con Armaduras Industrializadas, J. CALAVERA et Al., INTEMAC, 2002 – p. 133

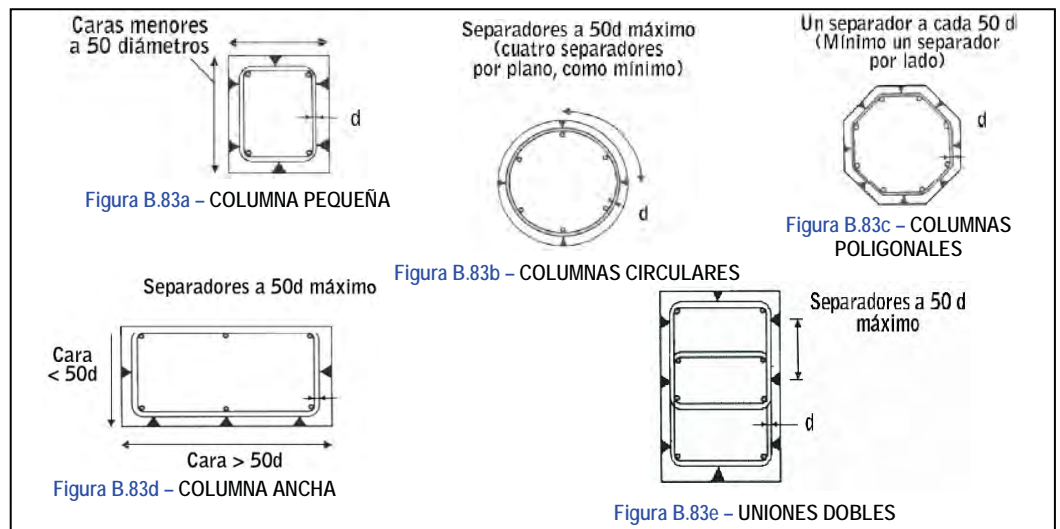


Figura B.83 – DISPOSICIÓN DE SEPARADORES EN COLUMNAS EN SENTIDO TRANSVERSAL

Fuente: Preparing for Quality, Site Supervisors Guide, The Ready-mixed Concrete Bureau, 1995, p. 80



Figura B.84 – SEPARADORES A LO LARGO DE COLUMNAS - Fuente: Preparing for Quality, Site Supervisors Guide, The Ready-mixed Concrete Bureau, 1995, p. 80

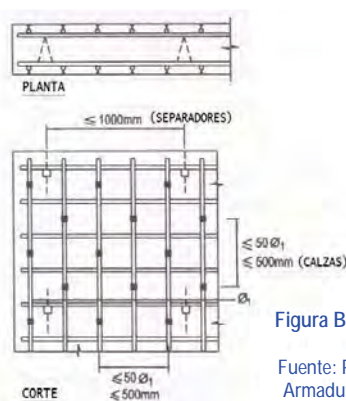


Figura B.85 – COLOCACIÓN DE SEPARADORES Y CALZAS EN MUROS

Fuente: Proyecto de Estructuras de Hormigón con Armaduras Industrializadas, J. CALAVERA et Al., INTEMAC, 2002 – p. 135

La *nivelación y las pendientes de desagüe* son siempre conceptos importantes a definir y a respetar durante la construcción. La verificación repetida y constante con equipo de precisión adecuado durante el proceso de obra se hace por ello de capital importancia para el logro de un trabajo de calidad.

La *planeidad* es requerida en los casos de losas y firmes para poderse colocar posteriormente sin imprevistos ni retrabajos.

Una base mal nivelada y con imperfecciones de superficie que reciba una losa de cimentación, un firme o un pavimento provocará en ellos diferencias de alturas con las correspondientes zonas débiles y zonas con sobre-espesores innecesarios y costosos o incluso falta de planeidad en el acabado de superficie.

Para corregir los defectos de planeidad de un firme o una losa se requiere adicionar un trabajo de nivelación empleando costosos morteros o micro-concretos autonivelantes además de actividades adicionales en el proceso de obra.

El empleo de reglas de albañil o de reglas vibratorias reduce o incluso evita los problemas de falta de planeidad siempre y cuando se vayan corriendo sobre guías perfectamente niveladas y fijadas a apoyos convenientemente distanciados para evitar que las guías se flexionen. La siguiente figura **B.86** nos muestra las características de las guías y de sus apoyos.

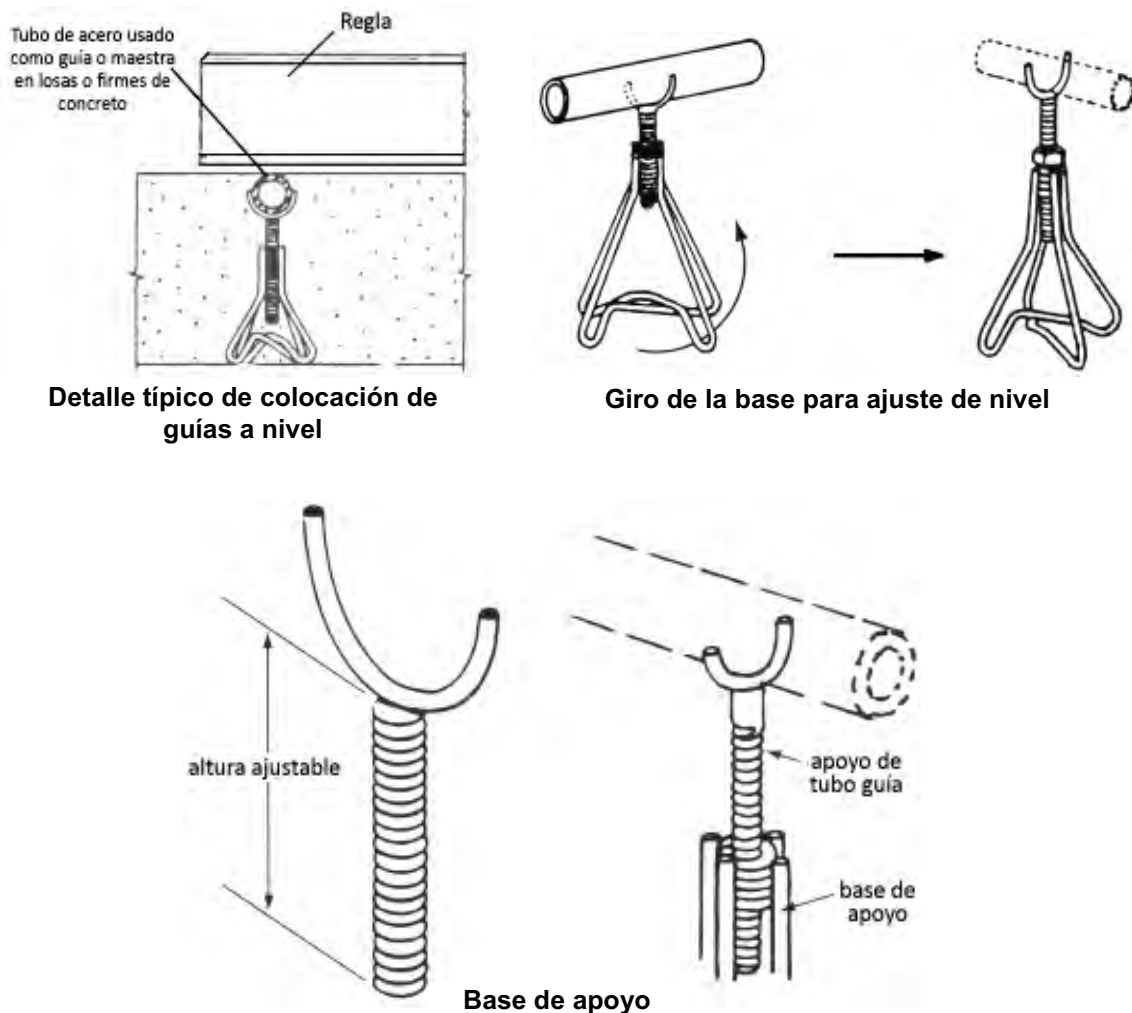


Figura B.86 – DETALLE DE BASES DE APOYO TUBOS-GUÍA Y REGLA VIBRATORIA O REGLA SIMPLE PARA LA NIVELACIÓN Y LA PLANEIDAD DE FIRMES, LOSAS Y PAVIMENTOS DE CONCRETO – Fuente: Catálogo de Productos, Empresa DAYTON

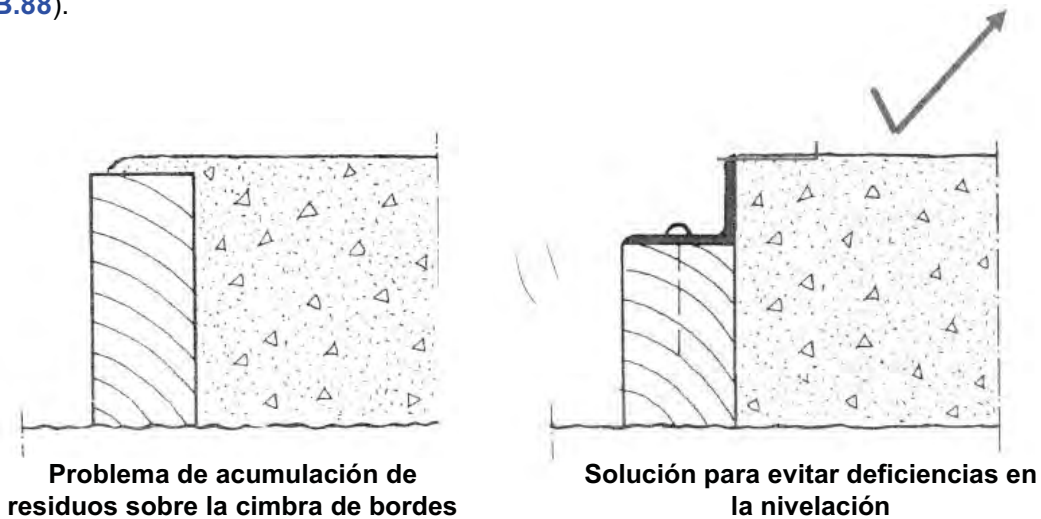
Como variante de apoyos de guías se pueden utilizar mogotes de concreto para que en fresco se le asienten los tubos-guía, dejando endurecer a los mogotes desde un día antes (Ver figura B.87).



Figura B.87 – NIVELADO DE LA SUPERFICIE DE LOSA DE CONCRETO

Se pueden utilizar perfiles de sección cuadrada o rectangular pero es más recomendable utilizar tubos de sección circular para evitar que los excedentes de concreto se depositen en la superficie sobre la que corre la regla, que impidan lograr la buena nivelación.

En el caso de andadores, firmes o pavimentos de longitud importante y con un ancho un poco menor a la longitud de la regla vibratoria, pueden aprovecharse a las cimbras de costado como guías siempre y cuando se engrasen uniformemente a nivel. Para evitar la acumulación de concreto sobre el engrase de la cimbra de costado que provoque fallas en la nivelación es conveniente utilizar perfiles de ancho de contacto reducido como se indica en la siguiente figura B.88).



Problema de acumulación de residuos sobre la cimbra de bordes

Solución para evitar deficiencias en la nivelación

Figura B.88 – RECOMENDACIÓN DE REMATE EN CIMBRAS-GUÍA DE BORDE

Fuente: Vibrated Concrete Application Guide, DYNAPAC – SVEDALA, p. 34

Para la nivelación en zonas pequeñas o como solución alternativa pueden disponerse maestras frescas que se emplean como apoyo (previa puesta a nivel) de la regla de nivelación

Finalmente, se puede utilizar un nivel láser al cual se va refiriendo la nivelación deseada.

Debido a la falta de apoyos fijos que funcionen como rieles de deslizamiento de la regla, las maestras frescas y los niveles láser de referencia no permiten asegurar una nivelación adecuada para la posterior colocación de pisos pegados o flotados de madera, congoleums o vinílicos.

Las *varillas de espera* que deben de dejarse ancladas principalmente en las losas de cimentación y de entepiso presentan dificultades de proceso las cuales son:

- Imposibilidad de colocar guías sobre las que corran las reglas vibratorias y las reglas de albañil para reglear y nivelar las losas teniendo que hacerse un trabajo posterior de nivelación con mortero autonivelante.
- Desubicación del acero de espera con el probable bayoneteo inaceptable de varillas o su restitución con costosos anclajes posteriores.

Existen en el mercado internacional cajas de plástico, de metal o de espuma plástica para alojar varillas de espera dobladas y alojadas en su interior con objeto de poder colar muros y losas de concreto en dos etapas dejando, en el primer muro colado o en la losa, estas cajas ahogadas, para poder pasar la cimbra corrida sin tener que cortarla o perforarla al dejar las varillas en espera salidas, lo cual generaría un detalle costoso, tardado y complicado.

Esta misma solución puede adaptarse en nuestro caso a las losas de cimentación y de entepiso así como a las losas de vigueta y bovedilla.

MODELO	VARILLAS EN ESPERA	ESPESOR DE MURO A CONECTAR EN mm
	Longitud de las varillas de espera 40 Ø mínimo 	 80 mínimo
		 90 mínimo
		 de 90 a 130
		 de 120 a 160
		 de 150 a 190

Figura B.89 – OPCIONES DE SISTEMA DE CONEXIÓN DE VARILLAS DE ESPERA por medio de cajas-cimbra que sirven de guías para correr las reglas vibratorias en colado de losas. En el caso de muros dichas cajas se fijan a la cimbra de contacto corrida – FUENTE: Catálogo de Productos, Empresa PROFILARC - ARMECO

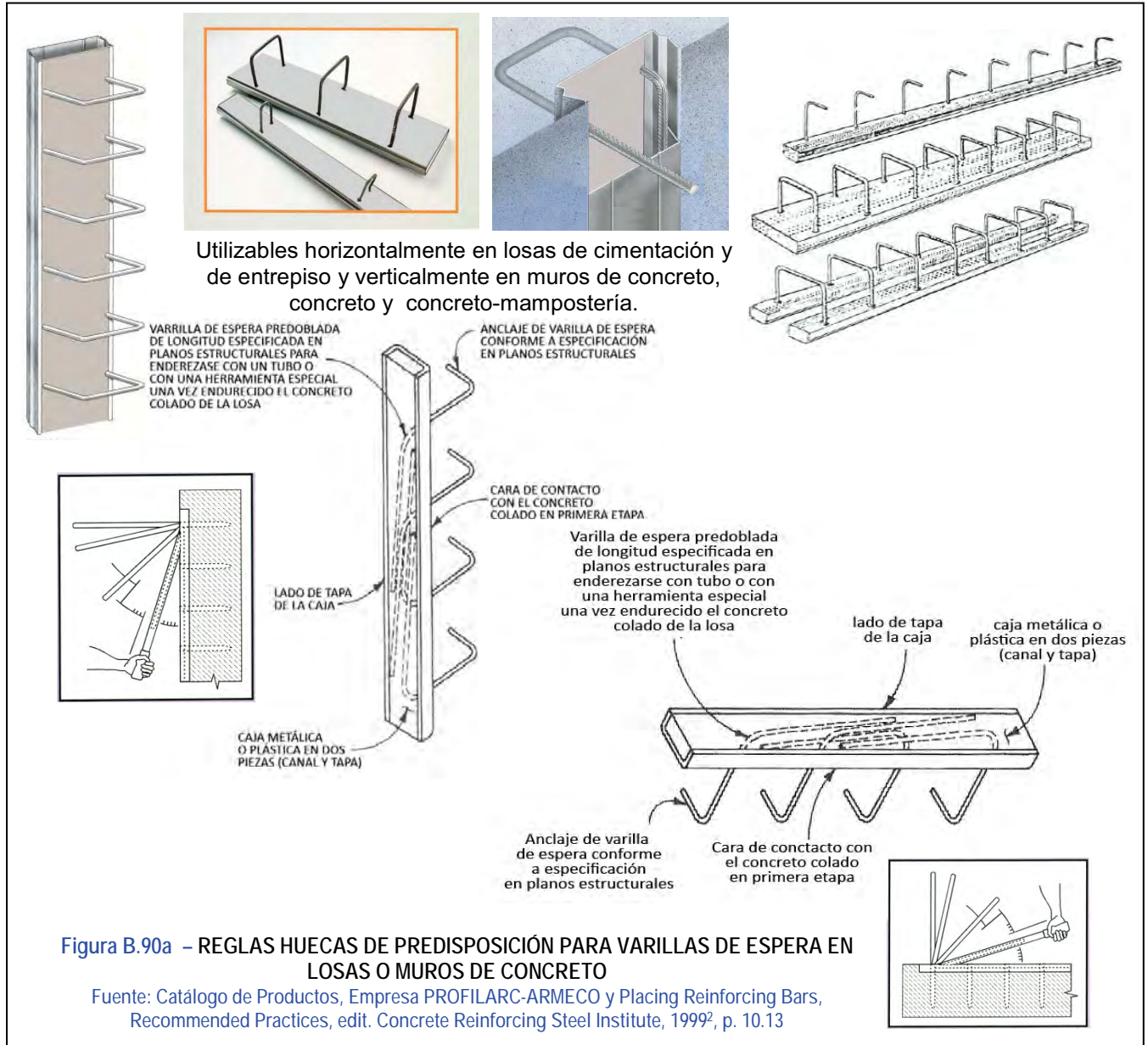


Figura B.90a – REGLAS HUECAS DE PREDISPOSICIÓN PARA VARILLAS DE ESPERA EN LOSAS O MUROS DE CONCRETO

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa PROFILARC-ARMECO y Placing Reinforcing Bars, Recommended Practices, edit. Concrete Reinforcing Steel Institute, 1999², p. 10.13

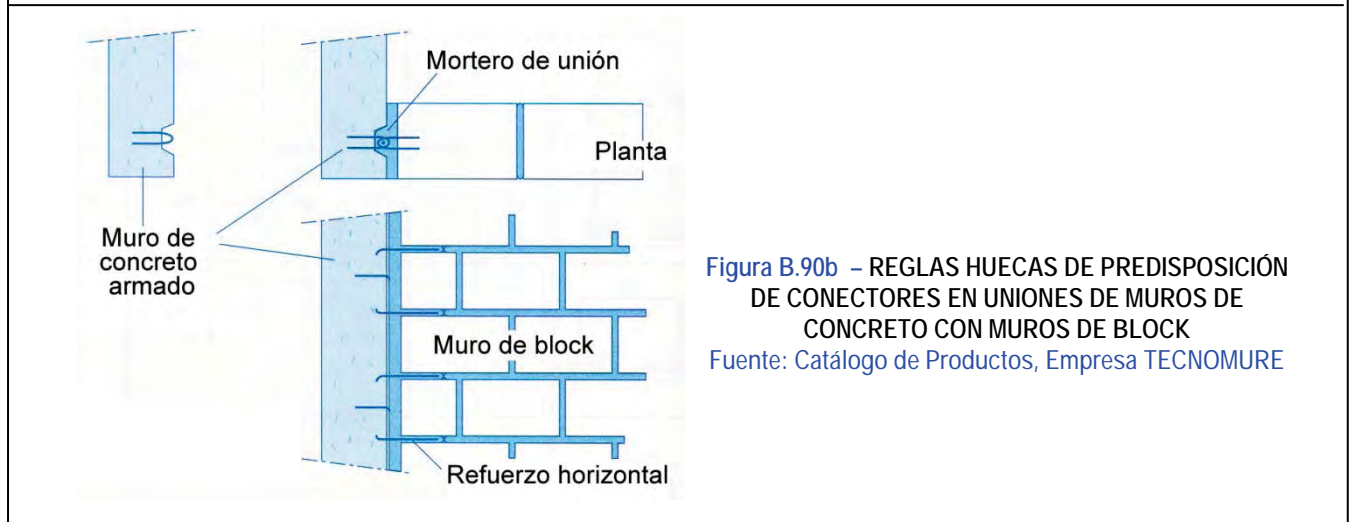


Figura B.90b – REGLAS HUECAS DE PREDISPOSICIÓN DE CONECTORES EN UNIONES DE MUROS DE CONCRETO CON MUROS DE BLOCK

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa TECNOMURE

Para solucionar el estorbo dado por las varillas de espera verticales de castillos ahogados y aparentes cuando se pretende reglear y nivelar un colado de losa de cimentación o de entepiso, pueden utilizarse este tipo de cajas las cuales pueden aprovecharse también como guías o maestras de apoyo de las reglas vibratorias.

En nuestro caso, conviene que las cajas sean metálicas y de sección trapezoidal para poderlas reutilizar como si fuese cimbra metálica.

Una vez endurecido el concreto colado se quitan las tapas, se enderezan las varillas de espera y se retira el canal del concreto dejando un canal formado que puede rellenarse con concreto o con el mismo mortero de asiento de los muros de mampostería.

Estos dispositivos cumplen cuatro funciones útiles en el caso del colado de losas.

1. *Evitan que las varillas de espera estorben para el regleado y nivelación de las losas.*
2. *Sirven de escantillón y posicionador de las varillas de espera evitando el recurrente problema de varillas desubicadas y restituidas.*
3. *Sirven de guías niveladas de apoyo para el corrimiento de las reglas vibratorias.*
4. *Coadyuvan en el trazo del desplante los muros.*

Adicionalmente a los diferentes tipos de soportes para el posicionamiento del acero de refuerzo y de las tuberías y canalizaciones ahogadas en los elementos de concreto, existen los *separadores de cimbras de contacto para el colado de muros de concreto armado* cuyo empleo es indispensable para asegurar un posicionamiento y distanciamiento continuo y fijo.

Para el desplante de cimbras de muros sobre las losas ya coladas se utilizan separadores fijados a la losa llamados "talonetas" y para la separación de caras de cimbra de contacto se utilizan conos extraíbles por los cuales se atraviesan pasadores ajustados con tuercas de mariposa para la fijación de la cimbra.

La siguiente figura muestra las características de estos dispositivos.

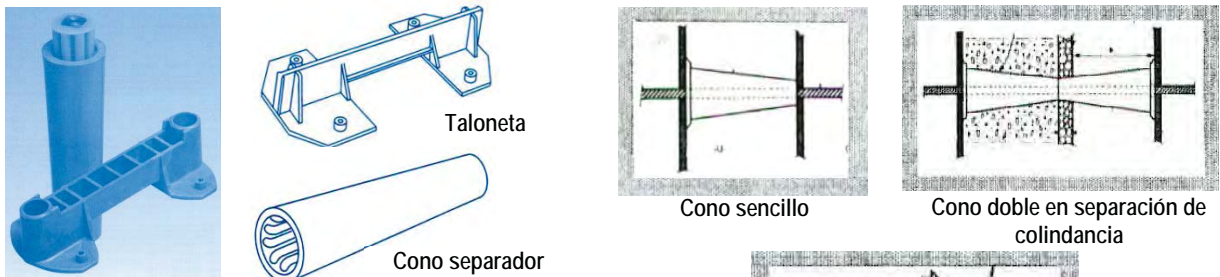
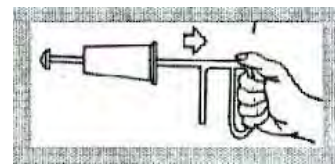


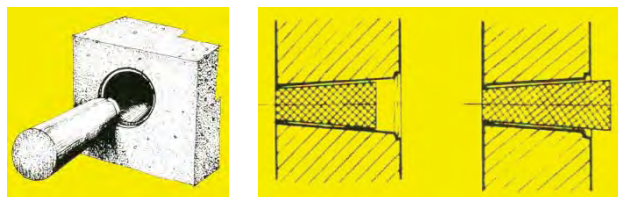
Figura B.91a



Figura B.91b - PASADORES PARA FIJACIÓN DE CIMBRAS DE MUROS



Herramienta sacaconos
Figura B.91c - CONOS Y SACACONOS



Cono tapón de concreto Cono remetido Cono sobresalido
Figura B.91d - ALTERNATIVAS DE CONO TAPÓN DE CONCRETO

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa LAROCHE

Los huecos cónicos que quedan en los muros de concreto después de extraer los separadores se tapan con piezas de concreto de geometría igual, las cuales se embadurnan de cemento cola (tipo Crest) antes de embutirse para asegurar su pegado y sellado.

El *amarrado del acero* se deja generalmente a criterio del oficial herrero y esto provoca a veces demasiado desperdicio de alambre y demasiado trabajo de mano de obra así como alambre sin el recubrimiento de concreto mínimo (o incluso sin recubrimiento) que provoca un encaminamiento de óxido hacia el acero de refuerzo.

Hay entonces una oportunidad de mejora en este concepto y por ello, a continuación se muestran las consideraciones técnicas a tomar en cuenta sobre este particular.

Para el amarrado del acero de refuerzo existen ganchos especiales de resorte que emplean tramos prehabilitados de alambre con argollas en sus extremos para facilitar el uso del amarrador.

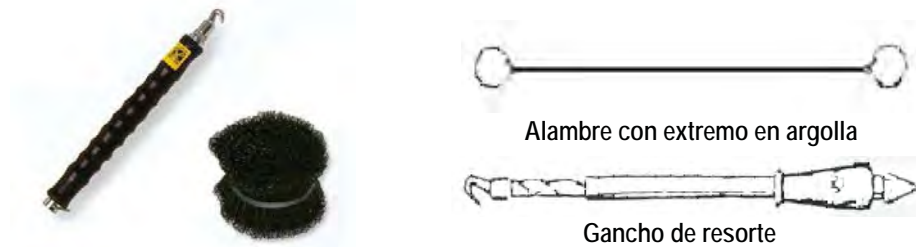


Figura B.92 - GANCHO DE RESORTE Y ALAMBRE CON OJILLOS

Ref. Catálogo de Productos Empresa SKEW

En los últimos 15 años se ha popularizado el empleo de máquinas herramientas tipo bastón (para no agacharse en el caso de losas) o tipo pistola (para amarre en muros y columnas).

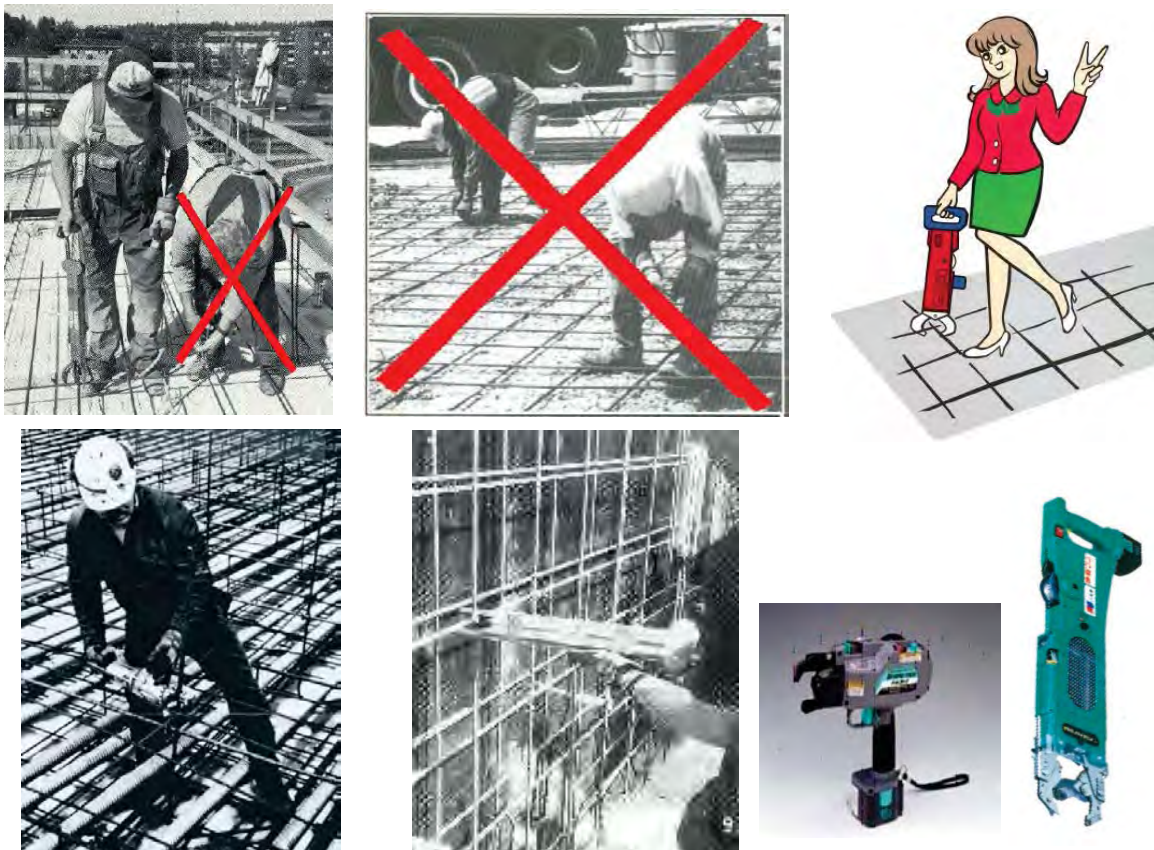


Figura B.93 - MÁQUINAS DE AMARRADO DE ACERO que reemplazan al proceso manual ahorrando tiempo y dinero así como el tener que agacharse constantemente para el amarrado de parrillas de losas - (El empleo de mallas electrosoldadas elimina la necesidad de amarrar parrillas y, por tanto, mejora la productividad y el confort de los trabajadores).

Fuente: Catálogos de Productos, Empresas UTTIER, BEVINI y MAX

Existen también amarres predoblados en forma de grapa los cuales se colocan con la mano como si fuesen clips. Son muy utilizados en el armado de productos prefabricados.

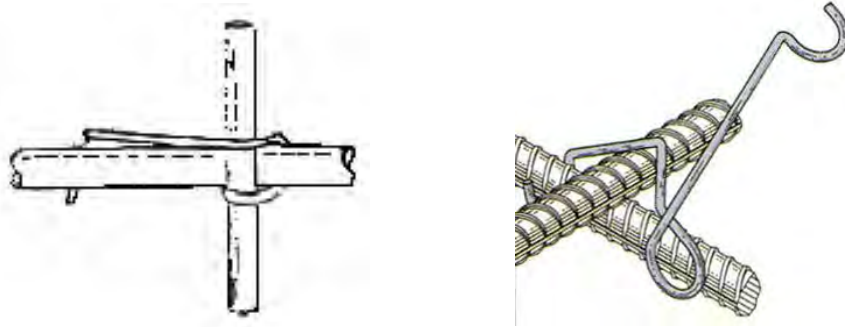


Figura B.94 - AMARRE TIPO CLIP O GRAPA

Se coloca con la misma rapidez que con una pistola de amarrado, se ahorra en equipo pero el tipo y calibre de alambre es mayor.

Fuente: Catálogo SPEED-CLIP, Empresa CONTIE

Para el amarrado de varillas no es necesario hacerlo en cada intersección. El amarrado sólo sirve para mantener firme la ubicación del acero de refuerzo el tiempo necesario durante la ejecución de obra, no contribuye en nada para mejorar o conservar la resistencia mecánica de la estructura terminada.

Es suficiente amarrar el acero a cada cuatro o cinco intersecciones cuidando que los amarres queden con el recubrimiento mínimo especificado y que el alambre no salga a la superficie expuesta del elemento de concreto.

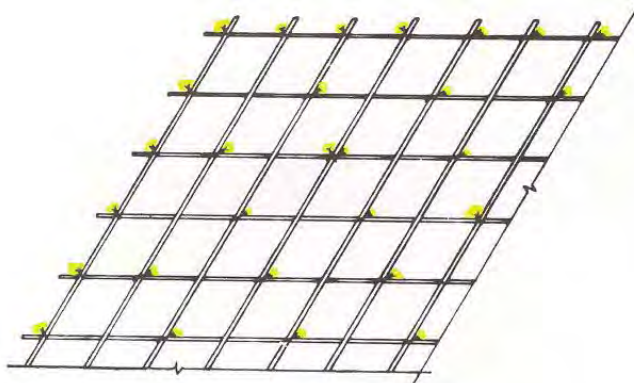


Figura B.95a - Amarres alternados en parrillas excepto en su perímetro para una adecuada rigidez

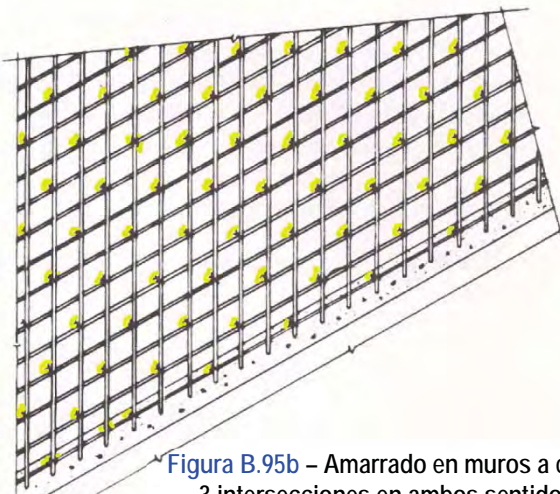


Figura B.95b - Amarrado en muros a cada 3 intersecciones en ambos sentidos

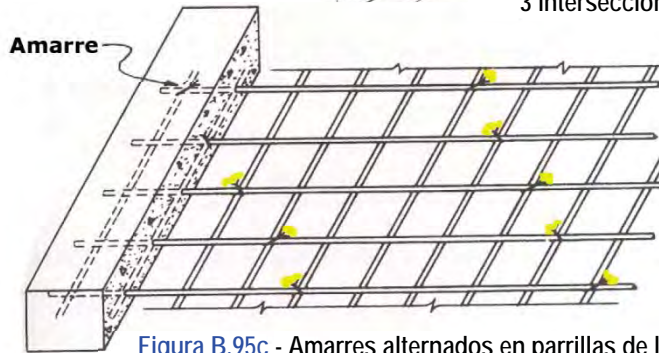


Figura B.95c - Amarres alternados en parrillas de losas

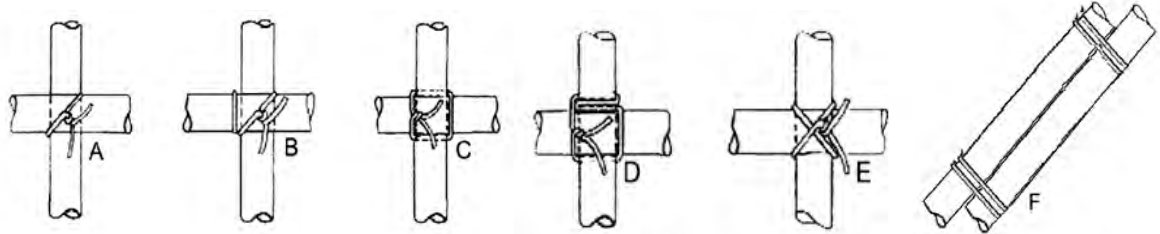
Figura B.95 - AMARRES EN PARRILLAS

Ref. Placing Reinforcing Bars – Concrete Reinforcing Steel Institute, 1997 U.S.A.; p. 10.31 y 10.32

En algunos casos (figura B.96) es necesario amarrar todas las intersecciones que conforman el perímetro de la parrilla o la armadura y en cambios de dirección del acero.

- El alambre recocido se utiliza en rollos de 3 ó 4 libras (1.5 a 2.0 kg).
- El alambre recocido de amarre de varilla (para hacerlo blando y maleable) es usualmente cal 18 ó 16. En algunos casos de fuertes armados se pueden usar alambres cal. 15 ó 14 o el normal cal. 16 pero doble.
- En cuanto a tipos de amarres hay diversos de ellos para asegurar el posicionamiento y la fijación del acero. Muchos de los trabajos de amarrado se hacen a casi nivel de piso en losas lo que implica fatiga para los trabajadores.

Los amarres más comunes son los siguientes:



A.- Amarre rápido y sencillo normalmente usado en elementos horizontales, asegura el posicionamiento del acero contra desplazamientos posibles debidos al trabajo que se hace por los trabajadores.
El alambre se aplana en sus extremos contra las varillas para evitar que puedan salir a las superficies del concreto.

B.- Amarre rápido con vuelta que se utiliza para posicionar y fijar el armado de muros manteniéndolo sin posibilidad de deslizarse durante el avance de la construcción.
Este tipo de amarre impide que el acero gire en sus extremos (cambiando la ubicación de sus ganchos) o que se salga de su posición.

C.- Amarre en U. Es más complicado que los anteriores, muy empleado en armados de zapatas o en parrillas que queden colgando. También se utiliza en varillas verticales de columnas.

D.- Amarre en U más una vuelta envolvente que se utiliza para parrillas pesadas que se manipulan con grúa o elevadora. También se usan para fijar el acero vertical de columnas cuando hay demasiado esfuerzo de tracción en los amarres.

E. Amarre en ocho. Puede usarse en vez de la opción B. Es importante utilizar la longitud estrictamente necesaria de alambre recocido en los amarres para evitar sobreconsumos y demasiado alambre a aplanar para evitar que eventualmente salga a la superficie o quede con menos recubrimiento del requerido y provoque inicios de oxidación.

F.- Amarre para varillas traslapadas mínimo 40Ø.

Figura B.96a – TIPOS DE AMARRES
Ref. Placing Reinforcing Bars – Concrete Reinforcing Steel Institute, 1997 U.S.A.; p. 10.28

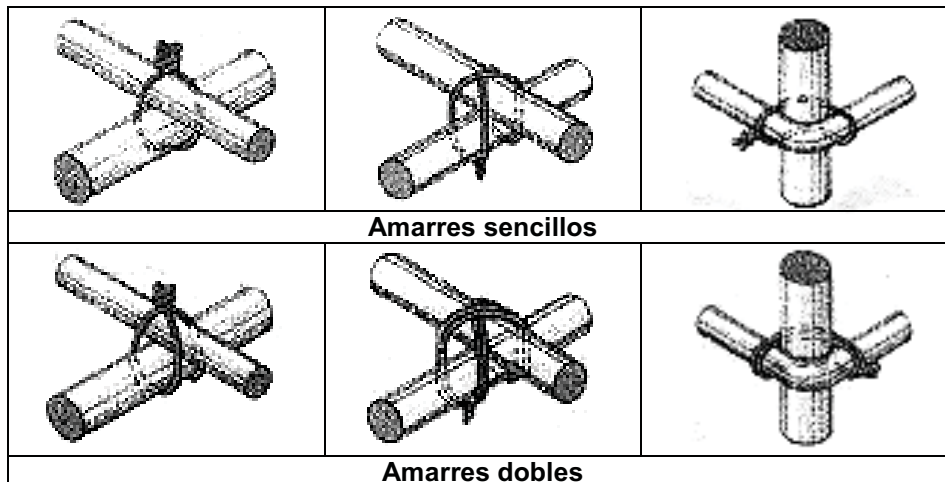


Figura B.96b – OPCIONES DE AMARRES DE ACERO SENCILLOS Y DOBLES (Reforzados) - Fuente: Grundwissen Bau, BATRAN, BLÄSI, FREY, HÜHN, KÖLHER, KRAUS, ROTHACHER, SONNTAG – Edit. Handwerk und Technik, 2001 – p. 152

6.- PIEZAS DE MAMPOSTERÍA DE GRAN FORMATO Y MUROS APARENTES

Muros de mampostería de ladrillo

El ladrillo o tabique artesanal de barro recocido está siendo sustituido por ladrillos de cerámica producidos industrialmente; como segundo paso se pueden fabricar piezas de igual o mayor tamaño a las piezas de block lo cual permite un mayor rendimiento de mano de obra y menor cantidad de mortero de asiento.

La foto siguiente nos muestra el empleo de bloques de cerámica de iguales dimensiones que los bloques de concreto.

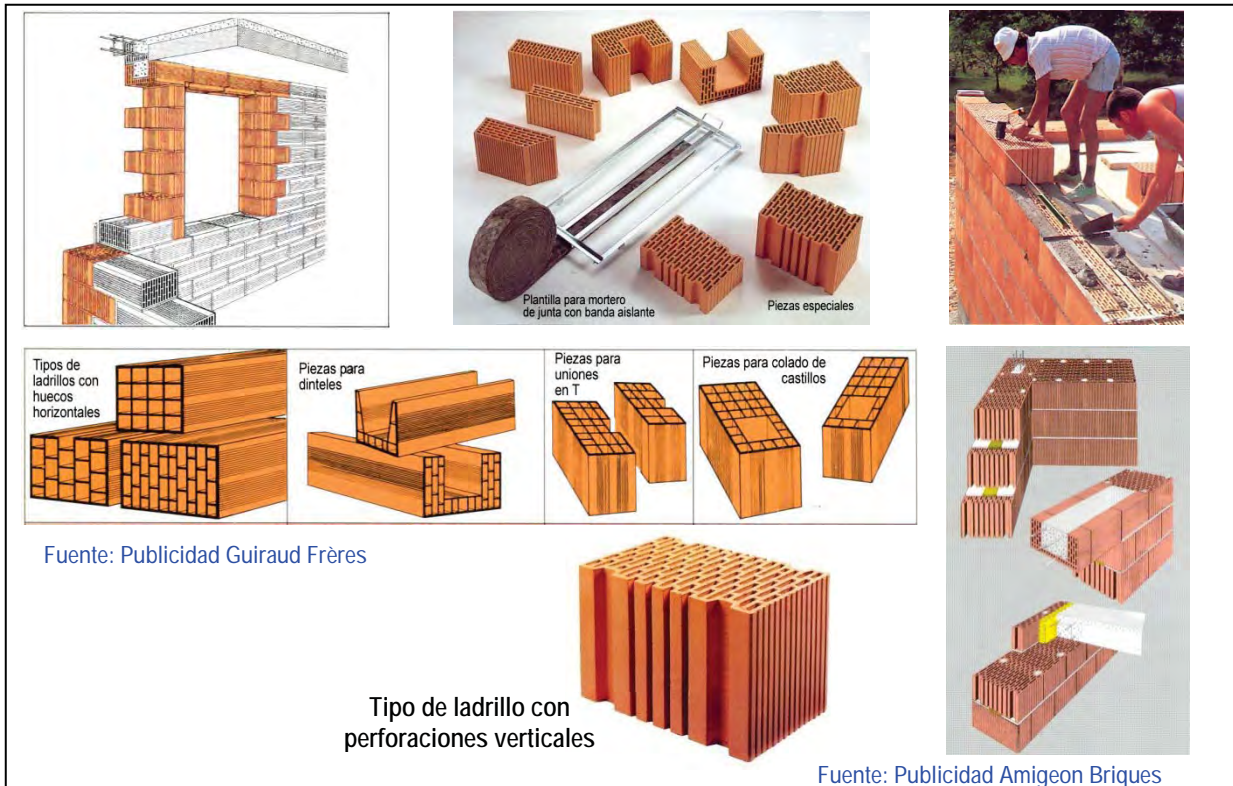


Figura B.97 – BLOQUES DE CERÁMICA DE IGUALES DIMENSIONES A LAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO

Fuente: Catálogo de productos GUIRAUD FRÈRES

La siguiente figura muestra algunos modelos utilizados en Europa, los cuales por la necesidad de aislamiento contra climas extremos tienen espesores importantes que, para climas más templados, pueden reducirse a 14 cm , a 12 cm e incluso a 10 cm.

Para climas extremos del país pueden implementarse los aislamientos usados en Europa.



Fuente: Publicidad Guiraud Frères

Fuente: Publicidad Amigeon Briques

Figura B.98 – LADRILLOS DE CERÁMICA PRODUCIDOS INDUSTRIALMENTE

Todas las piezas especiales y accesorias permiten ofrecer en vez de un material, un sistema de muros completo. La utilización de todas estas piezas da homogeneidad en la superficie de soporte de los aplanados o recubrimientos suprimiéndose los fantasmas o espectros en la unión de materiales diferentes sobre los aplanados y acabados, eliminación de cimbrado de castillos, reducción de puentes térmicos, ocultamiento de fisuras de concreto y uniformidad del ancho de juntas.

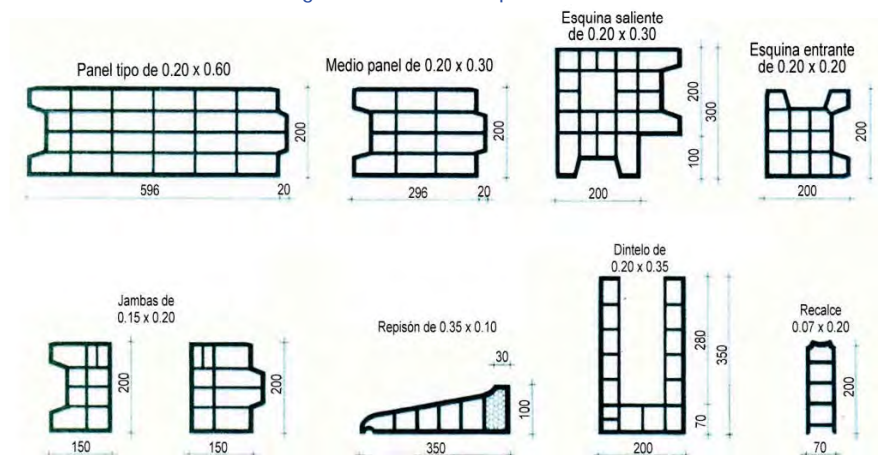
La limitante dimensional para estas piezas de gran formato, además de la capacidad industrial de los fabricantes actuales, es su peso en el caso de condicionarse a ser piezas manportables (peso máximo 20 kg por pieza) y, por tanto, para climas templados se pueden proponer piezas de hasta 80 cm de largo x 20 cm de alto y finalmente, de 120 cm de largo x 20 cm de alto y 10 cm de ancho.

Las empresas de construcción que dispongan de equipo de manipulación pueden llegar a utilizar paneles, en vez de bloques con la ventaja de rapidez y sencillez de ejecución que implica, aunque con la exigencia de planeación y logística cerrada que requiere.

En la siguiente figura **B.99** se presenta la solución de muros monolíticos a base de paneles de cerámica, con toda la altura de piso a techo, montados con equipo.



Figura B.99 – MUROS MONOLÍTICOS A BASE DE PANELES
Fuente: Catálogo de Productos, Empresa GUIRAUD FRÈRES



Los piñones son precortados en fábrica sobre pedido.

Figura B.100 – GAMA DE PIEZAS TIPO Y PIEZAS ESPECIALES
Fuente: Catálogo de Productos, Empresa GUIRAUD FRÈRES

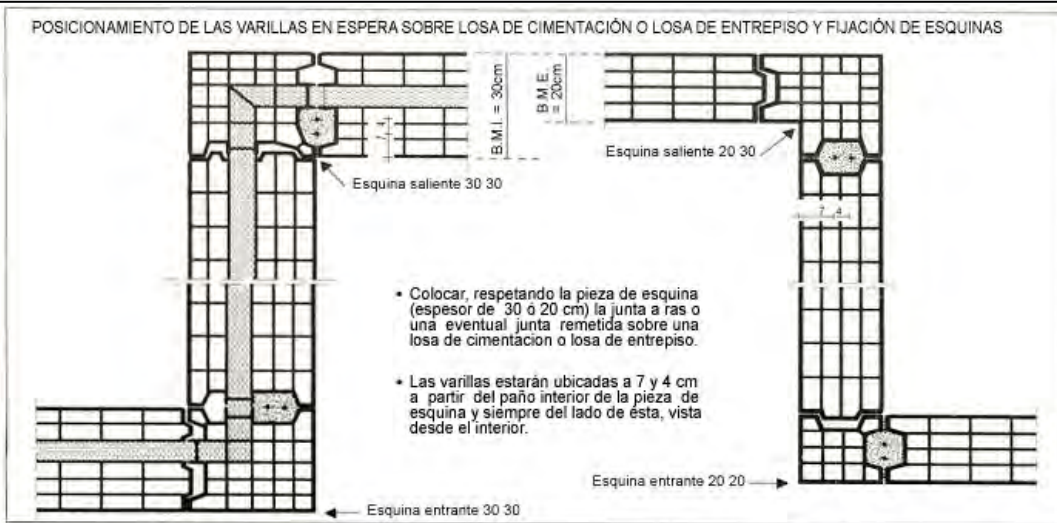


Figura B.101 - EJEMPLO DE PLANO DE DESPIECE DETALLADO – Fuente: Catálogo de Productos, Empresa GUIRAUD FRÈRES

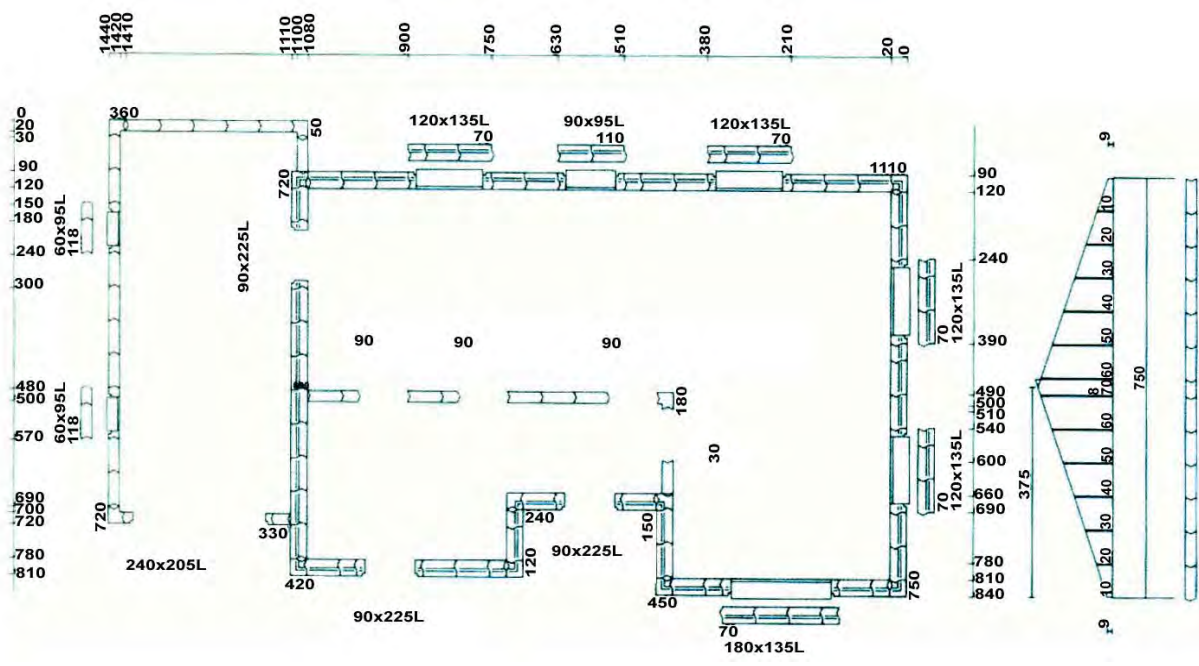


Figura B.102 – EJEMPLO DE PLANO DE DESPIECE - Fuente: Catálogo de Productos, Empresa GUIRAUD FRÈRES

Principio de costurado de piñones con barras corrugadas

Alzado

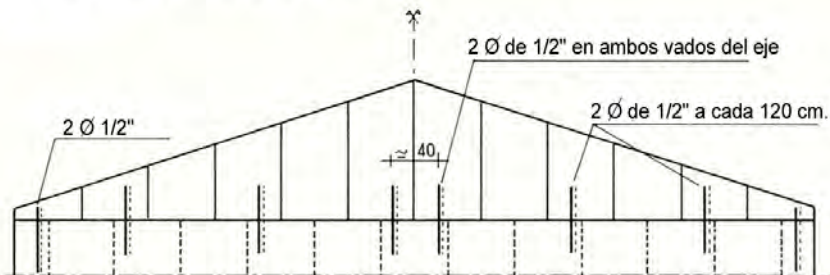


Figura B.103 – SUPERPOSICIÓN DE PANELES PIÑÓN - Fuente: Catálogo de Productos, Empresa GUIRAUD FRÈRES

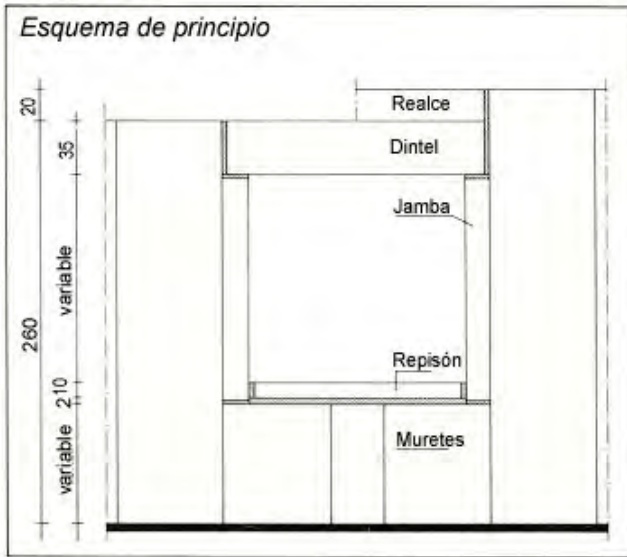


Figura B.104a –ESQUEMA DE PRINCIPIO



Figura B.104b – EMPLEO DE PANELES DE CERÁMICA



Figura B.104d – COMBINACIÓN DE PANELES DE CERÁMICA CON ELEMENTOS DE CONCRETO



Figura B.104c –EDIFICACIÓN CON PANELES DE CERÁMICA hasta 4 niveles

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa GUIRAUD FRÈRES

Las piezas de cerámica tienen como ventaja sobre las piezas de block de concreto el ser más ligeras y térmicamente más frescas dada su avidez por absorber la humedad ambiente y de enfriarse al evaporarse dicha humedad. También, su aspecto en acabados aparentes es particularmente estético.

Los *MUROS DE MAMPOSTERÍA ACABADO APARENTE* son una posibilidad de reducir procesos de aplanados, pastas, pinturas y otros recubrimientos.

Han sido ya muy utilizados los muros de fachada a base de ladrillo de cerámica visto con soluciones estéticamente muy bien logradas.

Países como España y Colombia tienen muy arraigada esta solución constructiva y estética. En México, el ladrillo aparente ha sido utilizado en edificios de vivienda de interés social.

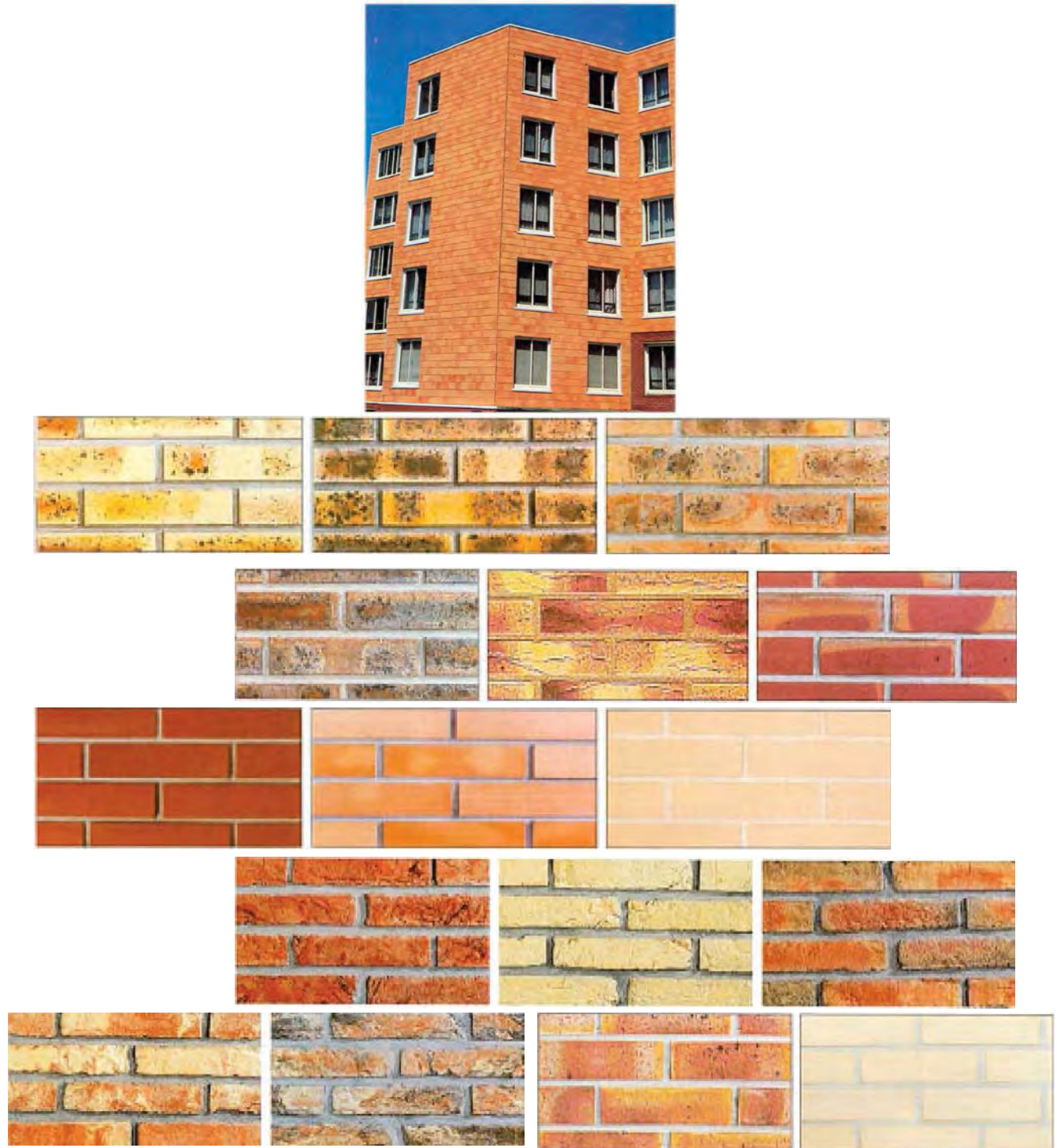


Figura B.105 - MUROS DE LADRILLO DE CERÁMICA ACABADO APARENTE

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa PACEMA

El block de concreto con color integral y con diversos acabados de superficie ha sido otra opción de mampostería aparente (liso, estriado, esplitado, revenido).

En todos los casos, existe adicionalmente un amplio abanico de colores que se integran en la masa del concreto y lo convierten en una piedra artificial del color y características deseadas.

Se puede lograr reconstituir piedras naturales así como apariencias similares a las de otros materiales incluyendo a los diferentes tipos de piedras.

Actualmente, el concreto es un material cuyas posibilidades rebasan el tradicional concepto del triste material gris verdoso y limitado en posibilidades estéticas y técnicas.

Se puede variar el color del cemento (usando cemento blanco), el tipo y color de agregados y los tipos de adiciones (como el color integral) y de aditivos.

Los concretos arquitectónicos en grandes paneles hasta ahora son poco utilizados en la construcción de vivienda por su costo y por el dominio tecnológico que se requiere en sus procesos; sin embargo, hay diversos componentes constructivos como los sardineles, los remates, los marcos de ventanas, etc. que pueden tener un excelente acabado propio y mejorar así el aspecto visual de las fachadas.

La mampostería aparente (de ladrillo y de block) y los eventuales elementos precolados eliminan efectivamente la aplicación de capas adicionales pero requieren cumplir varias exigencias de desempeño estipuladas en sus normas aplicables.

Los aspectos que hay que tomar en cuenta están enfocados a la resistencia a la intemperie y muy particularmente a la acción del agua de lluvia; por ello, los materiales aparentes deben ser densos (con el mínimo de porosidad), estancos al agua (y no al vapor), fáciles de limpiar y durables.

Existen normas específicas que precisan las exigencias de absorción máxima tolerada y de pruebas de impermeabilidad y de drenado de los muros y de los materiales así como las especificaciones de trabajos de junteo y rejunteo del mortero que quede expuesto.

Se debe de tener especial cuidado en el sellado de juntas aparentes entre elementos *estructurales, en las interfaces con perímetros de puertas, ventanas y cancelos exteriores y en cambios de paños así como el desvío de escurrimientos en conjunciones geométricas de las fachadas.

Siempre deben respetarse las tolerancias máximas permitidas de colocación como: El desfasamiento en el trazo de su desplante, el plomo, la nivelación y alineado, la máxima desviación del acero de refuerzo embebido, el ancho de las juntas, el posicionamiento, fijación y el recubrimiento del refuerzo de junta horizontal.

Generalmente la tolerancia para muros en plomo y nivel es de ± 6 mm en 3.00 m hasta un máximo de 12 mm en alturas mayores de entepiso (El R.C.D.F. permite una tolerancia mayor de $0.004 H$ ni 15 mm – siendo H la altura del muro en mm) (Ver figura [B.109b2](#), [B.109c](#), [B.109d](#) y [B.109e](#)).

Especial cuidado se debe tener en el estricto respeto de tolerancias en las medidas de vanos de puertas, ventanas, cancelos y nichos de closets y muebles prefabricados (cocina integral, muebles bajo lavabos, etc.).



Bloques esplitados



Bloques lisos



Bloques estriados

Bloques esplitados y estriados

Figura B.106 - PRINCIPALES TIPOS Y ACABADOS DE PIEZAS DE BLOCK APARENTE UTILIZADOS

Fuentes: Le Bloc Béton, Construit l'Avenir, Bloc Béton Développement; p. 28, 30 y 32



Bloque en "U" para dintel



Bloque para dintel en "U" (media pieza)



Pieza de esquina



Bloque de esquina (media pieza)



Bloque en "L" para remate de losas



Bloque en "L" para remate de losas (media pieza)



Pieza de borde para remate de losas



Bloque en "L" (media pieza)



Piezas de esquina completas y sus correspondientes medias piezas



Figura B.107 - PIEZAS COMPLEMENTARIAS para conformar un sistema completo de muros

Fuentes: Le Bloc Béton, Construit l'Avenir, Bloc Béton Développement; p. 18, 34 y 62



Bloques curvos
Fuente VARIBLOC



Cimbra bloques



Bloques con aislamiento integrado



Figura B.108 - PIEZAS DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Fuentes: Le Bloc Béton, Construit l'Avenir, Bloc Béton Développement; p. 44,54,58 y 62

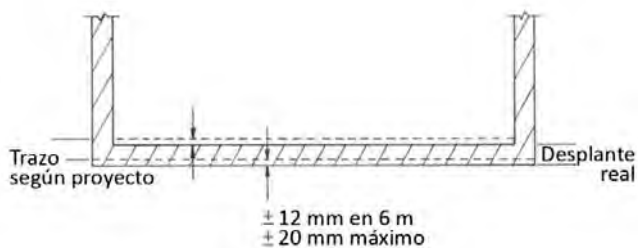
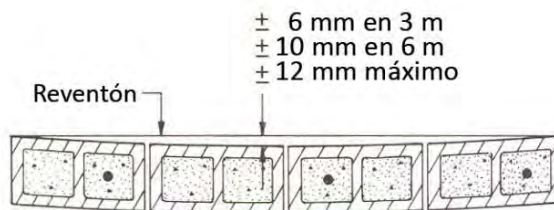
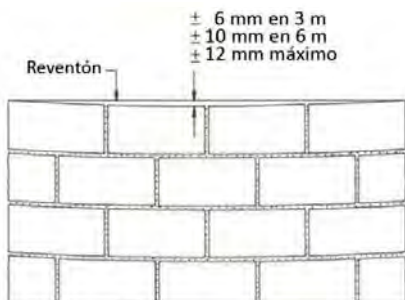


Figura B.109a - VARIACIONES PERMISIBLES CON RESPECTO AL MURO INDICADO EN PLANOS - p. 128.



B.109b1 - DESVIACIONES PERMISIBLES CON RESPECTO AL REVENTÓN - p. 127. PLANTA



B.109b2 - DESVIACIONES PERMISIBLES CON RESPECTO AL REVENTÓN - p. 127. ALZADO

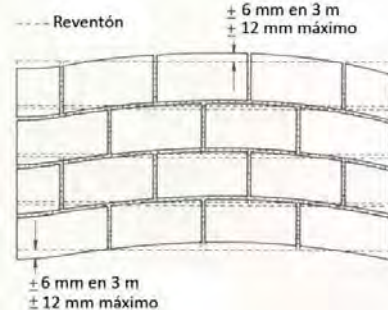


Figura B.109c - DESNIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES - p. 125.

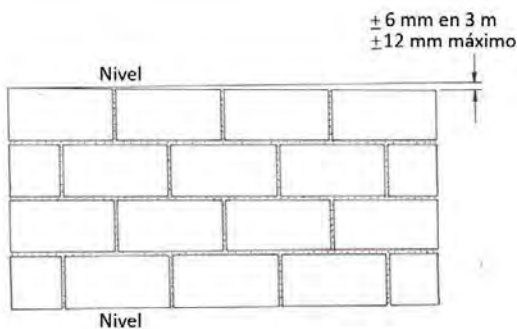


Figura B.109d - DESNIVEL PERMISIBLE EN ENRASE DE MUROS - p. 126.

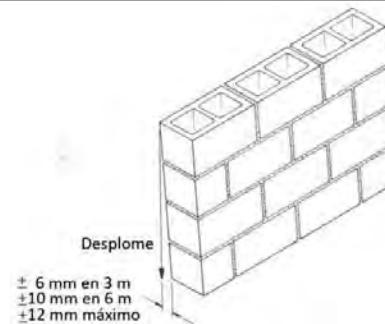


Figura B.109e- DESPLOMES MÁXIMOS PERMITIDOS - p. 126.

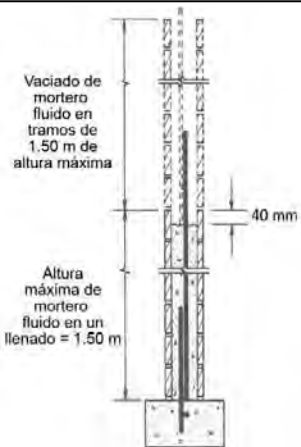


Figura B.109f - REBAJO DE 40 mm EN EL LLENADO CON MORTERO POR TRAMOS - p. 182.

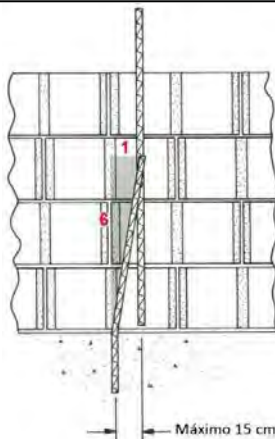


Figura B.109g - BAYONETEADO MÁXIMO PERMISIBLE EN VARILLAS DE ESPERA DE CASTILLOS AHOGADOS - p. 136.

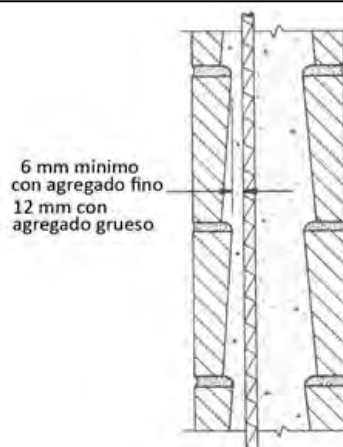


Figura B.109h - RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE ACERO EN CASTILLOS AHOGADOS CON EL MORTERO DE RELLENO - p. 133.

Figura B.109-A - ESPECIFICACIONES Y TOLERANCIAS DE EJECUCIÓN EN MUROS DE MAMPOSTERÍA
 Ref. Reinforced Concrete Masonry Construction - Inspector's Handbook Third Edition - Masonry Institute of America

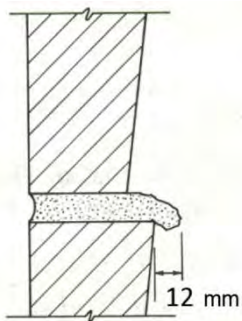


Figura B.109i - PROYECCIÓN MÁXIMA PERMITIDA DEL MORTERO DE ASIENTO HACIA LOS HUECOS INTERIORES - p. 178.

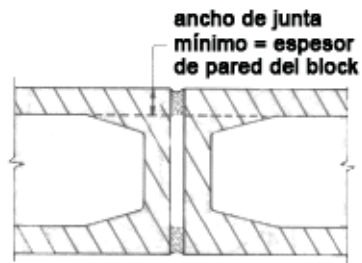


Figura B.109j - ANCHO MÍNIMO DE JUNTAS VERTICALES MÍNIMO EN BLOQUE HUECO - p. 105.

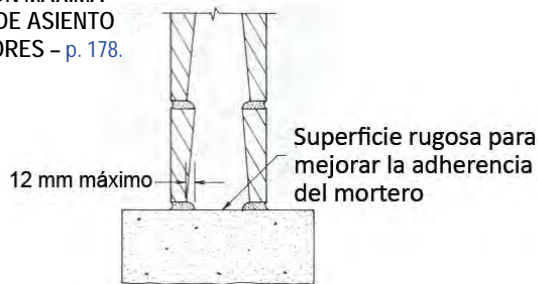


Figura B.109k - JUNTA DE MORTERO EN DESPLANTE DE MURO - p. 97.

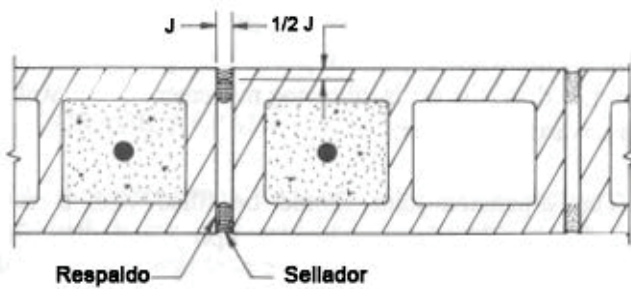


Figura B.109l - DETALLE DE JUNTA DE CONTROL EN MUROS DE BLOQUE a cada 45 ó 60 m máximo - p. 231.

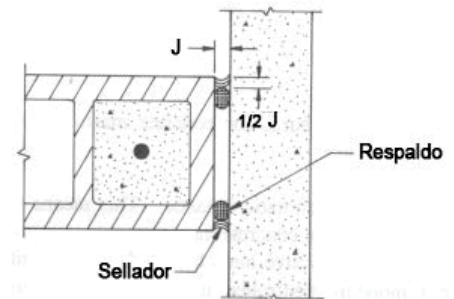


Figura B.109m - JUNTA PERPENDICULAR DE CONTROL ENTRE BARDAS Y EDIFICIOS - p. 231.

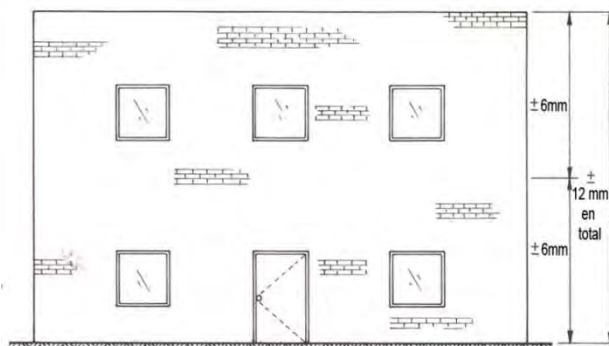


Figura B.109n - MÁXIMA VARIACIÓN EN ALTURA TOTAL PERMITIDA EN ENRASE DE MUROS CON TODOS LOS NIVELES CONSIDERADOS - p. 128.

Figura B.109-B - ESPECIFICACIONES Y TOLERANCIAS DE EJECUCIÓN EN MUROS DE MAMPOSTERÍA Ref. Reinforced Concrete Masonry Construction - Inspector's Handbook Third Edition - Masonry Institute of America

Los muros de mampostería reforzada interiormente, requieren atención y cuidado especial en el llenado y compactado de mortero en los alveolos destinados a alojar el acero vertical para conformar los castillos ahogados.

El relleno puede hacerse con un mortero o un concreto fluido cuyo revenimiento puede ir de 20 a 25 cm o con el mismo mortero que se utilice para asentar las piezas de mampostería, siempre y cuando, el llenado con el mortero de asiento se vaya haciendo hilada por hilada o cada 20 cm.

La granulometría de concretos y morteros fluidos o de asiento, así como la dimensión y el área mínima de los huecos de la mampostería para la disposición de castillos ahogados, se especifica claramente en las normas, códigos y reglamentos nacionales e internacionales.

Existen tres métodos de llenado de mortero en castillos ahogados:

1. Hilada por hilada o como máximo a cada 30 cm de altura sin necesidad de vibración.
2. A media altura sin rebasar 1.50 m requiriéndose vibración o autocompactación.
3. A la altura total o a más de 1.50 m requiriéndose vibración o autocompactación.

En todos los casos debe dejarse el llenado con mortero un mínimo de 4 cm por debajo de la última hilada interrumpida del muro por más de una hora (ver figura B.109f).

En el proceso de llenado hilada por hilada conviene ir apisonando al mortero con una pieza de madera (tira o barrote) para su compactación.

Para el llenado a media altura y a altura total, se depende de la fluidez del mortero y del empleo de vibradores externos fijados al acero vertical expresamente diseñados para compactar el mortero de castillos ahogados.

Para muros de 20 cm de espesor, pueden utilizarse vibradores de inmersión con cabeza de 19 mm a 38 mm de \varnothing o barras vibrantes en peine, pero en muros de 15 cm, 12 cm y 10 cm de espesor, el tamaño de los huecos no permite la inmersión del equipo de vibrado.

Por ello, lo más recomendable, en todos los casos, es el llenado de los huecos con mortero en alturas reducidas por ser el método más simple y más comúnmente utilizado o la vibración externa a través de las varillas verticales de refuerzo.

Puede emplearse concreto o mortero autocompactante pero se requiere ir dejando todo el perímetro del hueco (incluyendo la zona de costillas) bien sellado para evitar fugas hacia los alveolos vacíos adyacentes (Ver figura B.110)



Figura B.110 - LLENADO DE CASTILLOS CON MORTERO DE RELLENO EN MUROS Mampostería hueca con alveolos perimetralmente sellados con el mortero de asiento.

El llenado de muros a toda la altura tiene como condición inconveniente la necesidad de abrir registros en la hilada de desplante al pie de cada castillo, los cuales permiten la limpieza del hueco en toda su altura y el retiro desde el registro del mortero seco desprendido por el efecto de la limpieza con la ayuda de una barreta.

Los registros inferiores se cimbran con una tapa de triplay y se vacía el mortero en los huecos en tramos que no excedan 1.85 m de altura (ver figura B.111).

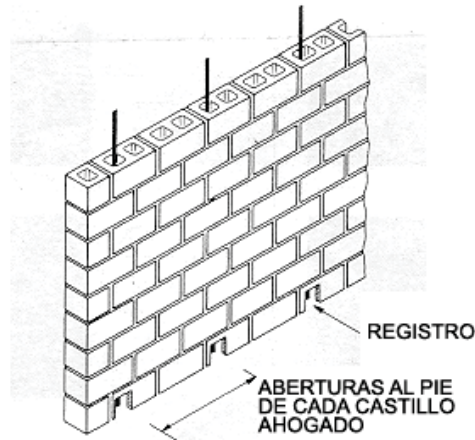


Figura B.111 - REGISTROS PARA CASTILLOS A LLENAR CON MORTERO A ALTURAS MAYORES A 1.5 m.
 Ref. Reinforced Concrete Masonry Construction – Inspector’s Handbook, Third Edition – Masonry Institute of America; p. 183

El no tomar en cuenta los cuidados para el buen llenado de castillos puede dejar los huecos vacíos y, por tanto, inservibles como estructura, lo cual se ha dado en muchos casos en la realidad.

Para evitar que el concreto de cadenas o de losas se fugue hacia los huecos de la mampostería que están llenados con mortero (donde no hay castillos ahogados) se utilizan tapones de papel Kraft (de bulto de cemento) o tramos precortados de metal desplegado como muestra la siguiente figura B.112).

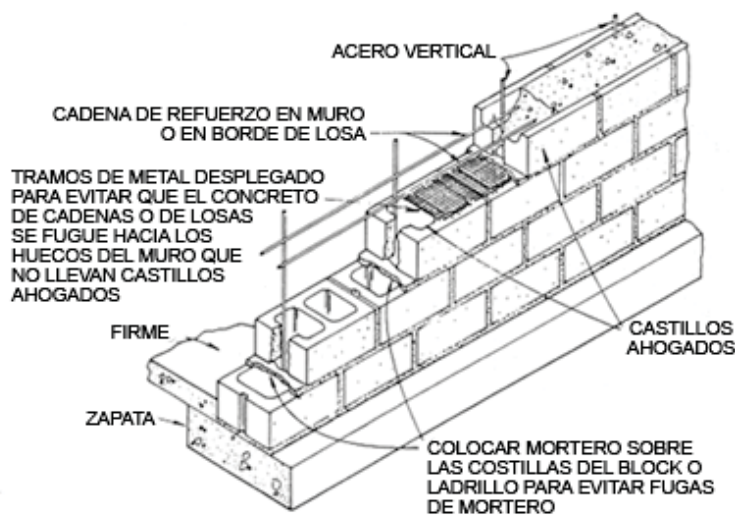


Figura B.112 - BARRERA DE METAL DESPLEGADO EN FONDO DE CADENAS para evitar la fuga del concreto hacia los alveolos de la parte inferior del muro hueco.

Ref. Bricklaying, Brick and Block Masonry, BIA (BRIC INSTITUTE OF AMERICA), 1988; p. 260

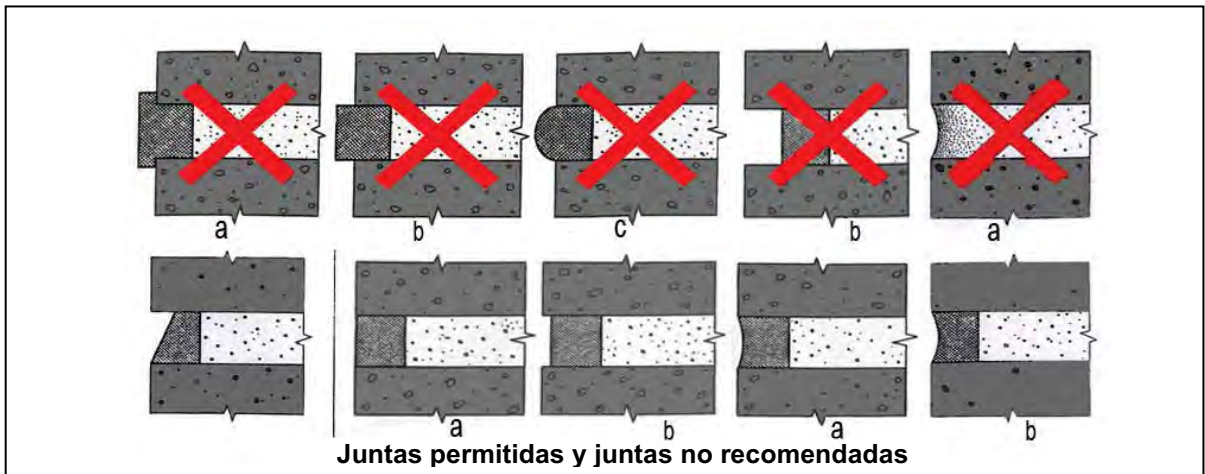
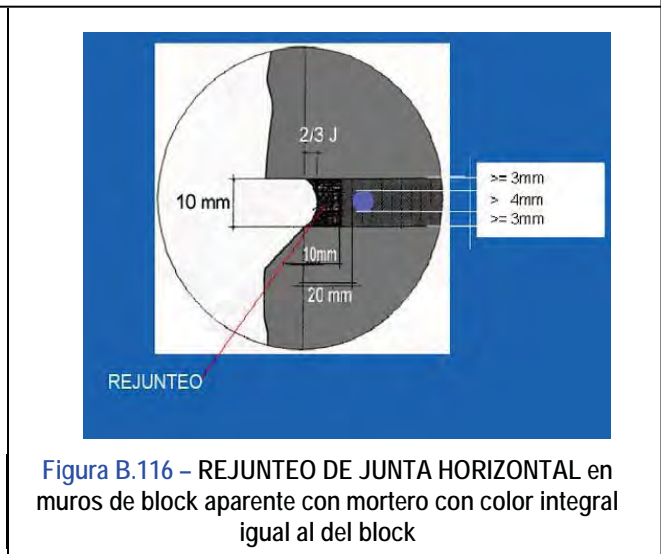
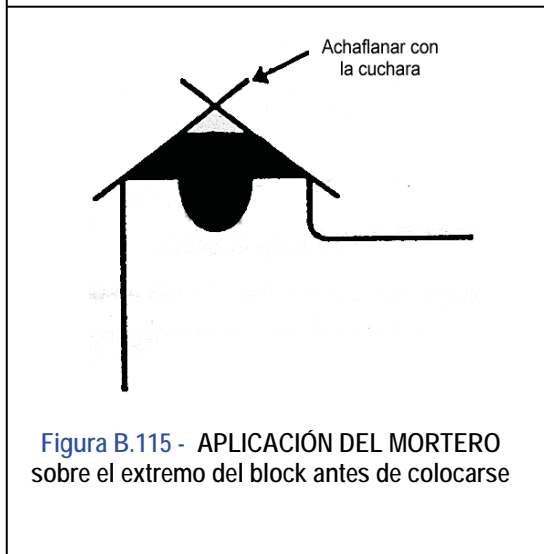
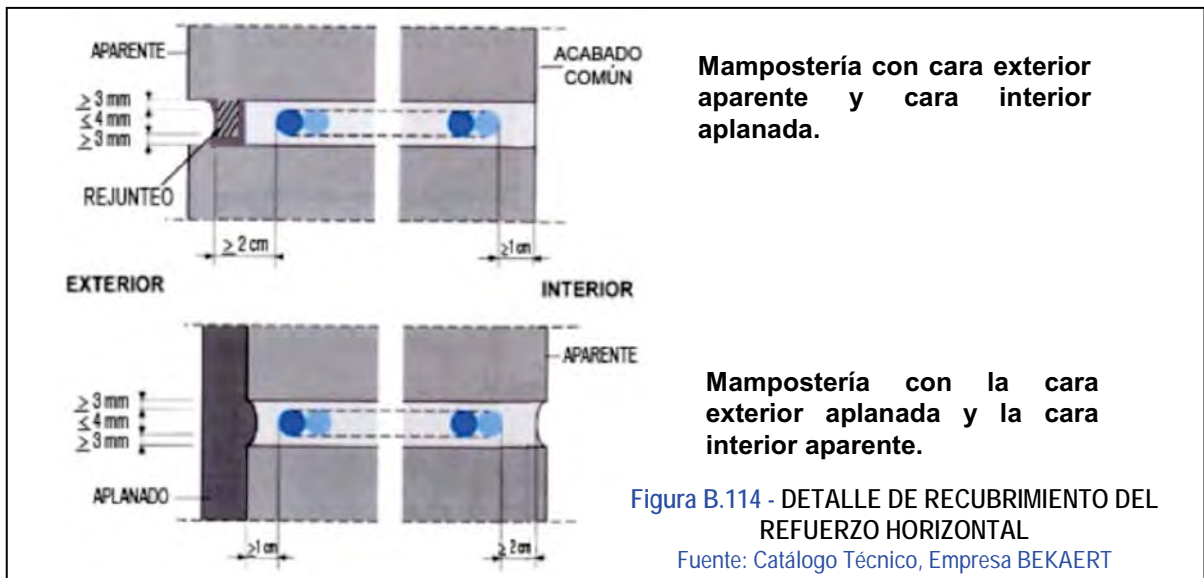


Figura B.113 - GEOMETRÍA DE LAS JUNTAS ENTRE PIEZAS

Fuente: L'Étanchéité des Façades, 1.- Exigences et Moyens, Louis LOGEAIS, Qualité Construction Agence pour la Prévention des Désordres et l'Amélioration de la Qualité de la Construction, 1988; p. 19 y 20.



En lo referente a muros de mampostería de bloques de concreto se puede difundir aún el empleo de piezas especiales para la conformación de sistemas completos; por otro lado, se pueden incrementar aún las dimensiones hasta llegar a piezas de 80 cm de largo limitadas por el peso para poder ser manuable. En este caso, al igual que en el caso de los ladrillos de cerámica también se reduce la cantidad de juntas y, por tanto, la cantidad de mortero a emplear. Paralelamente, los riesgos de fisuración en las juntas se reducen también.

La figura B.118 muestra una posibilidad de utilización de piezas de grandes dimensiones que, por sus castillos coincidentes en las juntas verticales, no requieren cuatrapasearse eliminando con ello las medias piezas y simplificando por tanto la ejecución y la logística en los pedidos y entregas.

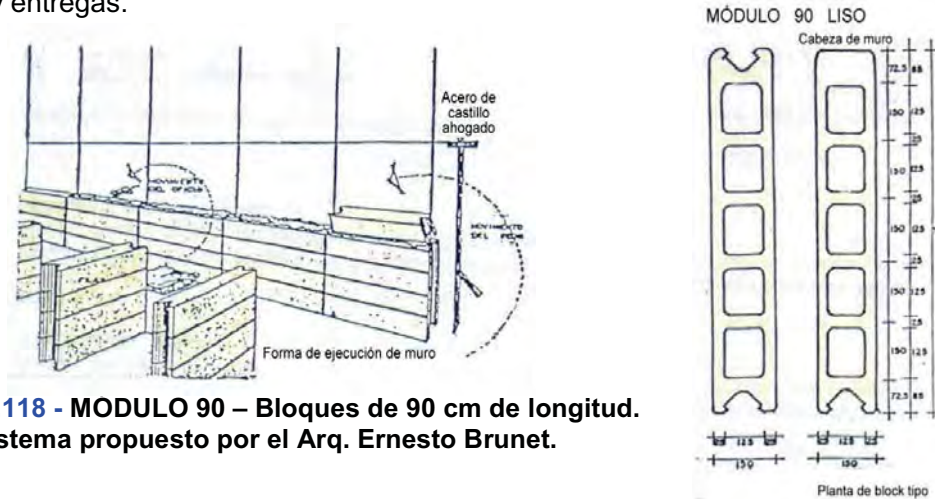


Figura B.118 - MÓDULO 90 – Bloques de 90 cm de longitud. Sistema propuesto por el Arq. Ernesto Brunet.

Las piezas de block pueden fabricarse para acabados aparentes con color y también con concreto de mayor resistencia en caso de requerirse, así como pueden ser multiperforados para poder utilizarse, consideradas por la reglamentación, como piezas macizas en la construcción de edificios de varios pisos, haciendo a esta solución competitiva con la de muros de concreto armado.

Al igual que en el caso de los muros hechos de piezas de cerámica, en el caso de contar con equipos de manipulación, también se puede pasar al empleo de paneles de toda la altura, modulados y con piezas especiales que conformen un sistema completo.

Existe la opción de emplearse paneles macizos o paneles huecos modulados.

La figura 3.442 nos da un ejemplo de esta alternativa.

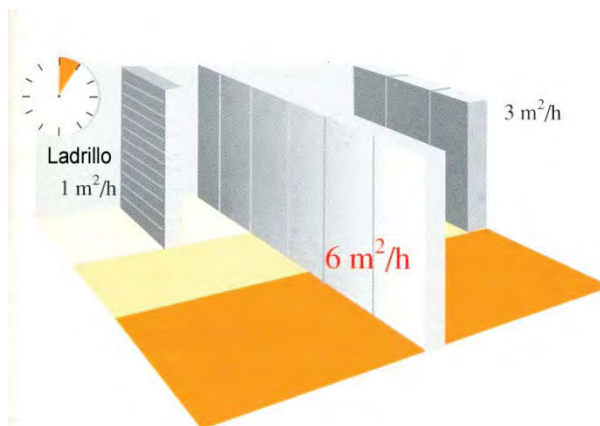


Figura B.119 – PANELES MODULARES DE CONCRETO ARMADO CON HUECOS DE ALIGERADO: Se puede apreciar el incremento de rendimiento en la colocación el cual puede llegar a ser de 6 veces el de los muros de ladrillo y del doble con respecto a los muros de block normal - Fuente: ACOTEC

7.- MUROS DE CONCRETO COLADOS IN SITU

La opción de *muros de concreto armado* puede ser altamente productiva pero, para ello, el empleo de cimbras-herramienta manipuladas con grúa o con un equipo polivalente es imprescindible (Sin embargo, lamentablemente por falta de inversión y de costumbre para trabajar con mecanización en las obras, se emplean las cimbras manualmente con la consecuente reducción en productividad, en calidad y en costo.

Este sistema impone por sí mismo una rígida disciplina de trabajo la cual es fundamental para el logro de los buenos resultados esperados.

La figura B.120 muestra las características de las cimbras-herramienta mencionadas.



Figura B.120 – EMPLEO DE CIMBRAS-HERRAMIENTA EN MUROS - Fuente: OUTINORD

8.- REPISONES Y DINTELES

Es posible combinar elementos prefabricados (precolados) o elementos de otros materiales (acero, madera, plástico, etc.) con las mamposterías como muretes, piñones, dinteles, remates, repisones y marcos de puertas y ventanas, así como los remates de bardas y pretilos. También se pueden utilizar como complementos de sistemas a base de concreto colado in situ.

Los repisones bajo ventanas, los umbrales bajo puertas y cancelos exteriores, los predinteles y dinteles y, los remates de bardas y pretilos son elementos arquitectónicos con funciones específicas que han sido utilizados en las edificaciones de diferentes épocas para protegerlas contra el ataque de la combinación de la polución y la lluvia y evitar degradaciones prematuras, así como altos costos de mantenimiento y para incrementar la durabilidad (ver figura B.121).

Los goteros que deben dejarse en repisones, dinteles y remates, los talones para el apoyo realzado de los marcos fijos inferiores de ventanas y los saques en jambas y dinteles para alojar los muros laterales y superiores de las ventanas y cancelos contribuyen a evitar el manchado de fachadas y la penetración del agua de lluvia (ver figura B.121).

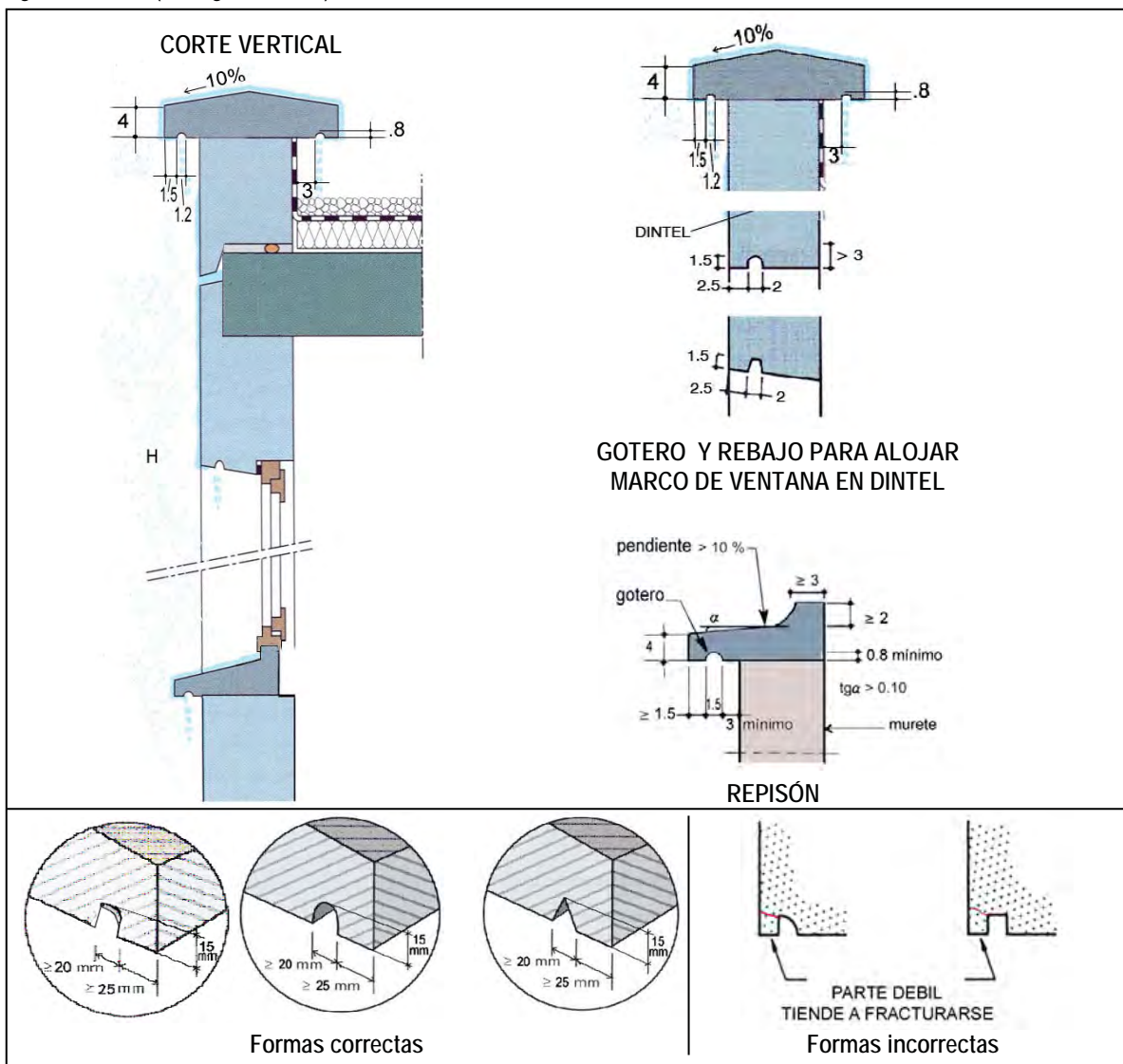
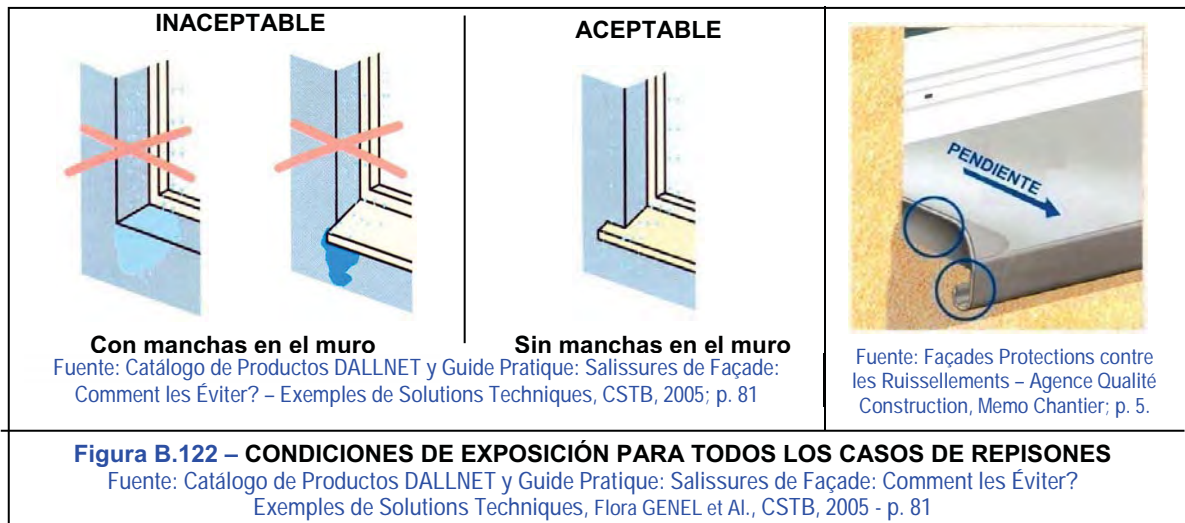


Figura B.121 – DIMENSIONES MÍNIMAS EXIGIDAS POR NORMA DE DISPOSITIVOS CONTRA EL ESCURRIENTO EN PROTECCIONES DE CONCRETO

Fuente: Guide pour l'Utilisation d'Éléments en Béton Architectonique dans les Projets d'Architecture. B.62, Edit. BETOCIB, FIB, CERIB, CIMBÉTON, 1999 y Salissures de Façade: Comment les Éviter? Exemples de Solutions Techniques, Flora GENEL et Al., CSTB, 2005; p. 24

Tal vez por una búsqueda formal minimalista o por una economía mal entendida, se ha llegado a olvidar durante muchos años de la época actual la utilidad funcional de todos estos elementos y, por ello, no se consideran y a veces ni se conocen.

La consecuencia negativa de su eliminación se manifiesta con la aparición inicial de manchas en los enrasos de pretilas y bardas así como en los muretes bajo ventanas y en los desplantes de muros de fachadas. A través de los años y por las repetidas temporadas de lluvia, las manchas terminan degradando a los materiales y reduciéndoles su durabilidad considerablemente (Ver figura B.122).



Se muestra en las figuras siguientes algunos ejemplos de este tipo de elementos de diversos materiales ampliamente utilizados en Europa. Su fabricación y su colocación están normalizadas desde hace varios años lo cual nos da la garantía de su buen desempeño.

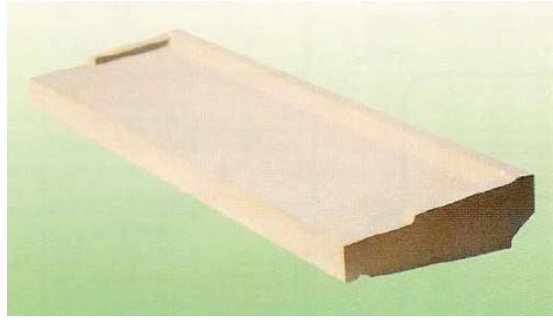
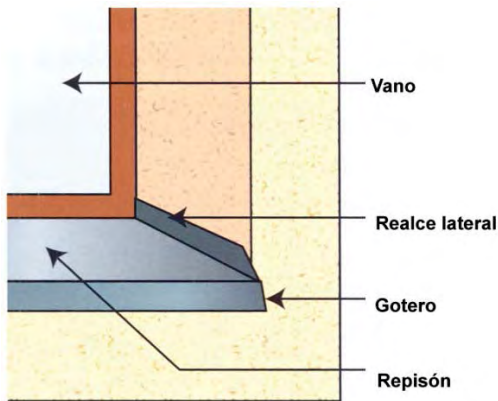
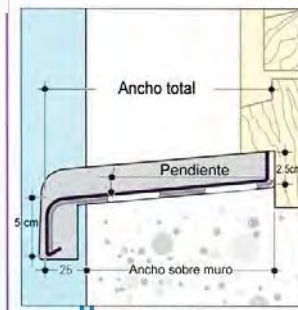


Figura B.124 – REPISÓN BAJO VENTANA DE CONCRETO APARENTE ACABADO LISO CON COLOR

Fuente: Catálogo de productos WESSER

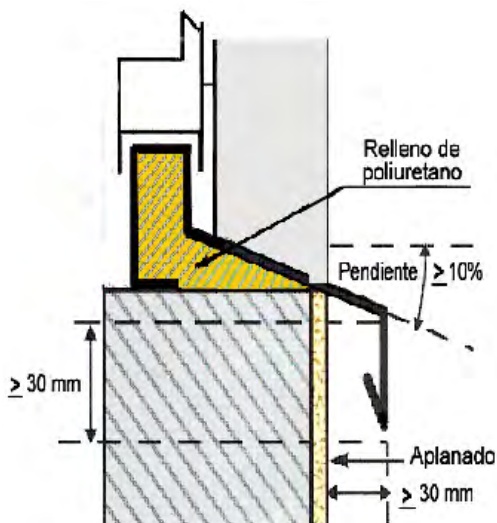


Fuente: Guide Pratique: Salissures de Façade: Comment les Éviter? Exemples de Solutions Techniques, Flora GENEL et Al., CSTB,2005; p.32

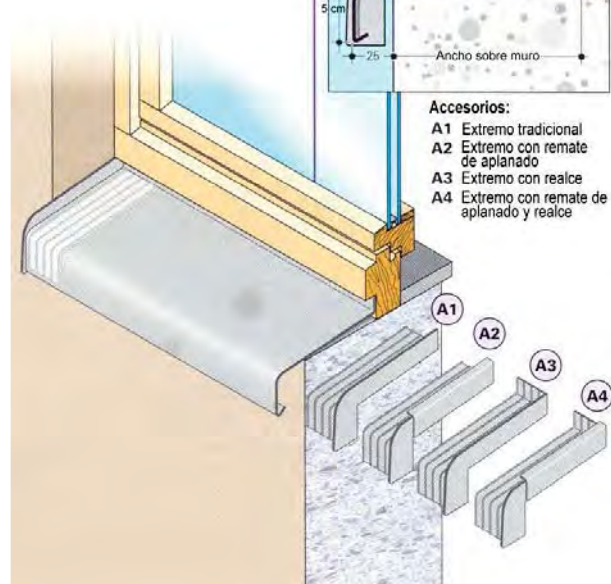


Accesorios:

- A1 Extremo tradicional
- A2 Extremo con remate de aplanado
- A3 Extremo con realce
- A4 Extremo con remate de aplanado y realce



Fuente: Guide Pratique: Salissures de Façade: Comment les Éviter? Exemples de Solutions Techniques, Flora GENEL et Al., CSTB,2005; p.32



Fuente: Catálogo de productos DALLNET

Figura B.125 – REPISIONES METÁLICAS

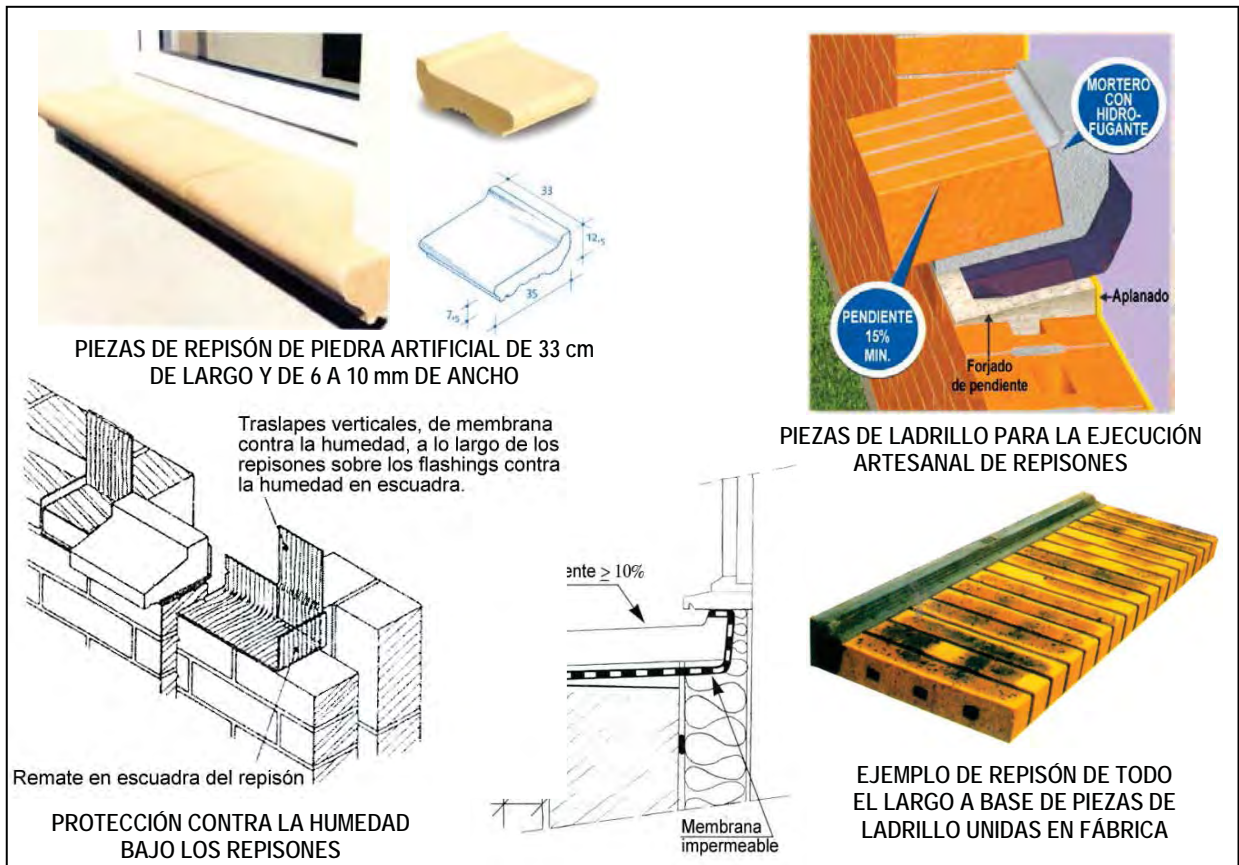


Figura B.126 – EJEMPLOS DE REPISONES TRADICIONALES DE PIEDRA ARTIFICIAL Y DE LADRILLO donde se requiere, en ambos casos, la colocación de una membrana impermeable doblada en sus extremos así como un rejunteo con un sellador flexible.

Fuentes: Catálogos de productos, empresas WESSER y PACEMA

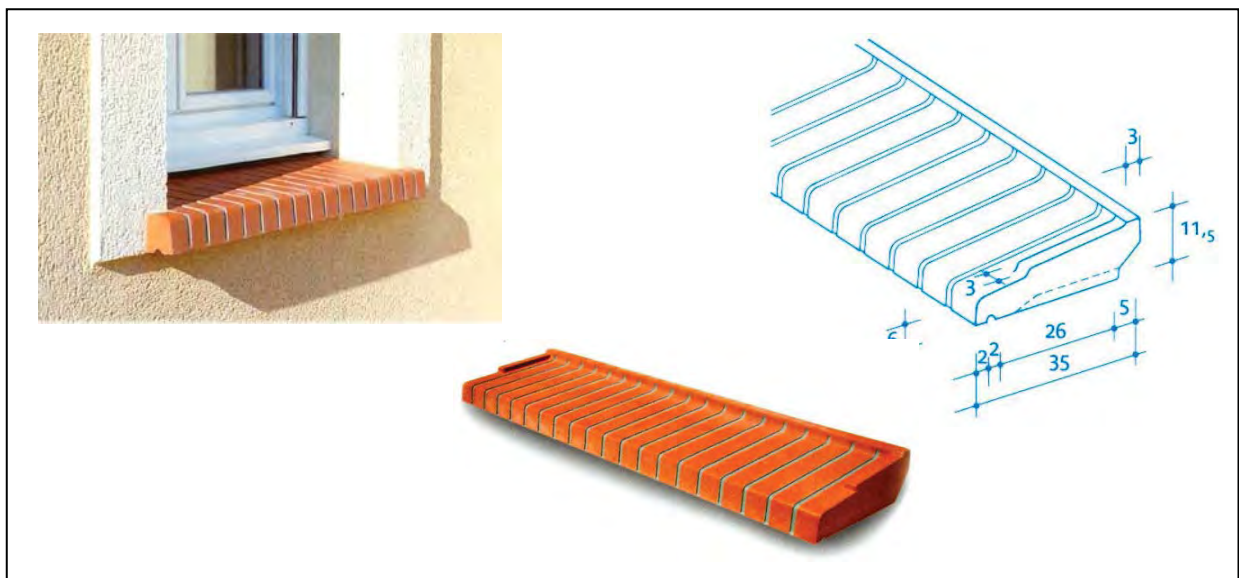
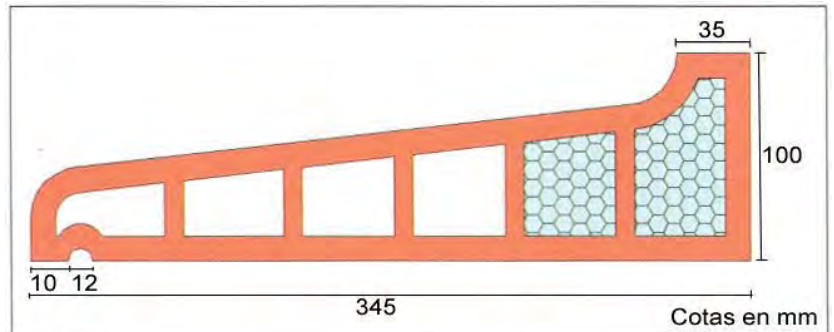
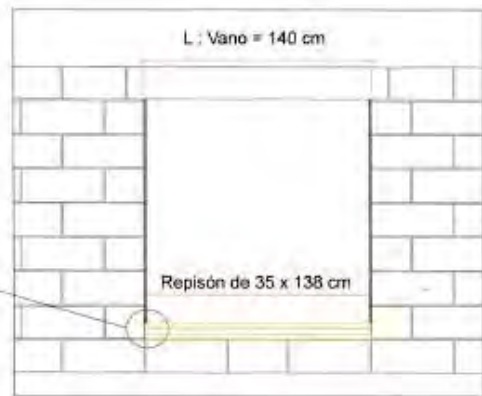


Figura B.127 – REPISÓN DE CONCRETO ARMADO EN MONOBLOQUE (de una sola pieza) imitando piezas de ladrillo evocando la construcción tradicional.

Fuente: Catálogo de productos WESSER



DETALLE DE UNIÓN:
Opción 1



DETALLE DE UNIÓN:
Opción 2

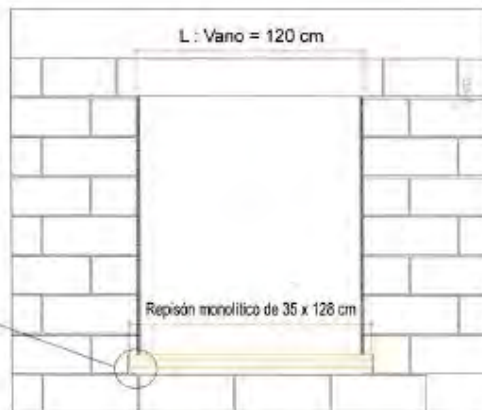
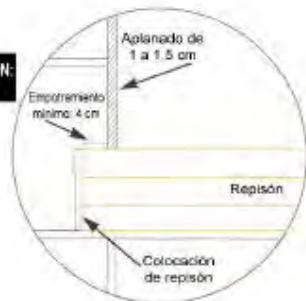


Figura B.128 – REPISÓN DE CERÁMICA
Fuente: Catálogo de Productos – GUIRAUD FRÈRES

Los *dinteles* o cerramientos son generalmente travesaños de claros reducidos sobre ventanas, puertas y cancelas cuyo objeto es el de evitar el cimbrado, apuntalado, armado, colado, descimbrado y desapuntalado a pie de muro.

Es lo más común hacerlos de concreto armado y prefabricarlos en un puesto de precolados habilitado en la obra misma.

Las dimensiones de un dintel macizo de concreto quedan restringidas por el peso, en caso de carecerse en obra de equipo de manipulación y tener que subirlos y colocarlos con mano de obra, pueden fabricarse con huecos en su centro como predinteles o en dos o más piezas para aligerar su peso y lograr mayores dimensiones de manoportabilidad.

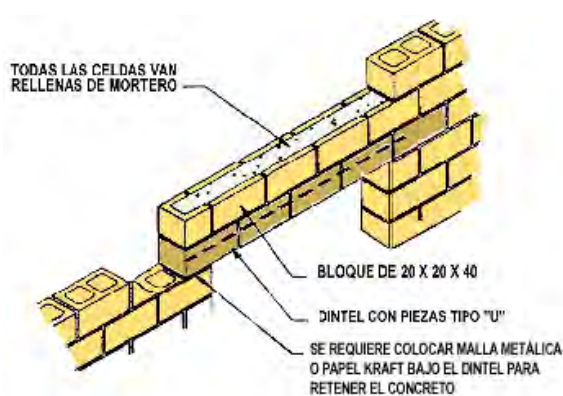
En el caso de obras con equipo de manipulación (grúas torre, grúas móviles o elevadoras multifunciones) el peso y la longitud deja de ser una limitante fuerte y pueden incluso precolarse y montarse travesaños para librar claros completos de los diferentes espacios de una edificación de vivienda.

Los *dinteles* permiten reducir tiempos y costos en la obra al poderse fabricar simultáneamente a otros procesos previos de ejecución, colocarse de manera simple y rápida con la maduración y resistencia del concreto especificada y sirven de apoyo de viguetas o prelasas reduciendo así tiempos y costos de apuntalamiento y cimbrado de la obra subsecuente (Ver figura **B.129**).

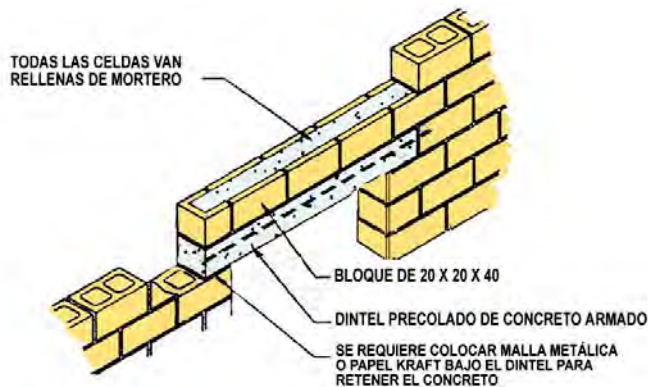


Figura B.129 – DINTELES CON FORMA DE ARCO SUPERIOR SOBRE MUROS DE MAMPOSTERÍA

Ref. Le Moniteur – L'ACTUALITE EN CONTINU ET LES SERVICES DE LA CONSTRUCTION
15 DE MARZO 2010.



Colocación de dinteles de mampostería de concreto



Colocación de dinteles precolados de concreto

Figura B.130 – COLOCACIÓN DE DINTELES

Ref. Design Tables for Concrete Masonry and Precast Concrete Lintels, National Concrete Masonry Association, 1996; p. 4-7.

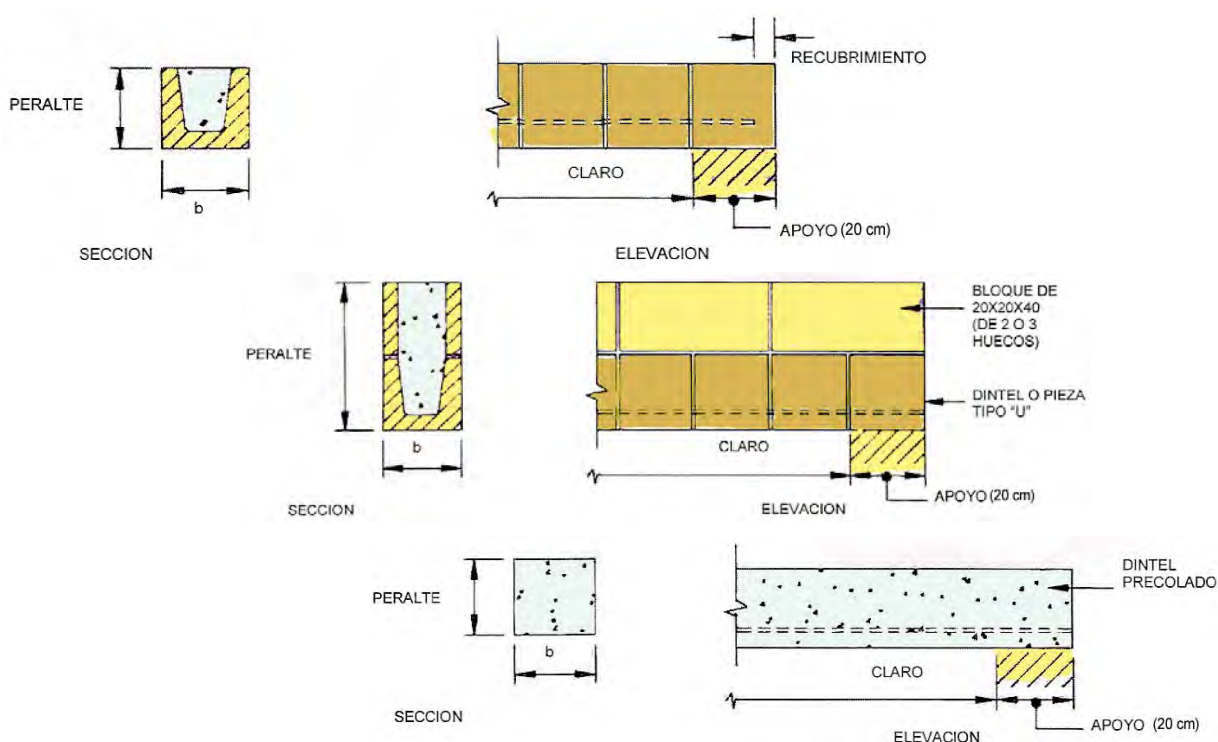


Figura B.131 – DETALLES CONSTRUCTIVOS DE DINTELES SIMPLEMENTE APOYADOS DE CONCRETO ARMADO Y DE PIEZAS DE MAMPOSTERÍA Y COLADO COMPLEMENTARIO

Ref. Design tables for Concrete Masonry and Precast concrete Lintels, National Concrete Masonry Association, 1996; p. 4-6.

Los dinteles pueden fabricarse de otros materiales además de concreto armado.

Existe la posibilidad de fabricar dinteles de acero (lográndose resistencia y ligereza), de concreto polimérico o reforzado con fibras cortas (en forma de U para recibir un colado posterior de concreto armado), de concreto presforzado (caso de predinteles principalmente) de piezas de mampostería (en forma de U y colado de cadena) y de madera.

En las figuras se muestran algunos ejemplos de estas opciones.

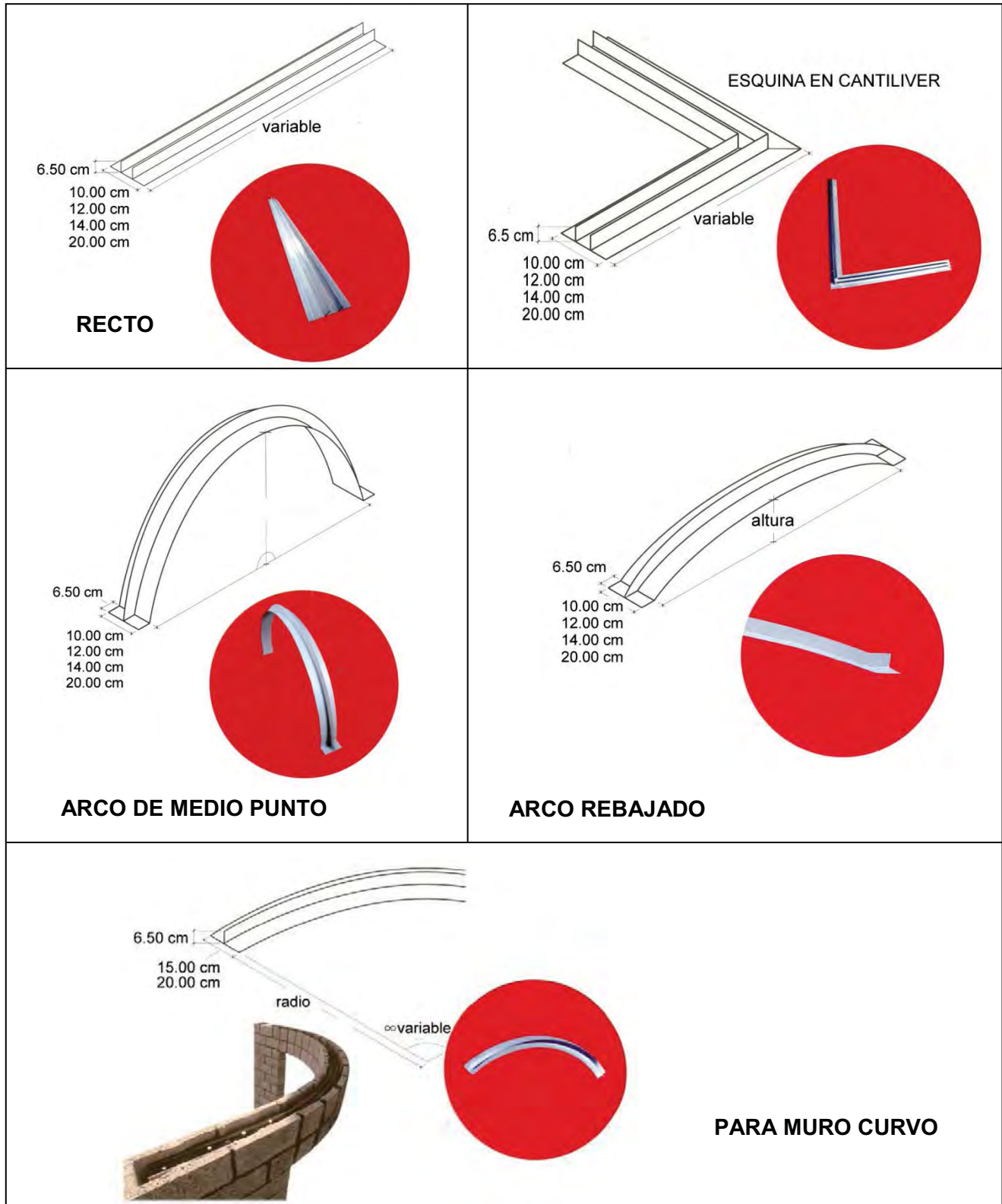


Figura B.132 – DINTELES METÁLICOS DE ACERO GALVANIZADO O DE DURALUMINIO (para evitar la oxidación) que por su ligereza y resistencia pueden cubrir claros importantes con ahorros de tiempo, de costo, de mano de obra, de espacio, de almacenaje y de manipulación.

Fuente: Catálogo de Productos. Powers Pam Lintels, Powers Steel and Wire



**COLOCACIÓN DE
DINTEL METÁLICO EN
MURO DE BLOCK**



Figura B.133 – SECUENCIA DE COLOCACIÓN DE DINTELES METÁLICOS

Fuente: Catálogo de Productos. Powers Pam Lintels, Powers Steel and Wire

Los umbrales, los repisones y los dinteles pueden estar diseñados como componentes particulares o pueden concebirse integrando bajo el mismo concepto de piezas ligeras y esbeltas, a otro tipo de piezas como traveses, cadenas, aleros y jambas de puertas o de ventanas.

Dichos componentes hechos con el mismo material, al colocarse conjuntamente en el sitio, pueden conformar marcos completos de ventanas y puertas.

En la siguiente figura **B.134** se muestra la variedad y combinación eventual de este tipo de componentes hechos de *MPPC* (por sus siglas en francés: **Matériaux Polyvalents à Propriétés Physiques Controlées**: Materiales Polivalentes de Propiedades Físicas Controladas).

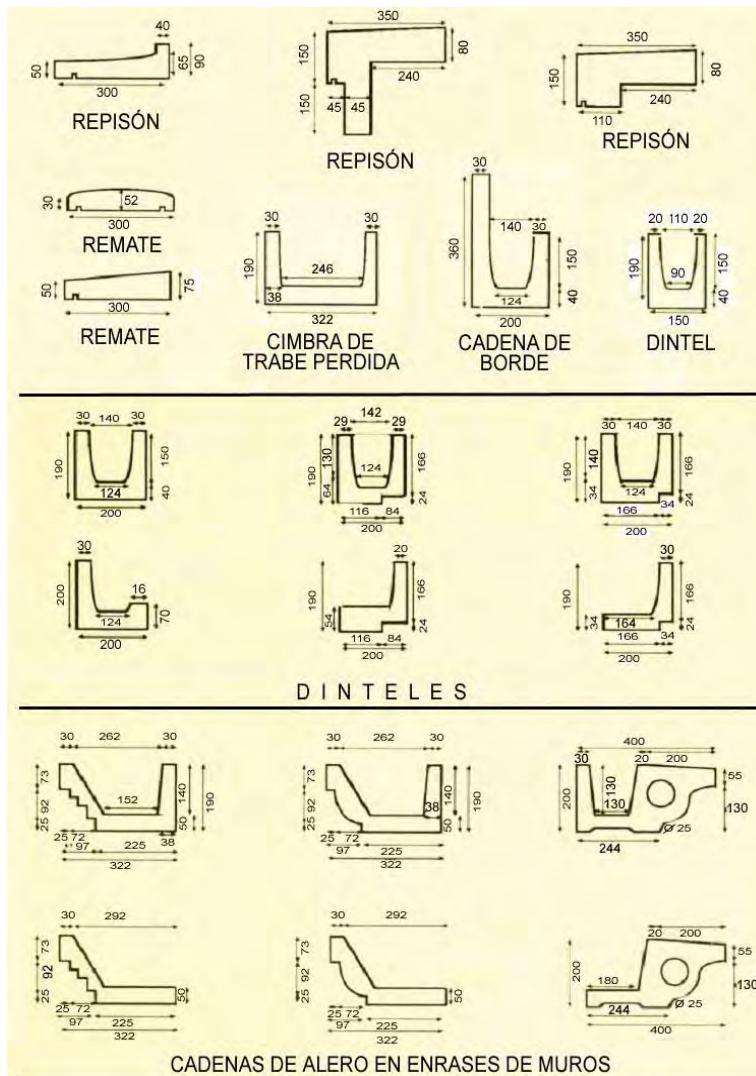
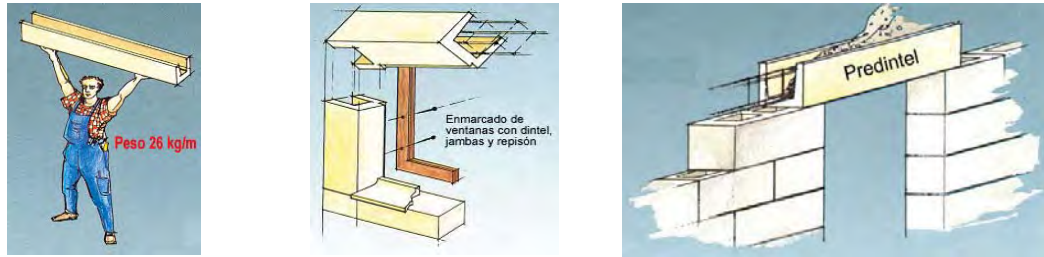


Figura B.134 – PIEZAS ESBELTAS DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS CORTAS O DE CONCRETO POLIMÉRICO. Las piezas pueden emplearse por función aislada o combinándose a manera de formar marcos completos de ventanas y puertas - Fuente: Catálogo de Productos, Empresa WINTEC

Aunque en nuestro medio no existe aún como alternativa el dintel de cerámica, por la forma de fabricación de piezas de este material, puede proponerse a los industriales del sector, la fabricación de estos componentes que por su resistencia, ligereza y aspecto, pueden ser una buena opción como lo es en otros países (ver figura **B.135 dintel de cerámica**).

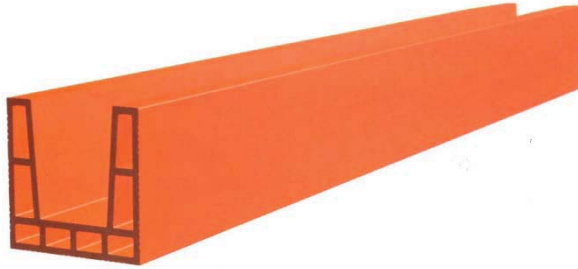


Figura B.135 – DINTEL DE CERÁMICA –

Fuente: Catálogo de productos, empresa GUIRAUD FRÈRES

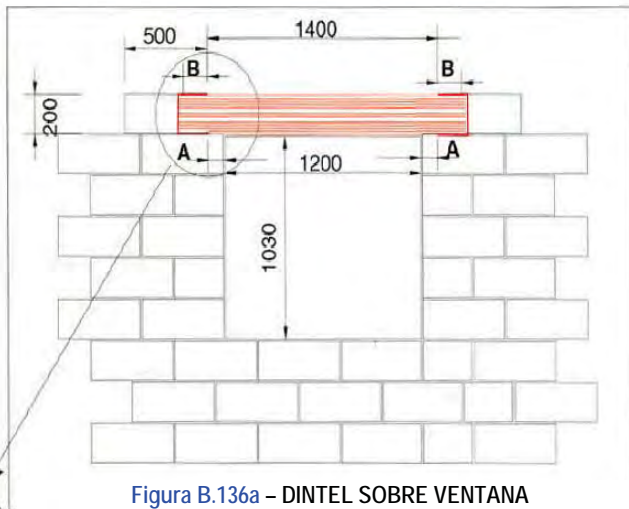


Figura B.136a – DINTEL SOBRE VENTANA

Ver detalle de apoyo

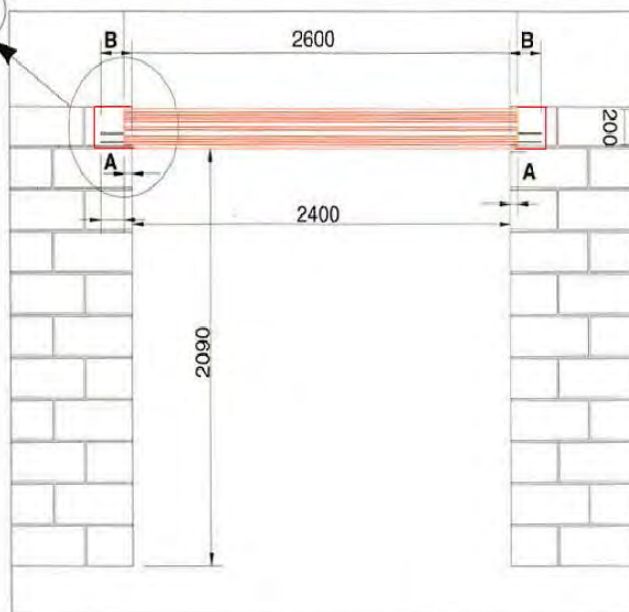
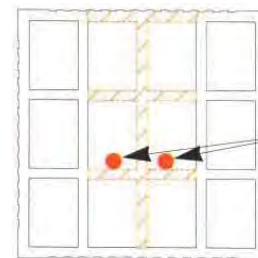


Figura B.136b – DINTEL SOBRE CANCEL Y PUERTA DE GARAGE

Fuente: Catálogo de productos, empresa GUIRAUD FRÈRES



Colocación de acero de refuerzo según cálculo

$A =$ Apoyo mínimo para claros cortos = 10 cm

$B =$ Apoyo para claros largos = 20 cm

Figura B.136c – Este tipo de dinteles pueden ser manportables y fáciles de colocarse en obra. Pesa menos del 25% con respecto a un dintel tradicional de concreto (22 kg/m). Es fácil de cortar para ajustarse a la longitud requerida. Se puede prescindir de apuntalamiento central durante el llenado con concreto. Pueden librar claros de hasta 2.40 m.

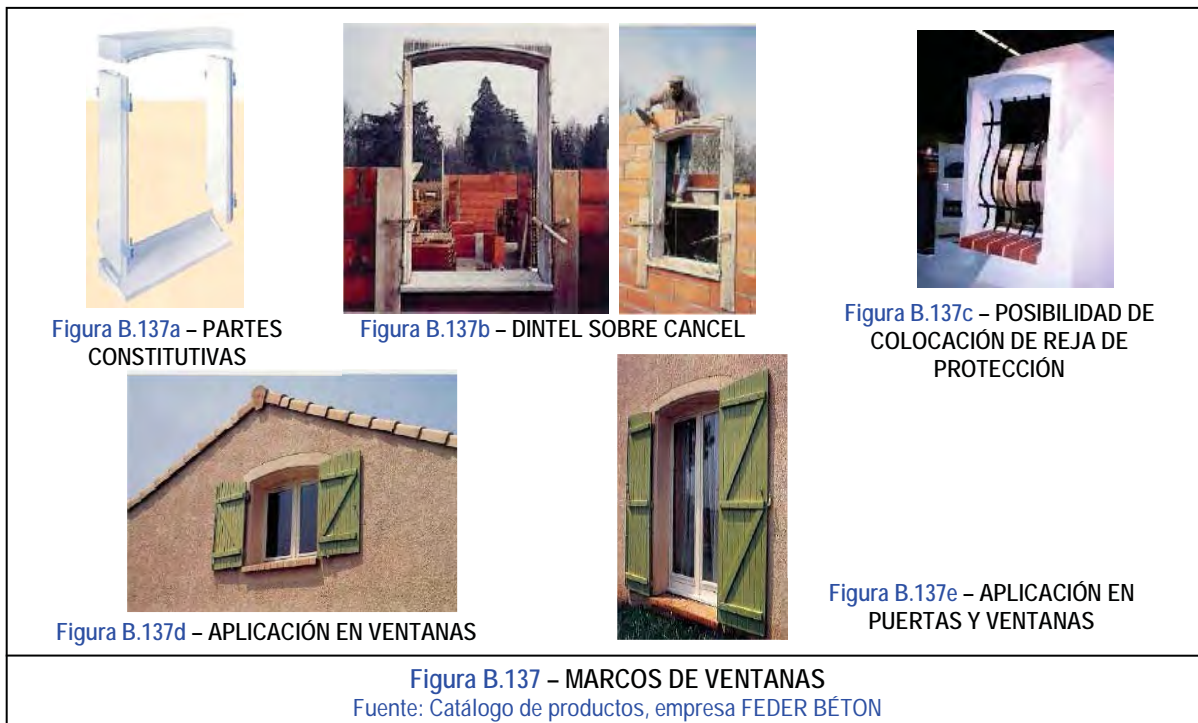
Fuente: Catálogo de productos, empresa GUIRAUD FRÈRES

9.- MARCOS DE VENTANAS

En vez de componentes separados colados independientemente o pensados para ensamblarse in situ existen opciones de fabricación de marcos de ventanas y puertas completos de diferentes materiales como el concreto armado (aunque resulta ser muy pesado y, por tanto, necesita montarse con equipo o en partes ensamblables) y el concreto reforzado con fibras cortas, el concreto polimérico, el acero o duraluminio, el plástico PVC resistente a los rayos ultravioleta, y la madera tratada cuya ligereza permite su manuportabilidad.

Para lograr la manuportabilidad de los marcos y para facilitar su fabricación en piezas lineales, se pueden descomponer en partes ensamblables a su colocación cuidando los niveles, los plomos y la escuadra, lo cual requiere de una mano de obra cuidadosa para tal efecto.

La siguiente figura **B.137** ejemplifica las características de esta opción:



Con esta opción no se logra garantizar la escuadra del marco de manera dada o sencilla. Para evitar perder la escuadra se pueden precolar partes con las esquinas premoldeadas como se muestra en la siguiente figura **B.138**.



La otra posibilidad es reducir las dimensiones de los marcos a dimensiones cuyo peso pueda permitir su manuportabilidad.

Se muestra en la siguiente figura **B.139** el empleo de marcos de concreto armado cuyo peso resultante restringe su gama de dimensiones principalmente si son manuportables, teniéndose que utilizar agrupados para la iluminación y ventilación de espacios amplios.

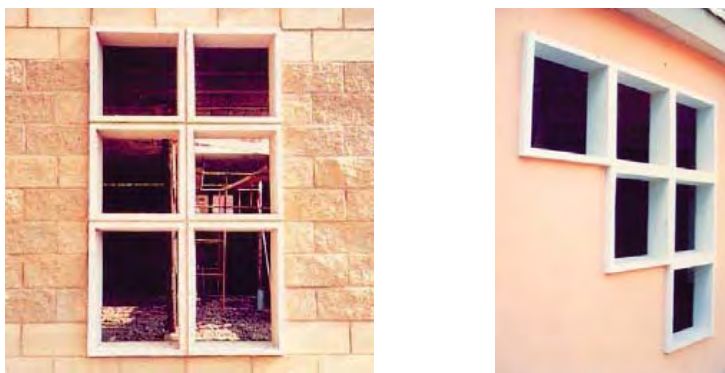


Figura B.139 – MARCOS DE CONCRETO ARMADO cuyas medidas máximas de fabricación pueden llegar a ser de 1.20 m x 1.20 m de 26 cm de ancho, 4 cm de espesor promedio y 59 kg. de peso, asentados con mortero de albañilería.
 Ref. Publicidad de la empresa Bettonglass, S.A.

Cuando se dispone de medios mecánicos de manipulación de materiales y componentes en obra puede eliminarse la condicionante de la manuportabilidad y pueden proponerse soluciones “pesadas pero integrales” como en este caso: *el uso de marco, ventana y postigos suministrados y montados en una sola operación* (Ver figura **B.140**)

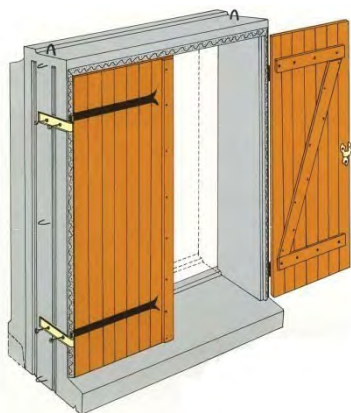


Figura B.140b – Para el montaje puede utilizarse una grúa, una máquina multifunciones o incluso un malacate plegable de dimensiones pequeñas.



Figura B.140c – Entrega programada y directa descargando sobre las losas para su colocación inmediata en el nivel requerido.



Figura B.140a – MARCO EN MONOBLOQUE que resuelve los recurrentes problemas ligados a la construcción de aberturas difíciles de realizar en obra.



Figura B.140d – Alineación, nivelación y ajuste durante el montaje.



Figura B.140e – Las piezas de mampostería se rematan contra el marco bordeándolo con una junta normal

Figura B.140 – MARCOS DE CONCRETO ARMADO EN MONOBLOQUE que incluye ventana, postigo y el marco mismo (que integra al repisón, al dintel y al escantillón en su diseño). Una manifestación de las ventajas de la mecanización de las obras es la posibilidad de aplicar soluciones como esta que reducen y simplifican operaciones y trabajos de obra.

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa FEDER BÉTON

El *marco para ventana* y, eventualmente para puertas exteriores, cubre de manera integrada la función de repisón, de jambas y de dintel o predintel asegurando la precisión dimensional y la escuadra requerida en la obra de albañilería para la fácil colocación de las ventanas. Funciona por tanto también como escantillón.

En los casos requeridos el marco sirve como apoyo resistente para la fijación de rejas de protección o de postigos.

Para su adecuado comportamiento y durabilidad debe tener integrados en su diseño geométrico las exigencias de norma que aseguran evitar la infiltración del agua de lluvia y la fijación protegida de las ventanas así como la protección a las fachadas exteriores contra el manchando por escurrimiento.

Adicionalmente, su superficie debe ser lisa, cerrada e impermeable para evitar la absorción en su masa. Por estar hecho de una sola pieza (monobloque) elimina el riesgo de infiltración por juntas y uniones.

Gracias a la esbeltez de secciones pueden lograrse marcos completos ligeros de diferentes materiales.

En las siguientes figuras se muestran ejemplos de marcos de ventana de diferentes materiales (concreto reforzado con fibras de vidrio, concreto polimérico, acero galvanizado y laqueado, PVC y madera) el cual puede tener un acabado con color integral (incluso empleando cemento blanco para casos en los que se especifique emplear un concreto arquitectónico.

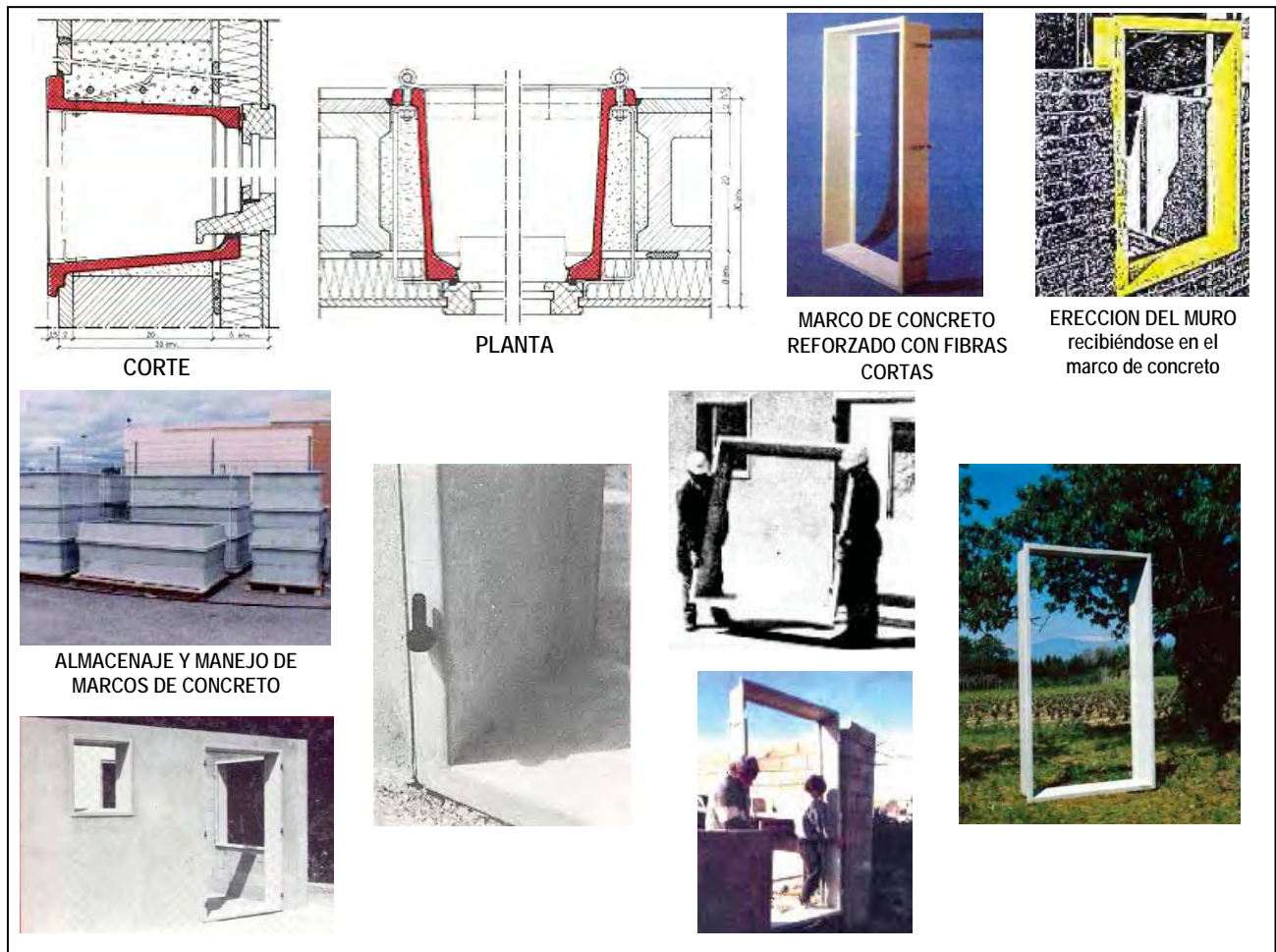


Figura B.141 – DISEÑO DE UN MARCO DE CONCRETO fabricado con fibras cortas, puede notarse el poco espesor y la ligereza que se obtiene así como formatos cuyo tamaño permite su utilización en cancelas exteriores.

Fuente: Producto MANUBAIE, PPB SARET

Esta solución evita el ajuste, el calafateo y el sellado entre los vanos de obra negra y las ventanas y cancelas.

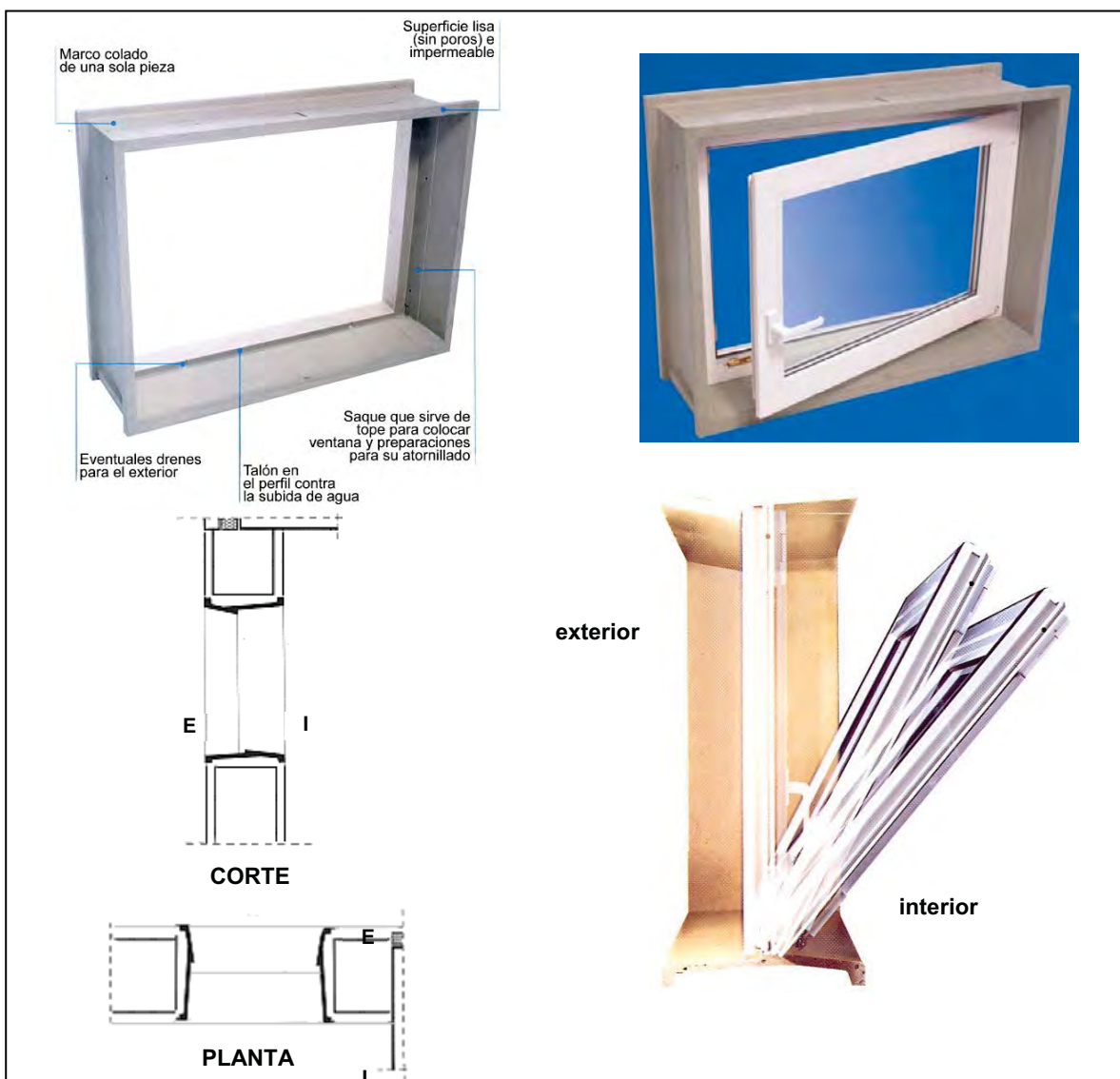


Figura B.142a – COLOCACIÓN DE VENTANA SOBRE MARCO PREFABRICADO: Se monta el manguete inferior de la ventana sobre el talón del marco desde el interior de la edificación. Antes de esta operación se coloca una tira sellante preformada autoadherible.

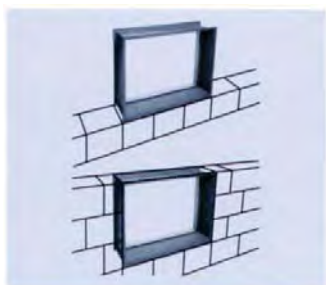


Figura B.142b – COLOCACIÓN DE MARCO EN MURO DE MAMPOSTERÍA

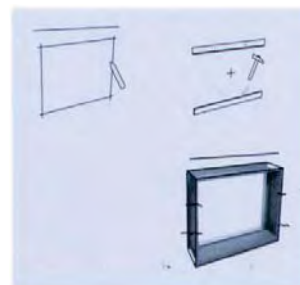


Figura B.142c – COLOCACIÓN DE MARCO EN MURO DE CONCRETO

Figura B.142 – MARCOS DE CONCRETO POLIMÉRICO

Fuente: Catálogos de Productos, empresas MEA, ACO, PRÉCADRES, POLYMER BÉTON HP1



Figura B.143a – MARCO DE PVC
 Fuente: Catálogo de Productos, Empresa PROFEX



Figura B.143b – MARCO DE MADERA TRATADA
 Fuente: Blocs 2B Lamellés Collés, Ingénierie et Construction



Figura B.143c – MARCO METÁLICO DE ACERO GALVANIZADO
 Fuente: Marcos Metálicos Marca MALEBRA

Figura B.143 – MARCOS DIVERSOS

10.- REMATES DE BARDAS Y PRETILES

Los *remates de bardas y pretiles* protegen sus enrasos y conllevan un gotero integrado para conducir el flujo del agua de lluvia fuera de la superficie de los muros. El material que, por su esbeltez, su ligereza, su costo y su disponibilidad puede emplearse más habitualmente, es el concreto reforzado con fibras cortas, aunque también pueden emplearse otros materiales como el concreto polimérico, el metal (acero galvanizado o duraluminio) y el PVC resistente a los rayos ultravioleta.

Las siguientes figuras muestran tanto los requisitos dimensionales mínimos a respetar como consideraciones actualizadas sobre su diseño, empleándose diversos materiales.

<p>Remate con una pendiente Remate de doble pendiente Remate redondeado</p>  <p>TIPOS DE REMATES</p>		
<p>Los remates protegen en los enrasos de muros contra la penetración del agua y de la contaminación conducida por la misma. Al igual que los repisones deben ser impermeables en su masa.</p>		
 <p>REMATES UTILIZADOS EN BARDAS</p>	 <p>TODOS LOS REMATES DEBEN TENER INTEGRADO SU GOTERO</p>	
 <p>EJEMPLO DE REMATES SOBRE PILASTRAS DE MURO</p>	 <p>REMATES DE DIFERENTES COLORES POSIBLES SOBRE BARDAS</p>	
<p>Figura B.144 – REMATES DE CONCRETO EN ENRASES DE BARDAS Fuente: Catálogo de Productos WESSER y (*) Guide Pratique des Produits en Béton pour la Maison Individuelle, CERIB, FIB, CIMBÉTON, 2005; p. 145</p>		

Los remates sobre bardas y sobre pretilos de concreto aparente hidrofugado (imitación piedra natural) son los más utilizados y comúnmente conocidos. Entre más largos sean menos juntas habrá y, por tanto, menos zonas con posibilidad de infiltración.

Pueden reforzarse con acero, con fibras cortas, con ambos o pueden hacerse eventualmente de ferrocemento.

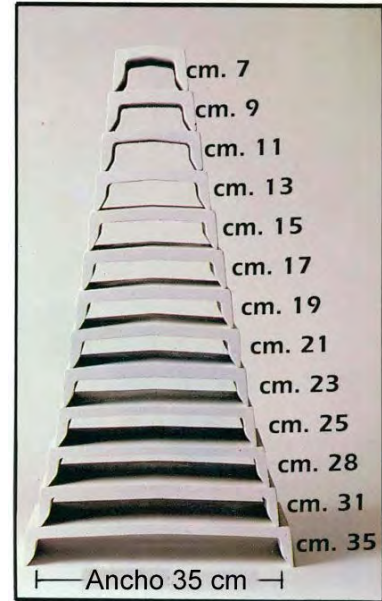
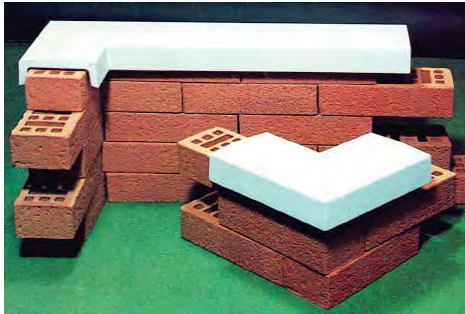
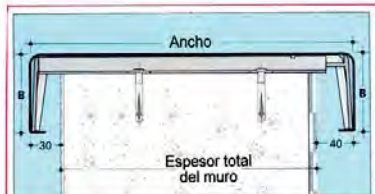


Figura B.145 – EJEMPLO DE GAMA DE REMATES DE BARDAS O DE PRETILES DE CONCRETO POLIMÉRICO

Fuente: Catálogo de productos, empresa EDILMARMO



- 1.- Soporte de fijación automática resistente a velocidades de viento de hasta 288 km/h
- 2.- Muesca de fijación
- 3.- Botón de accionamiento
- 4.- Fijación
- 5.- Pieza de unión acanalada
- 6.- Cubrejunta
- 7.- Repisón con los bordes redondeados



Figura B.146a – REMATE SIMÉTRICO

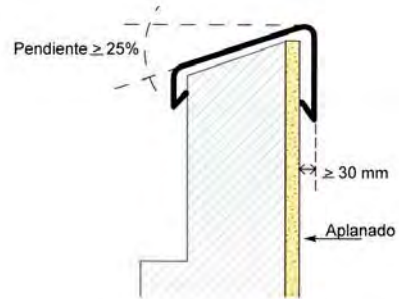


Figura B.146b – REMATE DE PRETIL. Se indican la pendiente hacia la azotea y no hacia la fachada y la separación mínima recomendable del gotero con respecto al muro.

Fuente: Salissures de Façade, Comment les Eviter? Guide Pratique CSTB, 2005, p. 37



Figura B.146c – REMATE DE PRETIL DE DURALUMINIO donde se busca ocultar el remate en el lado de la fachada.

Figura B.146 – DIFERENTES DISEÑOS DE REMATE METÁLICO

Fuente: Catálogo de productos, empresa DALLNET

En varios casos, para subsanar esta deficiencia cuando se desea, por motivos estéticos o por seguir evocando la tradición, se han utilizado piezas de pequeñas dimensiones sobre un flashing de plomo (empleado en el siglo XX) o de polietileno que asegure la estanqueidad. Otra solución con el mismo objetivo es la fabricación de piezas largas con imitación de ladrillo o piedra. Las siguientes figuras ejemplifican estas alternativas de solución.

Las soluciones antiguas eran poco efectivas para evitar la infiltración debido a que los remates estaban constituidos por piezas de pequeñas dimensiones con muchas juntas que se volvían, a través del tiempo, puntos débiles.

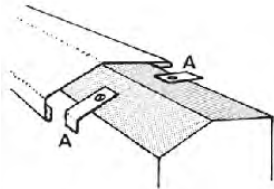


Figura B.147– GRAPAS DE FIJACIÓN OCULTAS PARA REMATES DE BARDA O DE PRETIL PARA EVITAR INFILTRACIONES

Fuente: DICOBAT, Jean de VIGAN, Edit. Arcature, 1993; p. 53

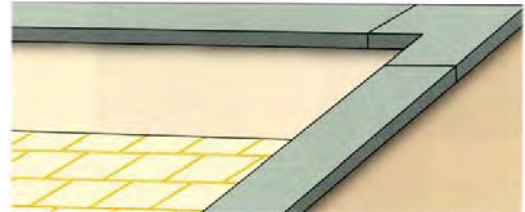
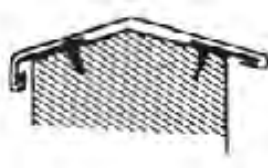


Figura B.148 – PRETIL CON REPISÓN QUE INCLUYE PIEZAS ESPECIALES DE ESQUINA

Fuente: Salissures de façade, Comment les éviter? Guide pratique CSTB, 2005, p. 37

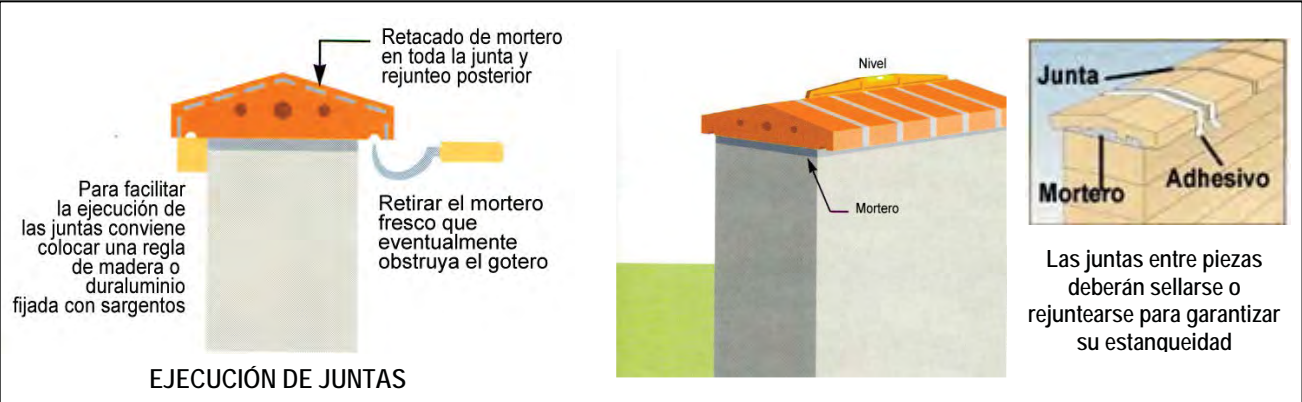


Figura B.149 – REMATES DE BARDA O DE PRETILES a base de piezas pequeñas de barro recocido extruido (cerámica) y especificaciones de colocación

Fuente: Catálogo de productos PACEMA

Se pueden también fabricar en formatos grandes para simplificar su colocación y reducir sus juntas.



Figura B.150 – REMATES DE BARRO RECOCIDO EXTRUIDO unidos en fábrica para su colocación en grandes formatos y menos juntas.

Fuente: Catálogo de Productos PACEMA

Todas las piezas de protección (repisones, goteros y remates) para ser efectivas, deben cumplir con las siguientes características:

- superficie lisa e impermeable para evitar la absorción y la suciedad, gotero de dimensiones suficientes y separación conveniente con respecto a los muros que protegen,
- mínima cantidad de juntas, lo cual implica el uso de piezas lo más largas posible,
- eliminación de fijaciones aparentes o, en su caso, aseguramiento de su estanqueidad (ver figuras **B.145**, **B.146** y **3.147**).
- resistencia mecánica suficiente para soportar el peso de una persona,
- fijación suficiente para evitar su desprendimiento con la acción del viento (fijación mecánica con mortero a base de cemento-arena tipo-1 o con sellador adherente),
- todos los materiales empleados, incluyendo los de fijación (grapas ocultas para remates de barda o de pretil para evitar infiltraciones) deberán ser resistentes a la oxidación para asegurar su durabilidad aún bajo condiciones de intemperie severas,
- en su colocación es importante verificar la nivelación y el alineado longitudinal de las piezas con la ayuda de un hilo o una niveleta y el respeto de la adecuada pendiente de desagüe así como la distancia del gotero con respecto al paño del muro y el retiro del mortero que eventualmente lo esté obstruyendo,
- empleo de piezas de remate especiales en esquinas y en uniones (en te y en cruz) evitando con ello juntas deficientes y a 45° por donde se infiltre el agua,
- en el caso de repisones, es importante considerar el empotramiento de los extremos de estas piezas en los muros laterales (aunque ello genera un trabajo de rotura de la mampostería y un resane) o un sellado adecuado de la unión muro-repición donde se puede incluir la colocación de un ángulo de aluminio que funcione como pequeño tapajuntas e impida la infiltración puntual.

Cuando el repisón forma parte de un marco de concreto, donde por geometría esta condición desaparece, no es necesario tomar estas disposiciones.

- Los repisones y remates metálicos tienen como inconveniente potencial el ruido que se da, durante una lluvia, cuando los chorros de agua golpean la superficie del metal provocando un efecto de tambor.

Para evitar este ruido es necesario rellenar con poliuretano inyectado el hueco que quede entre el enrase del apoyo y el repisón o el remate.

Tanto los repisones como los remates están normalizados (por normas NF de Francia y BS del Reino Unido). Las normas son una referencia fundamental para lograr la calidad de desempeño de estos componentes.

11.- VIGUETAS

Las *losas a base de viguetas y bovedillas* son cada vez más utilizadas en la construcción de vivienda y en otros géneros de edificios.

Para las *losas de entrepiso y de azotea*, las soluciones más utilizadas son: La losa maciza de concreto armado (empleada más por unificación de sistema constructivo con los muros de concreto o por tradición que por una búsqueda de economía y productividad) y las *losas de vigueta y bovedilla* con variantes en su tipología.

Las *prelosas*, por no estar generalizada la mecanización en las obras de vivienda, son muy poco utilizadas pero pueden ser una opción competitiva. Las losas alveolares tampoco son utilizadas por la misma razón.

Hay dos tipos comúnmente utilizados de viguetas: Las viguetas de alma llena de concreto presforzado (por pretensión) y las viguetas de alma abierta armadas con una armadura electrosoldada y un patín inferior de concreto.



CARGA Y TRANSPORTE DE VIGUETAS PRESFORZADAS

Fuente: Planchers en Béton à Poutrelles Préfabriquées - dossier Technique 26 CSTB, 1987; p.25



Figura B.151a – VIGUETAS PRESFORZADAS DE CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO MANUPORTABLES para losas de entrepiso y cubiertas con capa de compresión colada en el sitio cuya alta resistencia permite mayores claros sin sobrepeso para la estructura.

Fuente: Revista Le Moniteur, Sept. 1999, p. 101 y Catálogo de productos, empresa FEDER BÉTON y P.P.B.

En este caso, las viguetas están fabricadas con concreto de alto desempeño (30% menos de volumen) con contraflecha mínima lográndose una gran ligereza para su manipulación sin necesidad de medios mecánicos.

Carca y Transporte de Viguetas Presforzadas

CORRECTO
Tiras de madera sobrepuestas y alineadas

PROHIBIDO
Tiras de madera no alineadas

Figura B.151b – CONSIGNAS DE ALMACENAJE Y MANIPULACIÓN DE VIGUETAS PRESFORZADAS
Fuente: Constructeur Bâtiment Technologie, Tome-2, H. RENAUD, Foucher, 1989.

Para una mayor adherencia con la capa de compresión existen diseños de viguetas con alma ondulada o estriada en su parte superior o con alma dentada (Ver figura 3.475).

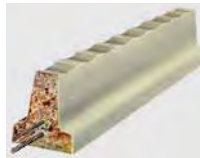


Figura B.152a – EJEMPLOS DE VIGUETAS DE ALMA ONDULADA
Fuente: Catálogo de productos, empresa RECTOR

Figura B.152b – EJEMPLOS DE VIGUETA DE ALMA DENTADA

El empleo de medios de apuntalamiento de resistencia conocida y de instalación y retiro sencillos y rápidos influye notablemente en la productividad.

Las viguetas presforzadas pueden ser de dos tipos: La autoresistente y la semiresistente. Las *viguetas autoresistentes* cubren claros de hasta 4.00 m sin necesidad de apuntalamiento en el centro del claro si se emplean bovedillas de poliestireno expandido. Las *viguetas semiresistentes* y las *viguetas de alma abierta* necesitan apuntalarse al centro del claro o a los 2/5 extremos del claro en los casos de claros mayores a 6.00 m.

En el caso de las viguetas de alma abierta, el apuntalamiento deberá posicionarse antes de su colocación previendo una contraflecha de $L/400$.

Las viguetas presforzadas semiresistentes deben colocarse antes del apuntalamiento el cual se ajustará al lecho bajo del patín de las viguetas sin ejercer presión hacia arriba y a una altura que permita igualar las contraflechas de todas las viguetas de la losa.

El apuntalamiento quedará posicionado y recibiendo a las viguetas apoyadas antes de la colocación de las bovedillas.

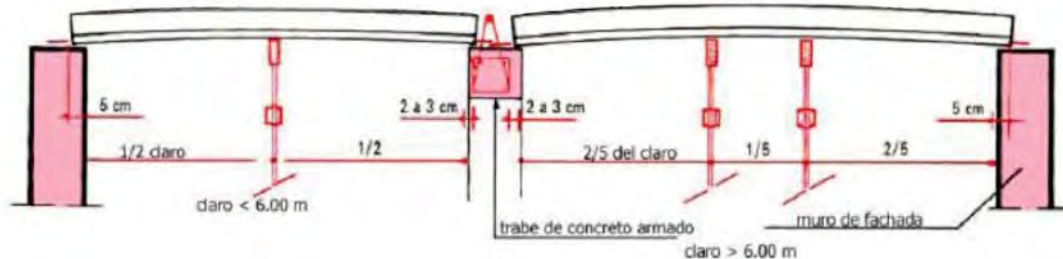


Figura B.153 – APUNTAMIENTO DE VIGUETAS PRESFORZADAS SEMIRESISTENTES (Y DE ALMA ABIERTA)
Fuente: Constructeur bâtiment, technologie Tome-2, Henri RENAUD, Foucher, 1989; p.112

Como detalles complementarios a cuidar en el proceso de apuntalamiento están: la colocación sobre rastras que sirven para la repartición de las cargas en el caso de suelo compresible y apoyo transmitido a varios pisos (ver figura B.154 a, b y c).



Fig. B.154a – Apuntalamiento sobre suelo sin losa o firme

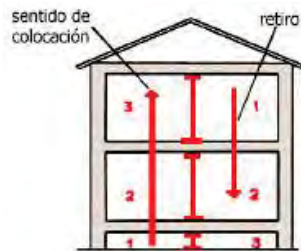
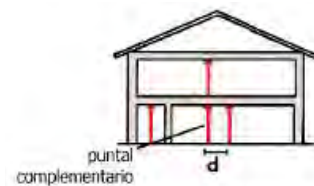


Fig. B.154b – Secuencia de apuntalamiento y desapuntalamiento en construcciones de varios pisos



se requiere un puntal complementario en todos los casos en los que d sea superior a 40 cm

Fig. B.154c – Apuntalamiento desfasado en caso de más de un nivel

Figura B.154 – PROCESO DE APUNTAMIENTO Y DESAPUNTAMIENTO
Ref. Constructeur bâtiment, Technologie Tome-2, H. RENAUD, Foucher, 1989; p.112

Otra consigna importante es la obligación de ir vaciando el concreto de la capa de compresión sin concentrar el vaciado y el peso correspondiente sobre las viguetas (no sobre las bovedillas) e ir esparciendo y cubriendo las bovedillas posteriormente al avance.



Figura B.155 – VACIADO DEL CONCRETO SOBRE LAS VIGUETAS (No sobre las bovedillas)
Ref. Manual de aligeramiento de estructuras ANAPE (Asociación Nacional de Poliestireno Expandido)- España - p. 90
Art. 4.2.2.3.63

La calidad en el empleo de las viguetas requiere tomar en cuenta varios detalles tipificados para lograr su buen comportamiento y el mejor aprovechamiento de sus ventajas potenciales.

El primer aspecto a cuidar es el control de su contraflecha como se indica en la siguiente figura **B.156**.

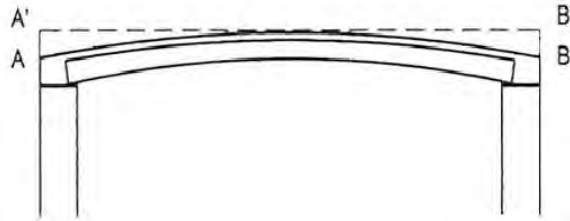


Figura B.156 – CONTRAFLECHA – No debe exceder $L/300$ y no debe haber diferencias de contraflechas entre viguetas superiores a $\pm L/1000$, para evitar sobreespesores de capa de compresión y en los recubrimientos de yeso o mortero en plafones. Fuente: *Cálculo, Construcción, Patología y Rehabilitación de Forjados de Edificación 5ª. Edición*, Autor: J. Calavera, Edit. Intemac, 2002 – p. 398

Otro detalle importante a cuidar son los apoyos de las viguetas sobre muros de mampostería y sobre muros de concreto, los cuales se indican a continuación verificando que el enrase de los muros esté a nivel para el logro de un apoyo sin apuntalamiento extra en los extremos de las viguetas.

Longitud mínima de apoyo de viguetas

La Norma Europea vigente (1) distingue dos tipos de apoyos: El apoyo directo y apoyo indirecto.

La siguiente figura muestra las longitudes mínimas de apoyo directo.

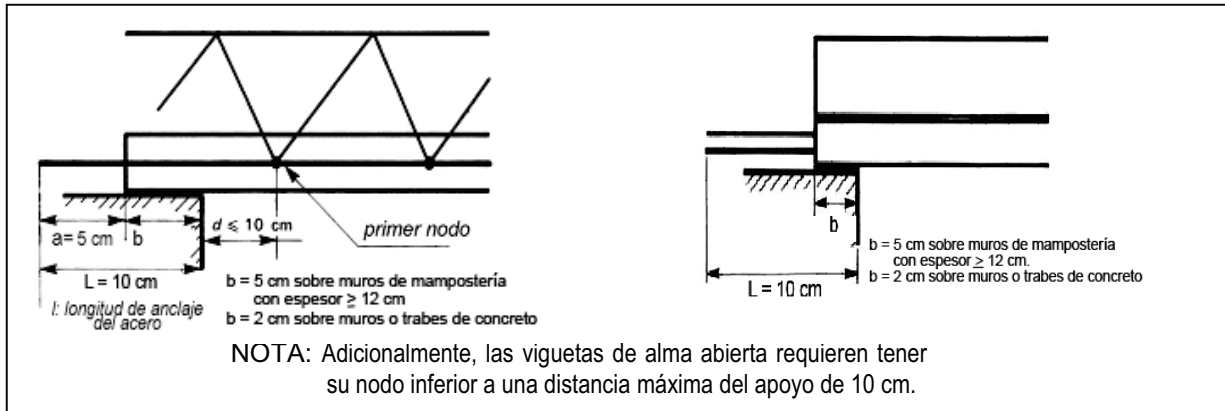


Figura B.157a – DISPOSICIONES PARA UN APOYO DIRECTO DE VIGUETAS SOBRE MUROS DE MAMPOSTERÍA Y DE CONCRETO NIVELADOS EN SUS ENRASES

En los casos en los que las viguetas no tengan armado saliente de espera, el apoyo deberá incrementarse a 6 cm como mínimo sobre muros de mampostería

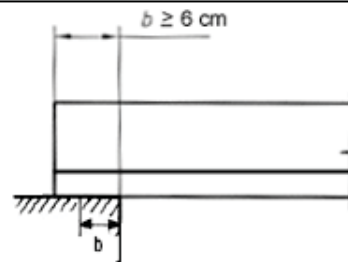
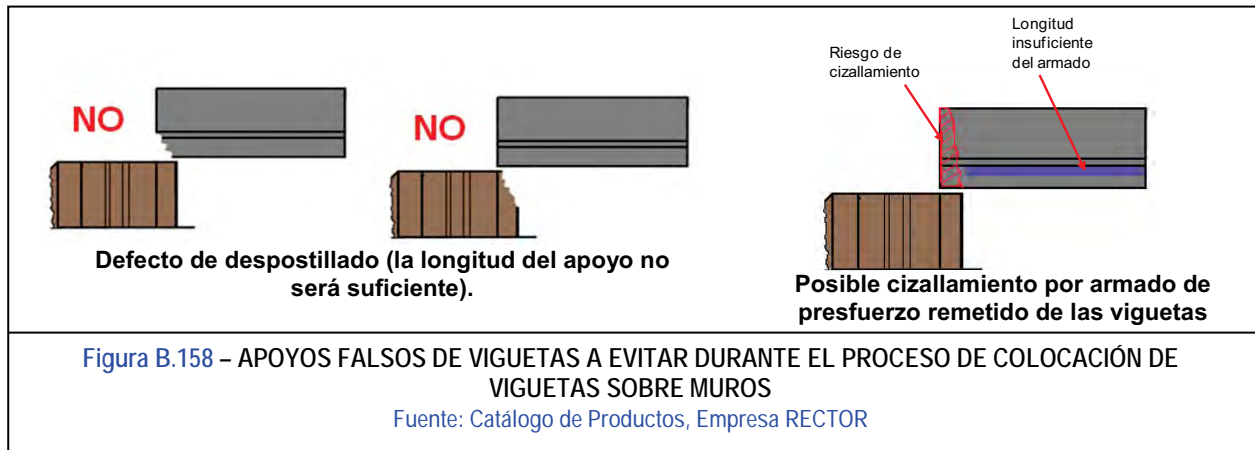


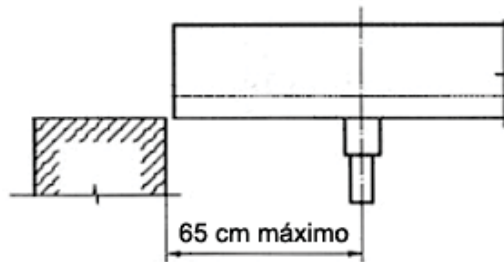
Figura B.157b – VIGUETA SIN ARMADO SALIENTE

Figura B.157 – APOYOS MÍNIMOS DE VIGUETAS SOBRE MUROS Y TRABES
Ref. EN 15037-1 Productos Prefabricados de Hormigón – Sistemas de Forjado de Vigueta y Bovedilla
Parte 1: Viguetas, 2010; p.42

Es importante revisar el apoyo franco de la vigueta cuidando que no se den los casos probables de la figura B.158 siguiente:



Cuando las longitudes de apoyo indicadas en la figura B.156 no se respeten se deberán adoptar las disposiciones indicadas en la figura B.158 siguiente.



Nota: La vigueta puede tener un armado saliente

Figura B.159 – APUNTALAMIENTO LINEAL DE VIGUETAS EN BORDE
Ref. EN 15037-1 Productos Prefabricados de Hormigón – Sistemas de Forjado de Vigueta y Bovedilla
Parte 1: Viguetas, 2010; p.43

En los casos en los que los muros no estén bien enrasados a nivel se necesita colocar largueros de apoyo y, en los casos en los que el apoyo de las viguetas sobre los muros no cumpla con lo especificado, se requiere colocar largueros y puntales para dar el nivel requerido.

Cuando no se cumplan las condiciones mínimas de apoyo directo se tiene que colocar un refuerzo adicional.

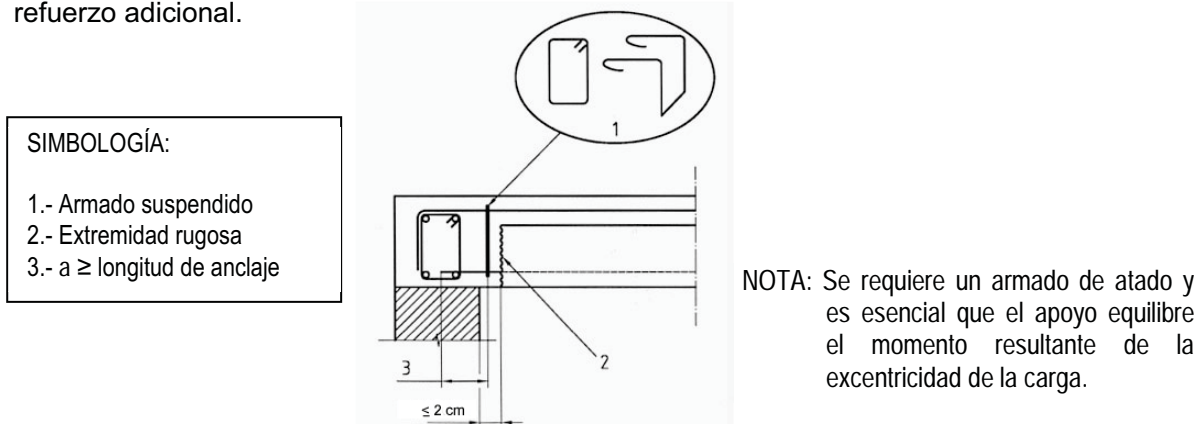
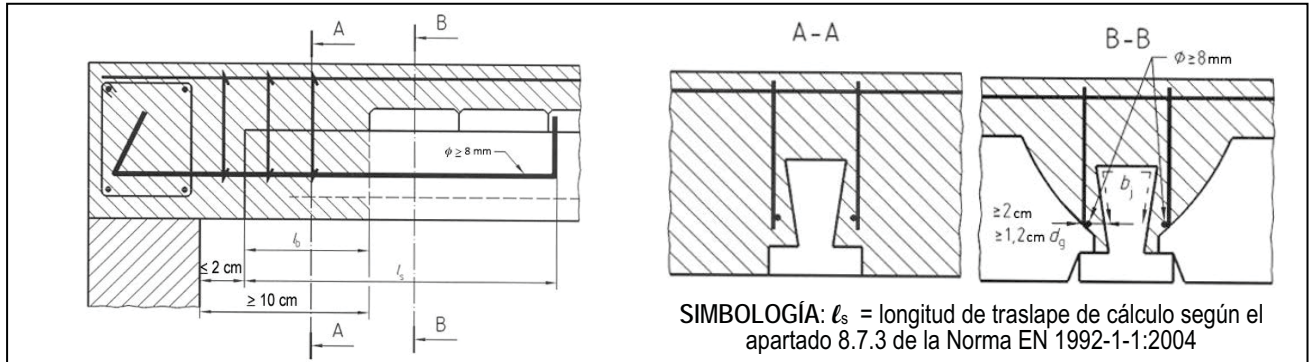


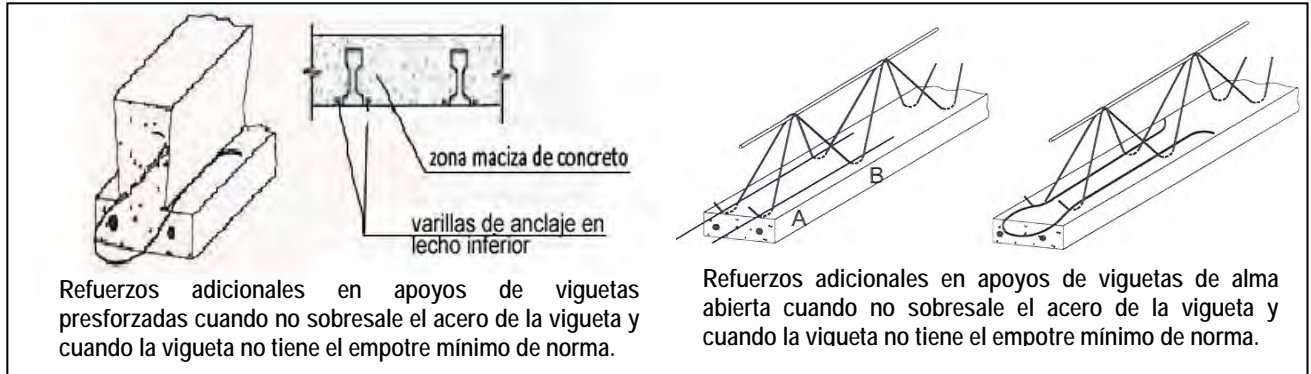
Figura B.160a – APOYO INDIRECTO DE VIGUETAS – CASO CON ARMADO SALIENTE (PRINCIPIO)
Ref. EN 15037-1 Productos prefabricados de hormigón – Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla
Parte 1: Viguetas, 2010; p.43



SIMBOLOGÍA: ℓ_s = longitud de traslape de cálculo según el apartado 8.7.3 de la Norma EN 1992-1-1:2004

Figura B.160b – APOYO INDIRECTO DE VIGUETAS – CASO SIN ARMADO SALIENTE (Principio)

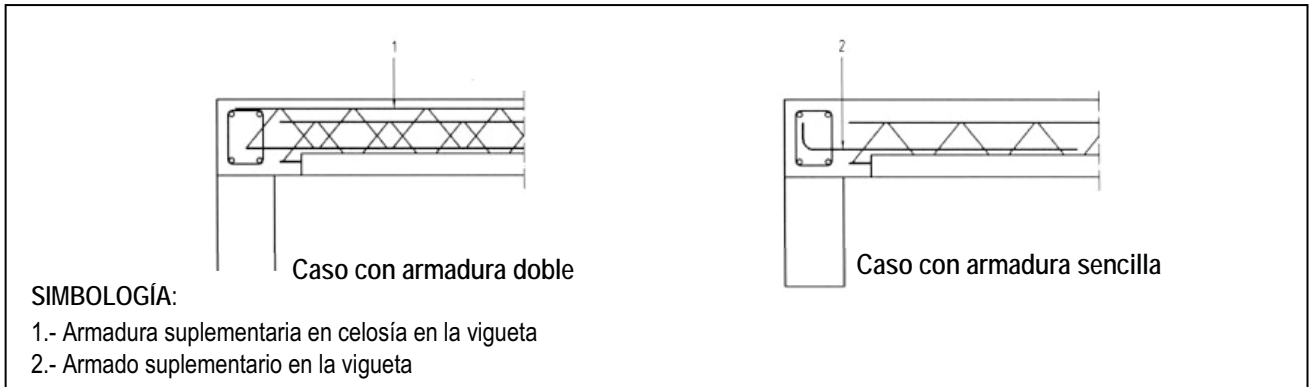
Ref. EN 15037-1 Productos Prefabricados de Hormigón – Sistemas de Forjado de Vigueta y Bovedilla
 Parte 1: Viguetas, 2010; p. 45



Refuerzos adicionales en apoyos de viguetas presforzadas cuando no sobresale el acero de la vigueta y cuando la vigueta no tiene el empotre mínimo de norma.

Refuerzos adicionales en apoyos de viguetas de alma abierta cuando no sobresale el acero de la vigueta y cuando la vigueta no tiene el empotre mínimo de norma.

Figura B.160c – REFUERZO ADICIONAL DE VIGUETAS PARA CONDICIONES DE APOYO REDUCIDAS - Fuente: Cálculo, Construcción Patología y Rehabilitación de forjados de Edificación, Autor: J. CALAVERA, Edit. INTEMAC – 5ª. Edición, 2002; p. 383 y 479



SIMBOLOGÍA:

- 1.- Armadura suplementaria en celosía en la vigueta
- 2.- Armado suplementario en la vigueta

Figura B.161a – APOYO INDIRECTO DE VIGUETAS – CASO CON ARMADURA EN CELOSÍA O ARMADO

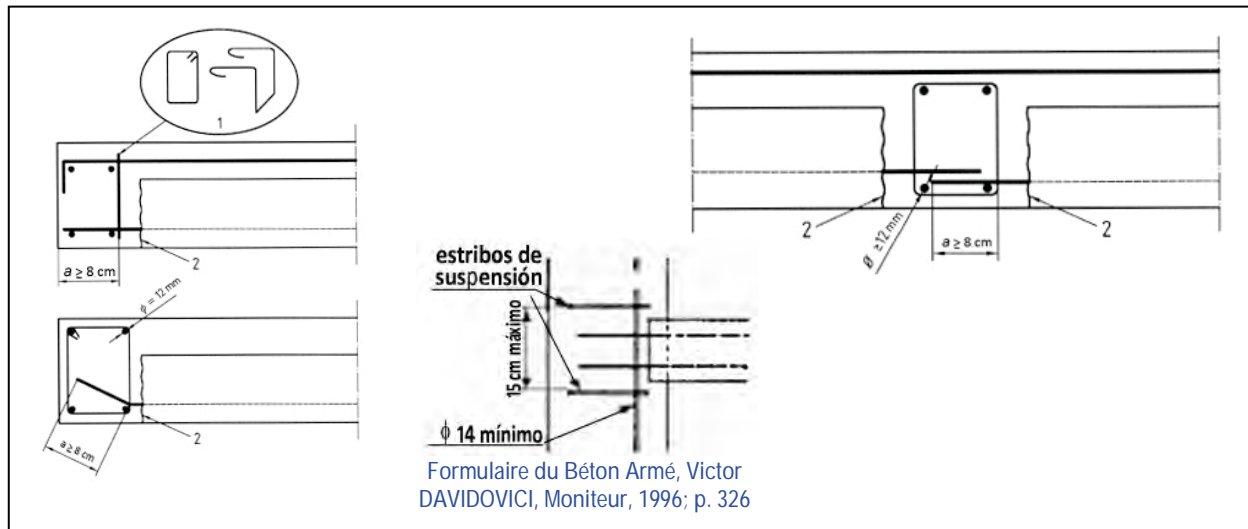
Ref. EN 15037-1 Productos Prefabricados de Hormigón – Sistemas de Forjado de Vigueta y Bovedilla - Parte 1: Viguetas, 2010; p. 44

Nótese que el acero de refuerzo que absorbe el cortante del apoyo, conjuntamente con el capitel macizo de concreto que se forma en la zona, va colocado justo sobre el patín inferior de la vigueta para evitar el desgarramiento del alma si se pusiera dicho refuerzo en la parte superior.

Los apoyos de viguetas con armado saliente sobre muros medianeros de mampostería de 10 cm de espesor, por no poder cumplir con la longitud mínima de 5 cm ni de 6 cm en el caso de viguetas sin armado saliente y los apoyos de viguetas sin armado saliente sobre muros medianeros de mampostería de 12 cm de espesor, deberán considerarse como apoyos indirectos con el armado consecuente,

En los casos de apoyo de viguetas sobre traves portantes de concreto armado de peralte mayor al de la losa completa, la entrega mínima es de 2 cm y de 10 cm. el anclaje de su acero. En muchos casos se busca que las traves tengan el mismo espesor que la losa de vigueta y bovedilla con capa de compresión para evitar que las traves sobresalgan por debajo del techo; para tal efecto, se incluyen los detalles tipo con la disposición del acero de refuerzo a considerar.

Para el posicionamiento del refuerzo inferior de las viguetas, el cual puede ser el acero de presfuerzo sobresalido de las viguetas presforzadas, el acero salido del patín de las viguetas reforzadas de alma abierta o el acero adicional que se coloque en los costados del alma de las viguetas (sobre el patín inferior), conviene utilizar estribos adicionales "llamados de suspensión" con la geometría indicada en esta figura, los cuales deben tomarse en cuenta para resistir la totalidad de la carga transmitida por la vigueta.



NOTA: Si la separación entre estribos es superior a 15 cm, se deberían añadir armados suspendidos adicionales en el interior de la trabe embebida.

SIMBOLOGÍA:

- 1. Estribo utilizado como armado de suspensión
- 2. Extremo rugoso

Figura B.161b – APOYO EN TRAVES EMBEBIDAS EN EL ESPESOR DE LA LOSA – Viguetas con armado saliente (principio)
Ref. EN 15037-1 Productos prefabricados de hormigón – Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla
Parte 1: Viguetas, 2010; p. 47

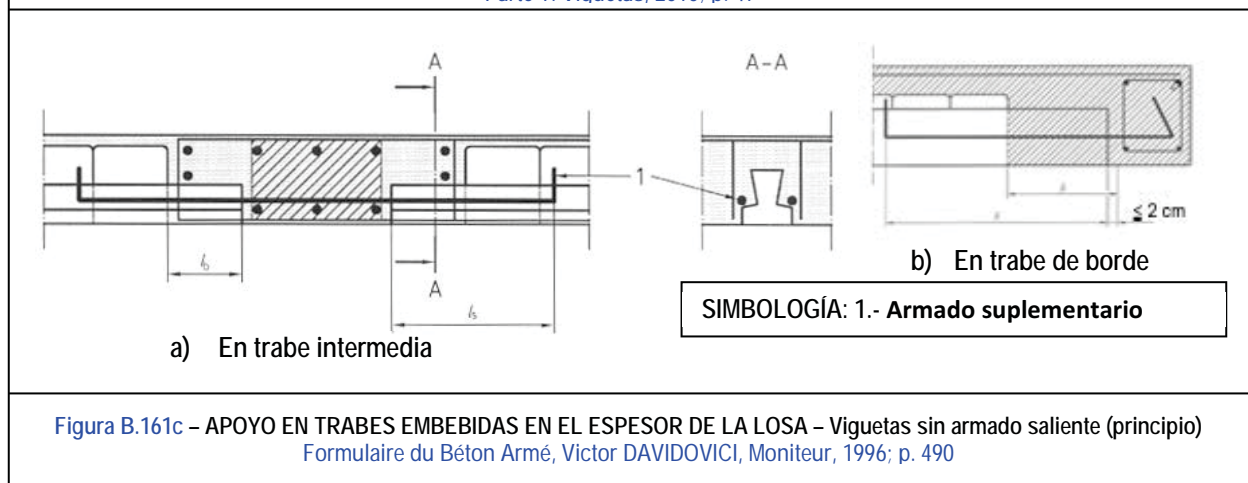


Figura B.161c – APOYO EN TRAVES EMBEBIDAS EN EL ESPESOR DE LA LOSA – Viguetas sin armado saliente (principio)
Formulaire du Béton Armé, Victor DAVIDOVICI, Moniteur, 1996; p. 490

Figura B.161 – APOYOS DE VIGUETAS EN TRAVES DEL MISMO ESPESOR QUE EL DEL SISTEMA DE VIGUETA, BOVEDILLA Y CAPA DE COMPRESIÓN

Hay detalles tipificados para solucionar situaciones recurrentes de pasos en losas para ductos, tiros, tragaluces o cubos de escalera y hay casos en los que es necesario transmitirle cargas puntuales o lineales a las losas donde lo más común son las de muros que por distribución arquitectónica se requieren.

La siguiente figura **B.162** nos muestra el detalle de referencia para pasos en las losas.

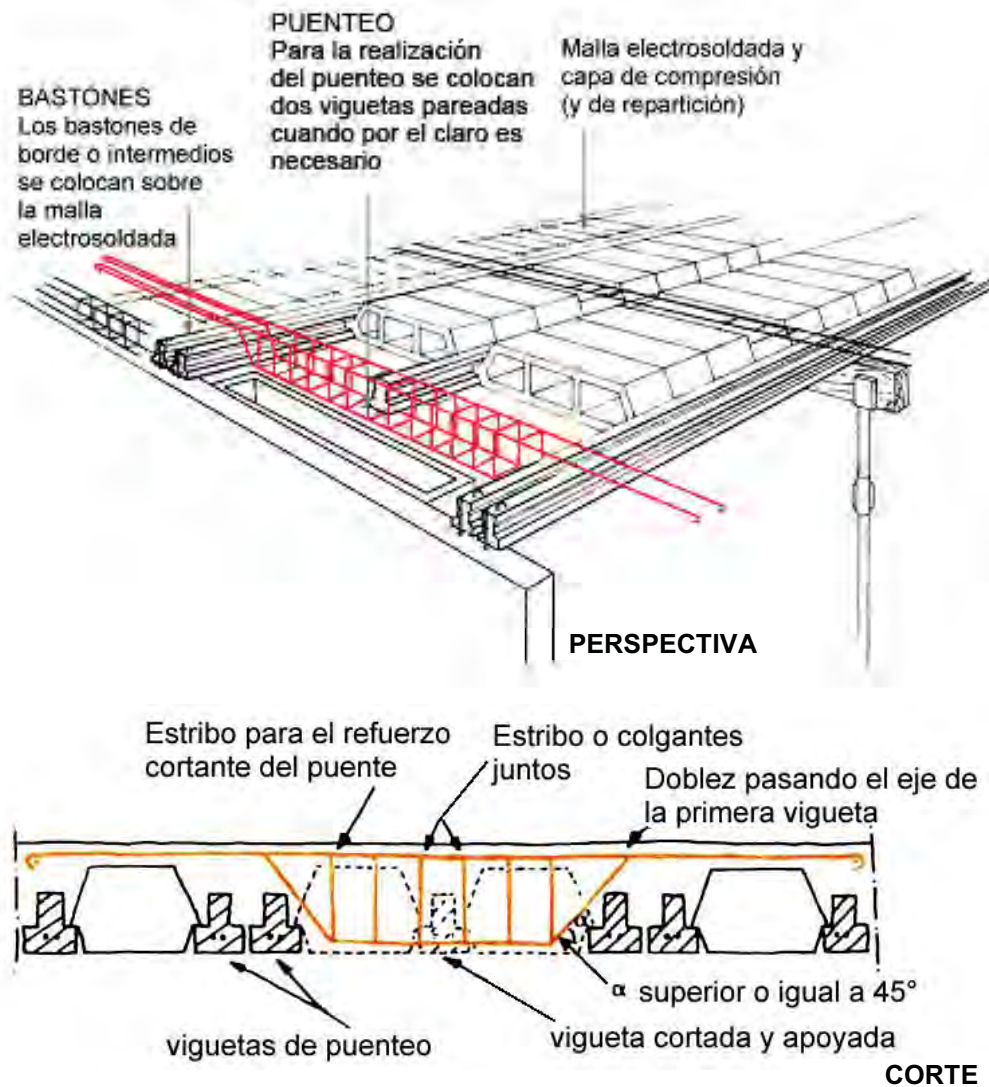


Figura B.162 – PUENTE PARA EL PASO DE DUCTOS O HUECOS

Fuente: Planchers en Béton à Poutrelles Préfabriquées, Dossier Technique No.26 – Collection Artisanat CSTB, 1987; p. 52

Las cargas transmitidas por los puentes son tomadas por las viguetas situadas en ambos lados extremos del hueco.

Los puentes deben tener un armado superior prolongado en ambos extremos del hueco hasta la vigueta siguiente.

Las viguetas cortadas por el hueco deben apoyarse en los puentes colados en obra para que la viguetas no penetren en los apoyos (caso de apoyos sobre las traveses que no tienen un sobreperalte hacia abajo).

Para la utilización de viguetas en cubiertas inclinadas, las especificaciones europeas limitan su empleo a pendientes del 40% en el caso de colocación paralela a la línea de pendiente, sobre todo cuando se utilizan bovedillas de concreto por el peso mayor que tienen con respecto a las bovedillas de poliestireno expandido, y del 30% en el caso de colocación perpendicular a la línea de pendiente.

Adicionalmente las viguetas colocadas en el sentido paralelo a la línea de pendiente requieren de un tope de extremo forjado en el enrase del muro de apoyo (ver figura B.163).

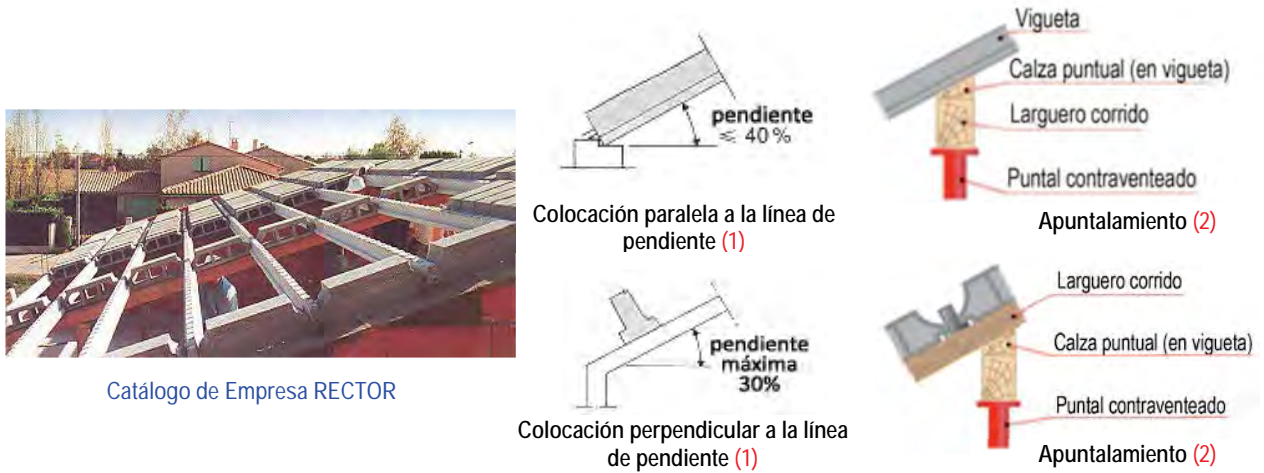


Figura B.163 – REQUISITOS DE EMPLEO DE VIGUETAS PRESFORZADAS EN CUBIERTAS INCLINADAS

Fuente: (1) Catálogo de Empresa RECTOR y (2) Guide Pratique des Produits en Béton pour la Maison Individuelle, CERIB, FIB, CIMBÉTON, 2005; p.56

Por lo que respecta a las previsiones a tomar para recibir cargas puntuales o lineales, en vez de colocar una trabe de concreto armado de mayor peralte al espesor de la losa con el costo y tiempo adicional de cimbrado así como con la antiestética apariencia del techo consecuente, se colocan dos o tres viguetas juntas para recibir la carga en su sentido paralelo o colocando bovedillas de menor peralte para alojar una trabe ahogada dentro del espesor de la losa como se muestra en las figuras siguientes:

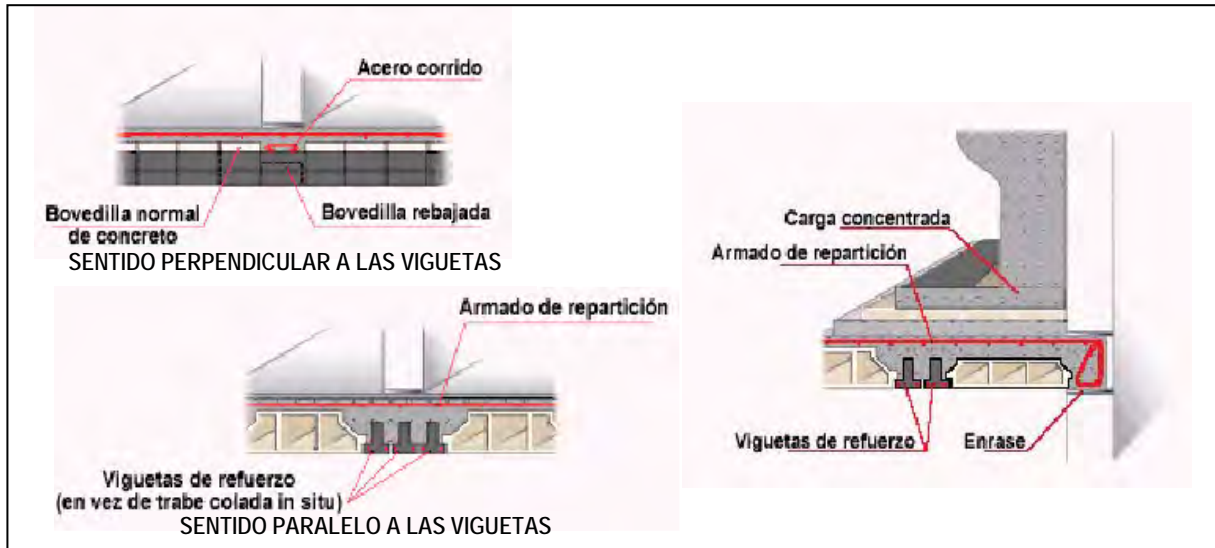


Figura B.164 – SOLUCIONES DE REFUERZO CON VIGUETAS PARA SOBRECARGAS LONGITUDINALES O PUNTUALES

Fuente: Guide Pratique des Produits en Béton pour la Maison Individuelle, CERIB, FIB, CIMBÉTON, 2005; p.56

Un detalle importante de mejora en el diseño de las viguetas presforzadas está en el estandarizar la geometría de la parte superior de sus patines “haciéndola horizontal” con objeto de lograr una total intercambiabilidad de todo tipo de bovedillas para todas las marcas y tipos de viguetas (incluyendo las de concreto reforzado de alma abierta).



Algunos proyectos en su forma y estructura tienen consideradas losas en cantiliver, siendo los casos más frecuentes los de balcones y marquesinas.

Para estos casos pueden utilizarse losas macizas o losas a base de viguetas (de alma abierta o presforzadas) y bovedillas de diferentes materiales y espesores.

Este caso (relativamente común) puede presentar problemas por una disposición incorrecta (ver figura a) ya que la varilla tensada ACB doblada en C y D tenderá a tomar una forma rectilínea bajo el efecto de las fuerzas de tracción a las que esté sometida.

La composición de estas fuerzas da un empuje en falso en C que no está equilibrado ni por el concreto ni por las varillas ancladas, contrariamente a lo que pasa en el punto D.

Esta disposición puede eventualmente mejorarse colocando anclas (a) ahogadas en la trabe o cadena perimetral.

La disposición de la Figura (b) es la correcta ya que los armados del balcón se retoman con bastones anclados en la losa.

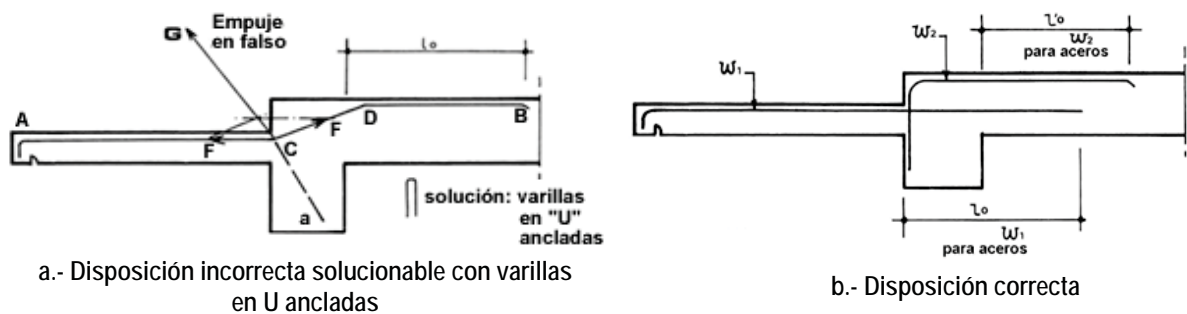


Figura B.167-A – ACERO DE LOSA EN CANTILIVER trabajando a tensión en un cambio de nivel al realizar un balcón – Caso de losa maciza de concreto armado

Fuente: Les Désordres dan les Ouvrages de Bâtiment, de la Prévention des Vices à la Résolution des Litiges, Tome-5, 10/7 Désordres Relatifs aux Structures, Édité. WEKA – Parte 10, Cap. 7.4.4.8; p. 30

Este caso es muy semejante al de un cambio de sección de una trabe (que puede ser una trabe perimetral del balcón).

En este caso los esfuerzos pueden ser importantes y es prácticamente imposible arreglar un mal posicionamiento indicado en la figura (A) del acero después de su ejecución (a menos que se demuela).

Los empujes en falso pueden ser considerables si el cambio de secciones es importante. En este caso se deberá igualmente verificar la unión con la(s) columna(s) o muro(s).

La disposición correcta debe asegurar el anclaje satisfactorio de los bastones en ambos lados de la sección de apoyo.

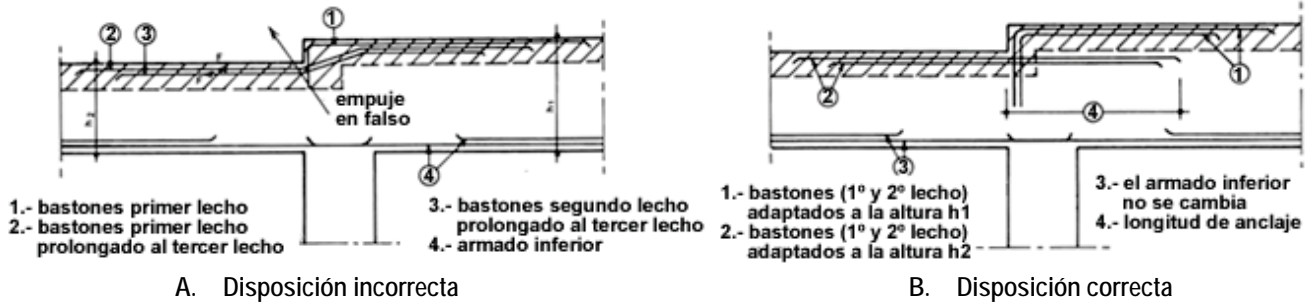
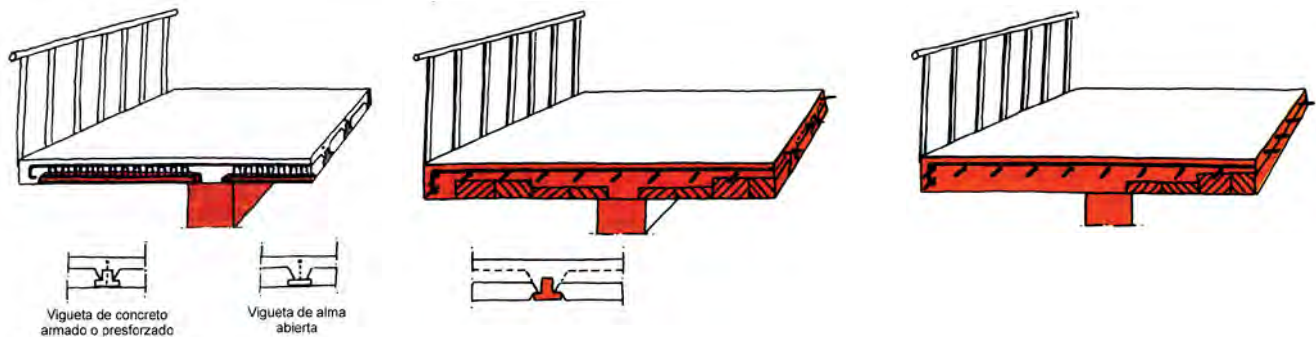


Figura B.167-B – CASO DE CAMBIO DE SECCIÓN DE UNA TRABE

Fuente: Les Désordres dan les Ouvrages de Bâtiment, de la Prévention des Vices à la Résolution des Litiges, Tome-5, 10/7 Désordres Relatifs aux Structures, Édité. WEKA – Parte 10, Cap. 7.4.4.8; p. 31

Cantiliver perpendicular a las viguetas

En el caso de voladizos perpendiculares a las viguetas hay que cuidar el realizar con toda seguridad el equilibrio estático del sistema y la transición de los esfuerzos de compresión del otro lado del apoyo previendo franjas macizas de concreto y el armado necesario, para tal efecto es importante la ejecución de un cálculo detallado.



Primer caso: Viguetas cortas que participan en la resistencia del volado

Estas viguetas están obligatoriamente colocadas en la prolongación de las viguetas de la losa, dejando entre sus extremos un espacio suficiente para que los esfuerzos de compresión puedan transmitirse por el concreto.

Segundo caso: Viguetas cortas utilizadas como cimbras perdidas.

La resistencia del cantiliver se asegura por la losa armada colada en obra.

Generalmente se prevén bovedillas de altura variable y si es necesario, una franja de concreto colado en obra.

Una franja de bastones superiores de armado se reparte en separaciones uniformes.

Tercer caso: Del cantiliver constituido por una losa maciza de concreto armado colada in situ.

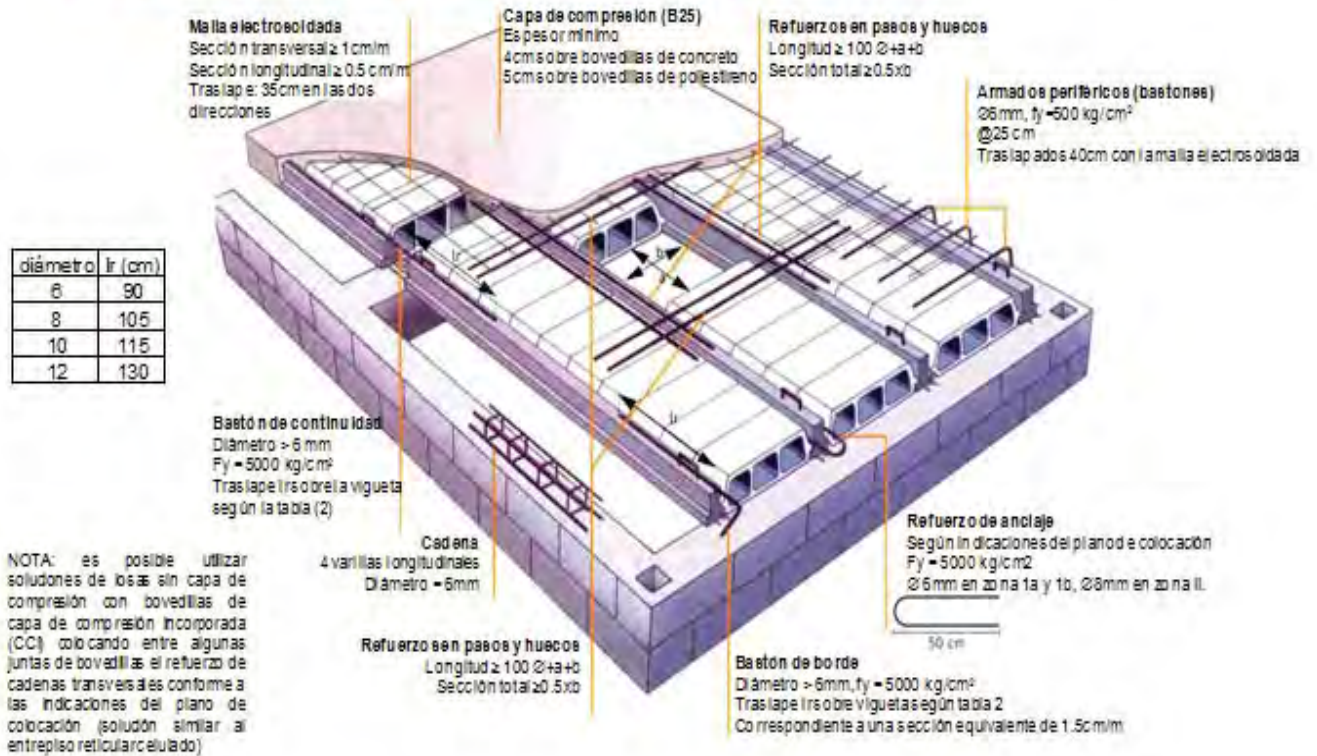
Se recurre al caso precedente, en particular en lo que concierne a la constitución de la losa en el armado de equilibrio estático.

Figura B.167-C – CASOS DE LOSAS A BASE DE VIGUETA Y BOVEDILLA CON VOLADOS (en cantiliver)

Fuente: Planchers en Béton à Poutrelles Préfabriquées, Dossier Technique No. 26 – CSTB, 1987; p. 56 y 57

Es importante tomar en cuenta indicar en los planos estructurales, el refuerzo adicional contra sismos indicado en la siguiente figura B.168.

• Anatomía de una losa antisísmica de vigueta y bovedilla



En ciertas regiones hay que tomar en cuenta la eventualidad de sacudidas sísmicas, estas provocan la aceleración de masas que generan así diversos tipos de sollicitaciones sobre las obras: tracciones, compresiones, cizallamientos (cortantes). Las losas participan al contrarresto de conjunto jugando el rol de diafragma. Las cadenas periféricas aseguran una fundación esencial en este mecanismo de estabilidad.

Figura B.168 – LOSA DE ENTREPISO O TECHO QUE FUNCIONA COMO RIGIDIZADOR ANTISÍSMICO

Ref. Catálogo Técnico y Comercial de la Empresa FEDER BÉTON

12.- BOVEDILLAS

Por lo que respecta a los *tipos de bovedilla*, existen bovedillas de concreto con alvéolos, bovedillas de cerámica multiperforada y bovedillas de poliestireno expandido.

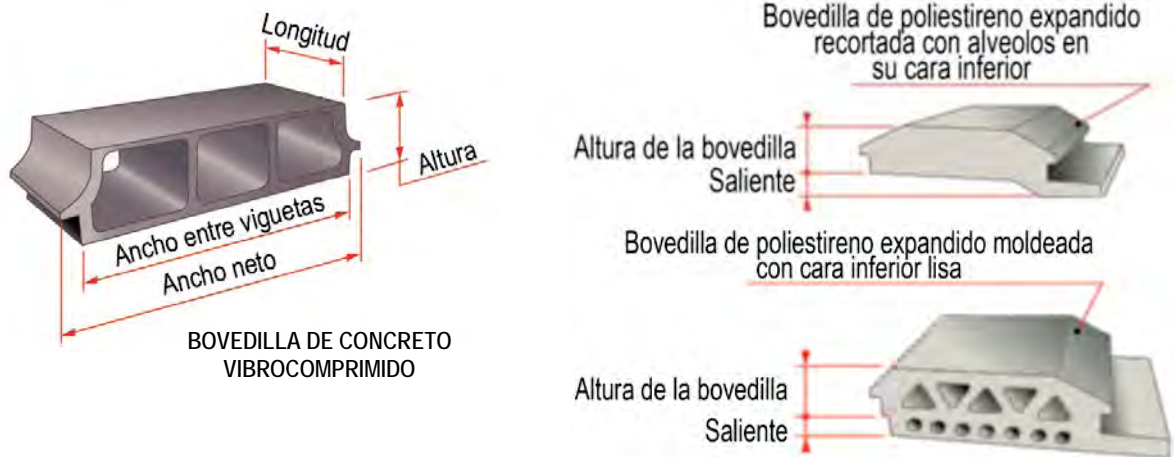


Figura B.169 – BOVEDILLAS DE CONCRETO Y DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

Fuente: Guide pratique des produits en béton pour la maison individuelle – CERIB, FIB y CIBÉTON; p. 48

Hay bovedillas de fibra aglomerada, de plástico y compuestas por dos materiales utilizadas en Europa pero desconocidas aún en nuestro medio.

Las bovedillas de poliestireno son de gran formato de material compuesto con un peso de 2.2 kg/pza. de 1.20 m de largo.

Debido a varias ventajas de las bovedillas de poliestireno y a su costo competitivo, se están empleando cada vez más y están desplazando a las bovedillas de concreto.

Las bovedillas multiperforadas de cerámica casi no se utilizan en México por falta de oferta industrial. En países como España, Italia, Alemania y Francia son de uso común por su ligereza y aislamiento aunque no mayores que lo ofrecido por las bovedillas de poliestireno expandido.

Entre las ventajas de las bovedillas de poliestireno están: la ligereza que permite mayor productividad (que incluso incide en la reducción de la cimentación y del refuerzo de estructura de las edificaciones y en la utilización de viguetas para claros mayores sin mayor sección ni refuerzo que se requeriría en el caso de utilizar bovedillas de concreto) y aislamiento térmico así como una cierta resiliencia acústica. Tienen como desventaja su falta de resistencia al fuego, aunque con una reacción al fuego que las hace no producir flama.

Las bovedillas de poliestireno requieren protegerse contra el fuego y contra golpes accidentales por medio de un recubrimiento a base de tablaroca o de yeso armado con un espesor mínimo de 2 cm.

La siguiente figura **B.170** muestra los componentes de una losa a base de vigueta y bovedilla de poliestireno.

Una opción en bovedillas de poliestireno está en la fabricación y colocación de piezas con longitudes de todo el claro a librar. Depende del equipo de fabricación del proveedor la longitud máxima de suministro la cual puede llegar a más de 6.00 m.

Esta solución permite aumentar la productividad de su colocación en obra considerablemente. Se pueden instalar así hasta 1,047 m² con una elevadora multifunciones y tres albañiles en un día.



Figura B.170a – BOVEDILLAS CON LONGITUD DE TODO EL CLARO A LIBRAR

Fuente: Catálogo Informativo, Empresa RECTOR



Figura B.170b - BOVEDILLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO MOLDEADO DE GRAN FORMATO de 2.2 kg/pieza y 1.20 m de largo, destinadas al aislamiento térmico de las losas de concreto armado con viguetas prefabricadas de alma llena (armadas o presforzadas).

Fuente: Isolation Thermique des Planchers, Murs et Couvertures tout sur les Solutions PSE, PSE Polystyrène Expansé, 1996

En su sección, la gama de bovedillas puede ser muy amplia siempre y cuando cumpla con los requisitos del cuaderno de especificaciones técnicas aplicables como su aislamiento térmico y su protección contra el fuego, y se adapten a cada perfil y tipo de vigueta.

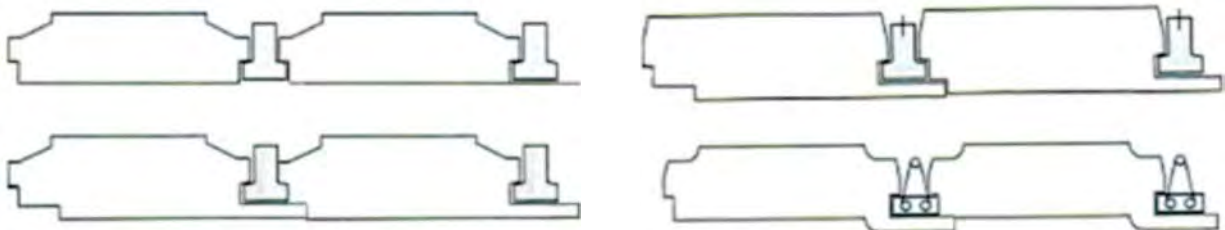


Figura B.171.- SECCIONES Y APAREJO DE BOVEDILLAS

Catálogo de Productos, Empresa ISOBOX HENRY

De los principales cuidados a tomar en cuenta en lo que respecta a las características de las bovedillas, están los siguientes:

- Verificar la resistencia a la flexión y al punzonamiento de una carga puntual de 150 kg aplicada al centro de su claro y en la proximidad de su apoyo según norma específica para asegurar su resistencia a las cargas a las que estén sometidas durante el proceso de obra.
- Respetar el apoyo mínimo de las bovedillas sobre el patín de las viguetas de 2 cm.
- Ajustar la geometría de las bovedillas en la zona de apoyo con las viguetas para asegurar el suficiente llenado del concreto colado in-situ de la capa de compresión para permitir una adecuada integración estructural de las viguetas con el concreto colado en obra.

En las siguientes figuras se dan las restricciones dimensionales a respetar tanto para el caso de viguetas de alma abierta como para el caso de viguetas de alma llena.

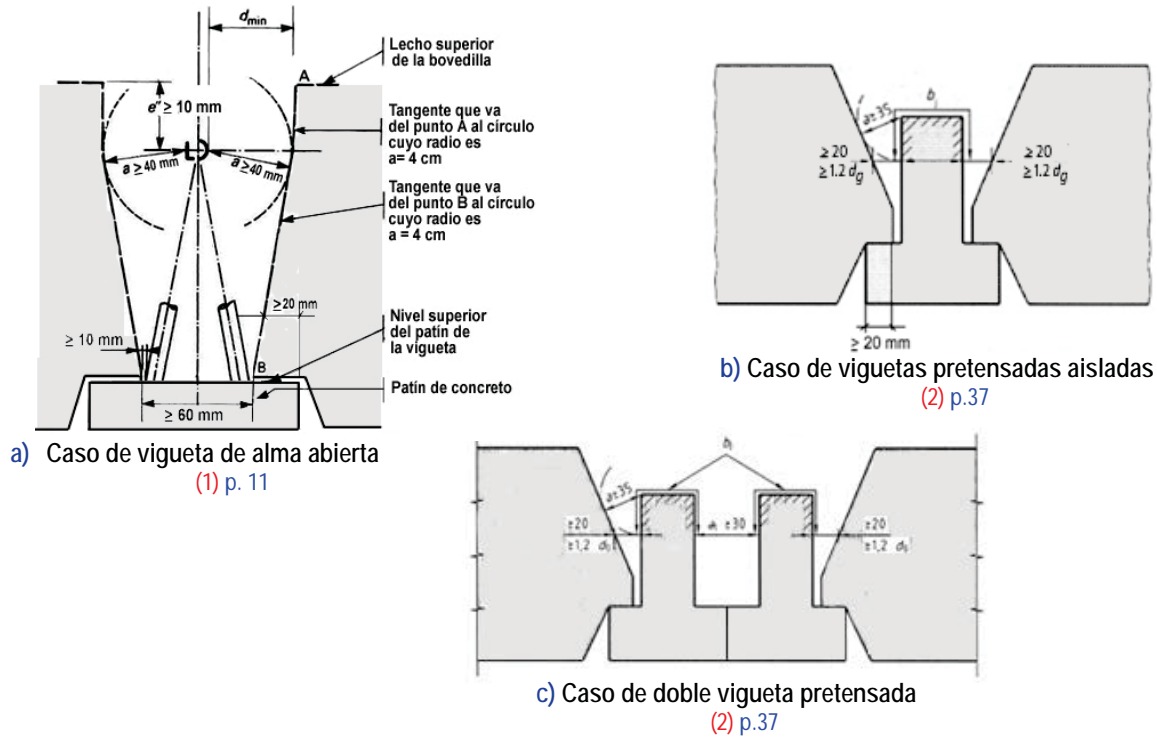


Figura B.172 – CONDICIONES DE APOYO DE BOVEDILLAS SOBRE VIGUETAS DE ALMA ABIERTA Y DE ALMA LLENA para permitir un trabajo mecánico solidario entre viguetas y la capa de compresión (Cotas en milímetros). Ref. (1) CPT Planchers – CSTB, Titre 1, Première Partie: Section A, 1980 y (2) Norma EN-15037-1 – Productos Prefabricados de Hormigón – Sistemas de Forjado de Vigueta y Bovedilla - Parte 1: Viguetas 2010.

En el caso de no poderse respetar estas restricciones dimensionales de apoyo para el caso de viguetas de alma llena, será necesario armar a las viguetas con pasadores o bucles de costurado en los tercios extremos con objeto de asegurar un adecuado anclaje con el concreto de la capa de compresión colado en el sitio (ver la figura B.173)

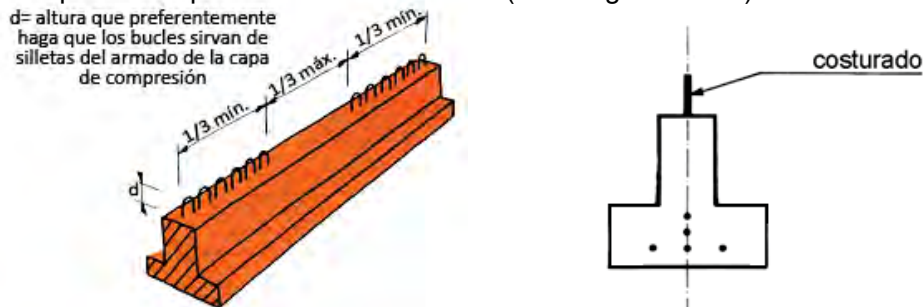


Figura B.173 – BUCLES DE VIGUETAS DE CONCRETO PRESFORZADO con costurado en los tercios extremos en los casos de insuficiente espacio de concreto entre vigueta y bovedilla para asegurar su trabajo estructural monolítico.

Fuente: Planchers en Béton à Poutrelles Préfabriquées, Dossier Technique No. 26, Collection Artisanat – CSTB, 1987; p. 46

Un tipo de bovedilla particular es la bovedilla de alero utilizable en losas inclinadas. La bovedilla de alero es una solución que simplifica el proceso de obra al evitarse colados de concreto de trabes o losas en cantiliver a alturas de dos, tres, cinco o más pisos. A mayor altura es más ventajoso el empleo de esta solución ya que se logra un creciente ahorro en cimbras y apuntalamiento.

Se han hecho bovedillas de alero de concreto (como complemento al uso de bovedillas de concreto normal de losas) pero, por su ligereza se ha constatado ser más conveniente el empleo de bovedillas de poliestireno.

La bovedilla de poliestireno para aleros debe cumplir principalmente cuatro requisitos.

1. Tener más peso del lado del apoyo con la vigueta para lograr un equilibrio estático que impida un posible volteo; además, los obreros bajo ninguna circunstancia deben pisar el lado que queda en cantiliver.

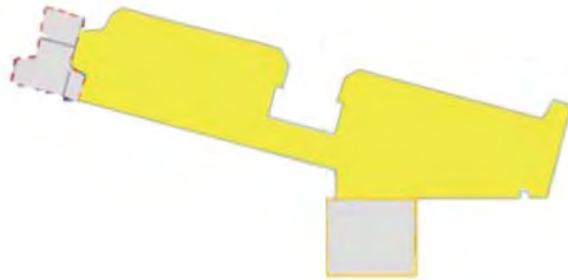


Figura B.174.- EJEMPLO DE BOVEDILLA DE ALERO

2. Ser preparada en un puesto de obra con el armado y colado de una vigueta de alma abierta que le da resistencia propia a la flexión para su manipuleo y pisado y para lograr el equilibrio estático.

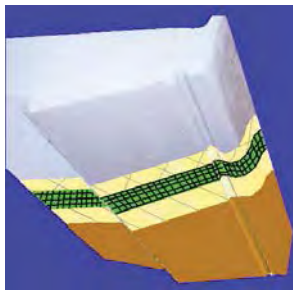


Figura B.175a.- CAPAS DE RECUBRIMIENTO DE BOVEDILLA DE ALERO

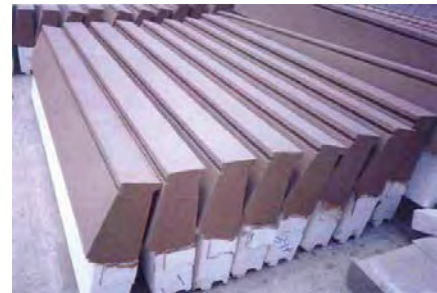


Figura B.175b.- ESTIBA DE BOVEDILLAS DE ALERO RECUBIERTAS

Adicionalmente, se recubre la parte que vaya a quedar expuesta o toda la superficie de la bovedilla con una pasta acrílica o cementicia reforzada con una malla plástica de 1 cm de espesor, con objeto de dar la impermeabilidad necesaria, el acabado con el color requerido y la resistencia mecánica necesaria para posteriores apoyos de escaleras que eventualmente sean utilizadas en operaciones de mantenimiento.

En los casos de requerirse la aplicación de cargas superiores al alero se le tendrá que engrosar el espesor del aplanado lo necesario hasta llegar a ser, en caso extremo, una pieza de concreto con núcleo aligerante de poliestireno expandido.

3. La bovedilla se remete 1.5 cm al apoyarse sobre el muro de enrase para evitar la apariencia al mismo paño de la fisura de unión que se da naturalmente por la diferencia de materiales o se coloca sobre dicha unión una malla plástica ahogada en el recubrimiento para absorber la aparición de dicha fisura.
4. A la bovedilla se le deben hacer perforaciones para el paso de los castillos del muro para conectarse con la losa inclinada de cubierta.

La geometría de la bovedilla integra al gotero y el realce extremo que evita emplear cimbra de borde.

Reacción al Fuego y Resistencia al Fuego

La protección contra incendio busca principalmente asegurar la seguridad de las personas directamente amenazadas como los bomberos y de personas externas indirectamente amenazadas así como limitar lo más posible las pérdidas materiales. Desde la concepción del diseño debe dársele importancia a la formación de compartimentos de la superficie construida de la edificación y a sus rutas de evacuación.

Entre mayor sea la superficie a construir será más importante el compartimentado. El compartimentar un edificio significa dividirlo en un cierto número de células independientes cuya superficie estará en función del tamaño total de la edificación, de su actividad y de su contenido.

Al interior de cada uno de estos compartimentos, el desarrollo del fuego no debe facilitarse por los materiales con que están hechas las paredes ni por sus recubrimientos. Por otra parte, la propagación sobre la superficie que pueda facilitarse y la radiación de una pared sobre las demás paredes puede producir o conducir a una mayor expansión del fuego.

Esta noción de combustibilidad y de inflamabilidad de los materiales que componen las paredes de un local es llamada *reacción al fuego*.

Para que el fuego sólo se desarrolle en los compartimentos donde se originó y no continúe abrazando a los compartimentos colindantes, sus paredes deben ofrecer una resistencia suficiente para contener a dicho fuego. Esta noción es llamada *resistencia al fuego*.

Reacción al Fuego

La reacción al fuego es una propiedad intrínseca de los materiales, engloba a la suma de características de un material en relación con su influencia sobre el nacimiento y la propagación de un incendio. Se toman en cuenta dos características principales en los ensayos que se requieren para su clasificación

- La Combustibilidad - Cantidad de calor disipado por la combustión de un material (referido al poder calorífico).
- La Inflamabilidad – Ligada a la disipación de gases más o menos inflamables bajo la acción de una fuente de calor.

Con los ensayos regidos por normas, se determina la clasificación siguiente:

- M₁ – Combustible no inflamable (comburente).
- M₂ – Combustible difícilmente inflamable.
- M₃ – Combustible medianamente inflamable.
- M₄ – Combustible fácilmente inflamable.

Los ensayos que se efectúan determinan:

- La medición del poder calorífico superior (PCS) en base a la norma francesa NFM 03-0005
- El ensayo para materiales fusibles.
- Ensayos de propagación de flama.

En función del resultado de dichos ensayos (principales y complementarios) los materiales M₀, que no son combustibles ni inflamables, deben de tener un poder calorífico superior inferior a 2500 Kj/Kg.

En el caso de existir recubrimientos orgánicos sobre soportes inertes en usos en interiores, el PCS superficial del recubrimiento debe ser inferior a 2090 Kj/m².

Resistencia al Fuego

La resistencia al fuego, al igual que el aislamiento acústico y térmico es un parámetro del elemento de construcción.

Las modalidades de ensayos así como las clasificaciones contra el fuego resultantes se definen en normas específicas.

Los ensayos se realizan en un horno donde el incremento de temperatura sigue un programa convencional en función del tiempo.

$$\Delta T = 345 \log_{10}(BT + 1)$$

Los laboratorios acreditados son los que efectúan este tipo de pruebas.

Las modalidades de ensayos por tipo de construcción se dividen de la siguiente manera:

1. Elementos de estructura.
2. Falsos plafones (suspendidos).
3. Muros divisorios.
4. Puertas, cortinas, compuertas de expulsión de humos, tapas de registro de ductos.
5. Conductos de ventilación, conductos de expulsión de humos.
6. Válvulas.
7. Ventiladores de extracción de humos.

Se utilizan tres criterios para la evaluación de diversos grados de resistencia al fuego de los componentes probados:

1.- Resistencia mecánica (R) – Para los elementos de estructura horizontales, este criterio es declarado satisfactorio si la flecha a la que se llega no sobrepasa L/30 (el claro/30) o si la velocidad de deformación no sobrepasa 3 mm/minuto por metro de claro.

Para los elementos de estructura verticales, si la velocidad en que se va venciendo no sobrepasa 3 mm/minuto por metro de altura o si el revenimiento no sobrepasa 1/300 de la altura.

2.- Estanqueidad a las flamas y a los gases calientes e inflamables (E)

3.- Aislamiento térmico (I) – Este criterio es declarado satisfactorio cuando el calentamiento de la cara no expuesta al fuego no sobrepasa 140°C en promedio ó 180°C en un punto.

Clasificación

Las diversas clasificaciones contra el fuego son:

- SF (estable al fuego) cuando se satisface el criterio 1 (R).
- PF (para-flamas) cuando los criterios 1 y 2 se satisfacen (R, E)
- CF (corta-fuego) cuando los tres criterios (1, 2 y 3) se satisfacen (R, E, I).

La clasificación PF (ó CF) de atravesado concierne a la aptitud de los ductos o conductos de no debilitar la resistencia al fuego de las paredes atravesadas.

Existen *otros modos de determinación de clasificación*.

La determinación del grado de resistencia al fuego de ciertos elementos de construcción puede efectuarse igualmente:

- a partir de la aplicación de las reglas de cálculo de los DTU (**D**ocumentos **T**écnicos **U**nificados):
DTU fuego/acero y DTU fuego/concreto
- a partir de la combinación de resultados de ensayos y de cálculo en base a las reglas de los DTU_s precedentes.
- por extensión a un proceso de análisis técnico anterior.
- por analogía con casos anteriores próximos.
- a partir de ensayos específicos.

Clasificación APSAD

Los materiales de construcción de cubiertas y de distribución interior se clasifican en tres categorías:

- materiales duros (pesados).
- materiales semi-ligeros.
- materiales ligeros.

La clasificación se establece en función de su calidad de resistencia al fuego en función de diferentes criterios tales como el poder calorífico, la opacidad de los humos, la toxicidad, la corrosividad de los gases de combustión, etc.

En función del porcentaje de los materiales de diferentes clasificaciones que entran en la constitución de los muros exteriores y de cubiertas, se atribuye un riesgo y una clase a la construcción. Las primas de seguro se calculan en base a estos criterios.

Un aspecto importante a cuidar en los sistemas de losas con bovedillas de poliestireno expandido es la protección contra el fuego por medio de aplanados de yeso reforzado o placas de tablaroca que proporcionen la resistencia al fuego requerida. En lo referente a la reacción al fuego, el poliestireno debe quedar clasificado como MI (materia comburente sin producir flama).

La prevención contra incendio no sólo busca asegurar la seguridad de las personas (ocupantes de las viviendas, vecindario y bomberos). Se enfoca igualmente en salvaguardar los bienes materiales gracias a los medios de extinción.

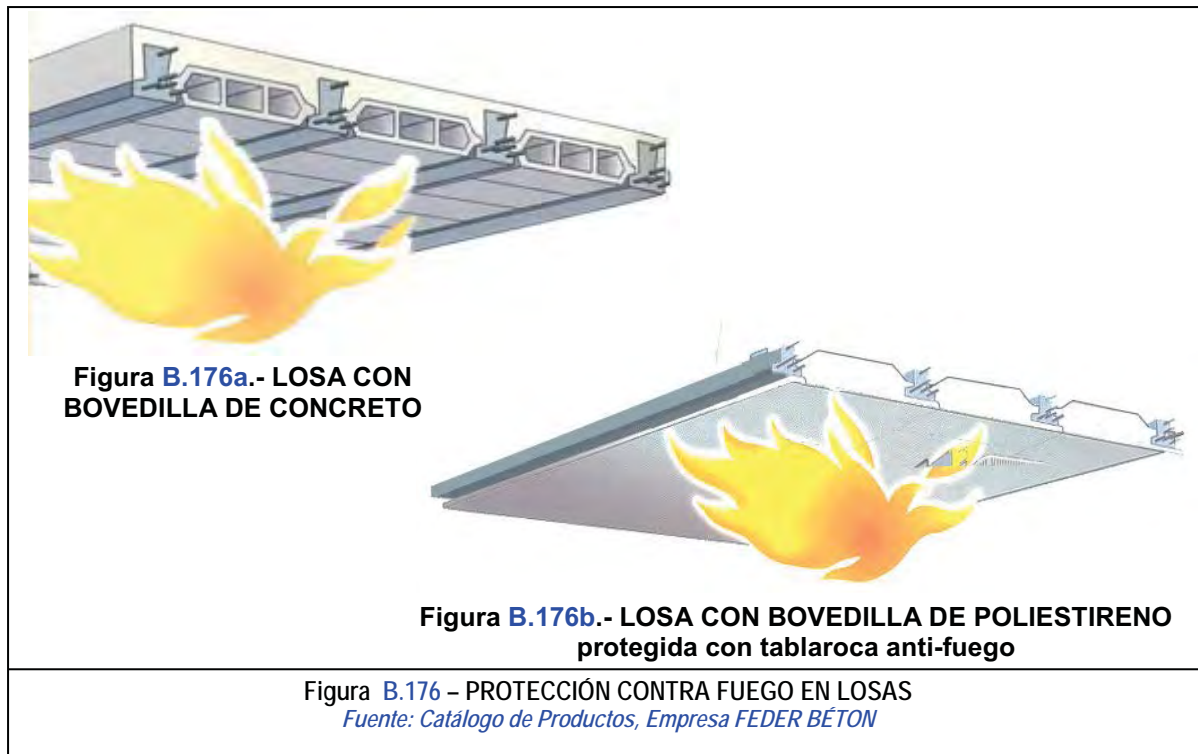
La prevención contra incendio se realiza por medio de medidas incluidas en la construcción, las disposiciones (layouts) y las instalaciones y equipos técnicos.

Las directrices en materia de seguridad contra incendio pueden resumirse en:

- Evitar el inicio de un incendio en la edificación.
- Limitar la propagación de las flamas y de gases de combustión.
- Asegurar la evacuación rápida de los ocupantes.10.5

La aplicación de estos principios conduce obviamente a medidas diferenciadas según sea la importancia y el destino de los edificios.

Las losas deben responder a exigencias relacionadas con las dos últimas medidas.



El criterio de no propagación de flamas y de gases de combustión es aplicable a toda losa de edificio de vivienda y se analiza partiendo de la naturaleza propia de la losa (estructura resistente).

Como ya se dijo, la clasificación de los materiales en relación a su reacción al fuego permite diferenciar cinco grupos:

- M_0 : incombustible (piedra, ladrillo, concreto, vidrio, hierro).
- M_1 : No-inflamable (poliestireno expandido ni comburente).
- M_2 : Difícilmente inflamable.
- M_3 : Medianamente inflamable (madera).
- M_4 : Fácilmente inflamable (cortinas y alfombras no tratadas).



Figura B.177.- CLASIFICACIONES DE REACCIÓN AL FUEGO
Fuente: Catálogo de Productos, Empresa FEDER BÉTON

En el caso de losas que lleven poliestireno, las disposiciones constructivas a respetar se precisan en la *guía de aislamiento por el interior de edificios de vivienda desde el punto de vista de riesgos en caso de incendio* (cuadernos del CSTB de junio del año 2000) y todo este tipo de losas debe de estar conforme con estas especificaciones (Ver figura B.178).

Las soluciones novedosas deben examinarse especialmente por comisiones de expertos. Es en este marco en el que la solución de losas con bovedillas de poliestireno debe ser satisfactoria para uso habitacional. El principio de evacuación de los ocupantes y la conservación de bienes conduce a las exigencias complementarias de *resistencia al fuego* para las losas separadas de viviendas distintas.

Estas exigencias se sitúan generalmente en 1:30 hrs. en función del tipo de vivienda; por ello, las losas a base de viguetas con bovedillas de poliestireno requieren ser protegidas con un aplanado de yeso, con un aplanado de mortero a base de cemento y arena o con placas de tablaroca en su parte expuesta.

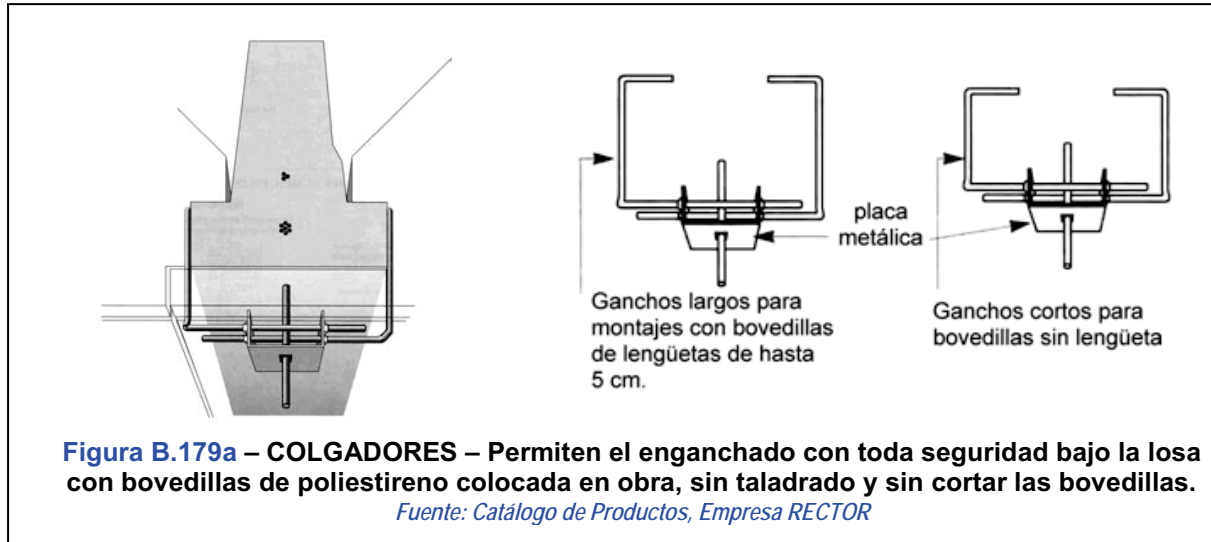
	<p>Losas con capa de compresión colada en obra sobre bovedillas compuestas de los tipos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poliestireno expandido con cara inferior de fibra aglomerada de 20 mm de espesor como mínimo ensamblado con adhesivo especial. • Poliestireno expandido con cara inferior de lana mineral comprimida (75 kg/m³ mínimo) de 25 mm de espesor como mínimo. • Poliestireno expandido con cara inferior de yeso armado con fibras minerales de 20 mm de espesor como mínimo. <p>La cara inferior de la bovedilla o está suspendida del concreto por medio de tirantes de acero o se apoya sobre el talón de las viguetas por medio de una lengüeta de 1 cm de espesor como mínimo.</p>
	<p>Losas que tienen bajo el aislante un plafón sobrepuesto constituido de un aplanado de yeso o de cemento-arena de 2 cm de espesor como mínimo armado con metal desplegado fijado al concreto por medio de tirantes.</p>
	<p>Losas incluyendo en la parte inferior del aislante un plafón falso colgado constituido por una placa de acabado de yeso especial anti-fuego fijado al espaciamiento de rieles o de largueros.</p> <p>Aislante de poliestireno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Placa de 12.5 mm de espesor como mínimo, rieles a cada 0.60 m de entre-eje. • Placa de 15 mm de espesor, rieles a cada 0.50 m de entre-eje.

Figura B.178 – DETALLES DE ACABADOS DE PLAFÓN para protección contra el fuego a bovedillas de poliestireno.

Fuente: Guía del Aislamiento por el Interior de los Edificios de Vivienda desde el punto de vista de riesgos en caso de incendio - Cuadernos del CSTB (Centro Científico y Técnico de la Edificación) No. 1624, Edición 206 modificada (edición 334), ficha 18.08, 1992, p.8 y 9.

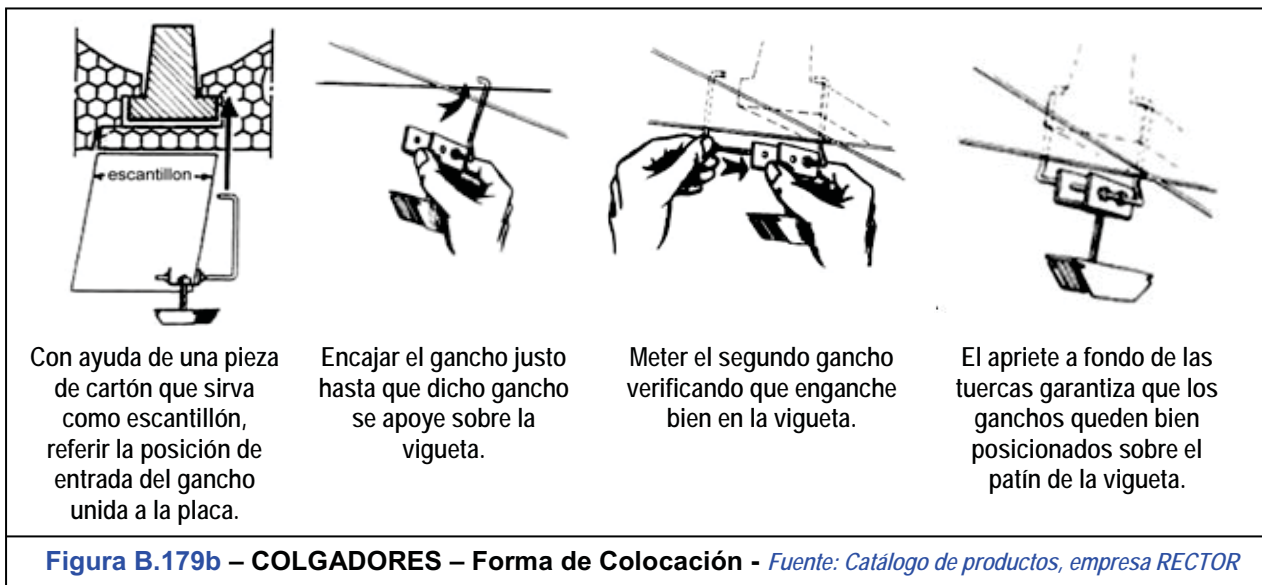
En casos de falsos plafones de tablaroca o de otro material fijados a un bastidor colgado para dejar un espacio de aire entre plafón y lecho bajo de la losa, además de la solución de alambres colgantes anclados a la capa de compresión, se pueden utilizar colgadores apoyados en el patín de las viguetas.

Existen diferentes diseños específicos pero en todos los casos su forma de colocación y apoyo es la misma (ver figura B.179).



Recomendaciones de utilización

No olvidar antes de meter las piezas en su lugar, colocar un perno o accesorio de fijación del falso plafón si se requiere.



Después de la fijación asegurarse que:

- La pieza no se quede atravesada
- Los ganchos estén bien apretados.

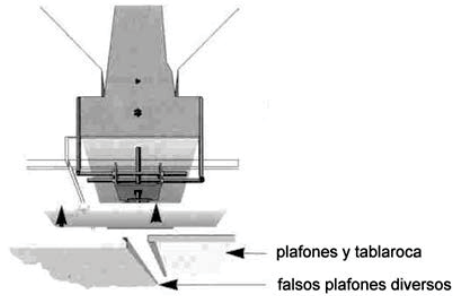


Figura B.179c – COLGADORES – Numerosas posibilidades de fijación de plafones y falsos plafones

Pero también de:

- Canalizaciones de agua, de electricidad,
- Iluminación, etc.

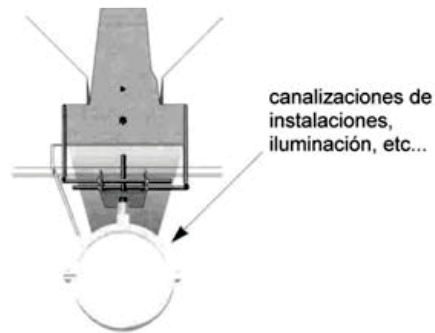


Figura B.179d – COLGADORES – Por diversos modelos de suspensión (de los que se dan algunos ejemplos).

Hasta 50 kg por punto de fijación (siempre y cuando las viguetas estén previstas para esta carga complementaria).

- Ajuste de nivel fácil
- Desmontaje posible según sea la utilización.

Como otra propuesta se indica a continuación el empleo de dos ganchos ajustables por medio de un traslape, unidos a una placa de soporte que se apoyan en el patín de una vigueta.



Figura B.179e – COLGADORES – Por diversos modelos de suspensión (de los que se dan algunos ejemplos).

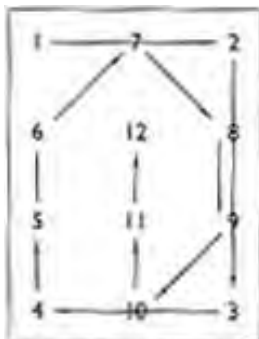


Figura B.179f – EJECUCIÓN DE OBRA - -

1. Trazado con reventón y marca azul del eje de colgantes bajo las viguetas.
2. Fijación del primer colgante (No. 1) y ajuste de su altura
3. Fijación de los siguientes colgantes en el orden que se muestra en la figura anexa a cada 0.70 m y 1.20 m de entre-eje (según sea el sentido perpendicular o paralelo al riel respectivamente) y ajuste con la ayuda de un reventón que asegure un nivel horizontal.
4. Fijación de rieles.
5. Fijación de los paneles de tablaroca bajo los rieles.

Fuente: Catálogo de productos, empresa RECTOR

13.- TRABES PRECOLADOS (Semiprefabricadas)

Generalmente de sección rectangular, reemplazan ventajosamente a las trabes de concreto armado coladas en el sitio, resolviendo casos de grandes claros con sobrecargas variadas.

Pueden utilizarse como trabes de cumbrera en cubiertas inclinadas, como dinteles largos de vanos de gran claro o de puertas de garaje; en este caso, la parte superior de la trabe no lleva sobresalidos los estribos por no anclarse a las losas.

Se busca en estas trabes un peso adecuado para facilitar su manipulación (de preferencia un peso máximo de 100 kg/m).

Las trabes precoladas con refuerzo pasivo o activo, montadas sobre muros o columnas con el equipo polivalente disponible en la obra, evitan el cimbrado de cajones y el apuntalamiento excesivo que necesitan las trabes coladas en el sitio en los casos de losas de estacionamientos o de claros a librar cuya estructuración requiera apoyar a las losas de vigueta y bovedilla o de otro tipo sobre una retícula o línea de trabes.

Dentro de sus ventajas están

- Diversidad de aplicaciones,
- Posibilidad de librar claros importantes (generalmente 6.00 a 7.00 m),
- Recibir y transmitir cargas importantes,
- Reducción de costos y tiempos de ejecución en obra,
- Pueden fabricarse en puestos habilitados en la obra o en planta.

Sus secciones y armados se definen tomando en cuenta la carga, el claro a librar y su peso para poder ser manipuladas y montadas con el equipo disponible en obra.

Se dejan con estribos sobresalidos y con acero de anclaje en sus extremos y se puede colocarles acero adicional en el lecho superior para asegurar el buen anclaje con las viguetas de la losa que se apoyan y con el colado complementario.

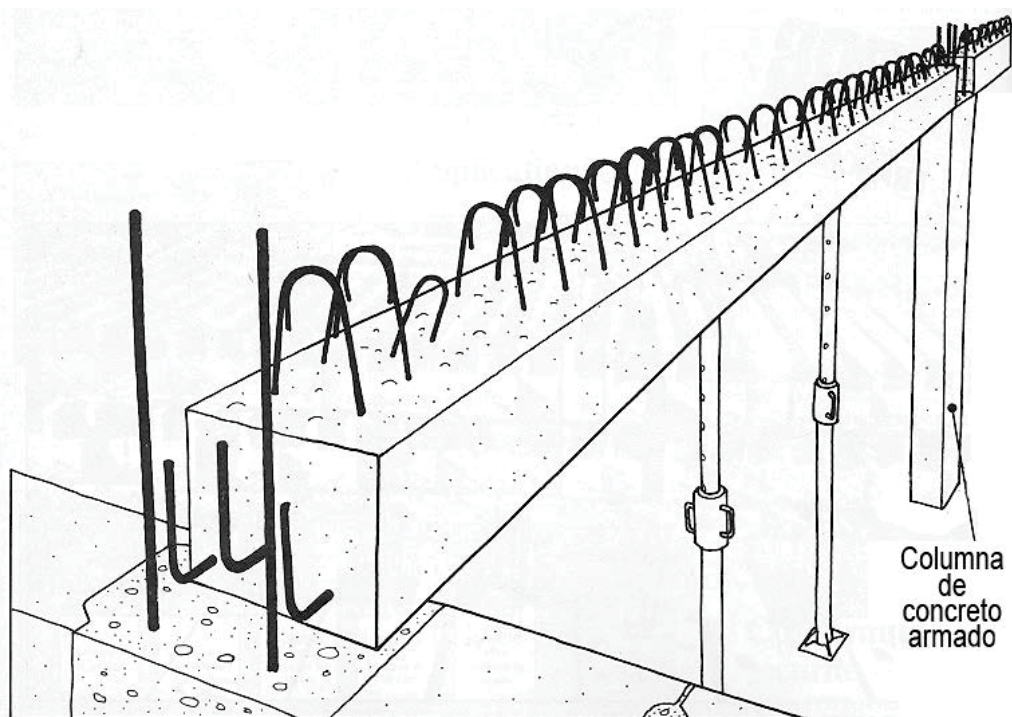


Figura B.180 – TRABES SEMIPREFABRICADAS CON ESTRIBOS EN ESPERA APOYADAS SOBRE MUROS Y/O COLUMNAS

Ref. Catálogo publicitario, empresa PPB – SARET

Se apoyan como mínimo:

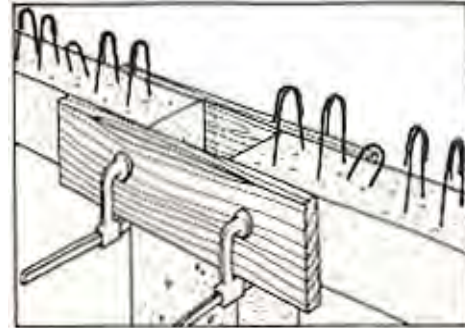
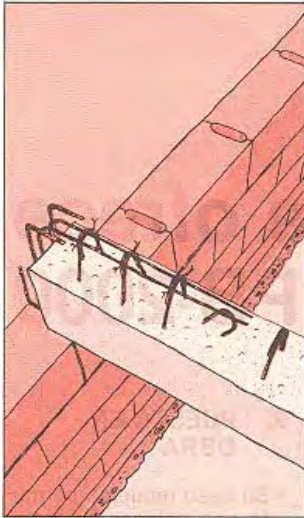
5 cm sobre columnas de concreto armado.

10 cm sobre cadena de repartición de concreto armado en remate de muro.

40 cm sobre muro de block macizo dispuesto en el sentido paralelo a la trabe.

Las trabes se deben de apuntalar a $2L/5$ de cada apoyo dando una contraflecha de $L/400$, en casos especiales se pueden diseñar trabes sin requerir apuntalamiento.

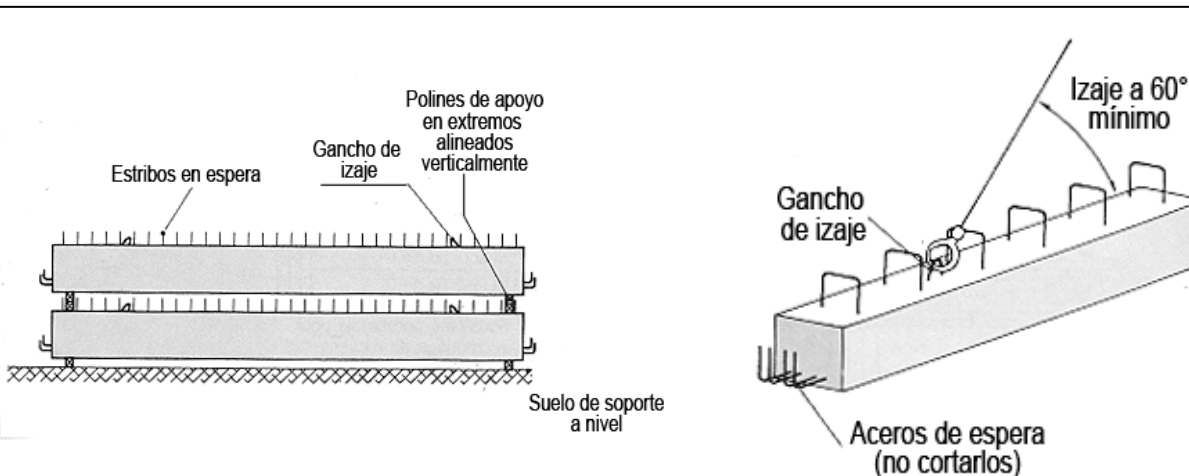
El colado en la zona de apoyos se efectúa con concreto dosificado con 350kg de cemento/m³.



Antes de la colocación de las viguetas y bovedillas se deberán colar los nodos de apoyo con concreto de alta resistencia, perfectamente vibrado.

Figura B.181 – APOYOS SOBRE MUROS Y COLUMNAS

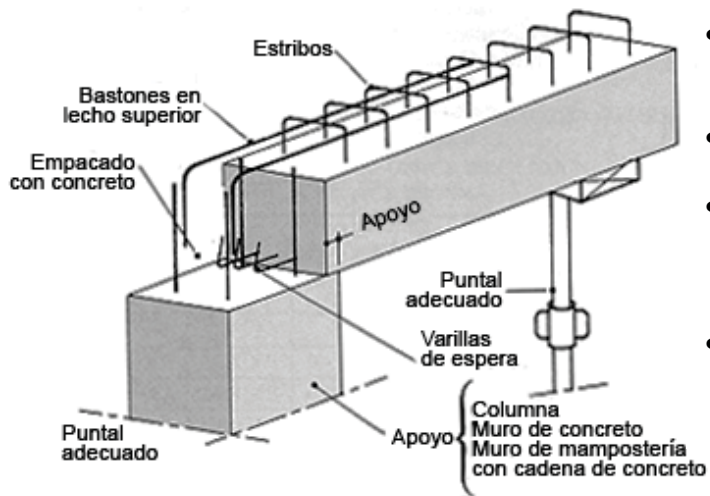
Ref. Catálogo de productos, empresa PPB-SARET



Estas trabes se estiban apoyadas en sus extremos sobre dos polines a nivel. Se montan con grúa o manipulador telescópico utilizando eslingas a 60° de inclinación con ganchos de seguridad. En las trabes debe dejarse ahogados y anclados en el concreto los ganchos para su izaje.

Figura B.182 – ESTIBADO Y MANIPULACIÓN DE TRABES PRECOLADAS

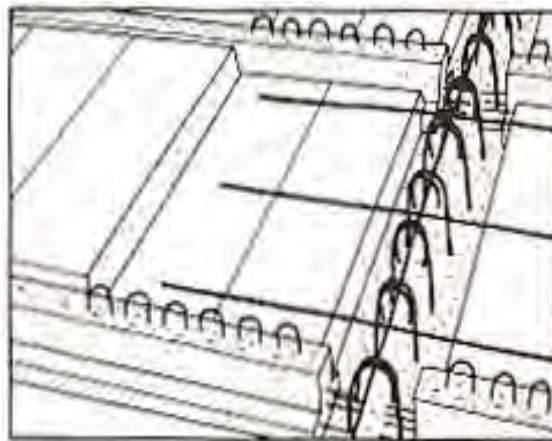
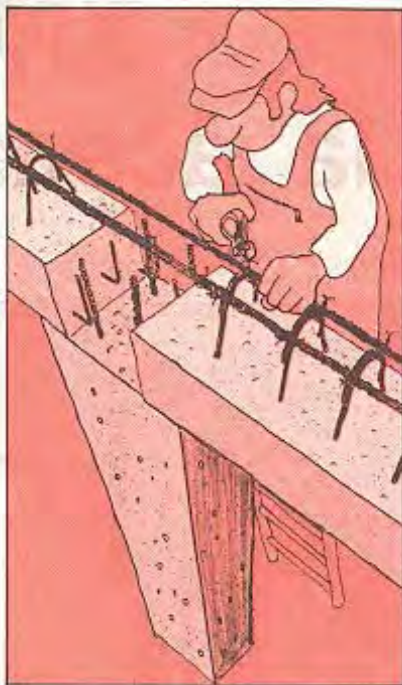
Ref. Catálogo de productos, empresa FEDER BÉTON



- **APOYO:** Si es insuficiente o inferior a 7 cm, colocar un larguero de borde bajo el apoyo.
- **APUNTALAMIENTO:** Puntales adecuados a la carga y a la altura.
- **EMPACKADO:** Se realiza con concreto de alta resistencia bien vibrado, antes de la colocación de la losa de vigueta y bovedilla.
- **BASTONES:** Armado del lecho alto obligatoriamente colocado dentro de los estribos.

Figura B.183 – DETALLE DE COLOCACIÓN DE TRABES PRECOLADAS
Ref. Documentación empresa FEDER-BÉTON

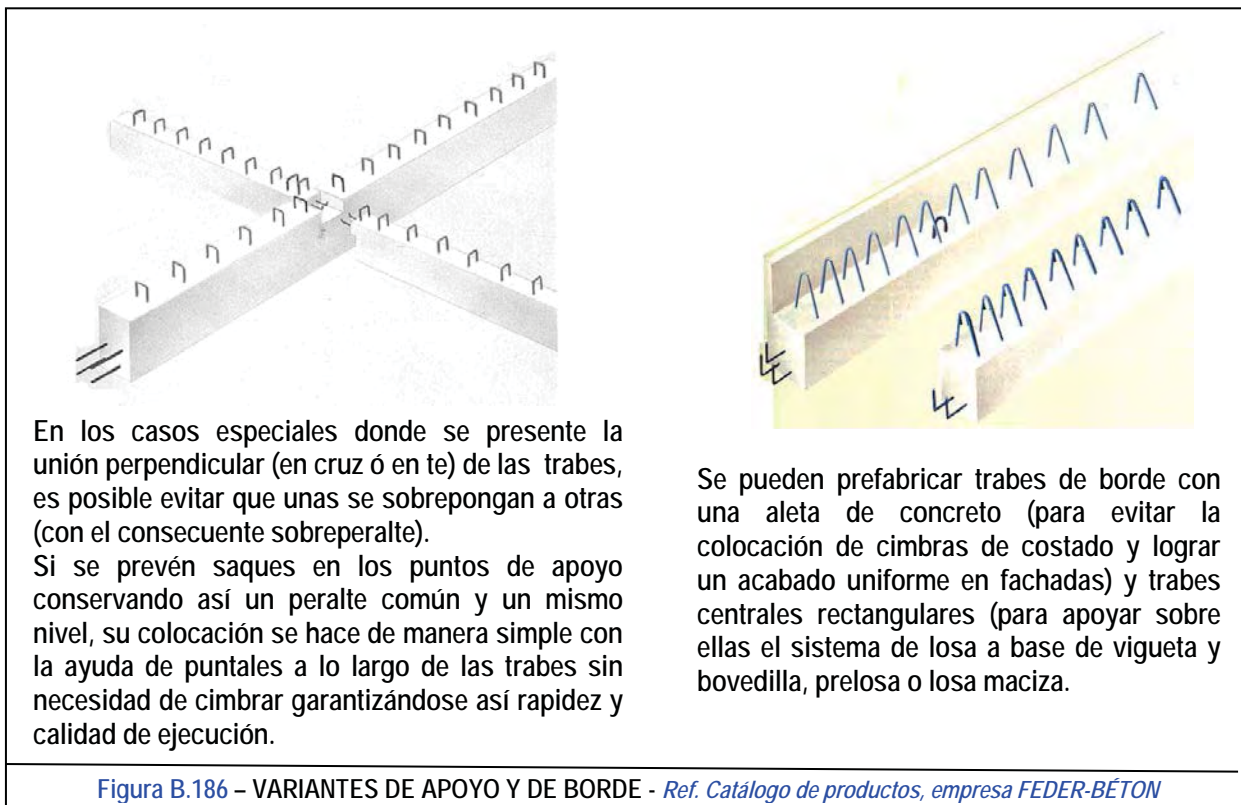
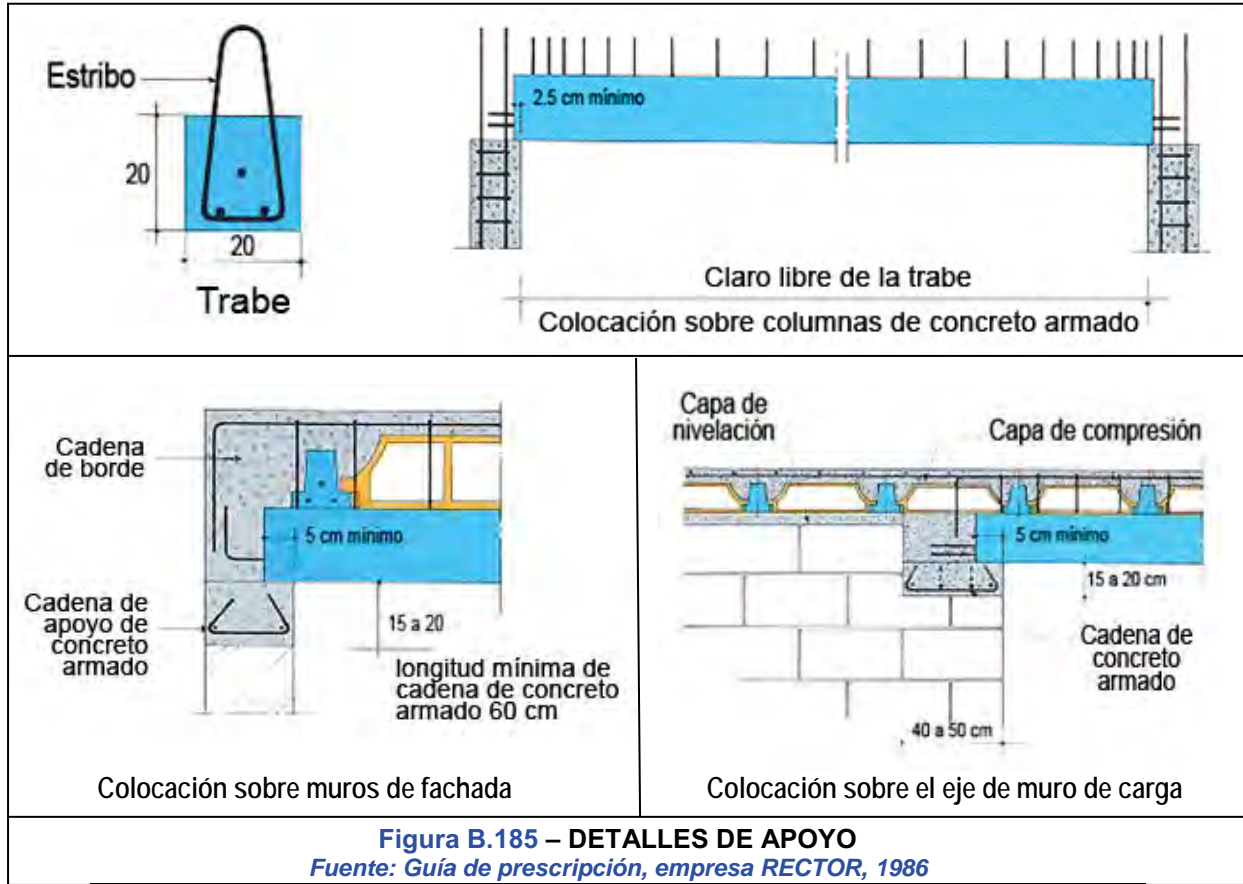
El colado complementario se efectúa al mismo tiempo que el colado de las losas de vigueta y bovedilla, por ello, se requiere dejar los estribos sobresalidos (en espera) que se unen con los armados de liga para resistir el cortante entre trabe y losa (bastones) y para lograr el monolitismo antisísmico haciendo un elemento estructural único.

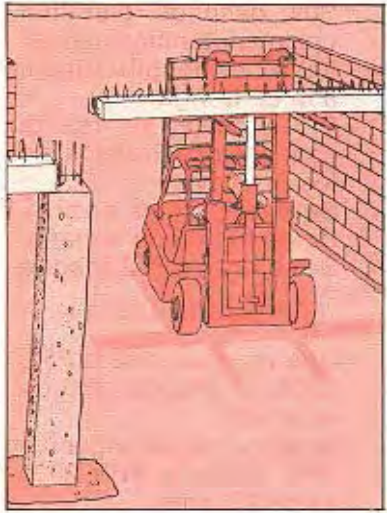


En caso necesario, por fuerzas cortantes mayores, se pueden colocar en los extremos de las losas, bovedillas de menos peralte para conformar un capitel en franja, de concreto de mayor espesor y con armado adicional. El apoyo mínimo de las viguetas sobre las trabes es de 2.5 cm.

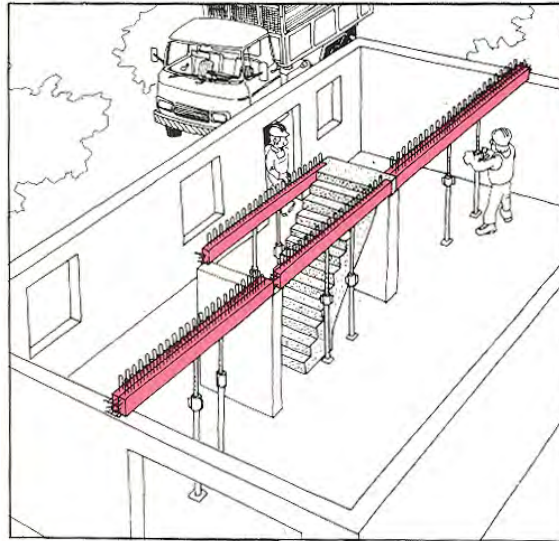
Figura B.184 – APOYO DE TRABES SOBRE COLUMNAS Y DE VIGUETA Y BOVEDILLA SOBRE TRABES

Ref. Catálogo de productos, empresa PPB-SARET





En algunos casos es posible el montaje de las traves con horquillas de montacargas de obra



Por imposibilidad de utilización de equipo de montaje (por falta de él o por falta de alcance o acceso del mismo) se pueden utilizar traves de menor peso (manuportables), empleando a dos, tres o cuatro personas. Con objeto de poder resistir cargas importantes, se pueden unir dos, tres o más traves incrementando su ancho total así como la cantidad de acero de refuerzo necesario.

Figura B.187 – OPCIONES DE MONTAJE DE TRABES SEMIPREFABRICADAS

Ref. Catálogo de productos, empresa PPB-SARET

Las traves ligeras manuportables pueden modularse para resistir diferentes cargas al colocarse sencillas, dobles o triples como se muestra en la siguiente figura.

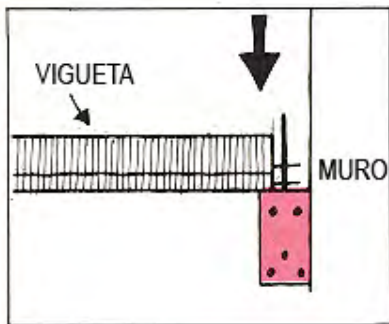


Figura B.188a – Trabe sencilla para recibir un entre-eje de viguetas (liberando de carga a muro pre-existente en este caso).

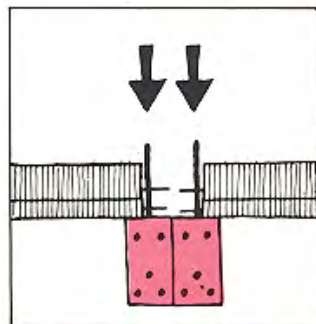


Figura B.188b – Traves dobles para recibir las viguetas de dos entre-ejes (caso más común).

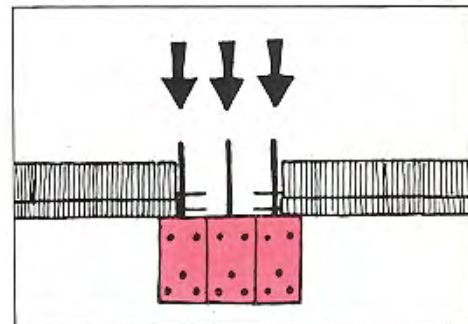


Figura B.188c – Traves triples para recibir viguetas de dos entre-ejes con claros o cargas importantes.

Figura B.188 – SOLUCIONES DE TRABES PRECOLADAS LIGERAS ACOPLADAS PARA DIFERENTES CARGAS

Ref. Catálogo de productos, empresa PPB-SARET

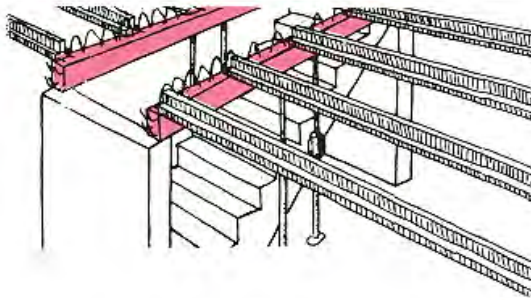


Figura B.189a – Perímetro de cubo de escalera donde sólo se soporta un extremo de losa de vigueta y bovedilla.

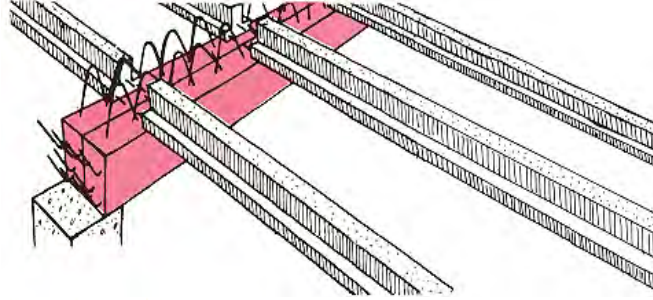


Figura B.189b – Travesaños dobles para soportar dos extremos de losa de vigueta y bovedilla. Este caso también se presenta en travesaños de cumbrera de techos inclinados.

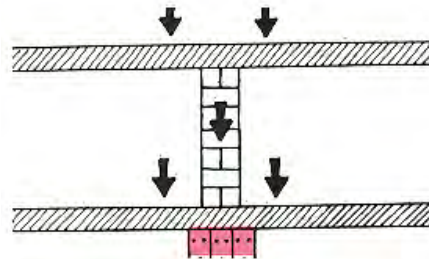
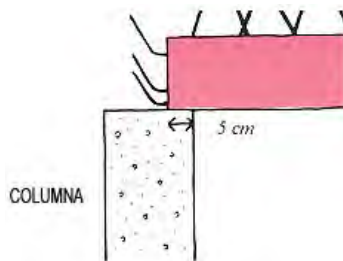
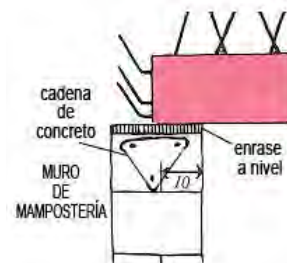


Figura B.189c – Travesaños triples para soportar dos extremos de losas de vigueta y bovedilla de dos niveles además del peso propio del muro de carga que transmite el peso de la losa del nivel superior y que no continúa en el nivel inferior.

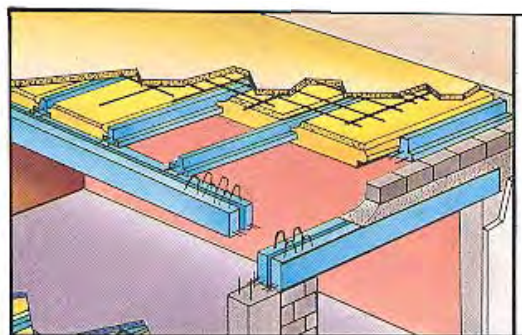
Figura B.189 – APLICACIONES DE TRABES ADOSADAS EN SOLUCIONES ESTRUCTURALES
Ref. Catálogo de productos, empresa PPB-SARET



El apoyo mínimo de travesaños sobre columnas es de 5cm.



El apoyo sobre muro enrasado es de 10cm.



Ejemplo de apoyos de travesaños adosados en sentido perpendicular

Figura B.190 – DETALLES DE APOYOS DE TRABES SEMIPREFABRICADAS
Ref. Catálogo de productos, empresa SARET

En casos específicamente condicionados, es posible la colocación de traveses sin cumplir con los apoyos mínimos especificados, siempre y cuando, el diseño estructural, su cálculo y las consignas de obra estén previstos para tal efecto. Se incluyen a continuación algunos ejemplos:



Figura B.191a – Apoyo de trabe a paño de muro con trabe de remate colada en el sitio

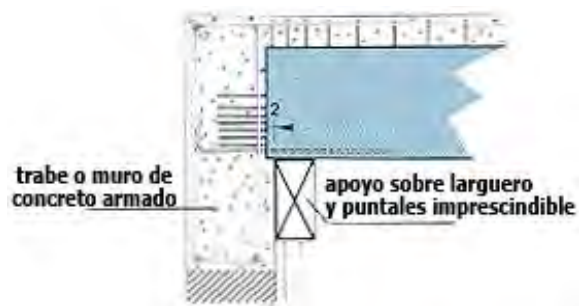


Figura B.191b – Apoyo sobre trabe de concreto armado o sobre muro de concreto armado con una entrega de sólo 2 cm que requiere apuntalamiento



Figura B.191c – Apoyo de 5 cm sobre muro de mampostería con o sin apuntalamiento

Figura B.191 – EJEMPLOS DE APOYOS REDUCIDOS O NULOS DE TRABES SEMIPREFABRICADAS

Ref. Catálogo de productos, empresa RECTOR

Como solución opcional, pueden utilizarse traveses de alma abierta (bajo el mismo concepto que las viguetas de alma abierta) semiprefabricadas, manuportables, con un patín de concreto de 7cm de espesor, las cuales se colocan en pares en la mayoría de los casos; por el poco peralte que queda hacia abajo, éste puede ocultarse con un falso plafón de tablaroca dándole al techo una apariencia continua.

Por su extrema ligereza (17kg/m) se vuelve innecesario el uso de equipo de manipulación y montaje sin menoscabo de la rapidez de ejecución.

Se requiere colocar una línea de puntales a $L/2$ para claros de hasta 3.60m. Para claros mayores es necesario colocar dos líneas de puntales de $2L/5$.

Este tipo de traveses (aún colocándose tres o cuatro juntas) son recomendadas para cargar solamente un nivel de losa. Su armado de refuerzo se da en función de la carga y del claro a librar; hasta 3.40m de longitud llevan un armado normal, de 3.60m a 4.60m se requiere una armadura reforzada. El claro máximo recomendado para esta solución es de 4.60m.

Los espesores totales de este tipo de traveses normales que están en función de los claros de losas a librar son de 23cm para claros de hasta 3.90m, de 24cm para claros de hasta 4.00 m y de 27cm para claros de hasta 4.20m cuando reciben perpendicularmente la carga de las viguetas y de 23 cm para claros de losas de hasta 4.80m, de 24cm para claros de hasta 4.90m y de 27cm para claros de hasta 5.50m cuando las traveses se colocan paralelas a las viguetas.

Principio de colocación de traves de alma abierta

- Los muros de mampostería deben enrasarse con una cama de mortero que asegure el nivel sobre la última hilada de piezas de block con los huecos rellenos o sobre una cadena de remate nivelada sin mayor disposición especial para claros cortos ($\leq 3.90\text{m}$). El apoyo mínimo de las traves pareadas sobre el muro será de 7cm y el apoyo mínimo de las traves sobre columnas será de 2.5cm.
- Para claros importantes y claros mayores, se pueden requerir apoyos adicionales reforzados como se indica en las figuras correspondientes.
- Antes de la colocación de las traves deberá(n) colocarse la(s) línea(s) de apuntalamiento según claro.
- Se colocan las traves pareadas (triples) y las viguetas y bovedillas (también apuntaladas según se indique) así como el armado complementario y la malla de la capa de compresión y se cuela todo conjuntamente (ver Figura B.192).
- El desapuntalamiento se efectúa una vez pasada la fecha de endurecimiento suficiente del concreto colado (mínimo después de 7 días).

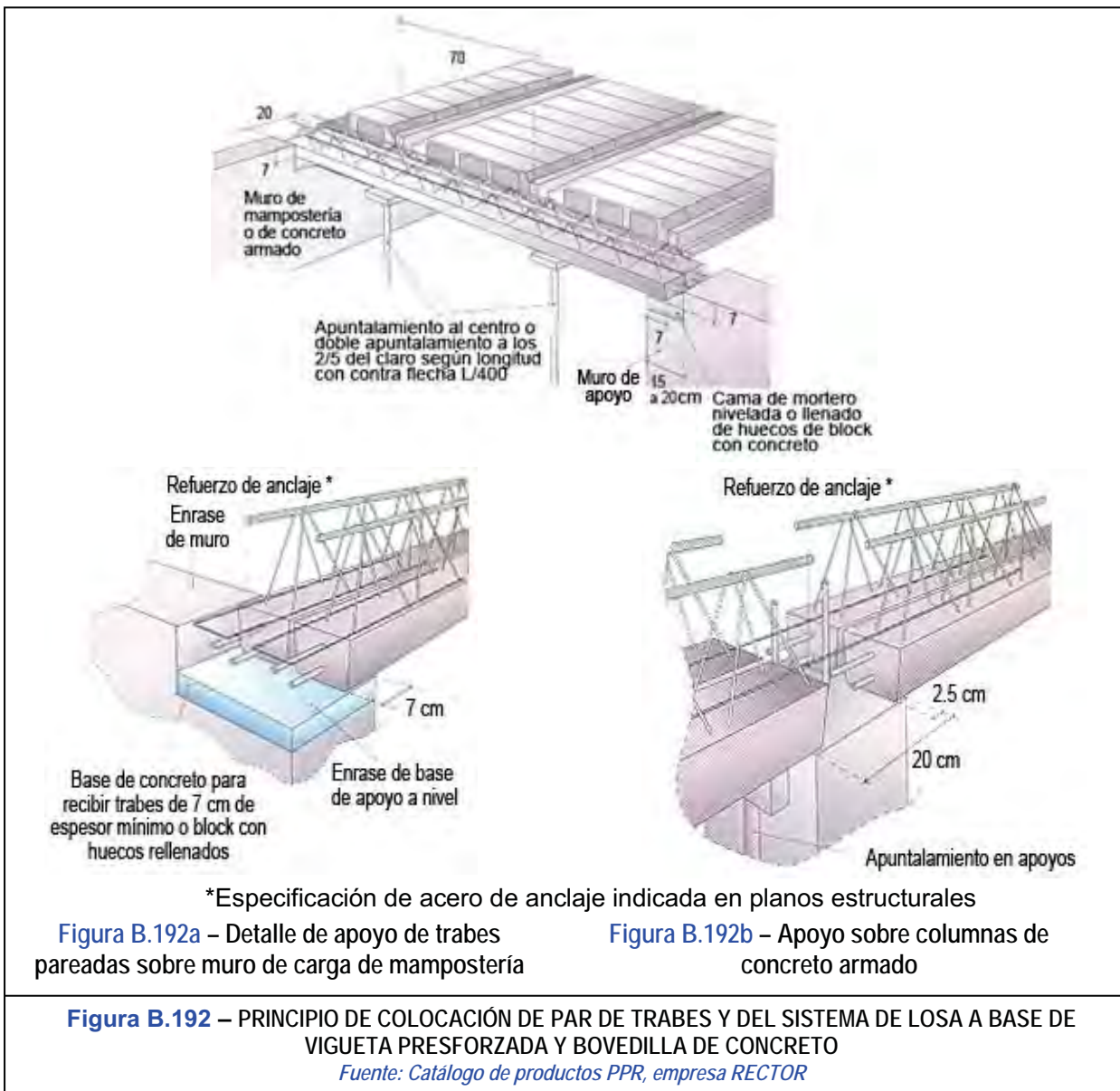


Figura B.192a – Detalle de apoyo de traves pareadas sobre muro de carga de mampostería

Figura B.192b – Apoyo sobre columnas de concreto armado

Figura B.192 – PRINCIPIO DE COLOCACIÓN DE PAR DE TRAVES Y DEL SISTEMA DE LOSA A BASE DE VIGUETA PRESFORZADA Y BOVEDILLA DE CONCRETO

Fuente: Catálogo de productos PPR, empresa RECTOR

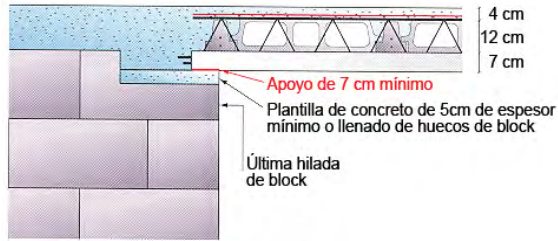


Figura B.193a – DETALLE DE APOYO PARALELO AL EJE DEL MURO DE CARGA

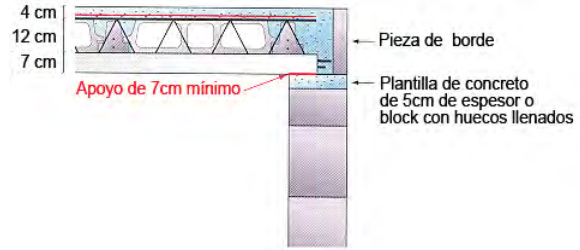


Figura B.193b – DETALLE DE APOYO PERPENDICULAR AL MURO DE CARGA

Figura B.193 – APOYOS DE VIGUETAS DE ALMA ABIERTA

Fuente: *Catálogo de Productos PPR, Empresa RECTOR*

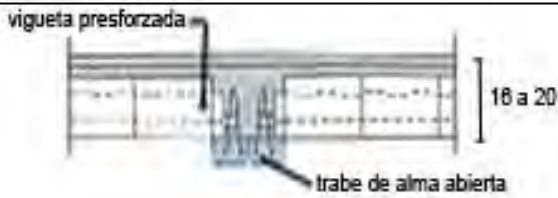


Figura B.194a – Apoyo simple sin momento embebido en el patín de concreto.

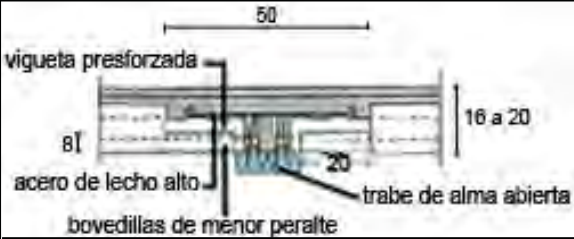


Figura B.194b – Apoyo con capitel en franja equivalente a una bovedilla rebajada de 20cm de ancho.

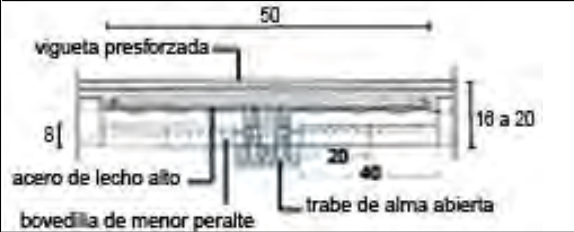


Figura B.194c – Apoyo con capitel en franja equivalente a dos bovedillas rebajadas (40cm de ancho).

Figura B.194 – APOYOS DE BOVEDILLAS SOBRE VIGUETAS

Fuente: *Catálogo de Productos PPR, Empresa RECTOR*

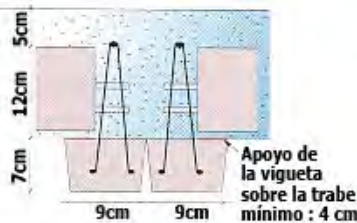


Figura B.195 – DETALLE DE APOYO DE VIGUETAS SOBRE TRABES PAREADAS

Fuente: *Catálogo de Productos PPR, Empresa RECTOR*

Como variante de la solución de traves de alma abierta, existe la posibilidad de utilizar traves de alma abierta con patín de placa de acero soldado a la armadura triangulada, en vez de los 7cm de concreto.

El patín de placa de acero sustituye al acero redondo corrugado, embebido en el patín de concreto, e incrementa el peralte efectivo de la trabe. Esta alternativa proporciona mayor resistencia a la flexión. Por lo delgado del patín a base de placa de acero, éste puede ocultarse dentro del espesor del aplanado del plafón a base de cemento-arena acabado con yeso (no se debe aplicar directamente yeso sobre el acero por la generación de óxido).

14.- DOBLAJE DE MUROS, PISO FLOTANTE Y FORRADO DE TUBERÍAS PARA AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACÚSTICO

El *DOBLAJE DE MUROS* es una solución de *aislamiento térmico y acústico* que puede implementarse en los casos necesarios, principalmente conveniente en lugares con climas extremos como en los estados del norte de México o en las ciudades con costa y con demasiado calor, principalmente en el verano.

Cada material tiene diferente aislación térmica y ello depende de su porosidad estanca. Entre mayor número y menor dimensión de huecos con aire atrapado y sin interconexión entre sí tenga un material, dicho material será térmicamente más aislante e impedirá con mayor eficacia la transmisión del calor por conducción.

La siguiente figura muestra el espesor que cada material comúnmente usado en la construcción necesita para lograr el mismo aislamiento (Ver figura B.196).

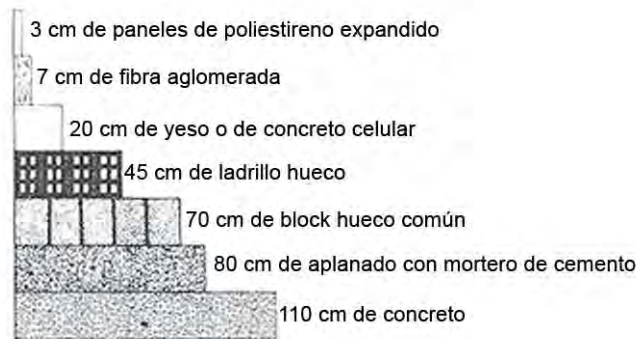


Figura B.196 – CARACTERÍSTICAS AISLANTES DE DIFERENTES MATERIALES – Se puede notar el espesor de pared que se requiere por cada material para lograr el aislamiento térmico equivalente

Fuente: *Travaux de Maçonnerie et Finitions, Technologie du Bâtiment – Gros Oeuvre, F. LETERTRE et H. Renaud, Ed. Foucher 1987, p. 56*

El *aislamiento térmico*, conjuntamente con la inercia térmica dada por la masa (peso) de las edificaciones, permite mantener temperaturas de confort en sus espacios interiores reduciendo o eliminando el uso de calefacción o de aire acondicionado y de la energía requerida para tal efecto, contribuyendo así al desarrollo sustentable.

El aislamiento puede colocarse en el lado exterior, en medio del muro de fachada o en el lado interior. También hay elementos de muro que en sí mismos son aislantes (caso del concreto celular o del ladrillo de cerámica multiperforado).

La descripción de particularidades de tantos sistemas de aislamiento implica un trabajo específico y por ello, en este caso donde sólo se propone una aplicación práctica para las viviendas existentes y nuevas, se muestra brevemente el doblaje con tablaroca y poliestireno expandido adherido por su facilidad potencial de aplicación aunque con la desventaja de reducir un poco el área útil de las edificaciones.

A continuación se muestran las características de esta solución ampliamente utilizada en Europa por su bajo costo y facilidad de instalación:





TABLA DE DATOS TÉCNICOS

Espesor (mm)	Tablaroca + aislante	13 + 77	13 + 87	13 + 97	13 + 107	13 + 117
	Total	90	100	110	120	130
Longitud y ancho (mm)	2500 X 1200 2600 X 1200					
Resistencia térmica R = m ² . KW)		1.944	2.14	2.39	2.64	2.89

Figura B.199 – VALORES DE RESISTENCIA TÉRMICA EN MUROS DE DOBLAJE A BASE DE TABLAROCA Y POLIESTIRENO EXPANDIDO



Colocación de mogotes de yeso con pegayeso sobre muro

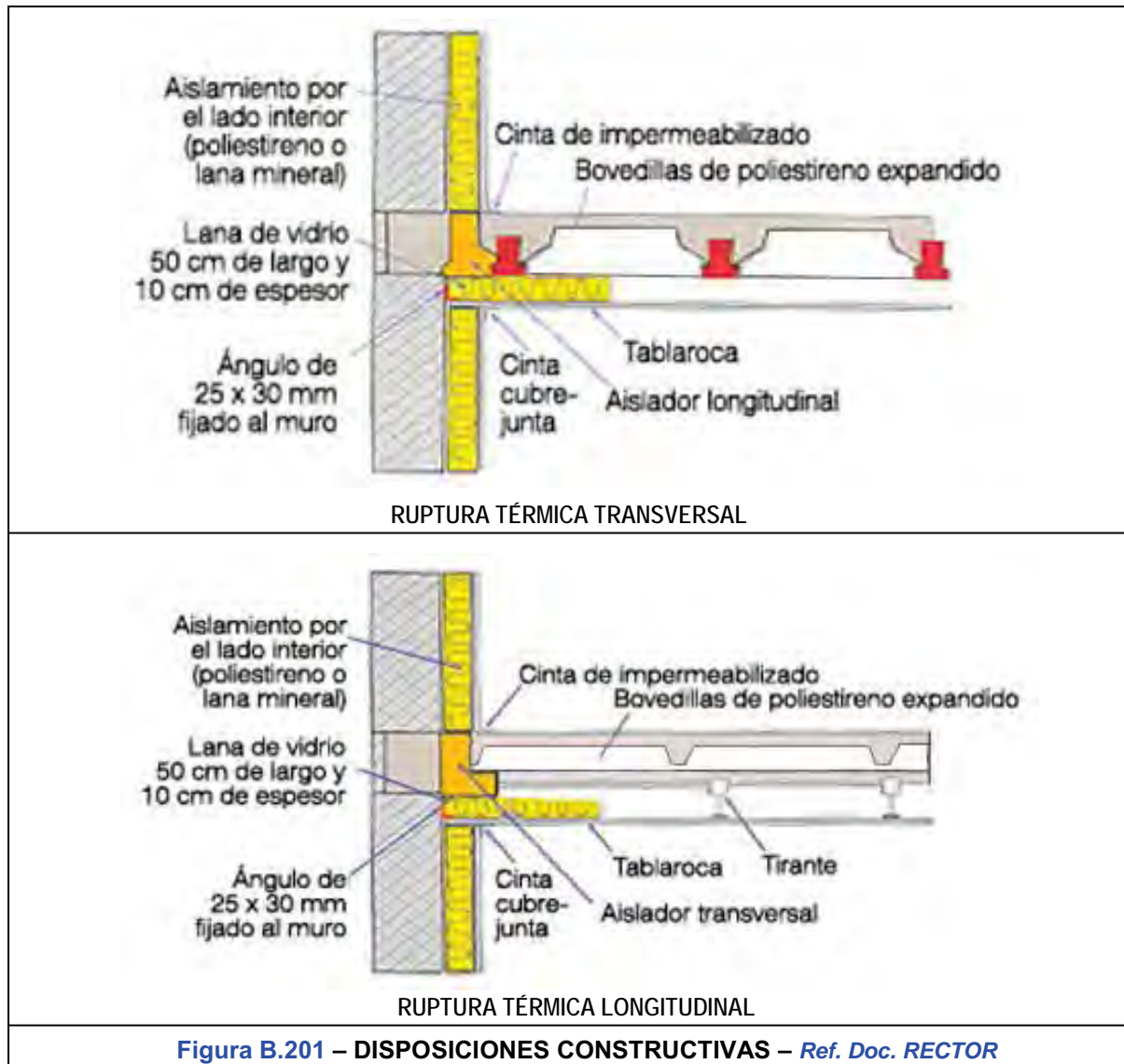
... o sobre el panel de tablaroca con la placa de poliestireno adherido

Colocación del panel de tablaroca

Regleado

Figura B.200 – COLOCACIÓN DE DOBLAJE A BASE DE PANELES DE TABLAROCA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO ADHERIDO FIJADO AL MURO DE FACHADA CON MOGOTES DE YESO-COLA - Fuente: *Catálogo de Productos, Empresa PLACO PLÂTRE*

En el doblaje de muros debe cuidarse muy particularmente la zona de unión de muro de fachada con borde de losa. La siguiente figura muestra las disposiciones constructivas que se dan para evitar los puentes térmicos en esta zona (Ver figura B.201).



El aislante a base de lana de vidrio, por su estructura flexible (y no rígida) contribuye adicionalmente al aislamiento acústico. Un aislante de estructura rígida, en vez de aislar acústicamente una pared, incrementa la transmisión del ruido en vez de disminuirla. Por ello, en los tramos de fachada con separación de colindancia, deben tener una franja continua de aislante térmico flexible con un ancho igual de 50 cm para mantener acústicamente aislados a los dos lados de la edificación.

Para el *aislamiento termo-acústico de muros divisorios entre dos viviendas*, se puede colocar también un doblaje aunque con el material de aislamiento adecuado para la absorción del ruido aéreo así como con una doble placa de tablaroca que incremente el peso del panel para reducir el paso de las ondas acústicas.

AISLAMIENTO ACÚSTICO



Figura B.202 – ESCALA DE RUIDOS EN DECIBELES A, Db(A)
Fuente: Flash Acoustique Domisol et Polys Beto, Empresa ISOVER

UNIDADES DE MEDIDA

dB Valor utilizado para cuantificar el nivel de ruido. Es una medida de presión.

dB(A) Valor de medida del ruido que toma en cuenta la sensibilidad del oído. Las bajas frecuencias se aminoran.

Hz-Hertz Un sonido se caracteriza también por su frecuencia, la cual es el número de vibraciones por segundo de la presión acústica.

El rango de percepción del oído humano se sitúa entre 20 a 16 000 Hz.

El rango de frecuencia normalizado considerado en la edificación es de 100 a 5000 Hz.

Ruido rosa Ruido a energía constante considerado para los aislamientos de paredes.

Ruido de carretera Ruido rico en bajas frecuencias considerado para los aislamientos de paredes exteriores.

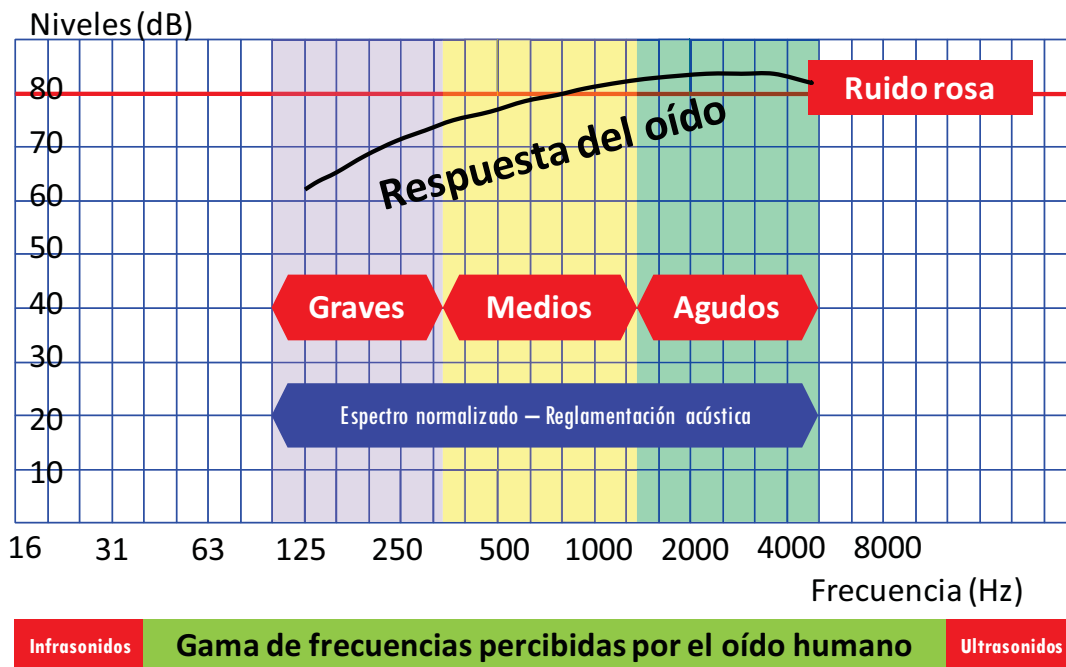


Figura B.203 – ESCALA DE RUIDOS COMPARADA
Fuente: Flash Acoustique Domisol et Polys Beto, Empresa ISOVER

RUIDOS AÉREOS

R Índice de reducción acústica que caracteriza al desempeño acústico de una pared. Se expresa por un valor global en dB(A).
Entre mayor sea **R** mejor es el desempeño.



Dn Califica la medida de un aislamiento acústico in situ. Toma en cuenta las pérdidas laterales y se expresa en dB (A) rosa o de carretera.

RUIDOS DE IMPACTO

Ln Valor de medida para los ruidos de impacto provocados por una máquina de golpes normalizada.



Entre menor sea **Ln** mejor es el desempeño.

ΔL : Índice de eficacia del aislamiento de los recubrimientos de pisos y de losas flotantes.

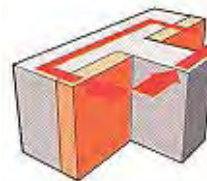
Entre mayor sea ΔL mejor es el desempeño obtenido por el aislamiento.

TRANSMISIONES LATERALES

La reducción acústica **R** a escoger, in situ, debe ser superior yendo de 3 a 5 dB(A) en relación al valor dado en laboratorio.



Sin doblaje



Con doblaje

Figura B.204 – FLUJO DE TRANSMISIONES LATERALES DE RUIDO

Fuente: Flash Acoustique Domisol et Polys Beto, Empresa ISOVER

Los ruidos se suman logarítmicamente; ejemplo: 50 dB(A) + 50 dB(A) = 53 dB(A)

AISLAMIENTO ACÚSTICO

LEY DE MASA Que considera sobrecargas muy importantes en la edificación, sobre todo a los muros.

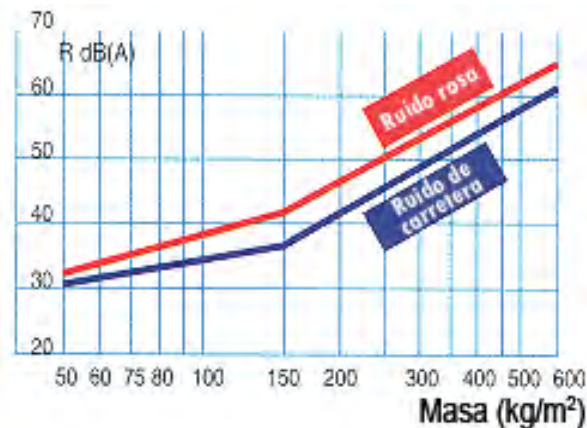


Figura B.205 – Ejemplo: Se requiere una pared homogénea de 250 kg/m² de peso (masa) para obtener un aislamiento acústico R = 50 dB(A).

Fuente: Flash Acoustique Domisol et Polys Beto, Empresa ISOVER

SISTEMA MASA-RESORTE-MASA

Una capa de lana de vidrio entre dos paramentos mejora considerablemente la ley de masa (se requieren cinco veces menos de sobrecarga para lograr el mismo desempeño).



Figura B.206 – Ejemplo: Es suficiente una pared de 50 kg/m^2 para obtener un aislamiento acústico $R=50 \text{ dB(A)}$.

Fuente: Flash Acoustique Domisol et Polys Beto, Empresa ISOVER

LO QUE SE REQUIERE SABER

Para aprovechar totalmente los desempeños acústicos de una losa flotante, no se debe tolerar ningún punto de contacto con las canalizaciones, los marcos de puertas, zoclos, etc., hay que prever una separación perimetral de la losa forzosamente.

La ejecución de un firme dentro de las reglas del arte exige dejar juntas de separación y de retracción a cada 25 m^2 o a cada 5m.

Hay que notar que los concretos ligeros (vermiculita, perlita, etc.) asociados a un firme sobrepuesto degrada las calidades acústicas del existente.

La NRA (**N**ueva **R**eglamentación **A**cústica) es aplicable a toda construcción individual en banda si la losa es continua para el conjunto. No hay NRA para losas en construcciones individuales aisladas. En construcción colectiva la NRA debe observarse en rehabilitación de obras de albañilería.

Hay cuatro tipos de ruido indeseable que se transmite en los edificios de vivienda, principalmente en el caso de los edificios de departamentos o en condominios horizontales con muros medianeros comunes entre cada casa; el primer tipo de ruido que se da es el ruido aéreo exterior, el segundo es el ruido aéreo interior que se da entre espacios (referido al ruido rosa de norma), el tercer tipo es el ruido de impacto que se da a través de las losas de entresuelo por las pisadas sobre acabados de piso duros y el cuarto tipo es el ruido producido por las instalaciones y equipos electromecánicos (elevadores, bombas de agua, compresores de aire acondicionado, descargas de muebles hidrosanitarios y flujo del agua por las tuberías) (Ver figuras **B.207a y b**).

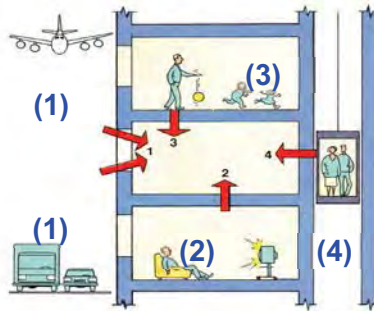


Figura B.207a – TIPOS DE RUIDO INDESEABLE EN LAS EDIFICACIONES

Fuente: Catálogo Flash Acoustique Domisol et Polys Beto, Empresa ISOVER

	<p>1. Ruido aéreo exterior – Es el creado por el tráfico vehicular ferroviario o aéreo.</p>
	<p>2. Ruido aéreo interior – Es el creado por las conversaciones, la televisión y el exterior.</p>
	<p>3. Ruido de impacto – (sobre las losas) – Ruido creado por el desplazamiento de las personas, los muebles, la caída de objetos, etc.</p>
	<p>4. Ruido del equipo e instalaciones – Ruido creado por los elevadores, la grifería, las instalaciones sanitarias, la ventilación mecánica o el aire acondicionado.</p>

Figura B.207b – TIPOS DE RUIDOS INDESEABLES EN LAS EDIFICACIONES

Fuente: Catálogo Flash Acoustique Domisol et Polys Beto, Empresa ISOVER

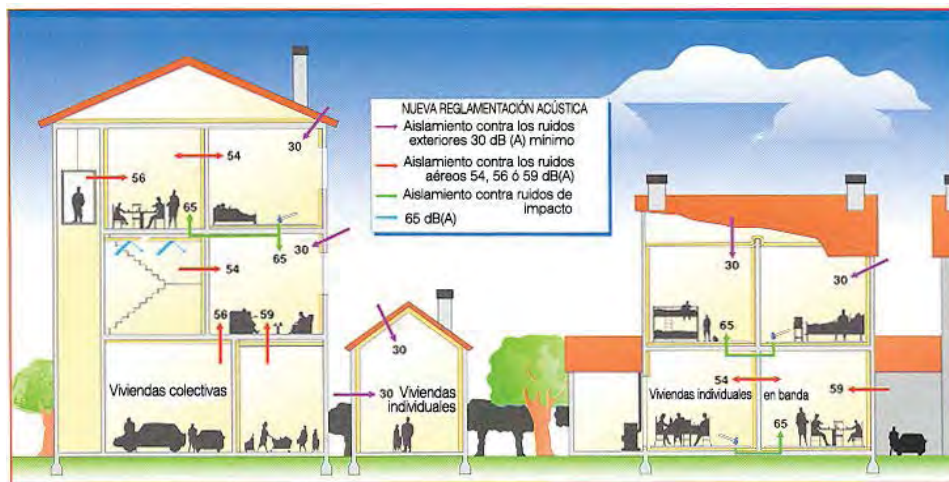


Figura B.207c – RUIDO MÁXIMO PERMITIDO hacia el interior de viviendas por la Nueva

Reglamentación Acústica Europea logrado por el Aislamiento Acústico
Fuente: Catálogo Flash Acoustique Domisol et Polys Beto, Empresa ISOVER

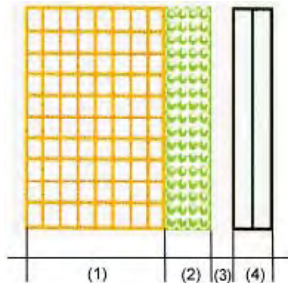
Figura B.207 - TIPOLOGIA DE RUIDOS INDESEABLES

Para el doblaje acústico en muros se emplea espuma flexible de poliuretano de diferentes densidades dotada de una estructura celular porosa para lograr una absorción sonora que permita llegar a los límites de confort preestablecidos por las normas.

Para la absorción de bajas frecuencias principalmente (100 Hz a 500 Hz) conviene utilizar paneles gruesos (de 10 cm de espesor) que dan un coeficiente de absorción acústica de 0.35. Para frecuencias de 400 Hz en adelante, un espesor de 6 cm tiene casi el mismo desempeño que uno de 100 m. Un muro de ladrillo multiperforado y aplanado de 11 cm de espesor, un espesor de aislamiento de 6 cm con 60 kg/m³ de densidad, una cámara de aire de 3 cm y doble placa de tablaroca de 1.25 cm puede lograr un índice de aislamiento a ruidos aéreos de 57 decibeles.

La siguiente figura B.208 muestra las características de este tipo de doblajes.

Índice de aislamiento a sonidos aéreos R'_w



Muro mixto de ladrillo de 11 cm aplanado y revestimiento con placa doble de tablaroca fijada en montantes

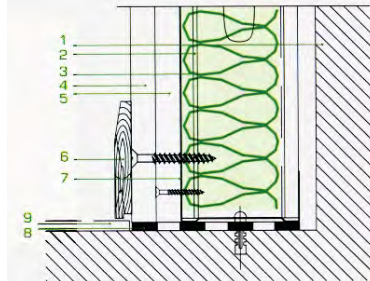
(1) Muro	43
(3) Cámara de aire vacía	50
(2) Y (4) Densidad . Espesor = 60 . 60	57

Figura B.208a – EJEMPLO DE DOBLAJE DE UN MURO con un índice total de aislamiento R'_w = 57

Fuente: Catálogo de Productos, empresa AGLOMEX ACOUSTIQUE

Refuerzo de aislamiento sonoro a ruidos de conducción aérea con techo ligero de tablaroca siendo la cámara de aire parcialmente rellena por material de elevada absorción sonora.

Muro a base de ladrillo de 11 cm y refuerzo de aislamiento a base de doble placa de tablaroca fijada en montantes de 48 mm independientes de las paredes.



- 1) Muro perimetral
- 2) Montante independiente - bastidor
- 3) Panel aislante
- 4 y 5) Paneles de tablaroca de 12.5 mm c/u
- 6) Fijación de zoclo
- 7) Soporte para fijación de zoclo
- 8) Membrana resiliente de panel aislante de 5 mm
- 9) Revestimiento de piso

Figura B.208b – DETALLE DE DESPLANTE DE UN DOBLAJE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA

Densidad (kg/m ³)	Espesor (mm)	R _w (dB)	Espesor Cámara-de-aire (mm)	Ocupación total (mm)
120	60	43	60	170



Figura B.208c – DIFERENTES ESPESORES DE PIEZAS DE ESPUMA DE POLIURETANO FLEXIBLE



Figura B.208d – SECUENCIA DE COLOCACIÓN DE PLACAS DE POLIURETANO FLEXIBLE ADHERIDAS AL MURO A AISLAR

Figura B.208 – ABSORCIÓN ACÚSTICA POR MEDIO DE DOBLAJE CON TABLAROCA Y PIEZAS DE ESPUMA FLEXIBLE DE POLIURETANO - Fuente: Catálogo de productos, empresa AGLOMEX ACOUSTIQUE

El *PISO FLOTANTE* es la solución utilizada regularmente en Europa para aislar el ruido de impacto. Lo más eficiente es el empleo de losas flotantes o de firmes flotantes aunque su espesor y peso adicional así como el impacto de su costo ha hecho proponer otras soluciones cuyo espesor de capas es más reducido y adecuado incluso a edificios existentes.

La siguiente figura nos muestra las características de las losas o firmes flotantes.

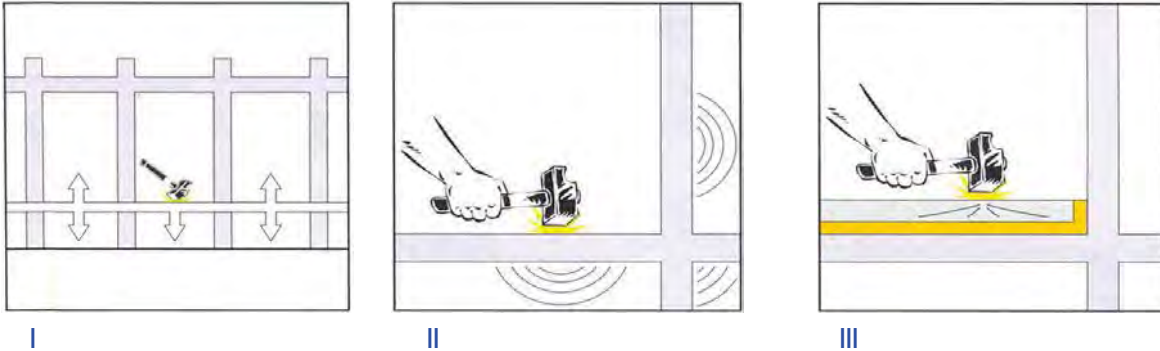
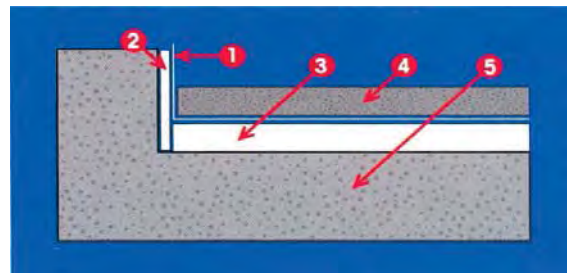
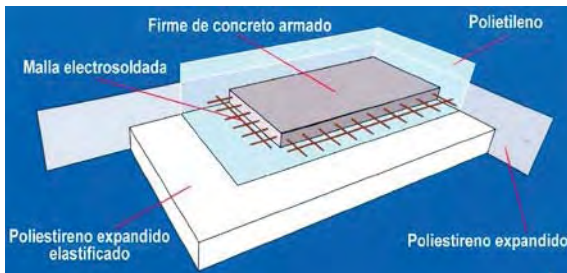


Figura B.209 – TRANSMISIÓN Y AISLAMIENTO DEL RUIDO DE IMPACTO

- a) La transmisión de ruidos de impacto a través de las losas y muros de las edificaciones (ver I y II) puede evitarse desolidarizando al piso de la losa con un bajo-piso mullido y absorbente especialmente diseñado y fabricado para tal efecto. Es importante que el bajo-piso dé vuelta en la unión con los elementos verticales del edificio (muros y columnas) con objeto de evitar puentes acústicos (ver III).



- 1) Hoja de polietileno.
- 2) Poliestireno expandido.
- 3) Poliestireno expandido elastificado.
- 4) Firme de concreto armado de 4 cm de espesor.
- 5) Losa de concreto armado de 14 cm de espesor.

Figura B.210 - PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LAS LOSAS Y PISOS FLOTANTES

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa ISOBOX

- b) La solución flotante bajo piso de losetas de cerámica o de mármol con un bajo-piso delgado de igual desempeño requerido por las normas y reglamentaciones acústicas, aunque requiriéndose de cualquier forma un firme armado de 4 cm de espesor.

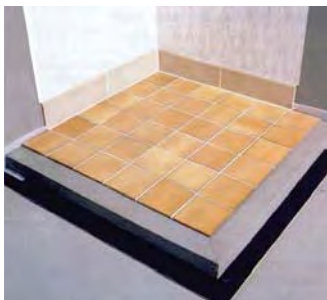
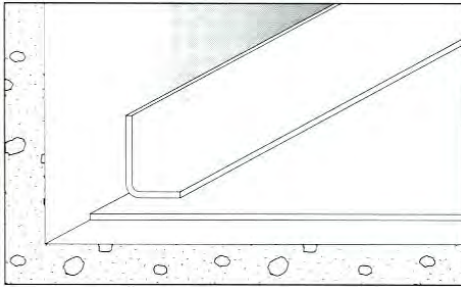


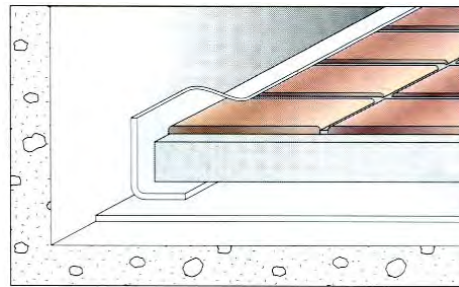
Figura B.211 – COMPONENTES DE UN PISO FLOTANTE

Fuente: Catálogo de Producto Velaphone, Empresa SOPREMA

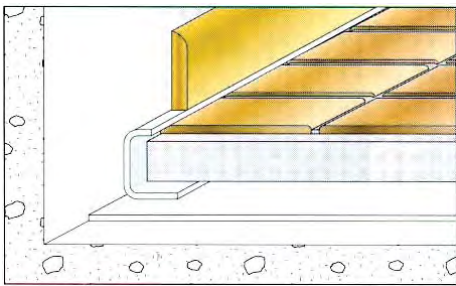
Detalles de ejecución



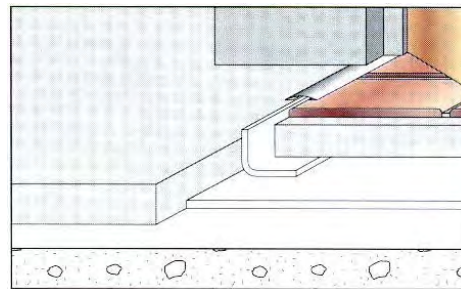
Colocar el bajo-piso de aislamiento acústico y la banda de doblado hacia arriba adhiriéndola al aislante acústico y apoyándola en escuadra contra la pared o superficie vertical.



Colar el firme flotante, colocar el piso de cerámica o de mármol y doblar el extremo de la banda perimetral hacia el acabado de piso.



Colocar el zoclo sobre la banda perimetral doblada y cortar el sobrante de dicha banda al ras del zoclo.



En el caso de umbrales de puertas, la ejecución se hace siguiendo el mismo principio que el de los zoclos.

Figura B.212 – PISO FLOTANTE – Detalles de ejecución

Fuente: *Catálogo Técnico producto Cermiphone D25 – Empresa DESVRES*

- c) Existe una tercera posibilidad que da como resultado un sobre-espesor total de 2.6 cm incluyendo una loseta cerámica con un espesor propio de 1 cm. La siguiente figura nos muestra sus especificaciones técnicas:

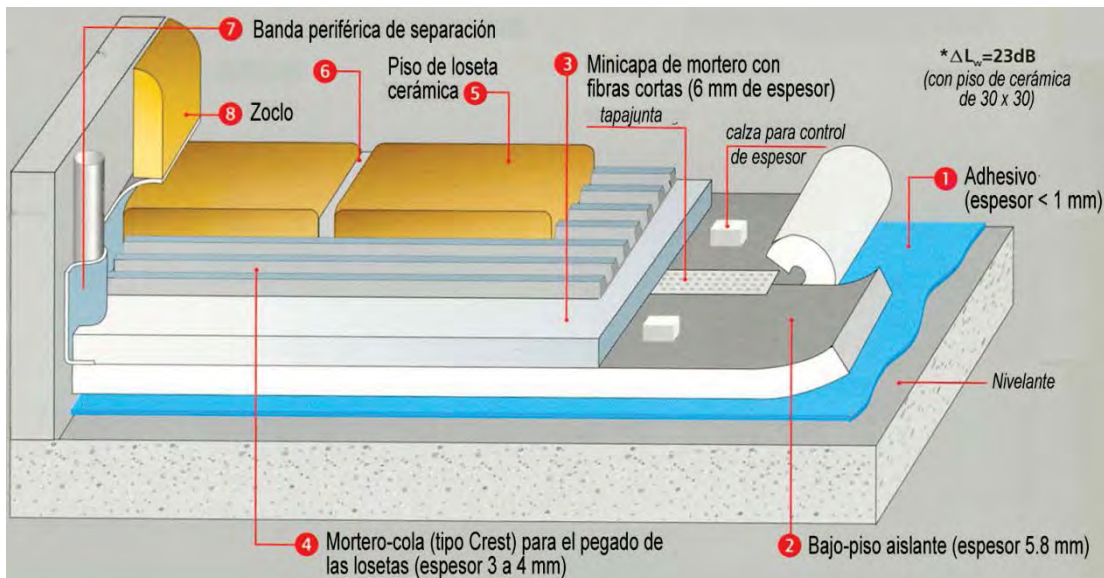


Figura B.213 – SINOPSIS DEL PROCESO DE EJECUCIÓN DE UN PISO FLOTANTE

Fuente: *Catálogo Técnico producto Cermiphone D25 – Empresa DESVRES*



Figura B.214 – DESCRIPCIÓN FOTOGRÁFICA DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Fuente: Catálogo Técnico producto Cermiphone D25 – Empresa DESVRES

Proceso de ejecución

- 1.- *Aplicación del adhesivo*, sobre una superficie de losa de soporte seca, bien acabada, limpia y bien nivelada (emplear autonivelante en caso contrario) aplicar con regularidad el adhesivo con una espátula con dientes.
- 2.- *Colocar el bajo-piso aislante* previamente despiezado y precortado de acuerdo a las dimensiones del local y fijándose en la cara que debe quedar hacia arriba dejándolo al paño de los límites dados por los muros y elementos verticales sin doblados hacia arriba y sin sobreponerlo con traslapes, en los umbrales de puertas dejar sobresalido el bajo-piso de 10 a 15 cm.
- 3.- *Colocación de accesorios*
 - Aplicar la banda periférica autoadhesiva directamente sobre el bajo-piso aislante dejando 4 cm aproximadamente sobresalidos en su unión con los muros.
 - Colocar la banda tapa-juntas autoadhesiva en las uniones del bajo-piso con objeto de evitar cualquier infiltración durante el extendido de la mini-capa de mortero.
 - Finalmente, colocar las calzas de regleado para control del espesor de la mini-capa de mortero a razón de 4 a 5 calzas por m².
- 4.- *Aplicación de la mini-capa de mortero* (5 lts. de agua por cada 25 kg de mortero) distribuir el mortero con una llana larga hasta dejarlo al nivel indicado por las calzas. Hay que considerar 6 mm de espesor en todos los puntos y nunca terminar un local igualando el nivel en los umbrales de puertas. Se deja secar 24 hrs.
- 5.- *Pegado de losetas cerámicas*. La colocación de las losetas se efectuará empleando mortero-cola aplicado con una llana dentada U9 (obligatorio untar el mortero-cola en la superficie del soporte y en las piezas). No olvidar respetar el ancho mínimo de las juntas entre losetas. Dejar secar el mortero al menos 24 hrs.
- 6.- *Junteo* (lechada con 5 lts. de agua por 25 kg de material de junteo. Aplicar el material de junteo con una espátula o una hoja de hule. Trabajar la superficie en diagonal para evitar dejar sin llenar las juntas. Utilizar un compuesto o agua para la limpieza de las losetas.
- 7.- *Colocación del zoclo*. Para colocar el zoclo hay que doblar la banda periférica hacia el piso y sobre ella pegar el zoclo con el pegamento apropiado a la superficie de soporte. Después del secado del adhesivo recortar el sobrante de la banda enrasándola a plomo con el zoclo.
- 8.- *Locales húmedos*. En los locales húmedos como las cocinas, baños y toillettes: sellar la junta horizontal inferior del zoclo con un sellador flexible elastomérico de tipo silicón.

Duración: Los pasos 1, 2, 3 y 4 pueden hacerse en un solo día, la aplicación de la mini-capa de mortero requiere 24 hrs. después de su aplicación, la colocación de la loseta requiere de otras 24 hrs. de endurecimiento y el junteo, la colocación del zoclo y su sellado se pueden hacer en un solo día. *Total: 4 días.*

Para el caso del aislamiento de ruidos producidos por las instalaciones, hay que aislar los ductos de instalaciones viendo que en el proyecto se consideren preferentemente en las áreas comunes para facilitar su mantenimiento sin molestias a los ocupantes.

Más que aislar el cubo de elevadores hay que aislar, preferentemente, el equipo que transmite ruidos y vibraciones al igual que el equipo de bombeo colocándolo sobre bases de apoyo aisladas y sus tuberías y perfiles fijados con aisladores. En algunos casos es necesario utilizar tramos de tubería flexible (de neopreno) para interrumpir la transmisión de las vibraciones a través de la tubería.

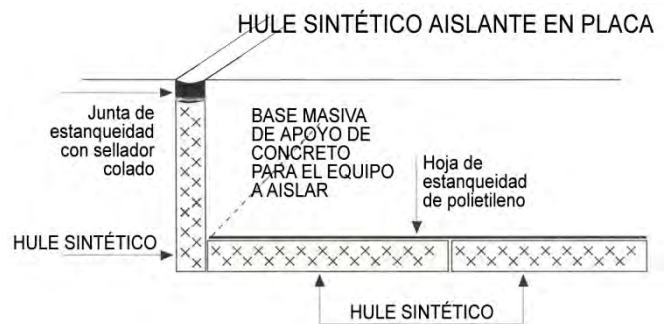
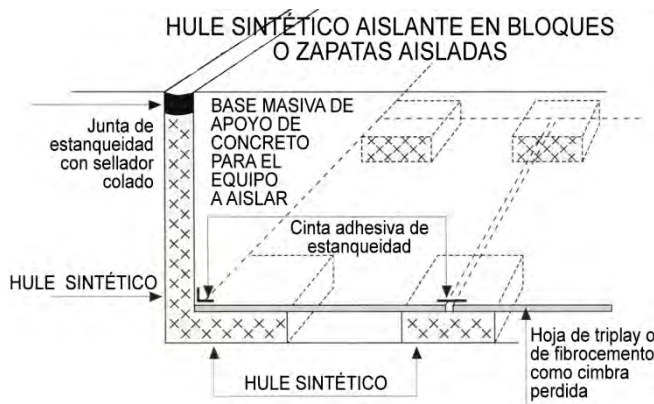
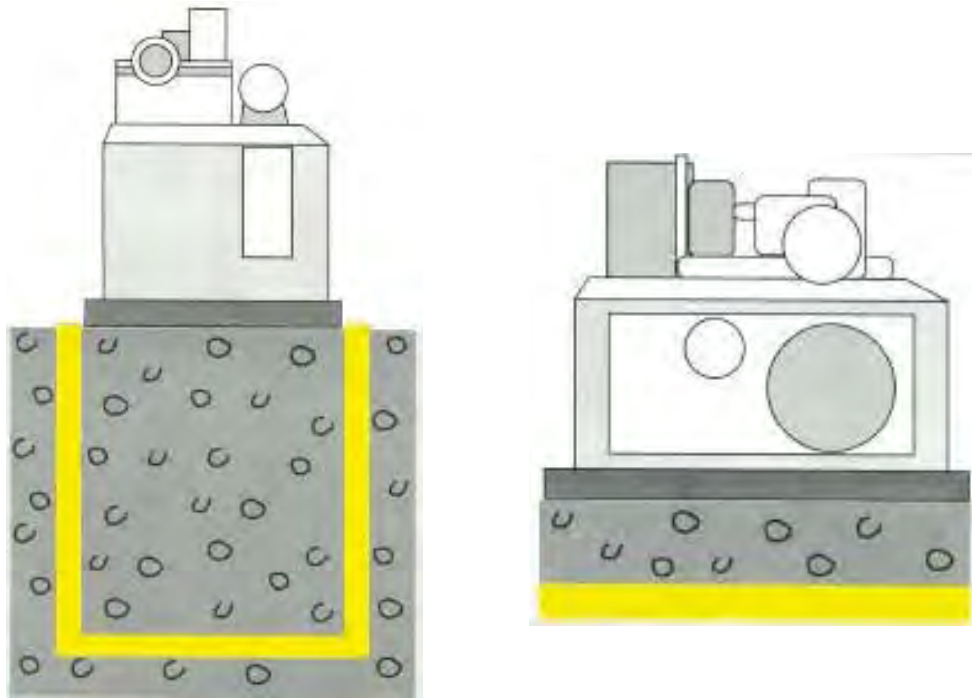
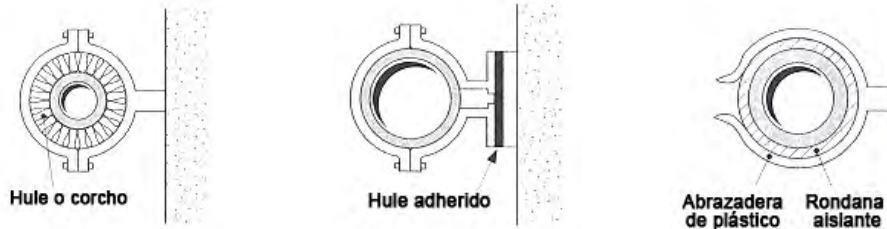


Figura B.215 - EMPLEO DE PLACAS Y BLOQUES DE HULE SINTÉTICO PARA EL AISLAMIENTO ANTIVIBRATORIO DE EQUIPO CON RESPECTO A LA ESTRUCTURA DE LAS EDIFICACIONES.

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa WATELEZ

Se evitará la posible transmisión acústica hacia muros, losas, volados y soportes que generen las tuberías con anillos de hule absorbente de vibraciones.



Fuente: Guide Veritas du Moniteur Tomo 3 – Oct. 1995 – Ficha 48 M



El incremento de velocidad puede ser tal que una sujeción insuficiente o deficiente, podrá dar lugar a vibraciones y ruidos molestos para los usuarios del inmueble.

La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la campana, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias.

Las tuberías, se mantendrán separadas de los paramentos para poder efectuar futuras reparaciones o acabados y para no propiciar posibles condensaciones en su cara exterior.

Figura B.216 – ABRAZADERAS CON ANILLOS AISLANTES

Fuentes: Evacuación de Aguas Residuales en Edificios, Albert SORIANO Rull, Edit. Mariombo, 2007; p.41 y Catálogo de productos, Empresa APOLO (Grapas); p.41

Los ductos técnicos cubren y protegen a las tuberías, canalizaciones, conductos y dispositivos técnicos que dan servicio a los diferentes niveles sobrepuestos o adyacentes. Deben garantizar los niveles de aislamiento acústico requerido y, para casos de incendio, la no propagación del fuego entre los locales.

Una solución muy práctica para formar la envolvente de ductos utiliza placas de tablaroca y aislante.

La siguiente figura muestra un ejemplo de ubicación de ductos en vestíbulos que permite llevar a cabo los trabajos de revisión y mantenimiento que sean necesarios. Es conveniente forrar las paredes interiores de los ductos y colocar zapatas de aislamiento a las abrazaderas para absorber el ruido y las vibraciones que se produzcan.

Se recomienda ubicar los ductos en vestíbulos y pasillos o en espacios sanitarios como baño o cocina, pero no en espacios habitables.

Las puertas de ductos registrables deben colocarse en los espacios menos sensibles al ruido, debe ser de material pesado con juntas perimetrales de sellado y con una superficie máxima recomendable de 0.20 m².

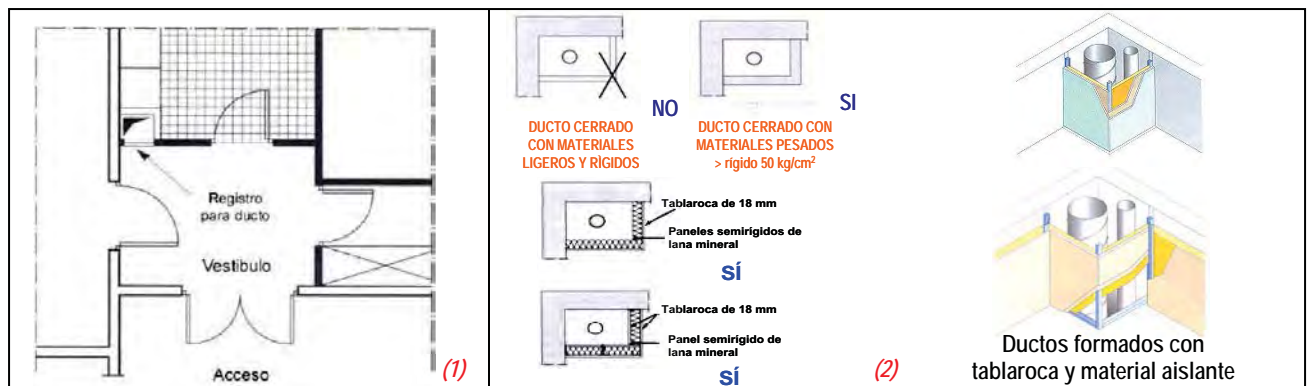


Figura B.217 – UBICACIÓN PREFERENTE Y AISLAMIENTO ACÚSTICO DE DUCTOS DE INSTALACIONES

Fuentes: (1) Réussir l'acoustique d'un bâtiment, Loïe HAMAYON; LE MONITEUR, 1996, p. 151 y (2) Ouvrages en plaques de plâtre; plafonds, habillages, cloisons, doublages, parois de gaines techniques – Guide Pratique (DTU 25.41 et 25.42) CSTB, 2008; p. 92 y 100

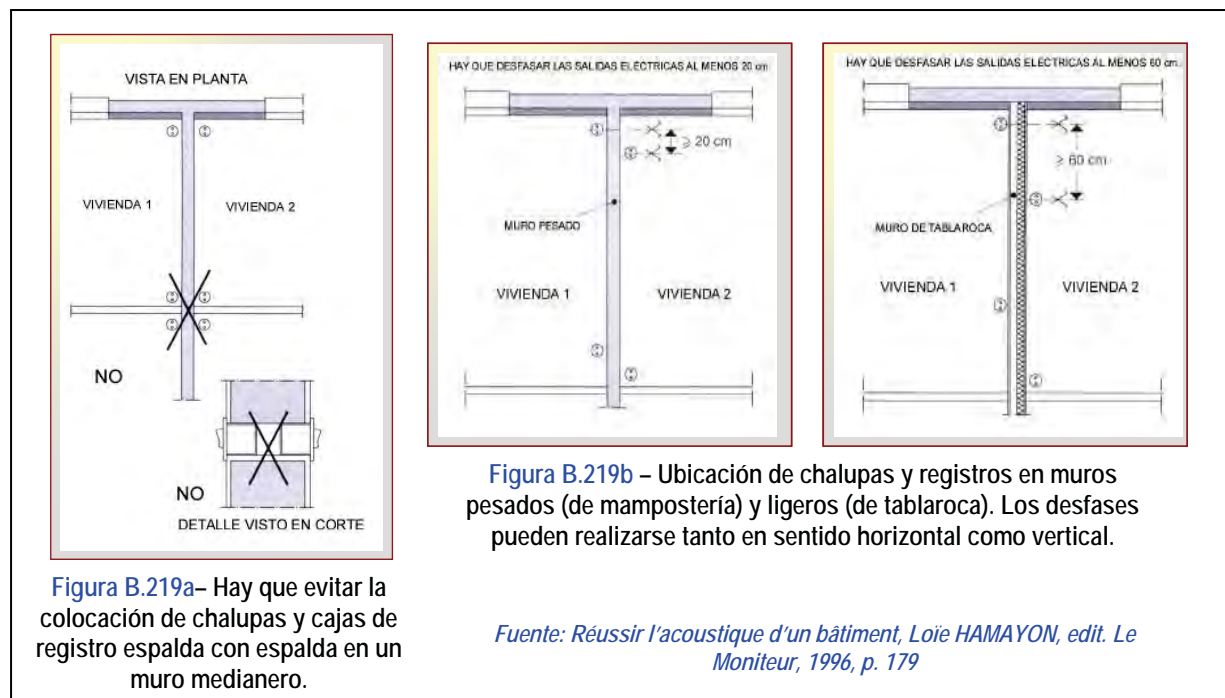
Otra solución sustituta o complementaria consiste en aislar la tubería contra el ruido y a su vez, en los casos requeridos, térmicamente, forrándola completamente como se muestra en la siguiente figura B.218.



Figura B.218 – FORRADO DE TUBERIA CON MATERIAL AISLANTE

Fuente: Catálogo de Producto, Empresa MISSEL

Para coadyuvar en el aislamiento acústico de muros existen también previsiones a tomar en cuenta como el desfasado de cajas eléctricas empotradas en muros como se muestra en la siguiente figura B.219



El peso de los elementos estructurales de las edificaciones (losas y muros) así como la capacidad de absorción de materiales de acabado (alfombras, tapices de tela, etc.) y de placas mullidas de absorción acústica coadyuvan para lograr el nivel de ruido aceptable para una habitabilidad con confort.

Las ventanas con doble vidrio de diferente espesor separado por un espacio de aire contribuyen también al aislamiento contra el ruido exterior siendo admisible llegar a valores de transmisión acústica de 60 dB.

El mejor aislamiento acústico en las viviendas no es aquel que nos aparta por completo del mundo exterior sino aquel que nos permite un nivel de confort suficiente.

15.- TEJA AUTOIMPERMEABLE EN CUBIERTAS INCLINADAS

Para la *impermeabilidad y estanqueidad* de la envolvente de las edificaciones hay diversas oportunidades de desarrollo. Dentro de ellas está el empleo de *cubiertas inclinadas con un recubrimiento de teja autoimpermeable, la impermeabilización reforzada para techos planos, los hidrofugantes de superficie o en la masa para la protección de fachadas* y de materiales expuestos al agua de lluvia o de escurrimiento y, los componentes arquitectónicos como los *repisones, los remates, las rejillas difusoras de lluvia, los desagües y los botaguas*. Hay también una gama cada vez más amplia de impermeabilizantes de membrana, adhesivos, selladores y rellenos de calafateo de gran utilidad.

La *teja autoimpermeable* es, hasta cierto punto, un regreso a la esencia funcional de las tejas de antaño. Desde la época de los griegos pueden apreciarse las cubiertas inclinadas en sus templos y su recubrimiento con piedra labrada en forma de teja. Los romanos fueron los que mayormente utilizaron la teja de barro cocido utilizando, incluso en su fabricación, el muslo de una pierna como molde que diera forma de canal curvo a cada teja antes de su cocción.

En regiones frías de Europa ha sido, y es aún muy utilizada, la piedra en lajas gruesas y la pizarra. En Oriente y, prácticamente en diversas y diferentes regiones del mundo, se han utilizado y se siguen utilizando cubiertas inclinadas de teja, de pizarra o de otros materiales para impermeabilizar.

Las siguientes figuras muestran varias propuestas de diseño de tejas de concreto industrializado evocando el uso de materiales regionales empleados por tradición.



Fig. B.220 – DISEÑOS ESPECIALES REGIONALIZADOS DE PIEZAS DE CUBIERTAS

Fuente: Catálogos de Productos Meribel, Empresa ETERNIT y Empresa REDLAND

En nuestro medio, por alguna razón, se le ha dado a la teja un uso decorativo y estético o de evocación a estilos arquitectónicos de época colonial o de otras más recientes. El *darle la autoimpermeabilidad a la teja es retornarla a la función que le dio su forma y su razón de existir como elemento arquitectónico y funcional* lo cual da como resultado un ahorro en impermeabilización previa.

Adicionalmente a sus funciones de impermeabilidad y aspecto visual, las cubiertas de teja contribuyen al aislamiento de la cubierta. Existen paneles con diferentes diseños estampados de teja y aislamiento térmico de poliestireno o poliuretano adherido.

La teja se colocaba antes combinando la fijación mecánica con asientos de mortero en las partes de cumbrera y de borde. Actualmente la fijación es solamente en seco (mecánica) o empleando espuma adherente.

En los casos de emplearse teja sencilla, se requiere ventilar la interfaz que existe entre la losa de concreto y las tejas con objeto de evitar la degradación de los materiales al quedar encerrados y expuestos a cambios de temperatura excesivos.

La siguiente figura B.221 ilustra el funcionamiento de la ventilación de las cubiertas de teja.

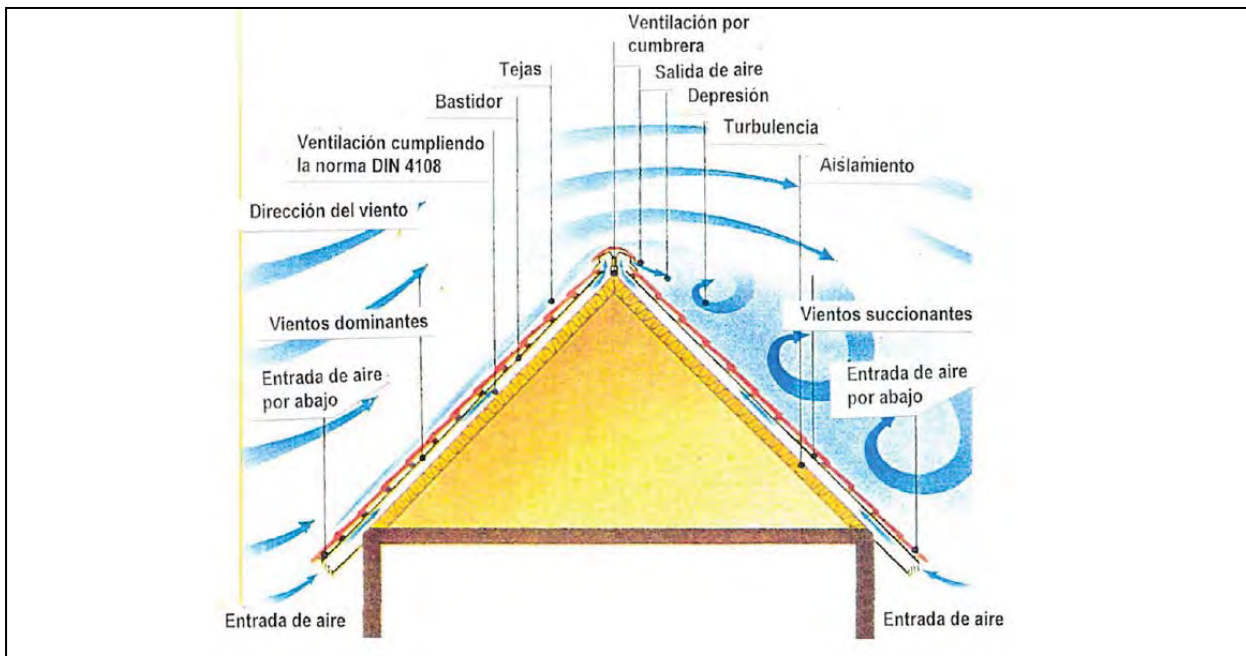


Figura B.221 - VENTILACIÓN DE LAS CUBIERTAS DE TEJA

Fuente: Información Técnica Venti-Top, Empresa HPI-DIMEX

Para permitir una adecuada ventilación y sin condensaciones en el espacio que queda entre la teja y el techo inclinado, se dispone en el techo bajo del alero de entradas de aire y, en la cumbrera de la cubierta sus salidas.

El aire caliente sube a través del espacio limitado por teja y techo creando corrientes de ventilación, siempre y cuando aseguremos su paso libre, evitando colocar tiras o apoyos que impidan la circulación.

Las corrientes de aire serán mayores en el lado que quede expuesto a los vientos dominantes (derecho o izquierdo) que cuando salen por la cumbrera atravesando por un lado de la cubierta: crean un efecto de succión en el otro lado.

Los dos movimientos de aire se combinan para ventilar la totalidad de la cubierta.

En el exterior, las corrientes de aire circulan sobre las pendientes de la cubierta y cuando sobrepasan la cumbrera se crea un área de depresión y turbulencia que produce un efecto de succión que acelera la corriente de aire dentro del espacio entre teja y techo.

La teja puede colocarse directamente sobre armaduras y largueros sin nada abajo o contra una superficie de techo que pueden ser hojas de triplay, duela, una losa de concreto, una losa de viguetas y bovedillas con o sin capa de compresión, un aislante, una hoja plástica colgada o tendida, etc.


El área total de la sección a cruzar con huecos de ventilación para una cubierta sin nada abajo (formándose un desván) deberá ser al menos igual a 1/5 000 de la superficie de la proyección en planta de la cubierta. Para el caso de una cubierta de teja colocada contra una superficie de techo, dicha área de ventilación será al menos igual a 1/3 000 de la superficie de la proyección en planta de la cubierta.


Generalmente dejando un espacio entre largueros y lisas de 20 mm bajo la teja, se asegura la circulación libre si se utiliza el sistema de aeración de entrada bajo alero y salida por cumbrera. En caso de que por algún motivo la circulación no sea suficiente pueden utilizarse tejas de ventilación cuya cantidad y disposición permita cumplir con las cantidades de 1/5 000 y 1/3 000 según sea el caso

NOTA: La ventilación del interior de la edificación no debe mezclarse con la ventilación de la cubierta y debe tener su propio tiro sobre dicha cubierta.

La solución de impermeabilidad dada por las tejas implica el empleo de piezas especiales (de cumbre, de remate, de borde, de frontón, etc.) y elementos accesorios necesarios para asegurar la hermeticidad, la protección total y la conducción del agua de lluvia hacia los aleros y hacia el suelo para su absorción (empleando rejillas de dispersión) o hacia canalones de recolección.

Las siguientes figuras que van de la **B.222** a la **B.240** muestran los elementos que componen un sistema completo de teja disponible comercialmente en algunos casos y, en otros, que se tienen que fabricar.





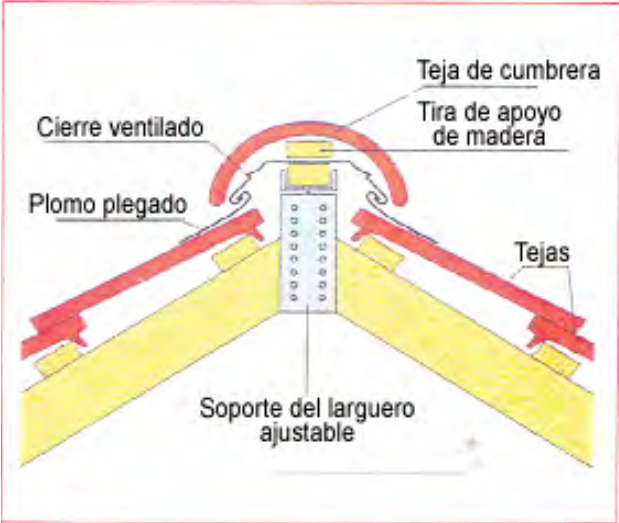
La pieza metálica fijada al cierre y a la estructura de cubierta permite fijar las piezas de teja de cumbre sin necesidad de mortero.

El fieltro sintético especial de este cierre protege del azote de lluvia y de la infiltración de la nieve. Gracias a su sección útil de ventilación puede asegurarse una importante circulación de aire por la cumbre. Está fabricada a base de material plástico de alta calidad y de un fieltro resistente a la intemperie y al rasgado.

Características:
 Circulación de aire: 380 cm²/m. de cumbre,
 Longitud tota: 1.1 m,
 Longitud útil: 1.02 m,
 Peso: 0.40 kg,
 Traslape: 8 cm,
 Colores: Pizarra, rojo, café.

1. Adaptado a muchos tipos de teja
2. Estanqueidad a la lluvia y nieve
3. Gran resistencia al calor y al hielo
4. Resistencia al desgarre

Figura B.222a - CIERRE DE REMATE UNIVERSAL DE CUMBRENAS VENTILADO
 (para pendientes no muy pronunciadas) - Fuente: *Catálogo de Productos, Empresa KLOBER*



Características:
 Circulación de aire: 100 cm²/m,
 Longitud total: 2 m,
 Longitud útil: 1.95 m,
 Ancho 9 cm (perfil corto) y 12 cm (perfil largo),
 Peso: 5 kg,
 Traslape: 5 cm,
 Material: Aluzinc y plomo

Figura B.222b - CIERRE DE CUMBRENA O DE LIMA TESA a base de plomo zincado. Este cierre rígido está compuesto por una parte central ventilada de alu-zinc y de faldas laterales plegadas de plomo. Permite la impermeabilización inmediata, absorbe los movimientos de la cubierta y facilita el eventual reemplazo de las tejas.

Fuente: *Catálogo de Productos, Empresa TBF*

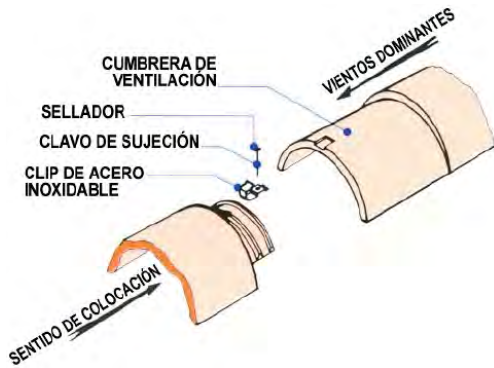


Figura B.223a – EN BORDE DE CUMBRERAS

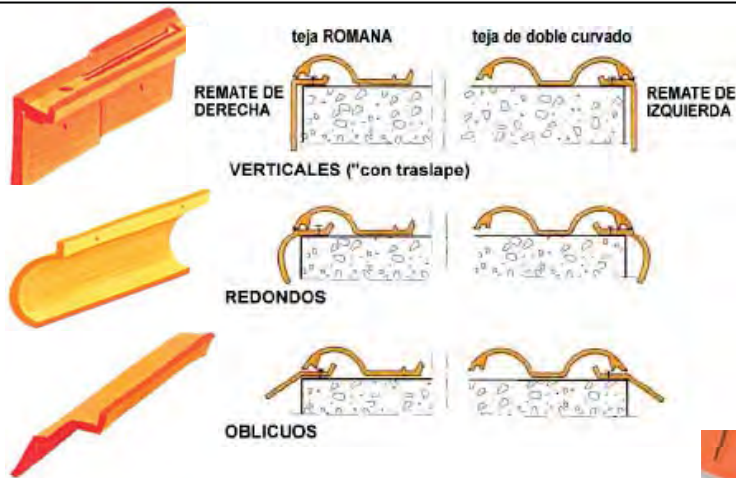


Figura B.223b – PIEZA DE FRONTÓN CURVO



Figura B.223d – PIEZA DE CUMBRERA RECTA EMBONABLE

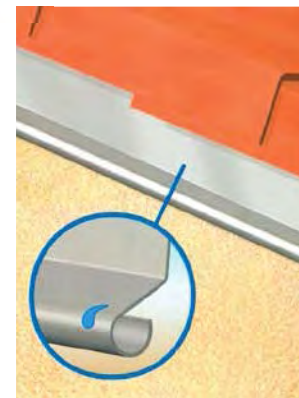
Figura B.223c – PIEZA DE FRONTÓN PARA CUMBRERA



REMATE LATERAL CURVO Y REMATE CONTRA MURO



REMATE LATERAL VERTICAL



EMPLEO DE GOTERO METÁLICO EN REMATES LATERALES

Figura B.223e – REMATES LATERALES

Figura B.223-A – DETALLES DE CUMBRERA, FRONTONES Y REMATES

Fuente: Catálogos de Productos, Empresas TBF, REDLAND, DELLNET y DECEUNINCK

Las cubiertas de teja son componentes importantes que actúan como agente protector y estético, que no sólo funcionan como barreras de agresiones climáticas como la lluvia y la temperatura sino que, también, dan protección contra la expansión del fuego (por chispas accidentales, rayos, propagación de incendios vecinos, etc., por el uso de piezas o componentes incombustibles) y mitigan los ruidos procedentes del exterior.

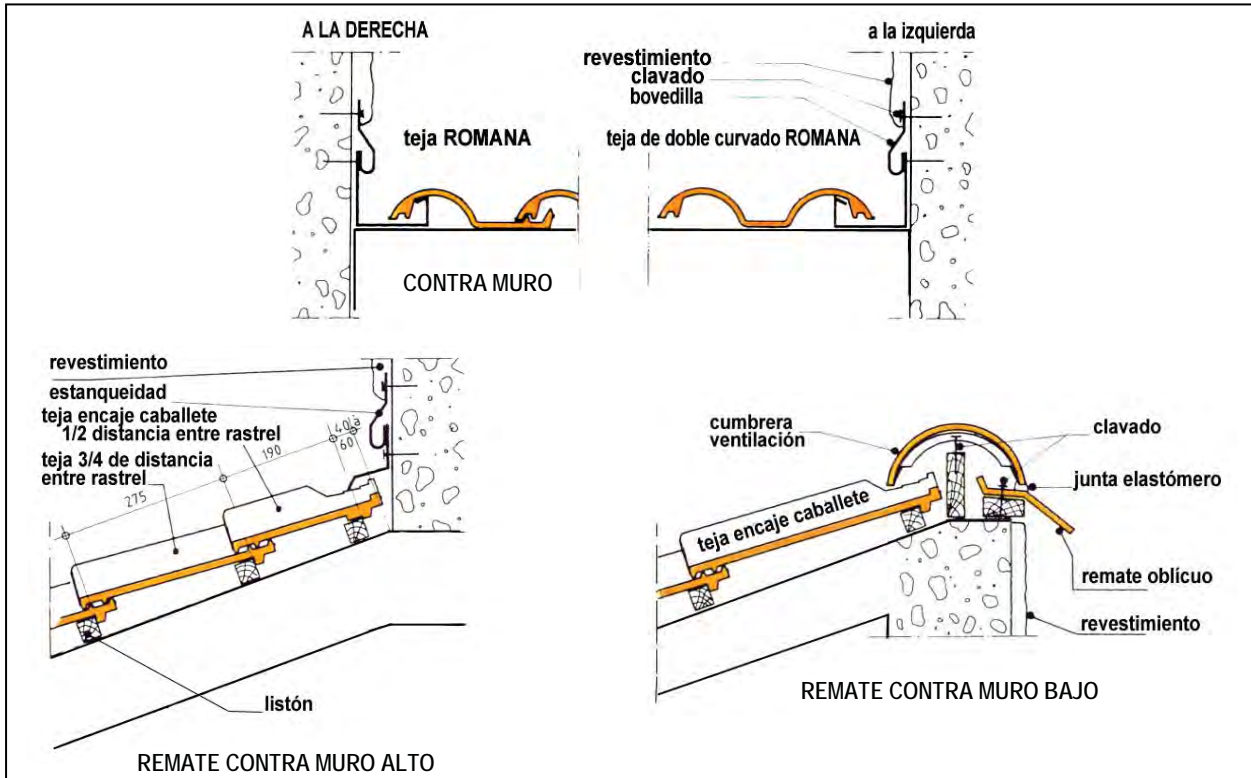


Figura B.223f - REMATES PERIMETRALES

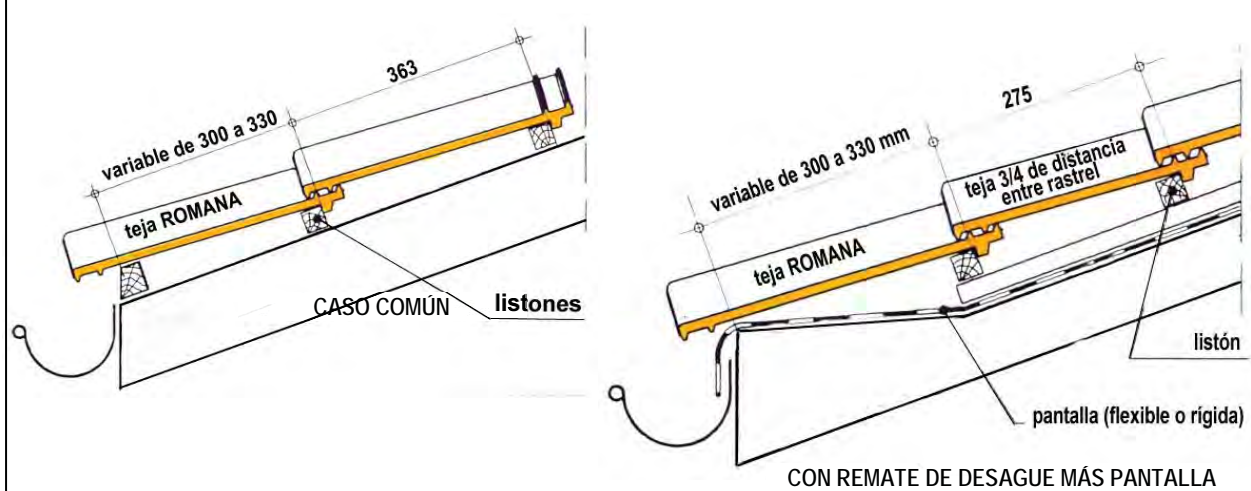
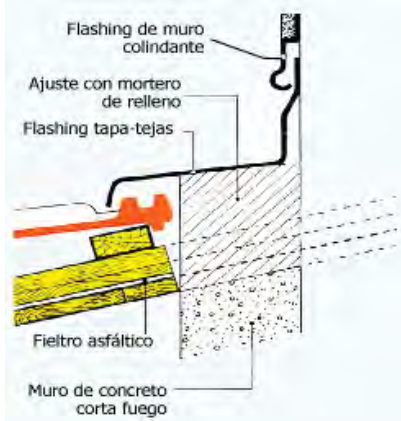


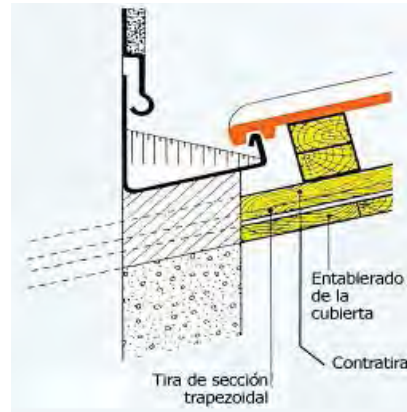
Figura B.223g - ALEROS CON CANALÓN DE DESAGÜE

Figura B.223-B- DETALLES DE CUMBRERA, FRONTONES Y REMATES

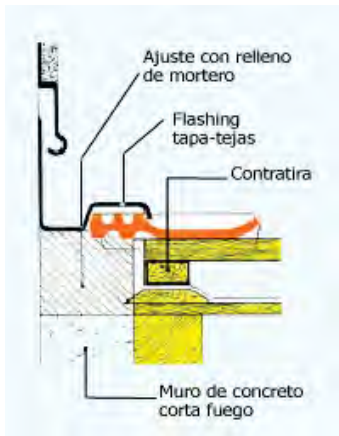
Fuente: Catálogos de Productos, Empresa TBF (Tuilerie Briqueterie Française)



Unión entre parte alta de cubierta de teja y muro



Unión entre parte baja de cubierta de teja y muro



Unión entre cubierta de teja y muro lateral opción 1 con flashing sobrepuesto



Unión entre cubierta de teja y muro lateral opción 2 con flashing por abajo

Figura B.224 - SOLUCIONES TIPO DE UNIONES ENTRE CUBIERTA Y MUROS COLINDANTES efectuadas con flashings (láminas galvanizadas o de duraluminio y laqueadas al color de la teja, de fibrocemento con el color de la teja, de plomo, etc.).

Fuente: Catálogo Técnico de Instalación, Empresa BISCH-MARLEY

Existen en el mercado mundial bandas flexibles impermeables y autoadheribles que pueden sustituir con ventajas de rapidez y sencillez a los flashings.

Se suministran en rollo y tienen como acabado el color compatible con el de la teja que se vaya a instalar.



Figura B.225 – EMPLEO DE BANDAS FLEXIBLES con color integral empleadas en la unión de la cubierta con tiros de chimenea, con muros laterales o con cualquier otro elemento emergente o de remate.

Fuente: Catálogo de Producto Delta Wakaflex, Empresa DOERKEN-FRANCESA



Figura B.226 - REJILLA DE ALERO PARA DISPERSIÓN DE AGUA DE LLUVIA.

Fuente: *Catálogo de Empresa RAINHANDLER*

Evita el empleo de canalones y bajadas al dispersar el agua que cae de las cubiertas inclinadas; evita la erosión en el suelo y el consecuente salpicado de los muros de fachada.



Fuente: *Catálogos de Productos, Empresas HPI y KLOBER*

El para-hojas se adapta más fácilmente a los canalones semi-redondos a los cuales se fija.

Las hojas mojadas de la cubierta que conduce el agua de lluvia hacia el canalón son interceptadas por el para-hojas y, después de su secado, son barridas por el viento; así pueden evitarse las onerosas y acostumbradas limpiezas de canalones.



Figura B.228a - EMPLEO PARA TEJAS
Fuente: *Catálogos de Productos, Empresas HPI y KLOBER*

LISA DE ALERO CON PEINE. Esta lisa de polipropileno negro permite dar la pendiente requerida a la primera hilada de tejas y la ventilación bajo el alero y puede estar provista o no de peines de 60 mm de largo a fin de asegurar la función de protección contra la entrada de parásitos y pájaros.

Figura B.228b - EMPLEO PARA PANELES
Fuente: *Catálogo de Producto, Empresa NOVATECH, S.A. del Grupo SAINT-GOBAIN*

Figura B.228 - PEINE EN ALEROS que permite la ventilación de la cubierta en su cara inferior impidiendo el acceso y anidado de pequeños animales

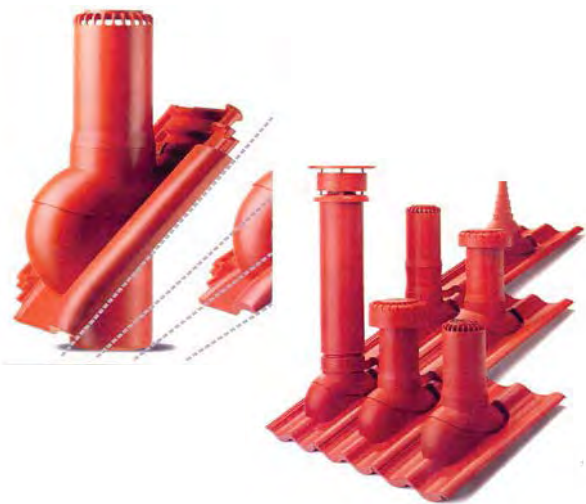


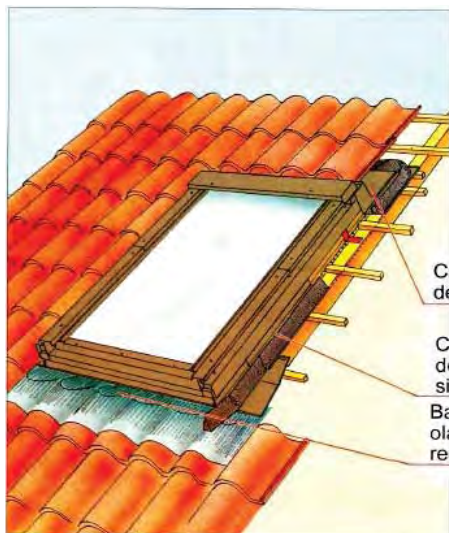
Figura B.229a.- POSICIÓN AJUSTABLE EN VERTICAL a cualquier pendiente de cubierta (de 10° a 40° de inclinación de salidas de tuberías).



Figura B.229b.- PIEZAS ESPECIALES – Salidas de ventilación de aeración y preparaciones para colocar antenas de televisión o radio adaptables a cualquier pendiente y color de tejas.

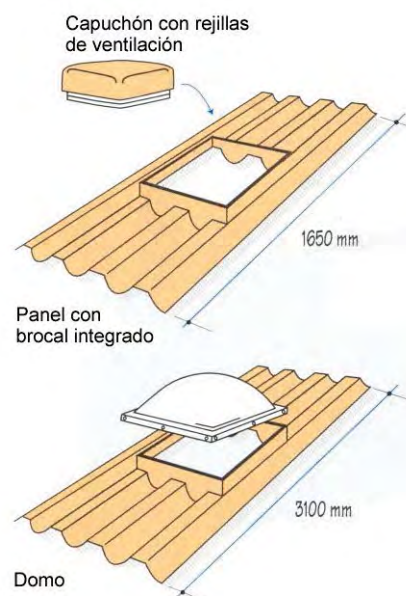
Figura B.229.- SALIDAS VERTICALES EN CUBIERTAS INCLINADAS DE TEJA

Fuente: Catálogo de Productos KLOBER



Capuchón y soporte de tejas
 Canal de escurrimiento de agua y junta de hule sintético
 Banda de plomo con olanes ajustables para recibida de agua

Figura B.230a.- EMPLEANDO TEJAS



Capuchón con rejillas de ventilación
 Panel con brocal integrado
 Domo

Figura B.230b.- EMPLEANDO PANELES DE TEJA MOLDEADA

Figura B.230 - TRAGALUCES Y VENTANAS DE TECHO

Fuente: Catálogo de Producto, Empresa NOVATECH, S.A. del Grupo SAINT-GOBAIN

Hay, por otra parte, tanto tejas de concreto y de cerámica de grandes dimensiones como paneles de gran formato de fibrocemento o de acero tratado con zinc u otras aleaciones antioxidantes y con acabados diferentes que por su ligereza y rapidez de colocación, hacen más productiva su instalación además de reducirse el número de uniones entre piezas.

Las figuras siguientes ejemplifican las características de estos paneles.



La fijación de las tejas o paneles puede ser mecánica (a base de pijas o taquetes y tornillos inoxidables atornilladas o clavadas a lisas de madera tratada o a perfiles de metal inoxidable) o empleando espuma adherente (exprofesamente concebida para este fin) colocada en mogotes cuya distancia se especifica en función de la velocidad de viento de la zona climática en la que se coloque la cubierta y el grado de exposición a ráfagas y a ciclones.

El *lienzo asfáltico*, utilizado en Europa y la *teja asfáltica* ampliamente utilizada en la Unión Americana, son otras alternativas de impermeabilización para cubiertas inclinadas.



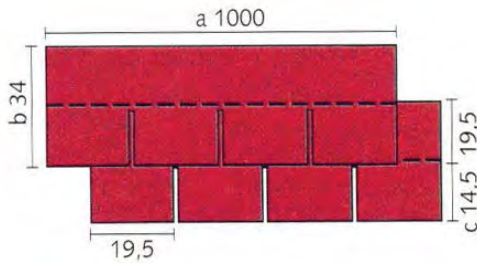
Figura B.232 – CUBIERTA A BASE DE LIENZOS ASFÁLTICOS con cumbre y remates de Zinc y Plomo.

Fuente: Fotografía de Cubierta de Vivienda, Marsella, Francia

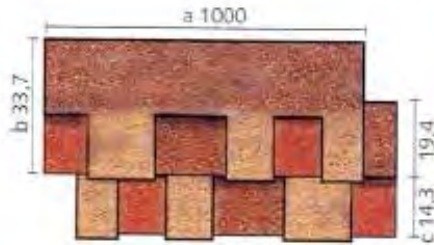
Su durabilidad de máximo 20 años es menor a la de las tejas normales y a la de los paneles preformados y requiere colocarse sobre una superficie de losa lisa y bien nivelada.

Por su costo inicial (de suministro y colocación) puede considerarse como una alternativa para viviendas económicas.

La siguiente figura muestra las características de esta alternativa.



Teja común



Teja con relieve



Piedra gris



Barro recocido



Piedra antigua



Madera



Pizarra



Pizarra sombreada

Figura B.233 – TEJA ASFÁLTICA. Existe una gama de colores adecuado a todo diseño de vivienda. La teja asfáltica común da una apariencia casi lisa de la superficie, pero existen alternativas con relieve que aumentan la textura de la cubierta.

Fuente: Catálogo de Producto Sopratuile, Empresa SOPREMA

Hay otros tipos de cubierta como las de cobre, de acero zincado, de aleaciones de acero-plomo-zinc, etc. que por su costo no se utilizan en proyectos de vivienda comunes.

Las cubiertas de teja, además de cumplir con la impermeabilidad, ofrecen varias opciones de forma, de acabado de materiales utilizados y de colores que contribuyen a la imagen externa de las edificaciones, patentizando una solución visual adecuada de la quinta fachada de un edificio: La cubierta.

En el corto o mediano plazo, el diseño de las cubiertas estará incluyendo de manera generalizada dispositivos de captación de energía solar y de intercambio térmico. Por ahora, sólo en países desarrollados se están implementando proyectos de alta eficiencia energética.

16.- DETALLES Y REFUERZOS DE IMPERMEABILIZACIÓN EN AZOTEAS PLANAS

La *impermeabilización de azoteas planas* requiere reforzar las uniones sensibles para asegurar su estanqueidad y prever soluciones complementarias en caso de obturación de las bajadas de aguas pluviales. Sin embargo, es poco común la colocación de refuerzos en dichas zonas particularmente delicadas. La siguiente figura B.234 muestra los refuerzos especificados para el logro del buen desempeño de la impermeabilización a través de los años.

Los puntos sensibles a cuidar son principalmente:

- los dobleces del sistema de impermeabilizante en la unión de losa de azotea y pretil; por ello, se debe de colocar un doble refuerzo en escuadra adicional a las capas de impermeabilizante especificado (ver figura B.234) así como un adecuado remate del impermeabilizante sobre el desplante del pretil.

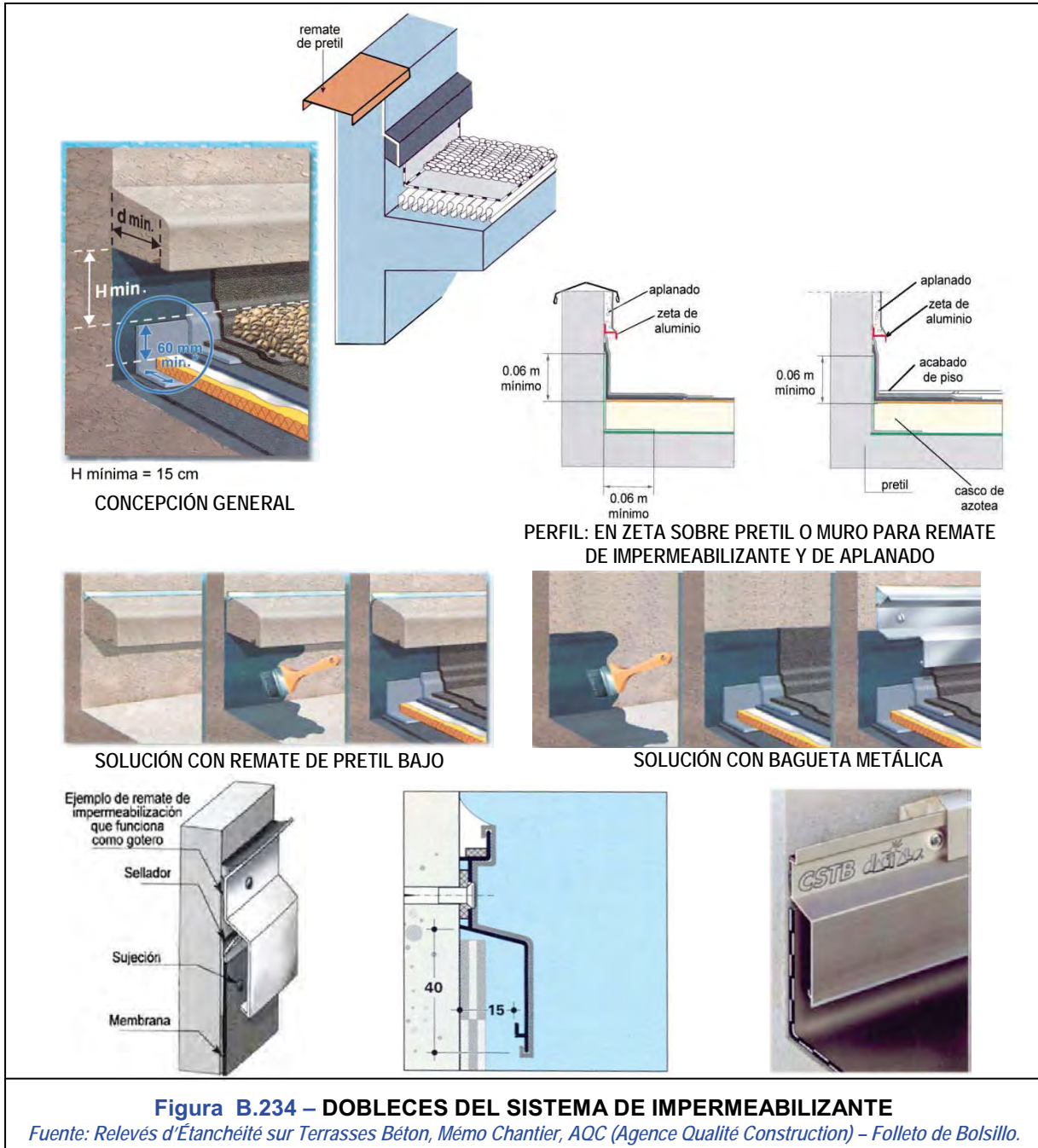


Figura B.234 – DOBLECES DEL SISTEMA DE IMPERMEABILIZANTE

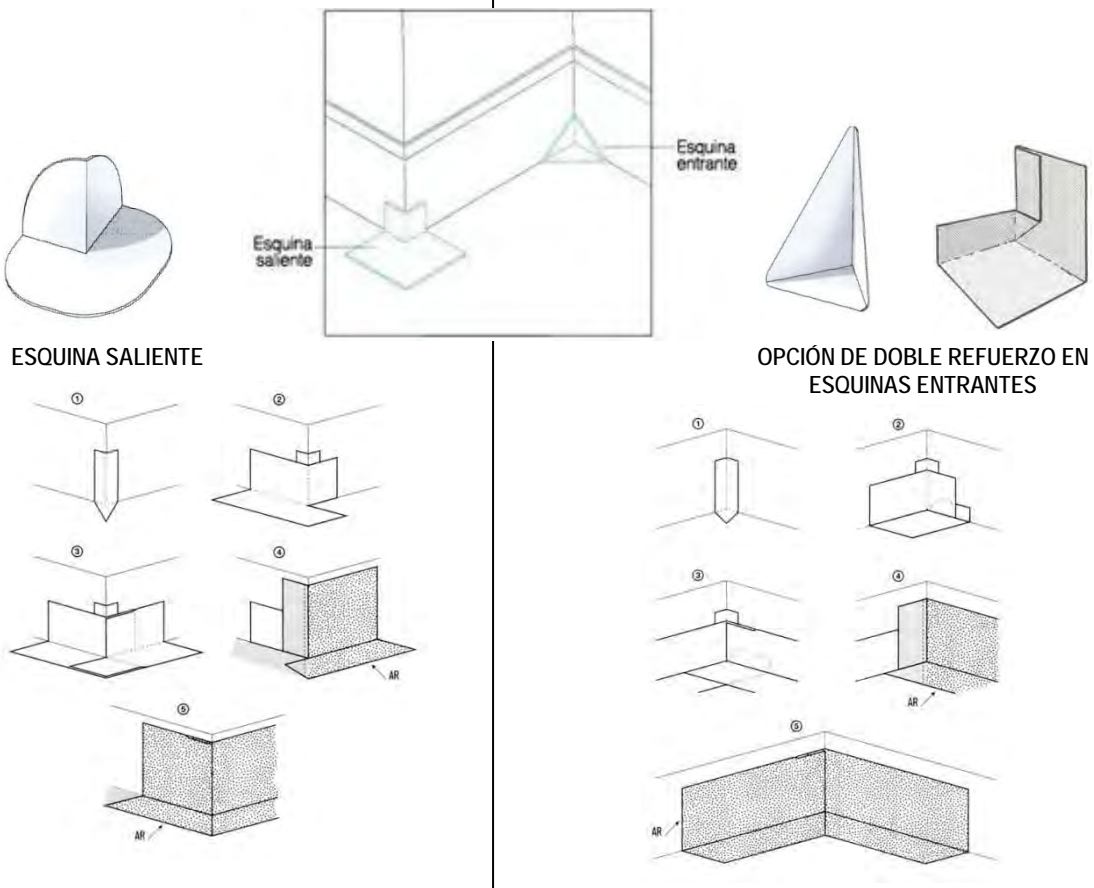
Fuente: Relevés d'Étanchéité sur Terrasses Béton, Mémo Chantier, AQC (Agence Qualité Construction) – Folleto de Bolsillo.

- las esquinas entrantes (rincones) y salientes, por su geometría, deben sobre reforzarse con piezas prefabricadas y vulcanizadas para tal efecto (ver figura B.235a) o se puede habilitar una sobre-protección con varias capas de refuerzo (ver figura B.235b).



- 1) Superficie de soporte
- 2) Primer
- 3) Esquinas
- 4) Primera capa de impermeabilizante con traslapes de 10 cm
- 5) Escuadra de impermeabilizante - 1er. refuerzo de 25 cm de ancho (15 cm en horizontal y 10 cm en vertical)
- 6) Segunda capa de impermeabilizante con juntas desfasadas o en sentido perpendicular con traslapes de 10 cm
- 7) Escuadra de impermeabilizante - 2º. refuerzo con un ancho de 30 cm como mínimo (15 cm. en horizontal y la altura de realce vertical de 15 cm como mínimo).
- 8) Zeta de remate de aplanado de pretil y de recibida del impermeabilizante funcionando también como gotero.

Figura B.235a- PROTECCIÓN DOBLE EN REMATE CON MUROS Y PRETILES
 Fuente: Catálogo Técnico, Empresa SOPREMA



ESQUINA SALIENTE

OPCIÓN DE DOBLE REFUERZO EN ESQUINAS ENTRANTES

PROTECCIÓN EN ESQUINAS SALIENTES

PROTECCIÓN EN ESQUINAS ENTRANTES

Figura B.235b – PROTECCIÓN DOBLE EN ESQUINAS
 Fuente: L'Étanchéité des Toitures-Terrasses, Conception et Réalisation, Guide Pratique, CSTB, 2007; p.96

- los perímetros de las coladeras de bajadas, donde siempre se da una potencial junta fría al atravesar la losa para poderla desagüar, requieren dispositivos de evacuación consistentes en un plato y un tramo tubular formando una sola pieza sin uniones, colocado al centro de las capas de impermeabilizante (ver figuras B.236).

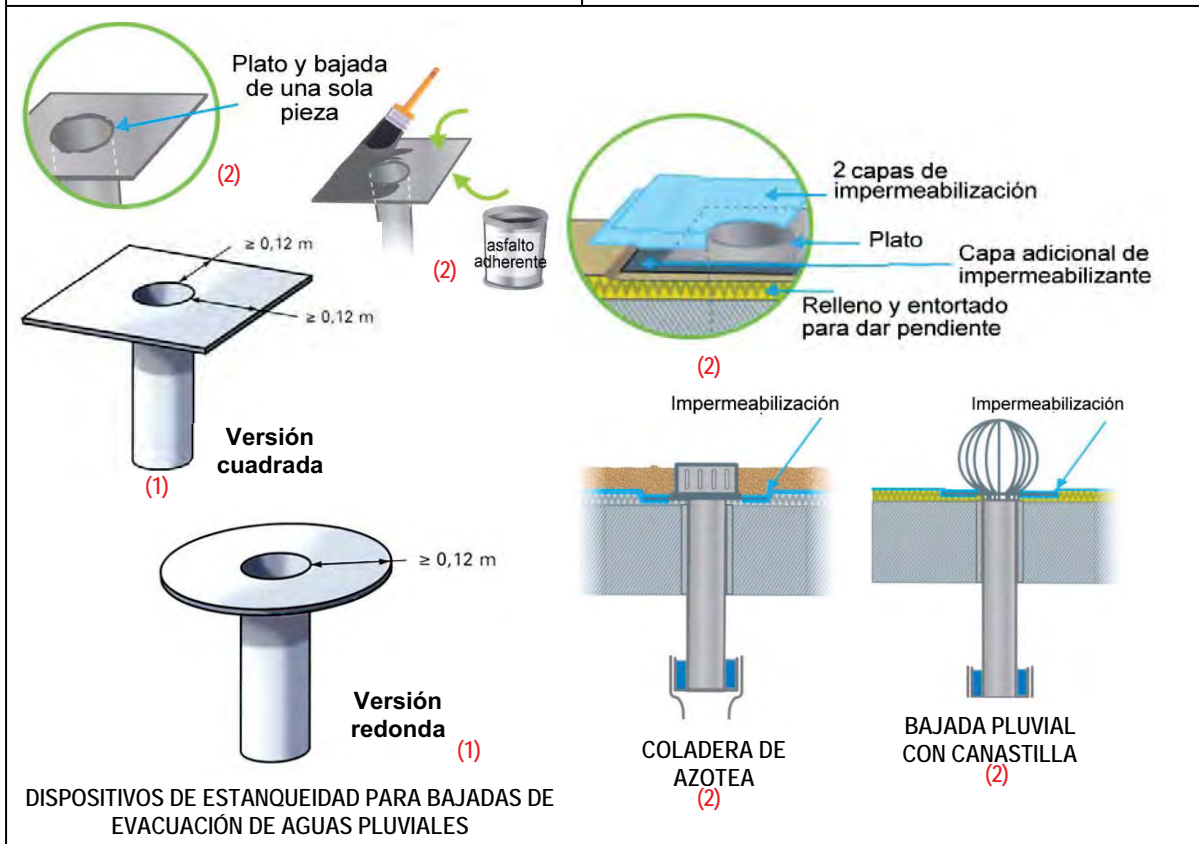
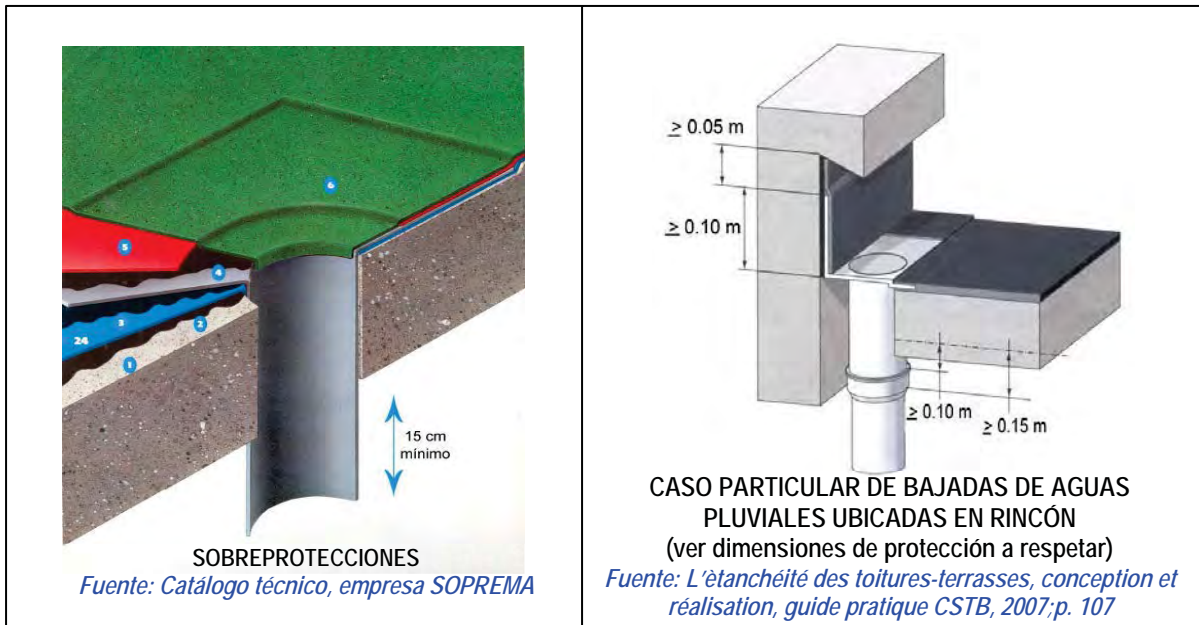


Figura B.236 – DISPOSITIVOS DE ESTANQUEIDAD

Fuentes: (1) L'étanchéité des toitures-terrasses, conception et réalisation, guide pratique, CSTB, 2007; p. 107 y (2) Toitures Terrasses, Étanchéité, France, Plan Europe - CAPEB-UNA, Edit. SEBTP; p. 23 y 25.

- Los pasos de tubos de ventilación o de instalaciones, al atravesar las losas, dejan en su perímetro la posibilidad de infiltración de agua; por tanto, será necesario también colocar entre dos capas de impermeabilizante, un dispositivo similar al utilizado para las coladeras de agua pluvial consistente, en este caso, de un forro de apriete al tubo con un plato integrado formando una sola pieza (ver figura B.237).

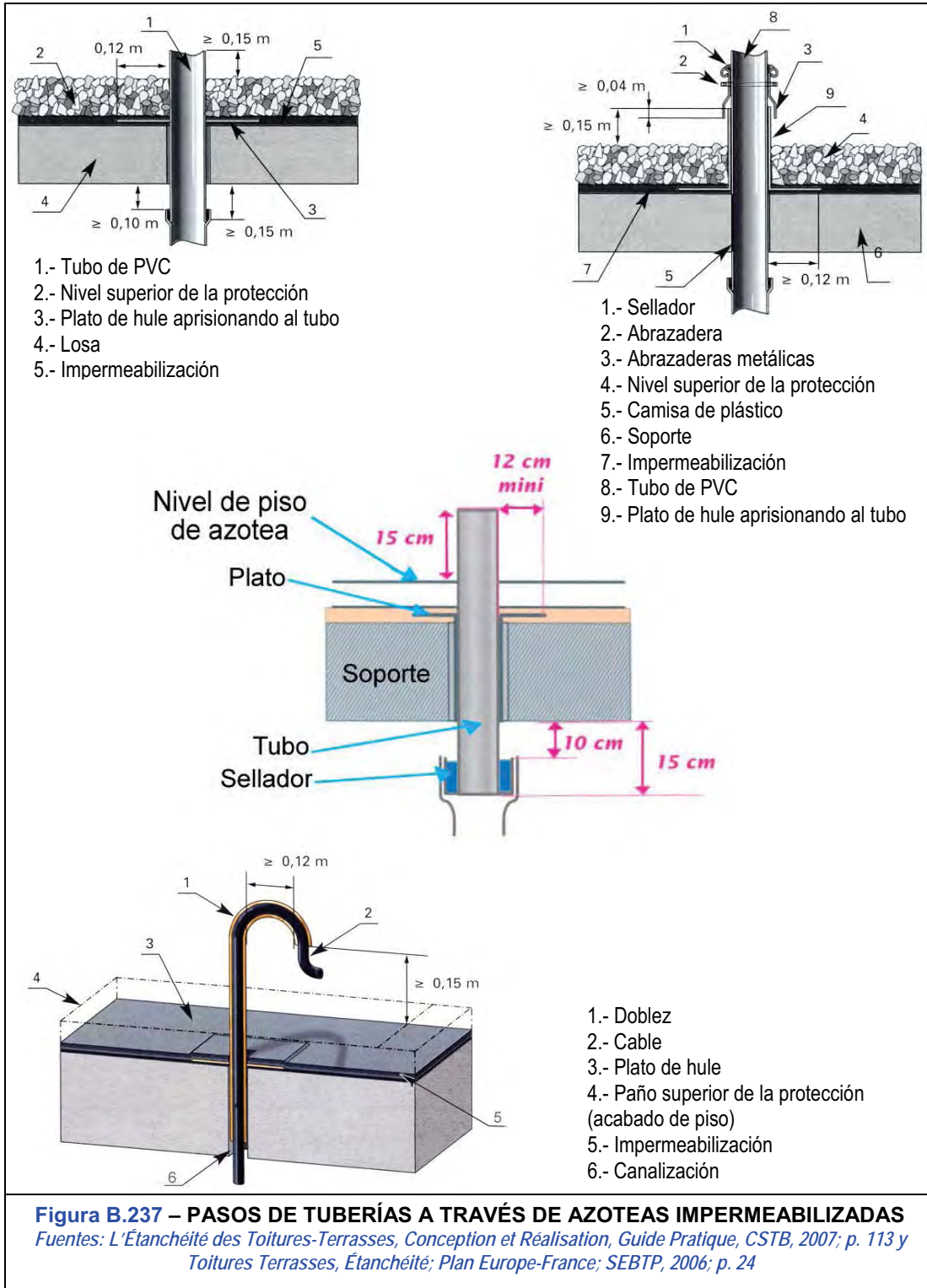
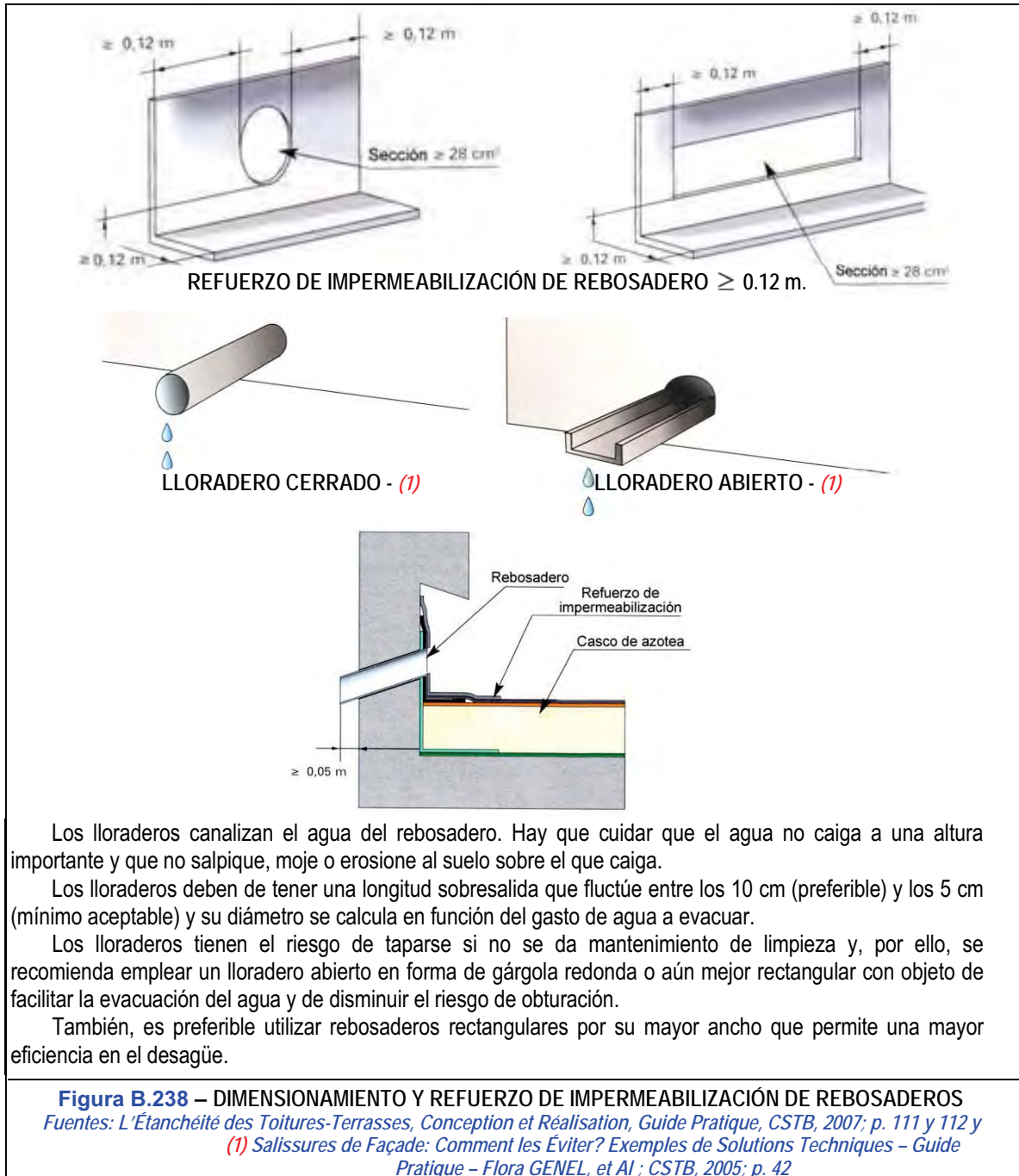


Figura B.237 – PASOS DE TUBERÍAS A TRAVÉS DE AZOTEAS IMPERMEABILIZADAS

Fuentes: *L'Étanchéité des Toitures-Terrasses, Conception et Réalisation, Guide Pratique, CSTB, 2007; p. 113 y Toitures Terrasses, Étanchéité; Plan Europe-France; SEBTP, 2006; p. 24*

- Las posibles tapazones de las coladeras de azotea por falta de limpieza periódica que pueden provocar inundaciones en los pisos de azoteas con posibles rebalces hacia espacios interiores de edificación se pueden evitar con un rebosadero que asegure la protección de los espacios interiores de los edificios contra eventuales introducciones de agua. El perímetro de los rebosaderos debe tener el mismo tratamiento de reforzamiento de impermeabilización que se da a las coladeras (ver figura B.238).



Se enfatizan estas soluciones porque las infiltraciones son parte de las principales fallas que se dan en la construcción e, independientemente de la calidad intrínseca del material impermeabilizante utilizado, la falta de cuidado en los detalles señalados impide ir dando soluciones de fondo a estos problemas recurrentes.

B-4 INSTALACIONES

1.- INCORPORACIÓN DE TUBERÍAS EN LA OBRA NEGRA

Las instalaciones en los edificios

Generalmente se alojan dentro del cuerpo de muros y losas tanto ahogadas en el concreto de la estructura como en las ranuras o en los alveolos de los muros.

Por seguridad, sólo en el caso del gas (L.P. o natural) la norma correspondiente exige que las tuberías vayan aparentes y señalizadas con color amarillo. Las instalaciones aparentes son percibidas como sinónimo de mala calidad y falta de sentido estético y no se toma en cuenta el ahorro posterior en costos de mantenimiento, de reparación eventual o de actualización y mejora.

Las consecuencias de esta costumbre provoca ineficiencias técnicas (taponamientos, roturas, deformaciones, debilitamientos, etc.) y quiebres en la productividad por la consecuente interacción de actividades de diferentes especialidades en un mismo proceso ya que los trabajos de instalaciones en el proceso de obra siempre tienen que coordinarse con otros tipos de trabajos y muy principalmente con los de albañilería. Tanto el plomero como el electricista están forzados a participar en lapsos durante todo el avance de la construcción con la constante posibilidad de retrasar el avance de los demás cuerpos de oficio. Por otra parte, durante la vida de servicio de las edificaciones, en caso de presentarse una falla, su reparación implica la rotura de acabados y de obra de albañilería para buscar el punto de falla o para alojar una nueva trayectoria que sustituya y cancele a la que quede inutilizable. Este tipo de percances son sumamente costosos, impredecibles y muy difíciles de coordinar principalmente en proyectos grandes.

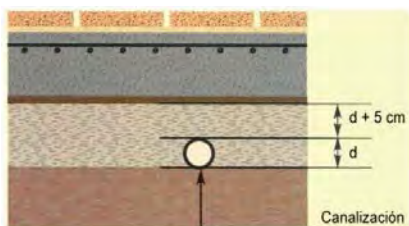
Finalmente, hay que destacar que la tecnología de las instalaciones de los edificios ofrece cada día más innovaciones que obligan al cambio e incremento de cables, de canalizaciones y de dispositivos pero, por la inaccesibilidad y falta de flexibilidad de las instalaciones ahogadas en concreto o en el interior de los muros, la actualización o el simple cambio por término de vida útil (que como máximo es de 30 años en la instalación eléctrica) se vuelve un verdadero trabajo costoso y tardado de remodelación y readaptación de todo el edificio en su conjunto, ya que las instalaciones (principalmente las eléctricas y de corriente débil) se distribuyen por todas partes de la construcción.

Como las instalaciones ahogadas sólo pueden verse y revisarse durante su tendido con los armados de los elementos de concreto o en las ranuras abiertas de los muros, las ejecuciones inadecuadas se dan con mayor recurrencia sin posibilidad de arreglo.

Tomando en cuenta las condiciones expuestas se incluyen, a continuación, diversas propuestas usualmente practicadas en otros países y probadas como adecuadas tanto de instalaciones incorporadas como de instalaciones registrables en ductos, disimuladas o aparentes.

Las instalaciones ahogadas son aceptadas técnicamente en todo el mundo pero se deben tener en cuenta diversas consideraciones y restricciones. Las restricciones de mayor interés para nuestros efectos, en lo referente al posicionamiento y dimensiones de protección de tuberías hidráulicas, sanitarias y eléctricas ahogadas son:

- En la incorporación en el cuerpo de la base compactada bajo losas y firmes de concreto (ver figura B.239a).



Las canalizaciones colocadas bajo una losa o firme deben ser tales que la distancia entre su parte superior (generatriz superior) y la cara inferior de la losa o firme sea, como mínimo, igual a su diámetro más 5 cm.

Figura B.239a – POSICIONAMIENTO DE UNA CANALIZACIÓN O DE UN TUBO BAJO LOSA DE CIMENTACIÓN

Fuente: *Fondations, Conception, Dimensionnement et Réalisation, Maisons Individuelles et Bâtiments Assimilés, CSTB, 2007, p.51*

- En incorporaciones en losas y muros de concreto armado.

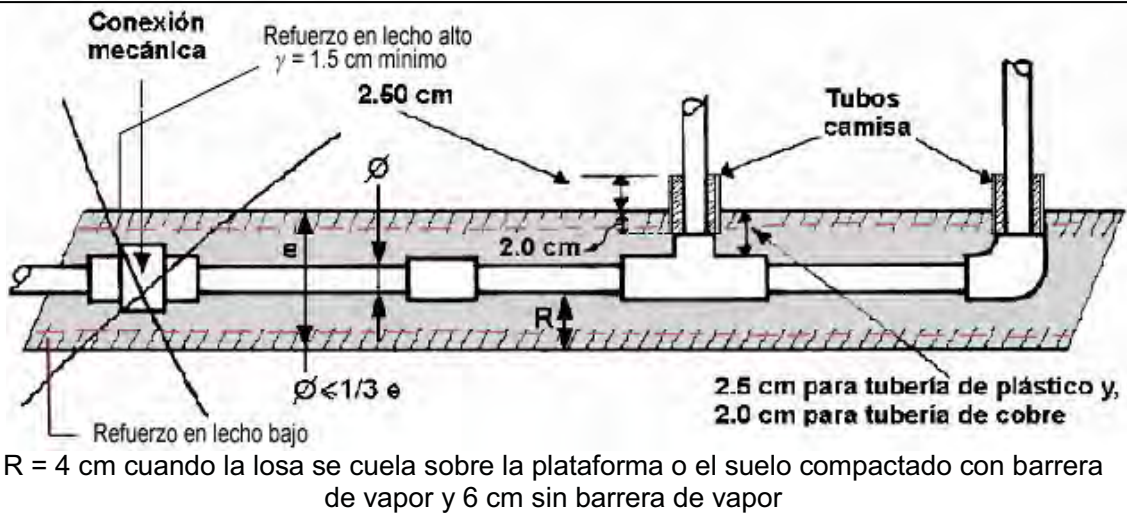


Figura B.239b – TUBERÍA AHOGADA EN LOSAS DE CONCRETO ARMADO
 Ref. *Tout sur les Canalisations PVC*, Guy MONTEL, Edit. Sintodec-Tuberaccord PVC, 1989; p. 66

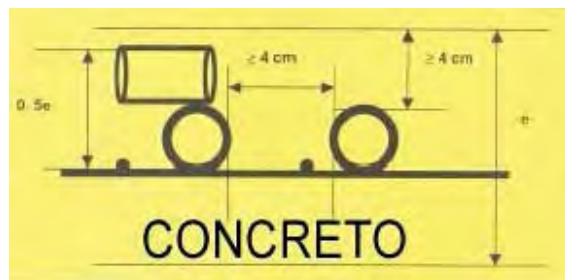


Figura B.239c – INCORPORACIONES DE TUBERÍAS PARALELAS Y PERPENDICULARES EN LOSAS Y MUROS DE CONCRETO ARMADO

Fuentes: *Maçonnerie et Gros-Oeuvre, Exécution, Contrôles et Tolérances du Béton selon les Normes NF EN 206-1 y NF P 18-201 (DTU-21)*, FFB (Fédération Française du Bâtiment), 2004; p. 51

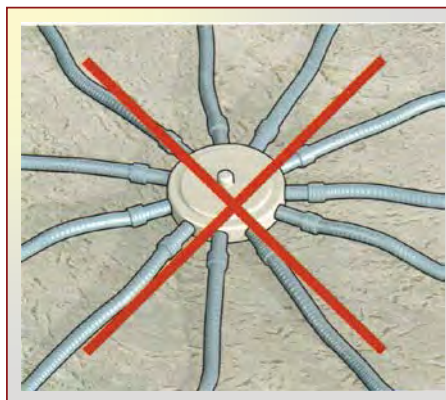


Figura B.239d – CONCENTRACIÓN DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS A EVITAR

Fuente: *Les Planchers, Conception et Exécution – Guide Pratique*, CSTB, 2006; p. 16

Las canalizaciones y tubos incorporados deben satisfacer las especificaciones siguientes:

- Situarse entre los lechos armados (cuando éstos existan) de cada cara.
- Dejar un recubrimiento con concreto que al menos sea igual al diámetro del tubo más grueso con un mínimo de 4 cm.
- Dejar una distancia paralela entre tubos de al menos 4 cm. la cual puede reducirse localmente sólo en puntos de convergencia.

En el caso de cruces o sobreposiciones localizadas de tubos no se debe ocupar más de la mitad del espesor de la losa o muro y se debe permitir un llenado correcto de concreto durante el colado de las zonas de concentración puntual de las tuberías o canalizaciones en las proximidades de cajas o tableros de conexión.

Notas importantes:

- No es permitido ahogar tuberías en firmes de concreto simple (se deben ahogar en la base, ver figura B.239a).
- Está estrictamente prohibido incorporar tuberías de cualquier tipo en elementos estructurales (muros o losas de concreto armado) por ranurado.

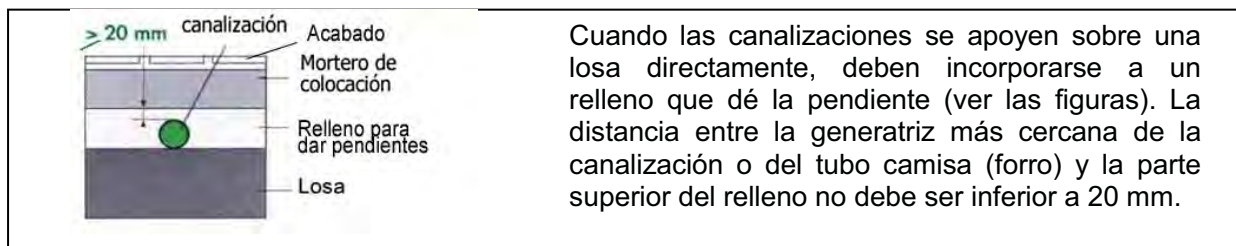


Figura B.239e – INCORPORACIONES SOBRE LOSAS DE CONCRETO – CASO COMÚN EN LOSAS DE AZOTEAS

Fuente: *Fondations-Conception Dimensionnement et Réalisation – Guide Pratique, CSTB, 2007; p.51*

- En incorporaciones en losas a base de vigueta y bovedilla (ver figura B.239f)

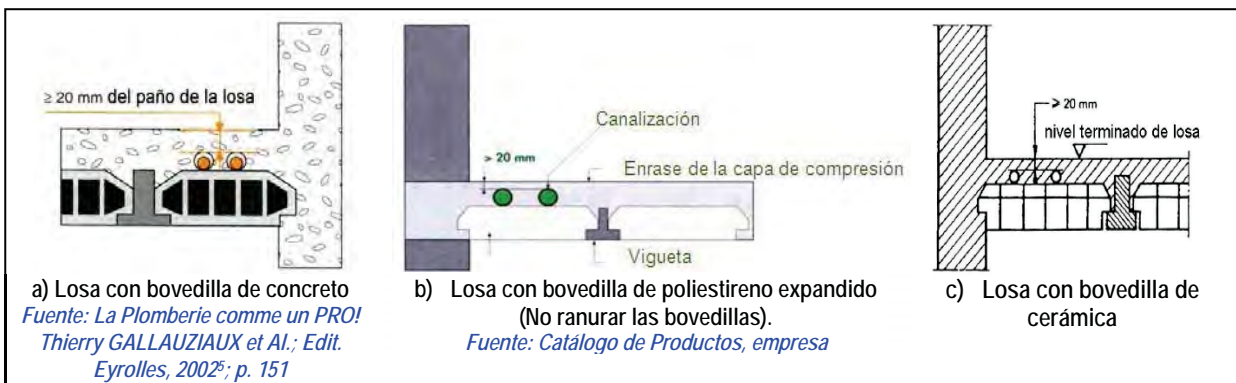


Figura B.239f – LAS TUBERÍAS SE COLOCAN APOYADAS DIRECTAMENTE SOBRE LAS BOVEDILLAS Y CON EL RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 20 mm O MAYOR.

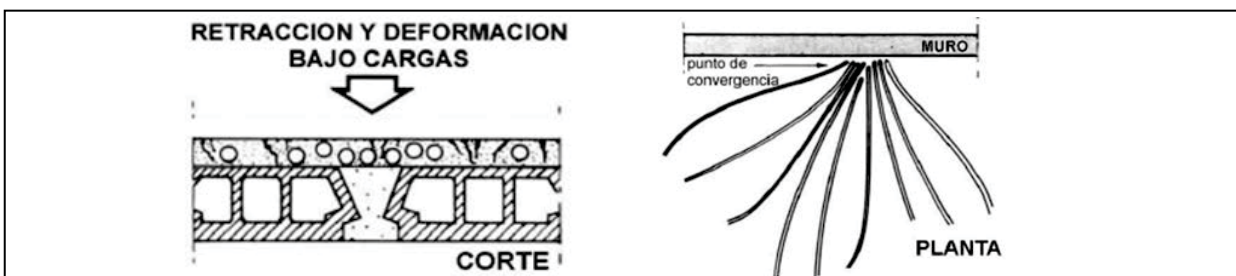


Figura B.239g – EVITAR EN TODOS LOS CASOS LA CONCENTRACIÓN DE TUBERÍAS

Ref. *Les Désordres dans les Ouvrages de Bâtiment, Edit. WEKA Tomo 1, Parte 2, Cap. 5.8, p. 29, 1994.*

- La incorporación en muros huecos queda definida en las Normas Técnicas Complementarias de Mampostería (Art. 9.2.2.5).

Se prohíbe la incorporación de tubos en columnas y castillos (aparentes o ahogados) y en extremos de muros de carga. Se deja al criterio del Director Responsable de Obra o a los Corresponsables la definición de restricciones en el ranurado de muros.

Con objeto de precisar las restricciones de ranurado en muros se anexan los esquemas en las figuras siguientes (figuras B.240 y B.241).

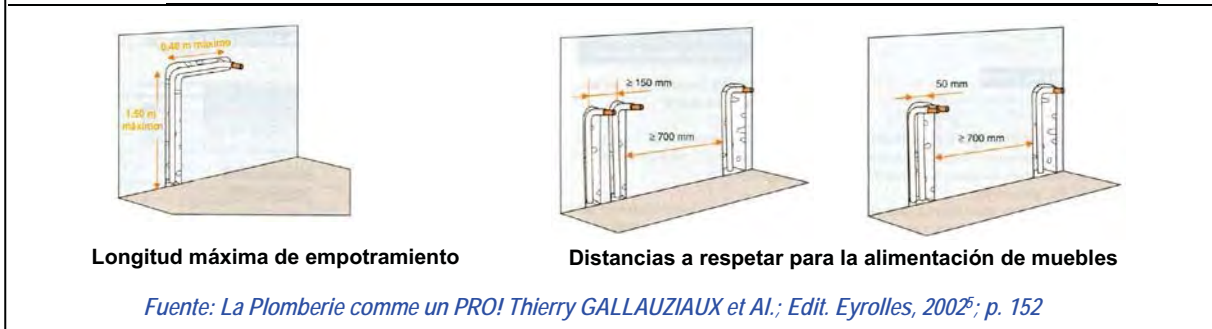
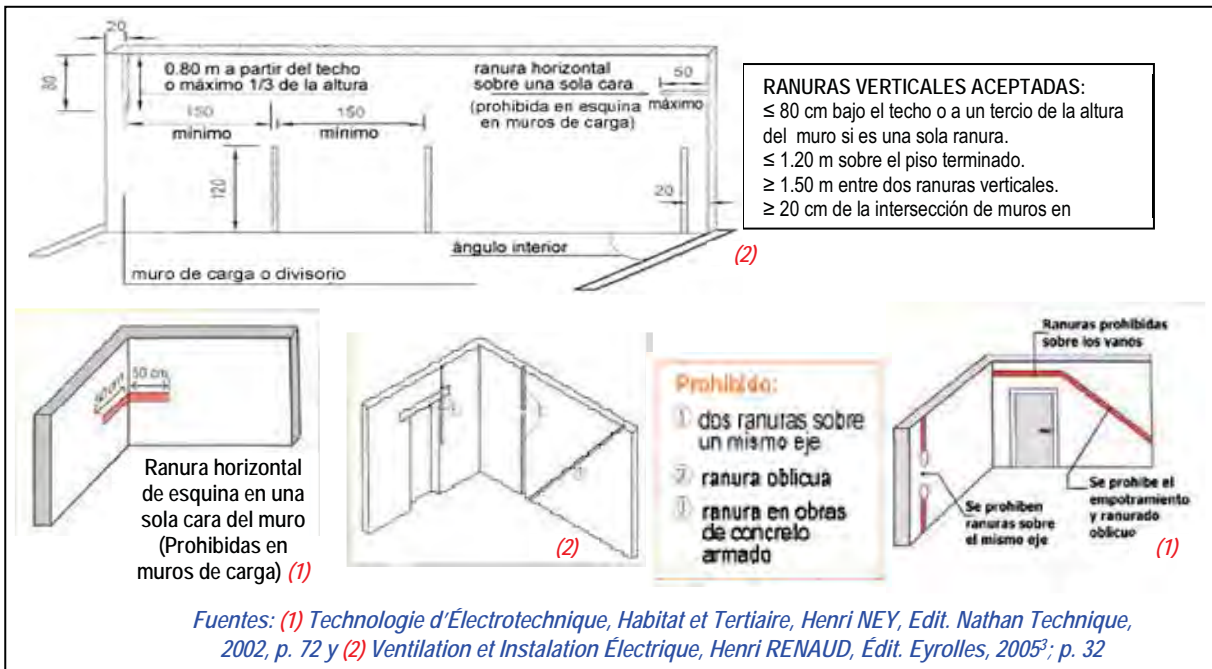


Figura B.240 – DISTANCIAS DE RANURADO - Empotramiento de tubería hidráulica y sanitaria alojada en muros por ranurado, indicando las longitudes máximas de empotramiento y las distancias a respetar para la alimentación de muebles.

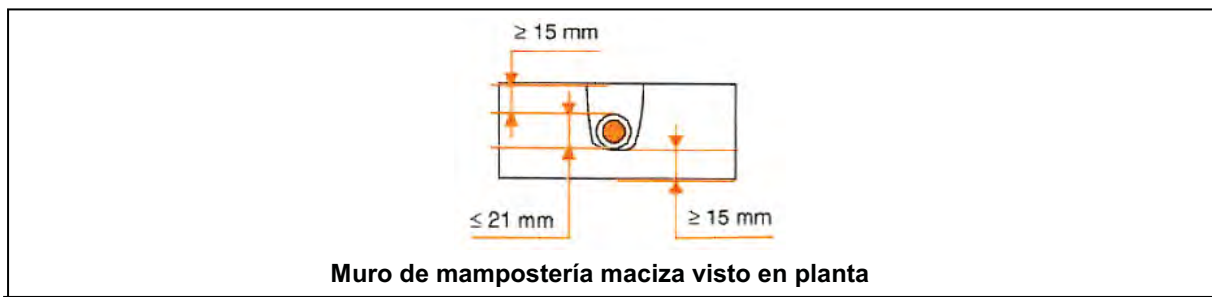


Figura B.241 – RESTRICCIONES EN LA PROFUNDIDAD DE EMPOTRAMIENTO

Fuente: La Plomberie comme un PRO! Thierry GALLAUZIAUX et Al.; Edit. Eyrolles, 2002⁵; p. 152

2.- TUBERÍAS DE CPVC Y DE OTROS MATERIALES PLÁSTICOS PARA AGUA CALIENTE

Los *materiales de tubería* más utilizados actualmente son el cobre, el P.V.C., el polietileno y el acero galvanizado.

Existe un desarrollo importante en las *tuberías plásticas* para su utilización en instalaciones de suministro y distribución de agua fría y caliente. La tubería de CPVC (PVC clorado) por ejemplo, ha venido desplazando rápidamente a la tubería de cobre por su competitividad en costo y diversas ventajas técnicas.

Las principales ventajas técnicas de la tubería de CPVC se enlistan a continuación:

1. *Facilidad de colocación.* Se trabaja en frío, sin necesidad de soldar a altas y peligrosas temperaturas con generación de gases tóxicos. Se emplean herramientas de corte sencillas y adhesivos específicos.
2. *Eliminación de incrustaciones* en la pared interna que normalmente se dan en la tubería metálica a través del tiempo por el flujo de agua caliente con cierto grado de dureza; por tanto, ello elimina la necesidad de suavizadores o la sustitución de la tubería después de algunos años.
3. *Coefficiente de fricción reducido* lo cual reduce pérdidas de presión.
4. *Sin corrosión* y por tanto durable y preferible para ser usado en ambientes salinos o marinos.
5. *Mitiga el golpe de ariete y los ruidos consecuentes* lo cual ahorra la instalación de cámaras de aire.
6. *Aislante*, permitiendo así una reducción de espesor del forro de aislamiento en el caso de climas extremos o en condiciones requeridas.
7. *Acoplable* a tuberías de otros materiales por medio de conectores expresamente previstos.

Adicionalmente, por no ser metálicas estas tuberías no se sufre del costoso vandalismo que recurrentemente se da en las obras con la tubería de cobre.

Como principales desventajas están su alto coeficiente de dilatación térmica que, al igual que en el caso del PVC sanitario e hidráulico es aproximadamente ocho veces el de la tubería metálica y el de la obra de albañilería (de concreto y de mampostería); por ello, en el caso de tuberías aparentes, se debe de cuidar su fijación, con abrazaderas lisas y abrazaderas deslizantes ubicadas estratégicamente tomando como base las especificaciones técnicas existentes para tal efecto.

Para el caso de tuberías ahogadas en concreto no se tiene problema por quedar la tubería encapsulada y sin posibilidad de expansión.

Existe tubería a base de otros materiales plásticos y materiales compuestos que al igual que el CPVC están desplazando al cobre; también, cada vez se está volviendo económicamente más accesible el empleo de tuberías a base de materiales plásticos para redes contra incendio y conducción de gas.

3.- PLOMERÍA PREFABRICADA

La *prefabricación de la plomería* permite optimizar el uso de materiales, la productividad y la calidad de realización con la conveniencia adicional de independización de procesos en la obra que reduce o incluso puede llegar a evitar las acostumbradas interferencias entre las instalaciones y la obra de albañilería.

La eliminación de ranuras y de perforaciones en la obra negra de albañilería para alojar instalaciones y el reducir a lo mínimo indispensable el ahogado o alojado de tuberías dentro de la estructura evita debilitamientos, trabajos imprevistos y resanes así como costosas detecciones y reparaciones de fugas (ver figura B.242).



Figura B.242a – TRABAJO TRADICIONAL DE INSTALACIONES CON RANURADO DE MUROS donde se aprecia la falta de limpieza y claridad del proceso así como el debilitamiento de la obra de albañilería.

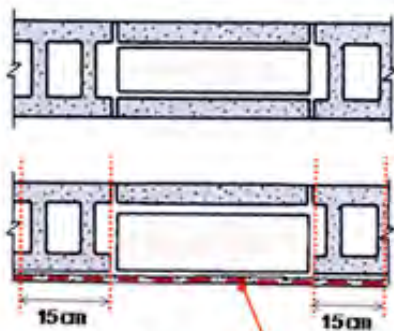
Fuente: Catálogo Técnico, Empresa GEBERIT



Figura B.242b – RANURADO

Fuente: Catálogo Técnico, Empresa GEBERIT

En el caso de emplearse mamposterías a base de bloques huecos, pueden alojarse las tuberías conduits o camisas en ductos habilitados en los muros pero con el consecuente debilitamiento de la mampostería y la interacción entre especialidades no deseada. Se pueden preparar ductos como los indicados en las siguientes figuras:



Muro ≥ 14 cm de espesor

Muro ≥ 10 cm de espesor

Aplanado con metal desplegado o tablaroca

Ref. ACI 530-99 Art. 1.15.3



Empotrado de tanque de WC en muro

Ref. Catálogo Técnico, Empresa GEBERIT

Figura B.242c – INCORPORACION DE INSTALACIONES



Figura B.243 – PREFABRICACIÓN DE TUBERÍA EN KITS despiezados en tramos prearmados para ser transportados en cajas del taller de plomería al frente de la obra.

Fuente: Catálogo de Empresa DELACOMUNE et DUMOND



Figura B.244a – JUEGO DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS para abocinado, doblado y unión perpendicular (en “Te”) de tubería de cobre



Figura B.244b – CORTA-TUBOS TELESCÓPICO

Figura B.244 – HERRAMENTAL DE BAJA INVERSIÓN ECONÓMICA para el habilitado de instalaciones prefabricadas de agua y de gas a base de tubería de cobre. Puede deducirse el ahorro potencial en las piezas de conexión y en gastos por logística en la compra y costos por robo o extravío de tantas piezas chicas

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa VIRAX



Figura B.245 – PROCESO DE ABOCINADO (ACAMPANADO) para evitar el uso de coples y nipples de unión



Figura B.246 – PROCESO DE DOBLADO (de 90°, 125° o ángulos intermedios) para evitar el uso de codos



Figura B.247 – PROCESO DE SACABOCADO Y DE UNIÓN PERPENDICULAR para evitar el empleo de conexiones en “Te” y de reducciones – *Ref. Máquinas-Herramienta marca VIRAX*

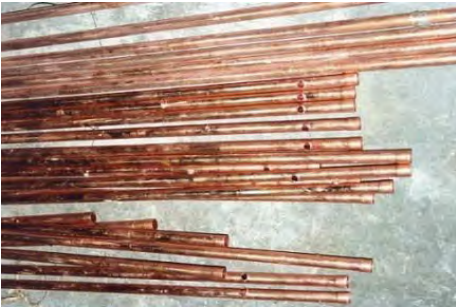


Figura B.248 – ARMADO Y AGRUPAMIENTO DE RAMALEOS HABILITADOS PARA SU COLOCACIÓN EN OBRA
Fotografías tomadas en taller de plomería, Empresa PREINSA y Empresa THOMPSON



Figura B.249 – PREPARACIÓN DE TUBERÍA DE PVC para corte y formación de ramales de líneas sanitarias



Figura B.250 – TUBERÍA PREFABRICADA colada en patio de servicio de una vivienda económica

Fotografías tomadas en taller de plomería, Empresa PREINSA



Figura B.251 – ACAMPANADO DE TUBERÍA DE CPVC



Figura B.252 – DOBLADO A 90° DE TUBERÍA DE CPVC

Fotografías tomadas en Empresa THOMPSON

Las tuberías hidráulicas de CPVC y de PVC pueden hormarse con resistencias y hormas o escantillones a una temperatura de 120 y 140°C para doblarse y abocinarse como se muestra. El hormado debe hacerse con uniformidad de temperatura en toda la pieza y bajo condiciones de taller. Está totalmente prohibido el calentamiento con soplete a fuego directo sobre la pieza, debe evitarse esta costumbre arraigada en los plomeros que trabajan así en las obras. Es preferible el uso de piezas de conexión existentes y, sólo en casos específicos, se recomienda hornar tubos de este material.

En la actualidad, las instalaciones representan aproximadamente un rango que va del 20% al 25% de los costos de edificación y esta proporción está aumentando constantemente por lo que, la racionalización del diseño y de los procedimientos de colocación resulta vital para la productividad de la construcción.

También, las instalaciones están tan estrechamente vinculadas a todo el proceso constructivo que inciden notoriamente en la búsqueda de un ritmo de trabajo uniforme.

Las instalaciones mal planeadas generan demasiada longitud y conexiones de tubería con mayor cantidad de uniones que, paralelamente, implican la necesidad de usar diámetros mayores (para vencer las pérdidas de presión por fricción en trayectorias largas), mayor interacción y mayor posibilidad de interferencias con los demás subsistemas constructivos de la edificación que complica los procesos y pone en riesgo la probabilidad de ocurrencia de fallas, ruidos y disfunciones, así como dificultades para repararlas y darles mantenimiento durante la vida útil del edificio,

El equipo sanitario de baños y cocina, por la complejidad de ejecución de la red de entrada y salida de las aguas blancas, grises y negras, por el tiempo y el cuidado que requieren las conexiones, por la confluencia de distintas especialidades, de materiales y tecnológicas no integradas, convierten proporcionalmente en más costosa la parte de la casa que ocupan.

Por otra parte, la continuidad de los trabajos de diferentes subcontratistas, por la imposibilidad de su integración en un programa constructivo coherente es tal, que los albañiles, plomeros, electricistas, carpinteros, colocadores, pintores, etc. tienden, sistemáticamente y sin cuidado alguno ni sentido de culpa (por verse como condición normal de los procesos de obra), a la destrucción recíproca del trabajo ejecutado por falta de respeto al trabajo de otros.

En resumen, las instalaciones mal planeadas son caras en sí mismas y tienden a aumentar el costo de todo el proyecto de la edificación.

La razón principal por la cual se busca racionalizar y prefabricar los agrupamientos de instalaciones consiste en afrontar el problema del equipamiento sanitario como componente que posee casi todas las condiciones requeridas para ser reproducible en gran serie, de acuerdo a métodos productivos planificables, en oposición a la tendencia de improvisación aleatoriamente destructiva, con la cual se construyen actualmente millones de instalaciones hidro-sanitarias.

Para los fines de industrialización de estos productos, son necesarias algunas premisas, válidas también en teoría para todos los campos de la industrialización; ellas implican la identificación de las dimensiones de las instalaciones en cuestión y de todos los muebles hidrosanitarios que podrían incidir dimensionalmente en el diseño y que pueden estandarizarse para su producción industrial, entendiendo de modo específico, por producción industrial, la producción en masa para la construcción de productos proyectados de tal forma que *puedan ser colocados en obra con mínimas y elementales operaciones de montaje*. Bajo este aspecto, asume fundamental importancia la aplicación de la coordinación dimensional de todas las partes.

El diseño y la ejecución de las instalaciones deben, por tanto, racionalizarse con el diseño arquitectónico y con el resto del proceso constructivo.

Por la inercia de la costumbre en el sector de la construcción, estas iniciativas no son fáciles de ir implementando y depende su aceptación de la persistencia, el convencimiento y los resultados demostrados.

Los componentes y materiales para las instalaciones ya están fabricados industrialmente como artículos de catálogo, por ello, los elementos tipificados existentes en el mercado constituyen elementos fijos con los que hay que trabajar en la conformación de las instalaciones. Para alcanzar este grado de desarrollo, el ramo de las instalaciones ha empleado la normalización en grado mucho mayor que otros componentes de la edificación y en gran número de casos han sido productos industriales mucho antes que el sistema modular se introdujera en la edificación.

El respeto de las reglas de dimensionamiento modular en las instalaciones es requisito previo para lograr la prefabricación de subsistemas, componentes y partes de las instalaciones sin cortes, conexiones y ajustes innecesarios con los consecuentes desperdicios.

Las principales consideraciones de despiece dimensional a respetar son: el trazo de líneas de referencia donde, por ejemplo, uno de los perfiles que conforman el bastidor de su ducto envolvente puede aprovecharse como guía de referencia. Todas las dimensiones del ramaleo y trayectorias de las tuberías se deben relacionar a esta línea de referencia.

El dimensionamiento interno del sistema de tuberías parte del trazo de sus ejes longitudinales para referir a ellos las indicaciones de dimensiones para la colocación de tuberías, conexiones y válvulas. La distancia entre estos o entre sus puntos de intersección es la denominada "*medida entre centros*" (C= medida c/c).

Las longitudes de tuberías, accesorios, piezas especiales, etc. están especificadas por sus dimensiones de coordinación definidas como las *longitudes efectivas de la tubería (L)* medidas a lo largo de los ejes longitudinales donde debe buscarse cortar la tubería en submúltiplos de su longitud de fabricación a manera de evitar tramos de desperdicio, considerando la *cota Z* de las conexiones donde se da una entrega de tubo hacia el interior de la conexión que se embona.

A las medidas entre centros de tramos de tubos se les reduce su longitud para obtener la longitud real de cada segmento para dejar la dimensión de embone suficiente con las piezas de conexión. Las cotas de montaje miden esta diferencia de longitud para obtenerse las longitudes efectivas.

Estas pequeñas diferencias de longitud se designan por la letra Z. La *cota Z es la distancia del extremo del tubo normalmente dirigido al eje de la tubería opuesta, en el caso de cople es la distancia entre los dos extremos de tubo.*

Sobre estas bases de dimensionamiento pueden prepararse los planos de taller para las instalaciones donde todas las secciones de tubería, conexiones y piezas especiales se deben trazar con toda claridad.

El concepto de cota Z y de medidas de centro a centro fueron introducidas por vez primera por la firma suiza Goerg Fischer A.S. y Suiza ha sido el país precursor del uso de las instalaciones prefabricadas para edificios desde los años de 1950s.

Con estas primeras acciones las instalaciones pueden prefabricarse en serie para conseguir un fácil montaje in situ.

La siguiente figura B.253 muestra algunos ejemplos de mediciones en los ramaleos de tuberías.

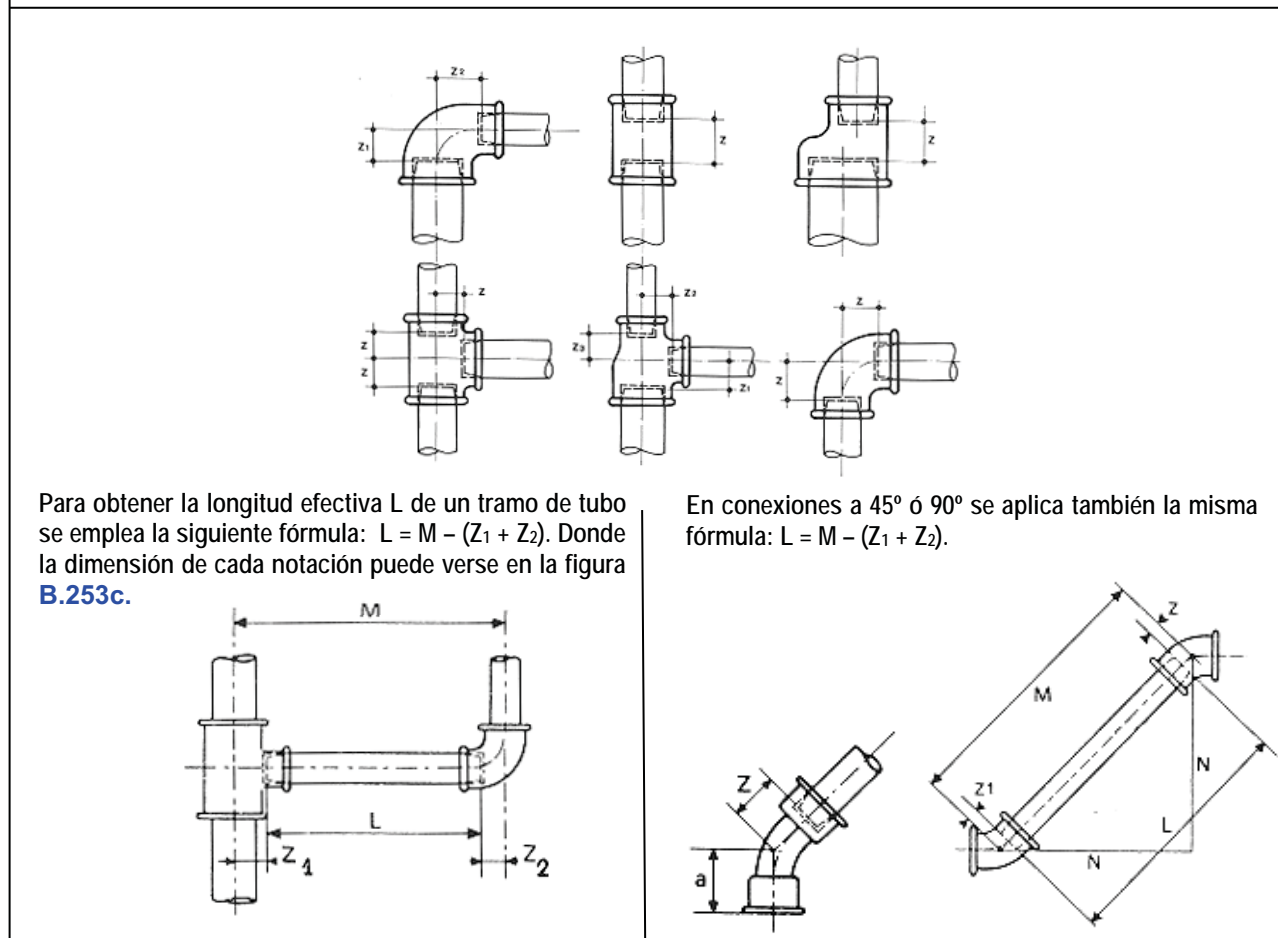
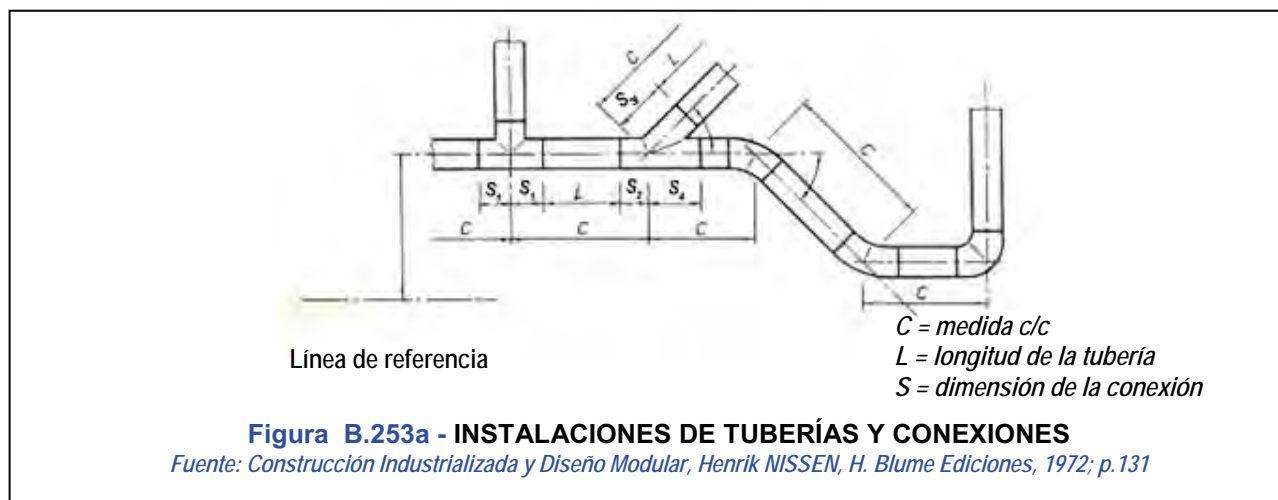


Figura B. 253b – EJEMPLOS DE COTAS Z EN CONEXIONES

Figura B.253 – EJEMPLOS DE MEDICIONES PARA EL DESPIECE DE TUBERÍA, CONEXIONES Y DISPOSITIVOS COMPLEMENTARIOS.

Los catálogos de tubería europea generalmente indican la cota Z para cada conexión, en nuestro caso se debe de determinar.

Fuente *Préfaçonage de Canalisations, Conception-Réalisations, Marcel LEPRINCE, Editor Eyrolles, 1979; p. 71 y 72*

La conexión de las tuberías que inicialmente se presenta como un gran problema, resulta en la práctica fácil de resolver. Las tuberías se unen, según su tipo, con piezas de conexión pegadas, embonadas o soldadas, alcanzando la exactitud necesaria para el montaje. El proyecto exige trabajo minucioso y sistemático independientemente de que comprenda sólo el inodoro, el baño, la cocina o todo el conjunto de la instalación sanitaria.

Hay que tomar en cuenta también el acoplamiento de las instalaciones con la estructura y los demás componentes constructivos del edificio.

Para lograr el mayor grado posible de prefabricación de instalaciones, éstas deben hacerse independientes de las edificaciones, la interacción es necesaria cuando las tuberías atraviesan muros y losas y cuando van dentro de un ducto o van empotradas en los edificios y es cuando se presenta la necesidad de considerar una compensación dimensional de los inevitables errores de precisión que se dan entre las instalaciones y los otros componentes. Las tuberías deben, por consiguiente, diseñarse para hacer posible esta compensación de errores dimensionales.

Únicamente pueden conseguirse soluciones racionales y rentables con una planificación cuidadosa basada en la identificación de las interacciones (interferencias potenciales e interfaces) existentes entre instalaciones y estructura buscando limitar el número de variantes en lo posible.

La optimización de las instalaciones se logra agrupándolas de la manera más concentrada posible para permitir la racionalización del trabajo implicado por las instalaciones, permitiendo también que los espacios con ruido de tuberías estén agrupadas y alejadas de los espacios de estar (estancia, comedor, recámaras, estudio, etc.) lográndose con ello no sobrepasar el nivel de ruido máximo permisible para las instalaciones. Lo anterior afecta al diseño arquitectónico en la composición de sus espacios y en la estructuración de sus partes físicas que lo constituyen.

Siempre se deben *buscar diseños arquitectónicos con la mayor agrupación de los espacios de servicio* (baños, cocina, lavado y plancha, etc.) que requieran de las instalaciones hidráulicas y sanitarias y *prever la ubicación independizada de la estructura de ductos técnicos, de varios tipos con sus interacciones para su prefabricación en forma de módulos.*

El ruido generado por el uso de las instalaciones puede aislarse forrando interiormente a los ductos técnicos o directamente a los tubos con un material absorbente y colocando anillos de material resiliente entre tubos y abrazaderas.

Para sacar el mayor provecho posible de la racionalización, prefabricación y agrupamiento de las instalaciones no debemos limitar su aplicación a un solo proyecto. Se debe tener una concepción más amplia hasta convertir este tipo de soluciones en productos industriales que respeten, en lo necesario, la coordinación modular para hacer posible su ensamblaje en diversos proyectos siempre que haga falta logrando con ello su inclusión en la *industrialización abierta.*

Hay que lograr diseños pensados y estudiados en base a las condicionantes específicas de su producción industrial, limitando el número de variantes de los componentes y que dichos componentes tengan el mayor número de funciones dentro del menor número posible de variantes.

La independización de las instalaciones con el resto de los subsistemas de las edificaciones es fundamental para evitar la complicada y problemática interdependencia en los procesos de construcción y lograr la limpieza de diseño de detalle en el acoplamiento físico de componentes. Ello se logra con el empleo de ductos técnicos verticales, de muretes técnicos y de banquetas técnicas o ductos horizontales.



Figura B.254 – INDEPENDIZACIÓN DE INSTALACIONES HABILITADAS EN EL SITIO MISMO CON RESPECTO A LA OBRA DE ALBAÑILERÍA. Dichas instalaciones se fijan con abrazaderas y se cubren posteriormente con tablaroca; es un primer paso de independización que puede efectuarse. Una mejor solución se da aprovechando el bastidor de tablaroca como bastidor de las instalaciones reforzando...

Fuente: Catálogo de productos técnicos en materiales polímeros, empresa REHAU; p. 18

El empleo de ductos técnicos puede darse tanto en edificaciones de vivienda vertical, en condominios horizontales e incluso en viviendas unifamiliares.

Se tiende a modificar ciertos principios técnicos que tendrán consecuencias sobre la repartición de tareas entre los diferentes cuerpos de oficio.

Los ductos técnicos industrializados agrupan, en lo más posible, la mayoría de funciones que integran tanto a la evacuación de aguas, la distribución de electricidad, de telefonía, T.V. e intercomunicación como la alimentación de agua fría y caliente.

El primer paso para lograrlo se da en la optimización del diseño y la realización de la estructura y de las fachadas sin tomar en cuenta:

- Los criterios conservadores y tradicionales de los diferentes especialistas,
- Los hábitos enraizados que se tengan,
- La reglamentación.

Los nuevos puntos clave que se toman en cuenta para esta iniciativa son:

- La selección de una solución arquitectónica y de estructura que tomen en cuenta a los ductos técnicos,
- La organización de la obra,
- La seguridad,
- El aislamiento térmico,
- La evolución de la obra segunda,
- El costo de los trabajos,
- La compatibilidad de componentes.

La evolución de la obra segunda se va dando por la búsqueda de menores costos. Se busca economizar en particular en:

- Los materiales y productos nuevos más *sencillos de colocar y más durables con menor costo en su adquisición.*
- Una nueva concepción de las edificaciones con el fin de *permitir una liga diferente de la obra segunda con la obra gruesa y la disminución del número de intervenciones de cuerpos de oficio de instalaciones.*
- Un encausamiento para *realizar en fábrica o taller, bajo condiciones óptimas de productividad y de calidad, los ensamblados o conjuntos de alto valor agregado que reagrupen el máximo de elementos.*
- Una búsqueda de *reducción de actividades e intervenciones manuales en obra gracias a la fabricación en planta y a una organización secuencial de tareas.*

El independizar la disposición de la instalación y, por tanto, sus procesos, permite la prefabricación de las instalaciones y la reducción del tiempo de ejecución de toda la obra en su conjunto (ver figura B.255). Las intervenciones de los instaladores en la obra se reducen a dos o tres en vez de tener que estar presentes en todas las fases del proceso.



Figura B.255a – DISPOSICIÓN, FIJACIÓN Y CONEXIÓN DE MÓDULOS Y DE TUBERÍAS GENERALES

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa GEBERIT



Figura B.255b – CUBRIMIENTO CON TABLAROCA PARA ÁREAS HÚMEDAS DE LOS MÓDULOS

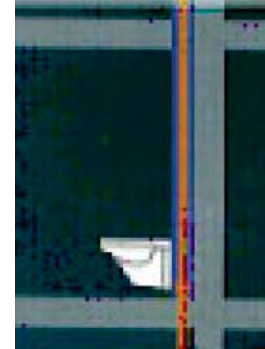


Figura B.255c DUCTEADO



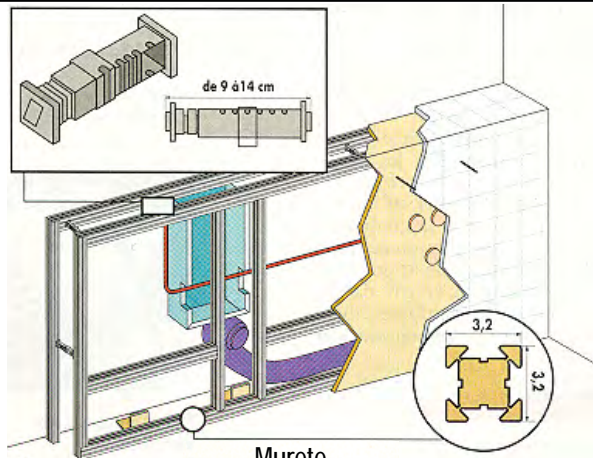
Figura B.255 – INSTALACIÓN DE LA PLOMERÍA EN MÓDULOS (un módulo por cada mueble) conectados y complementados entre sí y con las tuberías de alimentación y descarga general. Con el empleo de ductos técnicos, muretes técnicos y banquetas técnicas se reduce el trabajo a pocas operaciones de montaje.

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa GEBERIT



Ducto técnico

Fuente: Guide pratique, ouvrages en plaques de plâtre, plafonds, habillages, cloisons, doublages, parois de gaines techniques, Jean-Daniel MERLET et Al. , Edit. CSTB, 2008; p. 99



Murete

Fuente: Revista Le Moniteur, Jun. 1993; p. 57, empresa GEBERIT

Figura B.256 – EMPOTRAMIENTO DE MÓDULOS DE MUEBLES EN DUCTOS TÉCNICOS Y MURETES DE DOBLAJE Y RAMALEO INDUSTRIALIZADO

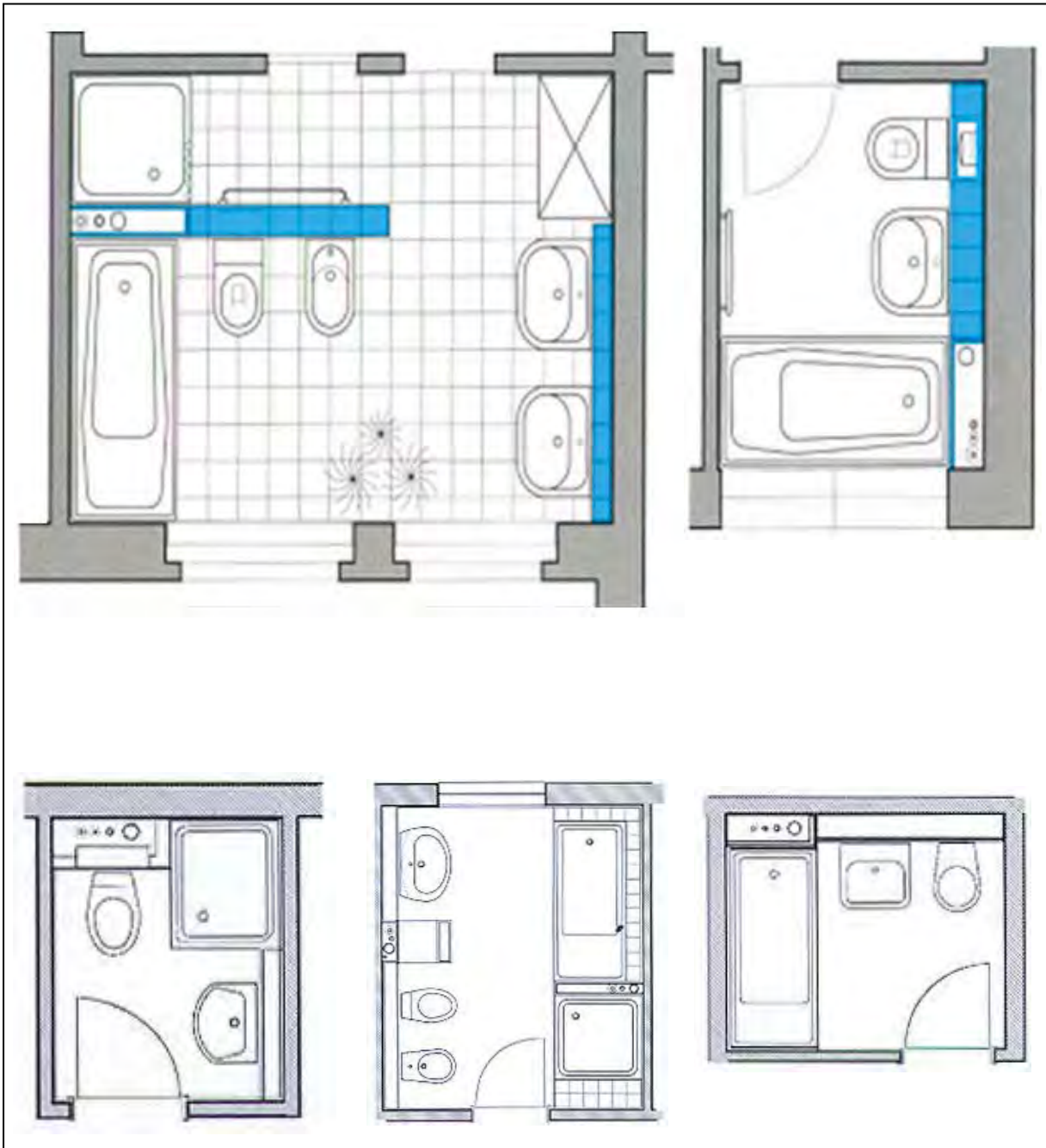


Figura B.257 – EJEMPLOS DE DISPOSICIÓN DE DUCTOS, MUROS Y MURETES DE TABLAROCA PARA ALOJAR INSTALACIONES: En la eventual necesidad de registro de las instalaciones se pueden prever paneles móviles o abatibles de acceso.

Fuente: Manual de Productos, Empresa GEBERIT; p. 55

La prefabricación integral de ductos técnicos y muretes técnicos tiene la ventaja evidente de que la mayor parte del trabajo que llevan consigo puede efectuarse bajo condiciones favorables de productividad, calidad y control en un taller con todas las posibilidades que esto supone de mejora de producción.

Por ello, con la adopción de estas soluciones en el campo de las instalaciones se verá un gran aumento de la productividad.

Las siguientes figuras B.258, B.259 y B.260 muestran algunos ejemplos de colocación de instalaciones de plomería prefabricada.

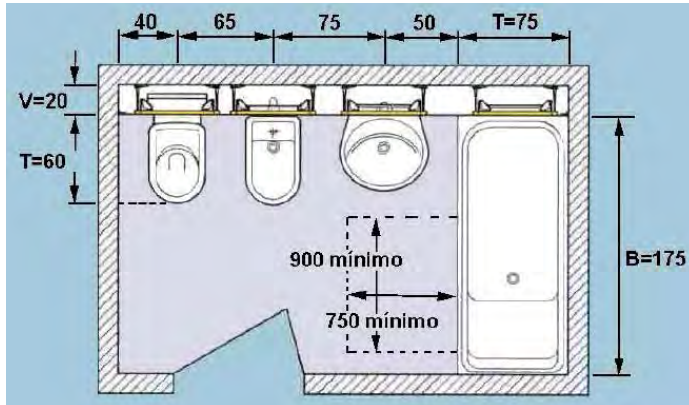


Figura B.258a – DUCTO CON MÓDULOS prefabricados alineados

Fuente: Catálogo de Producto Dal-Rapid "S", Empresa GROHEDAL



Figura B.258c – DUCTO TÉCNICO con bastidor para muebles sanitarios prefabricado por nivel y unido en zona de losas de entpiso.

Fuente: Catálogo de productos, Empresa TCI (Tece-Profil)



Figura B.258b – INSTALACIÓN HIDROSANITARIA totalmente independiente del proceso de obra negra.

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa TCI (Tece-Profil)



Figura B.258d – UNIÓN DE DUCTO TÉCNICO vertical con módulos de muebles de losas de entpiso.

Fuente: Catálogo de productos, Empresa TCI (Tece-Profil)

Figura B.258 – PLOMERÍA PREFABRICADA Y PREINSTALADA sobre bastidores posteriormente recubiertos con tablaroca para áreas húmedas



Como alternativa de instalación prefabricada en baños se pueden emplear zoclos alojando tubos flexibles conectados a puntas de alimentación de tubería rígida. Los tubos flexibles permiten una conexión rápida entre el mueble y la instalación y la adecuación facilitada a pequeñas diferencias por desfases (ver ejemplo en figura **B.260**)

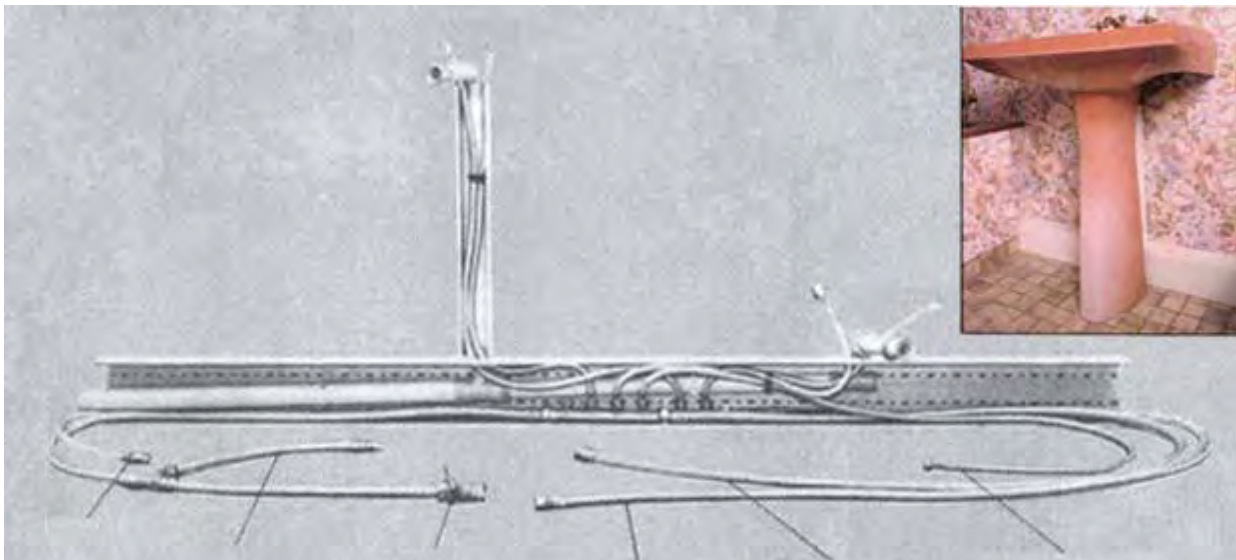


Figura B.260 – EJEMPLO DE ZOCLO PREFABRICADO CON ALIMENTACIONES HIDRÁULICAS FLEXIBLES Y TUBERÍA DE DESAGÜE DE DIÁMETRO REDUCIDO
Fuente: L'Équipement Sanitaire, documentation française du bâtiment, CATED (Centre d'Assistance Technique et de Documentation), Ed. Le Moniteur, 1980, ficha 5.01, Empresa EUROFLEX.

El Ducto Técnico es la columna vertebral y la médula espinal de la vivienda.

En esencia lo que se busca integrar en un ducto técnico es el agrupamiento de instalaciones habitualmente separadas por especialidad de mano de obra (principalmente plomero y electricista), con una ejecución en taller, esta solución integra la mayor cantidad de instalaciones buscando el mayor proceso industrial con un alto valor agregado.

Las instalaciones integradas se agrupan en el ducto técnico prefabricado lo cual implica que su entorno constituido por piezas húmedas como la cocina, el baño y el cuarto de lavado y plancha, y la obligatoriedad de accesibilidad de una de las caras del ducto situada en un punto liberado, debe tener un mantenimiento mínimo posible.

El ducto técnico prefabricado generalmente incluye la tubería de alimentación de agua fría y caliente incluyendo los árboles de las llaves, el desagüe de aguas residuales, el conducto de ventilación mecánica con las bocas de extracción conectadas (en su caso), las columnas de alimentación, de electricidad, el tablero de distribución, el cableado eléctrico conectable a las diferentes salidas eléctricas, la alimentación de salidas de teléfono, T.V., interfono, el cableado para piezas secas (recámaras, estancia, comedor, etc.) llegado hasta cajas de distribución para su posterior continuación.

Se pueden incluir, en los casos requeridos, las alimentaciones de tele-vigilancia y dispositivos de seguridad (en la columna premontada de redes de corrientes débiles).

Si se emplean calentadores de agua eléctricos, podrán éstos ubicarse dentro del ducto.

Se pueden incluir canalizaciones para futuros cableados (vg. de fibra óptica).

La colocación del ducto técnico se ejecuta en perfecta simbiosis con el avance de la obra negra (obra gruesa) lo cual permite realmente la aplicación de una metodología secuencial y la implantación de una organización eficaz y simplificada de tareas.

La exigencia sobre la fiabilidad de un producto prefabricado o industrial conlleva también un autocontrol y seguimiento de la calidad.

La selección de componentes va dirigida hacia productos o semiproductos de altos desempeños no consumidos actualmente en la edificación pero muy expandidos en otros sectores de actividad.

La responsabilidad de la fabricación, montaje y puesta en funcionamiento del ducto y sus instalaciones incorporadas no queda esparcida en varias especialidades. La mano de obra implicada se verá responsabilizada con una producción industrial y una buena organización logística y definición de su diseño, las ventajas económicas serán convincentes.

Entre las ventajas económicas que podemos delimitar hoy en día son de dos tipos:

- Economía de mano de obra debido al proceso repetitivo y metódico de tareas elementales y debido igualmente al puesto de trabajo con condiciones ergonómicas favorables que permiten un rendimiento regular (uniforme) bajo la supervisión y el control de un coordinador único.
- Economía de materiales ya que ningún componente interno tiene que responder a necesidades de tipo estético. Se puede llegar a ahorrar hasta el 70% de longitud de tuberías (y paralelamente se reducen diámetros al tenerse tubos con trayectorias más cortas).

Para ilustrar con mayor detalle las aplicaciones del concepto de ducto técnico, se incluyen a continuación algunos ejemplos: El diseño de ducto técnico para viviendas individuales y el diseño de muretes técnicos para baños.

Diseño de Ducto Técnico en la Vivienda Individual (propuesto por France Construction entre otros).
Simplifica a la intervención tradicional de tres cuerpos de oficio a uno solo.
Es la espina dorsal de todas las instalaciones en una edificación.

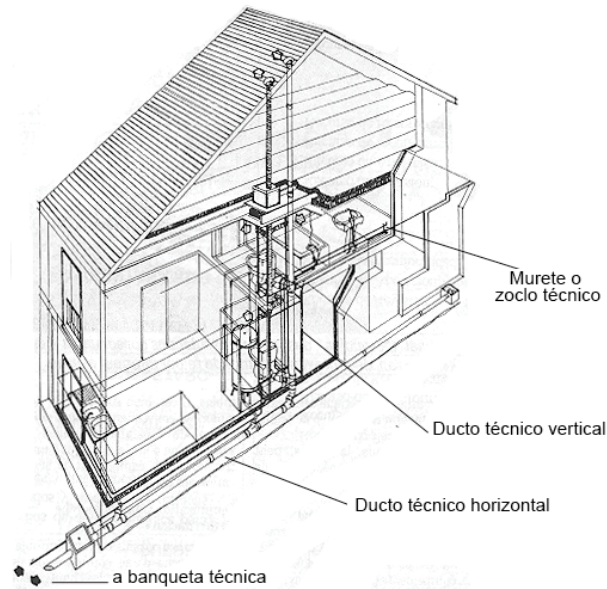


Figura B.261 – PERSPECTIVA EN CORTE SANITARIO

Fuente: Empresa France Construction presentado en Habitat 88, publicado en revista Le Moniteur, ene. 1985,; p. 50

Esta solución tiene por objeto reducir el número de especialidades que intervienen en la obra.

La solución de Ducto Técnico no sólo es conveniente en viviendas colectivas sino también en la vivienda individual para la concentración de conductos de fluidos múltiples.

Hay que definir cada función esencial que se debe asegurar con objeto de obtener un conjunto coherente.

La incorporación de cada elemento denota la necesidad funcional evidente y también el deseo de dominar la producción en obra; por otra parte, cada uno de ellos deberá responder a criterios técnicos precisos.

El ducto técnico se descompone en tres o más módulos:

- Un *pie de ducto* que une a las redes horizontales (que conforman las líneas a conectarse con los servicios públicos) con las redes verticales propias de la vivienda. Se incorpora directamente al colado de la losa de cimentación en planta baja.
- *Dos tramos* (o el número de tramos correspondientes al número de pisos) de la altura de piso a techo diferenciados ya que dan servicio a piezas húmedas diferentes. El peso del tramo más pesado anda en el orden de 30 kg y su particularidad es la de ser estándar para todas las viviendas de igual prototipo o pueden serlo para todos los prototipos de vivienda que construya una empresa.

A este conjunto se integra:

- Un kit de plomería que incluye la totalidad del mobiliario sanitario repartido en tres paquetes.
- Un conjunto de tapas o paneles de fachada que le den el acabado al ducto apoyadas directamente sobre el bastidor metálico de toda la altura (de piso a techo). Las juntas preformadas sobre el contorno de los paneles estratificados contribuye a limitar las infiltraciones de agua y aire.

Los elementos de toda la altura de entrepiso integran:

- Los ramaleos de plomería, (evacuaciones y alimentaciones de agua fría y caliente).
- Los dispositivos de seguridad del calentador eléctrico de agua, en su caso.
- El motor de la ventilación mecánica (en su caso).
- Los conductos de extracción de esta misma ventilación.
- Las líneas telefónicas.
- Las canalizaciones de cableado de TV con distribuidor incorporado.
- El centro de cargas y conexión a tierra física.
- Las cajas de pulpos eléctricos preconectadas al tablero eléctrico.
- El cableado de espera para las opciones de alarma y peligro.
- Conexiones hacia alimentaciones públicas (medidores eléctricos y de agua).
- Módulos de control a distancia.
- Aislamiento térmico integrado (y acústico).
- Los premarcos para la colocación de muros contiguos o puertas, cancelas y ventanas (en su caso).

El espíritu de este componente es ser la *espina dorsal* de la casa y se ha constatado también que, a corto o mediano plazo, será el cerebro con la introducción de sistemas electrónicos perfeccionados que puedan asociarse a funciones de protección, de detección, de desconexión y otras.

Debe responder a todos los requisitos de reglamentación y de seguridad.

Ahorros en costos y tiempos

El Ducto Técnico tiene como objetivo disminuir los costos y tiempos de ejecución.

Puede superar las condicionantes técnicas ligadas a los *principios de construcción a base de componentes* que van hacia lo más simple (ventanerías, cancelerías, puertas, escaleras, hogares, campanas y tiros de chimenea en monobloque) hasta lo más elaborado: el Ducto Técnico.

Aunque estas condicionantes reducen el grado de libertad en el diseño de prototipos, conservan una buena calidad de habitabilidad y tienen una incidencia directa sobre el ahorro en costos.

El ducto técnico permite lograr verdaderos contratos llave en mano con los subcontratistas (con la simplificación de controles que ello implica) asegurando precios muy adecuados manteniendo una calidad constante.

El *Ducto Técnico* es un producto concebido con esta óptica, tal como se presenta es un *producto por ahora prefabricable y seguidamente industrializable* donde el *montaje en taller no requiere de ninguna inversión adicional*, se espera por tanto, una vez generalizada su implantación, una economía sustancial.

Principalmente, esta industrialización buscada induce a:

- Por una parte, la *anticipada intervención completa del lote de plomería y de una parte del lote de electricidad (los tiempos de edificación se reducen bastante)*.
- Por otra parte, la *intervención en una sola fase de las redes diversas* al inicio de la obra.

El desarrollo global de la obra gana en fluidez y las interacciones entre cuerpos de oficio se reducen.

El modo de intervención en la realización del conjunto de tareas inherentes al armado, la colocación y la puesta en servicio del ducto se vuelve polivalente

La realización se efectúa de manera casi tradicional. El plomero instalará el kit prearmado, el tablaroquero colocará los paneles de cubrimiento. Esta metodología permitirá descubrir mejoras posibles ya que al plomero se le podría capacitar y habilitar para colocar el tablaroca en los ductos, en casos necesarios.

Tres cuerpos de oficio como máximo será necesario integrar en uno solo para la realización de esta tecnología.

Los módulos de doblaje industrializados para utilizarse en baños permitirán economizar en mano de obra.

Esta solución permite integrar a las canalizaciones y a los dispositivos de fijación de muebles hidrosanitarios y de su conexión, depósito, alimentación y desagüe dentro de muretes prediseñados.

Los muretes están principalmente constituidos por un bastidor de acero protegido contra la corrosión por galvanizado. Los montantes están compuestos por perfiles cuadrados de 32 mm de lado con longitudes que pueden llegar a ser de hasta 5.00 m. El bastidor se fija al suelo y a los muros perimetrales por medio de escuadras provistas de perforaciones ovaladas que permiten el ajuste de la verticalidad y de la horizontalidad de los muretes. Por lo que respecta al ancho del murete éste se logra ajustar de manera simple con la ayuda de separadores de longitud variable. Hay conectores especiales de acero con resorte que permiten el montaje rápido de dos montantes haciendo un ángulo recto. Se insertan en el perfil cuadrado y de los montantes y se fijan sin necesidad de herramienta. Se colocan finalmente hojas de tablaroca verde (hidrofugado) precortadas a la dimensión requerida. Los ensambles coadyuvan en la estabilidad del murete y se fijan de manera simple al suelo.

Las placas de tablaroca verde generalmente se recubren con losetas de cerámica o de mármol que quedan como acabado final.

Los soportes de cada mueble (W.C., tanque de W.C., tina, regadera, etc.) están formados también con acero galvanizado y se fijan al bastidor metálico antes de la colocación del tablaroca; dichos soportes, tienen perforaciones prehechas con los diámetros de la tubería de alimentación y de desagüe de los diferentes muebles. Los soportes del W.C. pueden soportar una carga de hasta 400 kg.

El objetivo de estos soportes es la transmisión directa de los esfuerzos ejercidos por el peso de los muebles al bastidor y no a las placas de tablaroca. La conexión de los muebles a los tubos de evacuación se hace utilizando anillos de hule de triple labio por simple embone a presión sin necesidad de usar pegamento y los tubos de alimentación se conectan empleando tubos flexibles (tipo Coflex).

Esta solución de una gran libertad de disposición de muebles en un baño y puede aplicarse a construcciones nuevas o a remodelaciones.

Implica el uso de WCs con descarga a muro que nos libera de tener que dejar preparaciones ahogadas en losas que en ocasiones obliga a hacer detalles indeseables de cambios de espesores (charolas) o cambios de nivel de piso terminado.

Por otro lado, al quedar el suelo completamente liberado se facilita su limpieza y se eliminan los rincones y zonas que acumulan suciedad difícil de limpiar.

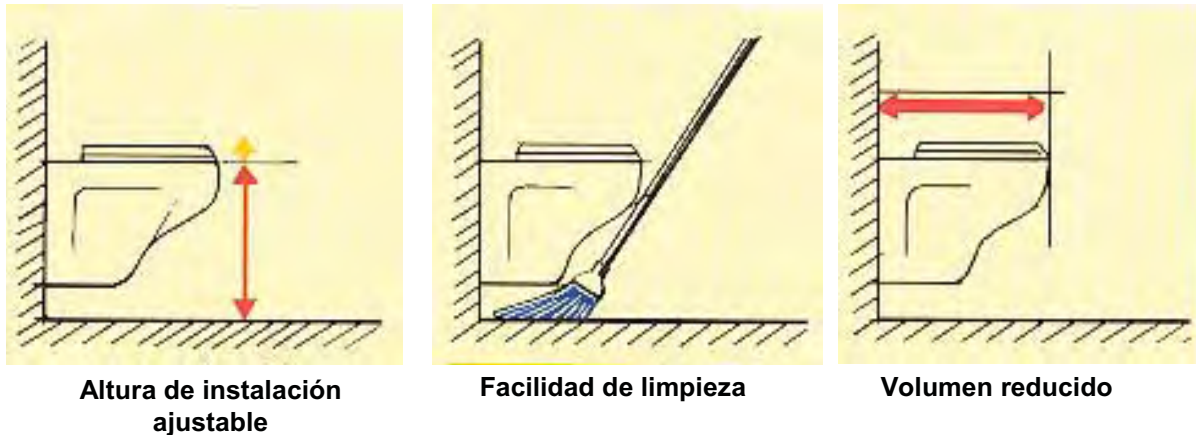


Figura B.262 – VENTAJAS DE LOS WCs con descarga a muro

Ref. Doc. GEBERIT; p. 54

Sobre el enrase del murete se pueden colocar objetos sin perderse espacio.

Al quedar el tanque del W.C. y toda la tubería oculta dentro del murete se logra una apariencia estética y una eficiente mitigación de ruido.

<p>Beneficios de un W.C. suspendido y de un murete técnico:</p> <p>Práctico: el enrase del murete permite colocar objetos sin ocupar espacio.</p> <p>Económico: con la placa dual para descargar 3 ó 6 litros se economiza hasta el 60% promedio del consumo anual del agua con relación a un tanque tradicional.</p> <p>Estético y silencioso: la descarga de agua así como toda la plomería se encuentran totalmente ocultos, lo que también garantiza un silencio de funcionamiento perfecto.</p> <p>Sólido: el W.C. está diseñado para soportar una carga de hasta 400 kg.</p> <p>Higiénico: el piso queda totalmente libre para facilitar su limpieza. Los rincones y zonas que acumulan polvo quedarán eliminados.</p>	
<p>Figura B.263a – MURETE TÉCNICO CON WC CON DESCARGA A MURO</p> <p><i>Ref. Doc. Geberit</i></p>	<p>Figura B.263b – SE OCUPA EL MISMO LARGO QUE UN W.C. TRADICIONAL</p> <p><i>Ref. Doc. Geberit; p.55</i></p>



Figura B.264 – Para OCULTAR Y ALOJAR EL TANQUE DEL W.C. hay estas cuatro opciones siendo: 1.- El murete técnico, 2.- El doblaje de todo el muro con tablaroca, 3.- Dentro del muro de tablaroca y 4.- Dentro de un ducto.

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa GEBERIT

Se pre-ensambla en taller para simplificar la colocación acelerando significativamente el proceso de la obra.

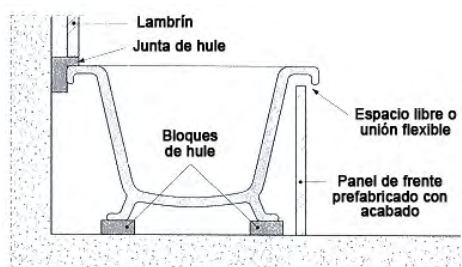
A esta solución se le puede incluir la opción de reducción de ruido (empleando forros aislantes para los tubos o una capa aislante adherida al tablaroca) y protección contra el fuego empleando forros aislantes entumescientes en pasos para atravesar muros en los casos requeridos.

* Los puntos de fijación del bastidor y de los soportes son mínimos.

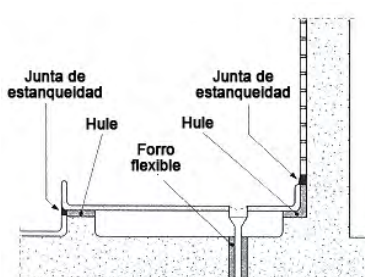
Es significativo señalar la importancia que tiene la compatibilidad e interacción total de los componentes de esos sistemas entre sí.

La colocación, soporte y aislamiento de los muebles de baño requiere de soluciones que aseguren sencillez y rapidez de ejecución.

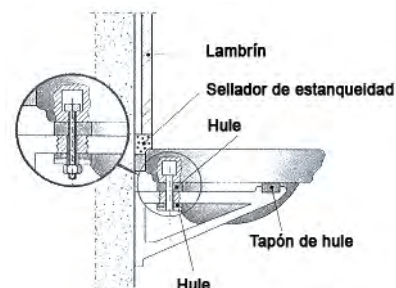
Las tinas, las charolas de regadera y los lavabos necesitan aislarse acústicamente como se muestra a continuación:



Aislamiento de una tina



Aislamiento de una charola de regadera



Aislamiento de un lavabo

Fuente: Guide Veritas du Bâtiment, Seconde Oeuvre, Bureau Veritas, Moniteur, 2000; ficha No. 48 M



Figura B.265 – COLOCACIÓN DE ARNESES con apoyos aislantes para tina

Fuente: Catálogo de productos, Empresa ALPHA

Hay también propuestas de apoyos y de piezas de envolvente para tinas y regaderas a base de poliestireno expandido con ventajas de resiliencia de absorción de ruido y de aislamiento térmico que permite la conservación del agua caliente por más tiempo.



Figura B.266 – CAJA PREMOLDEADA DE APOYO Y ENVOLVENTE PARA TINAS, que recibe soporte a recubrimientos de azulejo o de cerámica.

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa CORRECTA



Figura B.267 – APOYO Y CUBRIMIENTO DE TINAS Y CHAROLAS DE REGADERAS con paneles y piezas premoldeadas.

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa CORRECTA

Para el acceso a la tubería de las tinas o incluso al equipo de hidromasaje, en su caso, es muy conveniente prever registros invisibles en uno o más de los faldones perimetrales de la tina.



Figura B.268 – TINAS SUSTENTADAS en reducidos apoyos resilientes para mitigar la transmisión del ruido con un registro invisible en los faldones perimetrales de la tina.

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa CORRECTA

El conjunto de soluciones que se han mostrado pueden sugerir, como objeción inmediata, su alto costo porque en el país no se fabrican ni muebles sanitarios ni posiblemente algunas piezas de plomería y su importación las hace inaccesibles, lo cual es cierto, pero es importante la comunicación con los fabricantes nacionales para que, de manera conjunta, se puedan implementar a costos muy competitivos todas o al menos la mayoría de las propuestas que se vean convenientes.

El aseguramiento del sello hidráulico en los sifones y la ventilación de la tubería sanitaria son indispensables para evitar los malos olores en el interior de los espacios equipados con muebles sanitarios.

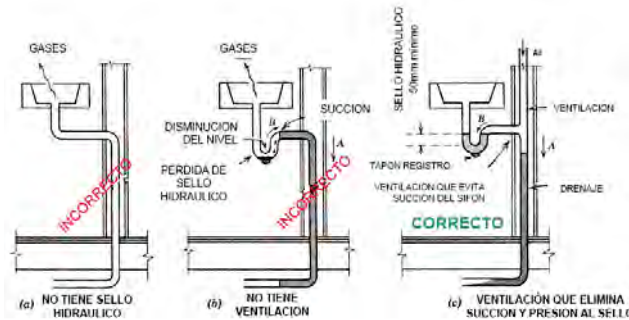


Figura B.269 – FUNCIÓN DEL SIFÓN (CESPOL) Y DE LA VENTILACIÓN para evitar la pérdida del sello hidráulico y la salida de gases.

Fuente: *Mechanical and Electrical Equipment for buildings, William J. McGUINNESS – John Wiley and Sons, Fifth Edition, 1971, p. 46*

La altura mínima de guarda del sello hidráulico en los sifones debe ser de 50 mm y la máxima de 100 mm.

Esta obturación debe cumplirse en todos los casos de coladeras de piso y de charolas de regadera, de sifones de lavabos, de tarjas, de tinas, de lavadoras, etc. (ver figura 3.593).

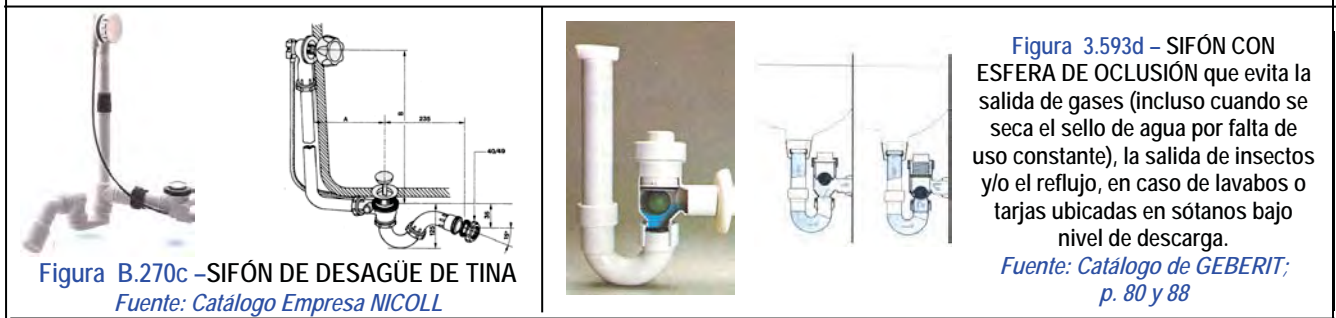
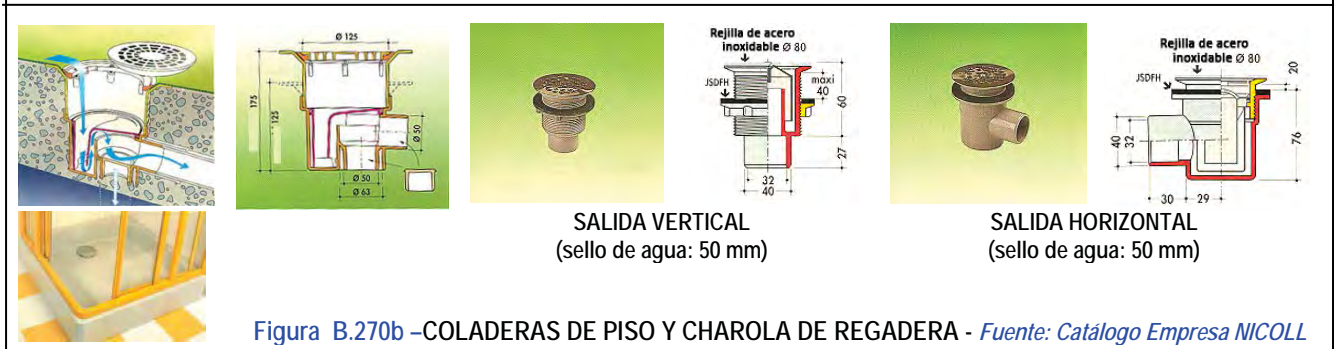


Figura 3.270 – SOLUCIÓN DE SELLO HIDRÁULICO EN SIFONES DE DIFERENTES MUEBLES SANITARIO

Es importante controlar en las obras que en sus instalaciones se hayan dejado los sellos hidráulicos con la altura de guarda mínima ya que es común la falta de cuidado que conlleva el retiro de los conos en las coladeras o el riesgo de que las conexiones no aseguren la altura de guarda de agua.

La *ventilación de la tubería sanitaria* generalmente es considerada poco importante incluso, en algunos casos, se omite aunque su función es vital para el buen desempeño de los sistemas de drenaje de aguas servidas.

Las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal de Proyecto Arquitectónico y de Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas, exigen de manera sucinta la ventilación de la tubería sanitaria sin dar mayores detalles ni referencias y sólo indicando diámetros mínimos y sobre-elevaciones con respecto a cubiertas y azoteas.

Es muy recomendable referirse a los códigos europeos o norteamericanos para obtener un diseño adecuado de la ventilación de los sistemas de drenaje sanitario.

La ventilación para la tubería sanitaria se requiere para permitir el flujo libre de gases hacia el aire exterior fuera de la edificación y evitar sobrepresiones o una acción sifónica que propicie la succión, la pérdida de los sellos hidráulicos y también para permitir un drenaje rápido y eficiente. La presión atmosférica debe conservarse dentro de la tubería de ventilación.

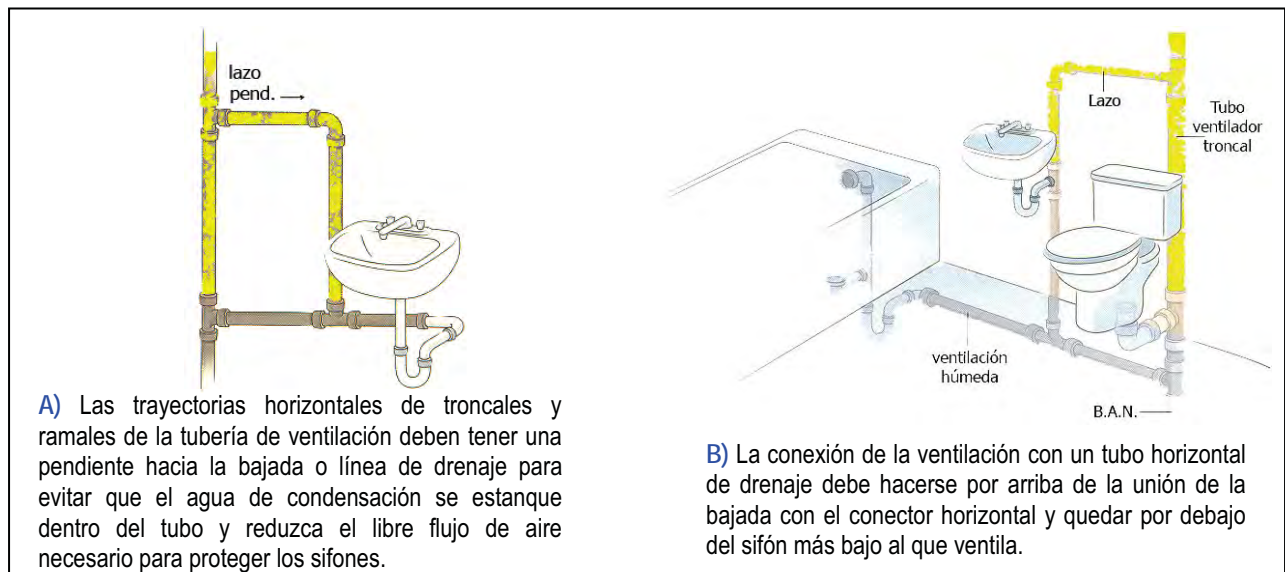


Figura B.271 – CONFIGURACIONES SENCILLAS DE INSTALACIÓN SANITARIA CON TUBERÍA DE VENTILACIÓN Fuente: *Plumbing 1-2-3 Expert Advice from the Home Depot - Meredith Books - 2005; p. 180 y 181*

La tubería de ventilación se dispone vertical y horizontalmente (con pendiente). A su vez, un sistema de ventilación puede estar compuesto por tramos de ventilación seca y tramos de ventilación húmeda (ver figura).

Los lazos de ventilación seca conectan a todos los muebles sanitarios cerca de los sifones y por arriba del nivel de desborde de agua de dichos muebles.

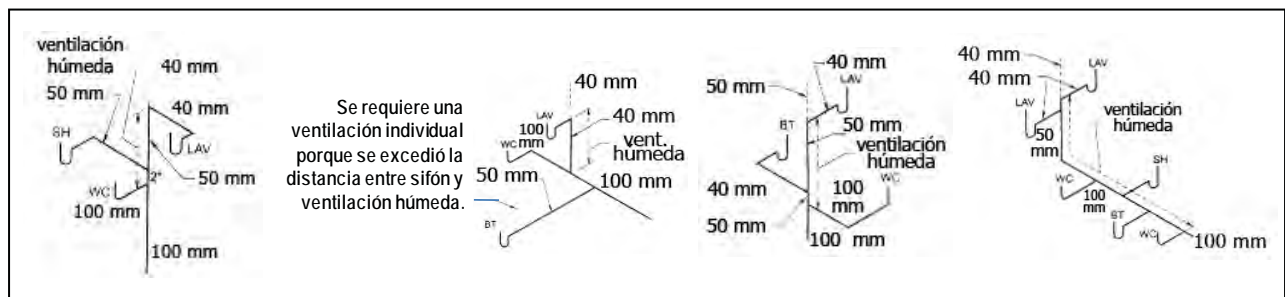


Figura B.272 – DIFERENTES CASOS DE USO DE VENTILACIÓN HUMEDA Fuente: *2006 International Plumbing Codes Handbook - R. Dodge Woodson, Mc. Graw Hill; p. 9.20*

C) Se pueden conectar tubos ventiladores verticales secundarios al tubo ventilador troncal antes o después de atravesar la losa de azotea o de cubierta que remata en el exterior.

Los diámetros de la tubería de ventilación se obtienen de tablas indicadas en los códigos de plomería (Vg. IPC International Plumbing Codes Handbook) que consideran: el diámetro del desagüe, el número total de unidades mueble que sirve y la longitud de desarrollo de la tubería de ventilación. Para el caso de viviendas un diámetro de 5 cm para los tubos que forman lazos o circuitos es suficiente, el tubo ventilador troncal debe tener el mismo diámetro que la B.A.N. generalmente de 10 cm.

La tubería de ventilación troncal vertical debe sobresalir de las cubiertas y azoteas no transitables al menos 15 cm y en el caso de azoteas transitables al menos 1.50 m (2.10 m en algunos casos).

D) El tubo de ventilación vertical troncal que continúa sobre la bajada de aguas servidas debe ser del mismo diámetro que la bajada.

La conexión de la ventilación siempre debe quedar arriba del nivel más alto del mueble al que dé servicio; esto es necesario para asegurar que el sistema de ventilación no se vaya a tapar con desperdicios, agua u otro material.

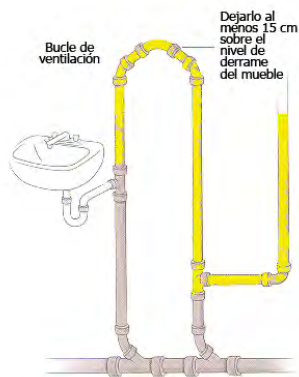


Figura B.273a – Solución con bucle de ventilación a 15 cm por arriba del nivel de derrame de la tarja (lo más deseable)

Fuente: *Plumbing 1-2-3 Expert Advice from the Home Depot - Meredith Books - 2005; p. 181*

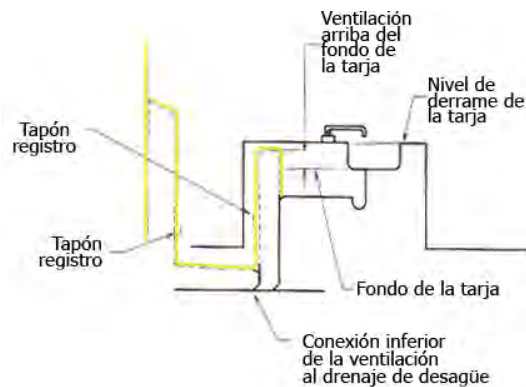
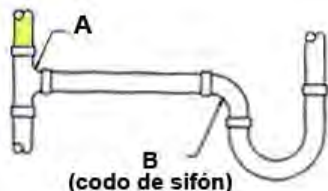


Figura B.273b – Caso extremo con bucle de ventilación por arriba del fondo de la tarja

Fuente: *2006 International Plumbing Codes Handbook - R. Dodge Woodson, Mc. Graw Hill; p. 9.19*

Figura 3.596 – VENTILACIÓN PARA FREGADEROS DE COCINA EN ISLA. Este caso se aplica en layouts de cocinas abiertas muy acostumbradas en los Estados Unidos de América y es la condición más crítica para poder cumplir los códigos.

La tubería vertical de ventilación sólo se podrá conectar con el sifón de un lavabo o de cualquier otro mueble mediante un niple horizontal con longitud de al menos dos veces su diámetro.



A) La longitud del niple entre las conexiones A y B deberá ser como mínimo de dos veces su diámetro

Figura B.274 – RESTRICCIONES EN LA CONEXIÓN DE UN LAVABO O TARJA CON TUBO VENTILADOR

Fuente: *Application and Commentary Cabo One and Two Family Dwelling Code 1995; p. 332*

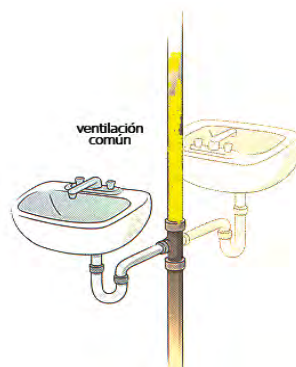


Figura B.275

Cuando un solo tubo desagua dos muebles ubicados espalda con espalda, se pueden ventilar también con un solo tubo de ventilación que se conecte sobre el tubo de desagüe.

Fuente: *Plumbing 1-2-3 Expert Advice from the Home Depot Meredith Books - 2005; p. 181*

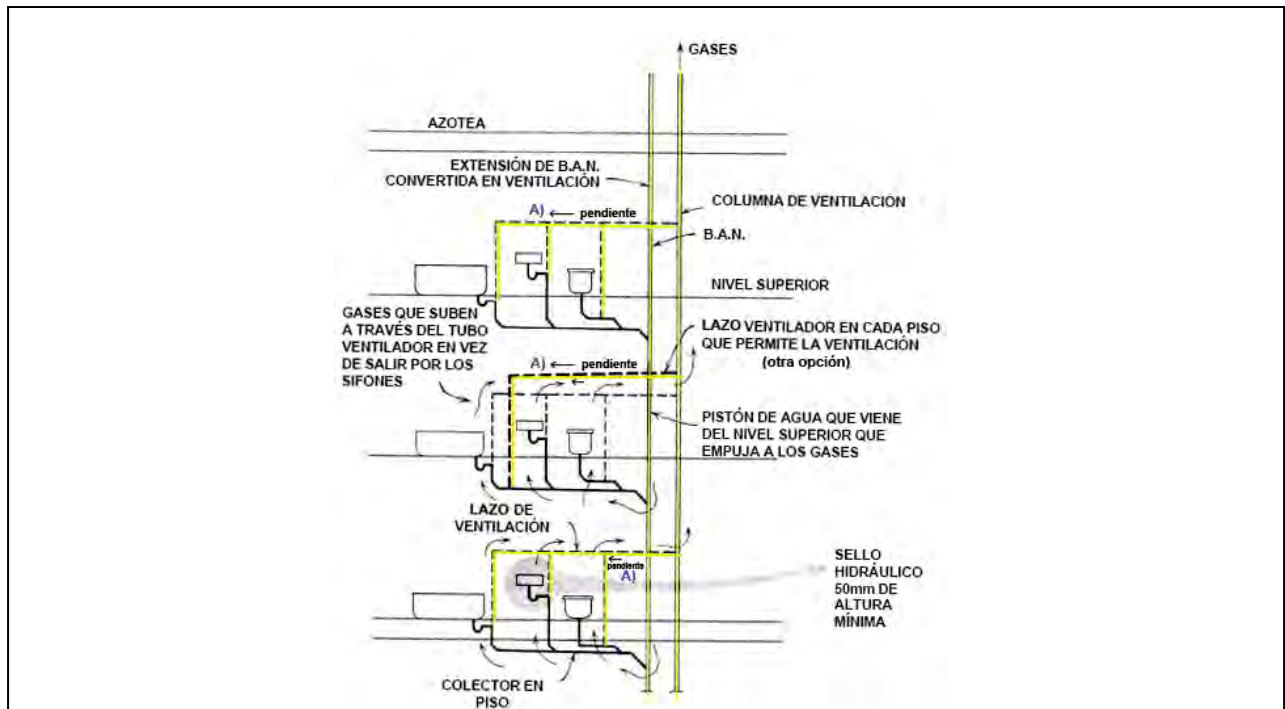


Figura B.276a – ELIMINACIÓN DE GASES A TRAVÉS DE TUBOS VENTILADORES
Fuente: Mechanical and Electrical Equipment for Buildings, William J. McGuinness – John Wiley and Sons Fifth Edition, 1971, p. 47

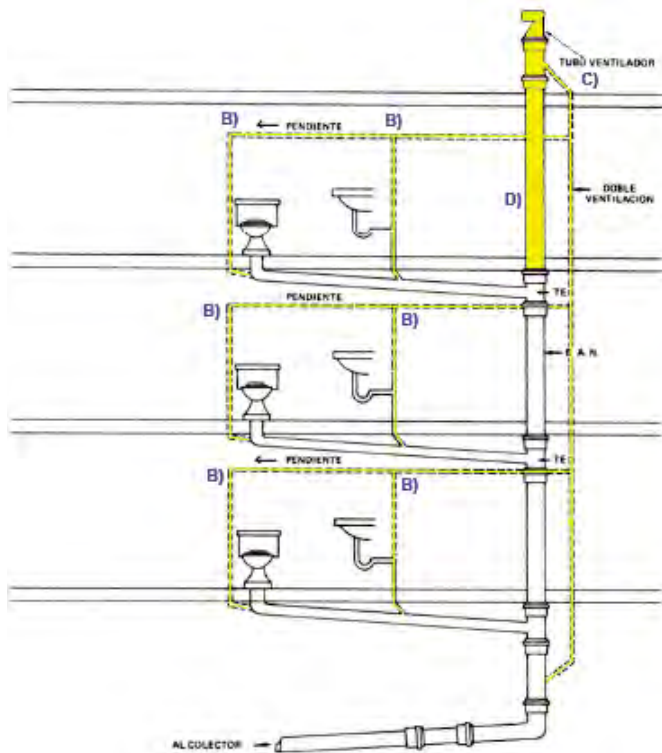


Figura B.276b – VENTILACIÓN SECUNDARIA DE LAZO

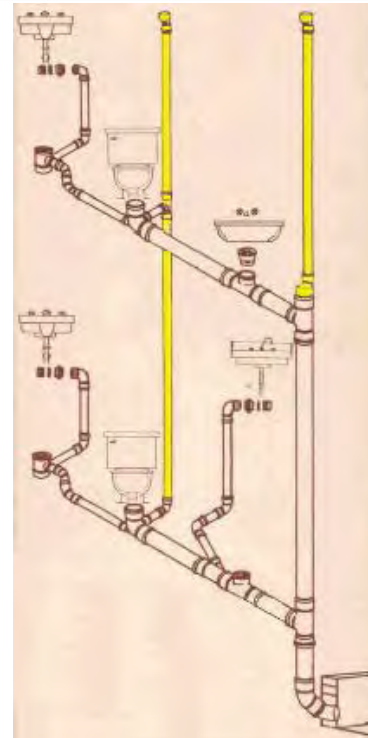


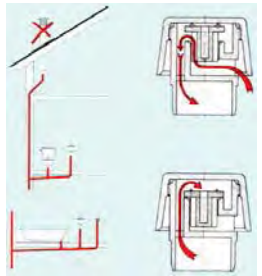
Figura B.276c – VENTILACIÓN SECUNDARIA DE CIRCUITO

Figura B.276 – FUNCIÓN Y TIPOS DE VENTILACIONES SANITARIAS


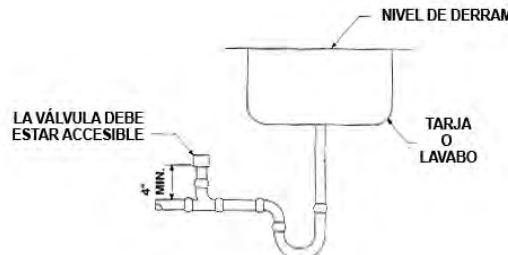
Fuente: Manual para Instalaciones Sanitarias con Tuberías de Poli-cloruro de Vinilo (PVC), Asociación Mexicana de Industrias de Tuberías Plásticas, A.C., 1982; p. 41 y portada.

En los casos en los que por motivos funcionales o estéticos no sea posible o conveniente sacar los tubos ventiladores atravesando las losas de cubiertas o de azoteas, es posible utilizar válvulas de admisión de aire.

Las *válvulas de admisión de aire* son válvulas de retención diseñadas para permitir la entrada de aire al sistema de drenaje cuando se desarrollan presiones negativas en su interior. Este dispositivo se cierra por gravedad y sella el extremo de ventilación (por donde ingresa el aire fresco) cuando la presión interna es igual o mayor a la presión atmosférica. La válvula de admisión sustituye a la salida del tubo ventilador que sobresale de las cubiertas y azoteas para la toma de aire fresco ya que permite la entrada de aire fresco (igualando la presión atmosférica ante efectos de succión) e impide la salida de gases malolientes y contaminantes de la tubería.

<p>Evita ruidos y olores desagradables emitidos por el drenaje.</p> <p>Evita que se vacíen las trampas de agua y que salgan los malos olores que se originan hacia los espacios interiores.</p> <p>Su instalación es simple.</p> <p>Trabaja automáticamente, se cierra después de ventilar, está diseñada para exteriores y es estanca al agua.</p> <p>Reemplaza a la ventilación a través del techo (si es que lo permiten los reglamentos locales).</p>	
<p align="center">Figura B.277 – UBICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE VÁLVULAS DE ADMISIÓN DE AIRE <i>Fuente: Catálogo de producto ABU-VENTILAIR, empresa ABU SANITAIRES</i></p>	

La instalación de válvulas de admisión permite dejar a las terminales de la tubería de ventilación dentro de los locales de los edificios siempre y cuando dichas válvulas estén adecuadamente dimensionadas y queden accesibles para su eventual revisión, mantenimiento y reemplazo.

 <p><i>Figura B.278a – Fuente: Catálogo de productos, empresa NICOLL; Revista Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment No. 5654, 2012, p.66.</i></p>	 <p><i>Figura B.278b – Fuente: Application and Commentary Cabo One and Two Family Dwelling Code 1995: p. 333</i></p>
<p>Figura B.278 – Ubicación opcional de válvula de admisión de aire. Estas válvulas para equilibrar las presiones en redes de evacuación de PVC con membrana de silicón para su ventilación, permiten evitar la eliminación del sello hidráulico en los sifones y, por ello, suprimen la salida de malos olores y mejoran el flujo dentro de las instalaciones de evacuación. Tienen un tapón registro para permitir su mantenimiento y para acceder a la canalización.</p>	

	
<p>Figura B.279 – FUNCIONAMIENTO DE VÁLVULA DE ADMISIÓN DE AIRE: La parte superior de la membrana de elastómero está en contacto con el aire de la bajada mientras que la parte de abajo lo está con el aire del ambiente exterior. La bajada queda, por tanto, obturada y se impide la salida de los olores A, la estanqueidad se incrementa en caso de sobrepresión interna, por el contrario, cuando hay un vacío B la depresión que se ejerce antes eleva a la membrana e induce el aire necesario para evitar cualquier pérdida de sello de agua de los sifones - <i>Fuente: Catálogo de productos, Empresa NICOLL</i></p>	

Para eliminar las redes de doble ventilación, existen otras soluciones; unas consisten en formar cubetas aireadoras en los puntos de conexión de los ramales horizontales con las bajadas de aguas servidas (ver figura B.280).

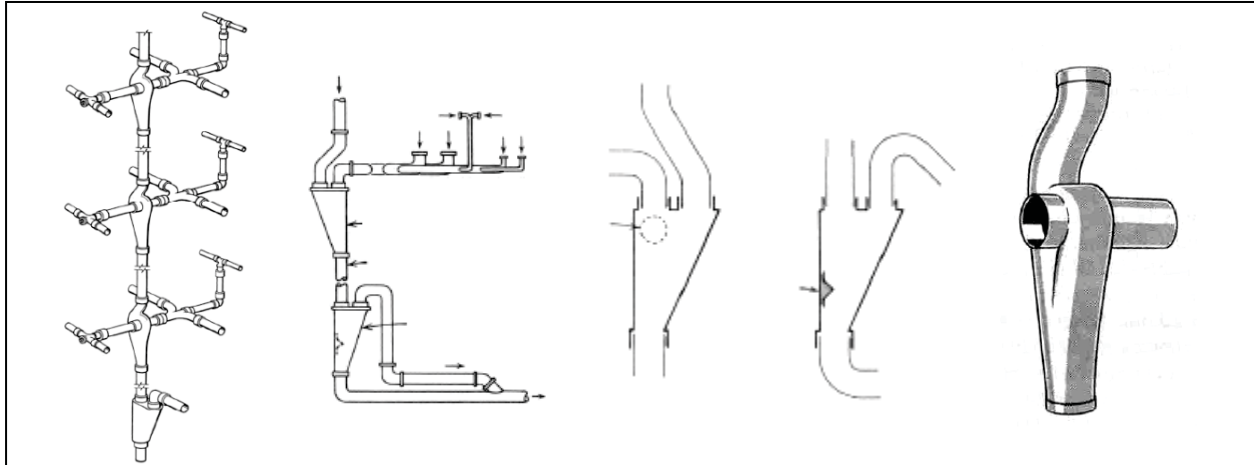
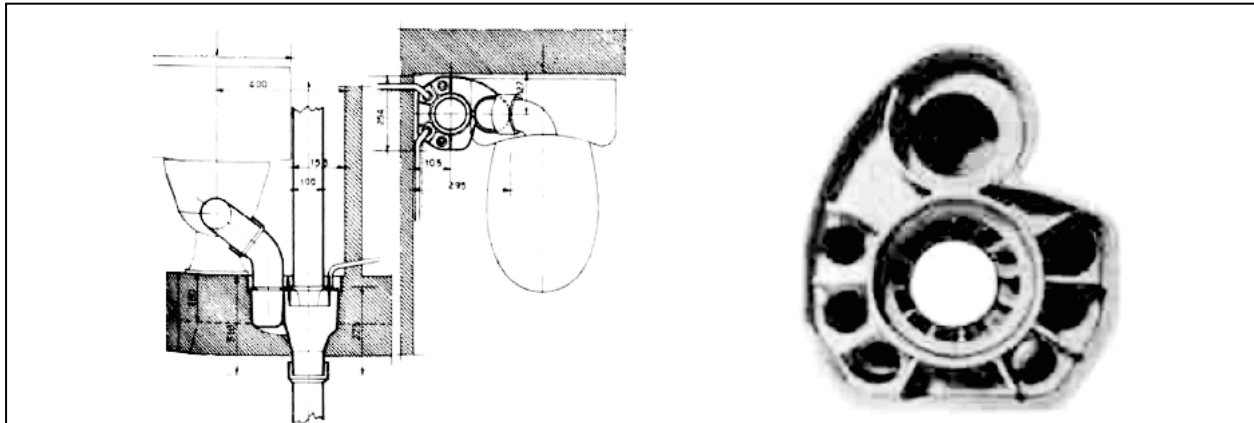


Figura B.280 – AIREADOR – Conexión especial para evitar la doble ventilación en los desagües sanitarios, empleada en los Estados Unidos desde hace varios años.

Fuente: Mechanical and Electrical Equipment for Buildings, William J. Mc Guinness – John Wiley and Sons – Fifth Edition, 1971, p. 66 y 67



Esta conexión especial recibe al nivel de la losa tanto la bajada como los desagües de los muebles y crea, por una ingeniosa disposición en el interior mismo de la bajada, una acción del aire que se denomina “núcleo-aireación” la cual es una verdadera ventilación secundaria interna.

La experiencia ha mostrado que la colocación en obra de esta pieza debe hacerse con gran precisión. No está normalizada pero está soportada por una aprobación técnica.

Figura B.281 – NÚCLEO DE AIREACIÓN PARA EVITAR LA TUBERÍA DE DOBLE VENTILACIÓN EN LA INSTALACIÓN SANITARIA utilizados en Europa

Fuente: Traité de Plomberie – Autor : Henri Charlent – Editor : Garnier Technique, 1984, p. 561

Otra solución se basa en el empleo de tubos con estrías helicoidales que inducen al agua servida a adherirse a la pared interior del tubo, dejando la parte central vacía y eliminando la posible formación del émbolo o pistón de agua que genera succión y la consecuente pérdida del sello de agua en los sifones.

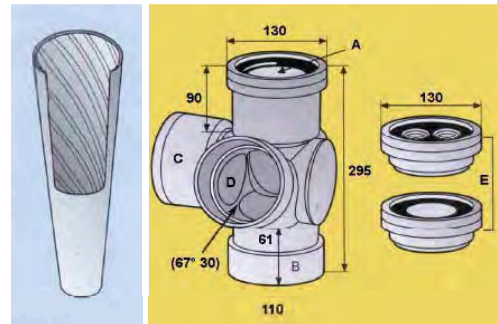


Figura B.282 – PROPUESTA DE ELIMINACIÓN DE TUBERÍA DE DOBLE VENTILACIÓN POR MEDIO DE BAJADAS CON VENAS HELICOIDALES EN SU PARED INTERIOR

Fuente: Catálogo de productos, Empresa NICOLL

- Junta de dilatación
- Empalme hembra para tubo CHUH
- Empalme hembra 87°30
- Empalme hembra 67°30
- Registros de reducción

Las nervaduras helicoidales ponen las materias y los líquidos en rotación y permiten crear una columna de aire en el centro del tubo. Este principio evita que se desagüen los sifones.



LAS CONEXIONES

Debido a su forma y a su volumen, las conexiones juegan el papel de cámara de los efluentes por fenómeno de Venturi.

UN SISTEMA MÁS ECONÓMICO

La técnica de vertiente única CHUH es más económica que los sistemas tradicionales: una sola canalización en vez de dos, ahorro en el suministro y en la mano de obra, dimensiones reducidas.

UN DIÁMETRO PERFECTAMENTE ADAPTADO

El diámetro interior de 100 mm permite un funcionamiento óptimo del sistema CHUH, incluso con dos WC en cada nivel y en una misma vertiente, sin limitación de altura.

UNA ACÚSTICA PROBADA

Las pruebas comparativas han permitido demostrar que el sistema CHUH es más silencioso que los sistemas tradicionales.

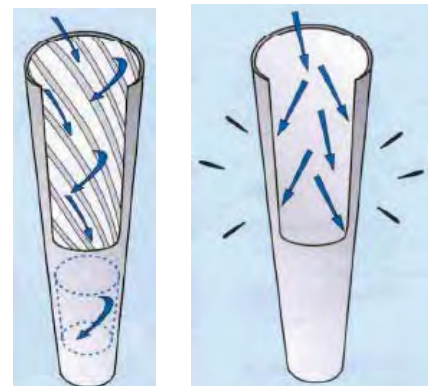


Figura B.283 – TUBO HELICOIDAL DE 110 mm

Fuente: Catálogo de productos, Empresa NICOLL

El *golpe de Ariete* es un fenómeno transitorio que se da en las tuberías a presión ante un cierre abrupto de válvulas, presentándose aumentos y reducciones bruscas de presión en el agua que genera desagradables ruidos de impacto y vibraciones y pueden llevar a la falla de la instalación.

Las cámaras de mitigación del golpe de ariete en la tubería de instalación hidráulica son también necesarias cuando existe una presión hidráulica elevada (más de 3 kg/cm²) y/o cuando prevalecen válvulas y grifería de cierre rápido en el sistema como las que se utilizan en las lavadoras de ropa y las lavavajillas. El golpe de ariete se presenta principalmente en la instalación que rodea y se conecta con estas válvulas y estos electrodomésticos mencionados. Las cámaras de aire deben instalarse sobre las alimentaciones (ver figura B.284).

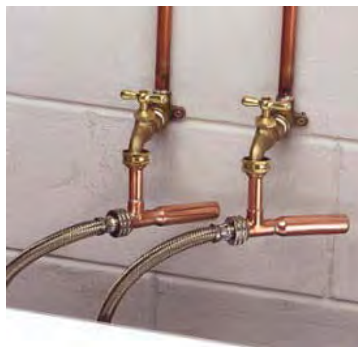
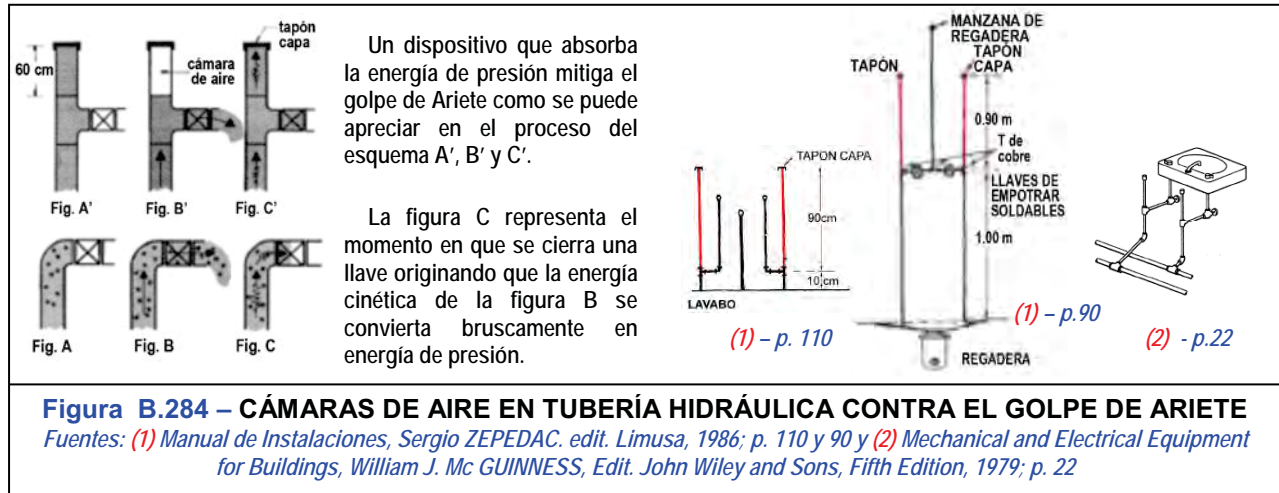


Figura B.285 – EN LA CONEXIÓN DE LAVADORAS CONVIENE COLOCAR CÁMARAS COMO LAS INDICADAS PARA ABSORBER EL GOLPE DE ARIETE EN ESOS PUNTOS

Fuente: *Plumbing 1-2-3; Expert Advice from the Home Depot; Edit. Meredith Books, 2003; p. 119*

Otra manera de reducir el golpe de ariete es evitando trayectorias rectas de gran longitud en la tubería instalando desviaciones para reducir gradualmente la fuerza del agua.

El empleo de tubería de CPVC o de otros materiales plásticos, por sus características resilientes, también absorben considerablemente la fuerza intempestiva del agua.

Para viviendas de dos pisos generalmente no se requiere poner estos dispositivos por la poca presión de funcionamiento en sus instalaciones, pero se tendrá que revisar su conveniencia o necesidad en edificios de más pisos o con equipos hidroneumáticos o programados.

En varios casos se olvida o se considera innecesaria o costosa la inclusión de estos dispositivos en la instalación, generándose después problemas importantes o fallas realmente caras en su utilización.

Muebles hidrosanitarios de uso doméstico.

En principio las envolventes de los ductos técnicos y de los muretes técnicos así como los muebles de baño y de lavado deben respetar exigencias de coordinación dimensional, de ergonomía y de colocación y fijación sencilla para su adecuada utilización.

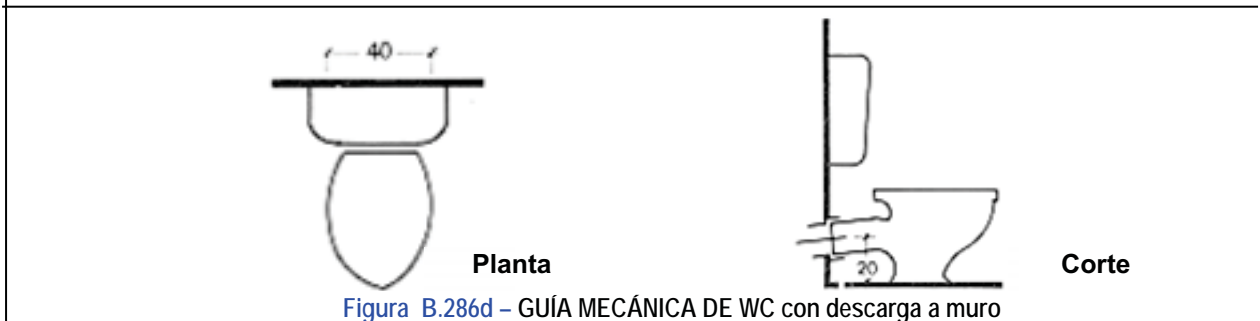
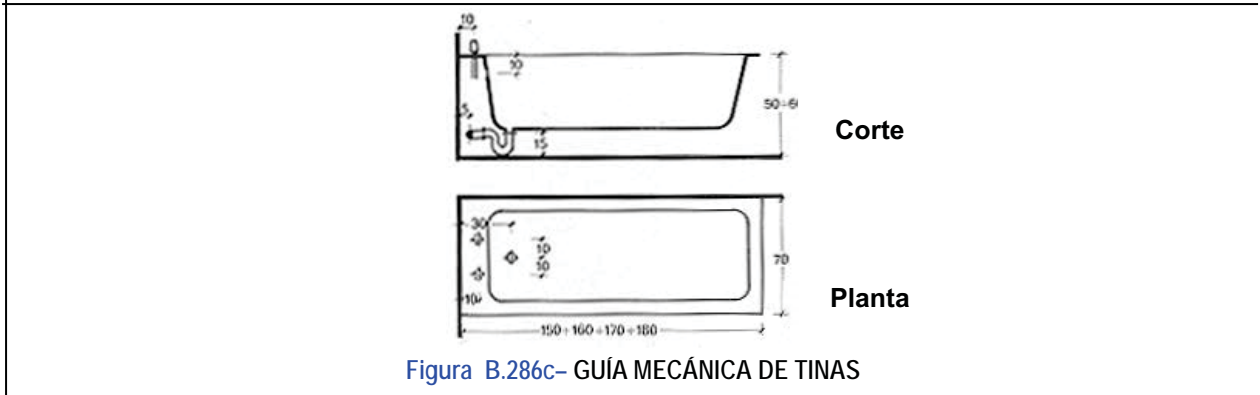
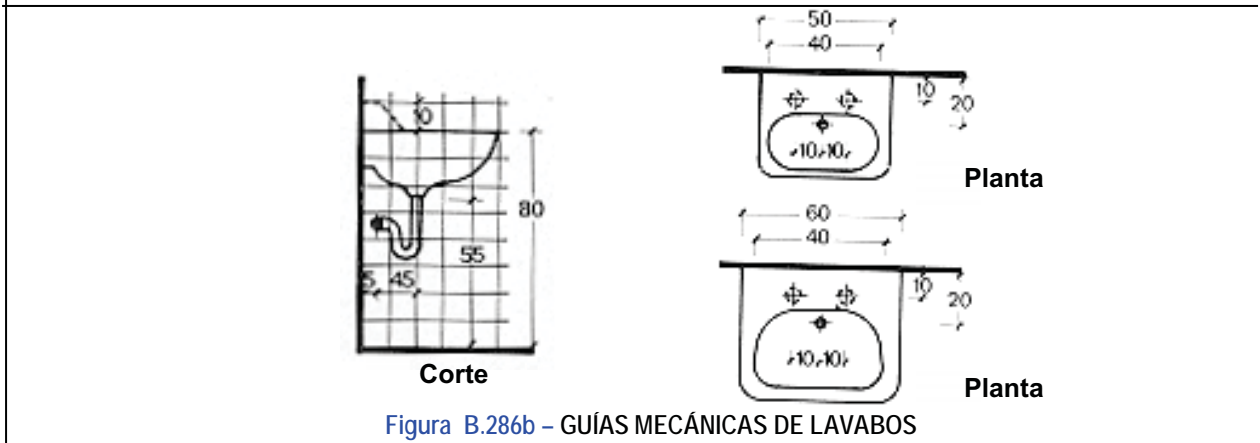
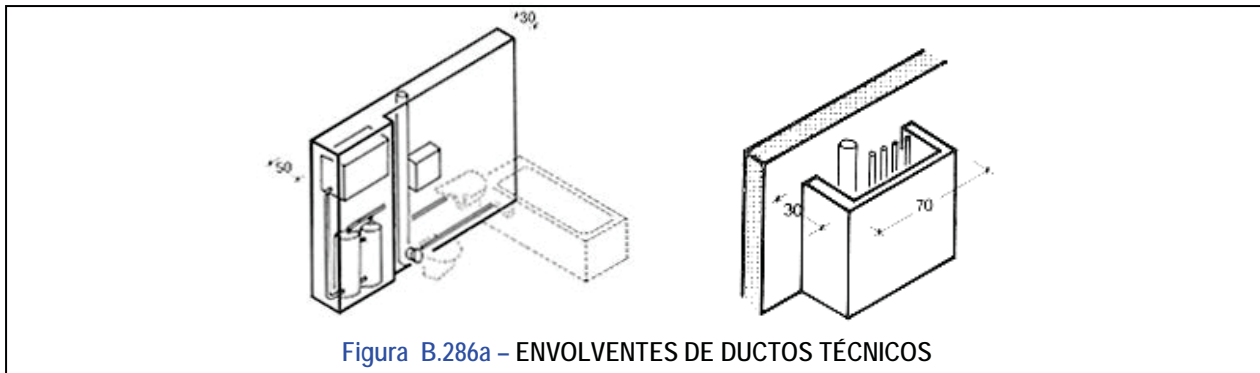


Figura B.286 – DIMENSIONES NORMALIZADAS DE MUEBLES HIDROSANITARIOS DE USO DOMÉSTICO

Fuente: Prefabricación o Metaproyecto Constructivo, 6 – Mario OLIVERI, Gustavo Gilí, 1972; p. 89

Sobre el tema del mobiliario y el equipamiento de la cocina, es necesario decir que trabajar en diseños optimizados y modulados puede dar una excelente flexibilidad de oferta a los usuarios de viviendas aunque hay que saber que su estandarización depende de factores frecuentemente en conflicto unos con otros y, por ello, muchas de las decisiones dimensionales propuestas serán de compromiso, pero al lado de algunas incertidumbres, aparecerán muchas ventajas conseguidas a través de la estandarización de las dimensiones. Se logra así la posibilidad de la intercambiabilidad de los aparatos-mueble sin tener que alterar las dimensiones de los espacios arquitectónicos. Gracias a los medios de especificación de pedidos muy precisos, se posibilita el diseño de componentes reproducibles en gran escala según métodos productivos perfectamente planificables y a costos más accesibles.

Desde 1967, organismos como la Modular Society del Reino Unido han hecho propuestas sólidas para normalizar dimensionalmente a todos los componentes de instalaciones y al mobiliario complementario (principalmente cocinas integrales) con objeto de uniformizar, en dimensiones, todo lo que está referido a las instalaciones hidrosanitarias domésticas y a su equipamiento.

La coordinación dimensional se simplifica cuando se basa en el empleo del módulo base internacionalmente establecido de 10 cm (coordinación modular).

Como resultado de la implantación de la coordinación modular en muebles hidrosanitarios y muebles complementarios de cocinas integrales se muestran en la figura **B.287** algunas características propuestas.

Esta normalización, tiende a considerar, como un mínimo estrictamente necesario a la coordinación de las distintas partes entre sí y de los componentes. Lo que sigue es una breve relación de los análisis que han conducido a la normalización aunque se dan casos de fabricantes de productos aún fuera de normas dimensionales y excesivamente voluminosos. La coordinación de las dimensiones constructivas está obviamente simplificada por la adopción del módulo validado a nivel internacional. El módulo base de 10 cm es la unidad de medida adoptada y, por tanto, todas las dimensiones normalizadas son múltiplos de este módulo. Es de notar que, en la cocina doméstica, solamente algunas dimensiones necesitan ser fijadas y son las referidas a los planos horizontales de trabajo, de preparación, de apoyo, etc. y las relacionadas con los eventuales elementos accesorios que deben satisfacer las exigencias de composición, de unión, de acercamiento, etc. La aceptación de estas normas no implica una notable limitación de la libertad compositiva para diseñar pero tiende a adecuar los productos que necesitan las personas, sin crear difíciles problemas de instalación, que terminan por incidir negativamente en los costos. Las alturas del plano de trabajo, del fregadero, del plano de la cocina, son indudablemente las más difíciles (y también las más importantes) de las dimensiones a normalizar. Para el plano de preparación, como consecuencia de investigaciones desarrolladas en Inglaterra, la altura última más apropiada parece estar comprendida entre 76.2 y 81.3 cm. El fondo del fregadero con relación al pavimento variaría entre 71.1 y 7.2 cm por lo que, considerando la profundidad del fregadero entre 15.15 y 17.8 cm, la altura del borde superior del fregadero vendría a ser respectivamente de 86.4 ó 94 cm con respecto al suelo. La altura de los otros muebles resulta un poco más complicada.

La mayoría de los usuarios tiene propensión al uso de una altura comprendida entre 86.4 y 91.5 cm mientras algunas partes – refrigeradores, lavadoras, lavaplatos, etc., pueden ser proyectadas a una altura que coincida con la del plano de preparación o, como alternativa, pueden estar ubicados debajo de los mismos.

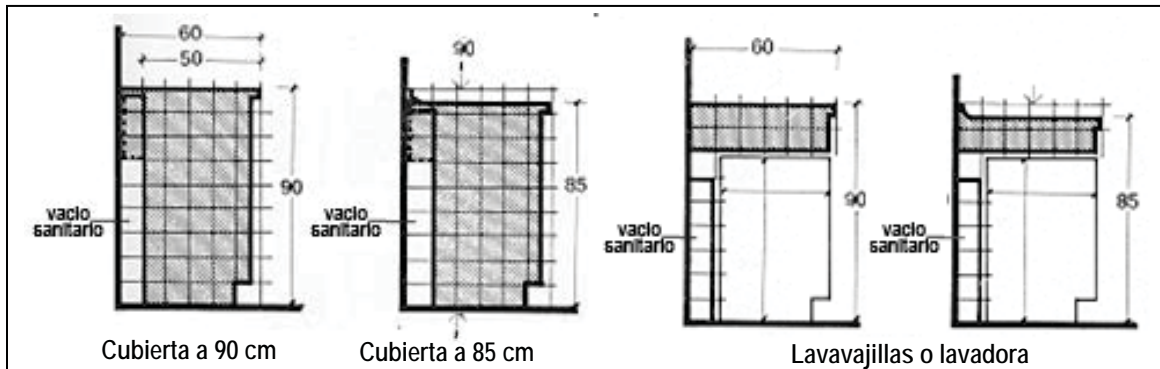


Figura B.287a – MUEBLES DE COCINA INTEGRAL BAJO CUBIERTA CON VACÍO SANITARIO EN EL FONDO
 Fuente: Prefabricación o Metaproyecto Constructivo, 6 – Mario OLIVERI, Gustavo Gili, 1972; p. 89

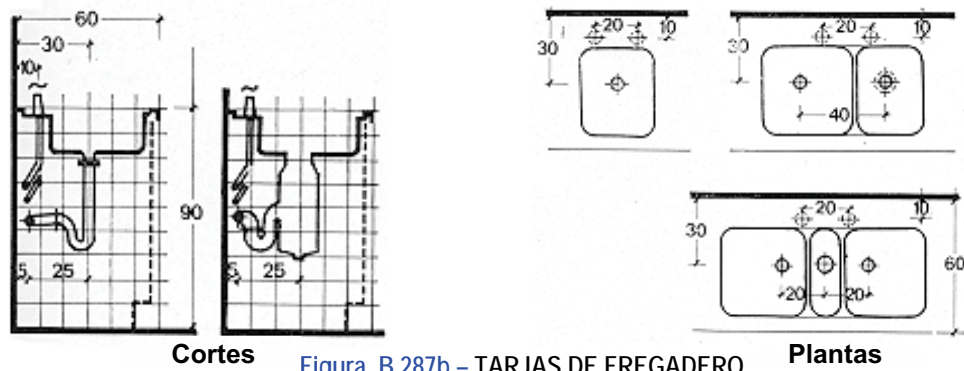


Figura B.287b – TARJAS DE FREGADERO
 Fuente: Prefabricación o Metaproyecto Constructivo, 6 – Mario OLIVERI, Gustavo Gili, 1972; p. 89

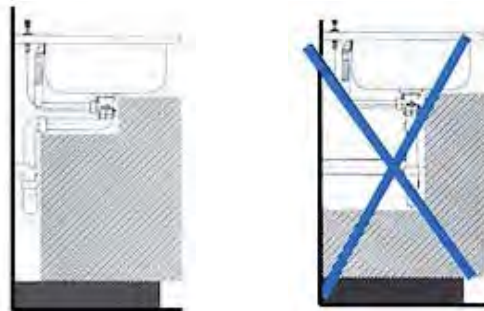


Figura B.287c – DETALLE DE CAMBIO DE DISPOSICIÓN DEL SIFÓN DEL FREGADERO alojándolo en el vacío sanitario predispuesto para ubicar todas las instalaciones en la parte posterior del mueble de cocina integral para dejar libre el espacio de guardado.
 Fuente: Catálogo Técnico Empresa GEBERIT; p. 87

Figura B.287 – PREDISPOSICIÓN DE VACÍO SANITARIO EN MUEBLES DE COCINA INTEGRAL

En el caso de las cocinas integrales, el plano de coordinación de la altura estandarizada de la cubierta está a 90 cm del suelo, el módulo es de 10 cm.

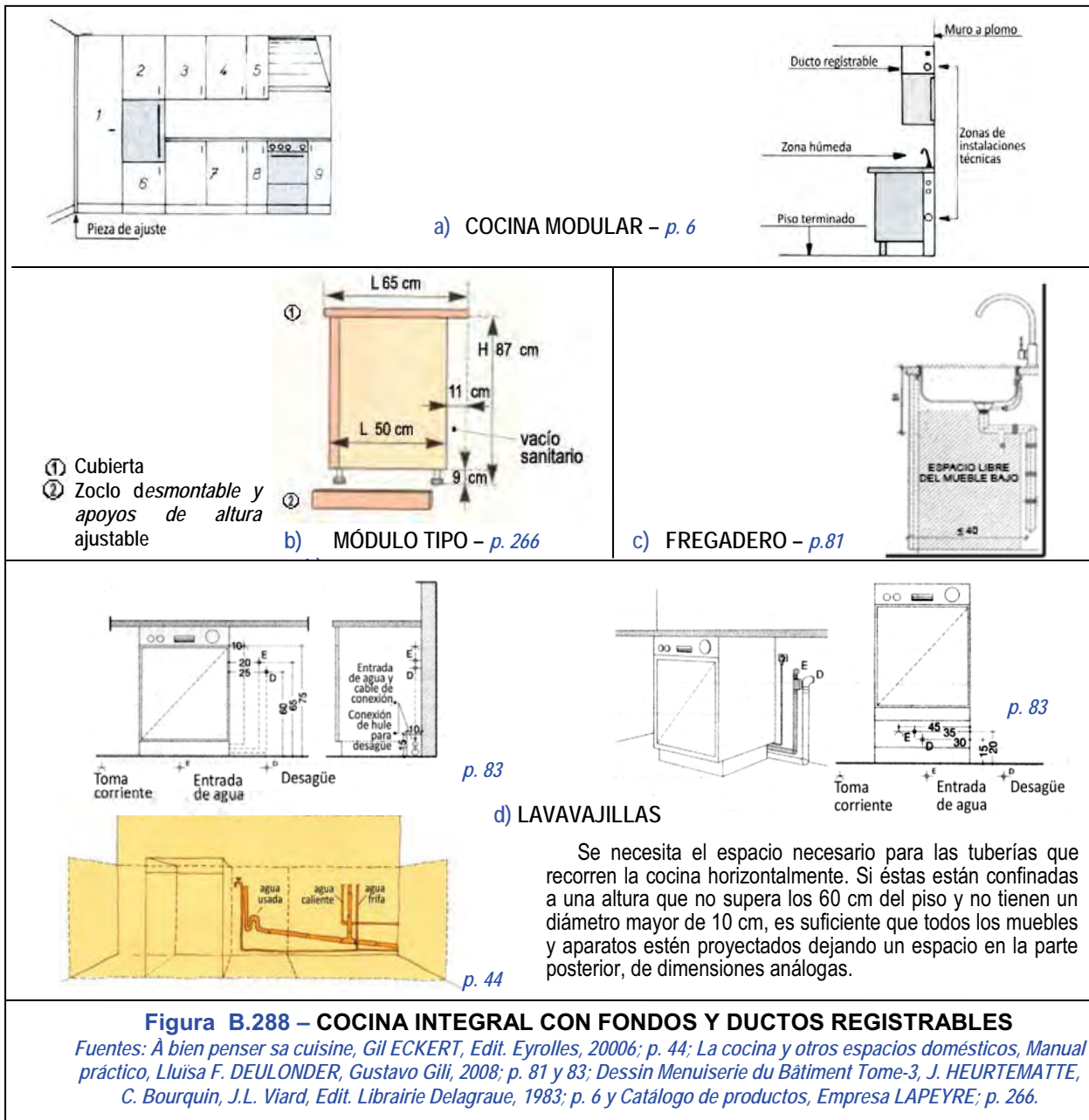
Los cortes muestran dos alternativas determinadas por la altura basada en dos alturas normalizadas para los muebles y aparatos de cocina, ya sean elementos o partes insertadas.

La parte posterior reserva un espacio de 60 cm de alto x 10 cm de ancho para el paso de eventuales tuberías, la mayor parte del mobiliario de cocina tiene una profundidad de 50 cm. Esta dimensión sumada al espacio de 10cm para las tuberías comporta una profundidad total de 60 cm.

La profundidad de 60 cm actualmente es adoptada con bastante frecuencia y, por tanto, no surgen dificultades en su aceptación por parte de los usuarios, de los diseñadores y de los productores.

Entre otras recomendaciones enunciadas por la normalización están: el *espacio para la punta de los pies para evitar la incomodidad de toparse con el zoclo*. Se recomienda que sea prevista para tal efecto una cavidad de 10 x 10 cm en la base de todos los muebles y aparatos y las dimensiones concernientes a la posición de las alimentaciones y desagües; la forma y las dimensiones del fregadero no son importantes para los fines de la coordinación modular puesto que se asegura su adaptación con los gabinetes inferiores.

En el caso de las cocinas integrales es, por tanto, conveniente dejar ductos y fondos registrables para alojar las instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas con sus distancias entre sí requeridas por instalación, seguridad y mantenimiento. Las conexiones de lavavajillas o de lavadora y secadora de ropa, en su caso, necesitan hacerse lateralmente desde el módulo adyacente de la cocina para permitir que éstos equipos electrodomésticos dispongan del fondo total de la cocina integral, que las conexiones y contactos sean accesibles y que no tenga que pasar por detrás de ellos el ducto. En la figura siguiente **B.288**, se muestran diversas previsiones a tomar en cuenta en el diseño de estos ductos integrados a la solución de cocina integral.



En el caso de lavadoras de ropa es necesario ubicar sus salidas lateralmente para facilitar el acceso a sus conexiones hidráulica, sanitaria y eléctrica (ver figura B.289).

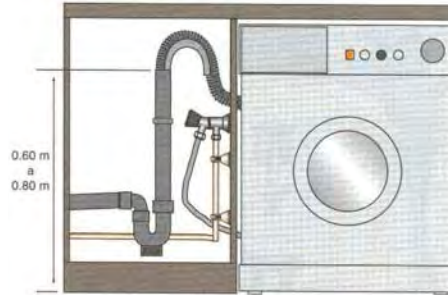


Figura B.289 – MONTAJE LATERAL DE ALIMENTACIÓN Y DESAGÜE DE LAVADORA DE ROPA

Fuente: *La plomberie comme un PRO! Thierry GALLAUZIAUX et Al.; Edit. Eyrolles, 1998; p. 167*

4.- FIJACIÓN DE TUBERÍAS APARENTES

Las tuberías aparentes, adosadas a las edificaciones requieren de algunos cuidados importantes a tomarse en cuenta y, sin embargo, en muchos casos se delegan o se improvisan.

Lo primero a considerar es el material con el que está fabricado el tubo.

Generalmente se utilizan tubos de acero galvanizado, de cobre y de PVC o de CPVC.

La tubería de cobre y de acero galvanizado tienen un coeficiente de dilatación similar al del concreto y la mampostería; sin embargo, la tubería de plástico se expande hasta 8 veces lo que se expande la tubería metálica y también es menos resistente a la flexión.

Para absorber los movimientos de la tubería de PVC se deben tomar en cuenta juntas de dilatación combinadas con juntas pegadas, por ello, comercialmente existen conexiones de tubería de PVC para pegarse o con junta de hule para permitir la libre dilatación conservando la estanqueidad.

La siguiente figura muestra los criterios de distancias de colocación de juntas y conexiones de dilatación en tuberías horizontales de PVC sanitario.

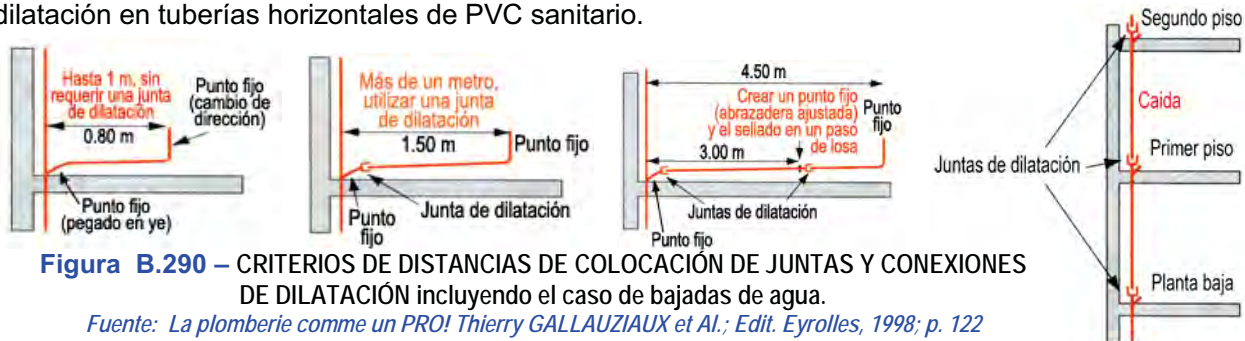


Figura B.290 – CRITERIOS DE DISTANCIAS DE COLOCACIÓN DE JUNTAS Y CONEXIONES DE DILATACIÓN incluyendo el caso de bajadas de agua.

Fuente: *La plomberie comme un PRO! Thierry GALLAUZIAUX et Al.; Edit. Eyrolles, 1998; p. 122*

En todos los casos de tubos horizontales, se instalarán los absorbedores de dilatación indicados. En tuberías pegadas, se utilizarán coples de dilatación o uniones mixtas (pegadas con juntas de hule) cada 10 m como máximo.

La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones.



Figura B.291 – CAMBIO DE DIRECCIÓN REGISTRABLE DE BAJADA A COLECTOR

Fuente: *Evacuación de aguas residuales en edificios; Albert SORIANO Rull; Edit. Marcomeo, 2007; p. 44*

En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.

Hay que evitar adosar a una pared o un obstáculo cualquiera, uno de los cambios de dirección de la tubería a fin de permitir su movimiento por una ligera deformación de sus tramos y asegurar de alguna manera (exceptuando los puntos fijos obligados) una total libertad de la canalización.

Las abrazaderas de sujeción también deben permitir el deslizamiento de las tuberías y por ello existen dos tipos de abrazadera: la abrazadera apretada y la abrazadera suelta.

En las bajadas de agua la abrazadera situada a medio tubo debe quedar suelta y solamente la que quede colocada en la campana de unión deberá apretarse.

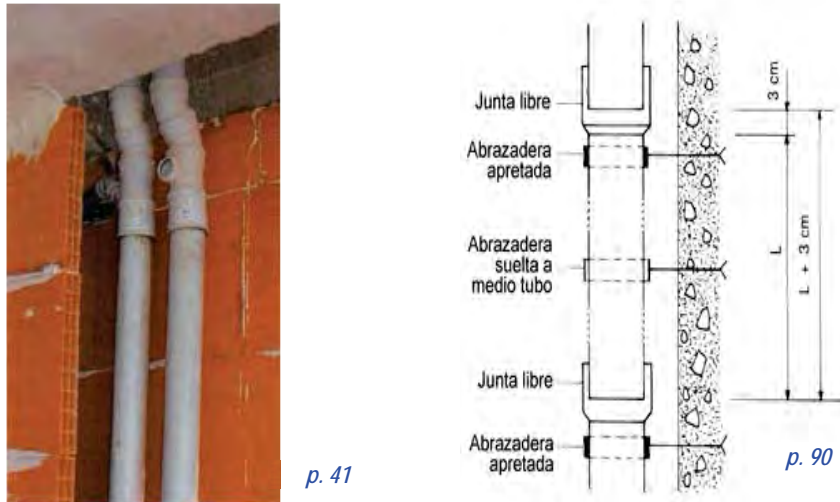


Figura B.292 – TUBERÍAS DE BAJADAS

Fuente: Tout sur les canalisations PVC, Guy MONTEL, Sindotec-Tuberaccord PVC, 1989; p. 90 y Evacuación de aguas residuales en edificios; Albert SORIANO Rull; Edit. Marcombo, 2007; p. 41

La colocación de las tuberías de bajadas, como la del resto de los elementos del sistema de evacuación, debe estar prevista en el proyecto del edificio, prestando especial cuidado respecto de los elementos estructurales (muros, travesaños y columnas).

Del mismo modo se cuidará evitar la posible transmisión acústica que generen los tramos descendentes, ya que las aguas canalizadas lo harán, en la mayoría de los casos, por gravedad.

En esta situación, el incremento de velocidad puede ser tal que una sujeción insuficiente o deficiente, podrá dar lugar a vibraciones y ruidos molestos para los usuarios del inmueble.

La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la campana, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias.

Las tuberías, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos para, por un lado, poder efectuar futuras reparaciones o acabados y, por otro lado, no afectar a los mismos por las posibles condensaciones en la cara exterior de las mismas.

Las tuberías aparentes sea cual sea su material de constitución a las que se les presuponga un cierto riesgo de impacto, se les dotará de la adecuada protección que lo evite en lo posible.

Se sujetan a los muros mediante abrazaderas o collarines de acero/PVC/PP/PE, o algún otro material apropiado para tal efecto.

La fijación horizontal (colgada) se efectúa con la ayuda de abrazaderas plásticas especialmente previstas por el fabricante.

Ciertos casos particulares necesitan sin embargo la sujeción con colgantes, ménsulas o amarres pendulares (ver esquema siguiente Figura B.293).



Figura B.293a - Fuente: *Evacuación de aguas residuales en edificios*; Albert SORIANO Rull; Edit. Marcomeo; 2007; p. 45

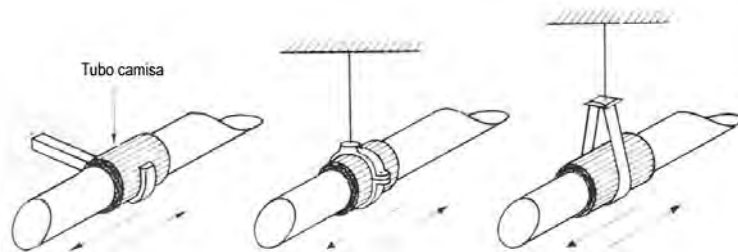


Figura B.293b - Fuente: *Tout sur les canalisations PVC*, Guy MONTEL, Sindotec/Tuberaccord PVC, 1989; p. 66

Figura B.293 – COLOCACIÓN SOBRE COLGANTES O AMARRES PENDULARES

Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm de la losa que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se realizarán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados a la losa en ambos sentidos (aguas arriba y aguas abajo) del eje de la conducción, a fin de evitar el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte.

La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo. Las siguientes tablas indican las máximas separaciones.

Aunque se debe comprobar la flecha máxima, se incluirán abrazaderas a las distancias indicadas en las tablas siguientes, según el tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior de la losa un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán a la losa, dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las campanas de cada tubo, estableciéndose de esta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red.

Fijación de tubería de cobre

Colocación aparente o accesible

Los tubos de cobre se fijarán con abrazaderas de material compatible con el del tubo (consultar al fabricante). La distancia a respetar entre dos abrazaderas para asegurar una buena fijación de la canalización está en función del diámetro del tubo de cobre.

La separación máxima de los soportes es de 2.50 m para cualquier diámetro de la canalización.

Separación (m)	Diámetro de los Tubos (mm)
1.25	$D \leq 22$
1.80	$22 < D \leq 42$
2.50	$D > 42$

Figura B.294 – SEPARACIÓN MÁXIMA DE LOS SOPORTES DE TUBERÍAS DE COBRE

Fuente: *Le tube de cuivre dans le bâtiment*; Centre d'information du cuivre, Laitons et alliages; 1988; p. 32

Fijación de tubería de PVC

Diámetro exterior (mm)		12 a 20	25 a 32	40 a 50	63 a 160
Espaciamientos entre las abrazaderas (m)	Canalizaciones de trayectoria horizontal	0.75	1.00	1.50	2.00
	Canalizaciones de trayectoria vertical	1.00	1.50	2.00	2.00

Figura B.295 – SEPARACIÓN MÁXIMA DE FIJACIONES - DISTRIBUCIÓN O CAPTACIÓN DE AGUA FRÍA CON TUBERÍA DE PVC.

Fuente: *Tout sur les canalisations PVC*, Guy MONTEL, Sindotec/Tuberaccord PVC, 1989; p. 56

Es preferible utilizar las abrazaderas de material plástico especificadas por los fabricantes. Si sólo se dispone de abrazaderas metálicas hay que cuidar que éstas no queden apretadas a fondo a fin de permitir un ligero deslizamiento de la canalización que debe soportar pero no bloquear, salvo en el caso de ejecución de puntos fijos.



Figura B.296– ABRAZADERAS DE PLÁSTICO - Soportería para colocación aparente de tubería plástica para conducir agua caliente.

Fuente: Catálogo de productos, empresa GIRPI

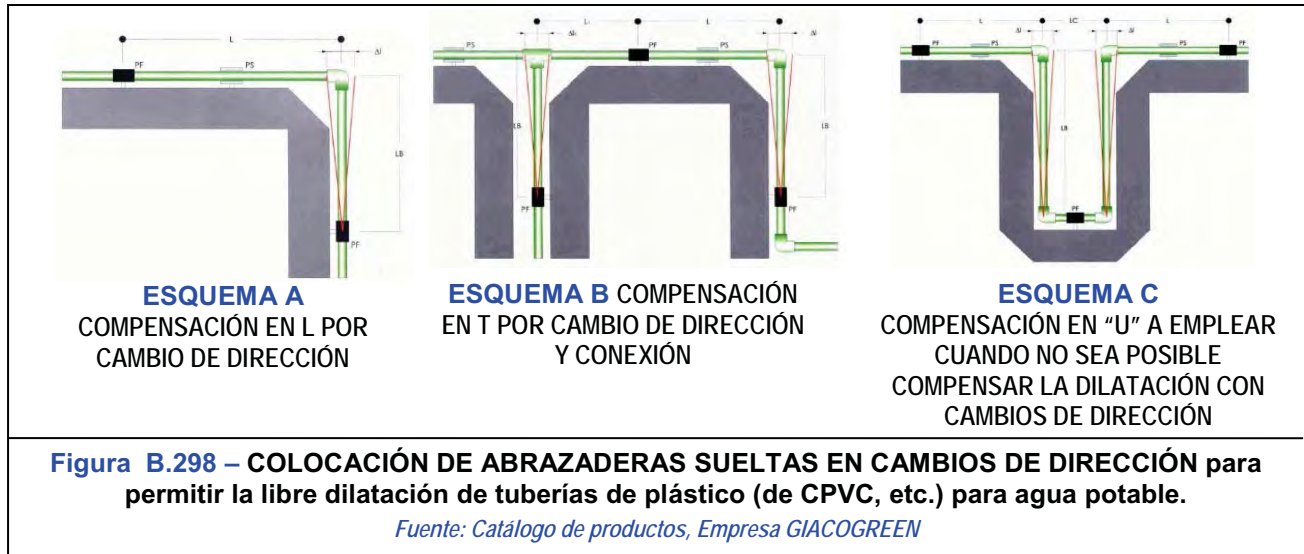
Ø Tubo	Temperatura en °C (Fluido o ambiente)					
	20°	40°	60°	80°	90°	100°
12	0.65	0.60	0.55	0.45	0.40	0.30
16	0.75	0.70	0.65	0.60	0.50	0.35
20	0.85	0.80	0.70	0.65	0.55	0.40
25	0.90	0.85	0.75	0.70	0.60	0.45
32	1.00	0.95	0.85	0.75	0.65	0.50
40	1.10	1.05	0.95	0.80	0.75	0.55
50	1.25	1.15	1.05	0.90	0.80	0.60
63	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00	0.70
90	1.75	1.60	1.35	1.15	1.05	0.80
110	1.85	1.75	1.60	1.35	1.10	0.90

Figura B.297 – ESPACIAMIENTO EN METROS DE LOS SOPORTES para 4 canalizaciones horizontales de CPVC

Fuente: Tout sur les canalisations PVC, Guy MONTEL, Sindotec Tubercord PVC, 1989; p. 67

Para efectuar este tipo de evaluación con la ayuda de la tabla, es necesario conocer la temperatura de servicio del tubo.

Para permitir el deslizamiento de tuberías plásticas de agua fría de gran longitud, será necesario disponer de abrazaderas sueltas colocadas como se indican en los casos mostrados en la siguiente figura **B.298**.



Los pasos a través de elementos de albañilería se harán con tubo camisa de algún material adecuado, con las holguras de 5 mm como mínimo.

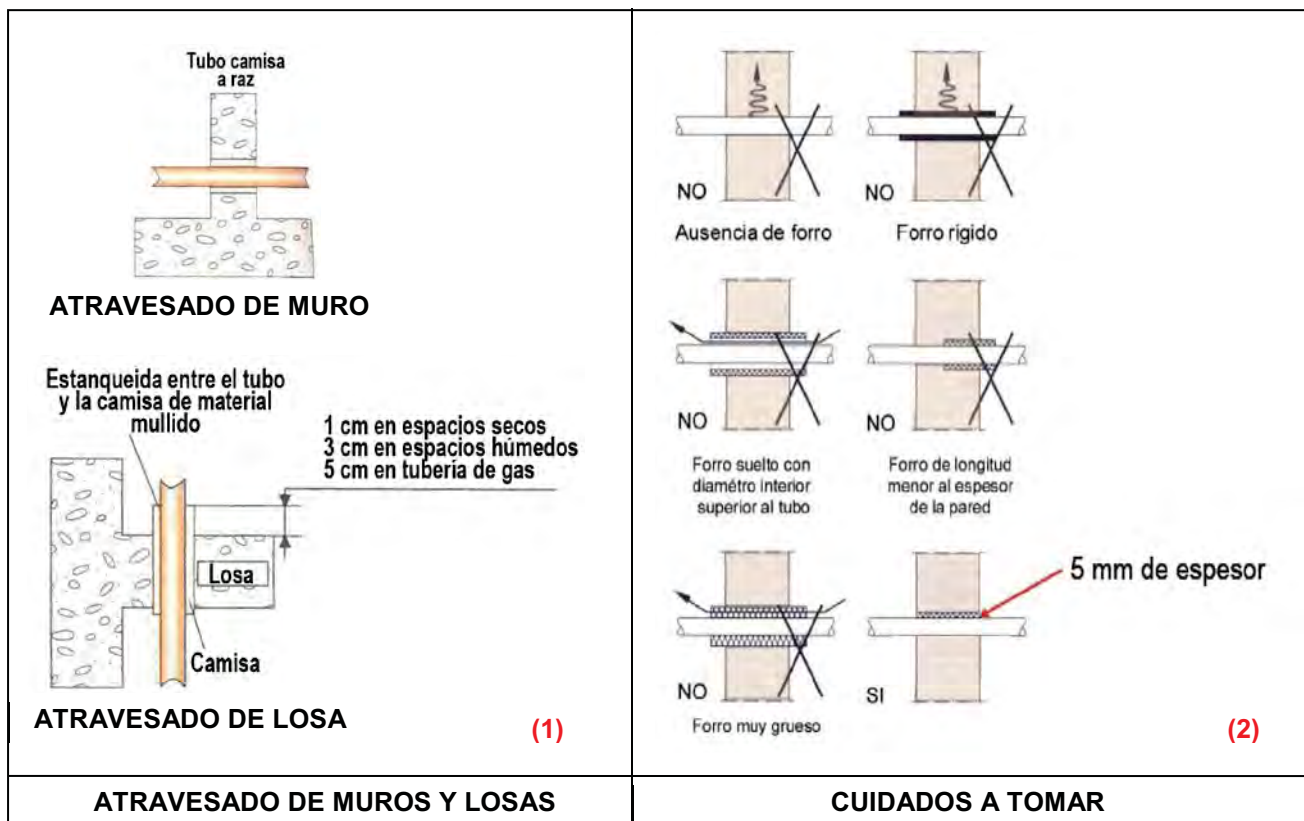


Figura B.299 – PASOS POR MUROS CON TUBO CAMISA CON HULE ESPONJOSO (absorbente) – Deberán efectuarse con taladro y sacabocados para evitar impactos a los muros.

Fuentes: (1) La Plomberie comme un PRO, Thierry GALLAUZIAUX et al. Éd. Eyrolles, 1998, p. 150 y (2) Réussir l'acoustique d'un bâtiment, Loïc HAMAYON; edit. Le Moniteur, 1996; p. 145

En México se han llegado a hacer instalaciones de plomería prefabricada de cobre, de CPVC y de PVC en desarrollos habitacionales de interés social con excelentes resultados.

5.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS PREFABRICADAS

La *Instalación Eléctrica* que recibe la energía desde una mufa, se inicia en los tableros de control, de mando y de protección. Agrupa al conjunto de componentes que aseguran las funciones de seguridad de personas y de bienes. El interruptor general es, normalmente, de sobreponer y se ubica al lado del medidor colocándose en el acceso a la edificación. El tablero de distribución de circuitos con interruptores termomagnéticos generalmente se empotra en un muro y conviene ubicarlo en la parte más central de la vivienda, en las zonas de servicio con acceso directo.

Del tablero parte la distribución de circuitos hacia todos los locales para llegar a los puntos de utilización terminales (contactos, apagadores o controles y salidas de iluminación).

Las instalaciones de corriente débil (telefonía, internet, T.V., intercomunicación, etc.) tienen la misma composición (tableros, distribución y puntos de utilización) que la instalación eléctrica.

Este tipo de instalaciones pueden ser tradicionales, prefabricadas, integradas y/o evolutivas.

La *instalación tradicional* comprende tres etapas sucesivas entrecortadas por paros por el proceso de obra en el caso de instalaciones incorporadas.

- Colocación de tableros, de canalizaciones, cajas-registro y chalupas empotradas,
- Cableado,
- Colocación de accesorios y conexión.

Las canalizaciones de distribución tradicional pueden incorporarse a la construcción respetándose los mismos lineamientos prescritos para la tubería de plomería.

Las *instalaciones prefabricadas* donde las canalizaciones y cableado o cables multiconductores (vainas) así como los accesorios se integran, se precablean, se precortan y se conectan en fábrica y no en obra.

Se suministran a la obra listas para colocarse y no sufren ni toleran ninguna modificación.

Las *instalaciones integradas* son las que se incorporan en planta a los elementos prefabricados. Se pueden presentar dificultades en uniones y conexiones entre elementos precolados. Los accesorios se colocan al último para evitarles daños en los procesos de montaje de obra negra.

La siguiente figura **B.300** nos muestra algunos detalles característicos de instalaciones eléctricas y de voz y datos prefabricados habitualmente en los países europeos.



Diseño de la instalación



Agrupado de alambres, precableado o envainado



Envainado



Preparación y referenciado de los cables



Conexión a tableros



Conexión de los tableros



Empaquetado de una instalación



Almacenaje en kits



Instalación en obra por piso muros y losas

Figura B.300 – PROCESO COMPLETO DE PREFABRICACIÓN Y DE COLOCACIÓN EN OBRA DE INSTALACIONES ELECTRICAS empleando cables multiconductores formados en base a un diseño específico.

Fuente: Catálogo, Empresa OCTOPUS

La instalación evolutiva

Para adaptar fácilmente a la instalación eléctrica con las nuevas necesidades como la modificación del amueblado, cambio o incremento de aparatos electrodomésticos, cambio de nivel de vida o de modelos que implican adquirir mayor movilidad.

Todas las soluciones pueden combinarse dependiendo de las necesidades: contactos, salidas de T.V., salidas de teléfono, etc.

En todos los casos, para la distribución a puntos de utilización terminales, deberán cumplirse las normas y requisitos de:

- Protección mecánica
- Conducción eléctrica
- Aislamiento eléctrico,

logrados por el sistema y sus componentes que aseguren el conjunto de estas funciones exigidas.

En el caso de edificaciones de vivienda, puede llegar a ser práctico combinar una instalación eléctrica tradicional para todo lo concerniente a acometidas, conexiones y alimentaciones a tableros generales con una instalación eléctrica prefabricada con la solución de cables canalizados en conduits flexibles (multiconductores no envainados) para la distribución de circuitos por todos los espacios de la vivienda y con una instalación eléctrica evolutiva a base de zoclos y canaletas superpuestas a la construcción que forme parte de los acabados de las habitaciones.

A medida que las normas vigentes, y principalmente las empresas suministradoras de estos servicios (electricidad, T.V., telefonía, etc.), faciliten el desarrollo de instalaciones prefabricadas o industrializadas y se implanten los dispositivos de telemedición, se podrá ir prescindiendo de las instalaciones tradicionales.

Se ha constatado que, en varias ocasiones, las salidas de contactos eléctricos, de teléfono e internet, de T.V., y de intercomunicación en la estancia-comedor, la cocina y las recámaras de viviendas económicas, no son suficientes o no están ubicados convenientemente con respecto al amueblado de cada usuario. En viviendas de mayor precio (residencial y residencial plus) esta situación se extiende en el caso del desayunador, el estudio y el cuarto de lavado y plancha y la cochera: por ello, el dejar un registro de circuitos de contactos (canalizado o incluso también cableado) que pueda conectarse a un zoclo o a una canaleta precableada permite dar mayor flexibilidad en ubicación de salidas para satisfacer las necesidades particulares de cada usuario y, también,, permite llevar a cabo cambios en la instalación para adecuarse a necesidades futuras ya que, cada vez más, se dispone de mayor cantidad de electrodomésticos y de equipos electrónicos en los hogares.

Los zoclos y las canaletas o molduras son componentes de canalización eléctrica que facilitan y liberan a la ejecución de obra negra de interacciones indeseables con garantía de seguridad y posibilidad de adaptabilidad de las instalaciones a la evolución de la distribución de muebles y uso de los espacios.

Las *instalaciones eléctricas integradas* son aplicables para sistemas constructivos prefabricados del tipo “cerrado” a base de módulos construidos en planta.

Las instalaciones eléctricas y de corriente débil prefabricadas son utilizadas desde hace más de 30 años en Europa de manera cotidiana y, por tanto, hay una experiencia muy sólida y técnicamente reconocida con normas y reglamentos de respaldo que garantizan su buen desempeño.

Las instalaciones van evolucionando cada vez con mayor rapidez. La domótica y el desarrollo de la vivienda comunicante será económicamente cada vez más accesible y ello requiere que las viviendas contengan la flexibilidad suficiente para poder ir incluyendo todas estas facilidades.

Es importante tener la accesibilidad suficiente a las instalaciones para repararlas, mantenerlas y/o modificarlas.

Las instalaciones prefabricadas pueden colocarse tanto en los espacios interiores de las viviendas como en áreas comunes interiores y exteriores previendo su registro sin restricciones por medio de banquetas técnicas, ductos técnicos, falsos plafones, vacíos sanitarios y molduras discretamente visibles como los zoclos o las canaletas, las cuales complementan a la parte prefabricada con la solución evolutiva.

Se anexan en varias figuras las características de instalaciones eléctricas y de corriente débil prefabricadas así como de complementos de instalación evolutiva dados principalmente por zoclos y canaletas integrados a los acabados de los locales de la vivienda.

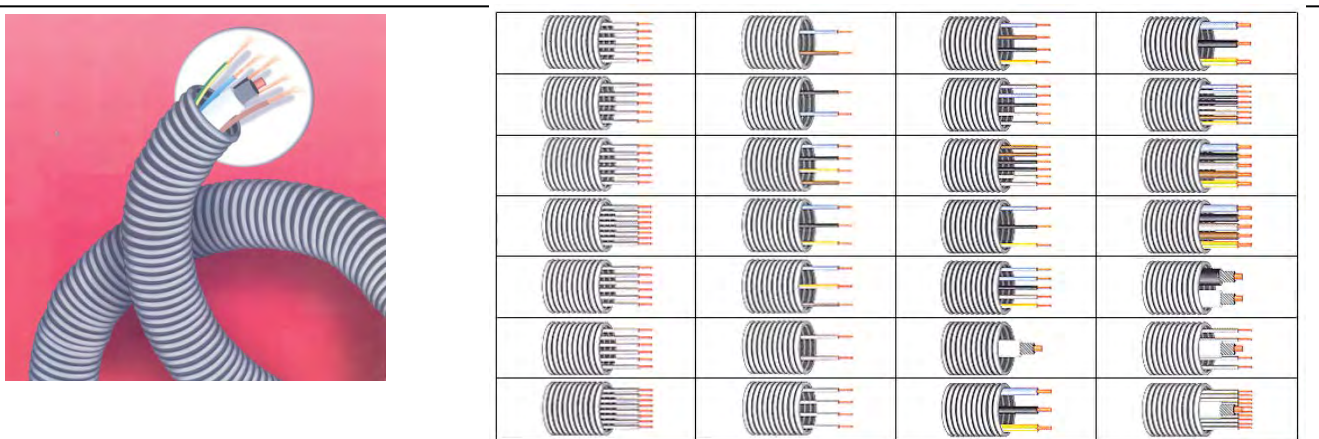


Figura B.301a – TUBOS CORRUGADOS PRECABLEADOS de diferentes diámetros y con diferentes tipos y calibres de conductores (eléctricos, telefónicos, de T.V., de intercomunicación) incluidos. Comercialmente se dispone de una gama de más de 40 tipos de precableado.

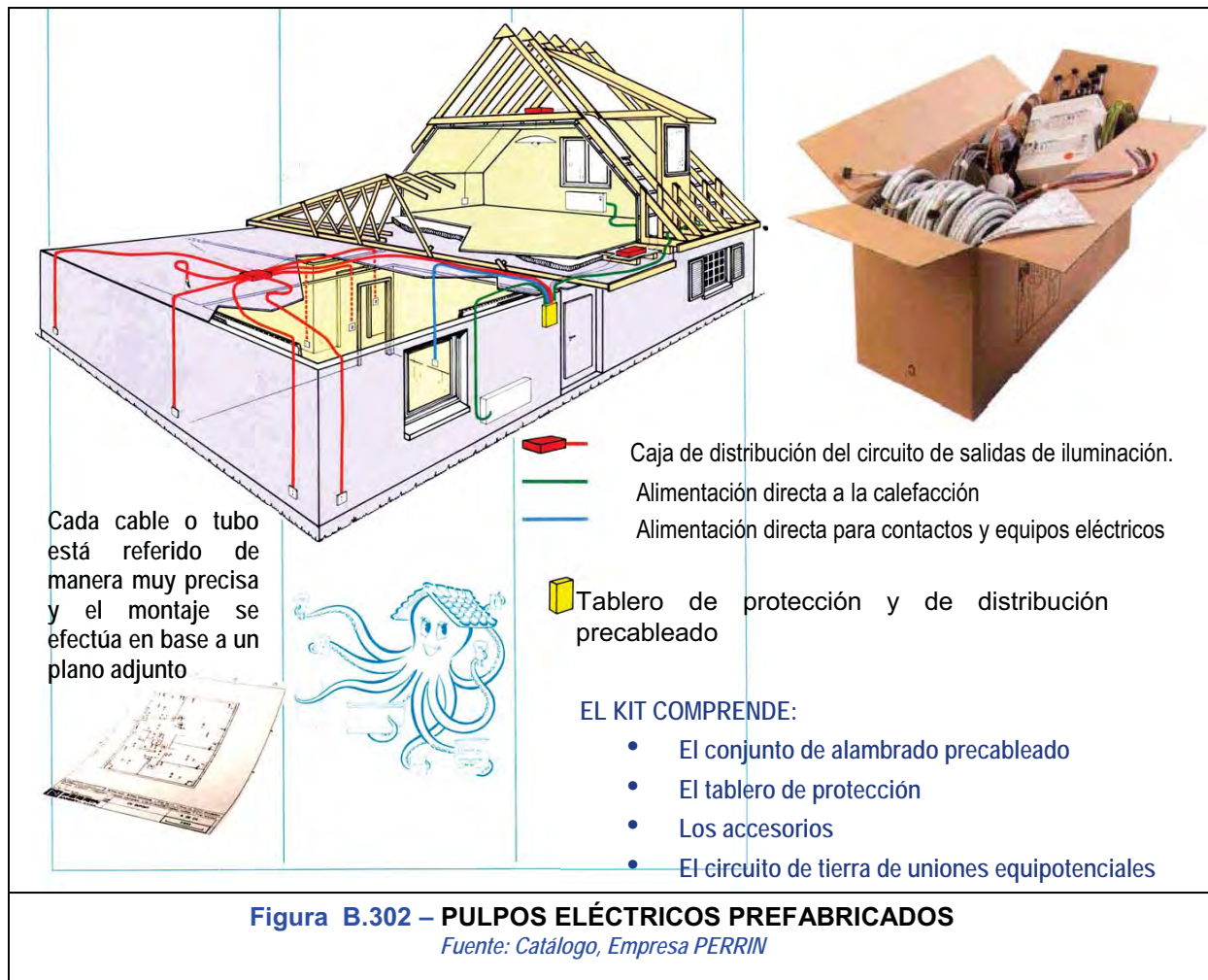


Figura B.301b – TUBOS RÍGIDOS EXTRAPLANOS PRECABLEADOS para casos de espacios disponibles restringidos

Figura B.301 – CANALIZACIONES ELÉCTRICAS Y DE CORRIENTE DÉBIL precableadas y listas para conectarse a cajas de registro, salidas, controles y tableros en el proceso de instalación en obra.

Fuente: Catálogo de productos, empresa FASDEL, S.L. (Fabricación Sistemática de Elementos Eléctricos).

El concepto de kit que se tiene para las instalaciones eléctricas prefabricadas es el de “pulpos” para facilitar la diferenciación con respecto a otros subsistemas de la construcción y su comprensión sobre la forma en que se instala.



A diferencia de las instalaciones de plomería que se pueden concentrar en ductos y distribuir sólo en los espacios húmedos como baños y cocinas, las instalaciones eléctricas necesitan dispersarse por toda la edificación y ello implica una estrecha y constante interacción con los trabajos de estructura y de albañilería.

En la mayoría de los casos las canalizaciones eléctricas van ahogadas en los firmes y losas de concreto y alojadas en ranuras hechas a los muros erigidos con piezas macizas (lo cual los debilita) o dentro de los alvéolos de ladrillos o bloques en caso de ser utilizadas piezas huecas.

Para una menor interacción con interferencias latentes con el resto de la obra, se puede alojar la instalación eléctrica sólo en las losas de entrepiso, sin pasarla por la cimentación o firme de planta baja ni por la losa de azotea o cubierta. En casas de sólo dos niveles (planta baja y planta alta), esta idea puede simplificar la instalación principalmente en su proceso interactivo con el resto de la construcción. En los edificios de varios pisos de departamentos es poco ventajoso distribuir la instalación eléctrica sólo en las losas de entrepiso.

Las siguientes figuras ejemplifican las particularidades de instalación prefabricada en las edificaciones.

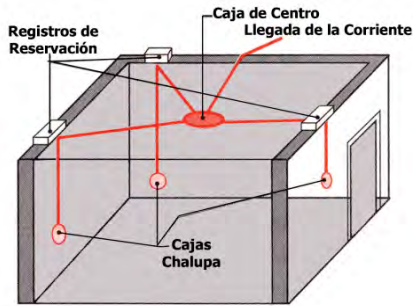


Figura B.303a– DISPOSICIÓN DE UN PULPO ELÉCTRICO EN UN ESPACIO ESPECÍFICO
Fuente: Technologie d'électrotechnique, habitat et tertiaire; Henri NEY; Nathan, 2002; p. 73

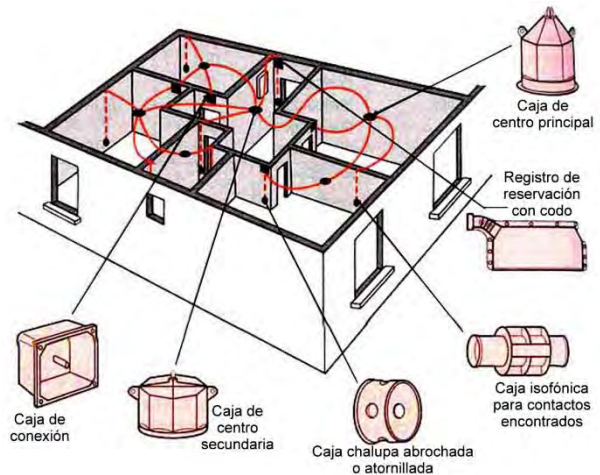


Figura B.303b– EJEMPLO DE DISPOSICIÓN DE UNA INSTALACIÓN EN PULPO EN UNA CASA DENOTANDO LOS TIPOS DE CAJAS UTILIZADOS
Fuente: Technologie d'électrotechnique, habitat et tertiaire; Henri NEY; Nathan, 2002; p. 74

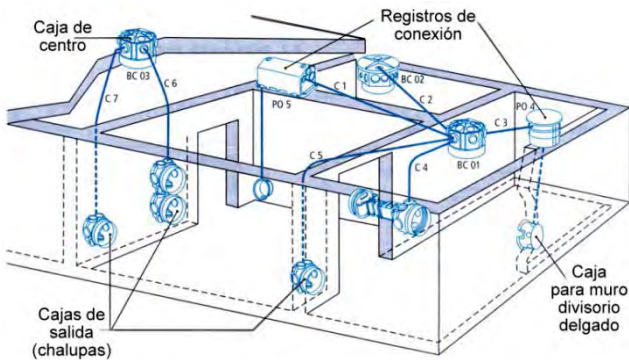


Figura B.303c– DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA POR MUROS Y LOSA INDICANDO SU DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS
Fuente: Publicidad empresa ALSTHOM

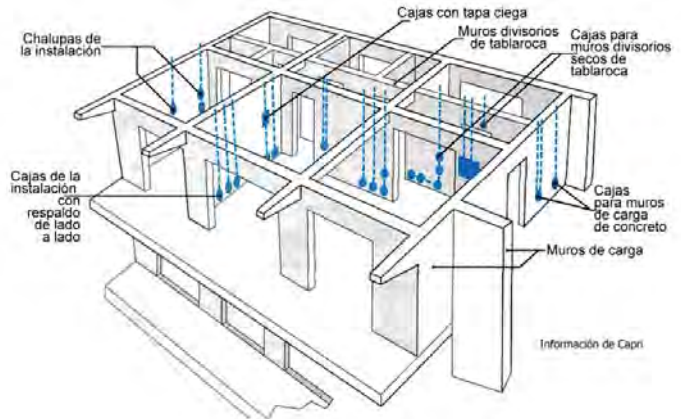


Figura B.303d– DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA POR MUROS DE CARGA Y MUROS DIVISORIOS SECOS (de tablaroca).
Fuente: Technologie d'électrotechnique, habitat et tertiaire; Henri NEY; Nathan, 2002; p. 74

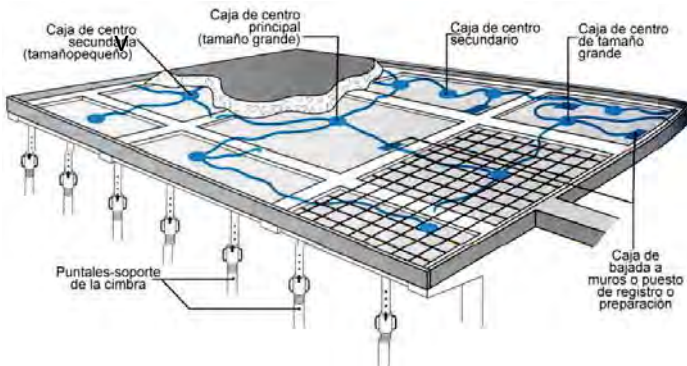


Figura B.303e– DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN LOSA DE CONCRETO ARMADO
Fuente: Información de Empresa CAPRI

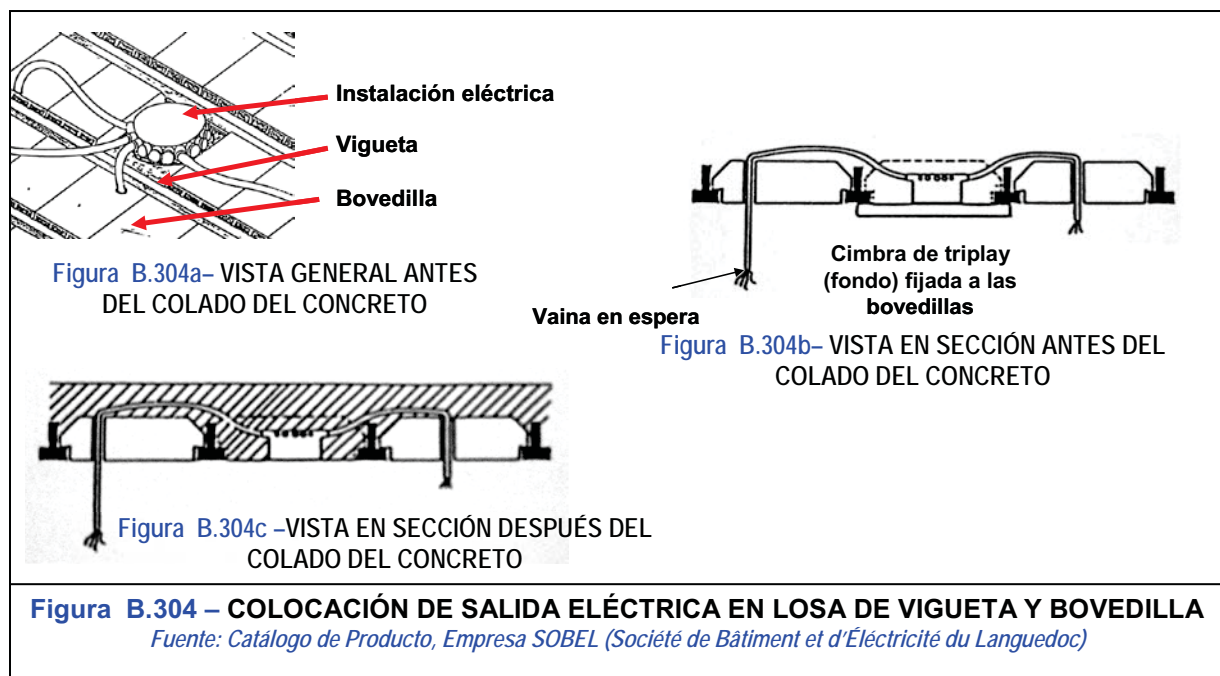
Figura B.303 – DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LOSAS Y MUROS

Para el caso de instalación eléctrica en losas a base de vigueta y bovedilla, es importante tomar en cuenta que las salidas de centro (en techo) necesitan ahogarse en concreto para quedar fijadas adecuadamente; por tal motivo, se requiere quitar una pieza de bovedilla de concreto o un tramo de bovedilla de poliestireno expandido de 20 cm. de ancho, ponerse un fondo de cimbra de triplay fijado a las viguetas adyacentes, colocarse la caja de la salida y colarse un macizo de concreto junto con la capa de compresión.

Esta prescripción es particularmente necesaria en el caso de utilizarse bovedillas de poliestireno dada la alta sensibilidad de este material al calor disipado por las luminarias y al fuego provocado por un eventual corto circuito así como su poca resistencia mecánica para la fijación de lámparas de cierto peso.

El respeto específico de este detalle no es sólo aplicable a las instalaciones eléctricas prefabricadas sino que es universal para todos los casos en los que se empleen losas a base de vigueta y bovedilla.

La siguiente figura muestra las características de este detalle a cuidar.



El empleo de doblajes en los muros (con tablaroca dejando un espacio de aire entre panel y muro por donde puedan pasar las canalizaciones eléctricas y de corriente débil) de muros divisorios de tablaroca y de falsos plafones, permite independizar su proceso de colocación del de la obra negra aunque se deberá revisar la conveniencia económica. El aplanado de yeso untado en fresco consume grandes cantidades de agua, es tardado y sucio; el tablaroca colocado en seco es rápido y limpio y ello hay que considerarlo en los ahorros de tiempo y de costos.

Para la adopción y uso de instalaciones prefabricadas se requiere poner atención en el espacio que requieren, en su disposición, en su solución de ducteo y registro para mantenimiento, así como en su proceso de colocación en obra desde su fase de diseño.

Por lo que respecta a las instalaciones eléctricas sólo han existido tímidos intentos de prefabricación.

Existe una importante veta de oportunidades para extender la prefabricación de instalaciones en todo el sector de la vivienda e incluso en el sector de la edificación en su conjunto.

6.- ZOCLOS PARA ALOJAR INSTALACIONES

Los zoclos y las *canaletas* para alojar instalaciones en su conjunto son los que permiten en gran medida la adecuación evolutiva. Se muestra en la siguiente figura B.305 el conjunto de alternativas y tipos de molduras y zoclos utilizados con resultados fehacientes en su flexibilidad y adaptabilidad de uso.

Fijación invisible
Las nivelaciones son regulables posteriormente
Se adapta a lo largo a los desalineados de la pared

zoclo 22 x 44 mm
riel de montaje continuo
listón de enganche para precisión permanente más compensación horizontal y vertical regulable posteriormente
espacio para guiar cables

Tira decorativa
Contrachapeado
Barros (autorizados únicamente para los cables)

Chapa de madera auténtica. Paquete de accesorios correspondientes (cierres, esquina interiores y exteriores, etc.) disponibles
Se desengancha fácilmente para colocar cables posteriormente.
El material del núcleo: madera "líquida" "fasalex" es reciclable y de alta calidad
Espacio para cables eléctricos de equipos de sonido, etc.
Riel de montaje flexible, elástico y duradero.
Sencillo de fijar, atornillar o pegar

Zoclo de madera

Zoclos con espacio preparado para alojar cables

Zoclo para ocultar cables de HDM

Chambrana ranurada de madera

Moldura de madera

Por seguridad contra incendio, queda prohibido utilizar molduras y zoclos de madera, salvo en edificaciones clasificadas como "monumentos históricos" (Norma NF C 15-100, párrafo 529.2) a menos de que el material utilizado esté tratado con un retardante de flama.

Figura B.305a – ZOCLOS Y MOLDURAS DE MADERA empleables como conductos de cables y tomas de corriente
Fuente: Catálogos de productos, empresas GRÜNWARD, KOSZ y WITEX

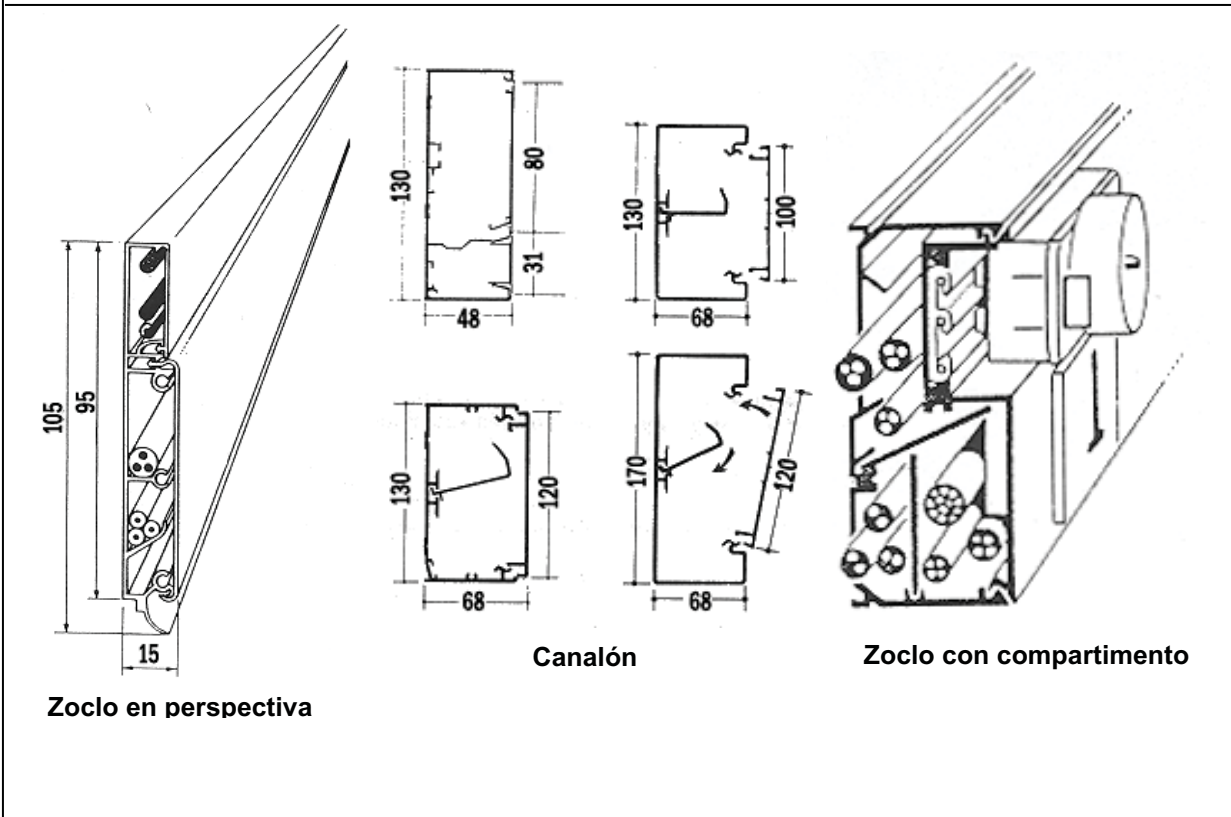
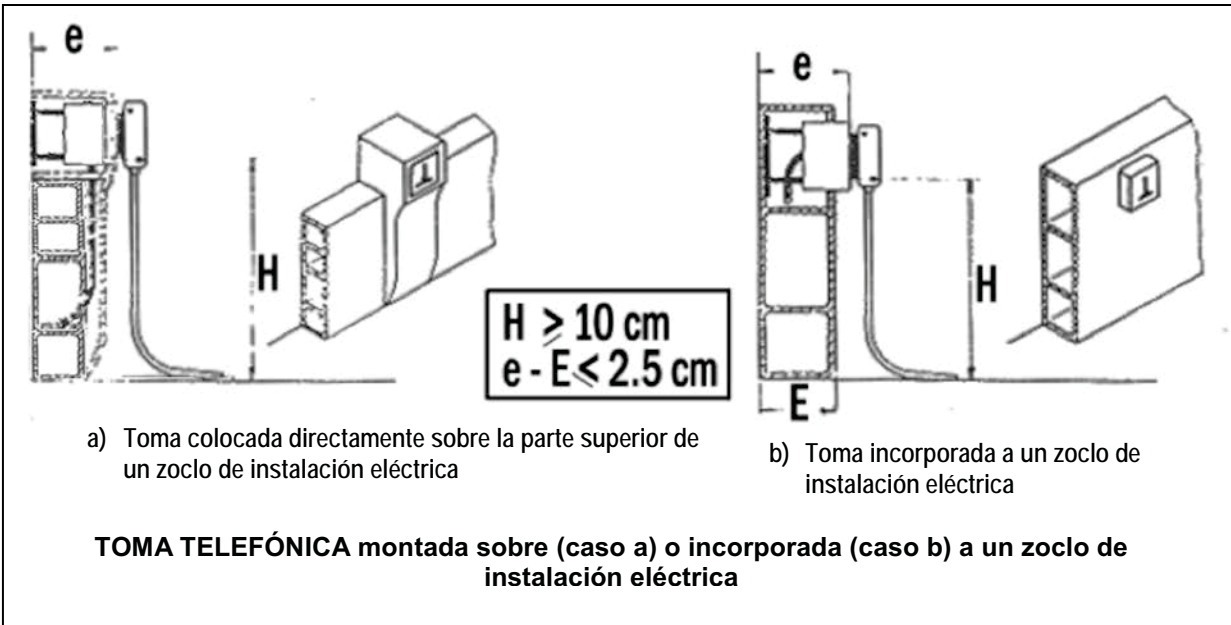
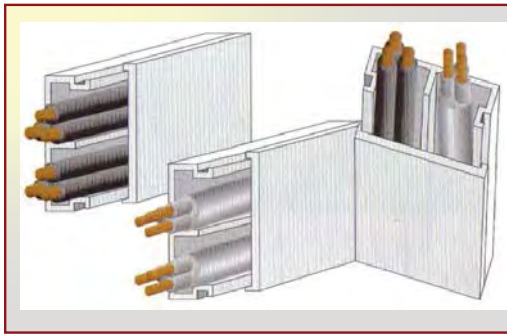
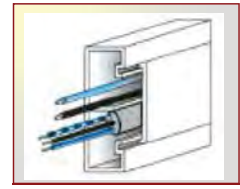
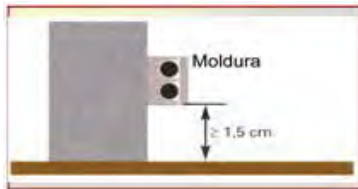
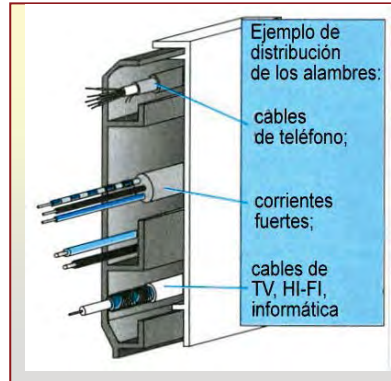


Figura B.305b1 – DIVERSOS DISEÑOS Y TAMAÑOS DE ZOCLOS DE PLÁSTICO cuya selección depende del tipo, calibre y cantidad de conductores a alojar. Puede notarse la versatilidad de empleo y de aspecto visual que puede obtenerse.

Fuente: Memento CATED-40, composants de distribution électrique intérieure pour l'habitat et le tertiaire, CATED, 1985; p. 9, 22 y 24



Colocación de canalones o zoclos prefabricados



Moldura de plástico

Canalón de plástico

Paso de zoclos, molduras y chambranas de plástico

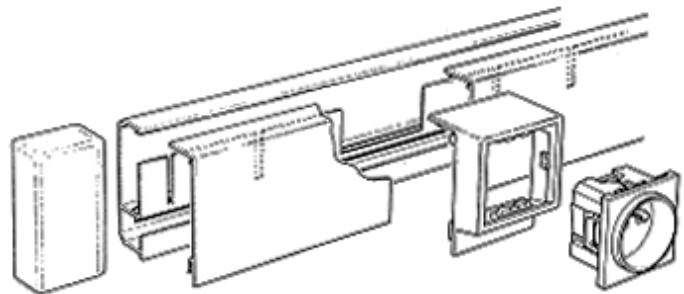
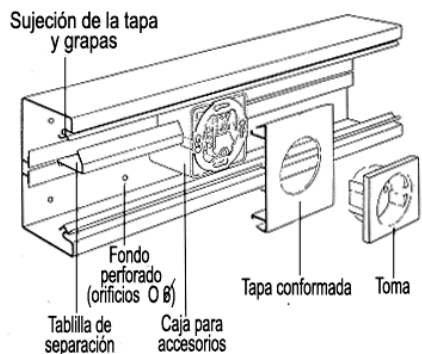
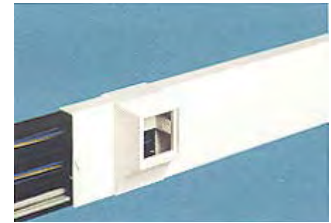
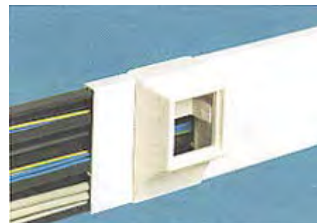
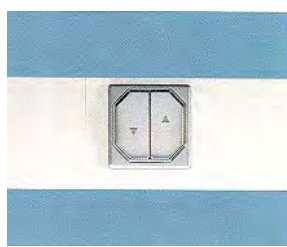


Figura B.305b2 – DIVERSOS DISEÑOS Y TAMAÑOS DE ZOCLOS DE PLÁSTICO cuya selección depende del tipo, calibre y cantidad de conductores a alojar. Puede notarse la versatilidad de empleo y de aspecto visual que puede obtenerse.

Fuentes: Installations électriques et de communication des bâtiments d'habitation, Guide Pratique CSTB, 2002, p. 36 y 44; Composants de distribution électrique intérieure pour l'habitat et le tertiaire; memento CATED, 1985; p. 22 y Catálogo General 1998, empresa THALIT, p. 81.

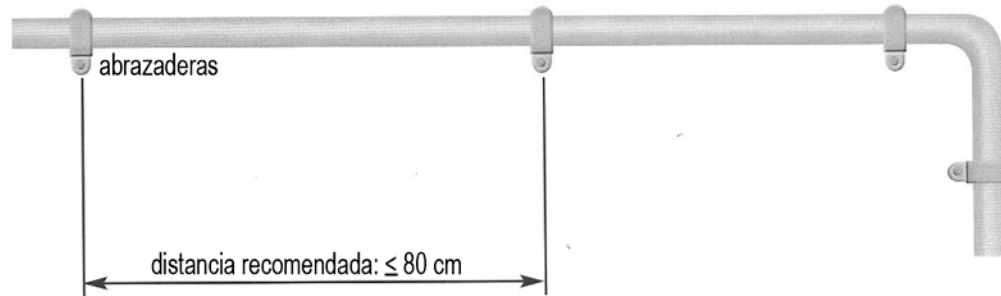


Figura B.305b3 – DISTANCIAS MÁXIMAS RECOMENDADAS DE SOPORTERÍA Y FIJACIÓN para tubos de conducción eléctrica aparentes. Se debe de asegurar que las canalizaciones sean resistentes al agua y al fuego conforme las normas en vigor.

Fuente: Guide pratique, installations électriques et de communication des bâtiments d'habitation, Jacques HOLVECK et Al., CSTB, 2004; p. 45.

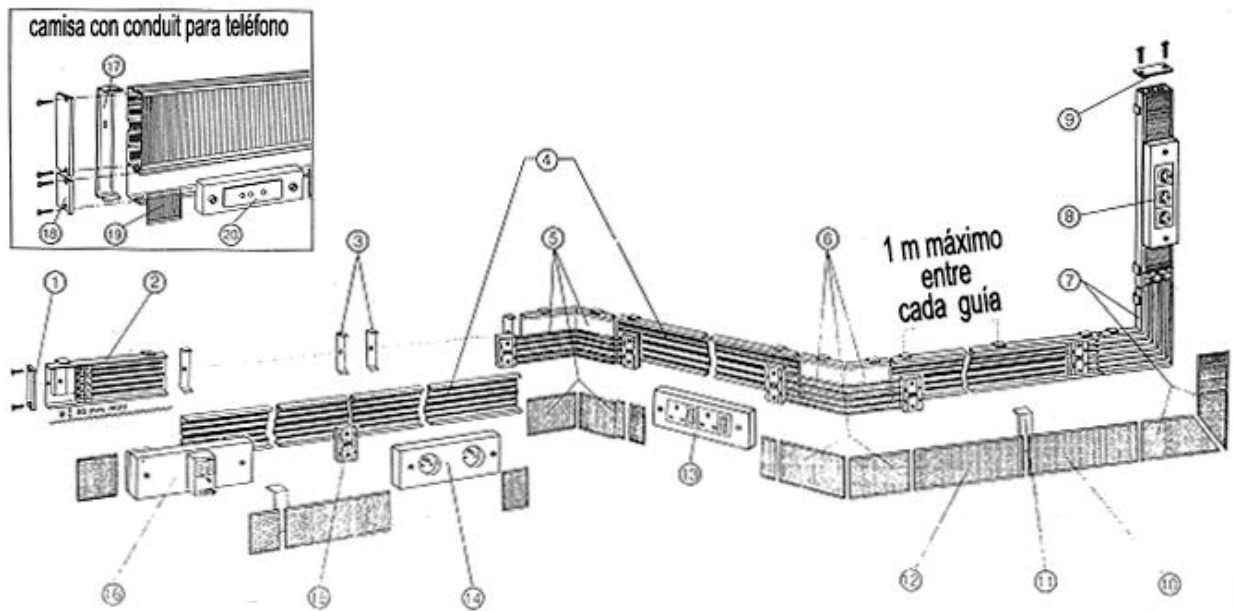
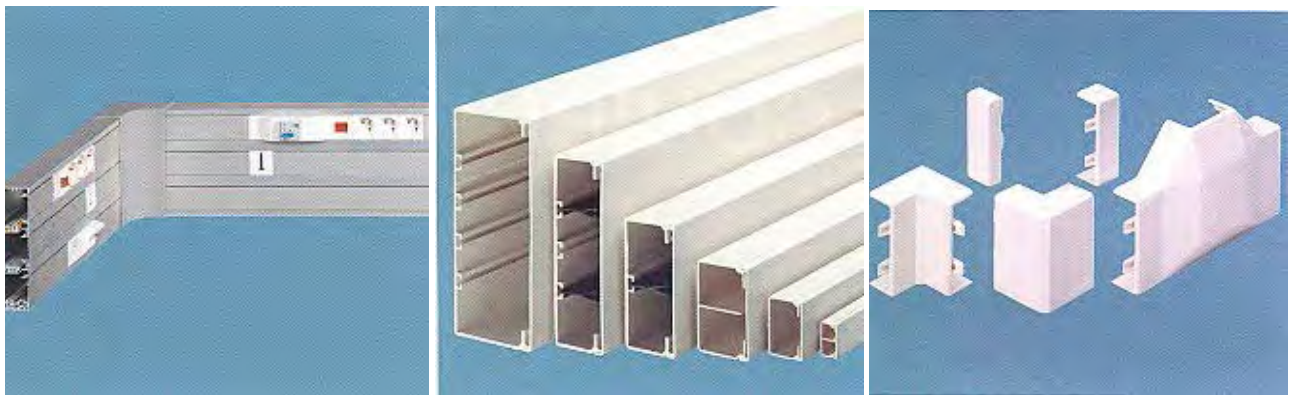
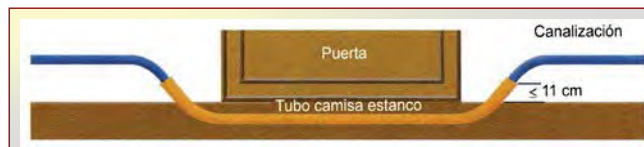


Figura B.305b4 – DIVERSOS DISEÑOS Y TAMAÑOS DE ZOCLOS DE PLÁSTICO cuya selección depende del tipo, calibre y cantidad de conductores a alojar. Puede notarse la versatilidad de empleo y de aspecto visual que puede obtenerse.

Fuentes: Installations électriques et de communication des bâtiments d'habitation, Guide Pratique CSTB, 2002, p. 24 y Catálogo General 1998, empresa THALIT, p. 18 y 19.



Paso debajo del umbral de una puerta

Figura B.305c – En los **CASOS DE PUERTAS**, pueden usarse las chambranas y el cabezal de la puerta o la moldura de cambio de acabados en el umbral bajo el arrastre o, puede combinarse con la incorporación de una canalización en la losa como se muestra.

Fuente: Installations Électriques et de Communication des Bâtiments d'Habitation, Guide Pratique CSTB, 2002.

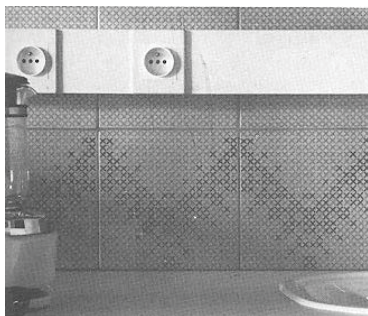
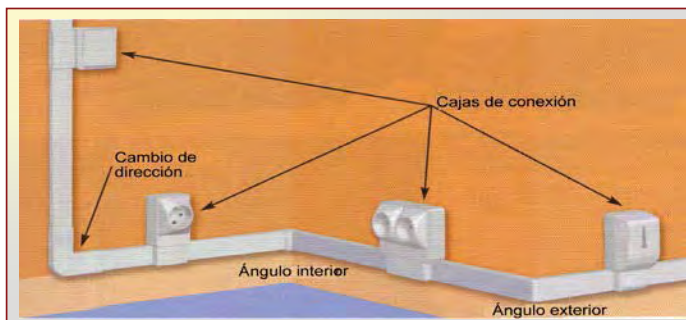
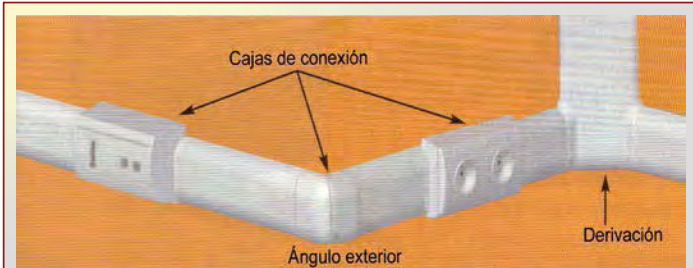


Figura B.305d– ASPECTO VISUAL DE CANALETAS INTEGRADAS a los recubrimientos y mobiliario de cocinas



Figura B.305e – ASPECTO DEL USO DE CANALETAS para la alimentación a equipo de sonido.



Ejemplo de ejecución en habitaciones y locales de servicios generales principalmente en casos de restitución o de remodelaciones.

Figura B.305f– **INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y DE CORRIENTE DÉBIL COMPLETA** ejecutada con canaletas, molduras y zoclos. Existe la opción de hacerlo aunque estéticamente no es deseable.

Fuente: Installations Électriques et de communication des Bâtiments d'Habitation, Guide Pratique CSTB, 2002, p. 26, 37; Catálogo de productos, Empresa TÉLÉMECANIQUE (CATED)

B-5 VENTANERÍA Y CARPINTERÍA

Las *ventanas*, *las puertas-ventanas (canceles)* y, por extensión, *los tragaluces y domos*, son los elementos arquitectónicos que forman parte de las fachadas de las edificaciones que se diseñan.

El diseño de la volumetría exterior de un edificio es una parte importantísima de la concepción formal y funcional de sus espacios y de la integración de los locales interiores que los conforman con su entorno exterior.

En un edificio hay que analizar la relación entre el interior y el exterior, entre los espacios propios y la relación con su entorno y con su ubicación. Cada lugar tiene un peso que hay que tomar en cuenta para mejorar su vida interior y su interacción con el exterior. Hay que controlar la luz, las vistas y el confort térmico y acústico.

Las fachadas resultantes de este diseño deben por tanto ser mucho más que el exterior de una edificación y, las ventanas y superficies vidriadas son elementos determinantes para la definición del diseño arquitectónico ya que la superficie, la forma, el color y el posicionamiento de las ventanas juegan un rol muy importante en la composición de fachadas.

Las ventanas, cancelas y puertas exteriores son también una liga de comunicación de las edificaciones con su exterior.

Por otra parte, las ventanas y demás superficies vidriadas proporcionan la iluminación y la ventilación natural requerida en los códigos y reglamentos por motivos de salud y visibilidad dentro de los espacios.

Generalmente, en promedio, los códigos exigen un mínimo de iluminación de 1 m² por cada 6 m² de superficie construida y un mínimo de ventilación de 1 m² por cada 20 m² de construcción.

Por las acciones sísmicas, la reglamentación también pide holguras entre manguetes y vanos de obra negra (art. 19.9 NTCS) en función de los desplazamientos de la estructura, sin embargo, las ocasiones en que se toma en cuenta este requisito es en los proyectos de varios pisos, en vivienda horizontal el sismo tiene poca incidencia para estos efectos.

Debido a que en varias ciudades densamente pobladas de la República Mexicana tenemos un clima templado y un mayor costo por metro cuadrado de ventana con respecto a un muro de concreto o de mampostería, nuestros diseños de ventanas se limitan, principalmente en los casos de vivienda económica, a buscar dimensiones mínimas para cumplir con las áreas de iluminación y ventilación exigidas, a lograr fachadas bien compuestas y a uniformizar las dimensiones de los diferentes tipos de ventanas, principalmente en los casos de proyectos con muchas viviendas.

En casos poco comunes, en búsqueda de mayor economía, se toman en cuenta las dimensiones de fabricación del vidrio y su espesor mínimo posible a colocar así como los perfiles de menor sección y peso por metro lineal y cortes en submúltiplos de las longitudes de fabricación de los manguetes con objeto de dimensionar las ventanas en busca del mínimo desperdicio.

Los fabricantes de ventanas participan proponiendo soluciones para limpiar los vidrios y manguetes de forma práctica, económica y segura con la posibilidad de desmontar con facilidad las hojas corredizas o abatibles así como las baguetas porta-vidrio en caso del eventual reemplazo de un vidrio roto.

Sin embargo, por el ahorro inicial en costos, el resultado que normalmente se obtiene hasta ahora (principalmente en vivienda de interés social) es el de ventanas y cancelas con cerrajería de baja calidad que dificulta la operación adecuada de las hojas móviles, a veces perfiles sin la suficiente rigidez que se nota al usar las ventanas o por la acción de ráfagas de viento sobre ellas y fallas en la estanqueidad al agua de lluvia, al viento y al polvo.

En resumen, la mayoría de ventanas utilizadas en vivienda en México son bastante deficientes.

Tenemos que tomar en consideración *que las ventanas son la parte más sensible de una casa. Se debe aislar ruido* y reducir costos de calefacción, climatización y mantenimiento, aunque las dos funciones fundamentales de las ventanas sigan siendo la vista hacia el exterior y la iluminación natural de los locales así como la ventilación.

Por ser un punto sensible para los intercambios térmicos entre interior y exterior, la ventana requiere de una atención particular para su diseño, para la selección de materiales en función del medio-ambiente y para la puesta en obra.

Hay que conocer y manejar las pérdidas y ganancias térmicas de los vidrios y de las ventanas que sugieren el empleo de ciertos coeficientes adecuados para la selección de ventanas eficaces.

Posiblemente nos hemos acostumbrado a las molestias del ruido, a las corrientes de aire y entrada de polvo, a las infiltraciones de agua o a las humedades y a la fuga de calor o de frío producido por el aire acondicionado.

Por el ruido nos tapamos los oídos, *por el calor* usamos ventiladores y le subimos al aire acondicionado con el sobrecosto de energía que se debe pagar, *por el frío* nos cobijamos y nos ponemos ropa abrigadora o instalamos equipo de calefacción. Todo por falta de confort dentro de nuestras casas.

Es momento de ponernos al corriente en el aprovechamiento del desarrollo técnico disponible mejorando así nuestra calidad de vida.

Existe, por tanto, una amplia posibilidad de logros potenciales encaminados a enriquecer y mejorar la calidad estética y funcional y la habitabilidad de los proyectos al mejorar las características de las ventanas.

Para la protección contra vandalismo, el usuario coloca posteriormente rejas de acero. Generalmente no se analiza el confort térmico y acústico ni la protección contra insectos con mosquiteros.

Un problema repetitivo pendiente de resolver es el *ajuste preciso en la colocación de las ventanas, cancelas, puertas y tragaluces* donde siempre surgen diferencias dimensionales y de escuadra que obligan a efectuar retrabajos de rebajos, calafateos y reemboquillados en vanos de albañilería, adicionando a veces perfiles de ajuste que no siempre quedan bien a la vista y no garantizan un comportamiento satisfactorio a través del tiempo.

Hay una línea de oportunidades de mejora en los actuales procedimientos de diseño, fabricación y colocación de ventanas donde podemos partir de una búsqueda de solución de los problemas y deficiencias más recurrentes y continuar haciendo un benchmarking de lo que se hace en países industrializados.

Por cumplirse con las exigencias básicas de iluminación natural, ventilación, vista e interacción con el exterior con las ventanas surgen los problemas importantes a resolver como el aislamiento térmico y acústico, la protección contra intrusiones, la estanqueidad al aire y al agua de lluvia, etc.

Las ventanas han venido evolucionando con bastantes mejoras técnicas para obtener ventajas dirigidas hacia el desarrollo sustentable, al grado de que *han dejado de ser los típicos componentes débiles y puentes térmicos de las edificaciones contribuyendo ahora en el confort térmico con ahorro de energía y en confort acústico* por los niveles de aislamiento logrados.

Por la última tecnología desarrollada, las ventanas y cancelas de fachada permiten dar el incremento deseado o requerido de luminosidad sin menoscabo de confort y sin necesidad de sufrir altos costos de consumo de energía en aire acondicionado o calefacción.

Una ventana funcionalmente bien diseñada ofrece confort en toda temporada: menos sobrecalentamiento en verano, obtención de ventaja del calor en invierno y, una iluminación y ventilación natural generosa.

Si bien es cierto que unas regiones de México gozan de un excelente clima templado, hay muchas otras regiones con climas extremos (como en el norte del país) o con temperaturas demasiado cálidas, (como en las costas y en el Sur) donde se requiere instalar aire acondicionado en las viviendas, por tanto, es conveniente y procedente implementar soluciones en las ventanas que permitan reducir costos de calefacción y de climatización que, por falta de aislamiento en las envolventes de las edificaciones, son extraordinariamente altos.

Las economías que se logren en el costo inicial de las ventanas se convierte en un alto costo por la instalación de calefacción y/o aire acondicionado (la cual podría reducirse o eliminarse desde el principio) y por consumo energético a corto plazo con la consecuente emisión de CO₂ a la atmósfera, por ello, no hay que dudar en replantear las soluciones de envolventes de los edificios que comprenden el aislamiento en muros de fachadas y techos de las viviendas pero, sobre todo, en las ventanas, basándonos en un análisis de costo-beneficio integral.

En las ventanas cuentan todas las características: Durabilidad, mantenimiento, estanqueidad, aislamiento y acabado además de sus funciones básicas iniciales de iluminación y ventilación así como del costo.

Su aislamiento térmico no sólo va ligado al confort sino también a las preocupaciones de economía de energía.

Las actuales preocupaciones en materia de sustentabilidad terminarán exigiéndonos mayores prestaciones y soluciones técnicas para las ventanas que incluirán al reciclaje y la biodegradabilidad.

1.- VENTANAS, CANCELES, PUERTAS EXTERIORES Y TRAGALUCES

Se presenta a continuación un repaso de las consideraciones de diseño sobre las ventanas que se toman en cuenta internacionalmente para conocer sus peculiaridades y tomarlas en cuenta como referencia para nuestros proyectos buscando su aplicación con base en un análisis de costo-beneficio integral y no viendo sólo el costo inicial de suministro y colocación durante el proceso constructivo.

El repaso de las características de las ventanas incluye:

1. La enorme variedad de diseños y su tipo de abertura práctica (tomando en cuenta su facilidad de limpieza desde el interior),
2. Los requisitos de iluminación y de ventilación natural de los espacios interiores de las viviendas a través de las ventanas,
3. Las exigencias a cubrir en términos de aislamiento térmico y hermeticidad (para ahorrar energía en calefacción y aire acondicionado y reducir la entrada de polvo e insectos),
4. La eventual protección solar,
5. La resistencia a la acción del viento,
6. Los requerimientos a cumplir en términos de aislamiento acústico,
7. La estética de diseño y de materiales congruentes con el diseño de cada edificio,
8. La seguridad contra intrusión,
9. La resistencia contra fuego en los casos requeridos,
10. La eliminación de fenómenos de condensación

El conjunto de sus características apropiadas a cada caso: vidrio hojeadado, ensamblaje, fijación, cerrajería, etc., debe especificarse. Un diseño integral permitirá limitar el sobre costo.

- El espesor de un vidrio corta-fuego de 3 hojas llega a ser de 80 mm lo cual entraña costos y condicionantes considerables.
- Hay vidrios hojeados con intercalaciones intumescentes corta-fuego de 30 a 120 minutos y de 30 a 60 minutos.

Hay varios elementos complementarios de las ventanas como las cortinas, los mosquiteros, las rejas de protección, etc., que coadyuvan de manera importante en el control eficiente del paso de luz, vista, temperatura, viento, etc., que es necesario tomar en cuenta.

Se incluyen algunas observaciones aplicables a los domos y tragaluces que generalmente se utilizan para dar iluminación y ventilación cenital en baños, vestidores y cubos de escaleras.

En el siguiente cuadro se resume el alcance de los diferentes aspectos que se analizan en el diseño de las ventanas.

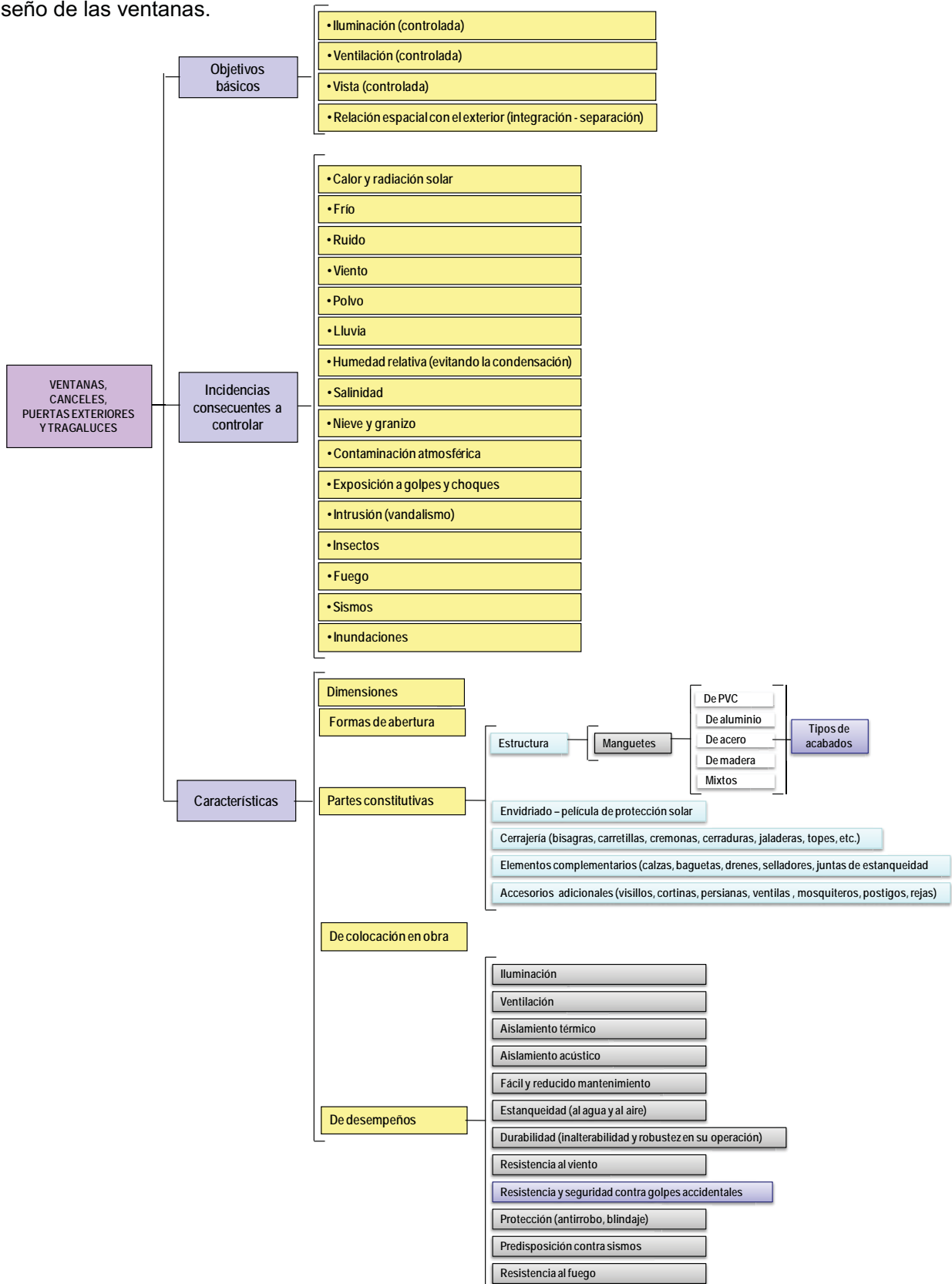


Figura B.306 – ANÁLISIS DE DISEÑO DE VENTANAS

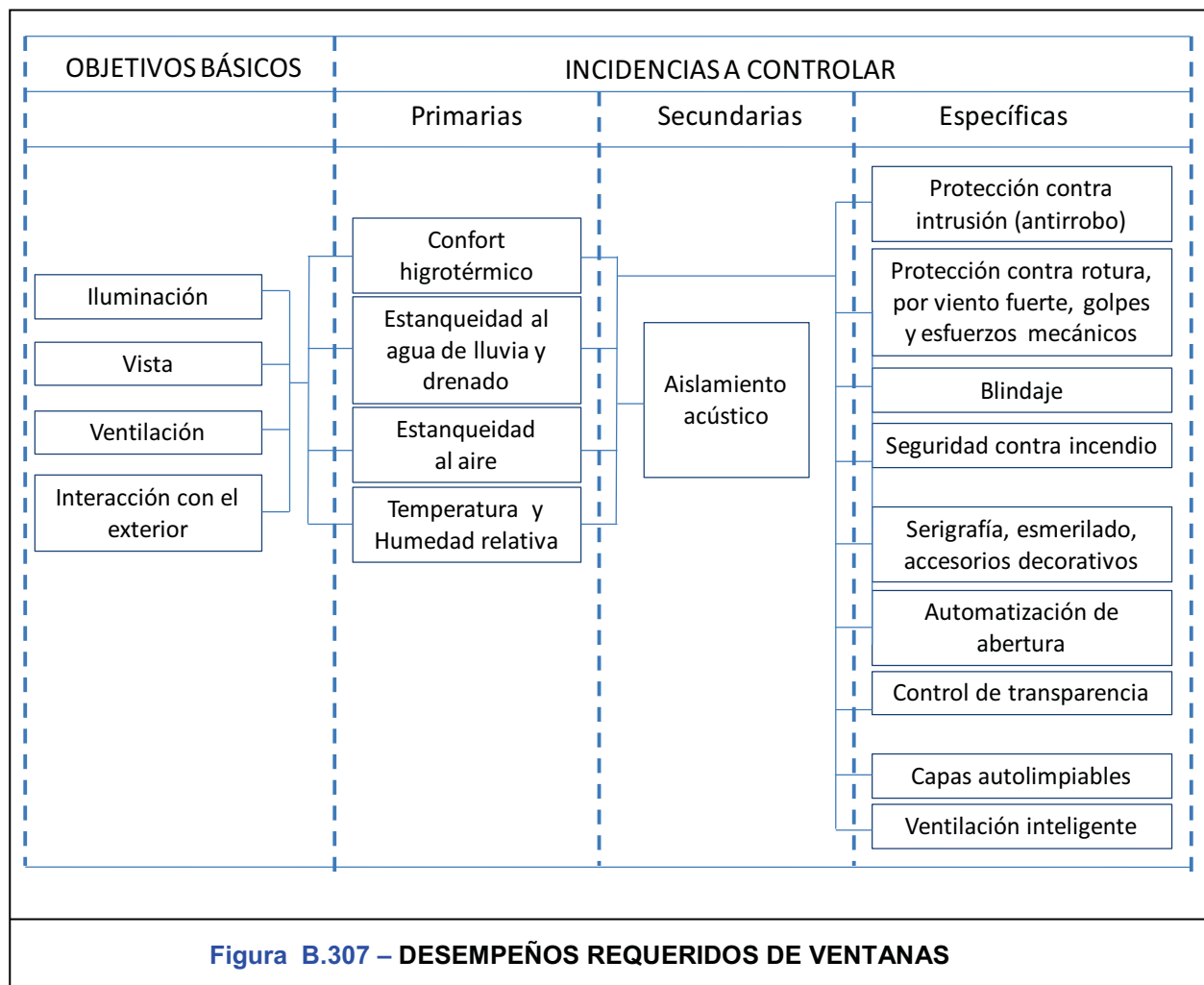
Se hacen a continuación algunos comentarios referidos al cuadro que explican con mayor detalle sus peculiaridades:

Objetivos básicos – Los propósitos más inmediatos de las ventanas son proporcionar la *iluminación diurna*, la *ventilación natural*, la *interacción e integración espacial con el exterior privado y público* y, en algunos casos, el *disfrutar de buenas vistas* con la posibilidad de regular su incidencia a los locales diversos de las construcciones a través de dispositivos adicionales como cortinas, persianas, postigos, etc. con la mejor relación *costo-beneficio* posible y bajo las mejores condiciones de confort.

Ello implica que las soluciones propuestas sean variadas y adaptables a requerimientos específicos para reducir a niveles aceptables las incidencias externas de clima, de intrusiones indeseables y de riesgos por siniestros.

Incidencias a controlar – Para lograr los objetivos básicos, sin efectos secundarios indeseables, las ventanas en su definición deben responder con un comportamiento adecuado, en función de sus condiciones de exposición hacia el exterior e interior de los edificios, ante los cambios de condiciones climáticas y condicionantes complementarias.

El diagrama siguiente muestra un proceso de definición de características por prioridad y opcionalidad de requerimientos.



Desde hace 30 años se ha venido dando cada vez más importancia a todas las iniciativas que fomentan la sustentabilidad, la cual implica ahorro de energía (en el caso de las ventanas por reducción o eliminación de calefacción y aire acondicionado) y por consecuencia reducción de emisión de CO₂ a la atmósfera. Los aislamientos eficientes de envolventes de las edificaciones contribuyen de manera significativa a lograr el ahorro energético y la reducción de efectos secundarios, por ello, en los últimos años se ha dado un desarrollo tecnológico consistente para lograr a la fecha ventanas y superficies envidriadas con desempeños equivalentes a los de los muros de fachada aislados.

Hay conceptos de termodinámica aplicables a las ventanas ya que, por ser un punto sensible para los intercambios térmicos entre interior y exterior, la ventana requiere de una atención particular para su diseño, para la selección de materiales en función del medio-ambiente y para la puesta en obra.

Hay que conocer y manejar las pérdidas y ganancias térmicas de los vidrios y de las ventanas que sugieren el empleo de ciertos coeficientes adecuados para la selección de ventanas eficaces.

Debido a que *el desempeño térmico de las ventanas ha sido durante muchos años una preocupación propia de los países con climas fríos*, donde se busca conservar o captar la mayor cantidad de calorías posibles en el interior de una vivienda proporcionadas por el sol y, conservar la mayor transmisión luminosa, *los conceptos que a continuación se exponen buscan mejorar las condiciones de confort dentro de las edificaciones en época de invierno; sin embargo, los mismo términos y conceptos pueden manejarse a la inversa para la solución de ventanas con características requeridas para climas cálidos*. Por tal motivo, se mencionan a continuación dichos conceptos.

En invierno el calor pasa del interior del local al exterior más frío. Hay un pérdida de calor pero, en la cara expuesta al Sur, la radiación solar penetra en el local; por tanto, hay a la vez pérdida y captación de calor. Esto es lo que diferencia al vidrio de un muro opaco.

Las características térmicas de un envidriado se dan por los valores del coeficiente **K** que corresponde a las pérdidas caloríficas. Se expresa en Watts/m² grado Kelvin (1 Kw = 0.239 Kcal/s) Es la cantidad de calor que atraviesa 1 m² de vidrio para una diferencia de temperatura de un grado entre sus dos caras. Las pérdidas son menores entre menores sean los valores del coeficiente K (Figura B.308) y viceversa.



Figura B.308 – Entre menor sea el valor de K menores pérdidas de calor se tendrán
 Ref. Revista Le Moniteur, octubre 1984 – Michel CHAUMAC

El factor solar *S* caracteriza los aportes caloríficos gratuitos del sol. Es la relación entre la energía total que penetra al interior a través de los vidrios de las ventanas y la energía solar incidente. Se expresa por un número sin dimensiones que siempre es inferior a 1.

$$S = \frac{\text{energía total entrante}}{\text{energía solar incidente}}$$

El factor solar de un vidrio es la suma de la energía solar que entra por transmisión directa y de la energía cedida por el vidrio (cantidad de energía que penetra en un local).

La energía total que entra en el local es la suma de la energía solar directamente transmitida por los vidrios y la energía absorbida por éste, parcialmente recuperada hacia el interior del local (Figura B.309). Los aportes solares son mayores cuando los valores de los factores solares son altos (Figura B.310).

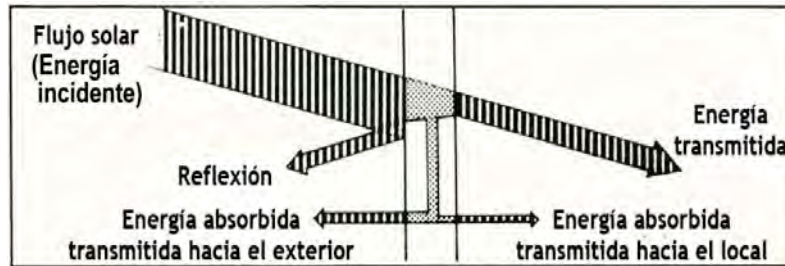


Figura B.309 – ENERGÍA TOTAL ENTRANTE = ENERGÍA TRANSMITIDA + ENERGÍA ABSORBIDA TRANSMITIDA HACIA EL INTERIOR (el flujo solar corresponde a la energía solar incidente en el cálculo del factor S).

Ref. Pertes et gains thermiques des vitrages et des fenêtres ; p. 99 ; Revista Le Moniteur, octubre 1984 – Michel CHAUMAC

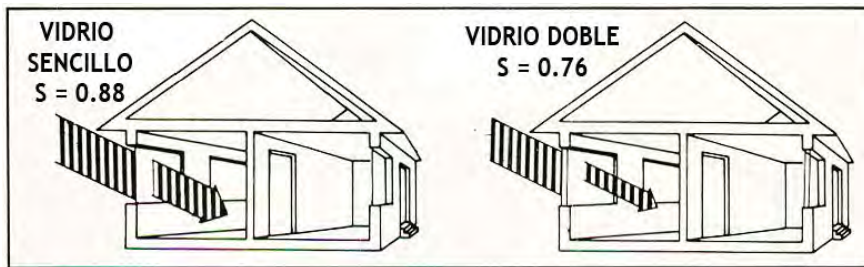


Figura B.310 – ENTRE MAYOR SEA S MAYORES SERÁN LOS APORTES DE CALOR SOLAR

Ref. Pertes et gains thermiques des vitrages et des fenêtres ; p. 99 ; Revista Le Moniteur, octubre 1984 – Michel CHAUMAC

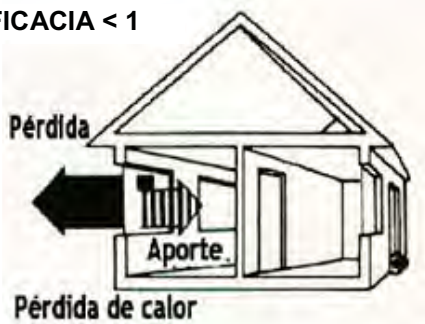
Las superficies vidriadas y, por consecuencia, las ventanas que presenten la mayor eficacia térmica serán las que tengan el coeficiente K menor y el factor S más elevado; por tanto, hay que encontrar la mejor opción entre estos dos valores, para ello, hay que reconocer a la ventana o a la superficie de vidrio que presente la mejor eficacia térmica. La respuesta a esta opción la da el factor de eficacia “ E ” que por definición es el coeficiente de los aportes térmicos solares y de pérdidas térmicas de las superficies de vidrio orientadas al Sur en invierno.

$$E = \frac{\text{aportes solares}}{\text{pérdidas}}$$

Los fabricantes de ventanas proporcionan los valores del factor E de sus vidrios montados en ventanas y cancelas de metal, de metal con ruptura de puente térmico, de madera y de PVC que son los materiales actualmente más comúnmente utilizados.

La ventana que presente al factor E más elevado será la que tenga la mayor eficacia térmica (ver figura B.311).

EFICACIA < 1



EFICACIA > 1



Figura B.311 – GANANCIA DE ENERGÍA CUANDO E > 1

Ref. *Pertes et gains thermiques des vitrages et des fenêtres* ; p. 99 ; *Revista Le Moniteur*,
octubre 1984 – Michel CHAUMAC

- E = 1 Los aportes son iguales a las pérdidas
- E < 1 Las pérdidas son superiores a los aportes solares y, por tanto, hay pérdida de energía.
- E > 1 Los aportes son superiores a las pérdidas y, por ello, hay una ganancia de energía.

Las pérdidas son iguales a: $D = K.h.t.A.$ (W.h)

Los aportes solares son iguales a: $Ap = S.h.A.e.Ci$ (W.h)

Siendo:

K = coeficiente de pérdida térmica (W/m²°K)

S = factor solar de envidriado

h = número de horas de calefacción

A = superficie de envidriado

t = diferencia media de temperatura entre el interior y el exterior durante el período de calefacción.

e = potencia media de la radiación solar recibida por m² de superficie vertical sur en ausencia de sombreado durante el período de calefacción.

Ci = Coeficiente de orientación.

Los valores de e y t dependen de las zonas climáticas. $E = \frac{S.e/tCi}{K}$

Para determinar los valores del factor E de cada ventana o superficie vidriada hay que calcular sucesivamente las pérdidas y los aportes solares durante el período en el que se tenga que utilizar la calefacción convencional, es decir, del mes de octubre al mes de marzo.

El mecanismo de aportes solares se descompone de la siguiente manera (ver figura B.312):

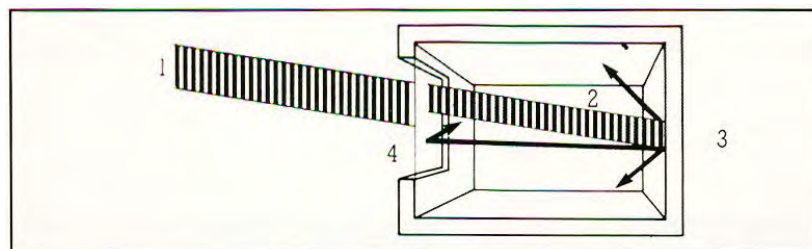


Figura B.312 – DESCOMPOSICIÓN DEL MECANISMO DE APORTES SOLARES

Ref. *Pertes et gains thermiques des vitrages et des fenêtres* ; p. 99 ; *Revista Le Moniteur*,
octubre 1984 – Michel CHAUMAC

- 1.- Radiación solar incidente en la ausencia de sombras sobre las ventanas bien orientadas.
- 2.- Energía solar transmitida (luz y rayos infrarrojos cercanos). La cantidad de energía transmitida depende de la composición del vidrio y, principalmente de su factor solar.
- 3.- Captación de la energía por los muros, las losas, el mobiliario y re-emisión de esta energía en forma de rayo infrarrojo lejano (invisible al ojo humano).
- 4.- Retención o conservación de esta energía por la ventana, la cual es prácticamente opaca a los rayos infrarrojos lejanos re-emitidos (efecto de invernadero).

Las temperaturas exteriores de invierno y el asoleamiento, que está en función de la orientación, no son las mismas sobre todo el territorio. Los cálculos deben hacerse en base a las zonas climáticas que tenga cada país.

En la siguiente tabla se dan ejemplos de valores del factor **E** para los vidrios más comúnmente utilizados.

Vidrios	K W/m ² K	S %	E En tres zonas climáticas		
			H1	H2	H3
4 mm simple	5.7	88	1.08	1.32	1.92
4-6-4 común	3.4	76	1.56	1.89	2.78
4-12-4 común	3.0	76	1.79	2.17	3.13
4-12-4 capa I*	2.3	73	2.22	2.70	3.97
4-12-4 capa II*	1.9	66	2.43	2.95	4.34
4-6-4-6-4 común	2.5	70	1.96	2.38	3.50

*Ejemplo de dos tipos de vidrios con capas de baja emisividad

Tabla B.313 – VALORES DEL FACTOR E DE ALGUNOS VIDRIOS (Orientación Sur)

Fuente: *Pertes et gains thermiques des vitrages et des fenêtres, Michel CHAUMAC, revista Le Moniteur, octubre 1984; p. 101*

La eficacia de un vano con vidrio depende de varios factores:

- *Su orientación* - Una ventana expuesta hacia el Sur permite beneficiarse de cinco veces más de energía solar con respecto a una ventana situada hacia el Norte.

A manera de ejemplo, la siguiente figura muestra las variaciones de **E** en un vidrio simple en función de la orientación.

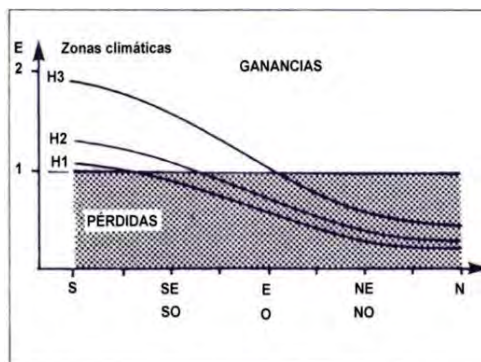


Figura B.314 – VARIACIÓN DE “E” EN FUNCIÓN DE LA ORIENTACIÓN

Fuente: *Pertes et gains thermiques des vitrages et des fenêtres, Michel CHAUMAC, revista Le Moniteur, octubre 1984; p. 101*

- *El tipo de vidrio* - La eficacia de una ventana puede incrementarse 75% cuando se utiliza un doble vidrio con capa de baja emisividad con respecto a un vidrio simple.

- *El tipo de manguetas usados* – Una ventana con doble vidrio tiene una eficacia superior al 50% si los manguetas tienen un buen coeficiente K (caso del PVC con relación al metal sin ruptura de puente térmico).

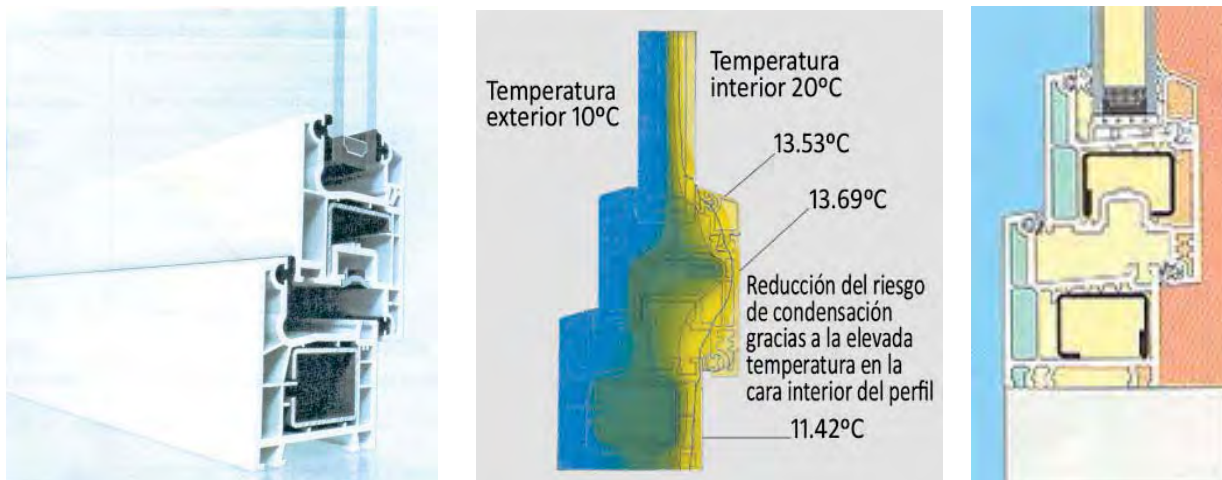


Figura B.315 – TERMOGRAFÍA DE LA SECCIÓN INFERIOR DE UNA VENTANA a base de perfiles de PVC donde se aprecia el alto aislamiento térmico logrado.

Fuente: Información Técnica, ventanas SCHÜCO y ventanas KÖMMERLING

Cada cámara de aire formada en la sección de los perfiles crea su propio microclima que aísla efectivamente incluso las mayores diferencias de temperatura entre el interior y el exterior.

Un puente térmico corresponde a una zona puntual o lineal que, en la envolvente de un edificio, presenta una mínima resistencia térmica (bordes de losas y de muros, uniones de paredes, estructura metálica, perfiles de ventanas de aluminio o de acero).

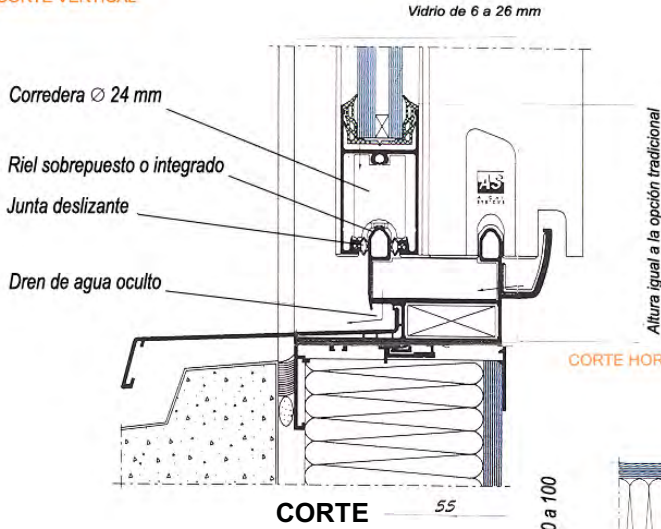
Para una casa que posea un aislamiento común, los puentes térmicos que permiten el paso del calor representan alrededor del 30% de pérdida térmica total de la edificación.

Los puentes térmicos de unión se caracterizan por un coeficiente de transmisión térmica *linéica* de las casas individuales admitida en la reglamentación térmica RT 2000 con un valor máximo de $0.99 \text{ W/M}^2 \cdot \text{°K}$.

Los puentes térmicos de liga se caracterizan por un coeficiente de transmisión térmica *linéica media* debida a la unión de dos (o más) paredes donde al menos una está en contacto con el exterior. La reglamentación nueva RT 2005 es más severa y fija este valor a $0.75 \text{ W/M}^2 \cdot \text{°K}$. *para limitar los puentes térmicos linéicos de las uniones de muro-losa, los industriales han desarrollado rupturas de puentes térmicos las cuales son elementos aislantes colocados principalmente en la periferia.*

En el caso de las ventanas, los perfiles metálicos (acero y aluminio) son puentes térmicos importantes los cuales se pueden romper separando la continuidad del metal con piezas plásticas como se muestra en la figura siguiente:

CORTE VERTICAL



- 1 **Contra invisible**
- 2 **Pieza intercambiable**
- 3 **Jaladera y cerradura**
- 4 **Refuerzo tubular**
- 5 **Acceso exterior con llave Alien**

CORTE HORIZONTAL

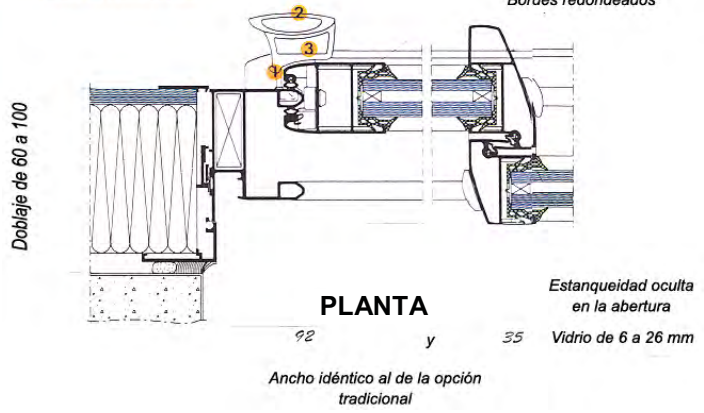
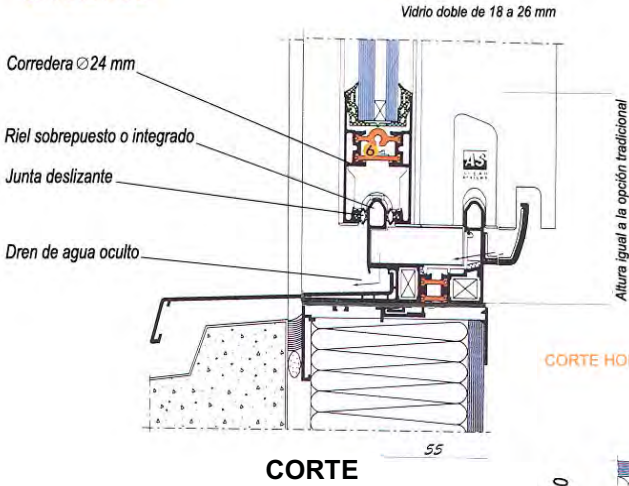


Figura B.316 – VENTANAS CON PERFILES DE ALUMINIO - VERSIÓN TRADICIONAL

Fuente: Catálogo, Empresa AS, ALCAN SYSTEMS

CORTE VERTICAL



- 1 **Contra invisible**
- 2 **Pieza intercambiable**
- 3 **Jaladera y cerradura**
- 4 **Refuerzo tubular**
- 5 **Acceso exterior con llave Alien**

CORTE HORIZONTAL

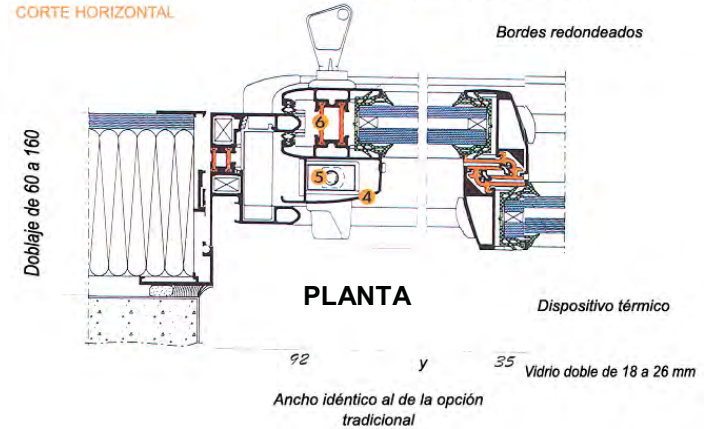
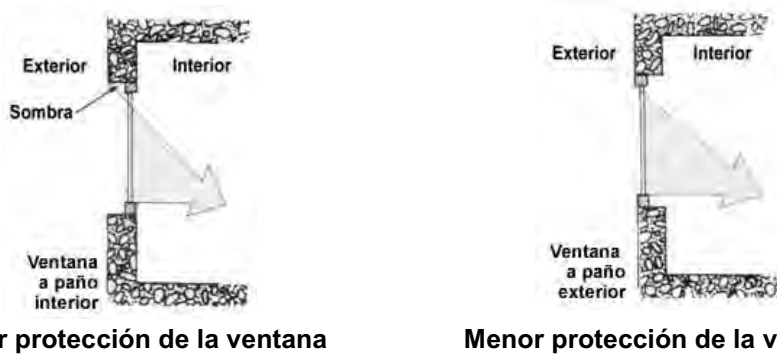


Figura B.317 – VENTANAS CON PERFILES DE ALUMINIO - VERSION RUPTURA TERMICA

Fuente: Catálogo, Empresa AS, ALCAN SYSTEMS

- *El sombreado*

- Posición de la ventana con respecto al paño interior o exterior del muro.
- Vegetación
- Construcciones vecinas
- Relieves arquitectónicos.



Mayor protección de la ventana

Menor protección de la ventana

Figura B.318 – POSICIÓN DE LA VENTANA DENTRO DEL ESPESOR DE SU VANO. Los valores de \underline{S} toman en cuenta las superficies ocupadas por la ventanería y la sombra eventual proyectada por el dintel.
Fuente: Pertes et gains thermiques des vitrages et des fenêtres, Michel CHAUMAC, revista Le Moniteur, octubre 1984; p. 105

La siguiente gráfica ejemplifica las variaciones que pueden darse en el factor de eficacia E' en función de los tipos de vidrio, tipos de mangueterías y del sombreado dado por la posición de la ventana dentro del espesor de su vano.

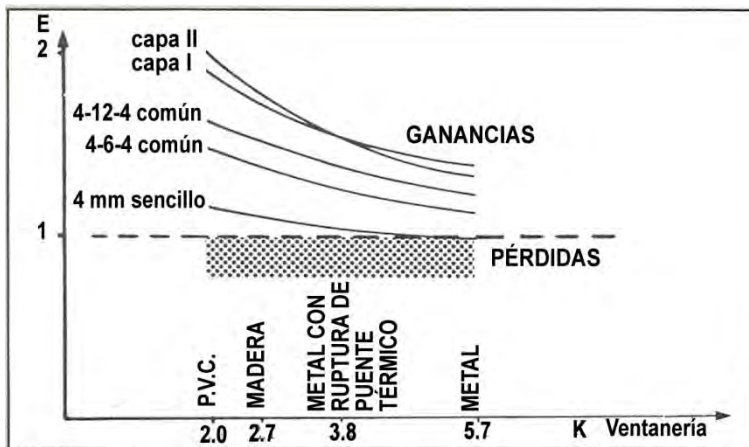


Figura B.319 – VARIACIONES DEL FACTOR DE EFICACIA *E* en función de la ventanería (caso de un cancel de piso a techo en zona H₂)

Fuente: Pertes et gains thermiques des vitrages et des fenêtres, Michel CHAUMAC, revista Le Moniteur, octubre 1984; p. 105

* El factor de eficacia E' toma en cuenta un coeficiente de transmisión térmica K' que considera la incidencia de día y noche así como de otros elementos complementarios de las ventanas y un factor solar S' que toma en cuenta la posición de la ventana con respecto al paño interior y exterior del vano. El factor de eficacia E' se define entonces como se indica en la fórmula siguiente:

$$E' = S' e/t \text{ (posición paño interior) } / K' \text{ (día/noche y otros casos)}$$

Una ventana eficaz se utilizará en un edificio para beneficiarse al máximo de los rayos solares.

El factor de eficacia es la relación de aportes solares y de pérdidas de la ventana. Para optimizar este factor hay que limitar las otras pérdidas aislando las paredes y, en la noche, las pérdidas de las ventanas utilizando buenos postigos o persianas enrollables.

La radiación solar calienta directamente el espacio interior del local, este último sirve así de captor solar y debe poder absorber y almacenar el calor lo más posible para restituirlo cuando ya no haya sol.

Esto implica la colocación de una masa térmica suficiente (inercia térmica).

El asoleamiento tiene una acción térmica rápida a través de los vidrios y diferente según la orientación. Es necesario tener una regulación de temperatura precisa para mantener un buen nivel de confort en el interior. La instalación de calefacción deberá controlarse pieza por pieza en función de la temperatura interior y, eventualmente, en función de las condiciones climáticas exteriores.

Por lo que respecta a los muros ciegos, hay que tomar en cuenta que el aislamiento es proporcional al peso de la envolvente de las edificaciones y, por ello, la construcción con concreto y mamposterías representa grandes ventajas.

Los elementos que tienen una buena inercia térmica forman parte de la obra negra de la construcción (concreto y mamposterías). Sus posibilidades de respuesta rápida a los cambios de temperatura son, por tanto, reducidas, por ello, las variaciones importantes de asoleamiento diario pueden sobrecalentar el ambiente interior tanto en verano como en invierno, por consecuencia, *a veces procede prever, paralelamente a la regulación de la calefacción, dispositivos de ventilación y de protecciones solares.*

Los términos que en este tipo de análisis se utilizan se resumen a continuación para reforzar su comprensión.

Coeficiente K - (Indicado por la nueva denominación reglamentaria como coeficiente “**U**”) Flujo de calor que atraviesa una pared de 1 m² por una diferencia de temperatura de 1 grado entre el interior y el exterior del local. El coeficiente K se expresa en W/(m².K) Watts por metro cuadrado/grado Kelvin. A menor valor de **K** mayor aislamiento se logra.

Emisividad – Aptitud de un material para transmitir el calor absorbido. Para un vidrio común la emisividad es del orden de 0.8 que significa que el 80% del calor absorbido se transmite en forma de radiación.

Factor solar S: Energía total que entra a un local a través de un vidrio. Esta energía total es la suma de la energía transmitida directamente y de la energía absorbida por el vidrio y transmitida hacia el interior. A mayor factor **S** mayores serán los aportes de calor solar.

Factor eficacia E: Permite apreciar rápidamente, mediante un cálculo sencillo, a la superficie con vidrio que presente la mejor relación entre las pérdidas y los aportes térmicos. A mayor factor **E** se logrará mayor eficacia térmica.

Transmisión luminosa: Relación entre el flujo luminoso transmitido y el flujo luminoso incidente. El flujo luminoso corresponde a la parte visible del espectro solar.

Todos los términos definidos son importantes para evaluar las características de termicidad de las superficies de vidrio.

En las edificaciones de vivienda cada vez más se busca abundancia de luminosidad y ventilación natural e incluso, cuando el sitio lo permita, vistas agradables pero logrando el confort en sus interiores con el mínimo consumo energético de calefacción o aire acondicionado, lo cual requiere un alto aislamiento para lograrlo.

En climas fríos se busca conservar o captar la mayor cantidad de calorías posibles, en el interior de una vivienda, proporcionadas por el sol y conservar la mayor transmisión luminosa.

En climas calientes, se busca eliminar o reducir el consumo de frigorías y energía del aire acondicionado.

En climas templados se requieren soluciones sencillas que mitiguen la acción de eventuales cambios extremosos de clima principalmente aprovechando la inercia térmica de la construcción.

Las ventanas, tragaluces y cancelos exteriores diseñados para dar soluciones integrales a estas necesidades son una opción cada vez más desarrollada que requiere mayor inversión inicial en ambientes de climas extremosos, pero ofrece una relación costo-beneficio muy conveniente donde se recupera dicha inversión a corto plazo.

En la vivienda común las necesidades energéticas solo varían mínimamente en función de su tipo. Por ello, todos los conceptos aquí expuestos tienen validez para los diversos niveles económicos.

Aunque el vidrio dista mucho de ser un material aislante, el desarrollo tecnológico ha permitido la fabricación de vidrios cuyas características solucionan los inconvenientes constatados en las ventanas sencillas.

Actualmente, en las ventanas, el aislamiento térmico de alto desempeño es compatible con la necesidad de integración visual y física con el exterior y de iluminación.

Hoy en día, es posible tener grandes áreas de ventanas conservando un nivel de aislamiento térmico adecuado gracias al empleo del vidrio doble o de una capa sobre el vidrio de aislamiento térmico reforzado que reducen la transmisión de calor y se mejora el confort.

Se permite también combinar fácilmente la función de aislamiento térmico reforzado con las otras funciones como el aislamiento acústico, la protección y la seguridad.

Es importantísimo buscar la aplicación de estas soluciones en regiones con climas extremosos e incluso en ciudades con clima templado. Se ve conveniente analizar con más detalle el aislamiento térmico de las ventanas ya que se llegan a dar días con demasiado calor en (primavera y verano) y con demasiado frío (en invierno), lo cual ha propiciado que algunos propietarios instalen posteriormente en sus viviendas equipos de aire acondicionado o de calefacción para lograr el confort deseado en vez de buscar mayor aislamiento en muros exteriores y ventanas.

Las ventanas y cancelos tienen una superficie de vidrio que fluctúa del 75% al 85% del total del vano y los manguetes ocupan un rango que varía del 25% al 15% de dicha superficie. En promedio podemos considerar que la superficie vidriada ocupa el 80% y los manguetes el 20%.

La ganancia que se puede obtener mejorando la conductibilidad térmica de un manguete es más limitada por el hecho de que los perfiles, como máximo, representan el 20% de la superficie total de la abertura; el resto queda ocupado por el vidrio.

Tomando como referencia los conceptos y fórmulas enunciados, *analizaremos primeramente los vidrios*, partiendo de las características del vidrio sencillo que comúnmente se utiliza para llegar a las actuales soluciones de mayor desempeño tecnológico que ofrecen un excelente aislamiento térmico.

Seguidamente se describirán las características de los manguetes fabricados con diferentes materiales como el acero, el aluminio, la madera y el P.V.C. denotando sus ventajas y desventajas así como las últimas mejoras ofrecidas por sus fabricantes. También existen perfiles mixtos donde se combinan dos materiales.

Como información complementaria se incluyen los *tipos de operación de las ventanas*, el drenado y la estanqueidad requerida, la cerrajería más comúnmente utilizada y los componentes complementarios de protección solar, de protección contra el vandalismo y de regulación de la privacidad así como los criterios de ventilación.

Fuga de calorías por conducción en los vidrios.

En ventanas con vidrio sencillo, el aire interior de una pieza es llevado a una temperatura **ti** por el doble efecto de la radiación larga y de una eventual calefacción artificial. Cuando la temperatura exterior **te** es inferior a la temperatura interior, el calor interno va calentando al vidrio de la ventana y después al aire exterior. El calor se desplaza de la cara caliente hacia la cara fría y así por conducción las calorías se fugan.

La transmisión que se produce es proporcional a la diferencia de temperatura entre las dos caras del vidrio; es igualmente proporcional a la conductividad del vidrio. Finalmente, es inversamente proporcional a su espesor **e**.

La cantidad de calor por conducción se expresa entonces por la fórmula siguiente:

$$Q = \left(\frac{ti - te}{e} \right) \lambda = \frac{ti - te}{\frac{e}{\lambda}}$$

Donde:

Q = Cantidad de calor transmitido por conducción

ti = temperatura en cara interior del vidrio

te = temperatura en cara exterior del vidrio

e = espesor del vidrio

λ = *Coeficiente de conductividad térmica del vidrio

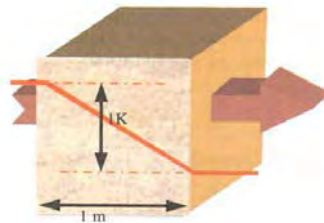


Figura B.320 – (*) Coeficiente de conductividad térmica λ (LAMBDA) = Medida de la cantidad de flujo de calor que atraviesa en una hora 1 m² de una pared de un metro de espesor constituido por un material homogéneo . (Vg. vidrio). El coeficiente de conductividad térmica se expresaba en Kcal/hm.°C o actualmente (usando el sistema internacional de medidas) en W/m.°K (Watts por metro, por grado Kelvin). En varias ocasiones se utiliza también grado centígrado en vez de grado Kelvin. Cada material tiene su λ indicada en normas internacionales.

Fuente: Santé et Qualité de l'Environnement Intérieur dans les Bâtiments – Claude-Alain ROULET, Édité. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2004, p.128

La relación e/λ representa la resistencia que se opone por la pared al salir el calor por conducción. Así, entre más gruesa sea la pared y menor sea λ mayor será la resistencia.

Por naturaleza, el vidrio cuya λ es igual a 1.16 W/m².°C no es un buen aislante. Se verá seguidamente que el aumento de su espesor no constituye una solución eficiente.

La **K** elevada del vidrio sencillo.

A la propia resistencia de la hoja de vidrio hay que agregar sus resistencias superficiales interiores y exteriores. Conjuntamente, ellas se opondrán a la fuga de calor del interior caliente al exterior frío (o recíprocamente).

La inversa de **K** es la resistencia total **R** y se expresa por la fórmula siguiente:

$$K = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{1}{\lambda_i} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{\lambda_e}}$$

en la cual λ_i y λ_e son las resistencias superficiales interiores y exteriores.

La unidad es el $W/m^2 \cdot ^\circ C$.

K es el valor de la transmisión del calor a través de una pared de vidrio. Su expresión permite hacer algunas constataciones sobre el vidrio sencillo. El valor del coeficiente **K** para un vidrio de 4 mm colocado verticalmente es igual a $5.76 W/m^2 \cdot ^\circ C$.

Por otra parte el término $\frac{1}{\lambda_i} + \frac{1}{\lambda_e}$ es fijo. Su valor se eleva a $(0.11 + 0.06) = 0.17 W/m^2 \cdot ^\circ C$

Donde λ queda igual a $1.16 W/m^2 \cdot ^\circ C$ para el vidrio, haciendo parecer que el solo parámetro susceptible de hacer variar al valor del coeficiente **K** es el espesor del vidrio.

El vidrio se utiliza comúnmente en las ventanas con espesores de 3 a 6 mm y, para utilizaciones más específicas, pero no despreciables en cantidad, de 8 a 12 mm. Los coeficientes **K** correspondientes varían de $K = 5.8 W/m^2 \cdot ^\circ C$ para un vidrio de 3 mm a $5.5 W/m^2 \cdot ^\circ C$ para un vidrio de 12 mm. Por ello, el espesor del vidrio influye poco en el valor de **K**.

El vidrio simple es necesario ya que:

- Separa al interior del exterior.
- Es transparente a las energías de onda corta, caloríficas y luminosas*.
- Es impermeable a las ondas largas*.

Sin embargo llega a ser insuficiente ya que su coeficiente **K** es elevado.

* *El vidrio deja pasar los rayos de onda corta. Permite, por tanto, sólo dejar pasar a los rayos solares comprendidos entre 0.25 micras (ultravioletas) y 0.8 micras (infrarrojos).*

La radiación larga.

Bajo la radiación solar, se ilumina y se calienta el interior de una pieza por sus ventanas. Esta energía que entra directamente queda en el entorno interior: muros, pisos, muebles, etc. que se calientan y restituyen a la energía sobre una radiación larga.

El vidrio no se deja atravesar por la radiación larga. Esta propiedad es particularmente interesante ya que la energía interna (ondas largas) que puede venir igualmente de un radiador tradicional quedará aprisionada por el vidrio (efecto invernadero). Quedando la energía calorífica, dada gratuitamente por el sol, guardada en el interior.

Se distinguen, en función de la longitud de onda tres campos de radiación solar:

Los rayos infrarrojos, los rayos visibles y los rayos ultravioleta, los cuales tienen las siguientes características:

Los rayos infrarrojos (IR) son radiaciones calientes, no-visibles de *frecuencia baja y longitud de onda amplia (larga) con respecto a la del rojo del espectro luminoso*. Se utilizan las propiedades caloríficas de los rayos infrarrojos emitidos por los filamentos de los calefactores infrarrojos o paneles radiantes.

Además del sol, las flamas, los filamentos de los focos incandescentes y las lámparas fluorescentes emiten rayos infrarrojos.

Los rayos visibles son los percibidos por la retina y permiten distinguir formas, relieves y colores.

El alumbrado (E) es la cantidad o el nivel de luz que se expresa en *luxes*, su valor se mide con un luxómetro. La iluminación natural del sol es esencial para el bienestar de los usuarios. Una protección solar adecuada permite mantener el contacto visual con el exterior controlando un flujo luminoso que pueda llegar a deslumbrar.

Por otro lado, la utilización del alumbrado artificial *puede ser fuente de consumos de energía no despreciables*.

El flujo luminoso (ϕ) es la *cantidad de iluminación* emitida por segundo por una fuente luminosa hacia todas las direcciones. Se mide en *lumens (Lm)*.

La intensidad luminosa (Iv) es la *densidad luminosa* (flujo luminoso por unidad de superficie) emitida en una dirección dada. Se expresa en *candelas (Cd)*.

Los rayos ultravioleta (UV) no son visibles en el espectro luminoso cuyas *longitudes de onda son inferiores a las del violeta visible*. Los rayos ultravioleta se vuelven visibles y luminosos por el fenómeno de fluorescencia.

Las radiaciones ultravioleta tienen una acción química oxidante importante:

- Acción bactericida importante indispensable en los equilibrios naturales y, por ello, se utiliza en la esterilización del agua.
- Acción de envejecimiento sobre los objetos alterando su superficie, decolorante sobre numerosos pigmentos (sobre todo sobre los pigmentos orgánicos y también el oscurecimiento de la madera, pinturas, barnices, etc.
- Pueden ser peligrosos para el organismo en caso de sobreexposición.

La siguiente figura **B.321** nos muestra el espectro de radiación solar que se da, en este caso, a nivel del mar.

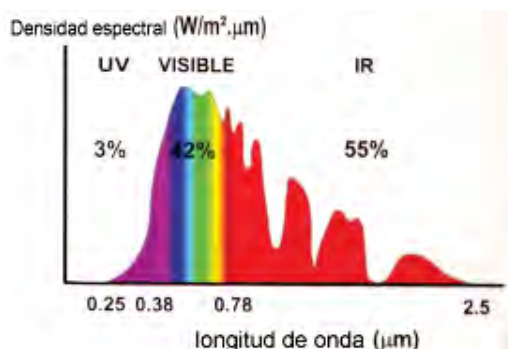


Figura B.321 – ESPECTRO DE RADIACIÓN SOLAR AL NIVEL DEL MAR, denotando las longitudes de onda de los rayos ultravioleta (UV), de los rayos visibles y de los rayos infrarrojos (IR).

Fuente: Guide de la Fermeture et de la Protection Solaire - Collection Recherche Développement Métier - Syndicat National de la Fermeture, de la Protection Solaire et des Professions Associés (SNFPA), 2010, p.12

El vidrio doble: Es el nacimiento de un vidrio aislante

Para paliar la insuficiencia del vidrio sencillo se han puesto a punto complejos aislantes que conservan o mejoran propiedades interesantes en el vidrio. Existe una gama importante de vidrios aislantes que responden a esta necesidad y cuya calidad de fabricación asegura su durabilidad. La utilización del poder aislante de una capa de aire inmóvil constituye el principio del vidrio aislante.

El doble vidrio en las ventanas ha llegado a ser la referencia estándar para las ventanas de viviendas en otros países.

En invierno: La tecnología utilizada permite evitar la desagradable sensación de las corrientes de aire cuando uno se encuentra cerca de una ventana independientemente de cuál sea la temperatura exterior.

..... y el verano al abrigo del calor.



Figura B.322 – DOBLE VIDRIO ESTÁNDAR

Fuente: Le Guide de la Fenêtre, empresa TRYBA, p. 44

En verano: toda ventana con varios vidrios se recalienta por los rayos del sol, es lo que se llama “efecto de invernadero” con un doble vidrio que incluya una capa de baja emisividad la temperatura interior va a subir pero bastante menos que empleando un envidriado clásico. El colchón de aire contenido entre los dos vidrios, así como la capa de sales metálicas semi-conductoras permiten esta regulación manteniéndose siempre una iluminación óptima.



Figura B.323 – VIDRIO CON DOBLE VIDRIO CON SALES METÁLICAS PARA BAJA EMISIVIDAD

Fuente: Le Guide de la Fenêtre, empresa TRYBA, p. 44

El *vidrio*, es un material natural.

El vidrio flotado está compuesto de materiales minerales naturales (arena, agua). Puede presentar inclusiones minúsculas apenas visibles a primera vista. Esto no perjudica, en ningún caso, la calidad y la resistencia del doble vidrio.

El rol de la ventanería en la economía global de la edificación toma así una nueva dimensión.

El vidrio aislante básico generalmente constituido por dos hojas de 4 mm y un espacio de aire de 6 mm reduce el coeficiente **K** del vidrio de manera significativa.

- Para un vidrio de 4 mm $K = 5.7 \text{ W/ m}^2.\text{°C}$
- Para un vidrio aislante con un espacio de aire de 6 mm $K = 3.4 \text{ W/ m}^2.\text{°C}$

En la fórmula de cálculo del coeficiente **K**, el valor de la resistencia de la capa de aire llega a ser predominante. Un espacio de aire de 12 mm, el cual es un espesor común en los países del Norte y del Este de Europa, da un coeficiente de transmisión **K** de $3 \text{ W/ m}^2.\text{°C}$. Por otro lado, hay un cierto número de variaciones en torno al vidrio aislante que permiten reducir aún más el valor del coeficiente **K**. Existen envidriados múltiples y vidrios dobles aislantes con capa central con gas (en vez de aire).

- *Envidriados múltiples aislantes*: Están compuestos por tres vidrios y dos espacios de aire de 12 mm permiten obtener un **K** de $2.1 \text{ W/ m}^2.\text{°C}$.
- *Vidrio aislante con gas*: Contiene un gas pesado (SF₆, Argón, etc.) que sustituye al aire, permite bajar aún más el valor del coeficiente **K**. Así, un vidrio aislante con un espacio de gas de 12 mm tiene un **K** de $2.8 \text{ W/ m}^2.\text{°C}$.

Se pueden imaginar todas las combinaciones posibles a partir de un espacio de aire y de gas de diferentes espesores que componen un vidrio aislante o un vidrio múltiple aislante. Se dispone así de una gama de coeficientes K que conducen en ciertos casos a especies y desempeños muy eficientes: En comparación con las ventanas con vidrio sencillo, las pérdidas de calor pueden llegar a reducirse a algo menos de la cuarta parte. Sin embargo, no hay que olvidar que la gran mayoría de ventanas concebidas para recibir vidrios aislantes, aceptan un espacio de aire de 6 mm y, más esporádicamente, de 10 ó 12 mm.

Las ventanas de aluminio o de PVC pueden normalmente recibir vidrios gruesos y, en los casos requeridos, el espacio de aire de 12 mm. Sin embargo, el espesor de los envidriados múltiples aislantes es un obstáculo para su utilización corriente.

Los fabricantes garantizan cada vez más seriamente sus vidrios aislantes durante 10 años contra toda alteración de la transmisión luminosa (encapsulado interior). Serán sin duda llevados (en el caso de vidrios aislantes con gas) a dar indicios serios de durabilidad del coeficiente **K** a través del tiempo. Esto significa la ausencia de intercambio aire-gas entre la capa obturada y el exterior.

Capa delgada metálica para reducir la emisividad.

Como ya se dijo, el factor solar **S** de un vidrio es la relación entre la energía total que entra en un local (por radiación y re-emisión) y la energía reflejada y transmitida hacia el exterior (Figura B.324).

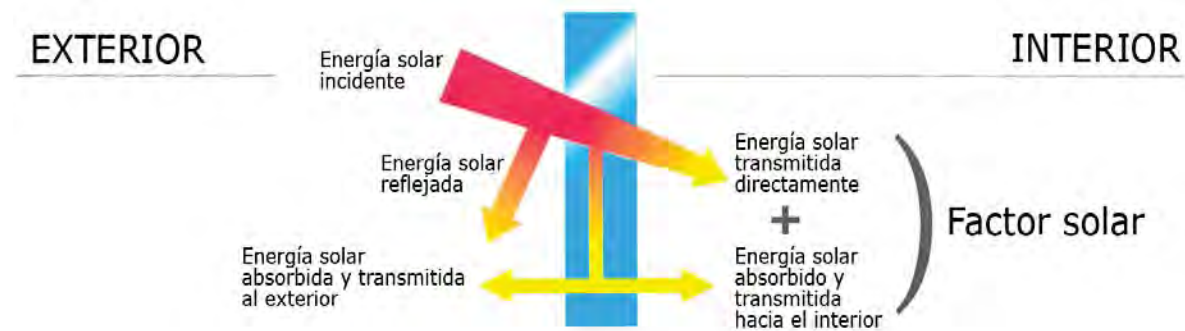


Figura B.324a – EL FACTOR SOLAR

Fuente: *Le Guide de la Fenêtre*, empresa TRYBA, p. 45

	Vidrio		Coficiente K	Coficiente de transmisión luminosa	Factor solar S
VIDRIO SIMPLE			5,7 W/m ² °C	90%	87%
VIDRIO DOBLE CLÁSICO	20 mm	4-12-4	3 W/m ² °C	82%	79%
DOBLE VIDRIO MEJORADO	24 mm	4-16-4	2,7 W/m ² °C	82%	79%
DOBLE VIDRIO MEJORADO con una capa de sales metálicas (baja emisividad)	24 mm	4-16-4	1,4 W/m ² °C	76%	58%
DOBLE VIDRIO MEJORADO con una capa de sales metálicas e inyección de un gas aislante)	24 mm	4-16-4	1,1 W/m ² °C	76%	58%

Tabla B.324b – ECONOMÍA DE ENERGÍA CON VIDRIO DOBLE

Fuente: *Le Guide de la Fenêtre*, empresa TRYBA, p. 45

Para calcularlo, se compara la energía solar que entra realmente en el local con la que recibe el vidrio del exterior y se obtiene así un porcentaje. Con un factor solar de 58%, los vidrios dobles permiten reducir considerablemente el sobrecalentamiento de una pieza en verano (efecto de invernadero).

Se tomará en cuenta también la transmisión luminosa que pueda quedar ligeramente afectada por el empleo de vidrios de alto desempeño térmico.

Para un estudio que abarque algunas horas, debe considerarse la inercia térmica de cada uno de los materiales.

Como puede observarse, el mejoramiento térmico de los vidrios aislados se da con vidrios de baja emisividad y con espacios de aire mayores o de gas Argón.

Un coeficiente **K** lo menor posible y un factor solar lo más elevado posible permiten conservar un máximo de calorías en el interior de una vivienda y, en particular, las aportadas gratuitamente por el sol. Paralelamente, para el confort, hay que conservar una transmisión luminosa lo más grande posible.

El total de la energía emitida en el interior de un local, es la suma de las energías absorbidas (por el vidrio, entre otros) reflejadas y transmitidas.

$$\text{Absorción} + \text{reflexión} + \text{transmisión} = 100\%.$$

Donde se constata que esta energía prácticamente no es transmitida directamente por el vidrio aislante y que ésta es poco reflejada. Por contra, es absorbida en una buena parte por el vidrio que se calienta.

El vidrio juega entonces el rol de un radiador que induce al calor en una tercera parte hacia el interior y dos terceras partes hacia el exterior.

La ventaja inmediata del empleo de vidrios aislantes con baja emisividad es la economía de energía que permite llegar a prescindir del uso de la calefacción y, por tanto, se logra un incremento de superficies con vidrio en las fachadas que más sol reciben con las posibilidades arquitectónicas que ello permite.

Si se desea entonces mejorar el poder aislante de una superficie vidriada, hay que reducir lo más posible la parte del calor transmitido hacia el exterior.

Para lograrlo, hay que reducir el fenómeno de absorción aumentando el de reflexión lo cual se obtiene colocando, sobre una cara del vidrio, una capa metálica delgada que reduzca su emisividad.

Con el fin de optimizar el aislamiento térmico, la delgada capa de sales metálicas semi-conductoras se aplica sobre uno de los dos vidrios en el interior del doble vidrio.

La capa de sales metálicas puede modificar muy ligeramente el tono de ciertos colores del interior pero no altera casi nada la transparencia del vidrio.

En efecto, la diferencia de luminosidad entre un vidrio simple y el doble vidrio con la capa de baja emisividad es del 14% (casi invisible a vista normal).

Esta capa delgada refleja la radiación infrarroja y permite disminuir el valor del coeficiente K de los vidrios aislantes y, el factor solar del vidrio así tratado, aumenta.

Como se puede ver en la curva, *una capa de baja emisividad reflejada en la zona infrarroja, cubre una parte de la radiación solar. Esta particularidad es interesante principalmente en régimen de verano donde el vidrio presentará un factor solar inferior al de un vidrio claro. Dejará entrar menos sol.*



Figura B.325 - LA CAPA DE BAJA EMISIVIDAD REFLEJA LA RADIACIÓN INFRARROJA

Ref. Revista Le Moniteur, 8 de marzo 1985, p. 80

Los vidrios de baja emisividad reflejan la radiación. Conviene distinguirlos de los vidrios reflejantes. Estos últimos responden a otra preocupación: El acondicionamiento de aire impone que sean reducidos al máximo los aportes caloríficos.

Existen en el mercado los *vidrios entintados en su masa* de diferentes colores y tonos cuya función es absorber el calor y re-emitirlo seguidamente.

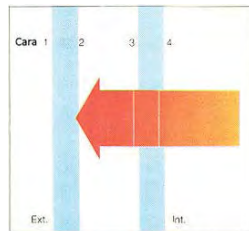
Los fabricantes de vidrio han puesto a punto dos tipos de productos para responder a esta exigencia:

- los vidrios entintados en su masa de diferentes colores y tonos (del tipo Parsol de Saint Gobain) cuya función es absorber el calor y re-emitirlo seguidamente.
- los vidrios reflejantes del tipo Eliotherm de Saint-Gobain, Stopray de Glaverbel, Soltram de Boussois, Solarban de Flachglass, cuyo objetivo es el de reflejar lo más posible la radiación solar.

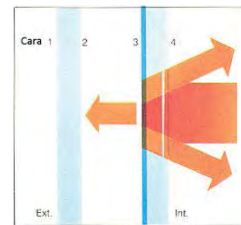
La eficacia de estos tipos de productos se obtiene en detrimento de la transmisión luminosa.

Los vidrios con color o reflejantes son muy utilizados en edificios de oficinas pero poco aceptados en vivienda donde se desea recibir el máximo de luminosidad durante el día.

En este sentido, la baja emisividad en la búsqueda de la economía de energía y de confort presenta una excelente opción.



Vidrio aislante clásico



Vidrio aislante con capa de baja emisividad

Figura B.326 – VENTAJAS DE LA BAJA EMISIVIDAD EN CLIMAS FRÍOS

Fuente: Catálogo Técnico, Empresa SAINT GOBAIN

El vidrio de baja emisividad da un valor $K = 1.3W/m^2 \cdot K$. Gracias a la capa imperceptible de metales nobles se logra un aislamiento del 75% superior con respecto al doble vidrio normal. Es una inversión que se rentabiliza inmediatamente en la compra de equipo de aire acondicionado y de calefacción y cada año hay ahorros adicionales sobre el presupuesto de consumos energéticos.

Los vidrios de baja emisividad salieron al mercado desde 1984. Estos vidrios se recubren, sobre una de sus caras, con una capa metálica que tiene como característica principal el dejarse atravesar por ondas de corta longitud de la radiación solar y de reflejar hacia el interior de la pieza las radiaciones de gran longitud de onda; son verdaderas trampas de calorías.

Asociados a un vidrio clásico de 4 mm de espesor, permiten realizar vidrios dobles que presenten a K en los $1.3 W/m^2 \cdot K$.

Los vidrios de baja emisividad se fabrican actualmente en base a dos tecnologías diferentes:

1. Por depósito al vacío de óxido metálico y de metal. El vidrio así tratado puede transportarse y manipularse con las precauciones utilizadas habitualmente para el espejo. Se corta de la misma manera. Sin embargo, no puede utilizarse con vidrio simple ya que será víctima, en un plazo corto, de la erosión atmosférica y a las limpiezas: por ello, debe utilizarse ensamblado en vidrio aislante con la capa hacia el interior (dentro del espacio entre dos vidrios) para quedar así protegido.
2. Por pirolisis a la salida del horno de fabricación del vidrio. La pirolisis es el depósito por aspersion en caliente de una capa que se forma por la incorporación de sales de óxidos metálicos sobre la superficie del vidrio caliente. La capa así formada es extremadamente resistente.

Estos productos pueden colocarse como vidrios simples. La capa queda dura y tenaz. El interés de estos vidrios es, sin embargo, la de componer igualmente vidrios dobles (vidrios aislantes o sobre-vidrios). Todos estos vidrios que deben encontrar las mayores aplicaciones posibles en todos los tipos de edificios, deben presentar un aspecto lo más neutro posible. Dentro del conjunto, la meta ha sido lograrlo. La coloración es ligera, un tanto azulada, un tanto dorada y pasa, por así decirlo, desapercibido de tal suerte que los fabricantes de vidrios aislantes pueden proponer versiones de baja emisividad.

El vidrio de baja emisividad es el vidrio del mañana

El vidrio que durante su fabricación en continuo recibe a alta temperatura un depósito de sales metálicas semiconductoras que reducen la emisividad, permite bloquear en el interior del espacio de aire las 2/3 partes de las pérdidas de calor por radiación en invierno o, con la acción contraria, en verano, retener el calor exterior y mantener el interior fresco. (Ver figura B.327).

 <p>Para aislarse del frío. Colocación de la capa de baja emisividad sobre el vidrio interior.</p> <p>El uso correcto del vidrio con capa metálica, en los acristalamientos, requiere que la cara tratada deba colocarse hacia el interior de la cámara. Antes de efectuar el ensamblado del doble cristalamiento, de forma totalmente automática, se elimina la capa metálica de los bordes, donde después se efectuará el sellado. Este proceso se denomina <i>desbordeado perimetral</i>. Así se evita la corrosión de la superficie de plata y, al mismo tiempo, se asegura una adherencia óptima del sellante con el vidrio.</p> <p>En las ventanas, debe colocarse de forma que la capa metálica esté situada en el vidrio interior y orientada hacia la cámara de aire. Solamente de esta forma conseguimos que las 2/3 partes de las radiaciones solares sean aprovechadas en el interior del recinto. La energía solar permanece en el interior después de transformarse en calor, actuando de esta forma como una <i>calefacción</i></p>	 <p>Para aislarse del calor. Colocación de la capa de baja emisividad sobre el vidrio exterior.</p> <p>Este es el acristalamiento aislante pensado para las zonas cálidas o muy expuestas a los rayos solares. Se produce de una forma similar a la que se usa contra el frío. La diferencia del producto acabado es que la capa metálica además de un <i>alto contenido en plata</i> incorpora <i>otros óxidos metálicos</i> que aumentan su poder de reflexión. En las ventanas y fachadas debe montarse de forma que la superficie con capa metálica se encuentre en el interior del vidrio externo. Esta capa evita también el intercambio de radiaciones térmicas entre los dos vidrios, reduciendo así la transmisión de calor a través del acristalamiento. Además, consigue reducir la entrada de energía solar al interior del edificio, reduciendo considerablemente el llamado Factor Solar (cantidad total de energía solar que atraviesa el acristalamiento expresada en %),. Este tipo de capa metálica hace que solamente la mitad de la energía solar entre en el interior del edificio. Es lo que reduce el Factor Solar</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura B.327 – SOLUCIONES PARA EMPLEO DE VIDRIOS DE BAJA EMISIVIDAD EN CLIMA FRÍO Y CLIMA CÁLIDO

Fuente: Catálogo de productos, empresa VITROCRISTAL GLASS ISOLAR NEUTRALUX, Ahorro Energético, p. 4 y 5

Altos desempeños del vidrio doble con baja emisividad.

Aislamiento térmico reforzado

Ya que presenta un coeficiente de transmisión térmica $K = 1.9W/(M^2K)$ para un doble vidrio 4/12/4, y capa de baja emisividad. Permite mejorar considerablemente el aislamiento térmico de las ventanas, la pérdida térmica a través del doble vidrio se reduce al 70% con respecto a un vidrio sencillo y del 40% con respecto a un doble vidrio tradicional, lo cual disminuye considerablemente los costos de calefacción (o de aire acondicionado).

Confort

Mejora el confort. Suprime el efecto de vidrio frío: en invierno la temperatura de la superficie interior del vidrio se incrementa una decena de grados en relación al vidrio sencillo, reduce por este hecho los riesgos de condensación ya que la temperatura del vidrio se aproxima a la temperatura ambiente.

Durabilidad

Su técnica de fabricación por pirolisis confiere al doble vidrio con baja emisividad una resistencia excepcional. Sus cualidades de durabilidad son idénticas a las de un vidrio común, el cual no se altera con el tiempo.

Multiplicidad de funciones

El doble vidrio con baja emisividad puede aportar, además del aislamiento térmico reforzado, un aislamiento acústico, la protección de personas y de bienes, la seguridad o el control solar.

Aspecto neutro

Gracias a su aspecto neutro el doble vidrio con baja emisividad se integra perfectamente a todos los diferentes diseños arquitectónicos. Se conserva la apariencia del vidrio tradicional con el beneficio de los progresos tecnológicos más recientes en materia de aislamiento térmico y acústico y de otras prestaciones requeridas.

Principio de funcionamiento del doble vidrio con baja emisividad

La capa de baja emisividad en el doble vidrio refleja el calor con bastante mayor eficacia que el vidrio tradicional. El calor presente en el interior (o en el exterior) de un edificio prácticamente no pasa a través del vidrio.

La baja emisividad integrada en un doble vidrio permite disminuir de manera importante los gastos de calefacción (o de aire acondicionado).

Adicionalmente, gracias al factor solar elevado del doble vidrio con capa de baja emisividad, deja entrar la mayor parte de radiación solar, la cual se transforma en aportes energéticos gratuitos. Esto es particularmente interesante en el caso de la vivienda en climas fríos.

Economías de energía

El doble vidrio con capa de baja emisividad mejora considerablemente su coeficiente de transmisión térmica: $K = 1.9W/(M^2K)$ para un doble vidrio 4-12-4.

Se obtiene 70% de economía de energía con respecto a un vidrio simple ($K=5.7W/M^2K$) y 40% de economía de energía con respecto a un doble vidrio tradicional ($K= 3.1W/(M^2K)$).

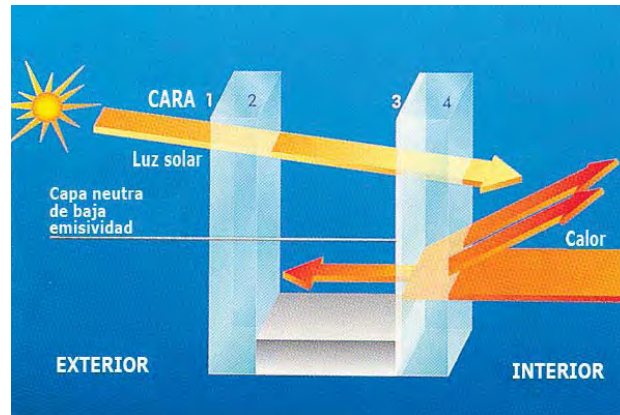


Figura B.328 – DOBLE VIDRIO ADECUADO PARA ZONAS CON CLIMA FRÍO

Fuente: Documentación Técnica SAINT GOBAIN

Adicionalmente, su factor solar elevado, permite un máximo de aportes energéticos gratuitos. El doble vidrio presenta un balance térmico (aportes solares menos pérdidas térmicas) cercano, en ciertos casos, al de los muros ciegos lo cual asegura una mayor homogeneidad de fachadas.

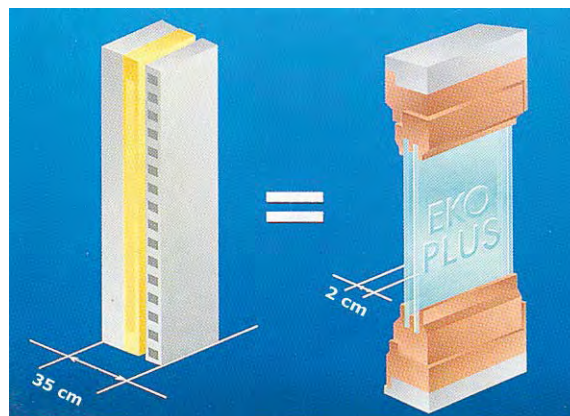


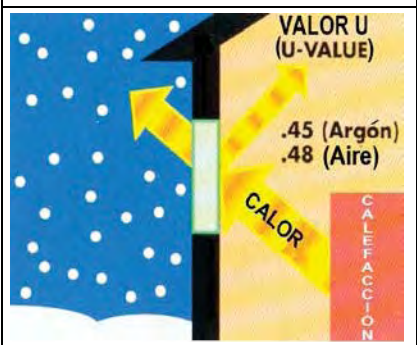
Figura B.329 – LOS MUROS CIEGOS Y LAS VENTANAS CON DOBLE VIDRIO Y BAJA EMISIVIDAD llegan a tener igual balance térmico

Fuente: Documentación Técnica SAINT GOBAIN

La protección del medio ambiente.

El doble vidrio con capa de baja emisividad, al economizar la energía, contribuye a proteger el medio ambiente. Consumir menos energía (eléctrica, gas, etc.) disminuye las emisiones de CO_2 ligadas a la producción de estas energías y, por ello, luchar contra el efecto de invernadero que nos amenaza (calentamiento global del clima). Además su excelente factor solar permite aprovechar plenamente una fuente de energía gratuita no contaminante y totalmente renovable: el sol.

Figura B.330 – COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DEL CONTROL SOLAR CON VIDRIO DE BAJA EMISIVIDAD (LOW-E-GLASS)

VIDRIO DOBLE CLARO DE AISLAMIENTO ESTÁNDAR		VIDRIO DOBLE DE BAJA EMISIVIDAD
	<p><u>Más Frescor en Verano</u></p> <p>La energía solar total transmitida a través del vidrio doble de baja emisividad es aproximadamente el 63% menor que la transmitida a través del vidrio doble claro de aislamiento estándar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entre menor sea el coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) menor será el calor por el verano. • Se mantienen más fríos los espacios interiores. • Se reducen los costos de consumo de energía para enfriamiento. 	
	<p><u>Reducción de transmisión de luz visible percibida</u></p> <p>El doble vidrio de baja emisividad transmite aproximadamente el 80% de la luminosidad percibida por un vidrio claro doble estándar de aislamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporciona una apariencia exterior similar a la del vidrio claro. • Provee control del brillo en climas de verano demasiado luminosos. 	
	<p><u>Reducción de energía ultravioleta</u></p> <p>El vidrio doble de baja emisividad reduce la decoloración y el desteñido de tapicería y telas por efecto de la energía de rayos UV (Ultra Violetas) un 90% más efectivamente con respecto al doble vidrio claro estándar de aislamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a proteger la tapicería del mobiliario interior de las viviendas así como las alfombras y tapetes contra el desteñido. 	
	<p><u>Más caliente en Invierno</u></p> <p>El valor U (U-Value) del invierno durante la noche (valor de aislamiento) del vidrio doble de baja emisividad es un 47% mejor que el del vidrio doble claro de aislamiento estándar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valores U menores indican mejor aislamiento • Reduce la pérdida de calor de la calefacción • Ayuda a reducir costos de energía de calefacción. 	

Nota: Las comparaciones están basadas en ventanas con piezas de 20 mm de aislamiento, dos vidrios de 3 mm cada uno, 12 mm de cámara de aire o de gas argón para los dos casos comparables. El desempeño real del vidrio puede variar ligeramente debido al espesor del mismo, el llenado de gas y la relación de vidrio/manguetería. El coeficiente de ganancia de calor solar representa la ganancia de calor solar a través del vidrio en relación con la incidencia de radiación solar. Es igual al 86% del coeficiente de sombra. Los datos pueden variar dependiendo de las tolerancias de fabricación. Los datos indicados fueron basados en registros del Consejo Nacional de Ventanería de los Estados Unidos de América, utilizando el software 5.2 de ventanas del Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley.

Fuente: PPG Residential Glass Products SOLARBAN, Glass Technology.

Suprime el efecto de vidrio frío

Para una temperatura exterior de 0°C y una temperatura interior de 19°C se obtiene una ganancia de 10°C entre la cara interior de un vidrio simple y la cara interior de un doble vidrio con capa de baja emisividad.

Disminuye de forma importante los riesgos de condensación

Lograda al acercar la temperatura del vidrio con la temperatura ambiente.

Neutraliza del efecto del viento

Con un vidrio sencillo tradicional un viento de velocidad elevada aumenta las pérdidas térmicas. Con un vidrio doble las pérdidas térmicas son limitadas incluso ante vientos violentos de 90 km/h.

Permite aprovechar toda la superficie habitable de la vivienda

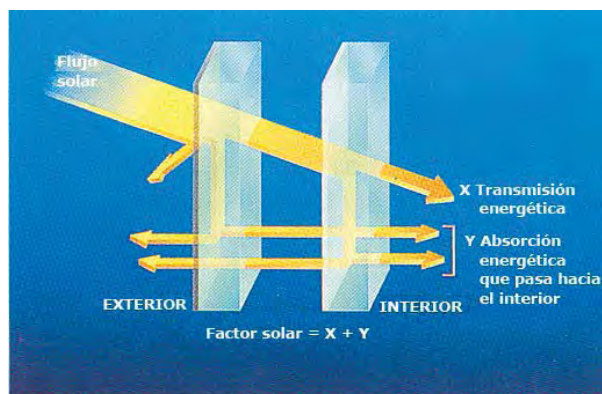
Es posible utilizar toda la superficie de un espacio sin problemas de confort (zonas calientes o frías)

Desempeño térmico asociado al control solar

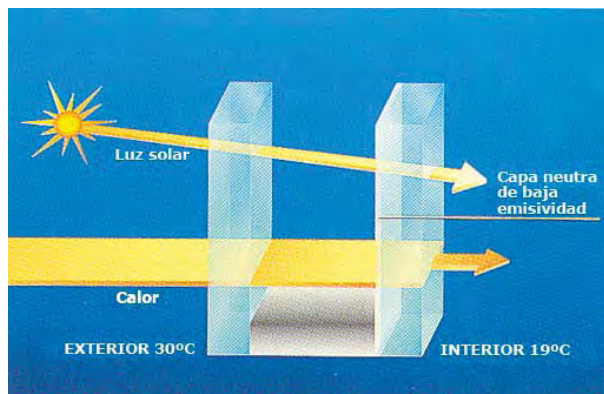
El control solar es una necesidad para las edificaciones cuyos locales son generalmente climatizados. El doble vidrio con capa de baja emisividad ofrece una respuesta adecuada a las condicionantes específicas de este tipo de edificios.

Reducción de aportes solares

En el caso de un espacio climatizado, se busca reducir los aportes solares indeseables para limitar los consumos ligados a la producción de frigorías. Las combinaciones adaptadas mencionadas en las siguientes figuras presentan un factor solar bajo.



El factor solar es la suma de la energía solar transmitida directamente y de la energía absorbida por el vidrio y transmitida hacia el interior



El calor queda bloqueado en el exterior

Figura B.331 – SOLUCIÓN TRADICIONAL PARA CLIMAS FRÍOS COMPARADA CON LA DE DISMINUCIÓN DE APORTE SOLAR, ADECUADA PARA CLIMAS CÁLIDOS

Fuente: Documentación Técnica SAINT GOBAIN

Hay diferentes combinaciones que permiten obtener no sólo el beneficio de los desempeños de control solar y de aislamiento térmico reforzado sino también una amplia gama de soluciones estéticas.

Se pueden fabricar vidrios aislantes con dos cristales de baja emisividad. Se puede por supuesto reemplazar el aire por un gas pesado para lograr valores de **K** extremadamente eficientes para espesores de vidrios aislantes comunes. Se ha tenido entonces en estos años una evolución considerable de la protección ofrecida por los vidrios. Los diferentes tipos de vidrios aislantes permiten ajustarse a problemas específicos variados (Figura B.332).



Figura B.332 – EJEMPLOS DE DIFERENTES OPCIONES DE DOBLE VIDRIO EN VENTANAS O TRAGALUCES DEPENDIENDO DE LAS NECESIDADES ESPECÍFICAS Y LOS RECURSOS PARA UN PROYECTO DADO

Fuente: Catálogo de productos, empresa VITROCRISTAL GLASS

El vidrio aislante de baja emisividad, destinado a viviendas de todo el mundo, permite ser un muy buen aislante y poder así realizar vanos mayores.

Partiendo de la solución de vidrio doble de baja emisividad para reducir la transmisión térmica los vidrios ofrecen ahora una eficacia multifuncional.

El vidrio, considerado como la parte débil está en paso de llegar a ser tan aislante como un muro de mampostería con el desarrollo a gran escala de la tecnología de capas delgadas. También puede cubrir necesidades adicionales específicas para un proyecto dado donde el entorno sea ruidoso, inseguro o riesgoso y, por ello, a la solución térmica de ventanas se pueden agregar separada o conjuntamente propiedades acústicas, así como protección al fuego y al vandalismo, lo cual lo hace un producto modulable a las necesidades de cada proyecto específico. En Europa, cada vez más, se está incluyendo al desempeño térmico el desempeño acústico y el retraso de violación por actos vandálicos.

Las ventanas aislantes comunes equipadas con un vidrio 4-10-4 son eficaces sobre el plan térmico, pero sólo aportan una reducción acústica del orden de RW: 30 dB. Para llegar a 33 dB hay que prever un vidrio asimétrico de tipo 4-12-6, mientras que una reducción RW de 38 dB necesaria en los sitios más ruidosos impone recurrir a un vidrio hojeado en un volumen vítreo que corresponde a un vidrio de seguridad reforzada. Dicho de otra manera, no hay hasta ahora en acústica una solución milagro equivalente a un tratamiento de baja emisividad para lo térmico.

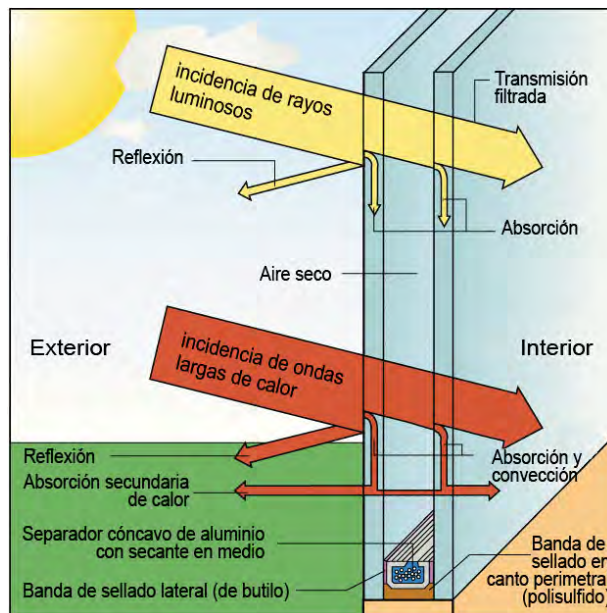


Figura B.333a – MONTAJE CARACTERÍSTICO DE AISLAMIENTO TÉRMICO CON VIDRIO DOBLE EN VENTANAS

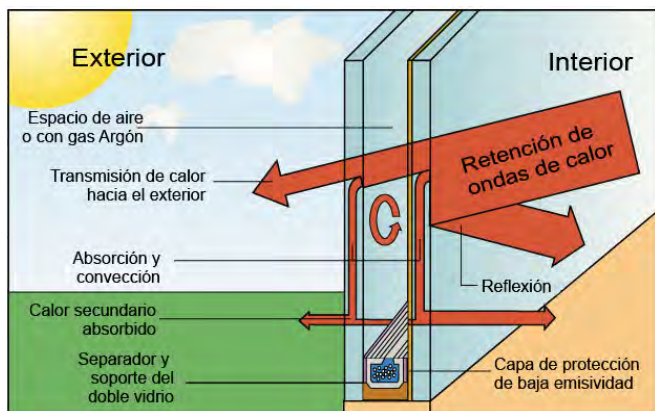


Figura B.333b – VIDRIO CON PROTECCIÓN CONTRA LA FUGA DE CALOR (con capa de baja emisión en interior de vidrio)

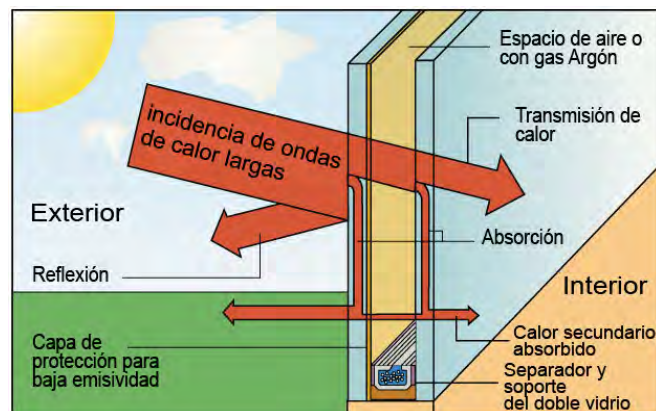


Figura B.333c – VIDRIO CON PROTECCIÓN CONTRA EL ASOLEAMIENTO (con capa de baja emisión en exterior de vidrio)

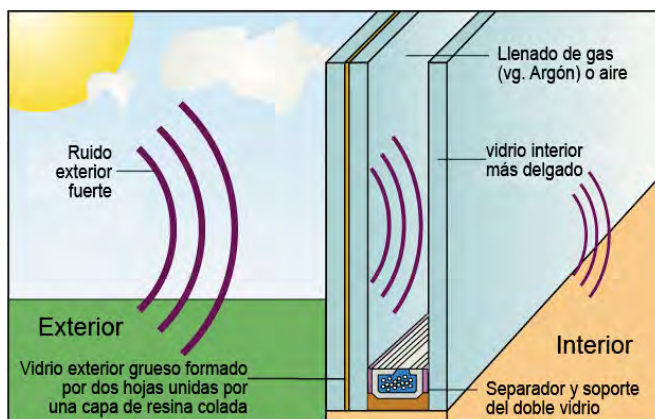


Figura B.333d – VIDRIO CON PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO

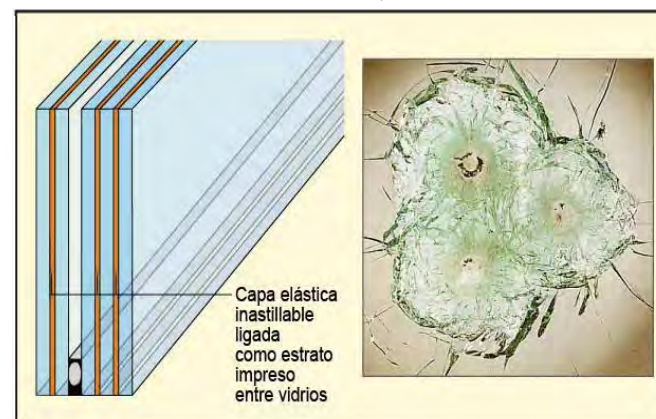


Figura B.333e – VIDRIO DE SEGURIDAD

Figura B.333 – SOLUCIONES DE VIDRIO DOBLE MÁS COMÚNMENTE UTILIZADAS EN CASOS DE VIVIENDA

Fuente: Bautechnik, FACHKUNDE BAU, Edit. Europa Lehrmittel, 2001, p. 81 y 82

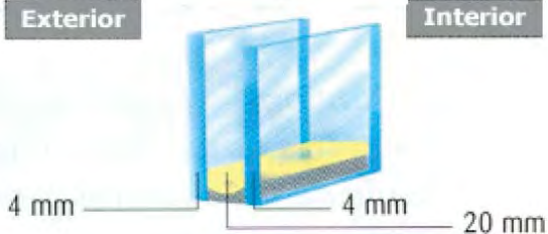
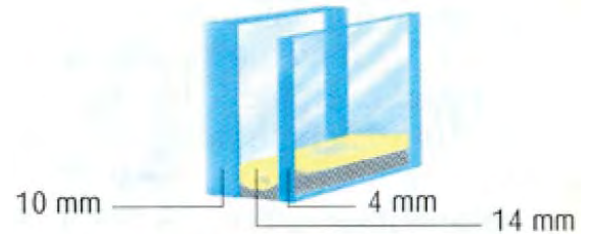
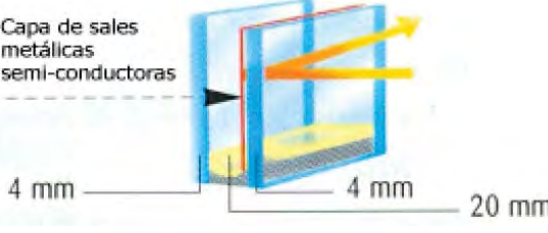
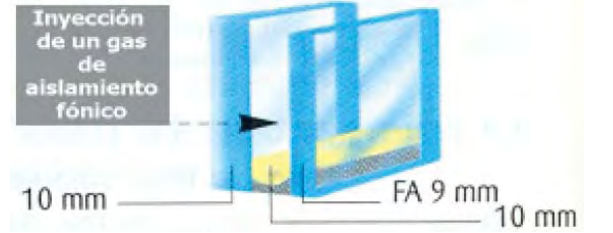
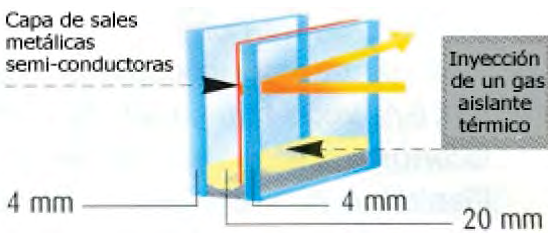
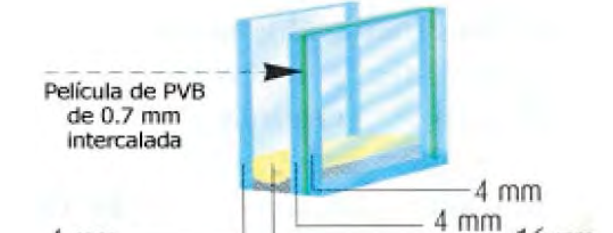
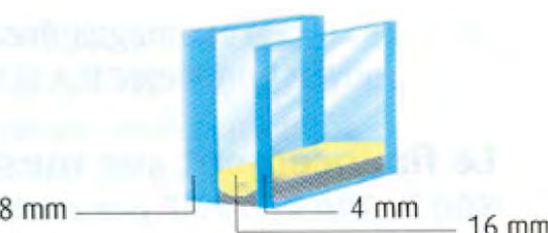
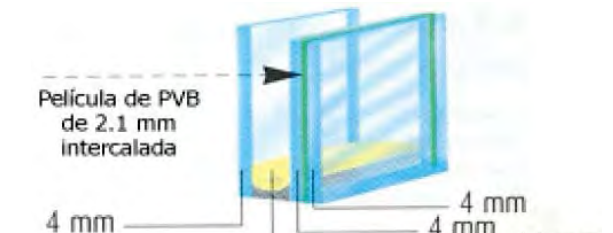
<p>Doble vidrio estándar con cámara de aire en el centro</p>	<p>Doble vidrio con espesores más diferentes para aislamiento acústico mayor y cámara de aire al centro</p>
<p>Exterior Interior</p>  <p>4 mm 4 mm 20 mm</p>	 <p>10 mm 4 mm 14 mm</p>
<p>Doble vidrio con baja emisividad y cámara de aire al centro</p>	<p>Doble vidrio con gruesos espesores iguales y gas aislante acústico al centro</p>
<p>Capa de sales metálicas semi-conductoras</p>  <p>4 mm 4 mm 20 mm</p>	<p>Inyección de un gas de aislamiento fónico</p>  <p>10 mm FA 9 mm 10 mm</p>
<p>Doble vidrio con baja emisividad y gas Argón al centro</p>	<p>Doble vidrio de seguridad contra vandalismo</p>
<p>Capa de sales metálicas semi-conductoras</p>  <p>4 mm 4 mm 20 mm</p> <p>Inyección de un gas aislante térmico</p>	<p>Película de PVB de 0.7 mm intercalada</p>  <p>4 mm 4 mm 16 mm</p>
<p>Doble vidrio estándar con espesores diferentes para aislamiento acústico y cámara de aire al centro</p>	<p>Doble vidrio de seguridad con blindaje</p>
 <p>8 mm 4 mm 16 mm</p>	<p>Película de PVB de 2.1 mm intercalada</p>  <p>4 mm 4 mm 14 mm</p>

Figura B.334 – EJEMPLOS DE DIFERENTES OPCIONES DE VIDRIO DOBLE EN FUNCIÓN DE NECESIDADES PREVISTAS

Fuente: *Le guide de la fenêtre, empresa TRYBA, fenêtres-portes, p. 62*

Afortunadamente, no hay imposibilidades técnicas por contraveniencias entre las características específicas de cada familia de vidrios, por ello, cada criterio debe tomarse en cuenta individualmente para encontrar el mejor cumplimiento.

De hecho, los desempeños no se adicionan necesariamente como lo ilustra el caso de vidrios aislantes tradicionales eficientes en el plano térmico como (sin una búsqueda específica) en el plano acústico. También, los vidrios diseñados expresamente como corta-fuegos y para-flamas son generalmente eficaces como protección acústica. Un vidrio hojeado grueso puede responder eficientemente a funciones complementarias como de seguridad contra el vandalismo, como corta-fuego, protección acústica y aislamiento térmico y tampoco nada impide la aplicación de una capa reflejante o de baja emisividad sobre un envidriado complejo de este tipo.

Antes, el vidrio tenía una K superior a $5W/m^2 \text{ } ^\circ C$, poco acústico y poco resistente a los actos de vandalismo. El vidrio y la ventana constituían un elemento negativo sobre muchos criterios importantes.

Sin embargo, ha dado un verdadero salto tecnológico.

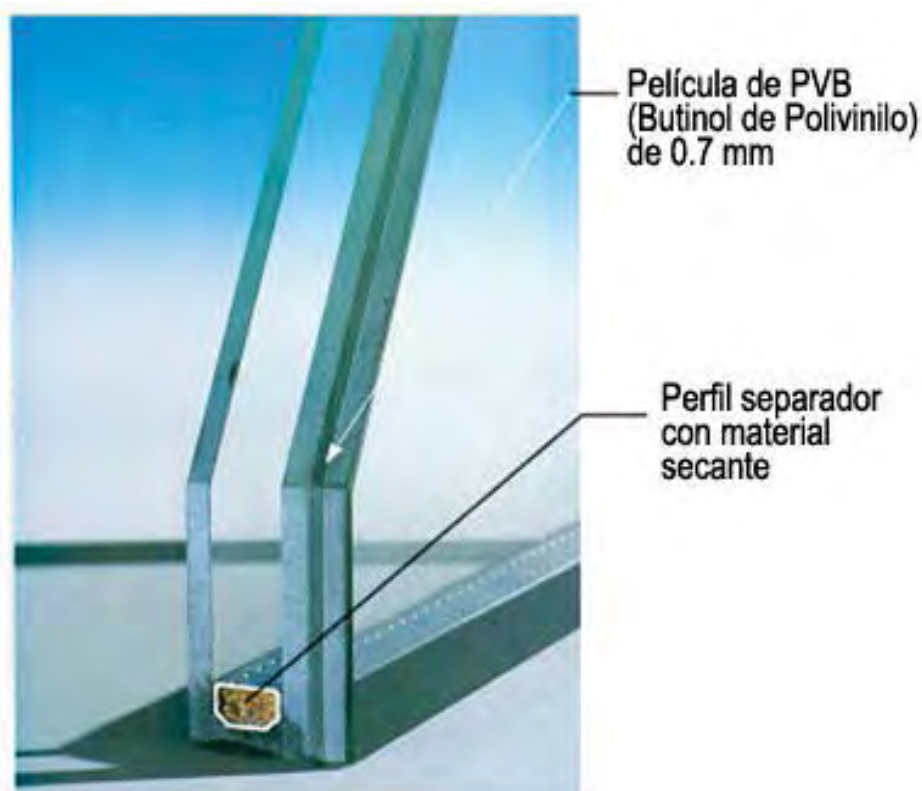


Figura B.335 – VIDRIO DOBLE CON SEGURIDAD CONTRA VANDALISMO

Fuente: Le guide de la fenêtre, empresa TRYBA, fenêtres-portes, p. 42

Las puertas exteriores, las ventanas y los cancelos de piso a techo están llegando a ser componentes cada vez más multifuncionales y más complejos.

Entre las evoluciones técnicas y estéticas más significativas se tienen:

- *Vidrio doble (aislante)* que en breve será lo común en todo el mundo en las ventanas de viviendas.
- La *tecnología de capas* que mejora los desempeños, en particular en materia de aislamiento térmico y de control de la luz.
- Los *vidrios en hojas pegadas intercalando PVB* (que reemplaza a las resinas),
- El *vidrio estructural* es igualmente un campo prometedor existiendo ya un método de cálculo y de colocación para la realización de losas de entrepiso de vidrio.
- *Vidrios electrocromados.*
- *Vidrio simple:* tasa de pérdida térmica = 5.5 vidrio 4mm y de doble vidrio
 $2.7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°K}$. Vidrio 4-12-4 con vacío de aire.
- *Con revestimiento de baja emisividad* (0.2 – 0.1 – 0.05 y es posible descender a 0.04 o incluso a 0.03). Los desempeños progresan de manera espectacular. La base de referencia es ahora como mínimo dos veces mejor.
- *Vidrio 4-16-4 mm con un espacio entre vidrios relleno con gas Argón* se caracteriza por un coeficiente U de $1.1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°K}$.
Se ha logrado una mejora notable del confort visual y térmico. La transmisión luminosa es del orden del 71% y el factor solar no sobrepasa el 42%, cuando éste es de alrededor del 42%.
- Las características térmicas tienen, entre otras ventajas, un ahorro de 200 kWh anual por vivienda.
- Con una temperatura exterior de -5 °C la temperatura de la cara interior del vidrio calefaccionada a 20 °C será de 16 °C, mientras que, con un vidrio aislante común es solamente de 2 °C con un vidrio simple de las antiguas ventanas.
- En verano, los sobrecalentamientos se reducen en la misma proporción, lo cual se traduce en economías de energía de consumo de aire acondicionado.
- Sobre una vivienda con 15 m² de superficie vidriada, el paso de un coeficiente K de aberturas de 3 a $1.3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°K}$, se traduce en una economía anual superior a 2000 kWh gracias a la reducción de pérdidas.
Este ahorro corresponde al 20% de la factura de calefacción y se complementa con un incremento apreciable del nivel de confort.
- *El desempeño térmico puede asociarse al aislamiento acústico, a la protección y a la seguridad.*
Gracias a su extrema resistencia, el doble vidrio con capa de baja emisividad se presta con facilidad a todas las transformaciones como: doble vidrio hojeado (con mica de seguridad) o templado; es, por tanto ideal para combinar varias funciones.
- Cada vez más productos que por ahora nos parezcan muy sofisticados podrán adquirirse, entre más se difundan, a un precio cada vez más accesible.
Esta polivalencia de ciertos vidrios se traduce a veces en una asociación de funciones inesperadas como la aplicación de una decoración de serigrafía sobre un vidrio hojeado destinado a una puerta corta-fuego.
- Los vidrios de seguridad contra incendio cubren cada vez más funciones para cubrir exigencias acústicas, térmicas o decorativas.

La seguridad

- Integran un *vidrio templado* en un doble vidrio se pueden combinar las exigencias de la seguridad con las ventajas del aislamiento térmico reforzado.
- El tratamiento térmico que se da al vidrio permite aumentar considerablemente su resistencia a los golpes mecánicos y a los esfuerzos térmicos. En caso de rotura del vidrio, el riesgo de heridas se reduce.
- Se busca ahora una modularidad económicamente soportable. Por supuesto, el vidrio perfecto que sea a la vez muy transparente, aislante contra el frío, el calor y el ruido, resistente al vandalismo, corta-fuego de una hora y accesible en costo, no existe.

Los últimos Watts, decibeles, o los últimos minutos de resistencia al robo o a las flamas son los más caros y un vidrio de altos desempeños multifuncionales tiene un alto riesgo de ser técnica y financieramente irrealista, pero es posible ahora conjugar al menos dos funciones complementarias para los edificios de vivienda ubicados en una zona ruidosa y donde las ventanas tengan vidrios de aislamiento térmico y acústico.

Los fabricantes ofrecen vidrios en paquetes donde asocian, por ejemplo, un vidrio de base con aislamiento térmico reforzado y un vidrio con función acústica o de retraso al robo o decorativo, según sean las necesidades. Son posibles diferentes combinaciones a partir de un vidrio claro de baja emisividad con factor solar bajo en el vidrio exterior, mientras que un segundo compuesto vítreo de función específica se colocará al interior ya sea para la protección de bienes y de personas, o para un aislamiento acústico reforzado o un vidrio decorado o para la preservación de la intimidad.

- Conjuntamente con los compuestos vítreos el desempeño térmico, acústico, mecánico, etc. de los perfiles y la estanqueidad de sus componentes así como la buena colocación en los vanos de albañilería, son fundamentales.

La condensación

Un fenómeno de condensación provisional se puede producir en ciertos casos:

- Cuando el aire húmedo caliente encuentra una pared más fría (se nota en un baño al ducharse).
- Ciertas condiciones de humedad.
- En las intersecciones de aluminio integradas en ciertos casos.

Con una ventilación adecuada esta condensación desaparece rápidamente.

Principio del efecto de invernadero

La energía solar transmitida al interior de una pieza a través de una ventana es absorbida por los muros, los muebles, cortinas, etc.

Estos elementos regresan esta energía en forma de radiación infrarroja.

Los vidrios, incluso claros, son prácticamente opacos a esta radiación y, por consecuencia, la reflexión al interior de la pieza en lugar de dejarla escapar.

La energía solar se encuentra entonces atrapada en el interior de la pieza la cual provoca un recalentamiento.

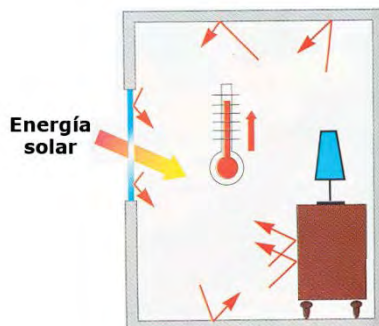


Figura B.336 – ENERGÍA SOLAR
Fuente: *Le Guide de la Fenêtre*, empresa TRYBA, p. 44

El *aislamiento acústico* es otra ventaja que ofrece el mismo vidrio doble que se emplea para el logro del confort térmico. En algunos casos se necesita mayor aislamiento por el ruido del entorno (proximidad a aeropuerto, a vialidades con mucho tráfico, etc.) y para ello hay soluciones particularizadas.

El ser humano y el medio ambiente están cada día más expuestos a un alto grado de contaminación por ruido. En el entorno más próximo, tenemos que luchar contra enormes emisiones de ruido. Cada día damos más valor al vivir tranquilamente y sin perturbaciones. Vivir tranquilo y acorde con la naturaleza es parte integral de la calidad de vida. Mantener la calidad de vida debe ser un objetivo importante en la planeación de las edificaciones

El ruido de la calle es una de las fuentes más desagradables de este tipo de contaminación. Contra este ruido se puede proceder a través del aislamiento efectivo en las ventanas.

Es importante reducir las molestias del ruido al máximo posible.

Con objeto de sensibilizarse sobre la reducción acústica que diferentes opciones de vidrio doble en ventanas ofrecen, se incluye a continuación una tabla que indica la cantidad de decibeles que progresivamente se pueden ir reduciendo a medida que se va incrementando el espesor de cada vidrio, donde se busca también que los vidrios que conforman el sandwich sean de diferente espesor con objeto de crear una cierta arritmia en las ondas sonoras.

Para lograr una mayor apreciación de los niveles de ruido en decibeles, se incluyen referencias de los ruidos correspondientes producidos por entornos que nos son familiares y reconocibles.

Entorno		Audición	Percepción de doble vidrio 4/16/4. Reducción acústica - 34dB	Percepción de doble vidrio 4/16/8. Reducción acústica - 37dB	Percepción con doble vidrio 4/16/10. Reducción acústica - 40 dB	Percepción con doble vidrio 9/10/10. Reducción acústica - 44dB
Jardín tranquilo, conversación a voz baja a 1.5 m, viento ligero	20dB	Muy calmado				
Calma campirana, cuchicheo	30dB	Calmado				
Oficina tranquila, conversación tranquila	40dB Umbral de confort	Más o menos calmado	Viento ligero			
Conversación animada, ruido de calle con menos de 10 vehículos/hora	50dB	Más o menos calmado	Conversación a voz baja			
Aspiradora, tienda de autoservicio, circulación urbana de 100 vehículos/hora, fábrica cercana	60dB	Ruidoso normal	Calma campirana	Cuchicheos	Conversación en voz baja a 1.5 m	Viento ligero
Camión a una distancia de 5.00 m, cafetería de escuela, circulación de 250 vehículos /hora	70dB	Ruidoso pero soportable	Conversación tranquila	Ruido de oficina tranquilo	Calma campirana	Cuchicheos
Eje carretero de 4 carriles a horas pico, radio a alto volumen, claxon de auto 80 dB	80dB Umbral de riesgo	Dificultad para conversar	Conversación animada	Calle tranquila con 10 vehículos /hora	Ruido de oficina tranquilo	Conversación tranquila
Sierra circular, tren a 25 m.	90dB	Dificultad para conversar	Aspiradora, circulación urbana	Tienda de autoservicio	Calle tranquila con 10 vehículos /hora	Ruido de oficina tranquilo
Moto de carreras, tráfico aéreo a 100 m, martillo rompedor	100dB Umbral de peligro	Difícilmente soportable	Camión a una distancia de 5 m, circulación de 250 vehículos/hora	Circulación urbana (100 vehículos/h) Aspiradora	Tienda de autoservicio	Conversación animada
Discoteca, taller de pailería	110dB	Umbral de dolor	Eje carretero , 4 carriles a horas punta	Circulación urbana (250 vehículos/h) Aspiradora	Cafetería de escuela	Circulación urbana (100 vehículos/h)
Reactor de avión a pocos metros	120dB Umbral de dolor	Rotura de tímpano	Sierra circular	Eje carretero , 4 carriles a horas punta	Tren a 25 m	Radio a alto volumen
Motor de turbina a pocos metros	150dB					

Tabla B.337 – REDUCCIÓN ACÚSTICA LOGRADA POR LAS DIFERENTES OPCIONES DE VIDRIO DOBLE

Fuente: Le guide de la fenêtre, Empresa TRYBA; p. 46

Se incluyen a continuación en las figuras a), b), c) y d) los tipos de envidriado de ventanas que se están considerando en la tabla como soluciones de reducción sonora.

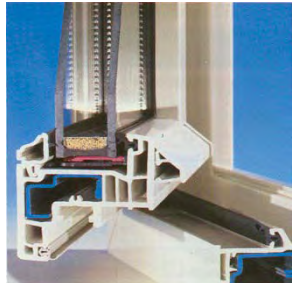
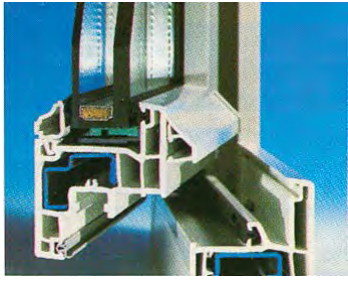
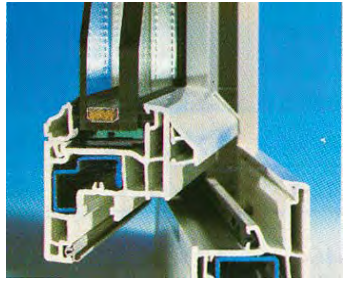
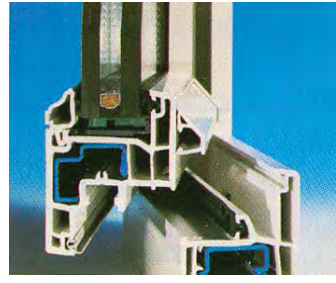
			
Vidrio doble 4-16-4 mm. Es la solución clásica comúnmente empleada en vivienda en Europa. Exterior: 4mm / Interior: 4mm Espacio entre los vidrios: 16 mm	VIDRIO DOBLE 4-16-8 mm Asegura una disminución sensible del ruido de fondo cuando éste no rebasa los 60 dB(A). Es una solución ideal para proyectos de vivienda en zonas urbanas. Permite una reducción sonora de hasta 37 dB.	VIDRIO DOBLE 4-14-10 MM Es la ventana ideal para viviendas cercanas a autopistas o periféricos con ruido de hasta 80 DB. Permite la reducción de ruido de hasta 40 dB	VIDRIO FA9-10-10 (Fa9 = Vidrio de 9 mm con película plástica) Es la solución adecuada para edificaciones ubicadas en proximidad a un aeropuerto donde se sufren agresiones sonoras de hasta 95 dB (A). Permite una reducción de ruido de hasta 44 dB.

Figura B.338 – TIPOS DE VIDRIO DOBLE EN VENTANAS PARA LA REDUCCIÓN SONORA
Se puede llegar a un vidrio acústico de hasta 48 dB para solucionar todo problema de ruido

Fuente: Le guide de la fenêtre, Empresa TRYBA; p. 45 y 46

DECIBEL

Es la unidad de medida de intensidad del ruido y del sonido. El decibel sirve de unidad práctica de medición y de comparación de ruidos y sonidos así como de su atenuación.

El decibel ponderado indicado como dB(A) es un valor corregido y global del decibel que toma en cuenta las distorsiones de percepción del oído humano según las diferentes bandas de octavos presentes en el sonido considerado.

El decibel como medida física no toma en cuenta las características psicológicas del oído humano más o menos sensible a los sonidos según su frecuencia.

El decibel acústico (dB(A) ha sido implantado con objeto de evaluar el nivel de ruido real percibido por el oído humano.

Para definir el nivel de protección acústica de las viviendas de un proyecto específico hay que elaborar un plano de situación con el registro o apreciación de los niveles de ruido exterior existentes, o por existir, en el entorno en el que estará implantado el proyecto con objeto de prever, en el diseño de fachadas (y muy principalmente de ventanas, cancelas y puertas exteriores) las soluciones para su aislamiento.

Se admite por la reglamentación europea que *el nivel sonoro medio en una vivienda no debe sobrepasar los 35 dB(A).*

Hay que tomar muy en cuenta que *un mayor aislamiento de los ruidos exteriores hacen a los ruidos interiores más perceptibles.* Por tanto, hay que seleccionar equipos de bajo nivel sonoro y considerar la conveniencia de aislar las losas de entrapiso, colocando alfombras (principalmente en las recamaras) o, en caso de tenerse losetas cerámicas o pétreas, con un bajo-piso para los ruidos de impacto y con muros dobles en colindancias entre casa y casa, así como aislando muros medianeros entre departamentos. Específicamente, las puertas de baños y toilet, conviene aislarlos con juntas perimetrales entre marco fijo y hoja abatible.

Antes de construir un proyecto, es muy conveniente conocer su nivel de exposición sonora e identificar las fuentes de ruido con el fin de deducir el tipo de aislamiento acústico requerido. Un estudio de esta naturaleza es, sin embargo, costoso y por ello sólo debe de hacerse en casos de gran exposición a ruidos (cercanía a aeropuertos, autopistas, o fuentes ruidosas [con índice de ruido comprendido entre 62 y 70 dB(A)] a menos de 75 metros de distancia. Para los demás casos, se puede fijar un aislamiento acústico mínimo a respetar; en los códigos europeos, *las fachadas deben de poder reducir el ruido exterior a un mínimo de 30 dB(A)*.

Los elementos de fachada más débiles a aislar acústicamente son las ventanas, los cajones de cortinas enrollables y las entradas de aire de ventilación.

Las ventanas acústicas tienen ya una buena estanqueidad al aire. Las adaptaciones se enfocan principalmente en la yuxtaposición de vidrios de espesores diferentes (4 y 10 mm por ejemplo) y por el tratamiento de las entradas eventuales de aire provistas de chicanas.

El doble vidrio asimétrico, con un vidrio más grueso que el otro, permite aislar de 30 a 40 dB(A). Para mejores desempeños es posible adicionar una capa acústica de resina sobre uno de los vidrios, aumentar el espesor de la cámara de aire que se deja al centro o reemplazar el aire de la cámara por gas argón.

El aislamiento acústico.

Integrando a la capa de baja emisividad a un doble vidrio de composición adecuada, se pueden acumular las ventajas del aislamiento acústico con las del aislamiento térmico reforzado.

Se muestra el caso de un envidriado hojeadado compuesto de dos vidrios unidos por una resina acústica especial. Este doble vidrio está especialmente previsto para el tratamiento del ruido en zonas críticas.

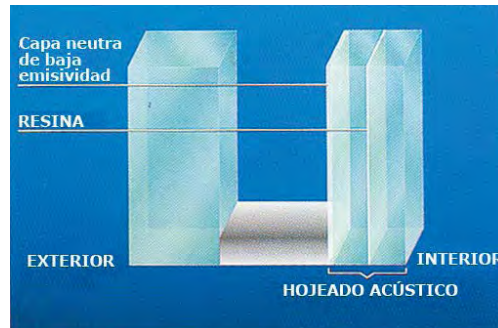


Figura B.339 – DOBLE VIDRIO que integra el aislamiento acústico y la baja emisividad

Fuente: Documentación Técnica SAINT GOBAIN

La protección

Integrando un envidriado hojeadado en un doble vidrio se pueden acumular las ventajas de la protección de personas y de bienes con las del aislamiento térmico reforzado (Ver figura 3.661).

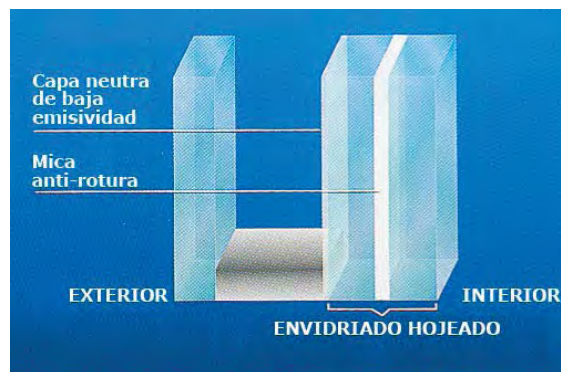


Figura B.340 – DOBLE VIDRIO integrando la mica antivandalismo y la capa de baja emisividad

Fuente: Documentación Técnica SAINT GOBAIN

Normas de ventilación

La legislación europea demanda una ventilación regular, permanente y auto-regulable de locales para uso de vivienda. En la práctica se prevén 30 m³/h en una recámara, de 60m³/hora en una estancia y de 15 m³/h por persona para escuelas y lugares colectivos.

Las nuevas reglamentaciones acústicas N.R.A. imponen un aislamiento mínimo de las piezas principales y cocinas contra los ruidos del exterior. Este aislamiento acústico normalizado debe ser como mínimo de 30 dB(A) con respecto a un ruido de carretera como fuente emisora.

Si por pieza se coloca una sola entrada de aire, ésta debe ser superior a 3 ó 6 dB(A) o sea a 33 ó 36 dB(A) en función del aislamiento demandado de 30 dB(A).

Si se colocan varias entradas de aire por pieza, cada entrada de aire acústico debe ser superior a 6 ó 9 dB(A) o sea de 36 a 39 dB(A) en función del aislamiento demandado de 30 dB(A).



Los seres humanos necesitan mucho aire. Dos personas (no fumadores) gastan 48 m³ en 60 minutos. Este espacio está representado aquí.



Con dos fumadores en una habitación de las mismas dimensiones, el aire debe ser renovado después de 40 minutos.

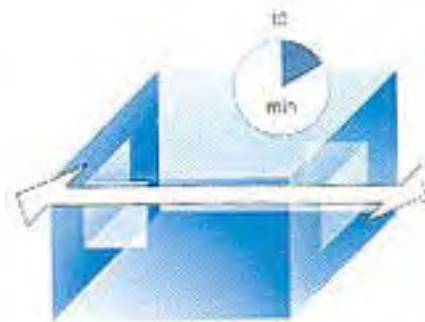
Comparación de los efectos de la ventilación continua y forzada.

Base: antes de la ventilación, con 0.2 Vol. % CO₂, aire viciado. Después de la ventilación, menos de 0.05 Vol.% CO₂.



La ventilación continua

Mediante un resquicio o poniendo la ventana en posición entreabierta, se necesitan más de 120 minutos – más de 2 horas – para conseguir un aire higiénicamente limpio



La ventilación forzada

Mediante corriente de aire conseguida entre dos ventanas opuestas. Se asegura la ventilación más higiénica al renovar el aire en 10 minutos

A veces se piden ventanas con ventilación forzada porque la aireación necesaria no está siempre garantizada. Mejor que con ventanas no estancas, la formación de humedad en las zonas críticas de unión de las ventanas se puede evitar abriéndolas, mediante una ventilación exactamente proaramada.

Figura B.341 – LA VENTILACIÓN CONTROLADA

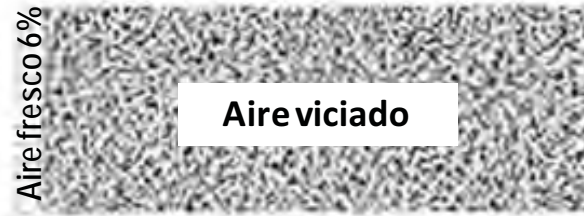
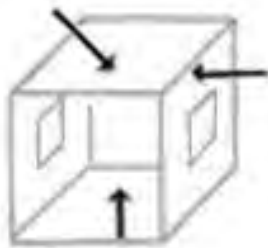
Fuente: *Windows: 50 Questions, 50 Answers, empresa KÖMMERLING, p.50*

Base: aire viciado (contenido de CO₂, 0.2 Vol.%).

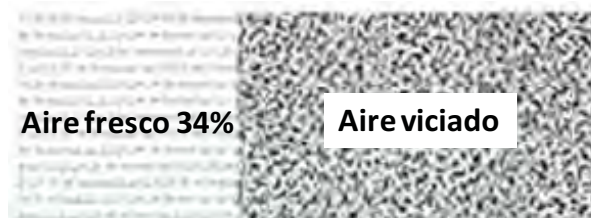
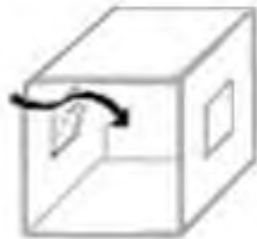
Comparación de los efectos de varias formas de ventilación después de 10 minutos.



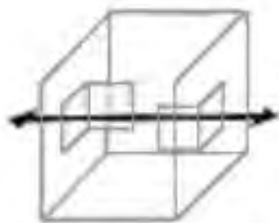
Ventilación por juntas no estancas con puertas y ventanas cerradas (aire fresco de 0.05 % Vol. CO₂)



Ventilación continua dejando la ventana entreabierta.



Ventilación forzada, corriente de aire entre dos ventanas opuestas abiertas.



La mejor forma de ventilar las habitaciones es una *ventilación en diagonal durante unos 10 minutos*. En este tiempo los elementos de la instalación no se enfrían del todo.

Las cantidades de aire necesarias para conseguir una higiene sana de la habitación no se consiguen mediante juntas no estancas.

La ventilación continua conduce a unas pérdidas de energía cuantiosas para un cambio de aire reducido.

Figura B.342 – FORMAS DE VENTILACIÓN POR VENTANAS Y PUERTAS EXTERIORES

Fuente: Windows: 50 Questions, 50 Answers, empresa KÖMMERLING, p. 51

De nada sirve aislar las ventanas si las entradas de aire o los cajones que alojan las cortinas enrollables (en el raro caso de existir en el proyecto) son permeables a los ruidos. Es, por tanto, indispensable equipar a las entradas de aire con capuchones acústicos cuya espuma de poliuretano o de otro material absorba una parte de la energía sonora.

A veces se requieren ventanas con ventilación forzada porque la aireación necesaria no está garantizada. La formación de humedad por condensación se puede evitar abriéndolas mediante una ventilación programada.

Al igual que las ventanas, los dispositivos de ventilación deben cubrir los siguientes requerimientos:

- *Aislamiento térmico* logrado por la formación de celdas múltiples con aire y por las características propias del material (caso del PVC y de la madera) o por la implementación de rupturas de puentes térmicos o la inyección de espumas aislantes en sus alveolos (caso del aluminio y del acero) y por las cámaras de aire que se crean entre perfiles en posición cerrada.
- *Estética* combinando geometrías y colores para su integración con el diseño de fachadas de los edificios.
- *Durabilidad y mantenimiento reducido* conservando su aspecto y adecuado funcionamiento durante la vida útil del inmueble.
- *Requerimientos para proyectos específicos* – Resistencia al fuego, resistencia contra la intrusión, blindaje, etc.

Hay que procurar que las tomas de aire para ventilación se ubiquen en las fachadas menos expuestas a ruido. Para entornos muy ruidosos no conviene utilizar cortinas de protección de ventanas y hay que reducir al máximo los dispositivos de ventilación.

En temporada de calor (verano) lo mejor es dar una ventilación en diagonal durante 10 minutos para evitar demasiado intercambio de calor.

Las cantidades de aire necesarias para conseguir una higiene sana de la habitación no se consiguen mediante juntas no estancas.

Para la salud de una persona se requieren aproximadamente 20 m³ de aire fresco. Por una ventilación insuficiente se sufre rápidamente de pequeños inconvenientes como los malestares de cabeza.

Una adecuada solución de ventilación permite coadyuvar en la conservación de la salud sin menoscabo de pérdidas de seguridad, de confort y de energía.

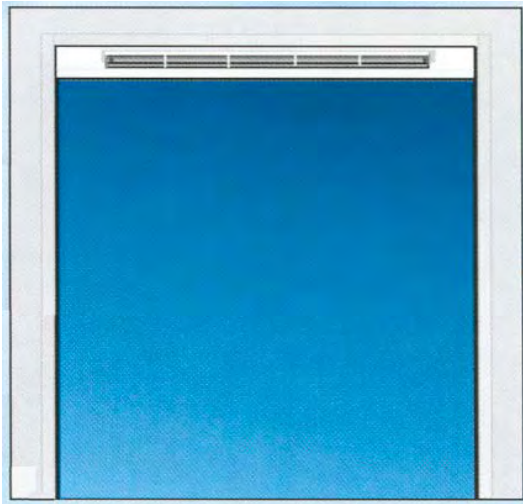
Cada año muchas personas mueren por intoxicación de monóxido de carbono. La ventilación a través de la abertura de puertas y de ventanas, en climas extremos, se convierte en un desperdicio de energía además de presentar problemas de protección contra la intrusión. Con rejillas de ventilación adecuadas se puede ventilar de manera sencilla, natural y segura (incluso aunque no haya nadie en casa). No hay riesgo de intrusión de insectos, del agua de lluvia ni de corrientes de aire.

Una buena ventilación regula la oxigenación y la higrometría. Una familia produce en promedio 10 l de agua por día y una construcción nueva retiene incluso y disipa progresivamente entre 3000 y 5000 l de humedad; todo esto debe ser eliminado por la ventilación. Una buena ventilación garantiza un ambiente salubre para sus habitantes.

Los olores, el moho y la condensación

El aislamiento excesivo e irreflexivo puede ser la base de una atmósfera de vida malsana.

Existe la posibilidad de emplear tomas de aire isofónicas instaladas en los marcos fijos de las ventanas como se muestra en la siguiente figura [B.343](#).



Entrada de aire exterior



Caja interior

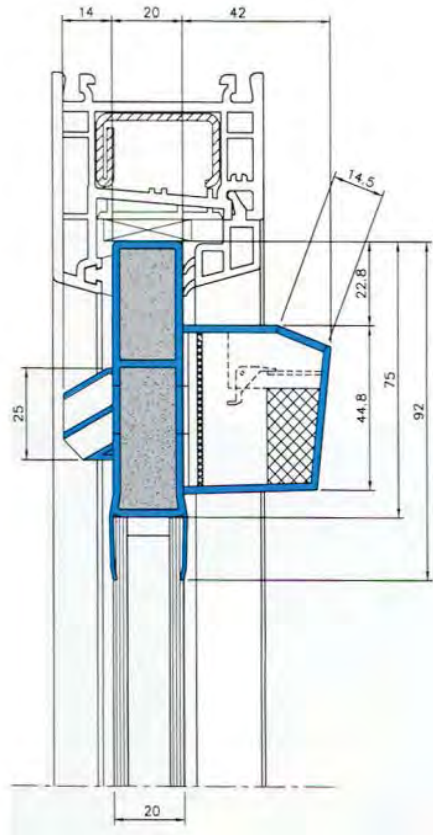
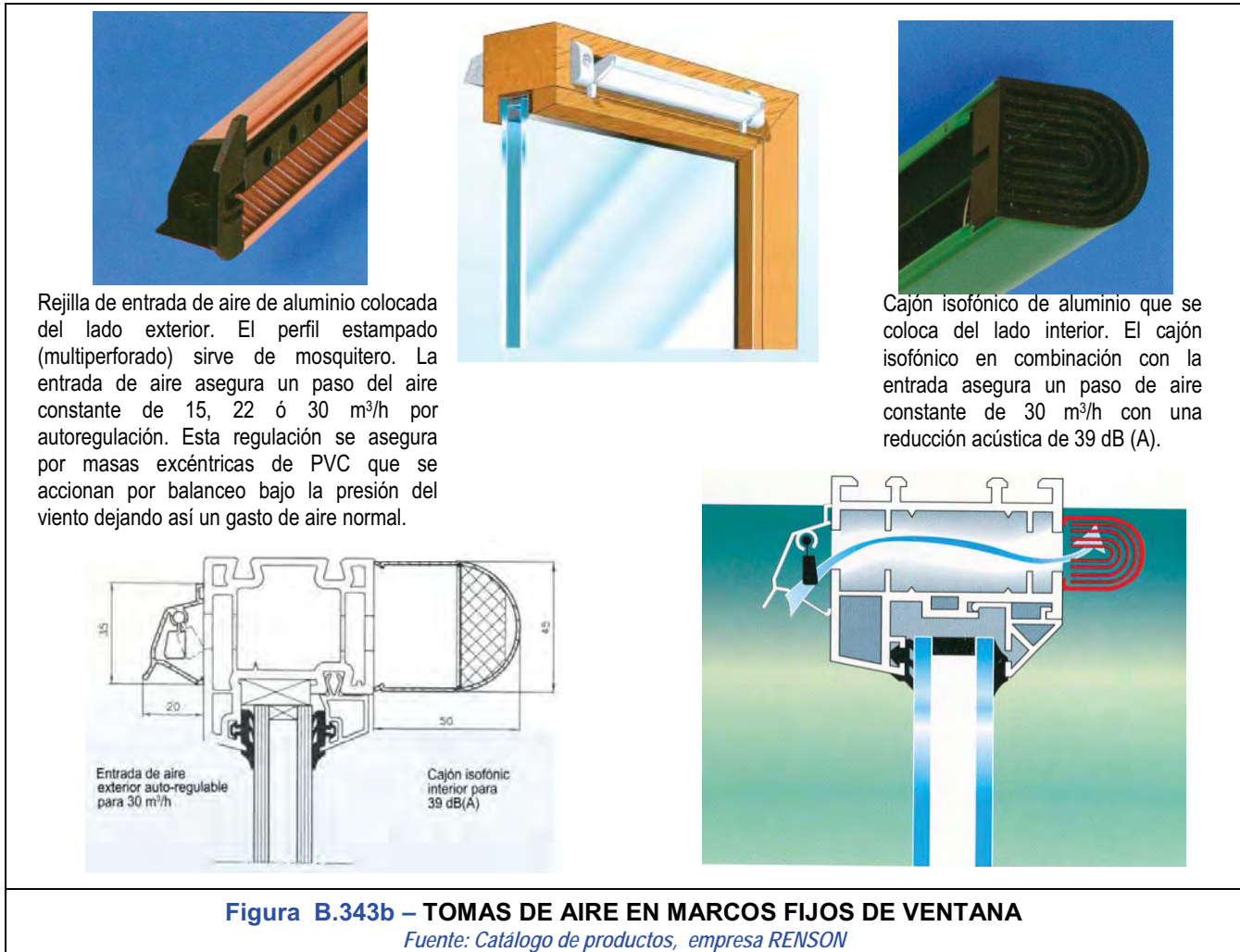


Figura B.343a – PERFIL DE PVC que se coloca entre el manguete superior del marco fijo y el vidrio. Este ingenioso perfil asegura la rigidez de la ventana. Ofrece una ventilación auto-regulable de 30 m³/h y una reducción acústica ≥ 39 dB(A) bajo ruido de carreteras.

Opcionalmente, se puede adicionar un dispositivo para 41 dB(A).
Está provisto de una entrada de aire exterior con un mosquitero y por un cajón isofónico auto-regulable del lado interior.

Fuente: Catálogo de productos, empresa RENSON



Rejilla de entrada de aire de aluminio colocada del lado exterior. El perfil estampado (multiperforado) sirve de mosquitero. La entrada de aire asegura un paso del aire constante de 15, 22 ó 30 m³/h por autoregulación. Esta regulación se asegura por masas excéntricas de PVC que se accionan por balanceo bajo la presión del viento dejando así un gasto de aire normal.

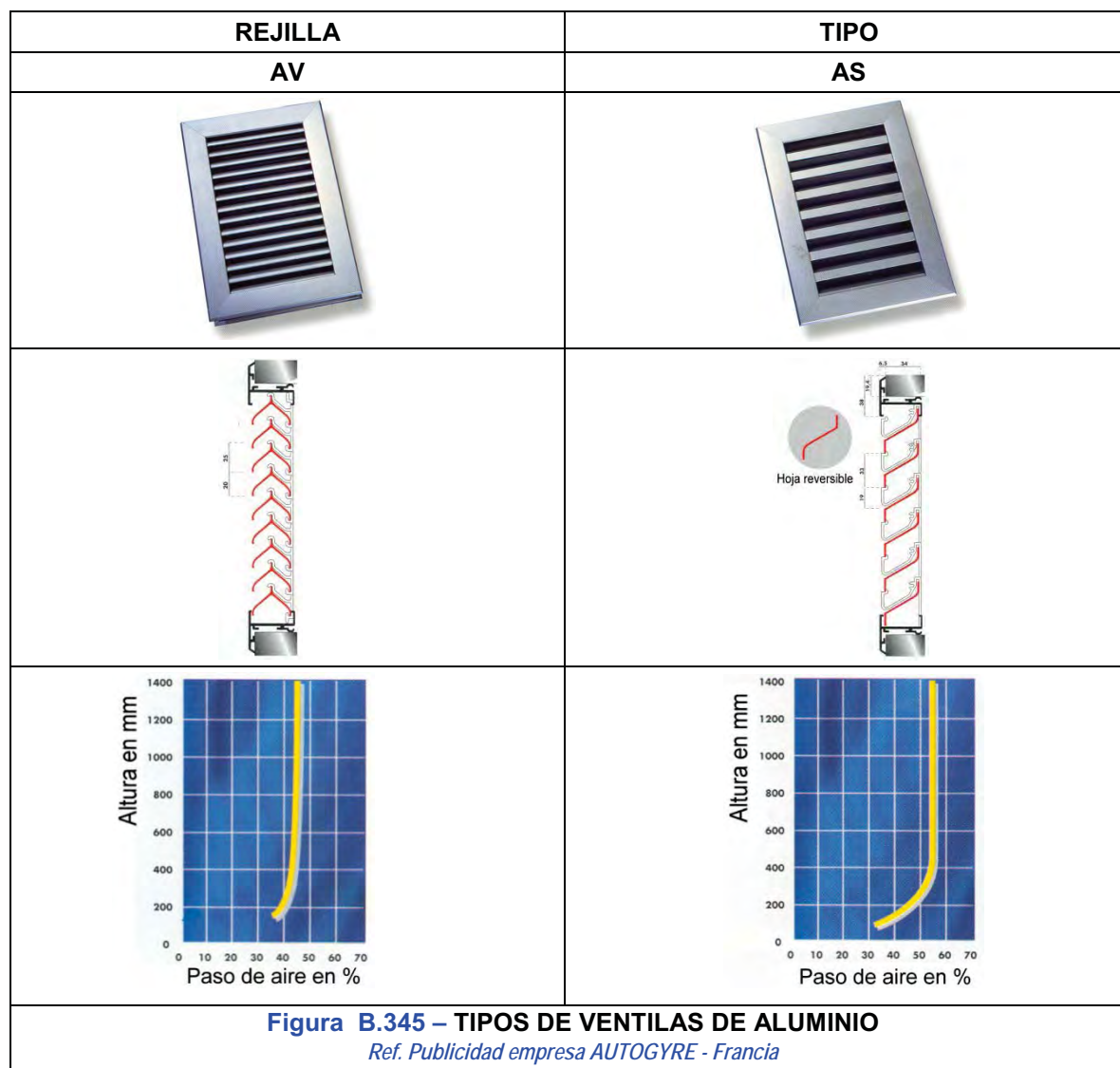
Cajón isofónico de aluminio que se coloca del lado interior. El cajón isofónico en combinación con la entrada asegura un paso de aire constante de 30 m³/h con una reducción acústica de 39 dB (A).

Existen soluciones integradas a los manguetes de ventanas que incluyen además de la aireación una ventilación con filtro, recuperador de calor (para climas fríos) y sensor de control como se aprecia en la figura B.344.



Figura B.344 – VENTANAS CON VENTILACIÓN VENTO-THERM – Fuente: Catálogo de Productos, empresa SCHÜCO. Esta solución tiene como ventajas: conserva todas las características de una ventana cerrada (estanqueidad, aislamiento acústico, aislamiento térmico, protección antirrobo), evita corrientes y molestias por polen e insectos, gran ahorro de energía con un grado de distribución térmica del 45%, entrada de aire fresco con filtro para polvos finos, control de calidad del aire interior con sensor de humedad y CO₂, etc.

Para la *ventilación complementaria*, lo más común es el uso de ventilas fijas con un mosquitero de plástico integrado como las mostradas en la siguiente figura **B.345**.



Soluciones eficaces para retrasar los robos.

Los ladrones entran en la mayoría de casos por la puerta o por la ventana en las viviendas, las cuales son las más afectadas.

Una puerta con vidrio o una ventana común no resisten más de 30 segundos a una tentativa de robo con una herramienta común. Aunque es casi imposible garantizar la invulnerabilidad de una puerta blindada frente a un ladrón experimentado, hay diferentes técnicas que desaniman a los malhechores que se aprovechan de la negligencia de los propietarios pero que no insisten más de dos o tres minutos cuando encuentran una resistencia suficiente. El tiempo necesario para forzar una ventana de este tipo se cuenta en minutos los cuales son muy largos para la mayoría de ladrones.

El modo de violar una puerta con vidrio o una ventana más simple es rompiendo el vidrio. Para paliar esta fragilidad relativa del vidrio se han desarrollado vidrios especiales, los cuales están hojeados con muchas capas de vidrio y películas transparentes adheridas como el PVB, los cuales están normalizados y clasificados por niveles de protección. También se puede colocar una película de seguridad.

Además del vidrio, debe haber un diseño coherente en el conjunto de la ventana o puerta incluyendo su anclaje en la obra de albañilería, así como la calidad de la cerradura.

Se puede igualmente prever la colección de cierres reforzados como las cortinas metálicas, las rejas de protección, etc.

Actualmente, existen ventanas comunes, eficaces contra el vandalismo, que son relativamente accesibles económicamente (Ver figura B.347).

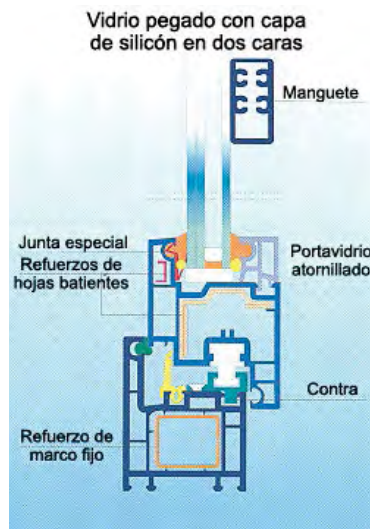


Figura B.347 – EJEMPLO DE SOLUCIÓN DE VENTANA CONTRA LA INTRUSIÓN VANDÁLICA

Fuente: Catálogo empresa VEKA

Utilizando un vidrio hojeadado se disminuye el riesgo de intrusión. Existen diversas composiciones (de 1 a 4 estrellas o niveles)

Las últimas investigaciones proponen vidrios ultra-aislantes y *el control de las transparencias con los aerogels de sílice, los cristales líquidos, el electrocromo y el gasocromo* y también capas autolimpiables a base de óxidos de titanio. Algunos de estos productos están ya comercializados como los vidrios electro-cromo y de cristales líquidos (1000 euros/m²).

Las capas autolimpiables de óxido de titanio funcionan por degradación de las suciedades por los rayos ultravioleta, por ello, un simple lavado con agua (puede ser de lluvia) preserva la limpieza del vidrio.

La ventana formada por chasis y vidrio, por los avances tecnológicos y puesta en evidencia de varios requerimientos, se ha transformado progresivamente en un conjunto complejo que agrupa en un mismo producto, el ocultamiento, la ventilación y vidrios de diversas propiedades.

En un futuro, se implementará la motorización y automatización de sus operaciones para mantener los niveles de control termo-acústico de confort a pesar de los cambios de clima exterior.

También el desarrollo de nuevos aislantes transparentes y extra delgados proporcionará mejores desempeños.

La nanotecnología se estará empleando para este objetivo.

También hay lo que se denomina *“La ventana inteligente” la cual está equipada con una persiana de control de la iluminación con funcionamiento automático y autónomo a partir de celdas fotovoltaicas colocadas sobre el chasis de la ventana.*

Por lo que se refiere a la *estructura de la ventana formada por marcos fijos y móviles*, existen diversos materiales que se han venido desarrollando con cada vez más mejoras de desempeño.

Los materiales actualmente utilizados a nivel mundial para la fabricación de manguetas son: el aluminio, el acero, el PVC y la madera.

En México, se ha estado utilizando desde hace muchos años, y aparentemente se seguirá utilizando en el sector informal de la vivienda, manguetería a base de perfiles estructurales o de perfiles tubulares de acero resultantes del doblado de lámina de acero calibre número 18 ó incluso número 16.

Para la vivienda de interés social y vivienda económica se tiene generalizado el empleo de ventanas prefabricadas con perfiles de aluminio y vidrio sencillo y, en otros niveles de vivienda y de otros géneros de edificios, el aluminio es actualmente el material más utilizado en las ventanas en México.

El acero, a base de perfiles estructurales o a base de perfiles de lámina doblada de diversos calibres está siendo cada vez menos utilizado por su tendencia a la corrosión y su consecuente mantenimiento requerido así como por su decreciente competitividad en precio y en desarrollo industrial.

El PVC está iniciando su incursión en México a través de la importación de perfiles por parte de empresas, en su mayoría europeas, y de armado a la medida por empresas mexicanas. Hasta ahora, las ventanas de PVC, resistente a los rayos UV, se utilizan en el sector residencial pero seguramente en un futuro próximo este material será el más utilizado por sus ventajas de durabilidad y bajo mantenimiento, ligereza, aislación, posibilidades de acabado y competitividad en costo.

En 1985, la madera, el aluminio y el P.V.C. se compartían en Europa la casi totalidad del mercado con una predominancia de la madera (60%), el aluminio (30%) y el PVC se comenzó a utilizar bastante en la rehabilitación.

Actualmente, la ventanería de PVC ha llegado a ser la más utilizada después de escasos 25 años de haber incursionado en el mercado. En Francia, por ejemplo, donde era tradicional el uso de ventanas de madera es sólo del 17% y pisándole los talones las ventanas de aluminio con el 15%. El 2% restante son ventanas de perfiles combinados (aluminio-madera) o de acero para requerimientos especiales.

Se comentan a continuación las características, utilidades y desarrollos de los materiales con los que están fabricados los manguetas de ventanas a nivel mundial.

Ventanas con manguetes de acero

Tradicionalmente utilizadas por sus cualidades mecánicas y la esbeltez de sus perfiles, el **acero** debe alinearse ahora a las necesidades térmicas que cumplen sus competidores.

Los puntos fuertes del acero, en particular, son sus cualidades mecánicas y su resistencia al fuego las cuales son apreciadas para casos de utilizaciones expuestas a esfuerzos importantes (puertas para mucho tráfico y funciones de cortafuego y paraflama).

El acero se utiliza más ahora como refuerzo en numerosos perfiles de aluminio o de PVC e incluso en el ensamblaje de algunos marcos de ventanas de madera que como manguetes mismos.

El acero podrá, a corto plazo, reconquistar algunas partes del mercado con innovaciones técnicas y estéticas que refuercen su competitividad.

Para evitar la oxidación y cumplir con la durabilidad existe la opción del acero galvanizado y del acero inoxidable. Se han logrado también buenos desempeños térmicos (coeficiente K inferior a $1.8 \text{ W/m}^2 \text{ °K}$) en ventanas con doble vidrio y con una capa de baja emisividad, se utilizan también barras de ruptura de puente térmico a base de poliamido, las cuales han sido probadas exitosamente como cortafuegos durante 30 minutos; esta solución también aporta un adecuado aislamiento acústico.

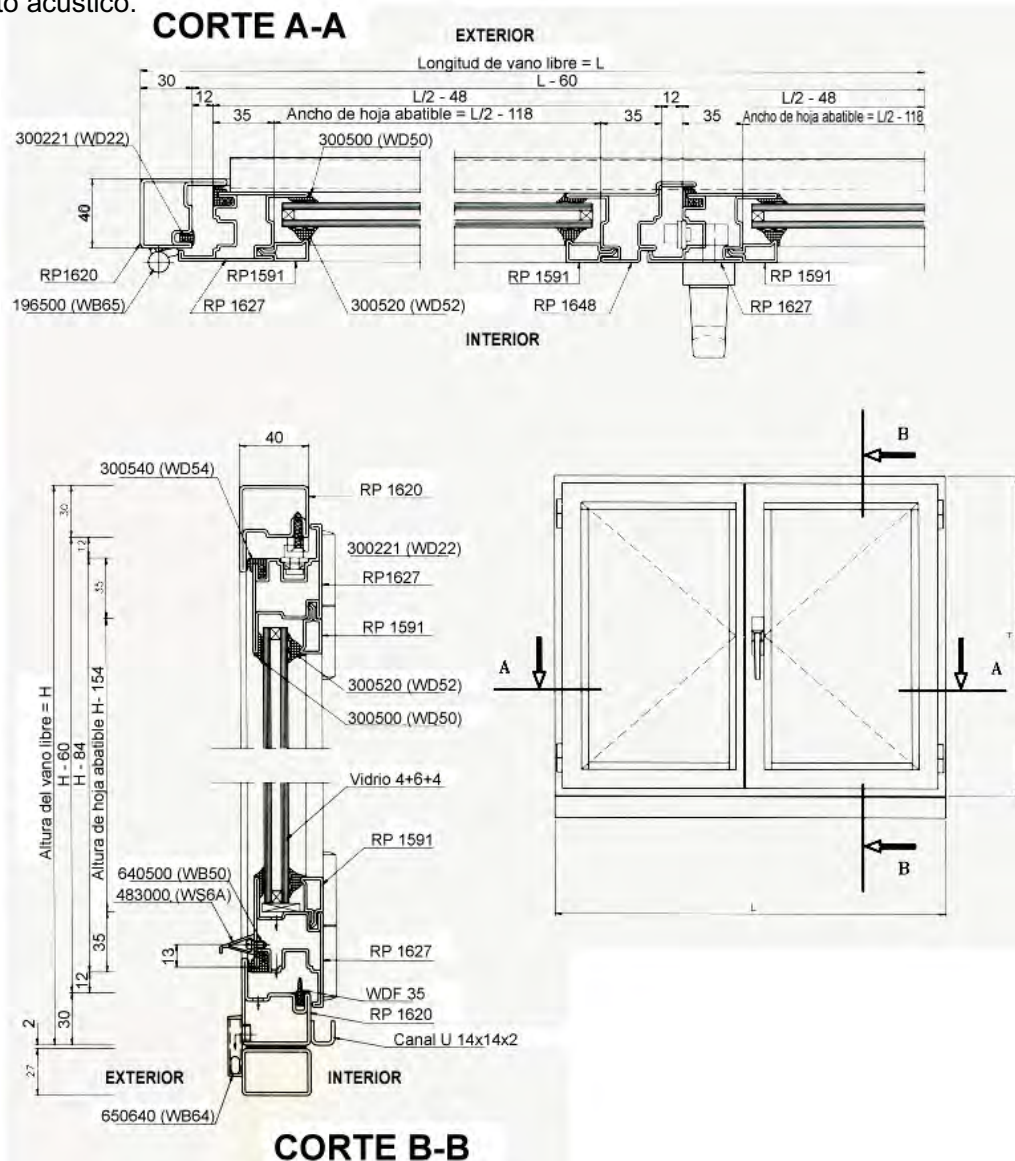
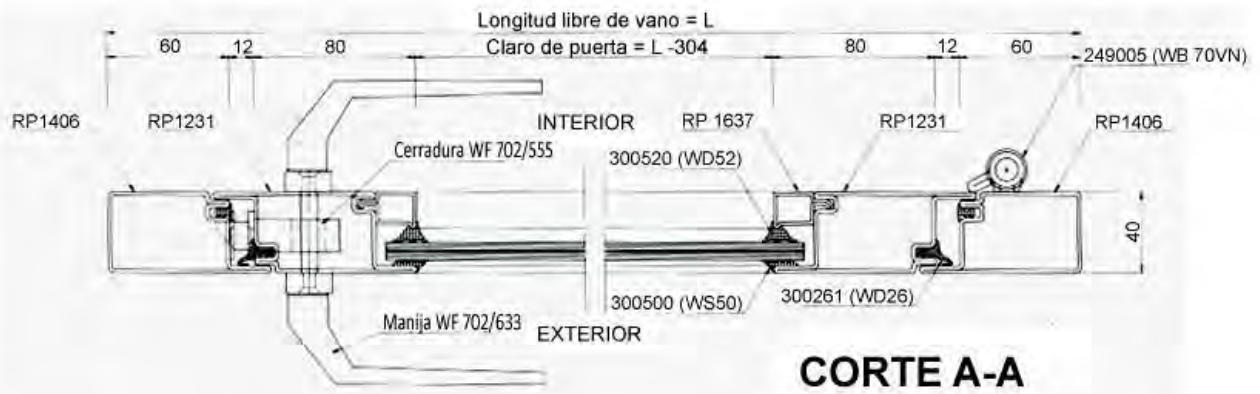


Figura B.348 – VENTANA A BASE DE MANGUETES DE ACERO CON LAS HOJAS ABATIBLES HACIA EL INTERIOR - Ref. Catálogo de empresa MANNESMANN (Francia)



CORTE B-B

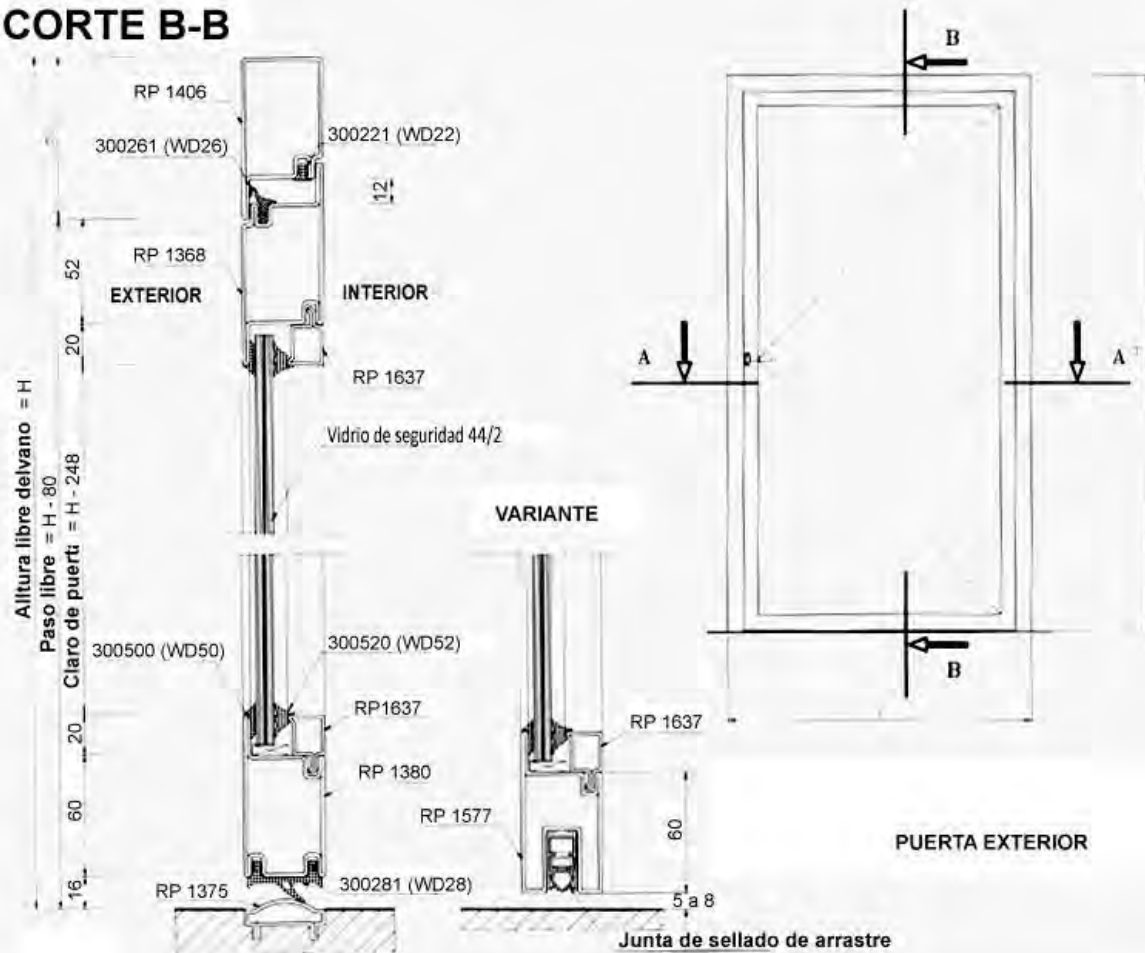


Figura B.349 – PUERTA EXTERIOR CON MANGUETES DE ACERO
Ref. Catálogo de empresa MANNESMANN (Francia)

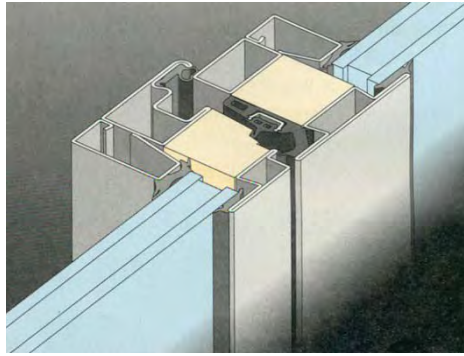


Figura B.380 – UNIÓN ENTRE MANGUETES DE ACERO
Ref. Catálogo MANNESMANN (Francia)



Perfil tipo

Figura B.381 – PUERTA DE ACCESO A EDIFICIO DE VIVIENDAS CON PERFILES DE ACERO
Ref. Catálogo MANNESMANN (Francia)

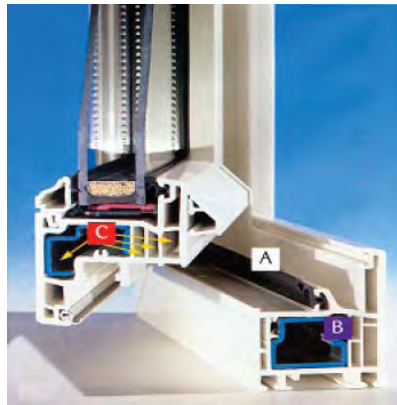


Figura B.382a – PERFILES DE ACERO COMO REFUERZO OCULTO DE MANGUETES DE PVC
Fuente: Guide de la fenêtre, empresa TRYBA; p. 40

- 1** Bisagras atornilladas a la armadura
- 2** Uniones de esquina de manguetes de PVC soldadas.
- 3** Cerradura fijada a la armadura
- 4** Atornillado sobre travesaño alto y bajo

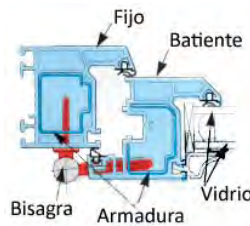


Figura B.382b – ARMADURA DE ACERO EN MANGUETES DE PVC

Fuente: Guide de la fenêtre, empresa TRYBA; p. 38

En general ahora el acero tiende a utilizarse en casos muy especiales, en edificios diferentes a la vivienda y, como ya se dijo, como refuerzos para perfiles hechos con materiales de menor resistencia como el PVC.

El aluminio se impone naturalmente como una solución de alto desempeño por la esbeltez de sus perfiles y su rigidez, este material es ideal para la realización de cancelos y ventanas con claros de grandes dimensiones con gran facilidad de mantenimiento.

El aluminio es un material inalterable. La estrechez de sus perfiles ofrece un amplio claro visual y su robustez le permite soportar vidrios de grandes dimensiones. La gama de ventanas corredizas de aluminio puede constar de 2, 3, 4 y hasta 6 hojas que pueden abrirse y, principalmente, para grandes dimensiones que pueden llegar hasta 2.60 m. de alto por 4.00 m. de ancho para el caso de un cancel de piso a techo de dos hojas.

Estable e inerte, el aluminio resiste satisfactoriamente los cambios de temperatura.

Una amplia gama de colores le permite adaptarse a todos los gustos.

Equipadas estas ventanas con un sistema de ruptura de puente térmico, protegen eficazmente del frío en invierno y del calor en verano.

En los lugares con clima templado, donde las diferencias de temperatura son mínimas, se pueden utilizar perfiles sin ruptura de puente térmico (serie fría).

Las ventanas con perfiles de aluminio con ruptura de puente térmico tienen un coeficiente de transmisión térmica medio de $2.9 \text{ W/m}^2\text{°C}$, equivalente a un vidrio de 4 + 10 + 4mm.

Se busca en las ventanas perfiles delgados y opciones de acabados, principalmente laqueados, de colores a escoger aunque también se siguen empleando acabados anodizados Duranodic o natural y laqueados con imitación madera.

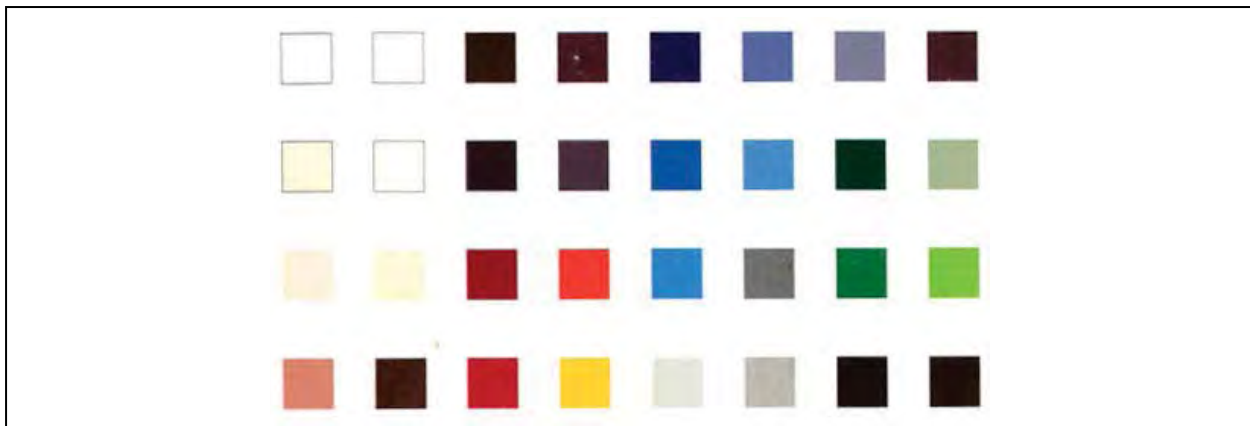


Figura B.383a – Gama de colores de laqueado

Fuente: *Catálogo de producto, empresa INTEXALU SYSTÈMES*



Figura B.383b – Espectro de colores de anodizado

Fuente: *Catálogo de producto, empresa INTEXALU SYSTÈMES*

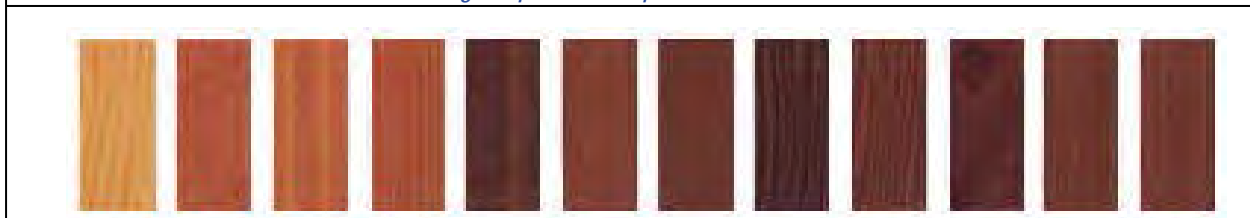


Figura B.383c – VARIEDAD DE ACABADOS LAQUEADOS imitación madera. Este laqueado sobre aluminio garantiza gran resistencia a la abrasión y a la luz. Casi no requiere mantenimiento. Pueden laquearse los perfiles con un color o acabado por fuera y otro por dentro.

Fuente: *Catálogo de producto, empresa SEPALUMIC*

Hasta ahora hay dos soluciones utilizadas para mejorar el aislamiento de los perfiles de aluminio: La formación de rupturas de puentes térmicos y el llenado de todos sus huecos con espuma de poliuretano.

Perfiles con ruptura de puente térmico

La característica de estos elementos reside en intercalar aislantes de poliamido. La resistencia al cizallamiento permite aligerar el peso de los perfiles, su profundidad sólo tiene 50 mm.



Perfiles con espuma inyectada

Como otra solución para mejorar el aislamiento de los manguetes bastante eficiente pero menos empleada que la ruptura de puente térmico, existen perfiles para ventana que están constituidos por un alma de espuma de poliuretano inyectado dentro del perfil de aluminio prelaqueado.

El coeficiente de transmisión térmica medio (día y noche) de una ventana con estas características técnicas están cercanas a un valor de K promedio de 1.35 W/m² °K.

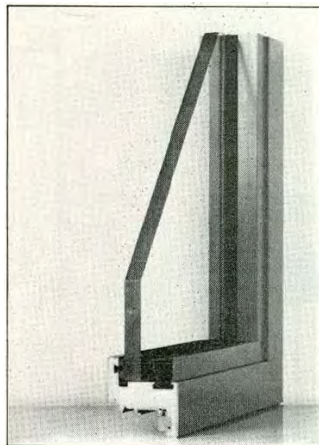


Figura B.386 – PERFILES CON AISLANTE TÉRMICO INYECTADO EN EL INTERIOR DE SU SECCIÓN
Fuente: Producto de empresa HOECHST, revista Le Moniteur, 26 octubre 1984; p. 114

Para las ventanas de aluminio, la ruptura de puentes térmicos va a llegar a ser la regla así como el doble vidrio para poder cumplir con los desempeños térmicos requeridos cada vez más exigentes.

La ruptura de puentes térmicos se logra con el empleo de perfiles de poliamido, de poliuretano o de PVC, las cuales cumplen con el aislamiento requerido.

La conductividad térmica del aluminio es 1000 veces superior a la del PVC. Por ello, los puentes térmicos suelen romperse con almas de plástico.

(λ del aluminio = 230 W/m. °C y λ del PVC = 0.23 W/m.°C).

La fijación y rigidación en las esquinas de perfiles para formar marcos fijos y móviles de las ventanas de aluminio se realiza con la ayuda de escuadras metálicas que garantizan la escuadra a 90° y con corte a 45° en los perfiles. Ver figura **B.387**.

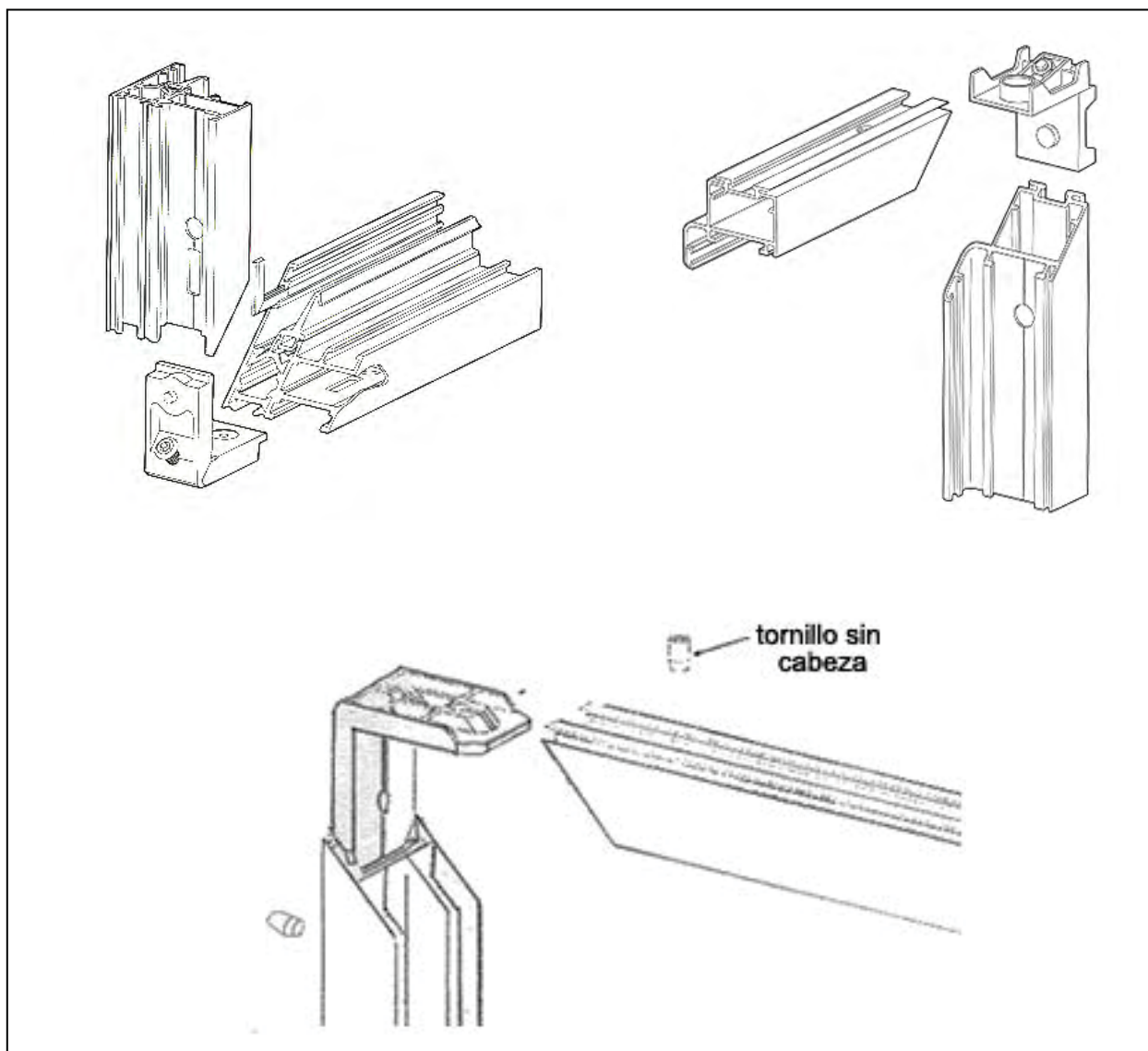


Figura B.387 – DETALLE DE ENSAMBLE DE PERFILES DE ALUMINIO EN ESQUINA
Ref. Información Técnica, Empresa TECHNAL

El PVC sobre todo, utilizado desde 1950 en la industria automotriz, se impone ahora como el segundo material plástico más consumido en el mundo.

Después de 30 años de utilización en Europa, el PVC se impone como un producto durable y resistente a las agresiones climáticas. El PVC tiene todas las ventajas:

- Es estable a los rayos ultravioletas sin amarillentarse, a la lluvia, al hielo, inalterable a través del tiempo, antigolpes, imputrescible y no necesita de ningún mantenimiento, por ello, todas las ventanas se garantizan por 15 años.

El PVC se emplea cada vez más en la construcción para la realización de ventanas.

El PVC asocia varias ventajas estéticas y técnicas, particularmente su resistencia combinada con sus cualidades térmicas y acústicas excelentes, mantenimiento reducido, etc.

Actualmente, el 55% de las ventanas que se fabrican en Europa son de PVC.

Los componentes del PVC son reciclables al 99% lo cual lo hace un material respetuoso para el medio ambiente.

Los perfiles de PVC pueden adecuarse a acabados de color por co-extrusión con una capa superficial acrílica PMMA de color o de imitación madera con foliados (películas plásticas también llamadas plaxajes).

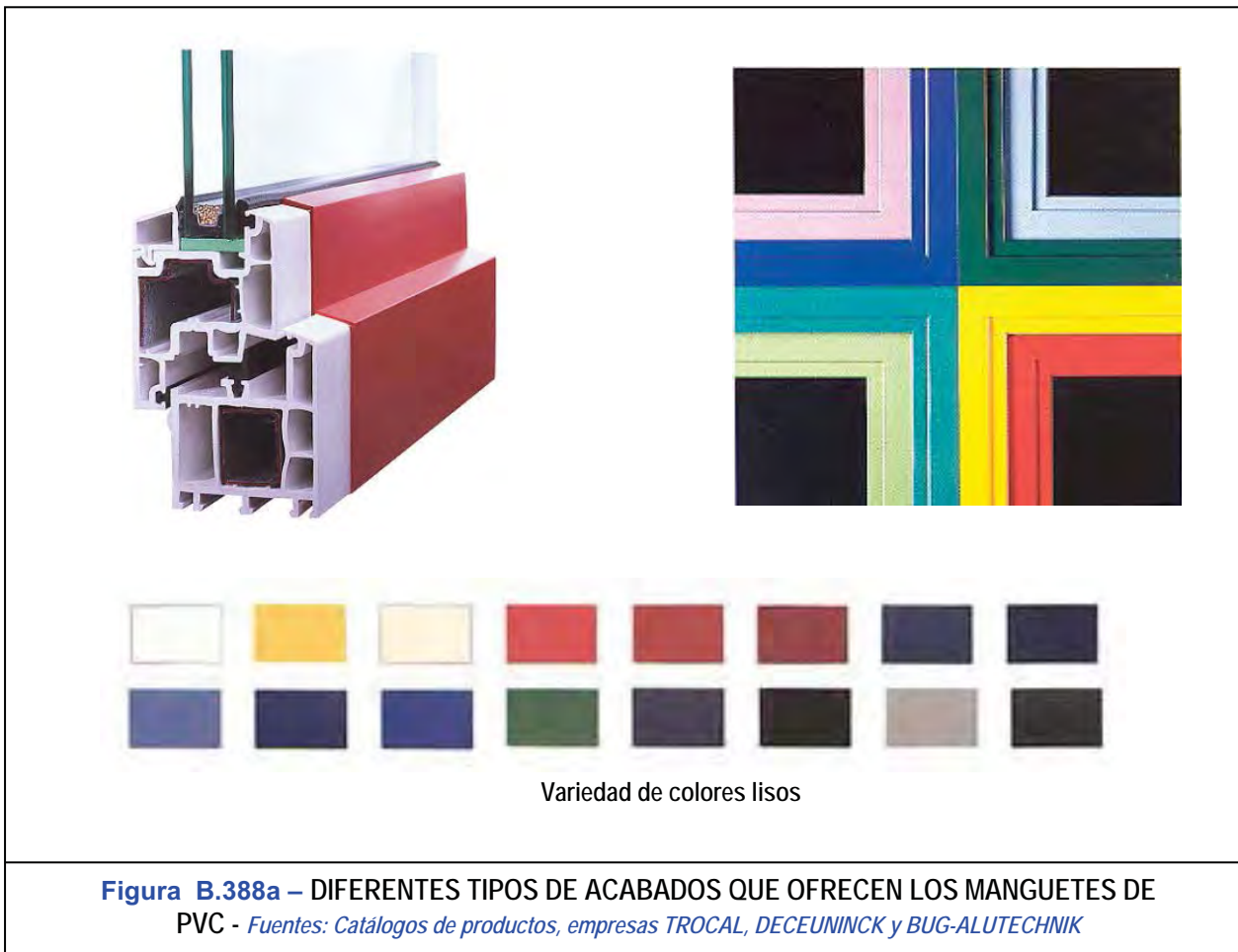




Figura B.388b – DIFERENTES TIPOS DE ACABADOS QUE OFRECEN LOS MANGUETES DE PVC -
 Fuentes: Catálogos de productos, empresas TROCAL, EGE, BRÜGMAN; p. 17 y Le guide de la fenêtre, empresa TRYBA; p. 47.

Los acabados de perfiles de P.V.C. con colores decorativos lisos o imitación madera, se obtienen por co-extrusión de una capa acrílica PMMA (Polimetilo de Metacrilato) coloreada lisa o imitación madera con el perfil de soporte de PVC color blanco. Dado que estos dos materiales tienen coeficientes de dilatación tan cercanos, la unión efectuada no puede disociarse.

La capa de PMMA (foliado) presenta las mejores garantías en permanencia de los colores y de resistencia a la intemperie y a la abrasión.

El PMMA tiene como otra ventaja: ser transparente a los rayos UV por lo que el calor solar es reflejado por el soporte de base color blanco que no implica ninguna deformación residual limitando así la temperatura, incluso en el caso de colores oscuros.

Las *ventajas del PVC* son principalmente sus cualidades aislantes.

La estética de las ventanas se ha mejorado gracias a que se ha logrado esbeltez en los perfiles por la reducción de secciones y por un diseño más sutil de los detalles (como la introducción de rebajos o de cuartos bocelos, por ejemplo). El material de los perfiles está siendo de resinas reciclables. En algunos casos el PVC está combinado con fibras de vidrio o fibras de madera. El empleo de vidrios de baja emisividad se está generalizando en las ventanas de PVC para lograr los mejores desempeños térmicos de manera natural gracias a la multiplicación del número de cámaras (hasta 4 ò 5). A diferencia del aluminio, el PVC ofrece una gama de colores restringida. Hoy en día se están fabricando perfiles con una sección de 88 mm.

Una ventana de PVC con doble vidrio y gas Argón, por ejemplo, puede llegar a dar un coeficiente de aislamiento térmico del orden de $1W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ el cual, hasta hace poco tiempo era un valor inimaginable a lograr.

Los perfiles de PVC ofrecen facilidad de mantenimiento por su lisura de superficie. El PVC admite menos suciedad seca, húmeda o agresiva que un acabado rugoso. Basta con emplear un detergente suave y agua limpia para humedecer una esponja para su limpieza habitual para conservar a las ventanas con un aspecto nuevo.

La frecuencia de limpieza no excede dos limpiezas por año.

El PVC es un material M-1 en relación a su reacción al fuego. No hace flama (no arde) sólo se extingue al contacto con las flamas.

El PVC es un material de larga duración.

Uno de los inconvenientes de las ventanas de PVC está en los anchos y espesores de los perfiles los cuales están generalmente sobredimensionados para permitir el refuerzo de la ventana con la introducción de un perfil de refuerzo de acero, esto genera que el ancho de los montantes centrales de las ventanas que abaten tengan en muchísimos casos más de 100 mm.

Los perfiles de PVC son más gruesos que los de las ventanas de aluminio o de madera lo cual entraña una pérdida de área de iluminación (la madera tiene un 6% más de área de iluminación y el aluminio el 15% más por la estrechez de sus perfiles con respecto al PVC).



Figura B.389 - UNIÓN DE PERFILES EN ESQUINA EFECTUADA CON SOLDADO POR TERMOFUSIÓN

Fuente: Catálogo de producto, empresa FORBO HELMITIN

La reducción del ancho del perfil de PVC se logra gracias a la imbricación de todas las partes incluidas dentro del perfil como rebajos, rigidizadores y cerrajería. Este tipo de perfiles propuestos utiliza la altura del rebajo para posicionar los rigidizadores de formas particulares los cuales tienen un doble doblez y van nervurados para lograr mayor rigidización.

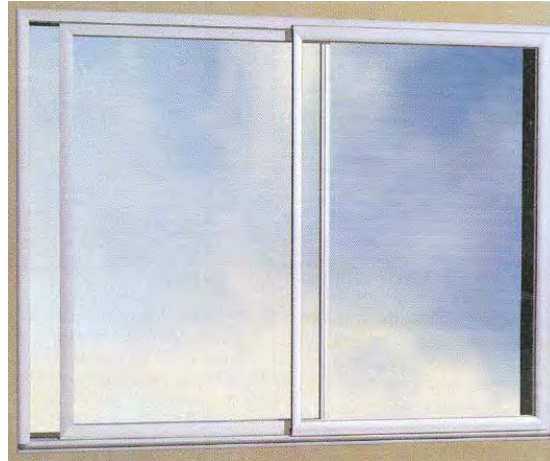


Figura B.390 – Con una geometría imbricada de perfiles de P.V.C. se obtienen anchos equivalentes a los del aluminio

Fuente: Ventana KÖMMERLING, revista Les Cahiers Techniques du Bâtiment No. 211, Nov. 2000, p.99

Con el empleo de materiales compuestos se logra también disminuir la sección de perfiles y mayor aislamiento térmico ya que los refuerzos no son de acero. Sin embargo, hay diseños que permiten reducir a 88 mm de ancho a los perfiles de PVC obteniéndose la iluminación equivalente a la de una ventana de aluminio.

Las ventanas de madera son muy poco utilizadas en México y por ello se desconoce casi totalmente su tecnología de fabricación y uso. Además escasea la infraestructura industrial y la mano de obra calificada para su fabricación e instalación; por ello, la madera en ventanas sólo se utiliza en residencias donde se hace esta selección, principalmente por motivos estéticos o por preferencias de algunos arquitectos.

En algunos casos se llegan a importar ventanas de madera de Canadá, de Estados Unidos o de Europa o se importan los perfiles para ser utilizados por los mismos distribuidores y armadores de ventanas de PVC que últimamente se han constituido en el país.

Es importante estar al corriente del conocimiento actualizado de esta gama de productos debido a que la madera es un material con muy buen desempeño térmico y a la posibilidad de poder proponer soluciones diferentes a costos accesibles.

La madera es un material muy usado para perfiles de ventanas en Europa y para incrementar su durabilidad y reducir su mantenimiento se han implementado varias soluciones buscando las siguientes mejoras:

- Los problemas que se han tenido en los perfiles de madera en su vida de funcionamiento han sido principalmente la putrefacción lo cual le ha dado una mala reputación por ello, para los industriales de las ventanas de madera, el mantener los desempeños de la ventana a través del tiempo y de disminuir los costos de mantenimiento, es un objetivo permanente.
- Se ha buscado, por tanto, mayor durabilidad a nivel de concepción y la reducción de mantenimiento.
- Para tal objeto, se han llegado a suprimir todas las piezas con pendiente reducida, lo cual se traduce esencialmente en la reducción de manguetas horizontales del lado exterior para evitar la recolección de humedad y poner perfiles más resistentes al desgaste. Adicionalmente, en la parte más baja de la ventana que se apoya en el repisón del vano se deberá sacar la ventana hasta el límite del talón del repisón.

Para el caso de piezas muy expuestas, hay que buscar su fácil reemplazo por otras nuevas.

Es importante tomar en cuenta, en las ventanas con hojas abatibles que deben de abrir 180° hacia dentro topando con el muro de la fachada de la edificación.

Para la durabilidad, se están reemplazando ensambles pegados de los diferentes elementos de las ventanas por ensambles mecánicos. Los ensambles de esquinas mecánicos permiten proteger a las piezas de madera en toda su superficie, incluso en los puntos de unión.

Una unión directa de la ventanería con el vano de albañilería por medio de bandas de estanqueidad al agua cuya solución geométrica no dependa de la durabilidad y eficiencia de los selladores es un factor esencial de durabilidad.

Los calafateos para absorber diferencias del espesor del aislante térmico se deben situar en las zonas donde no haya riesgo de infiltración.

La durabilidad de las ventanas de madera se incrementa cuando los perfiles son de ciertas especies resistentes a los cambios climáticos como el roble, el movingui, el pino marítimo o el curupixa (de Sudamérica) tratadas a profundidad ya que se someten a un tratamiento insecticida, fungicida e hidrófugo (IFH) por inmersión, lo cual asegura la durabilidad del material a largo plazo.

Un mantenimiento regular es necesario para una buena resistencia a las agresiones climáticas.

Su acabado se completa con un tratamiento de superficie que la hace insensible a la intemperie y le permite una fácil limpieza. Existe una amplia gama de tintes de barnices microporosos (lasures) sin solventes o colores de lacas (Ver figura **B.391**).



Figura B.391 - TIPOS Y ENTINTADOS DE MADERA CON BARNICES MICROPOROSOS que permiten la transpiración de la madera y el hidrofugado sin desprendimientos laminares (despellejado)

Fuente: Catálogo de productos, empresa SARHOLZ

La estanqueidad se garantiza con el empleo de juntas elastoméricas entre el vidrio y la ventana y entre el marco fijo y las hojas que abren.

Además de calidades estéticas, los desempeños acústicos y térmicos de las ventanas de madera responden de manera satisfactoria a los criterios actuales.

Las ventanas de *madera* tienen cada vez mayor calidad.

La selección de maderas y la mejora de acabados, de su estructura y de protección, hace competitiva esta opción con un material natural, estético y renovable. Lo atractivo de la madera es un aspecto natural.

Se busca lograr productos de alto desempeño y de fácil mantenimiento. El talón de Aquiles de las ventanas de madera reside en la necesidad de renovar periódicamente el barniz o la pintura de protección exterior; el ritmo de intervención puede variar entre tres y diez años si se desea preservar un acabado impecable. Para paliar este inconveniente se han desarrollado sistemas de acabado eficaces por los fabricantes de pinturas y barnices donde se ha logrado que una pintura opaca sea más sólida que un barniz semitransparente y sobre todo evitar los colores oscuros porque absorben los rayos solares y provocan una fuerte elevación de temperatura y, por tanto, son sensiblemente menos resistentes que las pinturas claras. Desde luego, lo que más influye es la agresividad del clima al que estén expuestas las ventanas.

En resumen se busca que las ventanas de madera sean *más durables, más sólidas, más ergonómicas, más fáciles de mantener, sean estancas al agua, estén mejor diseñadas y tengan mejor desempeño.*

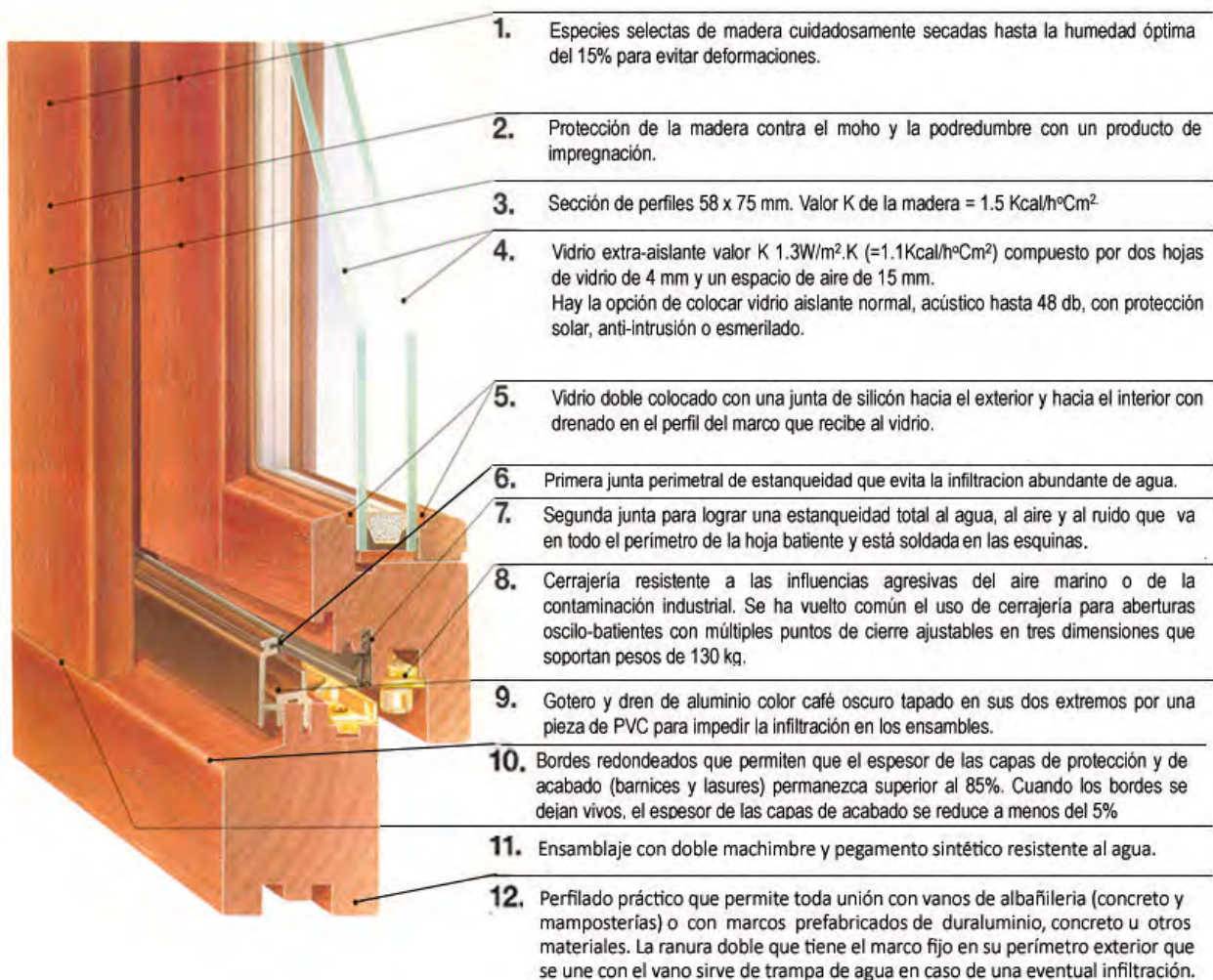


Figura B.392 – DETALLE DE PERFILES EN MARCO FIJO Y MARCO ABATIBLE DE VENTANA DE MADERA – Ref. Catálogo publicitario de la empresa ENGELS - Bélgica

Finalmente están los perfiles mixtos como una interesante propuesta para aprovechar las mejores cualidades de cada material en el uso de ventanas.

Las ventanas de perfiles mixtos: con complementos técnicos y estéticos. Considerando las propiedades respectivas de cada material, los diseñadores de ventanas proponen lograr las máximas ventajas y reducir al mínimo los puntos débiles de cada uno. Se han desarrollado perfiles compuestos a base de marcos de PVC (del lado interior) acoplado a un marco exterior de aluminio, con ello, se aprovecha la rigidez mecánica del PVC con alma de acero y la gran variedad de colores laqueados resistentes a la intemperie y el reducido mantenimiento del aluminio.



Figura B.393 – VENTANAS MIXTAS PVC – ALUMINIO

Ref. Catálogo de productos, empresa SARHOLZ

También existen marcos de madera del lado interior con perfiles de aluminio en el exterior. Se logra así un aspecto cálido y conservador hacia el interior y las ventajas precisadas del aluminio en el exterior.

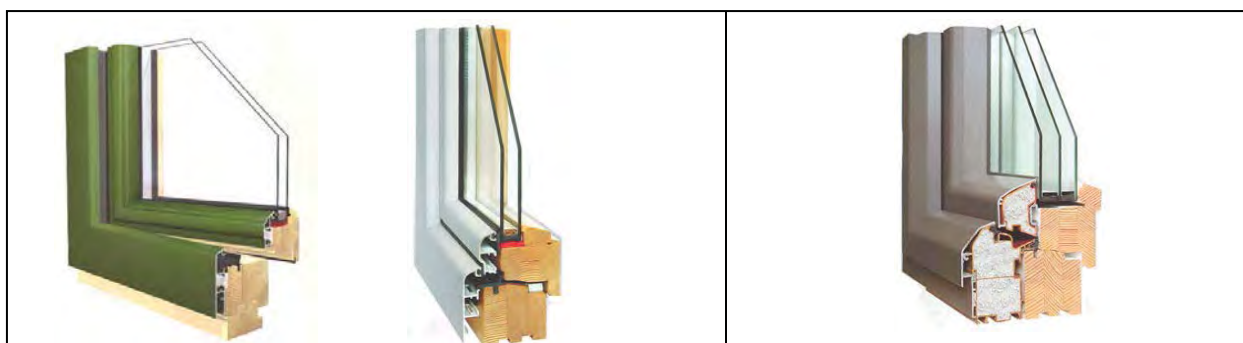
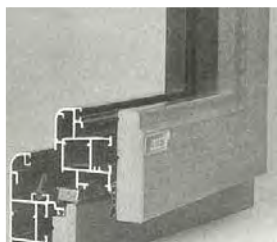


Figura B.394a – Con perfiles insertados

Figura B.394b – Con perfiles insertados y espuma aislante

Figura B.394 – VENTANA MIXTA DE MADERA-ALUMINIO

Fuentes: Catálogos de productos, empresas EGE, SARHOLZ y BUG-ALUTECHNIK



Esta ventanería aislante se realiza con perfiles de manguetas mixtos de aluminio y **MDF** (Midium Density Fiber con formas redondeadas) de 53 x 73 mm. de sección.

El MDF hidrofugado se recubre con un material microlaminado que reproduce el tono de la madera maciza. Existe una gama de diez acabados propuestos.

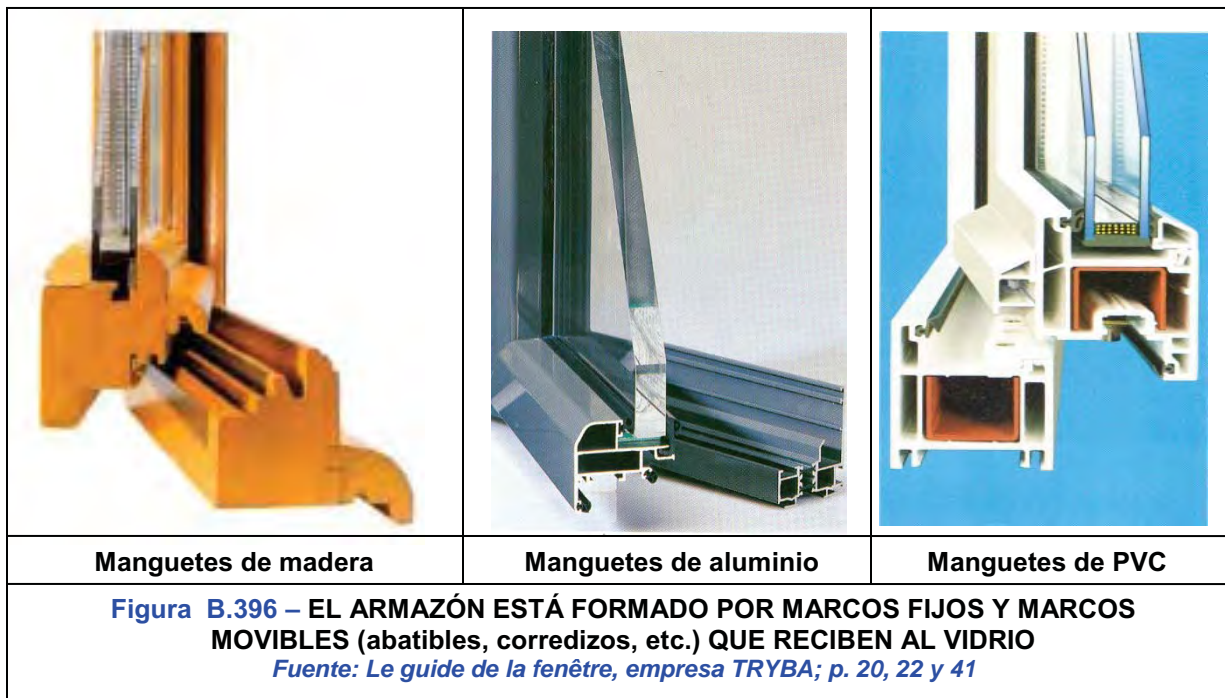
Los cajones de persianas exteriores pueden realizarse con los mismos acabados.

Figura B.395 – VENTANAS CON PERFILES MIXTOS - Con las diferentes opciones de vidrios y los diferentes materiales y combinaciones de materiales empleados como manguetas se configura el diseño geométrico y formal de las ventanas

Ref. Publicidad CONFORTHERM de AULEN THERMIC, revista Les Cahiers Techniques du Bâtiment No. 200, Sep. 199, p. 110

La anatomía de las ventanas no sólo comprende a los vidrios (sencillo o dobles) y a los manguetes sino que hay también un conjunto de ensamblajes, juntas, dispositivos, fijaciones, herrajes y cerraduras que es imprescindible conocer para asegurar un diseño, una fabricación y una colocación de calidad que nos permita garantizar un buen comportamiento durante su uso y la durabilidad que respalde una relación costo-beneficio satisfactoria.

Lo primero a analizar son las partes del armazón o de la estructura conformada por los manguetes los cuales pueden mostrarse en la siguiente figura.



En lo referente a las ventanas y cancelos exteriores, es importante tomar en cuenta para su selección y diseño, su anatomía, las diferentes formas de abrirse (para una ventilación controlada), las secciones y materiales de sus perfiles (cortes horizontales y verticales) y sus tipos de colocación y de interfase con los vanos de albañilería.

La anatomía de las ventanas, siempre está formada por:

- los manguetes que conforman un marco fijo que asegura la estanqueidad entre la ventana y el vano del edificio y cumple la función de esqueleto.
- La(s) parte(s) móvil(es) de la ventana que se abren para permitir la ventilación y la circulación en el caso de los cancelos
- Las baguetas que permiten fijar los vidrios sobre los manguetes, las cuales pueden desmontarse para un eventual cambio de vidrio,
- Los vidrios: simples, dobles o triples transparentes, translúcidos o esmerilados para baños, transparente claro o de protección solar, con tinte en su masa, de protección solar destinados a mejorar el confort visual y a reducir los costos de calefacción y aire acondicionado según sea el caso, normales o de baja emisividad y con la posibilidad de adherirles películas anti-reflejantes o de protección.

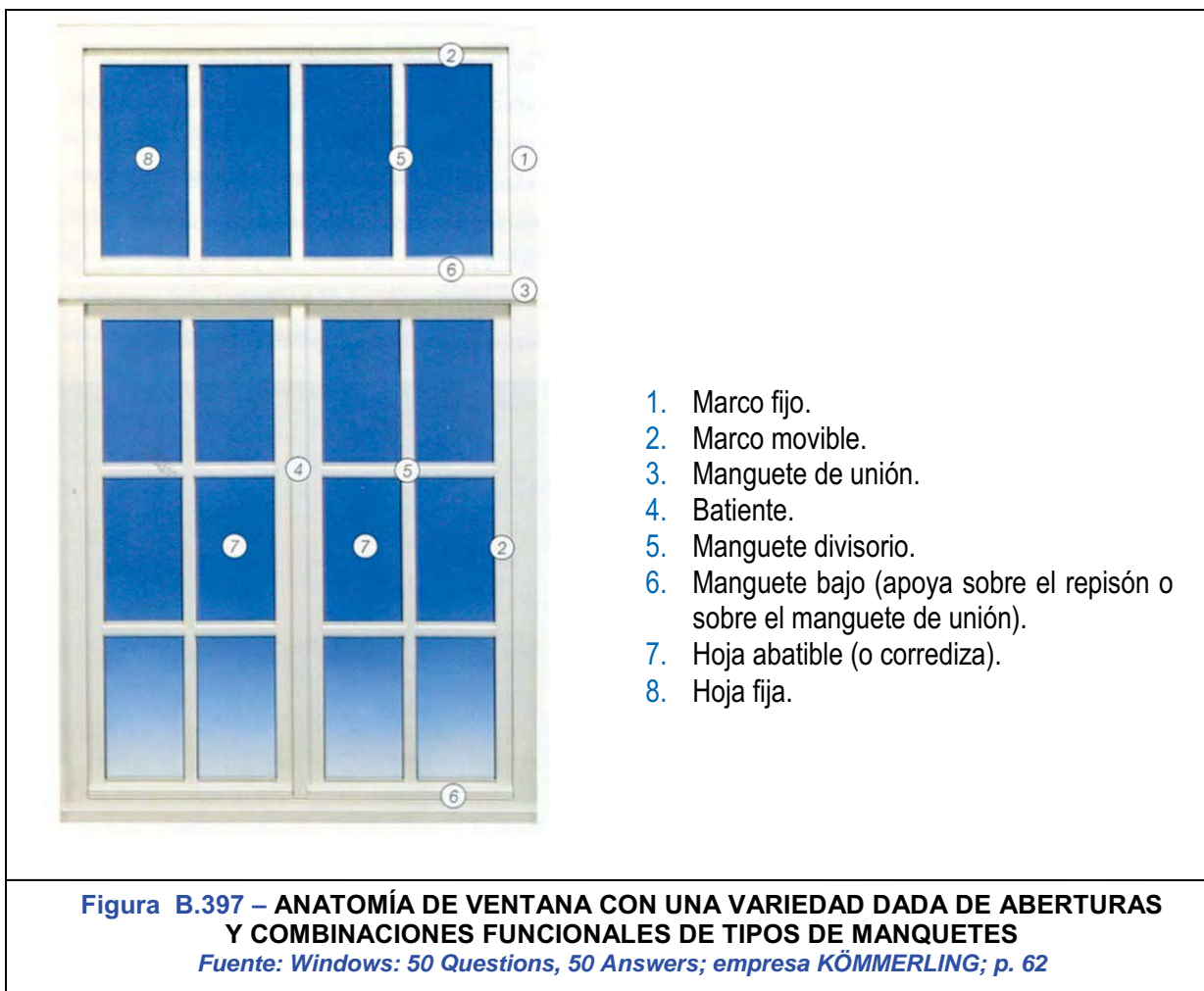
Para casos especiales se puede contar con vidrios hojeados de seguridad contra fuego, contra vandalismo e incluso con blindaje contra balas, los cuales constan de dos o más hojas de vidrio recocido o templado entre las que se cuele en sandwich una o varias hojas de PVB (butiral de polivinilo) o de resinas de metacrilatos.

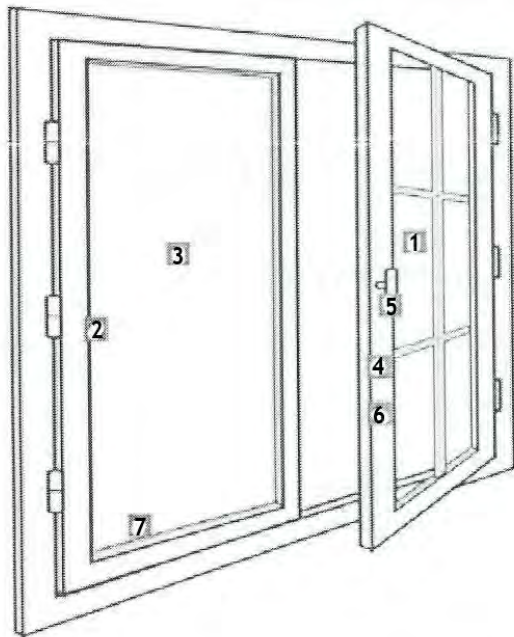
En nuestro caso, el principal empleo de este tipo de vidrios se da en los equipamientos escolares, en los tragaluces y en ventanas expuestas al vandalismo a nivel residencial.

- La cerrajería que incluye a las bisagras o correderas, manijas, jaladeras, cerraduras, rieles, topes, pivotes, armellas, etc. acordes con el tipo de abertura y operación así como con el diseño de la ventana.

Por lo que se refiere a *aberturas*, existen *muchos tipos* siendo los más comunes la abertura de hojas hacia fuera (a la inglesa), hacia adentro (a la francesa), corrediza, de proyección, basculante, de guillotina, oscilante u oscilo-batiente así como el marco fijo (sin hojas que abran), los cancelos de piso a techo, llamados también puertas-ventana que generalmente tienen hojas corredizas aunque se dan casos de hojas abatibles y tipo acordeón.

La siguiente figura nos muestra los tipos de aberturas más comunes empleadas en las ventanas.





1. Marco batiente: Hoja móvil de la ventana que recibe al vidrio (simple o doble), las baguetas, la cerrajería (jaladera, cerradura, bisagras) y accesorios estéticos como cuadros sobre el vidrio.
2. Marco fijo: Bastidor que asegura la estanqueidad de la ventana en unión con el vano de albañilería cuya principal función es la de esqueleto estructural.
3. Vidrio (simple, doble o triple): Esta superficie transparente llamada claro de la ventana varía en función del espesor de los manguetes.
4. Cremona: Mecanismo de cierre de la ventana, generalmente empotrado en el manguete de la batiente.
5. Manija: Empuñadura para abrir y cerrar la Cremona.
6. Bisagras: Pivotes de rotación de barril compuestos por dos piezas que integran un perno colocado en el marco fijo y un hueco redondo para alojar al perno (colocado en el marco batiente).
7. Baguetas: Elementos que permiten fijar al vidrio sobre el marco.

**Figura B.398 – TIPO DE VENTANA MÁS COMÚNMENTE UTILIZADA EN EUROPA
con dos hojas abatibles hacia el interior**

Fuente: Catálogo de productos, empresa SAFERM

Del conjunto de manguetes que conforman el armazón mostrado, hay diversas opciones de abertura de hojas móviles. Se muestran los tipos de aberturas más comúnmente empleadas aunque existe una amplísima gama de aberturas.

Tipos de aberturas de ventanas más comúnmente utilizadas en vivienda.

Las vistas son supuestas desde el interior de un local y no desde el exterior.

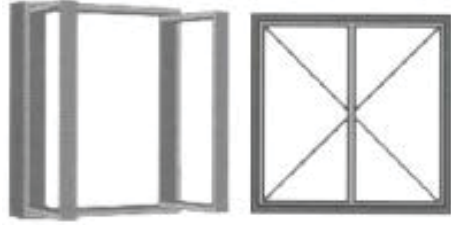
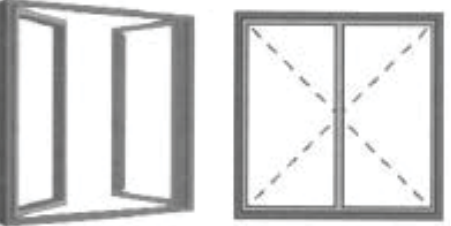

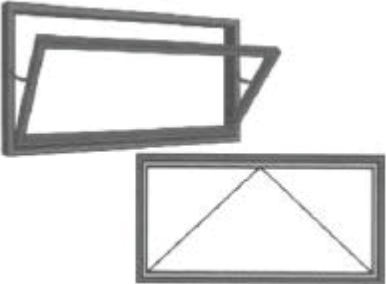
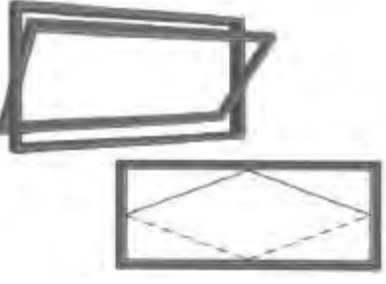
Nombre	Descripción	Figura
VENTANA ABATIBLE HACIA EL INTERIOR (a la francesa)	Ventana donde dos hojas abaten hacia el interior por rotación en torno a un eje vertical de bisagras atornilladas al marco fijo.	
VENTANA ABATIBLE HACIA EL EXTERIOR (a la inglesa)	Ventana de igual disposición que la precedente pero que abre hacia el exterior.	
VENTANA PIVOTANTE VERTICAL	Ventana de una hoja movible que abre por rotación en torno a un eje vertical.	
VENTANA OSCILANTE	Ventana de una hoja movible que abre por rotación en torno a un eje horizontal situado en el manguete inferior. Es muy utilizada para la ventilación natural de baños y toilets	
VENTANA BASCULANTE	Ventana de una hoja movible que abre por rotación en torno a un eje horizontal.	

Figura B.399-A – TIPOS DE ABERTURA DE VENTANAS

Fuente: Guide de la fermeture et de la protection – SOLAVRE, Syndicat National de la fermeture, de la protection solaire et des professions associées, edit. FFB, 2010; p. 97.


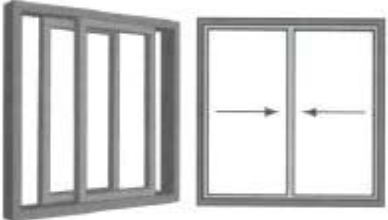
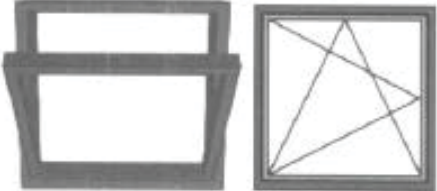
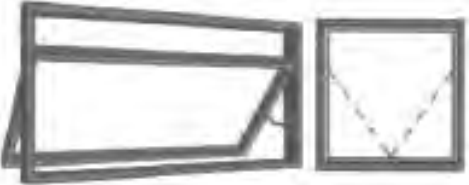
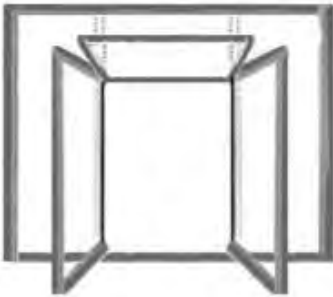

Nombre	Descripción	Figura
VENTANA DE GUILLOTINA	Ventana de una o más hojas sobrepuestas que abren por traslación vertical sobre su propio plano.	
VENTANA CORREDIZA	Ventana de una o varias hojas traslapadas en sus manguetes extremos que abren por traslación horizontal sobre su plano.	
VENTANA OSCIOBATIENTE	Ventana con dos posibilidades de abertura: abatible y oscilante.	
VENTANA DE PROYECCIÓN (a la italiana)	Ventana de una o varias hojas sobrepuestas sostenidas por tirantes que abren hacia el exterior (eventualmente al interior) por rotación horizontal en torno a los ejes de los tirantes y por traslación vertical de su (sus) manguete superior.	
VENTANA COMPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> - Ventana constituida por varias hojas abatibles combinadas, separadas por tramos fijos y marcos. - Pueden llevar un tramo superior fijo o con un batiente tipo ventila o abertura oscilante. 	
VENTANA PLEGABLE	Ventana que, una vez abierta en su totalidad permite una amplia integración del espacio interior con el exterior.	

Figura B.399-B – TIPOS DE ABERTURA DE VENTANAS

Fuente: Guide de la fermeture et de la protection – SOLAVRE, Syndicat National de la fermeture, de la protection solaire et des professions associées, edit. FFB, 2010; p. 97.

La Ventana Oscilante es una de las opciones de abertura casi desconocida en México aunque muy utilizada en Europa principalmente para una ventilación discreta de baños que puede sustituir ventajosamente a las acostumbradas ventanas de proyección o ventilas, las cuales al proyectarse, ocupan espacio útil cuando lindan con espacios circulables y eventualmente provocan golpes en la cabeza de las personas que circulan distraídamente.

Las ventanas oscilantes abren por la parte superior hacia adentro de los espacios a ventilar y, por tanto, no se proyectan sobre las áreas exteriores. Permiten una ventilación modulada sin ráfagas de viento ni ingreso del agua de lluvia.

La siguiente figura muestra sus características.



Figura B.400a.- VENTANA TIPO OSCILANTE como opción utilizable para la ventilación de baños empleándose vidrio opaco
(Fuente: Empresa ENGELS)

Existe la posibilidad de emplear aberturas oscilantes en cancelas de piso a techo para ventilar el interior moderadamente sin peligro de caída al vacío para los usuarios.



Figura B.400b.- CANCEL DE TIPO OSCILANTE DE PISO A TECHO que permite la ventilación modulada del interior sin riesgo de caídas para los usuarios.
Fuente: Empresa SCHÜCO INTERNATIONAL

Las *Ventanas y Canceles Oscilobatientes* ofrecen dos opciones de tipos de abertura en una sola hoja batiente cuya funcionalidad las ha hecho últimamente muy utilizadas.

En este caso, el abatimiento hacia el interior de la hoja permite una aireación franca y completa y la abertura oscilante mantiene bien ventiladas con aire fresco a las habitaciones sin necesidad de abrir toda la ventana exponiéndose a las ráfagas de viento que generan cambios rápidos de temperatura, posible azote de la hoja batiente y pérdidas térmicas importantes con la correspondiente pérdida de confort.

Son excelentes soluciones para ventanas de espacios habitables así como para espacios de servicio como son los baños y cocinas.

Bajo condiciones de lluvia normalmente las ventanas abatibles deben permanecer cerradas por la penetración del agua con la imposibilidad de ventilar.

La abertura oscilante abre hasta 15 cm en la parte superior hacia adentro; a través de esta abertura triangular entra el aire fresco al interior por la parte inferior generando un flujo de renovación que saca al aire viciado por la parte superior más ancha.

Esto permite un intercambio de aire controlado confortable que evita la entrada de agua de lluvia incluso si ésta es inclinada.



La combinación oscilo-batiente es aplicable también a cancelos de piso a techo combinando un marco oscilo-batiente con un marco corredizo.



Figura B.402 - CANCEL DE PISO A TECHO OSCILOBATIENTE Y CORREDIZO
Fuente: Empresa SAFERM

También es posible dar una abertura oscilante a la hoja corrediza.



Figura B.403.- CANCEL DE PISO A TECHO CORREDIZO Y OSCILANTE
Fuente: Empresa ENGELS

Todas estas opciones se logran gracias a la diversidad de cerrajería de alta calidad disponible en el mercado aunque, hasta ahora, todas estas cerraduras y herrajes se importan.

Algunas marcas de ventana ofrecen como ventaja adicional abrirse sólo 5 milímetros en la parte superior de la abertura oscilante o usando la manija de la cremona para la abertura abatible, para permitir una entrada mínima para conservar lo más posible el ahorro de energía y un intercambio continuo de aire sin causar corrientes de aire.

El giro de la ventana permite un mantenimiento sencillo de los herrajes y completa accesibilidad para la limpieza de la superficie exterior del vidrio.

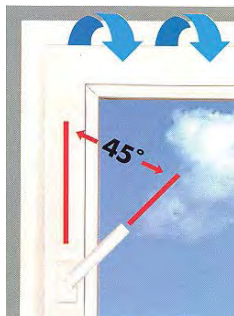


Figura B.404a- ABERTURA OSCILANTE de 5 mm para la entrada regulada de aire fresco con la manija de la Cremona posicionada a 45°
Fuente: Empresa SIEGENIA



Figura B.404b - ABERTURA BATIENTE mínima por fijación prevista de un extremo de la manija de la cremona insertado en su contra para la entrada regulada de aire fresco.
Fuente: Empresa CROISÉES INTER

La Ventana Plegable es una opción poco común cuando se desea una integración completa de las áreas de estar de las viviendas con vista, terraza o jardín exterior (ver figura siguiente).



Figura B.405a - VENTANA PLEGABLE PARA LOGRAR AMPLITUD DE VISTA Y VENTILACIÓN TOTAL

Fuente: Empresa SIEGENIA



Figura B.405b - CANCEL DE PISO A TECHO PLEGABLE

Fuente: Empresa ENGELS

Figura B.405 - VENTANAS Y CANCELES PLEGABLES

Las Ventanas en Techos Inclinados son una excelente alternativa de iluminación cenital o inclinada principalmente para sustituir los domos o tragaluces sobre brocales cuyo espesor impide una iluminación más directa hacia el espacio interior.

Las ventanas de techos inclinados son ampliamente utilizadas a nivel internacional en los áticos de las viviendas.

Pueden también usarse en techos inclinados altos si se operan a control remoto o con extensiones de accionamiento manual.

Se pueden colocar en cubiertas con 15° a 75° de inclinación con respecto a la horizontal y sobresalen del espesor de la cubierta de manera tan discreta que prácticamente se integran geoméricamente a ella logrando la pureza de líneas en los techos inclinados.

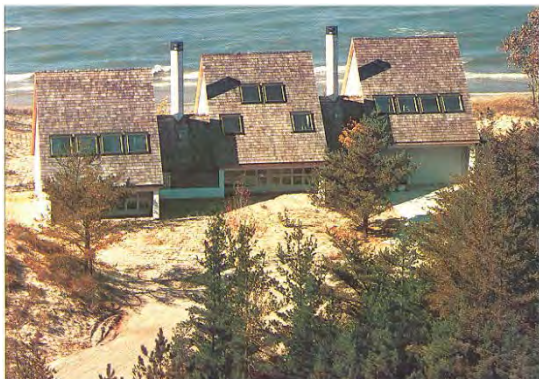


Figura B.406a - VENTANAS EN TECHOS DE TEJA EN EDIFICACIONES CONTEMPORÁNEAS

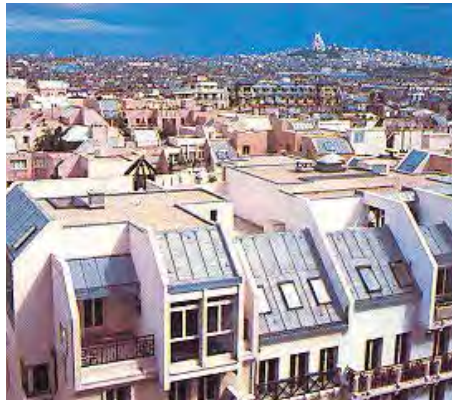


Figura B.406b - VENTANAS EN TECHOS DE LÁMINA DE ZINC Y PLOMO EN EDIFICACIONES DE DISEÑO CONSERVADOR

Figura B.406 - ASPECTO VISUAL DE VENTANAS EN TECHOS INCLINADOS DE DIFERENTES DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS

Fuente: Empresa VELUX

Sobre la superficie de la cubierta proporciona una apariencia sobria, sencilla y elegante eliminándose los voluminosos y antiestéticos brocales sobresalidos con el consecuente desagradable impacto visual en las cubiertas.



Figura B.407 - VENTANAS DE TECHO INCLINADO combinando con todo tipo de materiales de cubierta

Fuente: Empresa VELUX

Su colocación puede adaptarse en cubiertas de teja romana, de teja plana, de pizarras y de placas onduladas o nervadas o, de lámina de zinc y plomo de manera fácil por simple embonado respetando:

- El material de la cubierta (incluso plano como la pizarra, teja plana, metal, etc.)
- Una inclinación generalmente es superior a 15° (27°).

Con este tipo de ventanas se aprovecha parte de las cubiertas inclinadas para dar iluminación, ventilación y vista directa (lo más panorámica posible) a espacios interiores que normalmente no se consideran con estas ventajas potenciales.

Se logra, por tanto, con esta alternativa de tipo de ventana, más espacio iluminado con iluminación natural y más ventilación con aire fresco.

Adicionalmente, si se colocan ventanas en ambos lados de la habitación, se incrementa la sensación de amplitud. Conviene también posicionar a las ventanas orientadas hacia los movimientos del sol y controlar la luminosidad con persianas y cortinas.

Existe la posibilidad de abrir 45° el espesor de la losa en el borde superior e inferior del vano de la ventana para permitir una mayor y más difusa entrada de luz.

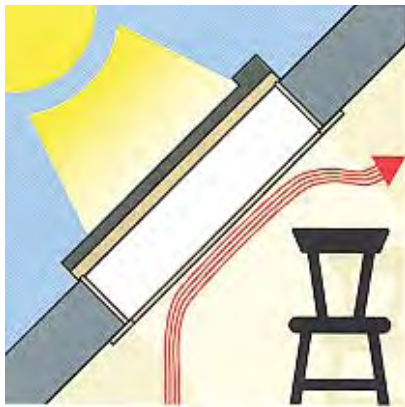


Figura B.408a.- ILUMINACIÓN DELIMITADA por su vano y sensación de continuidad de la cubierta inclinada limitando el espacio interior

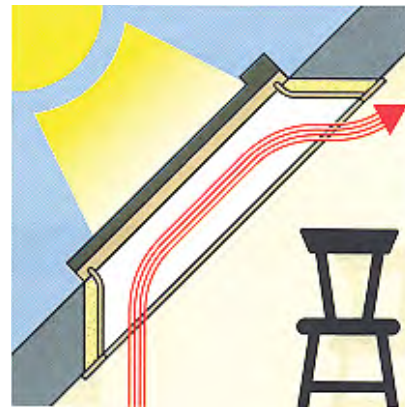


Figura B.408b.- ILUMINACIÓN AMPLIADA Y SENSACIÓN DE AUMENTO DE ESPACIO INTERIOR al rematarse el vano a 45°

Figura B.408 – VENTANAS DE ILUMINACIÓN POR CUBIERTAS INCLINADAS

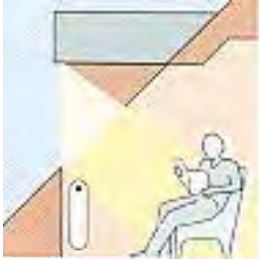

Fuente: Empresa VELUX



Figura B.409 – ASPECTO INTERIOR DE VENTANAS EN CUBIERTAS INCLINADAS

Fuente: Empresa VELUX

Este tipo de ventanas, por su ángulo de inclinación y su abertura angular del perímetro del vano, dan mayor iluminación al interior a igual área de ventana si se compara con una ventana vertical común sobre muro de fachada.

 <p>Figura B.410a - VENTANA VERTICAL de fachada común</p>	 <p>Figura B.410b - VENTANA INCLINADA CON BORDE DE VANO A 45°</p>
<p>Figura B.410 - INCREMENTO DE ILUMINACIÓN con el empleo de ventanas inclinadas <i>Fuente: Empresa VELUX</i></p>	

Se puede disponer de una ventilación complementaria reducida mediante una aleta de ventilación controlada por la barra de maniobra mientras la ventana permanece cerrada. Permite la circulación de aire fresco independientemente del clima exterior.



La ventilación natural reduce la humedad ambiental minimizando así la posibilidad de condensación en el vidrio de la ventana.



Figura B.411 - DETALLE DE BARRA DE MANIOBRA Y VENTILACIÓN MODULADA por el manguete superior
Fuente: Empresa VELUX

La operación de este tipo de ventanas puede ser de varias formas pero principalmente son giratorias o de proyección:

- Giratoria o pivotante —————> para techo inclinado
- De proyección —————> para muro o losa casi vertical

 <p>Figura B.412a - La opción PIVOTANTE O POR ROTACIÓN maniobrada con la barra situada sobre el manguete superior.</p>	 <p>Figura B.412b - La opción DE PROYECCIÓN que se abre con la manija ubicada en el manguete superior.</p>
<p>Figura B.412 - PRINCIPALES TIPOS DE OPERACIÓN DE VENTANAS INCLINADAS <i>Fuente: Empresa VELUX</i></p>	

La operación es *regulable*, la hoja movable se gira completamente por pivotes con freno y se bloquea con un pestillo lateral y se puede bloquear en posición entre-abierta.

Las medidas mínimas de estas ventanas son: altura = 79 cm x largo 55 cm y las medidas máximas: altura = 1.40 m x ancho = 1.34 m.

Se puede operar con control remoto (eléctrico) para los casos en los que la ventana está situada fuera del alcance de la mano y/o cuando se tienen que controlar, independientemente o conjuntamente, varias ventanas. Algunos controles eléctricos tienen sensor de lluvia que cerrará la ventana de manera automática al detectar las primeras gotas de lluvia.

Para la ubicación de las ventanas hay que buscar vistas despejadas y agradables y que el vano tenga una altura máxima de 90 cm con respecto al piso para ver tanto de pie como sentado y para poder colocar muebles bajo la ventana.



Figura B.413 - ALTURA DE SEGURIDAD Y DE VISIBILIDAD DE LAS VENTANAS INCLINADAS con respecto al piso - Fuente: Empresa VELUX

Las ventanas pivotantes se pueden voltear 180° para poder limpiar el vidrio exterior de igual manera que el vidrio interior.

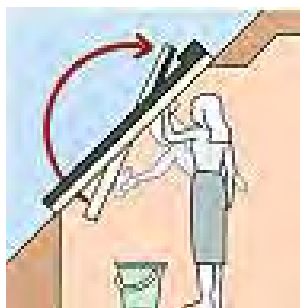


Figura B.414 - MODO DE LIMPIEZA DE VENTANAS INCLINADAS Fuente: Empresa VELUX

El acondicionamiento específico como reflejo de las necesidades particulares de cada ventana se da en el tipo de doble envidriado y en los accesorios complementarios.

Como en todas las ventanas, el tipo de envidriado se define en cada caso dependiendo del aislamiento térmico, acústico, etc., que se requiera.

Existen opciones que cubren hasta 5 desempeños demandados.

Este tipo de ventanas, cuyo costo se incrementa con respecto a la opción de base ofrece:

- 30% de ahorro de energía adicional,
- 36% de mayor protección solar
- Aislamiento acústico reforzado
- Alta protección contra tormentas y granizo
- Protección anti-vandalismo.

Al igual que cualquier ventana, este tipo de ventanas puede complementarse con cortinas y/o persianas interiores y/o exteriores (enrollables o plegables) y se les puede adaptar mosquiteros enrollables colocados en el contorno interior del marco fijo.

A continuación se muestran las opciones más comunes.

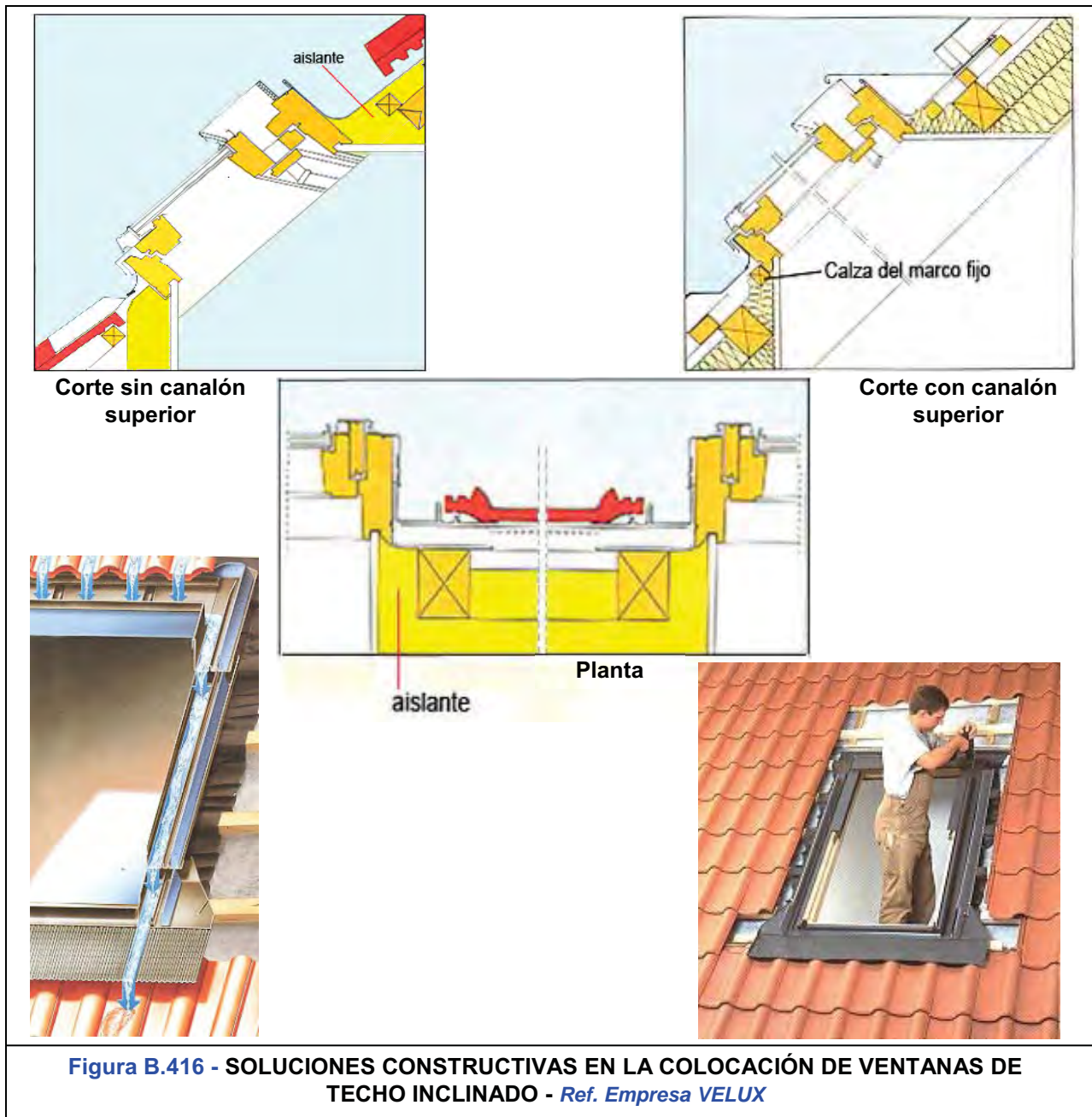


1. Cortina lisa blanca y traslúcida
2. Cortina plegada que tamiza la luz
3. Cortina de ocultación total para obscurecer completamente el espacio interior cuando se necesite.
4. Persiana veneciana para modificar la orientación y la intensidad de la luz en la pieza.
5. Mosquitero que permite airear la habitación con la ventana abierta sin permitir la penetración de insectos.
6. Cortina exterior parasol que limita la radiación solar directa sobre la ventana para protegerla en los casos de orientación sur o poniente (vista exterior).
7. Cortina exterior parasol que limita la radiación solar directa sobre la ventana para protegerla en los casos de orientación sur o poniente (vista interior).
8. Póstigo enrollable que da una protección eficaz contra el calor, la luz, el ruido de la lluvia y el granizo.

Figura B.415 - OPCIONES DE COMPONENTES ADICIONALES PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA LA INTRUSIÓN

Fuente: Empresa VELUX

La solución constructiva de este tipo de ventanas para asegurar la estanqueidad, facilitar las operaciones de instalación y lograr una solución discreta y estética puede tomarse como una excelente referencia para mejorar las actuales costumbres de colocación de domos y tragaluces en techos inclinados.



Se tiene como medio de drenado un ancho superior o igual a 8 cm para los canalones y conducciones. Se requiere una pendiente del techo de al menos 15° por estética y estanqueidad.

Con los detalles constructivos mostrados, se garantiza el drenado seguro y efectivo del agua de lluvia en las más extremas condiciones climáticas.

La *ventana-balcón* es una variante ingeniosa de ventanas en cubiertas inclinadas que incluye un elemento inferior que se abre hasta la posición vertical desplegando automáticamente las barras verticales de los barandales laterales del balcón.

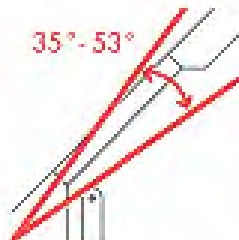
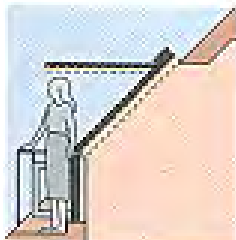


Figura B.417 - VENTANA BALCÓN EN TECHO INCLINADO - Ref. Empresa VELUX

Se dan siempre tres tipos de interfaces entre los diferentes componentes que comprenden las ventanas: La unión entre *vidrio* y *manguete*, la unión entre *manguete fijo* y *manguete movable* y la unión entre *marco fijo* y *vano de albañilería*.

Unión entre vidrio y manguete

Lo que conviene tenerse siempre presente en este caso se muestra en la siguiente figura 3.711 siendo lo más importante a tomar en cuenta la disposición de calzas de apoyo del vidrio sobre los manguetes para que por presión de las calzas se logre un trabajo mecánico integrado entre vidrio y marco.

- L Ancho útil de la ranura (sencillo o doble)
- h Altura útil de la ranura
- e Espesor del vidrio
- a Empotre del vidrio en la ranura
- jL Holguras laterales
- jp Holguras periféricas
- C₁ Calzas de asiento
- C₂ Calzas periféricas



Figura B.418 – COLOCACIÓN DE VIDRIO SOBRE RANURAS PREVISTAS EN LOS MANGUETES CON BAGUETA MOVIBLE PARA CONTENER AL VIDRIO.

Fuente: Recommandations Professionnelles pour la conception, la fabrication et la mise en oeuvre des fenêtres métalliques, Edit. SNFA; 1985; p. 31

ALTURA DE LAS RANURAS (h)					
Se entiende por altura útil de ranura a la altura medida a partir del saliente de fondo más alto.					
Las alturas indicadas en la tabla son alturas útiles mínimas con objeto de favorecer a la estandarización de los perfiles.					
Las alturas de la siguiente tabla expresadas en mm son compatibles con las tolerancias definidas en las normas de ventanería y de vidriería.					
TIPO DE VIDRIO	Espesor total nominal del vidrio (en mm)	Semi-perímetro "p" del vidrio (en mm)			
		< 2.5 *	2.5 a 5	5 a 7	> 7
VIDRIO SIMPLE	e ≤ 15	12	16	20	25
	e > 15	16	16	20	25
VIDRIO AISLANTE (doble)	e ≤ 20	16	20	25	-
	e > 20	20	20	25	-
Vidrio que interviene en la seguridad contra caídas		20	20	25	-

* El semi-perímetro puede llegar a ser de hasta 2.75 m si la cota más grande del vidrio no sobrepasa de 2.00 m.

Figura B.419 – ALTURAS ÚTILES DE RANURAS

Fuente: Recommandations Professionnelles pour la conception, la fabrication et la mise en oeuvre des fenêtres métalliques, Edit. SNFA; 1985; p. 31

La existencia y el posicionamiento de los diferentes tipos de calzas en la interfaz vidrio-manguete es de suma importancia y, sin embargo, existe un desconocimiento generalizado en nuestro medio de ello.

En la siguiente figura se muestra el tipo y la ubicación de dichas calzas.

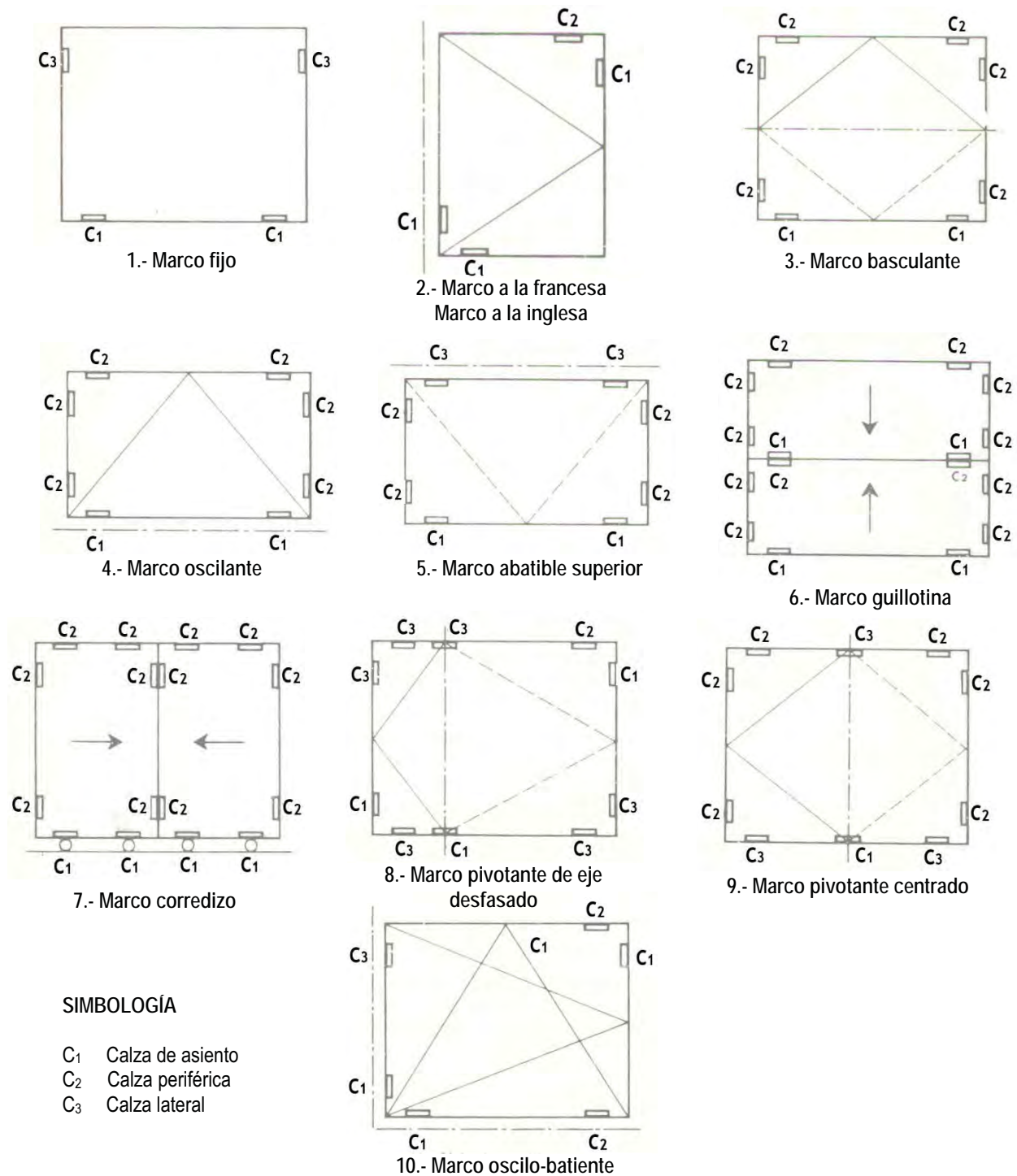


Figura B.420 – TIPOS Y POSICIONAMIENTOS DE CALZAS EN LOS DIFERENTES MODOS DE ABERTURA

Fuente: Recommandations Professionnelles pour la conception, la fabrication et la mise en oeuvre des fenêtres métalliques, Edit. SNFA; 1985; p. 32

Las calzas pueden ser piezas de sellador plástico extruido (preformado) de hule sintético, de madera, etc. utilizadas para calzar un vidrio en su posición definitiva dentro de su marco.

Las normas europeas de cada tipo de ventana en función del material de los manguetes precisan sus distancias y longitudes. El empleo adecuado de las calzas es primordial para el buen funcionamiento de las ventanas.

Las calzas también permiten dejar fluir el agua de lluvia que eventualmente se infiltre entre el vidrio y el manguete para su drenaje a través de los drenes previstos en el propio cuerpo de los manguetes horizontales inferiores (de apoyo) los cuales conducen el agua hacia el exterior.

Además de la eficacia térmica, las ventanas deben ser estancas al aire y al agua. Por ello, en lo referente a la interacción entre los marcos fijos y los marcos móviles se pretende:

- Evitar discontinuidades visuales entre las partes que abren y las partes fijas.
- En los últimos diseños se ha logrado que la hoja batiente quede tapada por el marco fijo.
- El claro de ventana aumenta así del 15% al 20% con respecto a una ventanería tradicional.
- Su objetivo es ofrecer una mayor luminosidad a los espacios interiores.
- En el marco fijo también se dispone del drenado por una canal por la que escurren las aguas de lluvia hacia la parte exterior más baja que tiene perforaciones ovaladas protegidas con pequeños capuchones para evitar que la concomitancia lluvia-viento presionen al agua drenada hacia el interior.
- Se tiene una junta periférica continua generalmente de **EPDM** (Etileno – Polímero – Dieno – Monopreno) (elastómero con características similares al hule) sobre la cual la hoja batiente con una trampa que forma la cámara de descompresión garantiza su función de resistencia al aire, al agua y al viento de la ventanería.

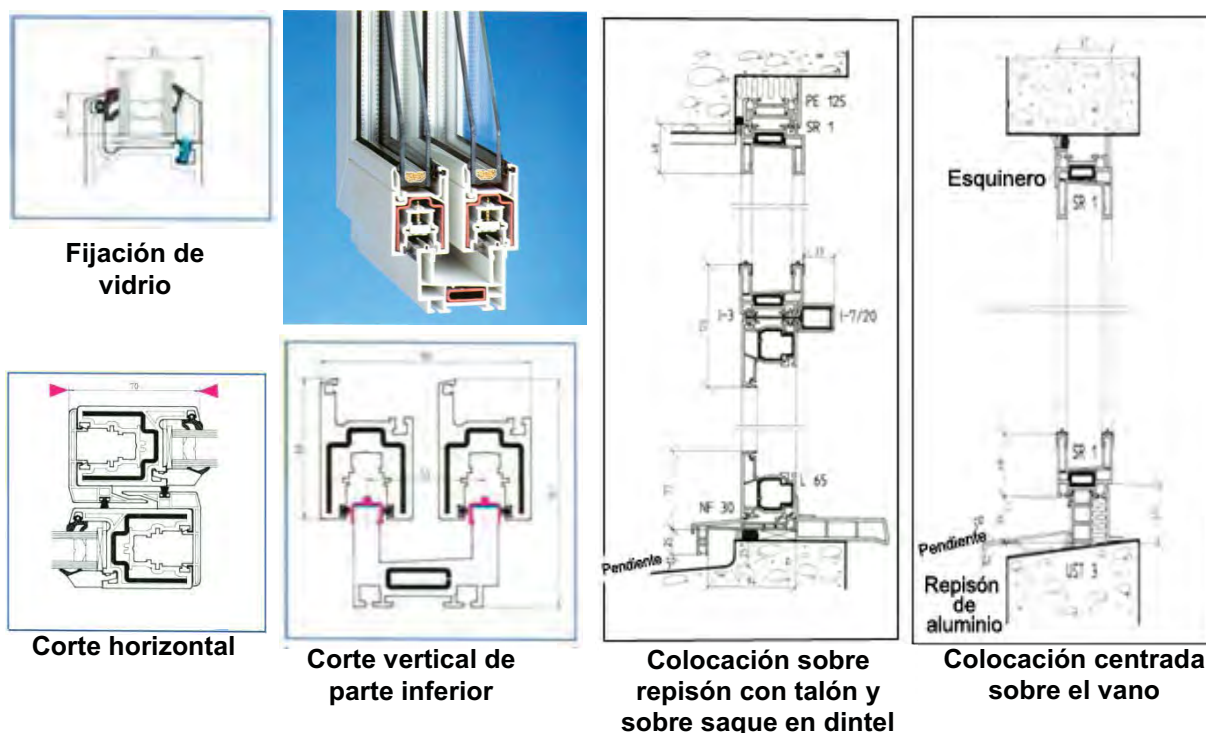
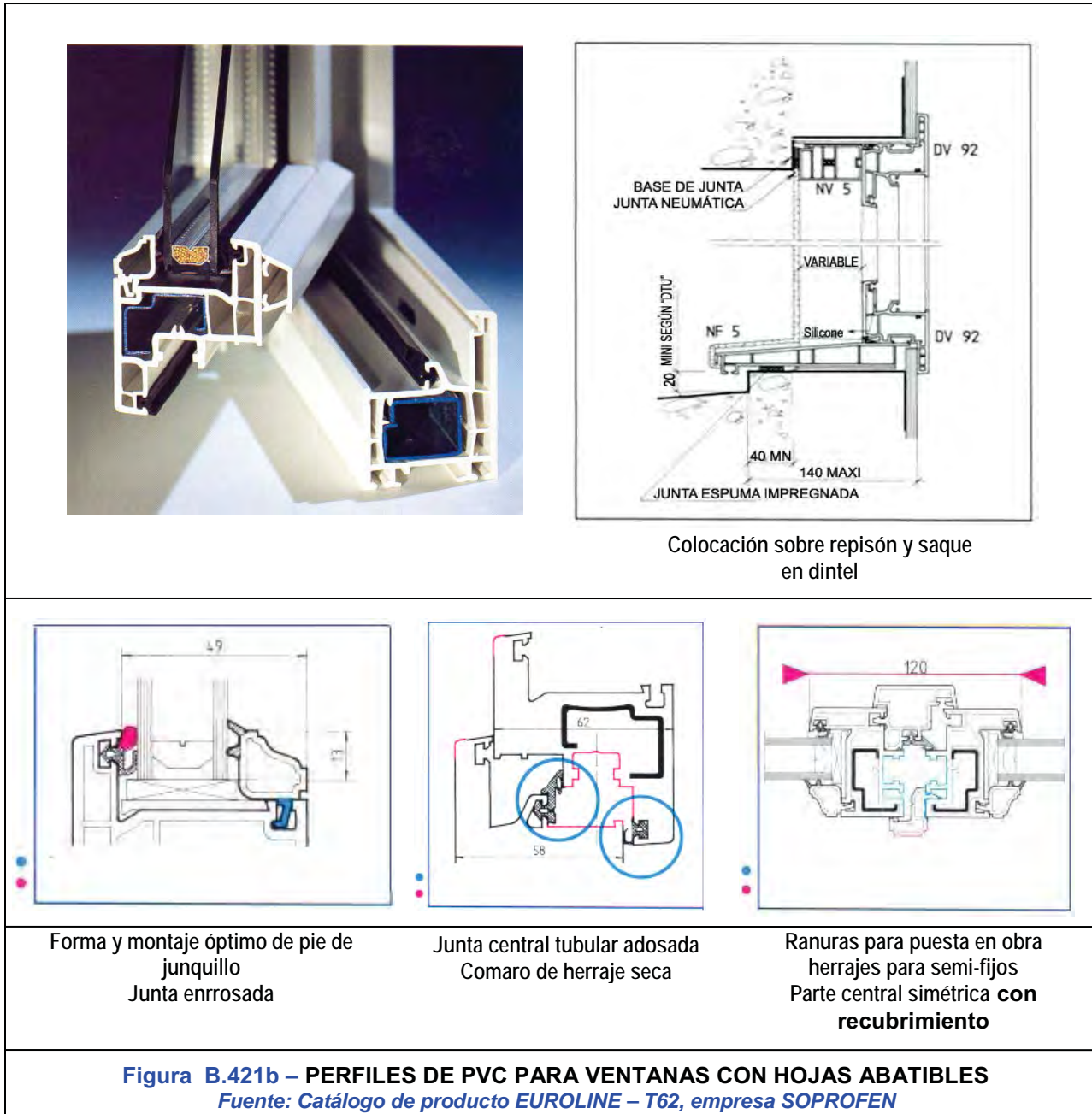


Figura B.421a – PERFILES DE PVC PARA VENTANAS CON HOJA CORREDIZA
 Fuente: Catálogo de producto EUROLINE – C43, empresa SOPROFEN



Los diseños de perfiles de ventanas de marcos fijos y los marcos de hojas abatibles tienen, en la mayoría de casos, una forma de hache minúscula que les permite acoplarse adecuadamente para evitar que existan ranuras en sus uniones de borde para impedir el paso de aire y polvo.

Las soluciones de hojas corredizas tienen un diseño similar para cubrir la misma necesidad.

Para la *unión entre ventana y vano de albañilería*: Se deben respetar varios detalles importantes de carácter funcional y se deben de llevar a cabo diversos cuidados en su proceso de colocación.

Los detalles de unión entre el vano de albañilería y la ventana tienen por objeto evitar infiltraciones (de agua de lluvia, de aire y de luz solar). Por ello, es necesario considerar la ejecución del repisón (con su gotero) el cual protege la unión entre la parte baja donde se apoya la ventana y el muro bajo que la recibe.

El gotero en el paño inferior del dintel de la ventana es otra protección a considerar integrada al vano para evitar que el agua de lluvia que escurra sobre las fachadas se infiltre por la unión que se da entre el manguete superior del marco fijo de la ventana y el marco.

El querer resolver la estanqueidad de las uniones entre ventanas y vanos y entre los componentes mismos de las ventanas aplicando sólo sellador es una solución efímera sin durabilidad y con un mantenimiento excesivo que generalmente no se da sistemáticamente.

En lo referente al posicionamiento de las ventanas dentro del espesor de muros del vano, existen varias opciones de las cuales unas son recomendables y otras no. La siguiente figura muestra las más comúnmente utilizadas.

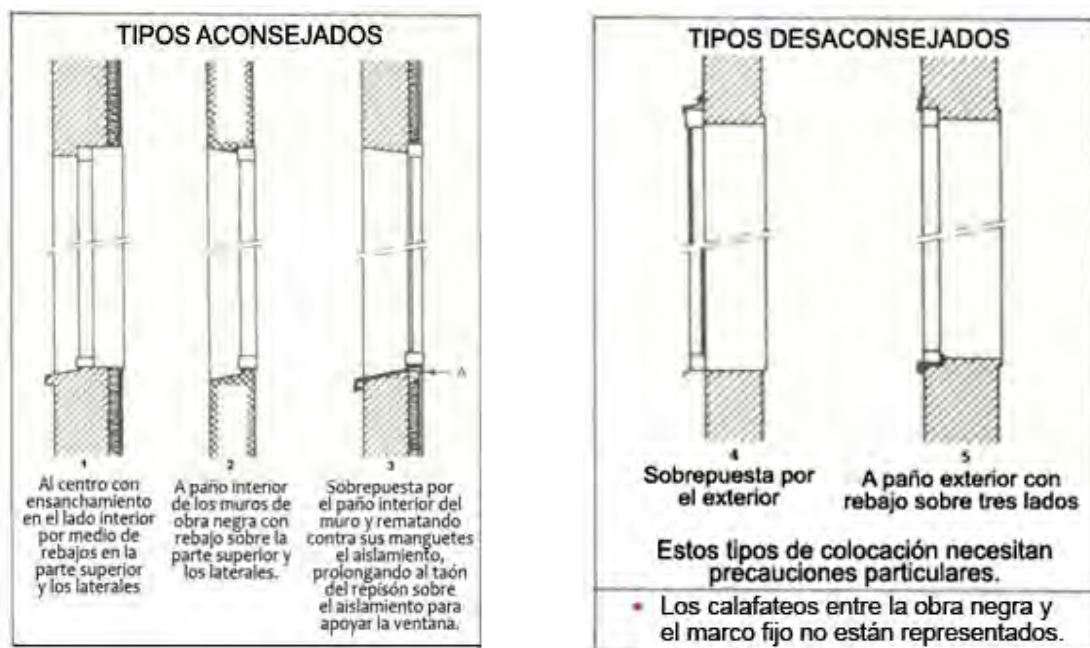


Figura B.422 – POSICIONAMIENTOS DE LAS VENTANAS DENTRO DEL ESPESOR DE MUROS DEL VANO

Fuente: Recommandations Professionnelles pour la conception, la fabrication et la mise en oeuvre des fenêtres métalliques, Edit. SNFA; 1985; p. 46

Para mayor protección de las ventanas y para permitir la abertura total de las hojas que abatan hasta 180° hacia el interior del local, lo recomendable es posicionar las ventanas hasta el paño interior de los muros del vano. Para ventanas corredizas y con abatimientos hacia el exterior no aplica esta ventaja, sin embargo, en todos los casos puede economizarse el emboquillado perimetral del vano en su cara interior al poderse rematar contra el marco fijo de la ventana el acabado que se tenga.


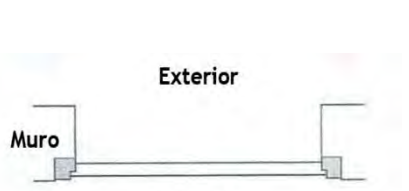
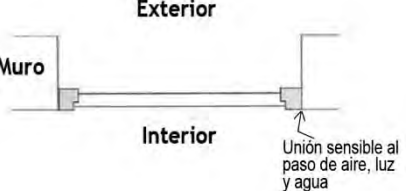
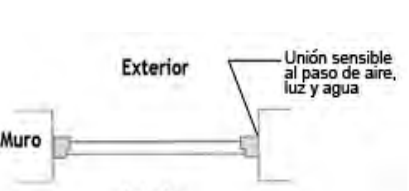
Los diferentes tipos de colocación que se emplean en Europa de manera sistemática buscan dejar al paño interior las ventanas por la protección que con ello se logra. Sólo cuando los muros de fachada tienen un espesor considerable en los casos de construcciones antiguas, o por incluir un aislamiento más grueso de lo común, se colocan las ventanas al centro del espesor del vano.

Adicionalmente, en la mayoría de casos, se deja previsto un saque que cumple una triple función:

- 1.- Traslapar y proteger la unión entre marco fijo de ventana y vano,
- 2.- Contribuir a la reducción visual del ancho de los perfiles perimetrales de ventanas en las fachadas y
- 3.- Permitir absorber la holgura de colocación entre vano y ventana.

El saque previsto se deja en los lados laterales y en la parte superior solamente ya que en la parte inferior se tiene el repisón con su talón realzado sobre el que se apoya la ventana.

Se muestran en las siguientes figuras los diferentes tipos de colocación de ventanas más utilizados en Europa donde hay que tomar en cuenta la existencia de aislamiento en los muros y la preocupación por evitar los puentes térmicos en la interfaz de marco fijo de ventana y vano.

<p><u>Sobrepuestas por el interior:</u> Se coloca el marco fijo sobre un repisón y se fija a la cara interior del muro. Se utiliza en construcciones nuevas con doblaje de aislamiento en su cara interior. Dicho aislante se remata contra el borde del marco fijo de la ventana. En algunas ocasiones se utilizan chambranas para tapar la unión.</p>	
<p><u>Sobre un rebajo o muesca a escuadra del lado interior.</u> Esto permite optimizar el claro libre con más superficie de vidrio. Esta colocación es fácil de implementar en muros de fachada gruesos. Siguiendo este mismo criterio, es posible dar una solución en la que el rebajo se forme con el espesor del aplanado o recubrimiento puesto sobre la fachada, teniéndose como ventaja proteger la unión entre ventana y muro contra la infiltración de agua de lluvia y absorber parte del espesor del manguete para mayor superficie de vidrio y una apariencia más esbelta de la ventana.</p>	
<p><u>Al paño interior de muro:</u> Se coloca la ventana sobrepuesta dentro del espesor del muro.</p>	
<p><u>Al centro de muro.</u> Es la colocación más acostumbrada en México aunque genera menor protección climática, la necesidad de emboquillar adicionalmente el borde interior del muro en su perímetro contra la ventana y la imposibilidad de abrir a 180° las hojas que abatan hacia el interior (en su caso). Por el reducido espesor de los muros de fachada empleados en México, el espacio entre el paño de la ventana y el paño interior del muro queda desaprovechado. En algunos casos, generalmente por motivos estéticos, se apañan las ventanas hacia el exterior de los muros o incluso sobresaliendo de la fachada (no</p>	
<p align="center">Figura B.423 – DIFERENTES TIPOS DE COLOCACIÓN DE VENTANAS Fuente: <i>Recommandations Professionnelles pour la conception, la fabrication et la mise en oeuvre des fenêtres métalliques</i>, Edit. SNFA; 1985; p. 45</p>	

Independientemente de los diferentes tipos de posicionamiento de ventanas en los vanos hay especificaciones para su fijación que normalmente se desconocen y se deja a la discrecionalidad de cada colocador dicha fijación.

La interfase entre la ventana y el muro no siempre se trata de manera correcta. Las dificultades de la obra deben tomarse cada vez más en cuenta.

Las fijaciones y uniones deben concebirse y realizarse para resistir los esfuerzos mecánicos debidos a la acción del viento o a las maniobras de las hojas móviles.

Las fijaciones deben estar tratadas contra la corrosión cuando estos elementos no estén completamente ahogados en la estructura.

La eficacia de las fijaciones y de las uniones no debe alterarse bajo el efecto de vibraciones. Por ello, todos los sistemas deben evitar el aflojarse o desenroscarse.

Hay fijaciones para unir las ventanas a los vanos o, en algunos casos, a premarcos o marcos.

La fijación que antes se hacía era soldando al marco fijo (de acero) soleras con extremos abiertos ancladas a la obra de albañilería.

Actualmente lo más utilizado son taquetes y tornillos o pijas que impidan movimientos o deformaciones del elemento fijado; como alternativa de fijación se puede emplear sellador adherente de larga duración. Para asegurar el buen ajuste de la ventana al vano pueden utilizarse calzas siempre y cuando se fijen a uno de los elementos (no deben quedar sueltas).

Las ventanas de grandes dimensiones deben fijarse a manera de permitir las dilataciones y, eventualmente, los movimientos sísmicos.

La cantidad de fijaciones para los marcos fijos serán cuando menos de tres por marco de ventana.

Para los cancelos con hojas corredizas, las fijaciones a lo largo de los puntos de cierre deben realizarse cuidando que el marco fijo no sufra ninguna deformación local o puntual que entrañe un daño o deterioro a recubrimientos o aplanados.

Para las ventanas compuestas por varios tableros del marco fijo, pueden darse concentraciones de esfuerzos debido al viento, en ese caso las fijaciones deben reforzarse si es necesario.

Salvo justificación particular, *las fijaciones complementarias deben disponerse próximas a las bisagras o a los puntos de cierre*, en particular, en el caso de cancel(es) con puerta(s) corrediza(s).

Como regla general para fijaciones de jambas, se pondrán a cada 0.80 m como máximo.

La primera y la última fijación se colocará a 0.25 m del dintel y a 0.25 m del repisón o del umbral (Ver figura B.424)

Las fijaciones en las jambas deberán obligatoriamente ubicarse siguiendo las indicaciones siguientes:

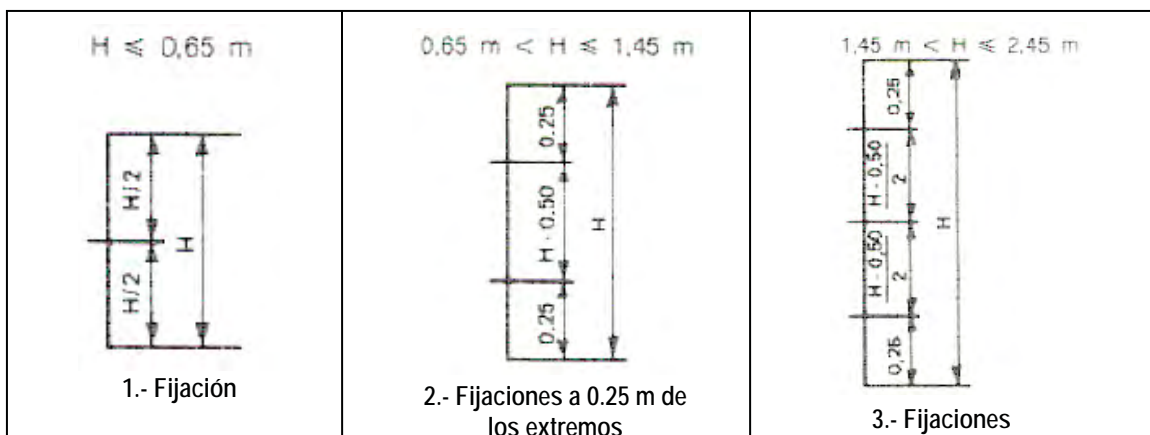
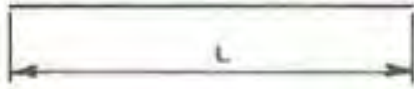


Figura B.424 – FIJACIONES EN JAMBAS (manguetas verticales)

Fuente: Recommandations Professionnelles pour la conception, la fabrication et la mise en oeuvre des fenêtres métalliques, Edit. SNFA; 1985; p. 47

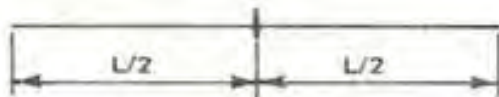
Los travesaños tendrán obligatoriamente sus fijaciones dispuestas según las siguientes indicaciones:

$L \leq 0,90 \text{ m}$



Ninguna fijación

$0,90 \text{ m} < L \leq 1,60 \text{ m}$



Una fijación al centro

$1,60 \text{ m} < L \leq 2,40 \text{ m}$



Dos fijaciones colocadas simétricamente con respecto al centro

$2,40 \text{ m} < L \leq 3,20 \text{ m}$



Tres fijaciones

$L > 3,20 \text{ m}$

Una fijación adicional por tramo complementario de 0.80 m

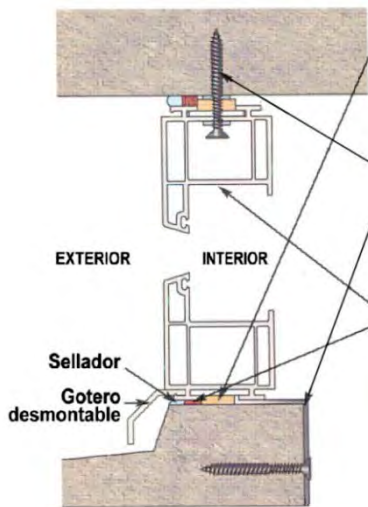
Figura B.425 – FIJACIONES EN TRAVESAÑOS (Manguetas horizontales)

Fuente: Recommandations Professionnelles pour la conception, la fabrication et la mise en oeuvre des fenêtres métalliques, Edit. SNFA; 1985; p. 48

Hay que tener el especial cuidado de *no hacer fijaciones por medio de perforaciones directas del manguete horizontal que apoya sobre el repisón o sobre el umbral o piso para evitar que el agua de lluvia se infiltre por la perforación de la fijación y genere una humedad atrapada o conducida hacia el interior de la obra.*

La solución más recomendable es la de *utilizar selladores adherentes del tipo “clavo líquido” (liquid nail)* en los puntos indicados (principalmente en manguetas apoyados sobre repisones o umbrales) o una banda de sellado preformada compresible y adherente, en vez de emplear taquetes y tornillos. También se utilizan fijaciones con soleras de extensión para hacer las fijaciones laterales (no verticales) y evitar riesgos de infiltraciones.

En la siguiente figura se muestran detalles de fijaciones empleadas en Europa para ventanas de PVC, de aluminio y de madera en la unión del manguete inferior y el repisón.

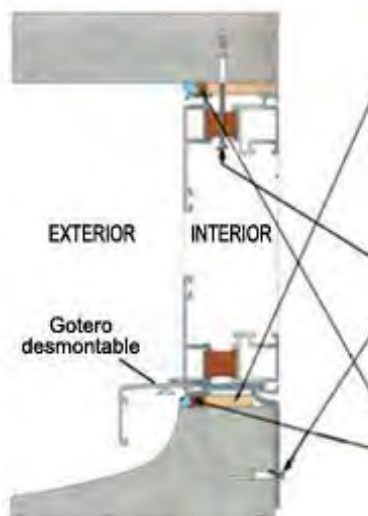


Calzado El calzado en los manguetes laterales (jambas) y en el manguete superior (travesaño) se efectúa de manera clásica con calzas de madera o de PVC insertadas entre el vano y el marco fijo de la ventana a colocar, en los mismos lugares de las bisagras y cerraduras.

Fijaciones En el manguete superior y en los manguetes verticales laterales las fijaciones se ubican en las ranuras de los perfiles a base de pijas o taquetes y tornillos, en el manguete inferior la fijación es lateral por el lado interior del vano empleando una escuadra de enganche o con sellador adherente.

Calafateo Generalmente se realiza del lado exterior empleándose un sellador sobre el perímetro entre el marco fijo de PVC y el vano de albañilería, después de la inserción de un respaldo de 5 mm.

PERFILES DE PVC – Fuente: *Guide Pratique, mise en oeuvre des menuiseries en PVC, Jean-Paul NOURY, CSTB, 2004; p. 40*

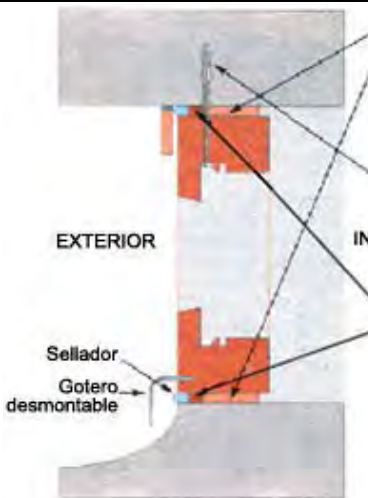


Calzado El calzado de asiento es obligatorio entre el repisón del vano y el manguete inferior del marco fijo de la ventana. El calzado lateral y superior se efectúa de manera clásica con calzas insertadas entre el vano y el marco fijo de la ventana a colocar.

Fijaciones En el manguete superior (travesaño) y en los manguetes laterales (jambas) las fijaciones se hacen perforando la zona de ranuras de los perfiles con pijas o taquetes y tornillos. En el manguete interior la fijación se hace lateralmente por el interior del vano con una escuadra adicional o con sellador adherente.

Calafateo Generalmente se realiza del lado exterior con sellador sobre la periferia entre el vano y el marco fijo. Después de la inserción de un respaldo de 5mm de espesor mínimo. El gotero generalmente se monta después de la ejecución de calafateo

PERFILES DE ALUMINIO Fuente: *Guide Pratique, mise en oeuvre des menuiseries en aluminium, Jean-Paul NOURY, CSTB, 2005; p. 41*



Calzado El calzado en los manguetes laterales (jambas) y en el manguete superior (travesaño) se efectúa de manera clásica con calzas de madera o de PVC insertadas entre el vano y el marco fijo de la ventana a colocar, en los mismos lugares de las bisagras y cerraduras.

Fijaciones En el manguete superior y en los manguetes verticales laterales las fijaciones se ubican en las ranuras de los perfiles a base de pijas o taquetes y tornillos, en el manguete inferior la fijación es lateral por el lado interior del vano empleando una escuadra de enganche o con sellador adherente.

Calafateo Generalmente se realiza del lado exterior empleándose un sellador sobre el perímetro entre el marco fijo de madera y el vano de albañilería después de la inserción de un respaldo de 5 mm, empleando una tira preformada de espuma precomprimida.

PERFILES DE MADERA - Fuente: *Guide Pratique, mise en oeuvre des menuiseries en bois, Jean-Paul NOURY, CSTB, 2006; p. 42*

Figura B.426 – CORTES DE VENTANAS DE PVC, DE ALUMINIO Y DE MADERA

El posicionamiento de las ventanas se inicia apoyando al marco fijo sobre el repisón con las calzas y una banda de sellador preformado (que garantice la estanqueidad entre ventana y vano) previamente colocados para su posterior plomeo y apriete con las calzas laterales y superiores antes de la fijación con pijas o taquetes y tornillos (Ver figura B.427).

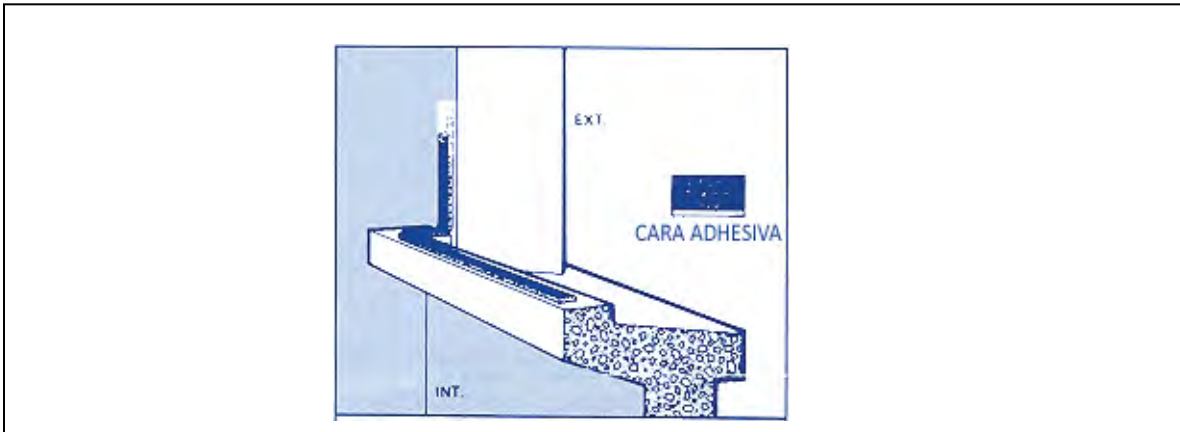


Figura B.427a – Detalle de colocación de banda preformada y compresible para el sellado perimetral de la interfaz entre ventana y vano de albañilería
Ref. Catálogo publicitario de la empresa TRAMICO (Compriband – Francia)

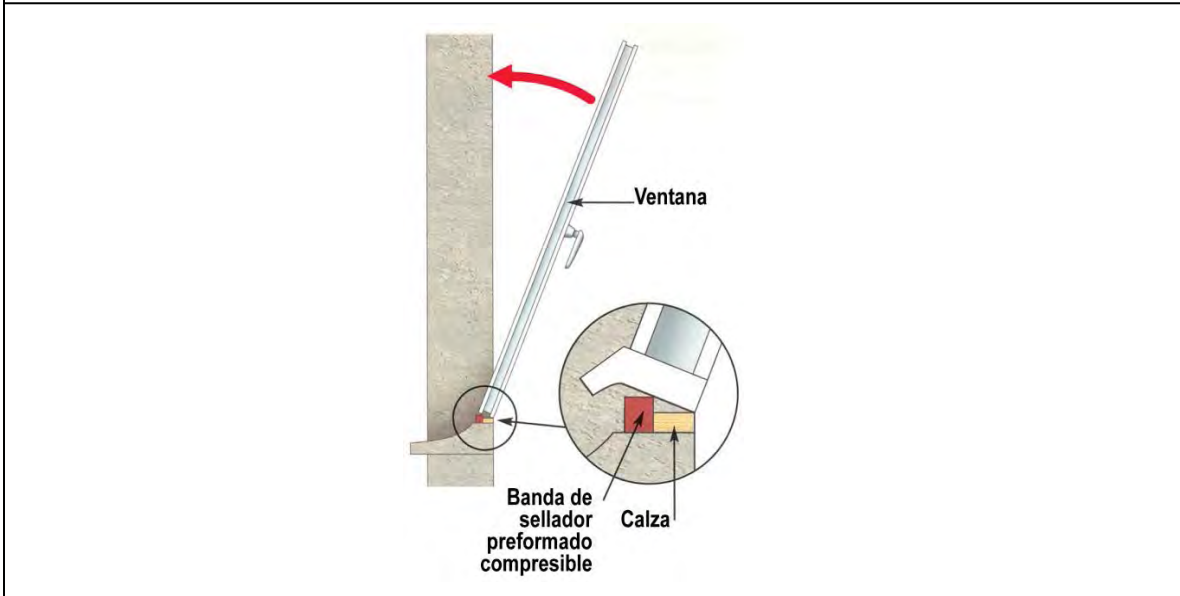


Figura B.427b – Proceso de colocación de ventanas

Figura B.427 – SELLADO Y COLOCACIÓN DE VENTANAS

Ref. Guides Pratiques – Mise en Oeuvre de Menuiseries en PVC, Jean-Paul NOURY – CSTB, 2004; p.33

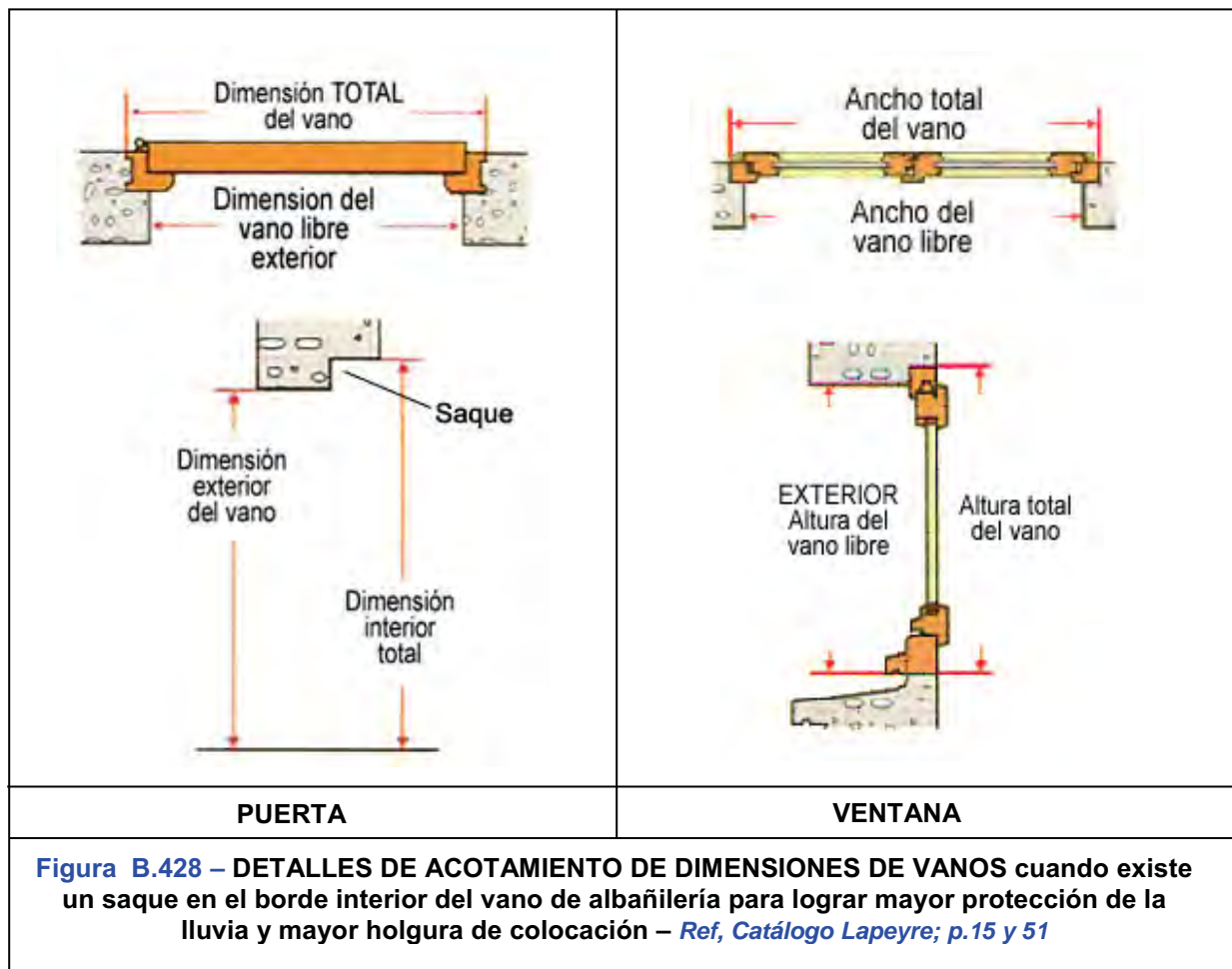
El objeto de los procesos de colocación descritos es lograr la reducción de problemas en obra a través de la colocación simplificada y soluciones modulares a las necesidades de confort, lo cual es parte de una búsqueda general no sólo aplicable a las ventanas sino a toda la construcción en su conjunto.

La interfase entre la ventana y el muro no siempre se trata de manera correcta. Las dificultades de la obra deben tomarse cada vez más en cuenta.

Es importante, por tanto, el cuidado en la protección, limpieza y el no deterioro de la ventanería durante los trabajos de obra segunda.

Las ventanas se suministran completamente terminadas con el cristal incluido (en monobloque) y se colocan en obra al término de la obra negra incluyendo impermeabilización de azoteas, colocación de teja (en su caso) y la colocación de repisones.

Es importante identificar las medidas características de una ventana o cancel y su relación con el vano de la obra (ver Figura B.428).



La instalación de ventanas en las obras es un evento importante que define la terminación de la obra gruesa (obra negra) y permite el inicio de la obra segunda [obra gris (en húmedo) y obra blanca (en seco)].

Los acabados exteriores (aplanados, recubrimientos y pinturas) se colocan generalmente después de la instalación de puertas, ventanas y cancelos exteriores. Se rematan y se emboquillan contra las ventanas, cancelos y puertas colocadas.

La carpintería interior [puertas de intercomunicación, closets, muebles, cocinas integrales, muebles y accesorios de baño, acabados en escaleras (escalones, barandales, etc.) placas eléctricas, etc.] se colocan también después de la instalación de ventanería; a este conjunto de actividades posteriores se le llama “obra segunda”.

Una vez terminada la colocación de ventanas y puertas exteriores, se puede controlar el acceso al interior de las edificaciones.

El otro aspecto que conviene tomarse en cuenta es la disposición de una ranura perimetral en el borde de los marcos fijos de las ventanas, principalmente en las ventanas de madera por su sensibilidad a los efectos del agua de lluvia que eventualmente pueda infiltrarse.

La siguiente figura muestra esta previsión; además se incluyen varios detalles a tomar en cuenta para asegurar su comportamiento adecuado.

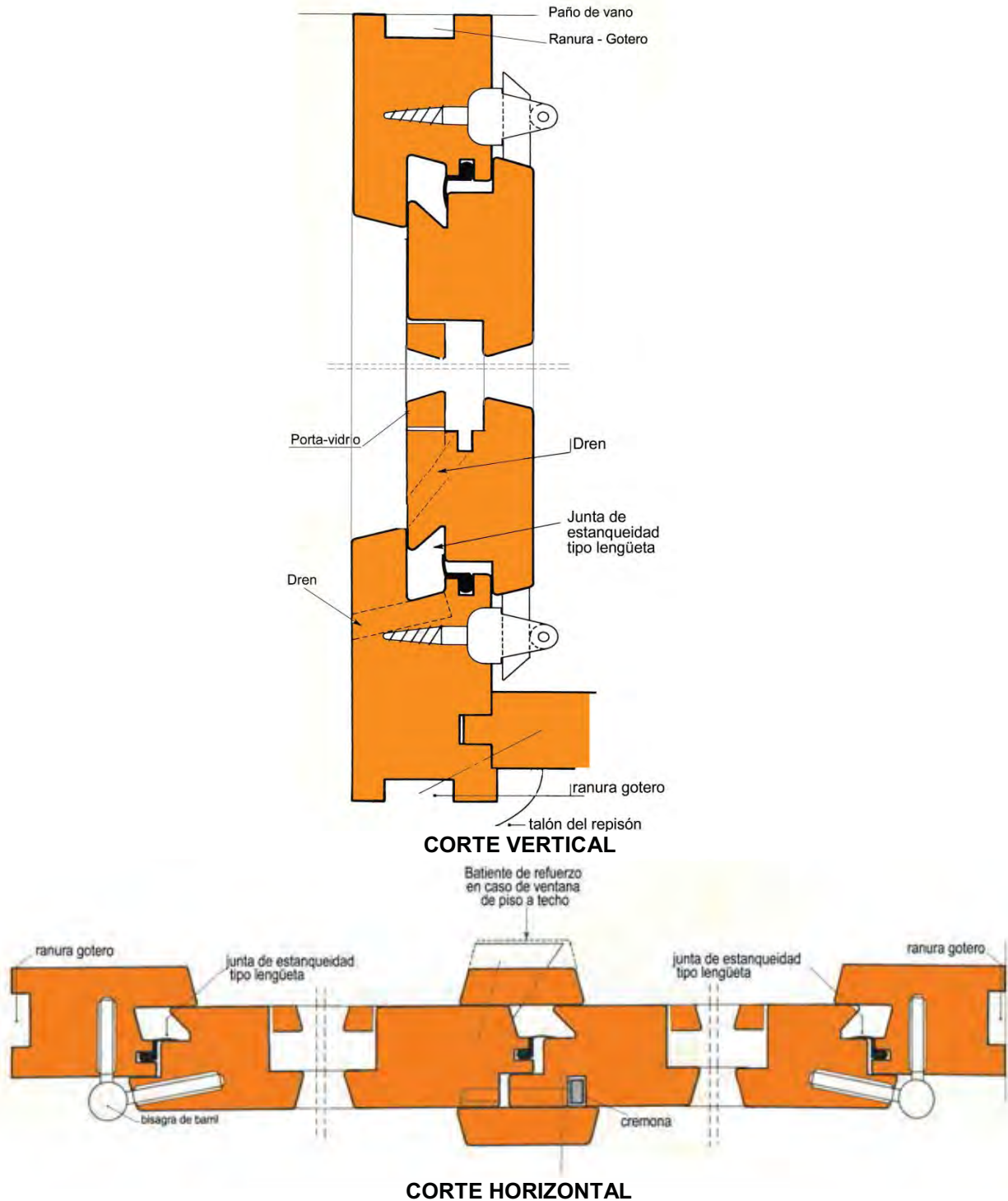


Figura B.429 – DETALLE DE PERFILES DE MANGUETES DE MADERA que incluyen la ranura-gotero en su perímetro de unión con el vano de albañilería, las juntas de neopreno o material equivalente de estanqueidad entre marcos fijos y marcos móviles y drenes de evacuación de agua de lluvia principalmente.

Fuente: Fenêtres Performantes, Conception et Exemples, p. 54 – Cahier du Centre Technique du Bois et de l'Ameublement 127 – Francia, 1985 ; p. 61

Los diseños geométricos de los perfiles dependen más del tipo de abertura de las hojas móviles y de requisitos funcionales que del material con el que están hechos.

Las consideraciones que se deben de tomar en cuenta son:

- La *resistencia estructural* para reforzar al vidrio enmarcándolo para resistir las fuerzas actuantes de viento y de operación. En este caso se buscan perfiles esbeltos para dar la mayor luminosidad posible y la mayor discreción visual.

La resistencia al viento en las ventanas depende principalmente de los perfiles y la solidez de la cerrajería de unión entre marco fijo y marco(s) abatible(s).

- Existen métodos simplificados de cálculo para *la determinación de secciones de perfiles y métodos más precisos y detallados* cuya confiabilidad permite reducir y optimizar las secciones.
- La *resistencia de la cerrajería* se reduce a la de las cremonas y de las contras. La resistencia de las bisagras y de otros órganos de rotación y abertura tienen una solidez sobrada que no necesita calcularse.

El orden de magnitud de los esfuerzos a tomar en cuenta se muestra en la siguiente figura **B.430**

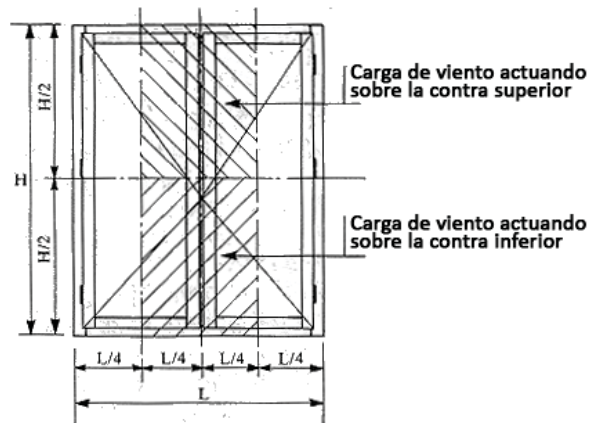


Figura B.430 – ÁREAS TRIBUTARIAS DE CARGAS DE VIENTO PARA PERFILES DE VENTANAS

Fuente: Cahier du Centre Technique du Bois et de l'Ameublement 127 – Francia, 1985 ; p. 18

Como se aprecia en la figura, la mitad de las cargas es tomada por las bisagras y la otra mitad es tomada por la cremona y su contra. La carga sobre cada una de las fijaciones es:

$$F = \frac{H}{2} \times \frac{L}{2} \times P$$

P es el valor de la presión brusca siendo:

- 2300 Pa para viento clase V_E
- 1700 Pa para viento clase V_2
- 900 Pa para viento clase V_1

Para una puerta-ventana de 2.35 x 1.50 m con una ráfaga de 2300 Pa la carga F es aproximadamente de 192 daN.

Para una ventana de 1.35 x 1.40 m el esfuerzo a tomar es del orden de 100 daN.

Por tanto, cada clasificación de una ventana o de una puerta-ventana de dos hojas debe soportar un esfuerzo que va de 100 daN a 200 daN.

- *Alojamiento oculto y resistente para la cerrajería*, previendo ranuras y cajeados para alojar varillas y mecanismos de cremonas con manija, jaladera, cerradura y contras con pestillo de cierre puntual o cierres perimetrales así como pasadores y topes para bloquear el cierre de hojas móviles por el efecto del viento.

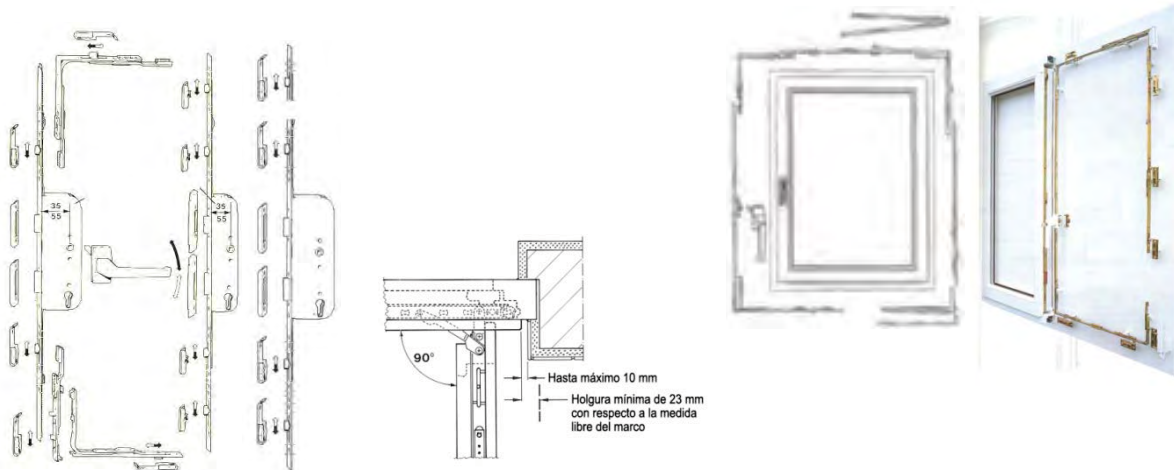


Figura B.431 – Actualmente los herrajes de las ventanas son especiales: cremonas de cierre en tres puntos (arriba, en medio y abajo) o de cierre periférico. Hay diseños para todo tipo de abertura de ventanas y cancelles e incluso con dos opciones de operación como en el caso oscilo-batiente.

Fuentes: Catálogo de productos, empresa ROTO ROYAL y Le guide de la fenêtre - TRYBA; p. 43

- *Alojamiento con suficiente resistencia mecánica* para las bisagras o carretillas de operación.
- *Drenado del agua de lluvia* hacia el exterior para impedir su acumulación dentro del perfil y su encaminamiento hacia el interior de la edificación a través de ranuras de recolección y drenes previstos dentro de los manguetes.

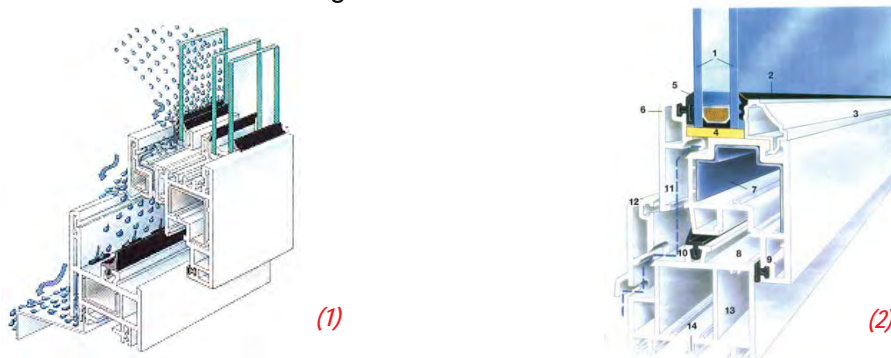


Figura B.432 – SISTEMA DE DRENADO DEL AGUA DE LLUVIA EN MANGUETES donde se logra evitar las condensaciones al dar un drenado rápido

Fuente: (1) Catálogo de productos de PVC Serie 81, empresa Brüggman Fenêtres PVC, p. 6 y (2) catálogo de productos empresa Fenêtres TROCAL



Figura B.433 – CAPUCHÓN DE PROTECCIÓN EN DRENES PARA EVITAR QUE EL VIENTO REGRESE AL INTERIOR DE LOS MANGUETES AL AGUA QUE SE ESTÉ DRENANDO

Fuente: Les matériaux composites, revista Les Cahiers Techniques du Bâtiment No. 211, nov. 2000, p.113.

- *Hermeticidad al cierre de hojas movibles* para lograr estanqueidad al aire, al polvo y a la intrusión de insectos en las uniones de marcos fijos y móviles, al estar en posición cerrada empleando juntas tubulares trabajando a compresión o disponiendo juntas con lengüetas de hule sintético o de plástico flexible traslapándose sobre los manguetes.

Existen cuatro tipos de juntas en las ventanas:

Juntas de estanqueidad en ventanas.

La estanqueidad al aire y al agua en las ventanas, cancelos y puertas exteriores se logra con la utilización conjunta de varios dispositivos como los umbrales, los sardineles, los repisones, los propios manguetes de las ventanas (cuya geometría, holguras y drenes inducen al agua de lluvia a regresarse al exterior) y las juntas flexibles con diferente forma básica y geometría y, ubicadas estratégicamente para asegurar un sellado eficiente.

Una junta de estanqueidad para dar buenos resultados y de manera durable, debe funcionar bajo buenas condiciones.

Las zonas clave de juntas de estanqueidad en las ventanas son:

- La unión entre vano de albañilería y ventana, cancel o puerta exterior.
 - La unión entre marcos fijos y hojas que abren.
 - Uniones entre los perfiles de las ventanas y los vidrios.
 - Uniones entre los propios perfiles de las ventanas.
- La *unión entre vanos de albañilería* y ventanas con sus dispositivos como los umbrales y repisones con talón de realce ha sido descrita suficientemente e implica la colocación de una banda preformada y compresible (colocada perimetralmente en la unión vano-marco fijo) y el empleo de selladores que impidan el paso del aire y del agua.
 - La *unión entre marcos fijos y marcos móviles* debe considerar el control de la permeabilidad al aire, la estanqueidad al agua, la resistencia al viento y la resistencia al uso.

Las juntas flexibles usadas en estos casos son de dos tipos: Las juntas tubulares que trabajan a compresión, las juntas de lengüeta y talón desfasado que trabajan a flexión y las juntas de lengüeta que trabajan a compresión. Ambas se insertan a presión dentro de una ranura prevista en el perfil.

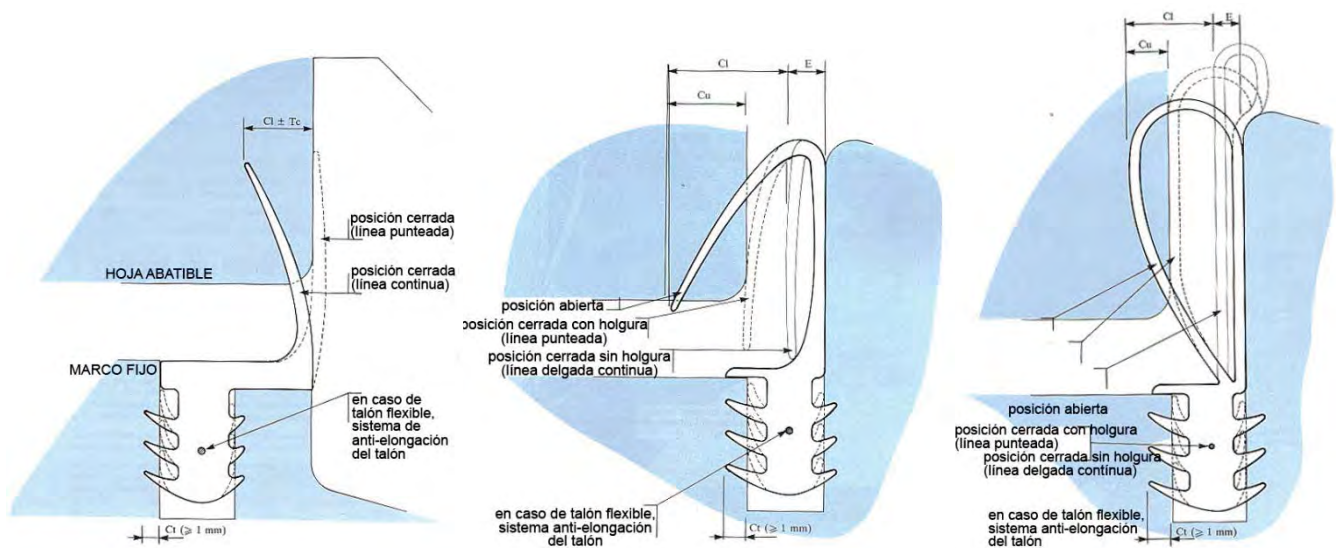


Figura B.434 – TIPOS DE JUNTA

Ref. Fenêtres Performantes – Conception et Exemples – CTBA, 1985 ; p. 120, 121 y 122

- Hay también *juntas adheribles o a embutir en ranura de tipo tubular* similares a las utilizadas en puertas abatibles.

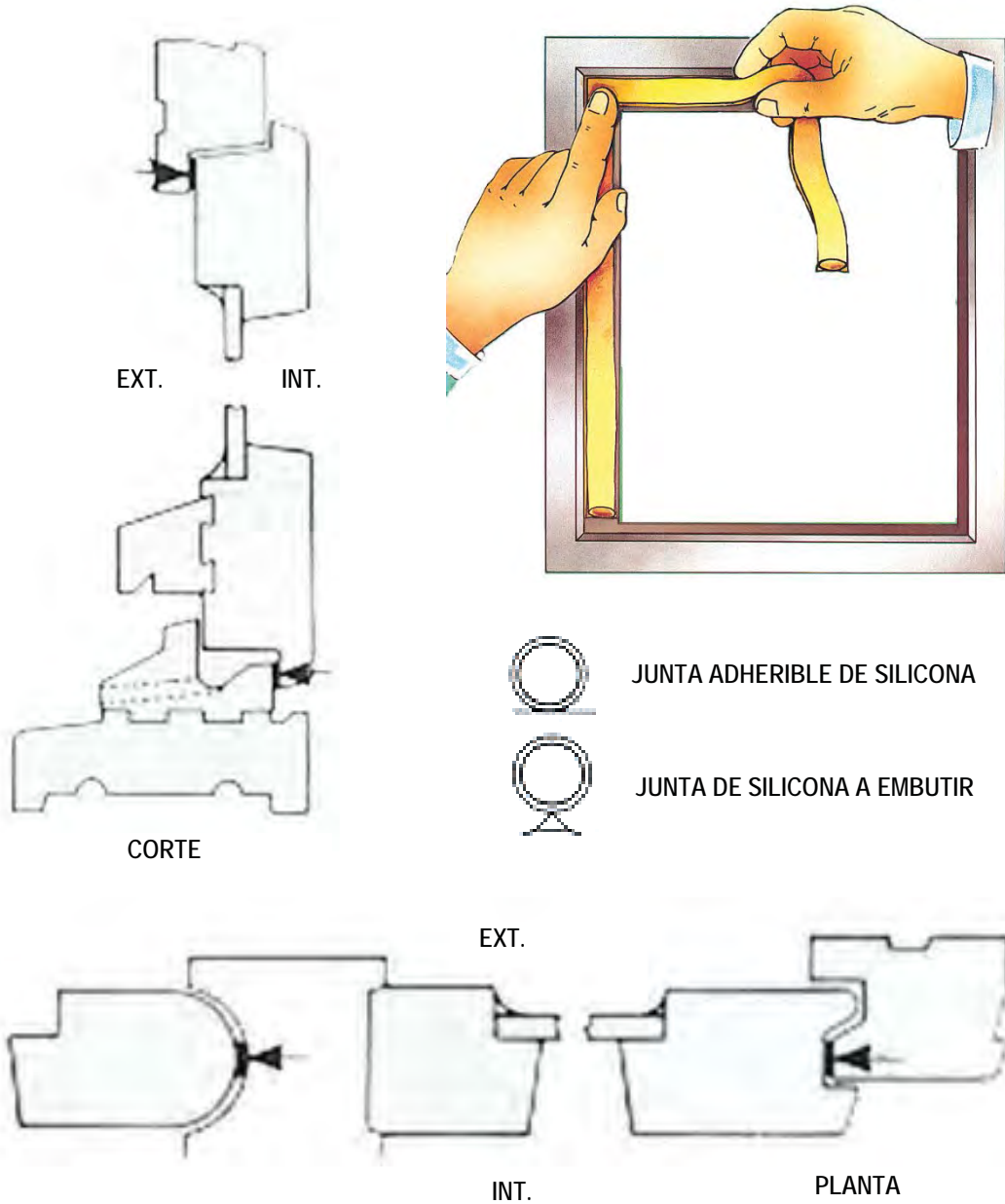
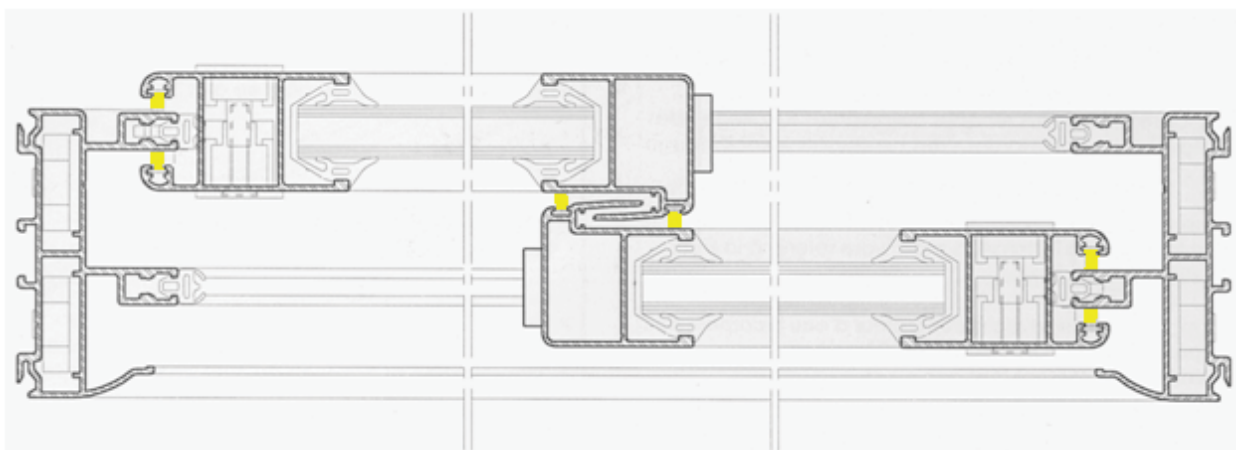


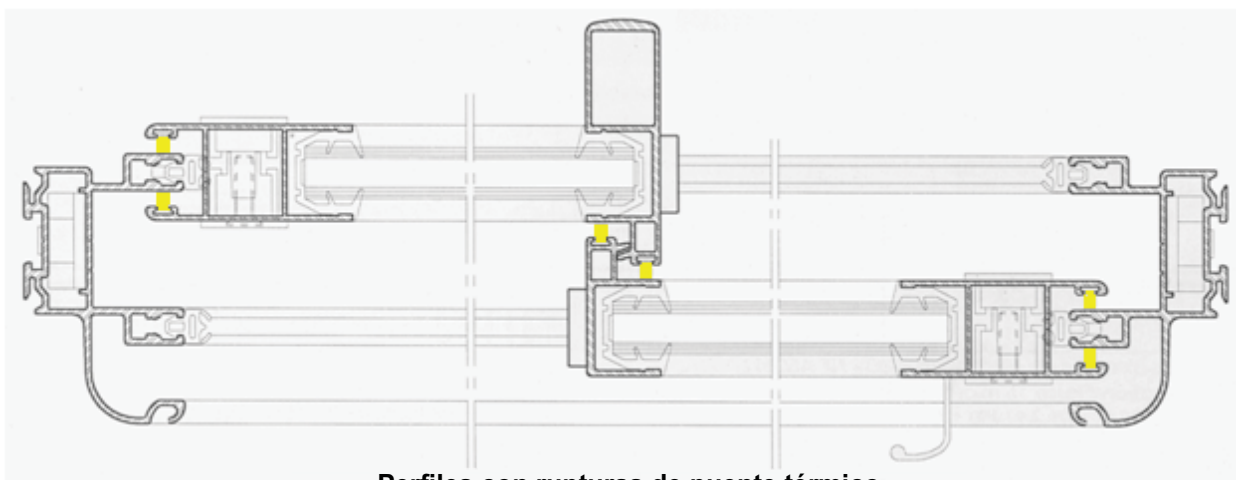
Figura B.435 – JUNTAS ADHERIBLES DE USO UNIVERSAL PARA HOLGURAS que van de 1 mm a 6 mm de alta duración. Suprimen la entrada de aire y atenúan la transmisión de ruido. Están hechas de silicona con paredes ultradelgadas.

Fuente: FLEXISOL-SYNELOG, Francia

Para el caso de hojas corredizas, se utilizan juntas de tipo brocha o con felpa como se muestra en la siguiente figura que ejemplifica su uso en perfiles de aluminio sin ruptura de puente térmico y con ruptura de puente térmico donde los propios perfiles disponen de aletas de traslape que perfeccionan la hermeticidad del cierre.



Perfiles sin ruptura de puente térmico

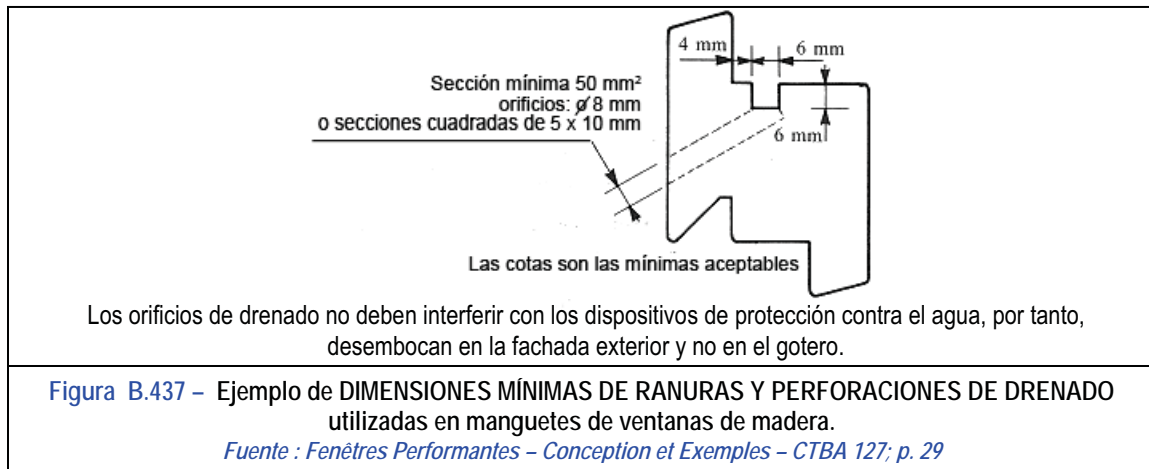


Perfiles con rupturas de puente térmico

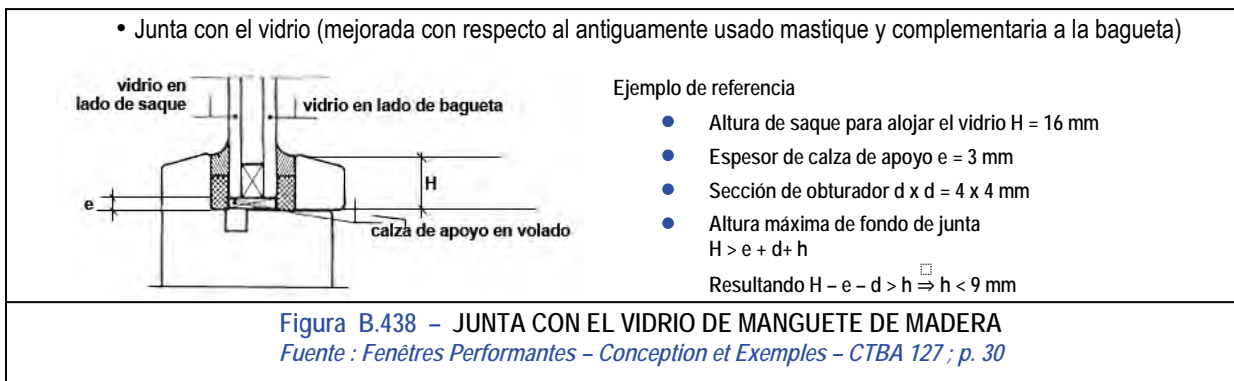
Figura B.436 – JUNTAS DE TIPO BROCHA

Fuente: Catálogo de productos LES ESSENTIELS, empresa SEPALUMIC; p.14 (Serie 2600, Coulissant Mistral)

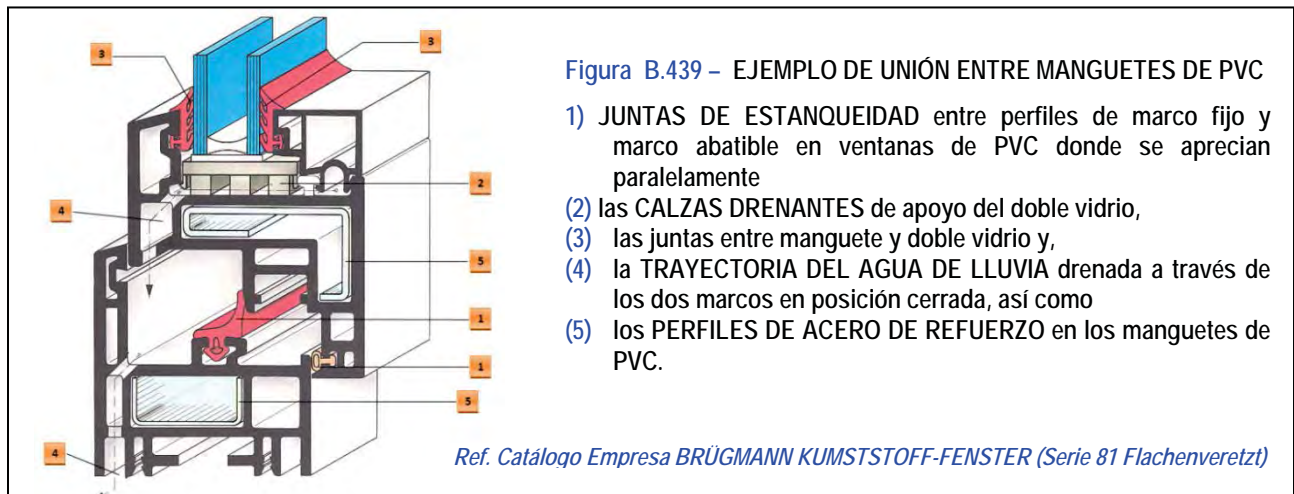
- Las uniones entre los perfiles de ventana y los vidrios han dejado de ser hechas con mastique o sellador empleándose más bien perfiles flexibles de hule sintético. La ranura donde se aloja el vidrio deberá siempre estar drenada hacia el exterior como se indica en la siguiente figura:



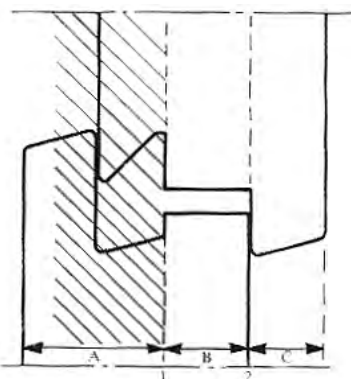
El hule sintético utilizado en juntas flexibles de ventanas deberá ser resistente a la acción de la intemperie a través de la vida útil de la ventana o, en caso contrario, poder sustituir las juntas de forma sencilla y rápida.



Se muestra a continuación el tipo y la ubicación de juntas entre marcos fijos y móviles así como en unión de marcos con vidrio donde puede apreciarse la disposición de drenes desde la ranura que aloja al vidrio hasta el exterior que recorre el agua de lluvia a través de los manguetes.



• Junta entre el marco fijo y marco móvil



A = Zona prohibida

B = Zona óptima

1.- Barrera intermedia

2.- Barrera interior

C = Zona teóricamente posible pero en la práctica:

- Se da una discontinuidad de la junta por la interferencia con la cerrajería
- La junta queda visible totalmente cuando la ventana está cerrada.

Figura B.440a – ZONA DE POSICIÓN DE JUNTAS DE INTERFAZ ENTRE MANGUETES DE MADERA

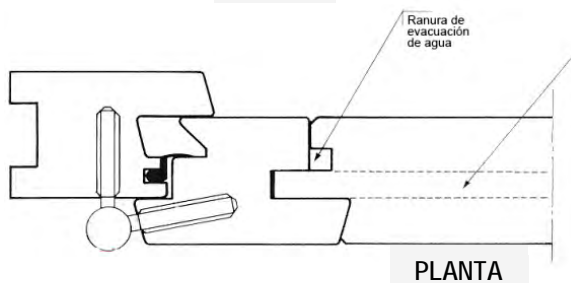
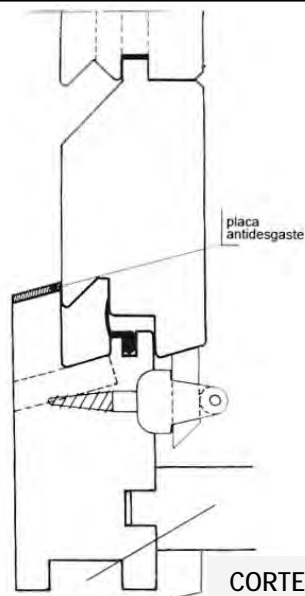


Figura B.440b – JUNTA TIPO LENGÜETA

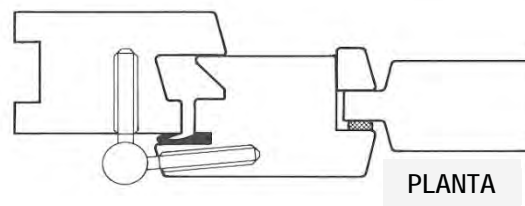
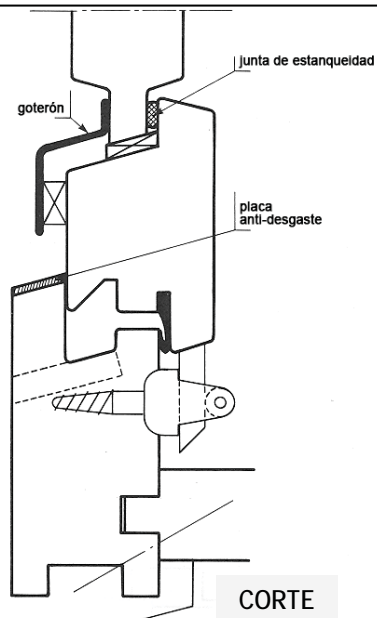


Figura B.440c – JUNTA COMPRESIBLE

Figura B.440 – TIPOS DE JUNTAS Y POSICIONES. Ejemplos de aplicación a ventanas de madera
Fuente: Fenêtres Performantes – Conception et Exemples – CTBA 127; p. 23, 92 y 94

Ejemplos específicos de los diferentes tipos de juntas entre marcos fijos y marcos batientes de puertas, puertas-ventana y ventanas.

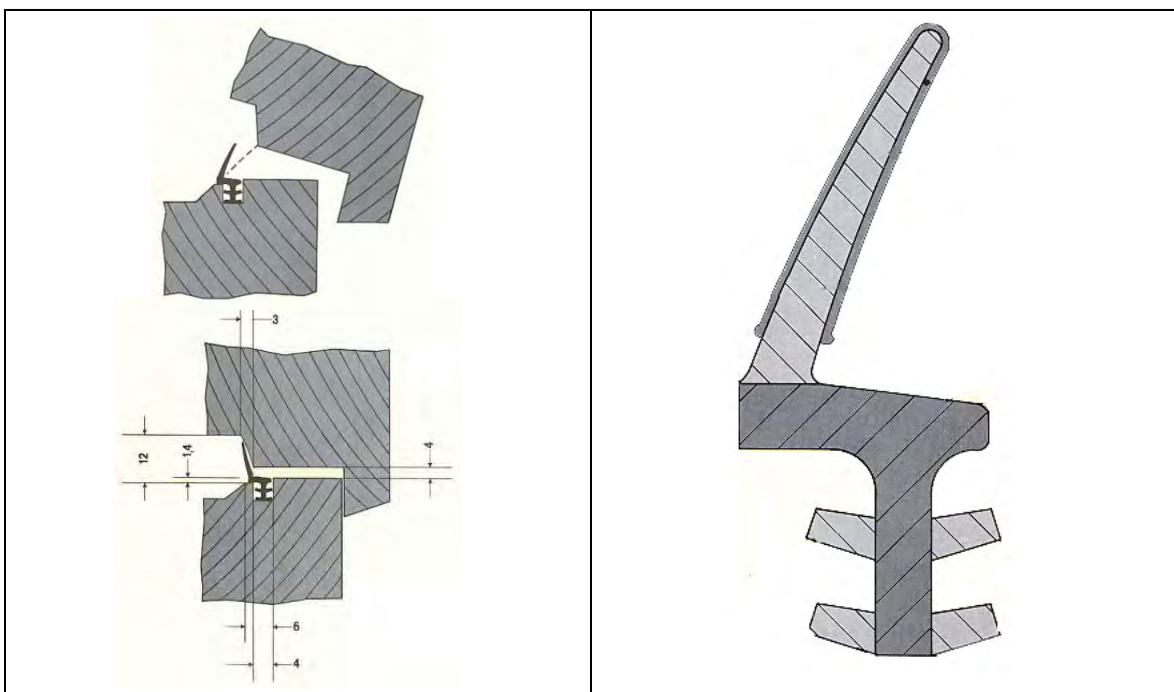


Figura B.441 – JUNTA TIPO LENGÜETA

Perfil destinado a ser colocado sobre el marco fijo (embutido) de ventanas y puertas-ventana. Las esquinas se unen por simple superposición.

Están hechos de material elastomérico extruido con dos diferentes durezas. El labio está protegido por una membrana que se puede retirar después del barnizado o el pintado de los perfiles de ventana.

Su colocación y reemplazo se efectúa con una simple presión o es de la junta.

Se pueden escoger colores negro, gris o marrón.

Fuente: Catálogo de productos Schlegel, Bélgica

Sus principales ventajas son:

1. Fácil y rápida colocación.
2. Reducción de transmisión acústica importante,
3. Estanqueidad en las esquinas,
4. Excelente desempeño bajo temperaturas extremas,
5. Gran elasticidad,
6. Anclaje sólido dentro de su ranura sin dificultad de inserción,
7. No se acorta ni se separa en las esquinas,
8. No se ondula ni se deforma el labio,
9. Resistencia al envejecimiento y, por tanto, alta durabilidad.

Figura B.442 – JUNTA TIPO COMPRESIBLE INSERTADA EN RANURA DE MARCO ABATIBLE

Consta de un soporte rígido que asegura uniones de esquina perfectamente estancas por simple corte a 45° y ancla a la junta perfectamente dentro de la ranura que la aloja.

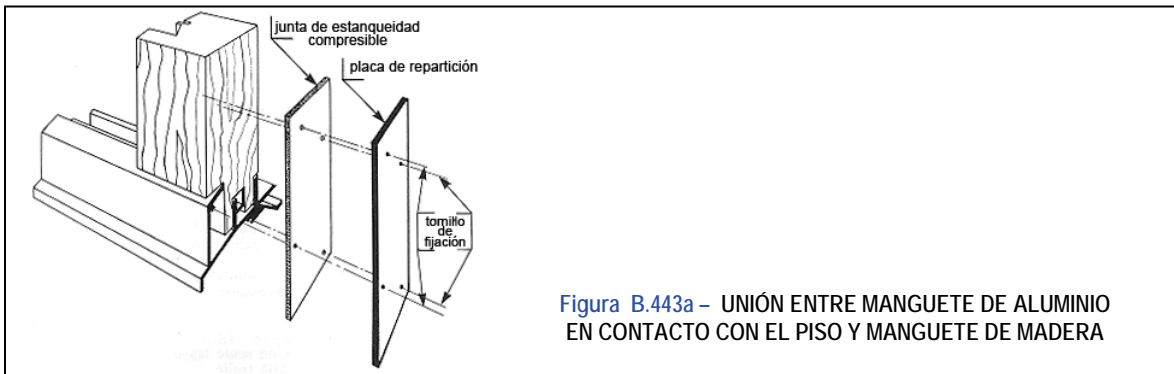
Fuente : Catálogo de Productos Schlegel, Bélgica

- Las uniones entre perfiles de ventanas difieren en función del material de los perfiles.

Los perfiles de P.V.C. llevan en su interior perfiles de acero para mejorar su resistencia unidos por ensamblado mecánico. El P.V.C. se une por termofusión.

Los perfiles de aluminio se unen por medio de escuadras ocultas y fijadas mecánicamente. Posteriormente, se sellan sus uniones o se interponen a ellas de hule sintético aprisionadas.

Los perfiles de madera que tradicionalmente se han unido por medio de machimbres y pegamentos resistentes a la intemperie han venido adoptando las fijaciones mecánicas como las mostradas en la siguiente figura:



La resistencia a la torsión del perfil puede obtenerse de las siguientes formas:

Solución 1:

- Dos pernos apretados (eventualmente en seco) y un tornillo de fijación.

Solución 2:

- Dos tornillos que aseguren la fijación y la anti-torsión ajustando los orificios a la pieza extrema del diámetro de los tornillos.

Solución 3:

- Dos pernos atravesados

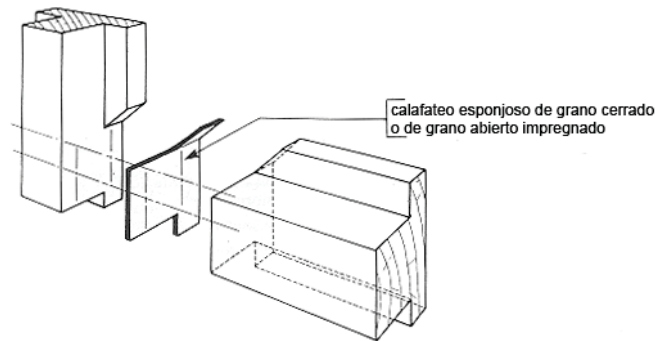
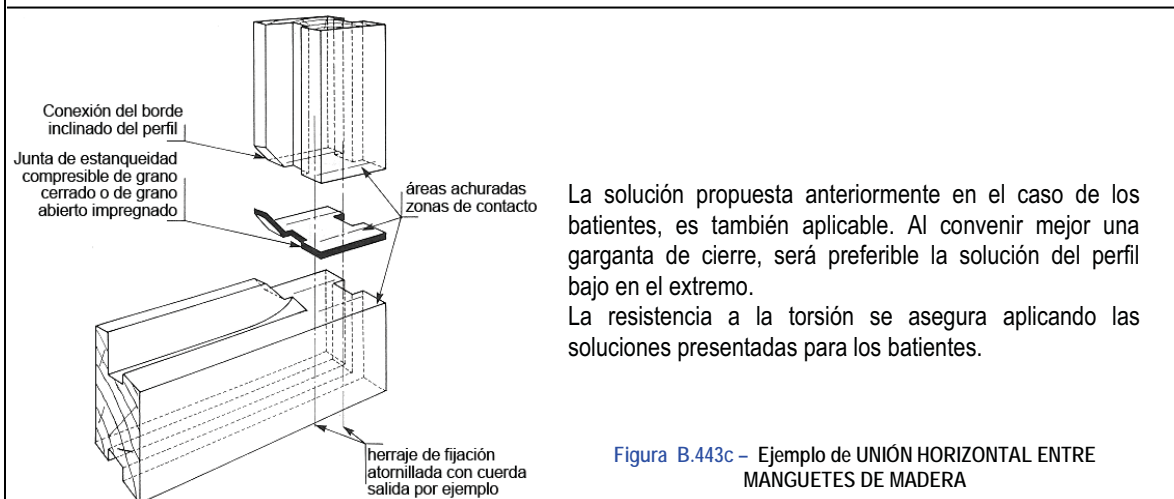


Figura B.443b – Ejemplo de UNIÓN VERTICAL ENTRE MANGUETES DE MADERA



La solución propuesta anteriormente en el caso de los batientes, es también aplicable. Al convenir mejor una garganta de cierre, será preferible la solución del perfil bajo en el extremo.

La resistencia a la torsión se asegura aplicando las soluciones presentadas para los batientes.

Figura B.443 – EJEMPLOS DE ENSAMBLAJES MECÁNICOS EN VENTANAS DE MADERA

Ref. Fenêtres Performantes – Conception et exemples – CTBA 127; p. 38, 39 y 41

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DE LAS VENTANAS

Los elementos complementarios de las ventanas más utilizados son: Las cortinas o visillos interiores de tela o de otros materiales, las persianas, los mosquiteros, los postigos y las cortinas enrollables exteriores así como las rejas de protección.

En algunos casos se utilizan marquesinas y parteluces para controlar el asoleamiento.

Las *cortinas* o los *visillos* interiores los adquieren e instalan los usuarios de las viviendas siguiendo su gusto y preferencia; y por ello, es importante que en el reglamento de condominio se especifique como restricción la uniformidad de color para evitar heterogeneidad de aspecto en las fachadas. Generalmente se indica hacia el exterior el color blanco para dar uniformidad de manera simple.



Cortina plegable



Cortina enrollable sobre todo el vano



Visillo enrollable sobre cada hoja de ventana



Cortina en olanes

Figura B.444 – CORTINAS O VISILLOS - Fuente: Catálogo de productos, empresa FRANCIAFLEX

Los *mosquiteros* son la solución simple, económica, eficaz y ecológica para evitar los piquetes de mosco y su ruido desagradable así como el ingreso de otros insectos indeseables al interior de las viviendas.



Enrollables verticalmente en el caso de ventanas

Fuente: Catálogo de productos, empresa ENGELS, p.6

Corredizos lateralmente para puertas y cancelas

Abatibles en el caso de puertas - Catálogo de productos, empresa LOUVERDRAP, p. 91

Figura B.445 – MOSQUITEROS ENROLLABLES Y ABATIBLES

Existe una amplia gama de diseños que se adaptan a todos los tipos de ventanas, cancelas y puertas. Son fáciles de instalar y se pueden enrollar tanto de manera horizontal como vertical ocupando discretamente un espacio mínimo cuando no se utilizan.

Las Protecciones Solares

Los objetivos muy ambiciosos en materia de reducción de consumo energético y de emisiones de gas a efecto invernadero del sector de la construcción hacen, de la concepción bioclimática de los edificios, una necesidad.

Dentro de esta óptica, las protecciones solares móviles son elementos indispensables de las ventanas y cancelas que permiten asegurar el confort de los ocupantes y garantizar los mejores desempeños térmicos y visuales para cualquier temporada del año.

Las protecciones solares presentan una gran diversidad de productos, de materiales y de posibilidades de medios de control, permiten, por sus características intrínsecas, mejorar el desempeño energético de un edificio.

La búsqueda del confort térmico y luminoso hace de estos productos componentes indispensables para el manejo de los aportes solares; contribuyen igualmente en la reducción de consumos de refrigeración, de calefacción y modulan el nivel de iluminación.

La colocación de las protecciones solares debe ser estudiada previéndolas desde la fase de concepción del edificio o antes de su renovación, con el fin de determinar la solución más adecuada a sus características.

Hay que tomar en cuenta los diferentes factores y restricciones a fin de determinar la combinación «producto material, operación» adaptada que, asociada a una buena ejecución de obra, permita lograr los desempeños deseados. Así, de manera esquemática deberán considerarse:

- Al edificio y lugar de instalación,
- Las condiciones climáticas,
- Los usos y usuarios.

Para *definir un producto*, su material y su modo de operación con los *desempeños requeridos* basándose en la *función buscada*, finalmente hay que definir su forma de colocación en obra.

Las soluciones mostradas como protecciones solares son las más comúnmente utilizadas como cortinas o persianas (interiores o exteriores) y postigos.

Las puertas y portales, igualmente llamados cierres, están sometidos a referencias normativas y reglamentarias que les son propias.

Las *persianas* tanto exteriores como interiores pueden -ser de mallas plásticas de tela sintética plegable que tamizan la luz solar y protegen de miradas indiscretas al ser semi-transparentes o venecianas a base de hojas metálicas esbeltas inclinables para ajustar al gusto la orientación y la intensidad lumínica.

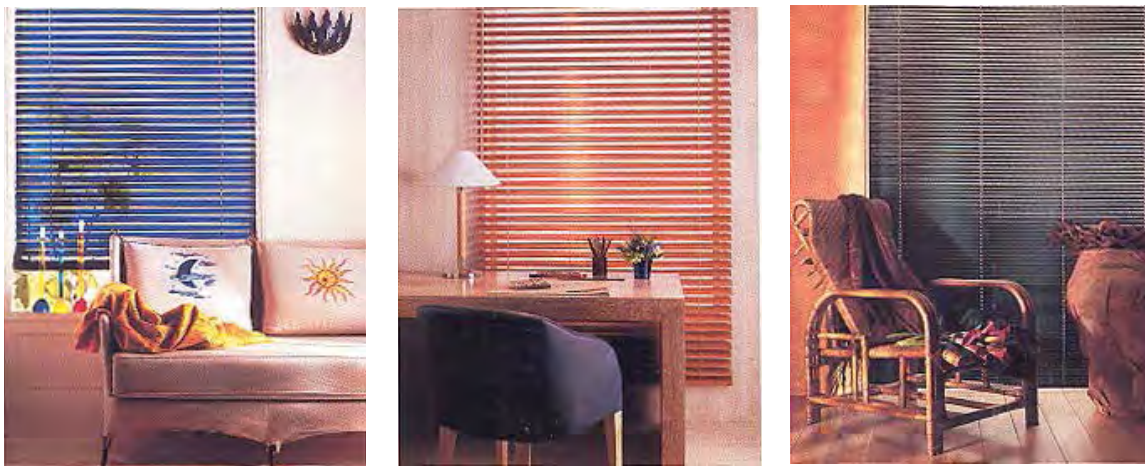


Figura B.446 - PERSIANAS INTERIORES DE DIFERENTES MATERIALES

Fuente: Catálogo de productos, empresa FRANCIAFLEX

En algunos diseños de ventanas se integran las cortinas o las persianas en el espacio central de aire del vidrio doble. (ver figura siguiente).

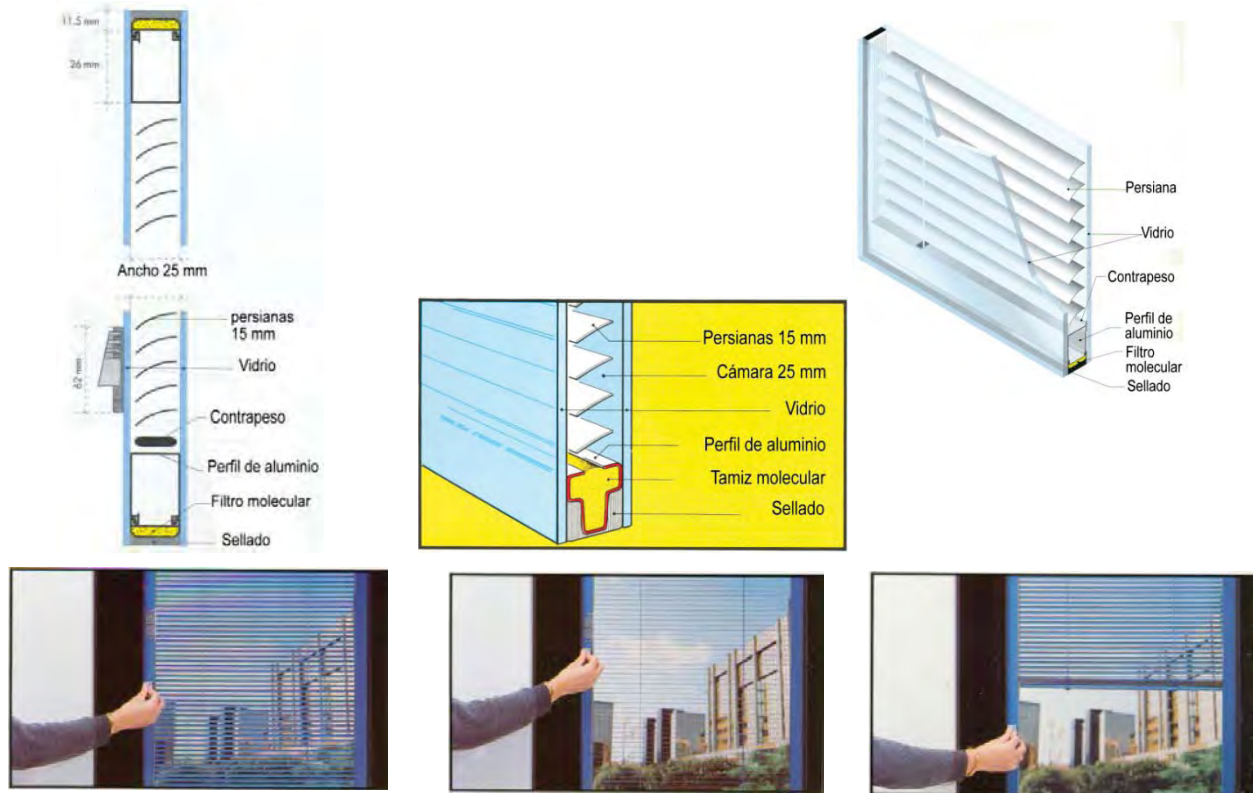


Figura B.447 – PERSIANAS INTEGRADAS ENTRE VIDRIO DOBLE para protección térmica y acústica – Fuente: Catálogos de productos, empresa VELTHEC, FINVETRO

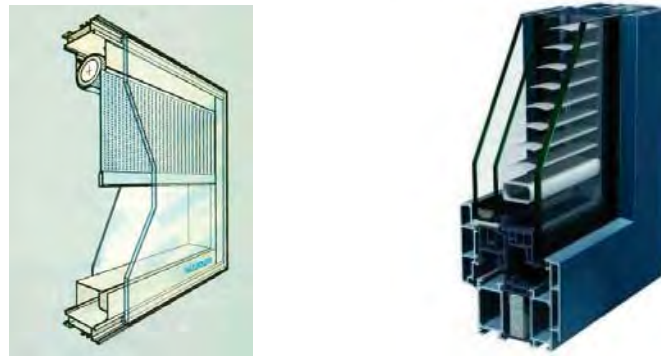


Figura B.448 – PERSIANAS DENTRO DEL DOBLE VIDRIO
Fuente: Catálogos de productos, empresa VELTHEC, FINVETRO

Las persianas cuando se cierran contribuyen a lograr un mayor aislamiento térmico, proporcionan un ambiente interior íntimo y coadyuvan en la seguridad contra robo.

En casi todos los casos los usuarios de las viviendas son quienes compran e instalan todos los elementos complementarios de las ventanas con excepción de los postigos y las cortinas enrollables exteriores, las cuales son comunes en Europa pero casi inexistentes en el contexto mexicano aunque pueden proponerse como solución muy adecuada en casos específicos en los que se requiera mayor aislamiento térmico y acústico, privacidad y seguridad contra intrusión, seguridad contra robos y vandalismo o protección contra ciclones.

Los *postigos* son pequeñas puertas abatibles, corredizas y plegables que pueden aún verse en viviendas antiguas y en viviendas actuales en Europa y América del Norte.



Figura B.449 - MUESTRAS DE POSTIGOS HECHOS A BASE DE MADERA O DE PVC

Fuente: Guide de la fermeture et de la protection solaire, SNFPSA, FFB 2010, p. 82

Además de su función protectora los postigos y cortinas enrollables exteriores coadyuvan eficientemente en la mejora de aislamiento térmico y acústico.

Las siguientes figuras nos muestran las características de estas soluciones.



Figura B.450 - POSTIGOS
Fuente: Catálogos de productos, empresas PROFEX

Cortinas enrollables

En Europa, los postigos también están siendo sustituidos paulatinamente por las cortinas enrollables hechas principalmente con tabletas de P.V.C. con separación modulable para permitir tamizar la entrada de luz hasta llegar a su total cierre. Algunos diseños tienen tabletas orientables cuya función se asemeja a la de las persianas venecianas (ver figura B.451).

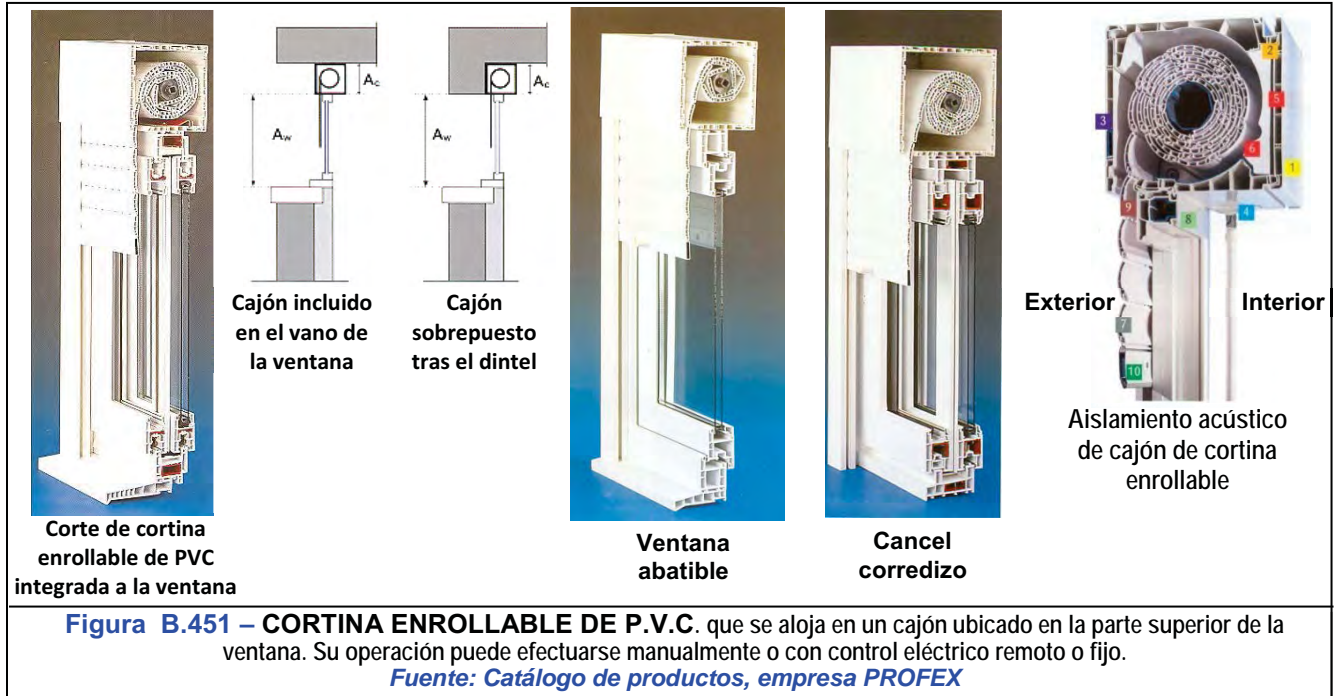


Figura B.452 – CORTINAS EXTERIORES
 Ref. Catálogos de las empresas PROFEX, LAPEYRE y STVEMAC



Cortina con cajón en el lado interior sobrepuesto al dintel

Cortina con cajón sobrepuesto por el interior

Cortina con cajón sobrepuesto por el exterior

Para el caso de protección contra ciclones las cortinas generalmente deben ser metálicas. Por lo que respecta a los cajones de cortinas enrollables de protección para las ventanas, la solución existe en colocar una espuma en el interior de los cajones con el fin de absorber los ruidos. Esta solución viene ya integrada por los fabricantes.

Las cortinas enrollables exteriores y los postigos brindan también, además del control térmico de día y noche, aislamiento acústico y protección contra la intrusión y, en los casos requeridos, empleando materiales más resistentes, contra la acción de ciclones.

Las cortinas enrollables con tabletas orientables son la opción cuyo desempeño es más completo y extensivo en prestaciones con respecto a las otras soluciones mostradas.

Para la protección contra el robo a las casas a través de las ventanas, cancelas y puertas exteriores, la solución muy utilizada en México y con mucha tradición arquitectónica de varios siglos a nivel mundial es el empleo de rejas de acero o hierro.

Las rejas en vanos exteriores, por su evidencia visual, han sido consideradas como elementos arquitectónicos a cuidar visualmente para lograr armonía y estética en las fachadas.



Figura B.454 – REJAS EN VENTANAS para la protección contra los actos vandálicos
Fotografía en exposición BATIMAT

Como otros medios de protección solar, se utilizan las persianas exteriores, las celosías, los toldos, los parasoles y los parteluces (Ver figura B.455), así como las pérgolas y las celosías.

a) Persianas exteriores orientables



b) Toldos y Parasoles



Figura B.455 – EJEMPLOS DE PERSIANAS, TOLDOS Y PARASOLES

Fuentes: Guide de la fermeture et de la protection solaire; SNFPSA, FFB, 2010; p. 81 y 19 y Catálogo de productos, empresa FRANCIAFLEX

La protección solar que todas estas alternativas ofrecen coadyuvan, de manera importante, al logro del confort térmico principalmente en climas cálidos.

Los *tragaluces* son otro medio de iluminación y de ventilación para las viviendas. Su empleo común se da en la iluminación cenital de baños, vestidores y cubos de escaleras.

Para los tragaluces se utilizan principalmente perfiles de aluminio y vidrio de seguridad con una película plástica adherida (como en los parabrisas de auto) para evitar lastimar a las personas en caso de rotura accidental.

Se emplean también tragaluces con plástico acrílico en forma de domo y de policarbonato fabricados por empresas especializadas en estos productos.

Los puntos sensibles a cuidar de estos medios de iluminación y de ventilación son:

- La potencial infiltración de agua de lluvia en la unión del vidrio o domo de plástico con su(s) marco(s) de soporte, en la unión del marco con el brocal o pretil de albañilería y en las perforaciones hechas para su fijación.
- Se pueden dar también infiltraciones en las ventilas que se colocan separadamente o como parte del tragaluz.
- Por las ventilas se pueden meter insectos y pequeños reptiles (lagartijas) y en algunos casos roedores y pájaros.

Las soluciones para evitar estos problemas potenciales enunciados parten de la inclusión en el diseño de varios dispositivos de los cuales enunciaremos los más importantes:

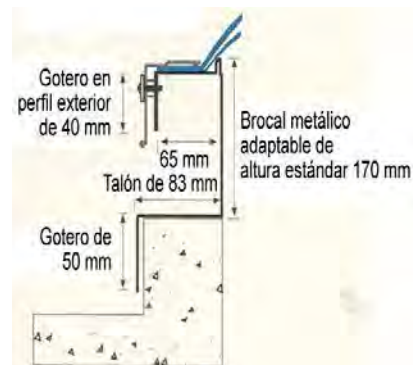
1.- Para el caso de domos sobre un brocal de albañilería el marco perimetral de aluminio es de doble perfil. El perfil inferior que se fija al brocal de albañilería debe tener una geometría en forma de zeta donde un extremo sirve como gotero de refuerzo y el otro como un anillo de tope que impide el flujo del agua de lluvia hacia el interior. Este perfil se fija al brocal por la parte interior protegida por el mismo domo para evitar su exposición al exterior.

El segundo perfil aprisiona el domo de plástico contra el perfil interior, se fija lateralmente al perfil interior sin tocar el brocal y funge como gotero asegurando una separación mínima de 20 mm. Con respecto al perímetro del brocal.

La siguiente figura muestra las disposiciones comentadas.



Domo sobre brocal de concreto



Domo sobre brocal metálico

Figura B.456 – EJEMPLO DE DOMO DE PLÁSTICO (POLIMETACRILATO DE METILO) DE DOBLE CÚPULA para mayor aislamiento denotando dos detalles de apoyo perimetral sobre brocal de concreto o sobre brocal metálico donde se muestran las previsiones contra la infiltración del agua de lluvia.

Ref. Catálogo de productos de la empresa AXTER - España

Como otra alternativa de ventilación se puede disponer de la parte inferior que queda autoprottegida contra la lluvia por el mismo domo como lo muestra la figura siguiente:

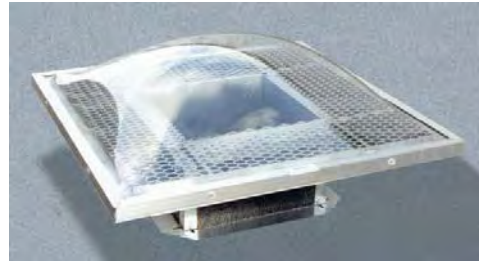
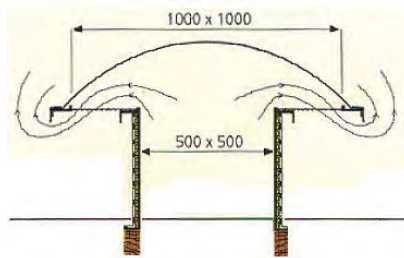


Figura B.457 – DOMO DE PLÁSTICO CON VENTILACIÓN INTEGRADA POR EL INFERIOR
Ref. Catálogo de productos, empresa AXTER - España

Existen también soluciones de domos con iluminación y ventilación desviada, para casos en los que no es posible tenerla de manera directa a través de un ducto de alta reflectividad. La siguiente figura nos muestra las características de esta solución.

En vez de emplear taquetes y tornillos o pijas para la fijación de los domos se puede utilizar sellador adherente tipo clavo líquido (liquid nail).

En el caso de tragaluces formados con vidrio de seguridad (plano) o paneles de policarbonato es conveniente usar un vidrio de una sola pieza para no requerir uniones y manguetes intermedios, los cuales se vuelven zonas sensibles a la infiltración del agua de lluvia.

Cuando la gran dimensión del tragaluz hace impráctico, imposible o antieconómico cubrirlo con vidrio de una sola pieza, hay que asegurarse de colocar los manguetes de unión en el sentido paralelo a la pendiente para permitir que el agua escurra sin obstáculos intermedios. La unión entre vidrio y manguete debe ser totalmente estanca ya sea empleando una unión engarzada o utilizando juntas de hule sintético resistentes a los rayos UV cuya hermeticidad se logra por presión contra el vidrio.

La figura B.458 nos muestra un ejemplo de solución de tragaluz de gran dimensión formado por paneles de policarbonato multicapa y marcos perimetrales de aluminio cuyo diseño de perfiles permite el embonado estanco sin necesidad del empleo de selladores.

Existen domos o tragaluces tubulares que canalizan la luz natural hacia espacios oscuros no comunicados con el exterior o que no tienen la suficiente iluminación, lo cual ahorra energía eléctrica por luz artificial; a esta solución se le denomina lumiducto. Opcionalmente pueden complementarse con un extractor y/o una salida eléctrica para la iluminación nocturna.

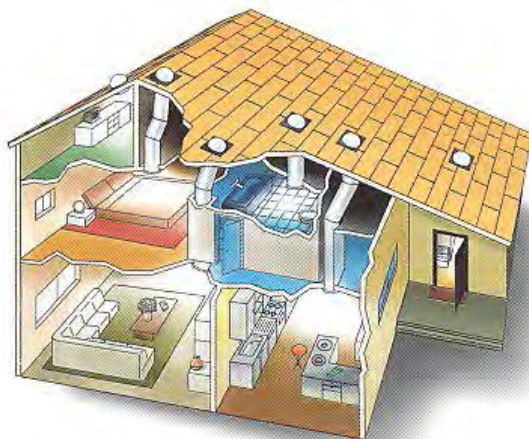


Figura B.458 – EMPLEO DE TRAGALUCES DE ILUMINACIÓN INDIRECTA EN VIVIENDAS

Fuente: Catálogo, empresa SOLARSPOT



Figura B.459b
 Regula la cantidad de luz con un simple interruptor; mínima pérdida cuando el dimmer está abierto



Zona de CAPTACIÓN
 La luz es captada por el domo y dirigida hacia el interior a través del tubo.

Zona de TRANSFERENCIA
 La luz solar se transporta sin apenas pérdidas en dirección al difusor.

Zona de DISTRIBUCIÓN
 La luz solar se distribuye a través de la habitación gracias al difusor.

Figura B.459a – INSTALACIÓN DE TRAGALUCES DE ILUMINACIÓN INDIRECTA
Fuente: Catálogo, empresa SOLARTUBE

Ventilación

Este innovador accesorio, para el modelo 160 DS de Solatube, adapta al difusor un sistema de ventilación forzada de fácil instalación, sin que se pierda la estética.



Figura B.460a
REGULADOR DE LUZ NATURAL



Caperuza de salida
para tejado
(Opcional)



Difusor del kit de
ventilación

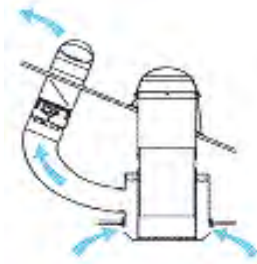


Figura B.460b
SALIDA DE LUZ NOCTURNA
con ventilación ambiente o
extractor

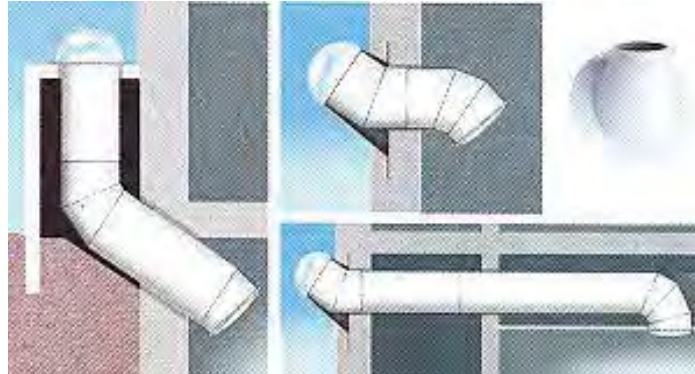


Figura B.461 - OPCIONES DE CONDUCCIÓN DE LUZ NATURAL

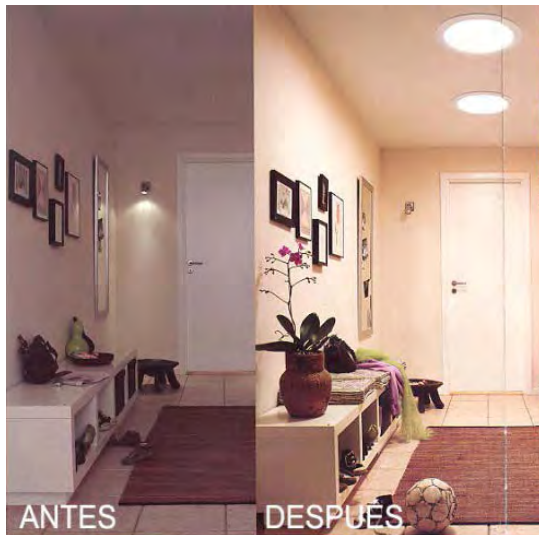


Figura B.462 – ILUMINACIÓN CENITAL INDIRECTA CON OPCIÓN DE VENTILACIÓN MECÁNICA

Ref. Catálogos de productos, Empresas SOLARSTAR, SOLARSPOT y VELUX

En la figura B.463 se muestra la solución más empleada en tragaluces con vidrio donde se vuelve necesario solucionar adecuadamente la estanqueidad de las cumbreras y de las uniones con muros perimetrales por medio de flashings (goterones). Así mismo, para pendientes reducidas (4% ó 5%) conviene adherir un ángulo de aluminio como gotero. En caso de haber uniones se puede utilizar un perfil con juntas de hule presionadas contra el vidrio para lograr la estanqueidad al agua y el aislamiento.

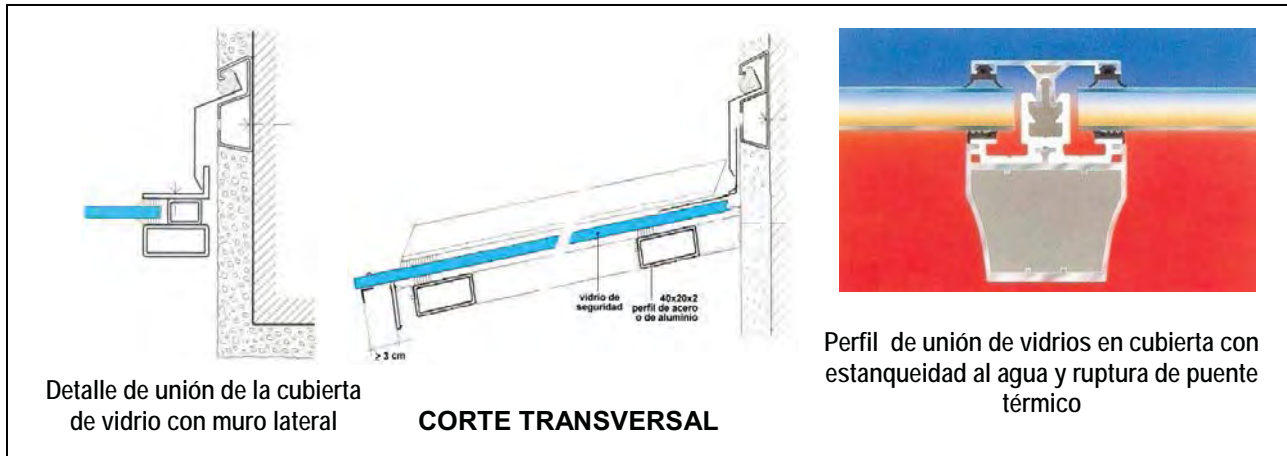
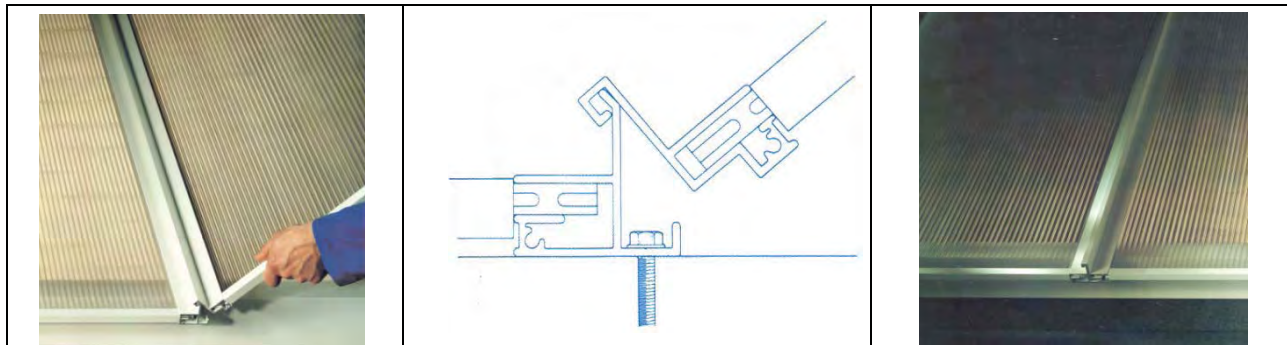


Figura B.463 – DETALLES DE PROTECCIÓN CONTRA INFILTRACIONES EN TRAGALUCES DE GRAN DIMENSIÓN (General mente ubicados sobre escaleras y jardines interiores)

Fuente: Catálogo de productos, verandas SCHÜCO S50V

Soluciones complementarias de protección



En vez de policarbonato también puede utilizarse vidrio aunque el peso del panel se incrementa



Figura B.464 – TRAGALUCES DE GRAN DIMENSIÓN

Fuente: Système Lumifix – SCERT PLASTIQUES

Los *Fosos Ingleses* han sido una solución clásica para la iluminación y la ventilación natural de sótanos y de espacios con condiciones topográficas o soluciones limitadas del diseño para su acceso a la luz y ventilación exterior, permitiendo ser habitados con confort y aprovechamiento.

Existen diseños actualizados inspirados en el concepto del foso inglés con ventajas en costo, sencillez de instalación y de mejora funcional.



Con el tradicional sistema de construcción de foso inglés, las posibilidades de construcción, las características de los materiales utilizados, los problemas de estanqueidad y las restricciones de cargas, se limita mucho el uso de esta solución.

La solución mostrada está fabricada con un nuevo material plástico con 50% más de luminosidad y responde a exigencias de:

- Aberturas tan amplias como sea posible para lograr la iluminación deseada.
- Superficie reflejante hacia el interior.
- Gran resistencia a cargas.
- Estanqueidad contra la presión hidráulica del suelo.
- Evacuación asegurada del agua de lluvia por medio de una coladera sifón inferior conectada al drenaje o a un sistema de absorción.
- Seguridad contra el vandalismo.

La suma de todos estos detalles resueltos permite a esta novedosa solución una utilización práctica, eficiente y económica.

Debido a la imposibilidad de lograr en todos los casos de diseños de viviendas la adecuada iluminación, calefacción y ventilación natural a través de una buena orientación, ubicación y posición, con el empleo de la iluminación y ventilación cenital a través de tragaluces, fosos ingleses y medios de ventilación por techo es posible lograrlas con éxito y, por ello, es importante considerar estas soluciones como recursos positivos en la concepción de edificaciones.

2.- DETALLES DIVERSOS

Dentro de los detalles a considerar que normalmente se subestiman por no ser tan evidentes al terminarse un inmueble, *se encuentran las soluciones complementarias de protección* las cuales no son apreciadas como necesarias y, generalmente, son más bien ignoradas por pensarse o suponerse que los edificios van a permanecer durante toda su vida útil tal y como el día de su estreno.

La lluvia, la contaminación, la humedad relativa y la salinidad contenidas en el aire (principalmente en climas de costa y extremos) así como la operación y utilización de los edificios habitados actúan de manera desfavorable y contribuyen en su conjunto en la degradación y la reducción de su vida útil.

La inclusión de soluciones de protección incrementan el costo inicial de la construcción pero su inversión es recuperable a corto plazo y reducen a futuro los costos de mantenimiento o de adecuaciones para solventar problemas de utilización y sorpresas de fallas.

El visualizar las patologías de las construcciones y prevenir su eliminación es “ahorro” ya que siempre *vale más prevenir que reparar o sustituir* y este enfoque debe considerarse hasta en los detalles aparentemente poco importantes.

En el caso concreto de estas soluciones complementarias hay la posibilidad de aplicar la estandarización y de repetir o de ir mejorando sus aplicaciones y costos en varios proyectos además de los repisos bajo ventanas, de los umbrales bajo puertas y cancelas exteriores, de los flashings, dispersores de agua en aleros y goterones en techos inclinados y de los remates de bardas y pretilos ya vistos.

Se incluyen de manera ilustrativa algunos *detalles tipo adicionales* para solucionar principalmente las manchas y la humedad que generalmente atacan a las fachadas,

- *Remates de losas de marquesinas o balcones*
- *Tapajuntas en separación de muros y techos*
- *Remates entre cambios de acabados y en bordes de techos.*

Los *remates de losas de marquesina o de balcones* requieren protegerse con goteros, canalones y/o molduras que impidan durablemente el desprendimiento del recubrimiento, la oxidación y la fisuración que decae en la exposición del acero de refuerzo.

Las siguientes figuras ilustran tanto la problemática que se presenta como las diferentes alternativas que pueden adoptarse.



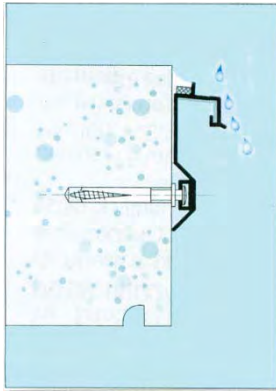
Figura B.466a - Degradación de la losa de concreto en su borde por la penetración de agua de lluvia y la consecuente formación de fisuras, suciedad y hongos.



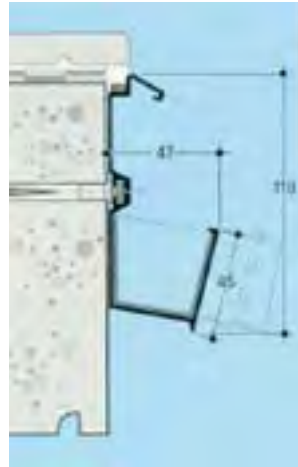
Figura B.466b - Borde de losa de balcón protegido con moldura y gotero de aluminio laqueado u otro material durable

Figura B.466 – VENTAJA DE LA PROTECCIÓN DE BORDES DE BALCONES

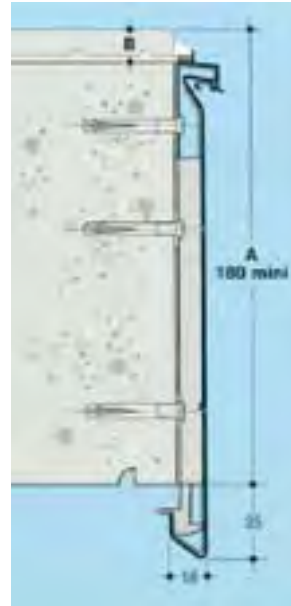
Ref. Catálogo de la empresa DALLNET, Francia



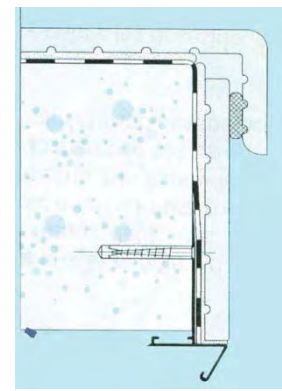
**Figura B.467a -
Gotero simple**



**Figura B.467b -
Gotero con canalón
de protección**



**Figura B.467c – Moldura
de remate con gotero
integrado**



**Figura B.467d –
Gotero de remate
para
recubrimiento
cerámico**

Figura B.467 – DIFERENTES TIPOS DE REMATES PARA BORDES DE BALCONES

Ref. Catálogo de la empresa DALLNET (Francia)



Aún un diseño de gotero sencillo que remate a la loseta de cerámica (u otro recubrimiento) es de gran utilidad para la protección de bordes.

Los perfiles comerciales de aluminio (como el perfil “zeta”) pueden utilizarse para estos propósitos.

En los casos de utilizar perfiles, es necesario cubrir las uniones en el sentido longitudinal con una junta auto-adherente sobre un sellado de calafateo.

Figura B.468 – GOTERO DE REMATE EN BALCONES Y TERRAZAS

Ref. Catálogo de la empresa DALLNET, Francia

En los casos de utilizarse molduras conviene emplear piezas especialmente preparadas para las esquinas y colocar piezas acanaladas en sus uniones que sirven como elementos de fijación y, a la vez, de ruptura de flujo de agua. (Ver figura B.469).

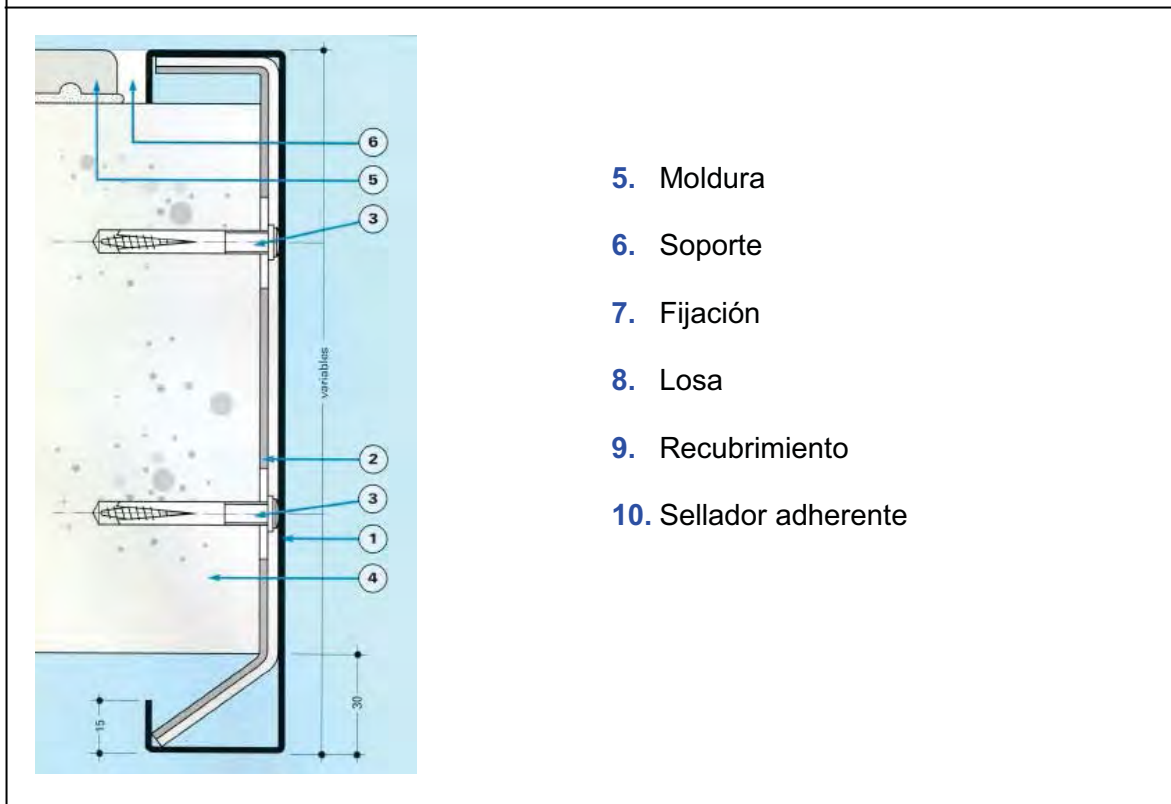
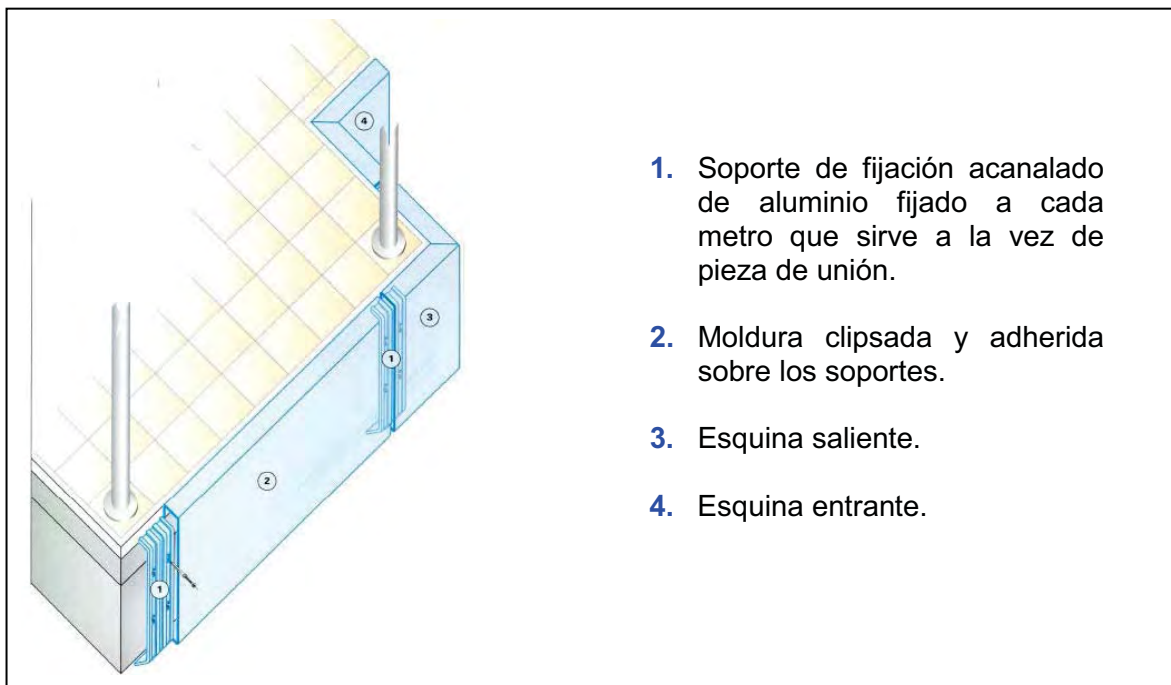
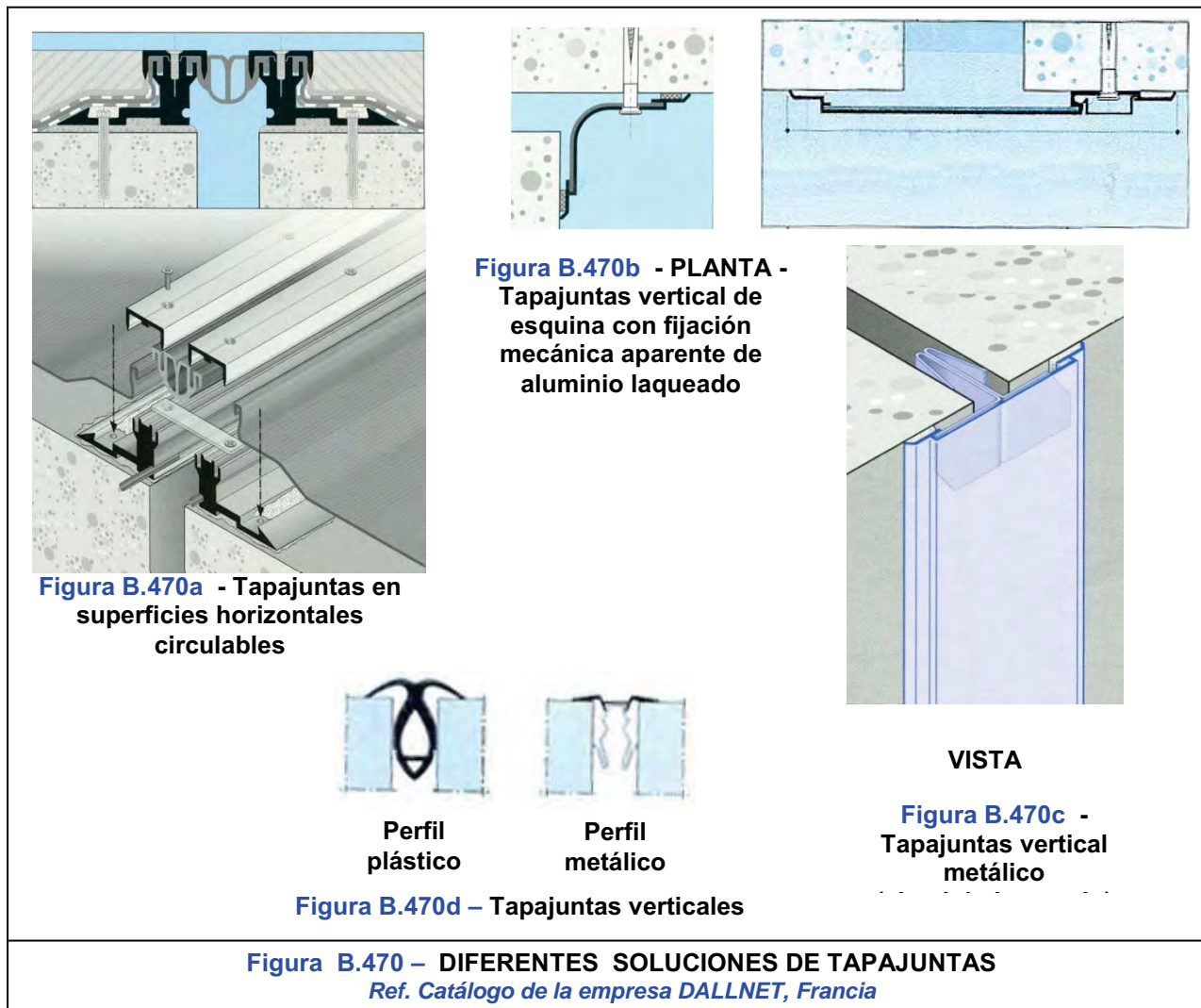


Figura B.469 – MOLDURAS DE RECUBRIMIENTO DE TODO EL ESPESOR DE LOSAS DE BALCONES Y TERRAZAS
Ref. Catálogo de la empresa DALLNET, Francia

Los *tapajuntas* para cubrir las separaciones entre edificios colindantes, (por ser diferentes propiedades o por motivos estructurales), deben estar resueltos para permitir el libre movimiento diferencial por cambios de temperatura o por la ocurrencia de sismos.

En la siguiente figura se muestran algunas alternativas de solución tanto en sentido horizontal como vertical.



La función de los tapajuntas es la de proteger a las separaciones de construcción contra las agresiones atmosféricas y contra la intrusión de insectos, roedores, etc. Su fijación puede darse por adherencia por presión, por el empleo de clips o por fijación mecánica (taquetes y tornillos) aparentes u ocultos.

Se pueden utilizar tubos de hule aprisionados entre los bordes de la separación de edificios siempre y cuando dichos bordes estén bien perfilados.

Los remates en cambios de acabados y en bordes de techos son detalles sencillos a tomar en cuenta que alargan considerablemente la durabilidad de la fachada (aplanados, pinturas y recubrimientos) y protegen la construcción en general.

En la siguiente figura B.471 se indican las soluciones para estos casos.

<p>Superficie lisa Junteo con sellador</p> <p>Moldura de goteo de duraluminio laqueado</p> <p>≥ 30mm Aplanado</p>	<p>Figura B.471a - REMATE EN CAMBIO DE ACABADO – Es importante utilizar el sellador adecuado para fachadas (intemperie) ya que hay ciertos selladores que pueden ennegrecerse fácilmente y otros envejecen rápidamente (migración de plastificantes hacia la superficie) y se vuelven pegajosos.</p>
<p>Perfilado</p> <p>Sistema de impermeabilización</p> <p>≥ 40 mm</p> <p>≥ 80 mm</p>	<p>Figura B.471b - BORDE CON ALERO MÍNIMO DE TECHOS – Los bordes con alero deben tener un goteo. Los aleros deben estar salidos 80 mm como mínimo.</p>
<p>Sistema de impermeabilización</p> <p>Perfil metálico</p> <p>≥ 30 mm</p> <p>Aplanado u otro acabado de fachada</p>	<p>Figura B.471c - BORDE FRANCO EN TECHOS - Los bordes francos necesitan de dispositivos complementarios de protección contra el agua y goteo integrado que la aleje del paño del muro.</p>
<p>Figura B.471 - SOLUCIONES RECOMENDADAS EN REMATES POR CAMBIO DE PAÑO EN ACABADOS DE FACHADA Y EN BORDES DE TECHOS Fuente: Catálogo de la empresa DALLNET</p>	

3.- ESCALERAS Y BARANDALES

Las *escaleras interiores* requieren tomar en cuenta en su diseño y detallado algunas consideraciones que tácitamente no son enfatizadas pero que, sin embargo, son importantes para su buen funcionamiento.

- Igualación del nivel de piso terminado de arranque y del nivel de piso terminado de llegada con respecto a los niveles de pisos de planta baja y de losas de entrepiso.

Para tal efecto es importante detallar y supervisar puntualmente, además de los niveles en obra negra, los espesores de acabados de piso correspondientes.

El no cuidar este punto puede generar diferencias en los peraltes de arranque y/o de llegada con respecto al resto de peraltes del desarrollo de la escalera, lo cual, además del mal aspecto visual que se da, existe la probabilidad de accidentes (tropezones o incluso caídas de persona) (Ver figura B.472).

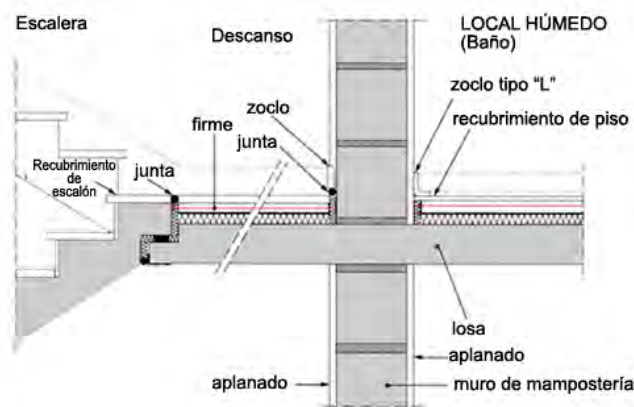


Figura B.472 - DETALLE DE APOYO DE ESCALERA PREFABRICADA igualando los niveles de piso terminado y aislándola contra ruidos de impacto.

Fuente: Réussir l'acoustique d'un bâtiment, Loïe HAMAYON, Le Moniteur, 1996; p. 132

- Hay que asegurarse de dejar las alturas libres para evitar posibles golpes en la cabeza de las personas que utilicen las escaleras (Ver figura B.473).

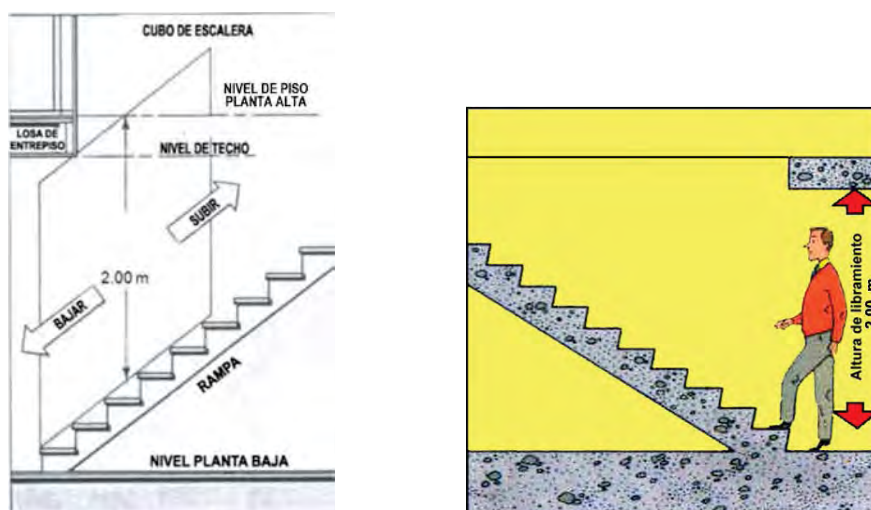


Figura B.473 - Para que una persona de estatura normal pueda pasar sin golpearse la cabeza se requiere una altura de 2.00 m mínimo.

Fuente: Pour suivre la construction de votre maison, Guide technique de la maison individuelle, agence pour la prévention des désordres et l'amélioration de la qualité de la construction, 1996, p. 125

Las rampas de escalera requieren de cuidados a tomar en cuenta que en general son poco enfatizados.

- El ancho de la escalera se determinará en función del uso de la escalera y no hay que olvidar que ésta debe permitir el paso del mobiliario destinado al piso superior (o los niveles superiores).
- Verificar que todos los peraltes y las huellas de una escalera no tengan variaciones en las medidas de proyecto, principalmente hay que cuidar su nivelación en el arranque y en la llegada a cada nivel tomando en cuenta los espesores de los recubrimientos y acabados de piso.
- El *desplante de escaleras* de concreto armado sobre losa o firme de planta baja, no requiere acero de espera el cual, en muchos casos, queda anclado fuera de lugar teniéndose que cortar y volver a anclar con el sobre costo que todo ello implica.

Basta con efectuar un apoyo directo sobre una superficie suficientemente rugosa es para no generar problemas durante la vida útil de la obra incluso ante la presencia de sismos (Ver figura B.474).



Figura B.474a - DETALLE DE APOYO DIRECTO DE RAMPA DE ESCALERA SOBRE LOSA DE PISO (Sin acero de espera)
Fuente: *Les désordres dans les ouvrages de bâtiment*, éditions WEKA, 1994, tomo 5, parte 10, cap. 7.4.4.6; p.28

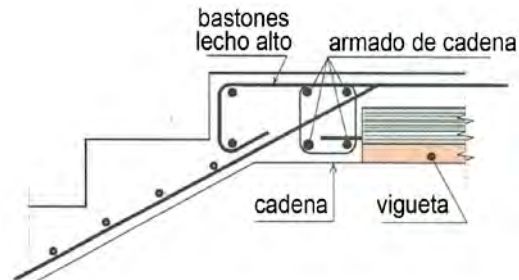


Figura B.474b - LLEGADA DE RAMPA DE ESCALERA A LOSA DE VIGUETA Y BOVEDILLA. Los bastones posicionados sobre el patín inferior de las viguetas deben colocarse sobre el acero longitudinal de la cadena. El acero alojado en la capa de compresión evita que se dé el empuje en falso.

Fuente: *Murs et planchers*, Henri RENAUD, Edit. Eurolles, 2005; p. 51

- El armado de rampas de escaleras de concreto, que incluye el apoyo sobre losas de entrepiso, en ocasiones se especifica sobrado y en otras sin tomar en cuenta el *empuje en falso*. Es de suma importancia prever el armado adecuado de las rampas de escalera (Ver figura B.475).

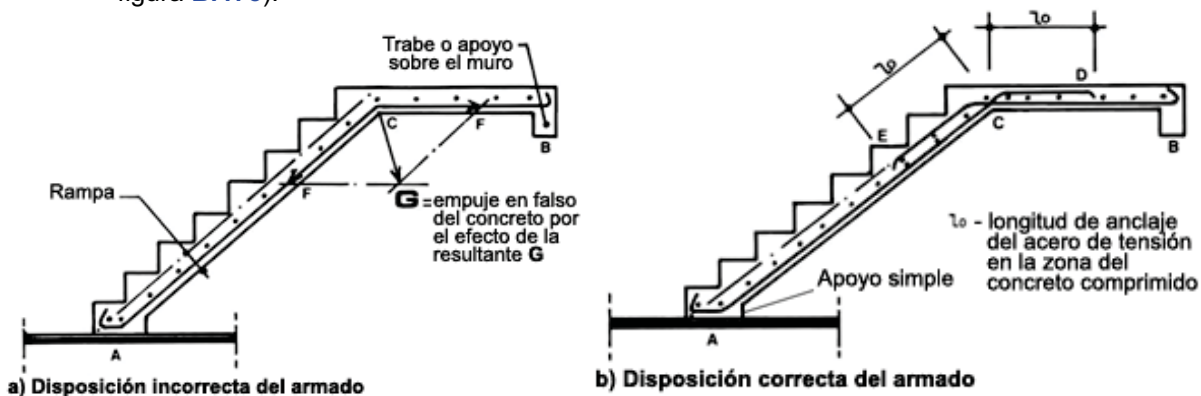


Figura B.475 - CUIDADOS A TOMAR EN EL ARMADO DE ACERO EN RAMPAS DE ESCALERA COLADAS IN-SITU para evitar el "empuje en falso"

Fuente: *Les désordres dans les ouvrages de bâtiment*, éditions WEKA, 1994, tomo 5, parte 10, cap. 7.4.4.6; p.28

Este caso (relativamente común) puede presentar problemas por una disposición incorrecta (ver figura a) ya que la varilla tensada ACB doblada en C y D tenderá a tomar una forma rectilínea bajo el efecto de las fuerzas de tracción a las que esté sometida.

La composición de estas fuerzas da un empuje falso en C que no está equilibrado ni por el concreto ni por las varillas ancladas, contrariamente a lo que pasa en el punto D.



Figura B.476a - DETALLE DE ARMADO DE UNA RAMPA
Fuente: *Ouvrages en béton armé*, H. RENAUD et F. Letertre, Edit. Foucher, 1978 p. 240

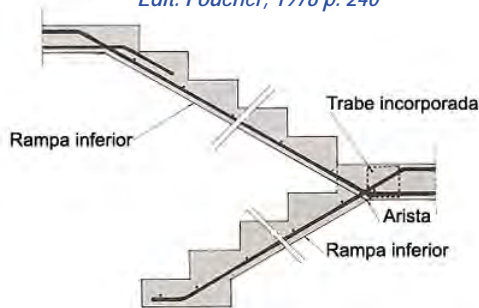


Figura B.476b - ESCALERA DE DOS RAMPAS. La losa del descanso se engrosa a manera de obtener la unión adecuada entre rampa y descanso por una sola arista, lográndose con ello sencillez visual y constructiva.
Fuente: *Ouvrages en béton armé*, H. RENAUD et F. Letertre, Edit. Foucher, 1978 p. 240

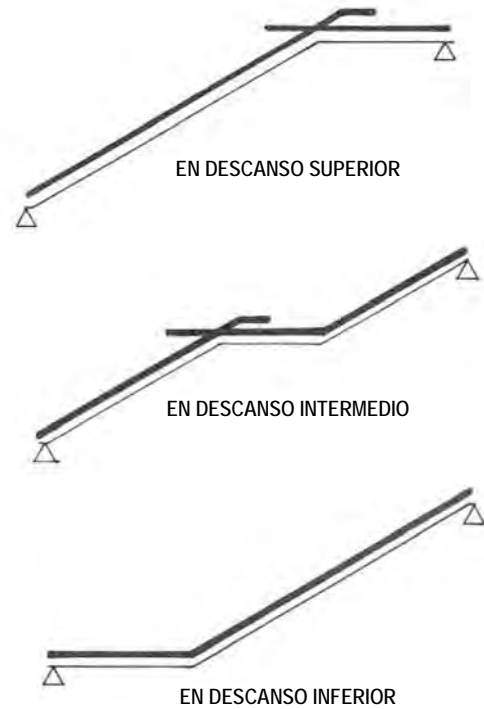


Figura B.476c - DISPOSICIONES DE ACERO EN RAMPAS DE ESCALERA para diferentes condiciones de apoyo.
Fuente: *Ouvrages en béton armé*, H. RENAUD et F. Letertre, Edit. Foucher, 1978 p. 243

Figura B.476 - DETALLES DE ARMADOS Y DE UNIONES EN ESCALERAS DE CONCRETO

En el caso de rampas prefabricadas es importante prever el adecuado armado en los apoyos (Ver figura B.477).

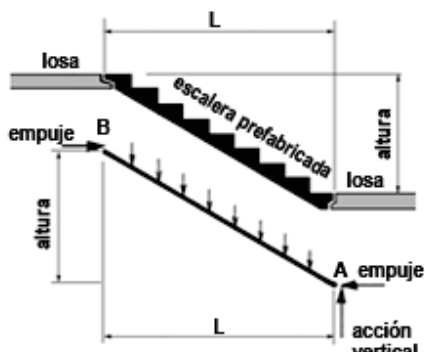


Figura B.477a Cargas actuantes

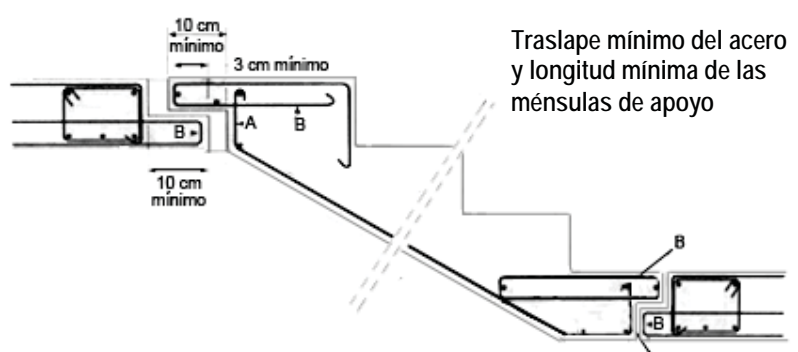


Figura B.477b Armado en apoyos

Figura B.477 - APLICACIÓN DE CARGAS ACTUANTES Y DETALLE DE ARMADO EN APOYOS DE ESCALERAS PREFABRICADAS

Fuente: *Ouvrages en béton armé*, H. RENAUD et F. Letertre, Edit. Foucher, 1978 p. 249

El otro detalle importante es el posicionamiento de los armados buscando evitar empujes en falso. El armado para las escaleras prefabricadas es superior al armado de las escaleras coladas en el sitio donde incluso hay que considerar refuerzos y preparaciones en los puntos de izaje.

Los *barandales* necesitan cumplir requisitos de seguridad que no deben en ningún caso menospreciarse.

La *fijación y resistencia de los barandales de escalera* así como su geometría para evitar caídas a través de ellos, principalmente por niños pequeños, debe de cumplir normas y reglamentos que a veces son ignorados (Ver figura B.478).

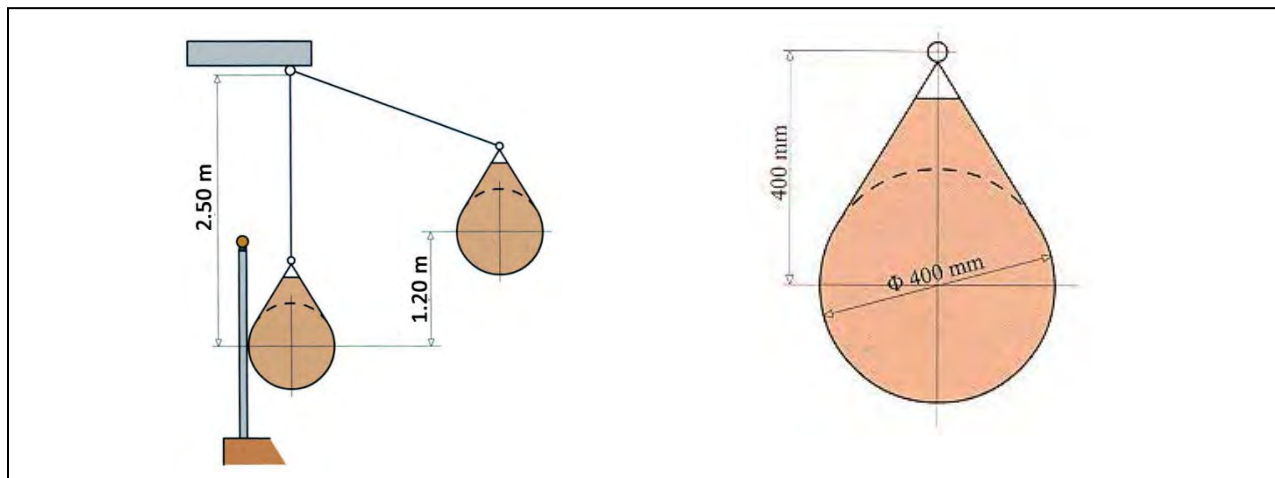
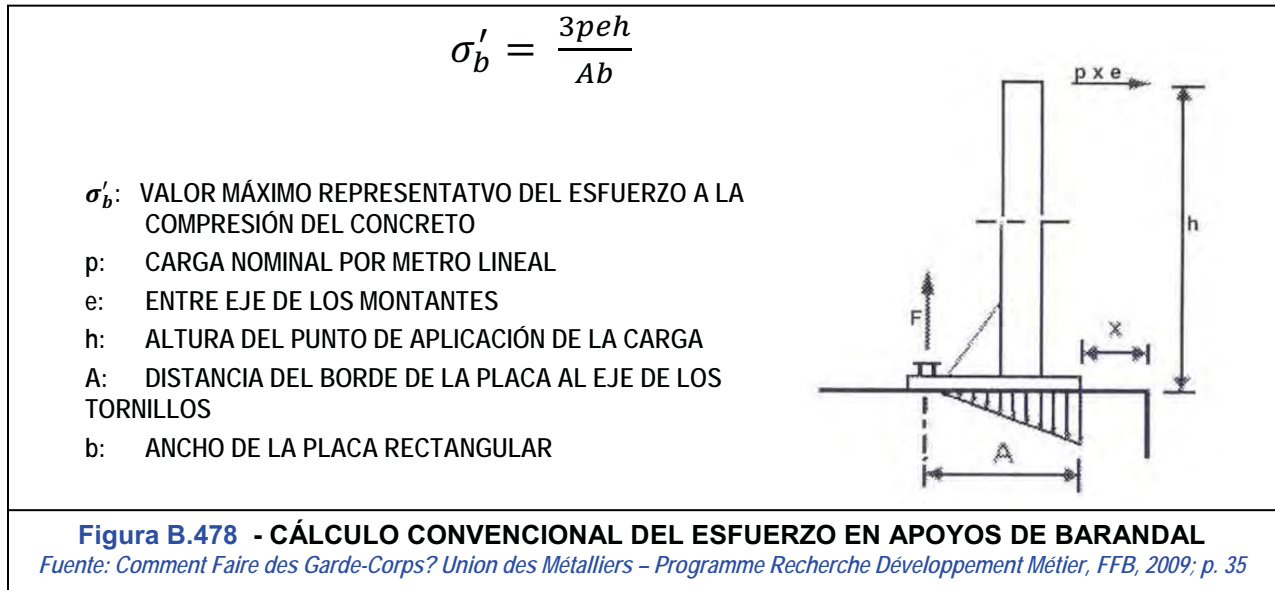
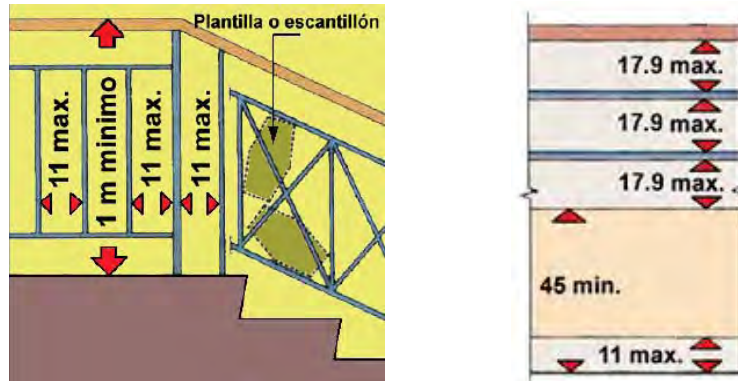


Figura B.479 - ENSAYES DE BARANDALES CON ESPIRO

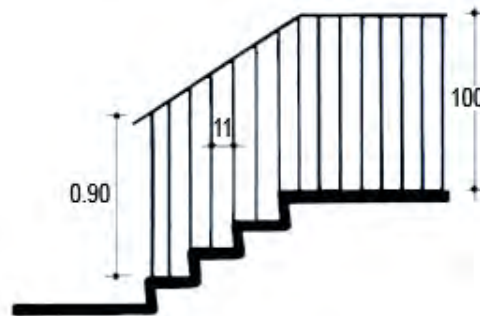
Fuente: Comment Faire des Garde-Corps? Union des Métalliers – Programme Recherche Développement Métier, FFB, 2009; p. 90 y 91

- El **ENSAYE DEL ESPIRO PEQUEÑO DURO** consiste en reproducir una energía de 3.75 Joules (cuerpo de 0.5 kg con una altura de caída de 0.75m).
- El **ENSAYE DEL ESPIRO GRANDE BLANDO** consiste en reproducir una energía de 600 Joules (cuerpo de 50 kg con una altura de caída de 1.20 m).

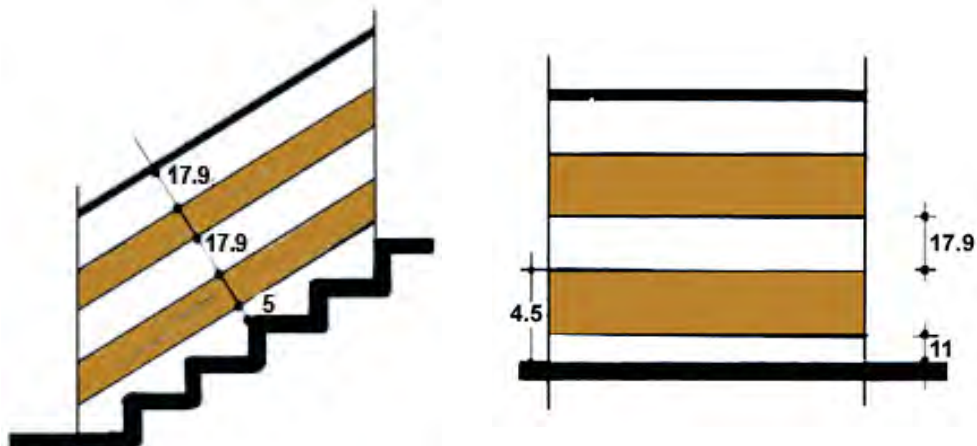
- Del lado donde haya vacío es necesario colocar un barandal con pasamanos.



- La separación máxima entre los barrotes verticales debe ser 11 cm.



- Para las escaleras, los primeros 3 escalones pueden prescindir de barandal.
- La separación entre los barrotes horizontales de un barandal inclinado debe ser de 0.179m máximo.



- Espacio máximo entre dos protecciones horizontales: 0.179 m y espacio máximo entre el piso y una protección baja: 0.11 m.

Figura B.480 - REQUISITOS DE SEGURIDAD EN BARANDALES DE ESCALERA CON HUECOS

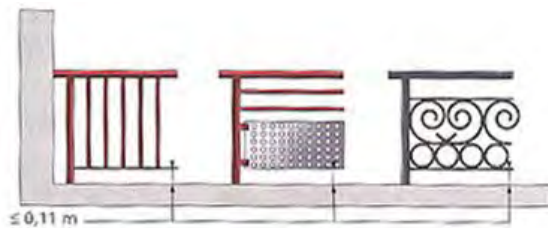
Fuente: Pour suivre la construction de votre maison, Guide technique de la maison individuelle, agence pour la prévention des désordres et l'amélioration de la qualité de la construction, 1996 ; p. 125 y 126.



REGLAS DEL TIPO A - Cuando los barandales se realicen con diferentes diseños, hay que asegurarse que la plantilla de equivalencia (altura "X" de un niño) no pueda de ninguna manera atravesar el barandal.



REGLAS DEL TIPO B - Entre 11 y 45 cm de altura, el barandal no debe tener ninguna superficie o barrote horizontal susceptible de utilizarse como apoyo para los pies.



EJEMPLOS DE BARANDALES QUE CUMPLEN CON LAS REGLAS TIPO A Y B Fuente: *Le Moniteur - Info Produits la sélection Batiproduits - Feb. 2012*

- Las Normas sobre "Reglas de Seguridad Relativas a las Dimensiones de los Barandales Horizontales e Inclinados para Escaleras" consideran igualmente el caso en el que la forma del barandal no pueda permitir zonas de apoyo, de escalado o de parado intermedias. Las Normas indican por tanto las alturas de protección a tomar en cuenta.

Figura B.481a - REQUISITOS DE SEGURIDAD EN BARANDALES DE BALCONES, TERRAZAS Y PUENTES

Fuente: *Guide pratique garde-corps de bâtiments, Michel BAZIN, CSTB, 2009, p. 23*

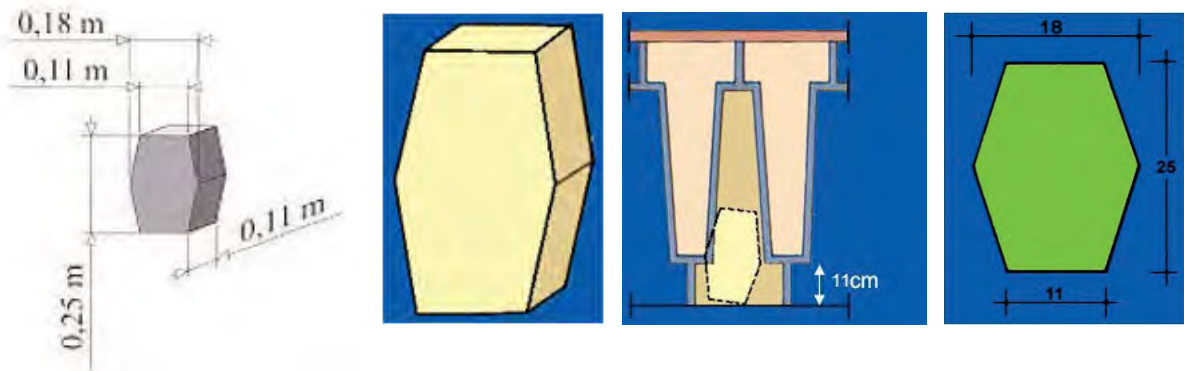
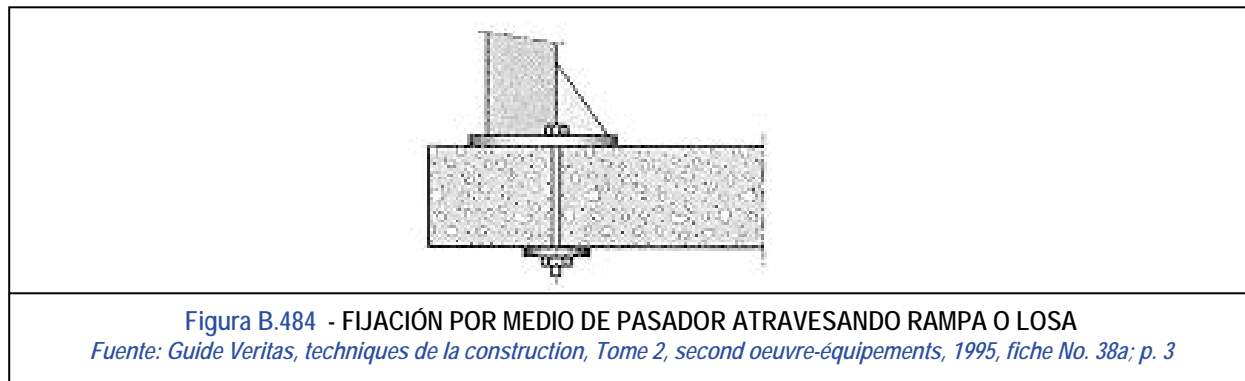
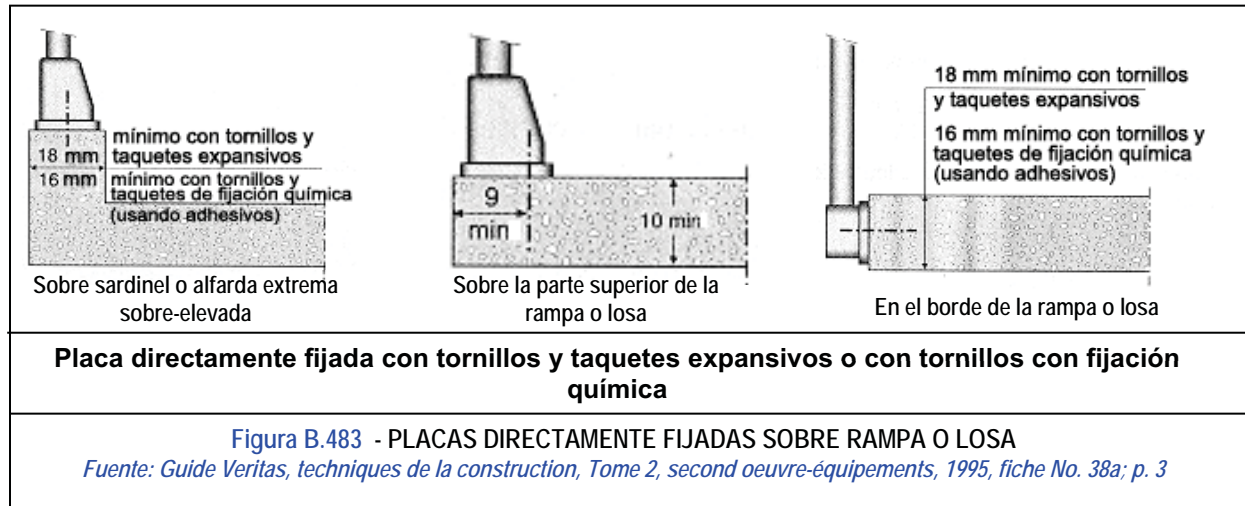
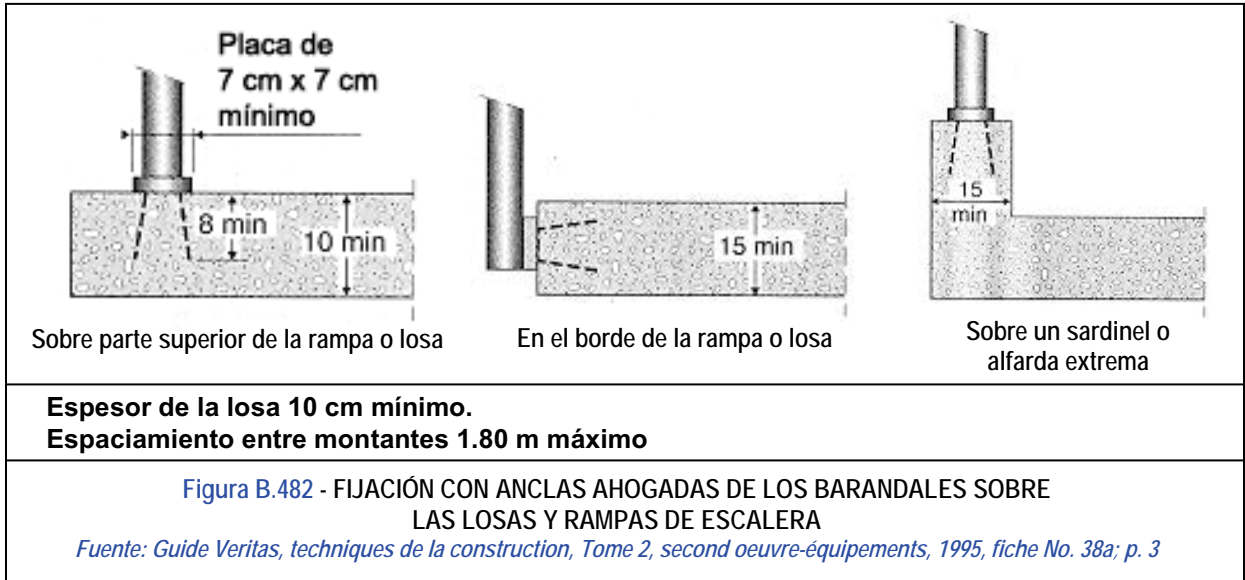


Figura B.481b - ESCANTILLÓN NORMALIZADO QUE ASEGURA LA RETENCIÓN DE NIÑOS CONTRA CAIDAS. En algunos países se utiliza como escantillón una pelota de 10 cm de diámetro que no debe atravesar por los huecos del barandal – Fuente: *Pour suivre la construction de votre maison, Guide technique de la maison individuelle, agence pour la prévention des désordres et l'amélioration de la qualité de la construction, 1996 ; p. 125 y Comment faire des garde-corps ?, Union des métalliers, programme recherche développement métier, FFB, 2009 ; p. 91*

Figura B.481 - REQUISITOS DE SEGURIDAD PARA BARANDALES

- La fijación y resistencia de los barandales de escalera así como su geometría para evitar caídas a través ellos, principalmente por niños pequeños, debe de cumplir normas y reglamentos que a veces son ignorados (Ver figuras B.482, B.483, B.484 y B.485).



- La nariz de los escalones es la parte con mayor desgaste por la abrasión y los golpes que los usuarios dan al subir y bajar la escalera. Existen piezas de nariz de gran dureza y de fácil reemplazo para asegurar la durabilidad, el desempeño y el aspecto visual requeridos (Ver figura B.485).



Figura B.485 - PIEZAS DE NARIZ DE ESCALÓN DE ALTA DUREZA Y RESISTENCIA AL DESGASTE Y A LOS GOLPES.

- Es fundamental reforzar la nariz de los escalones con una pieza expresamente diseñada para tal efecto ya que se da sobre ella una importante acción abrasiva.
- Se pueden emplear diferentes materiales (madera dura, metal, plástico, etc.) y en ocasiones se utilizan colores diferentes para evidenciar los cambios de nivel por seguridad.

Fuente: Catálogos de empresas TREFIX

Cada tramo de nariz de escalón así como cada tramo de zoclo, de perfil o manguete, de pasamanos o moldura deben ser de una sola pieza de longitud completa e igual a la longitud del elemento constructivo que cubre o libra, a menos que se tenga previsto el diseño de juntas moduladas.

4.- ESCANTILLONES, PREMARCOS, MARCOS, PUERTAS Y CLOSETS

Existe un problema constructivo repetitivo en todas las obras al colocar las puertas interiores que consiste en emboquillar, rellenar, rebajar, nivelar, plomear y sellar con silicón, quedando problemas latentes a futuro de fisuras, de filtraciones de luz y de mal funcionamiento durante su uso.

Hay ocasiones en las que es necesario hacer el recorte o el ajuste del marco y el rebajo de la puerta y su re-emboquillado con el consecuente tiempo y costo adicional así como con el debilitamiento de la puerta misma.

Un control exhaustivo de plomos, niveles y dimensiones de vanos de todas las edificaciones que nos garantice la precisión requerida para la colocación y buena operación de puertas, resulta incosteable, tortuoso y, a veces imposible de hacerse en la práctica, principalmente en obras grandes.

Buscando soluciones confiables, prácticas y rápidas para este problema, se han encontrado el uso de escantillones y el uso de premarcos de madera.

Los *escantillones* son metálicos o de madera, muy resistentes e indeformables. Se usan mucho integrados a las cimbras en el caso del colado de muros de concreto para poder dejar el vano a plomo, a nivel y en la ubicación de proyecto. En ocasiones, la misma cimbra metálica incluye, en su despiece, la previsión de vanos libres o, incluso, se dejan marcos metálicos integrados en la cimbra para integrarlos al colado.



Figura B.486a - ESCANTILLONES METÁLICOS REGULABLES PARA PUERTAS Y VENTANAS fijados con bloques magnéticos utilizados en cimbras metálicas industrializadas.

Ref. Doc.OUTINORD

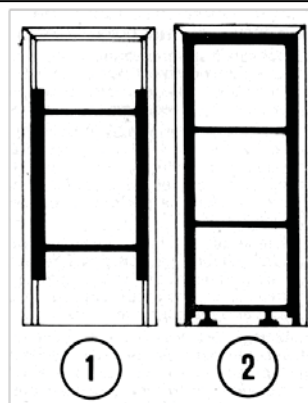


Figura B.486b - MARCOS METÁLICOS DE PUERTA RIGIDIZADOS con escantillones para evitar su deformación durante el colado de muros de concreto o durante la fijación de sus anclas sobre muros de mampostería con mortero.

Ref. Les portes, CATED (Centre d'Assistance Technique et de Documentation) edit. Le Moniteur, 1982; p.35.



Figura B.486c - ESCANTILLÓN METÁLICO AJUSTABLE fijado con bloques de sujeción magnética para no perforar la cimbra de contacto - *Ref. Doc.OUTINORD*

Figura B.486-A - EJEMPLOS DE ESCANTILLONES EN VANOS

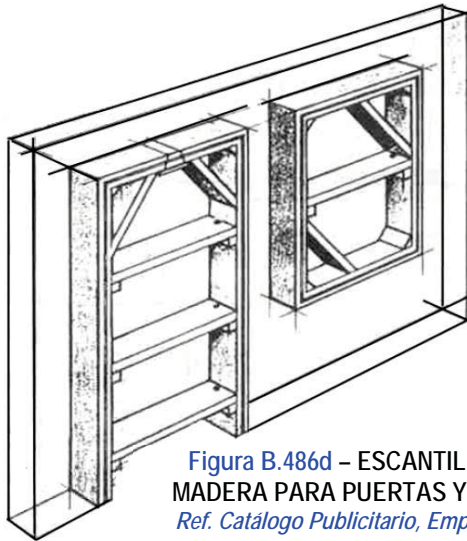


Figura B.486d – ESCANTILLONES DE MADERA PARA PUERTAS Y VENTANAS
Ref. Catálogo Publicitario, Empresa RICARD

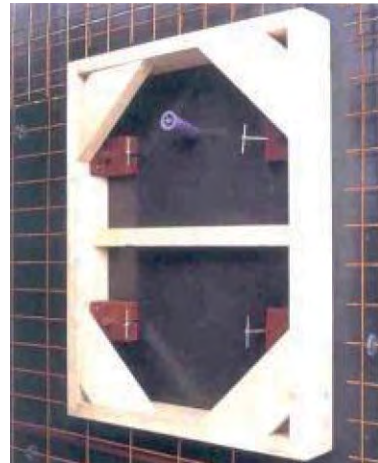
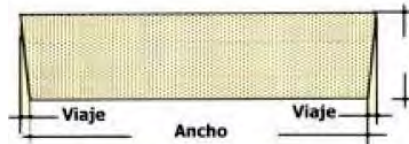
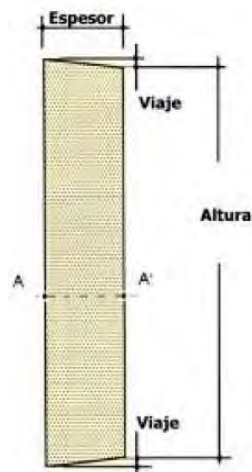
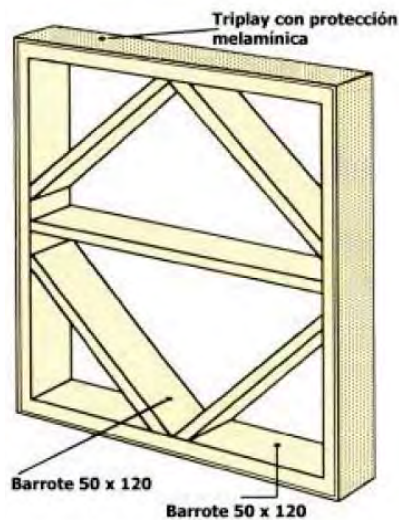


Figura B.486e – ESCANTILLÓN DE MADERA colocado con bloques de sujeción magnética para evitar la perforación de la cimbra de acero.
Doc. OUTINORD



Espesor	Viaje
10 cm	5 mm
12 cm	6 mm
15 cm	7 mm
16 cm	8 mm
18 cm	14 mm
20 cm	15 mm

Figura B.486f – DETALLE DE ESCANTILLONES DE MADERA CON VIAJE PARA FACILITAR SU DESCIMBRADO – *Fuente: Catálogo de producto, empresa RICARD*

Figura B.486-B - ESCANTILLONES DE MADERA EN VANOS

Los escantillones se colocan y se retiran conforme la obra va avanzando.

Los *Premarcos* (también llamados pre-cercos) de madera son una alternativa muy utilizada en Europa para lograr el ajuste dimensional requerido entre muros de mampostería y marcos de madera.

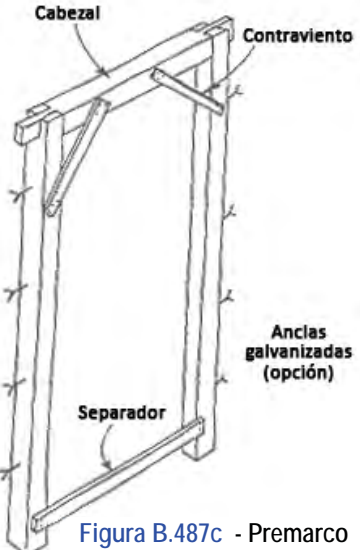


Figura B.487c - Premarco de madera
Ref. Planes de Obra, Francisco Javier ZARAGOZA Martínez, Edit. ECU, 2007; p. 216




Figura B.487a Premarco de puerta en la etapa de albañilería




Figura B.487b Puerta colocada sobre premarcos




Figura B.487d - Ventana colocada sobre premarco antes de aplicación de acabados


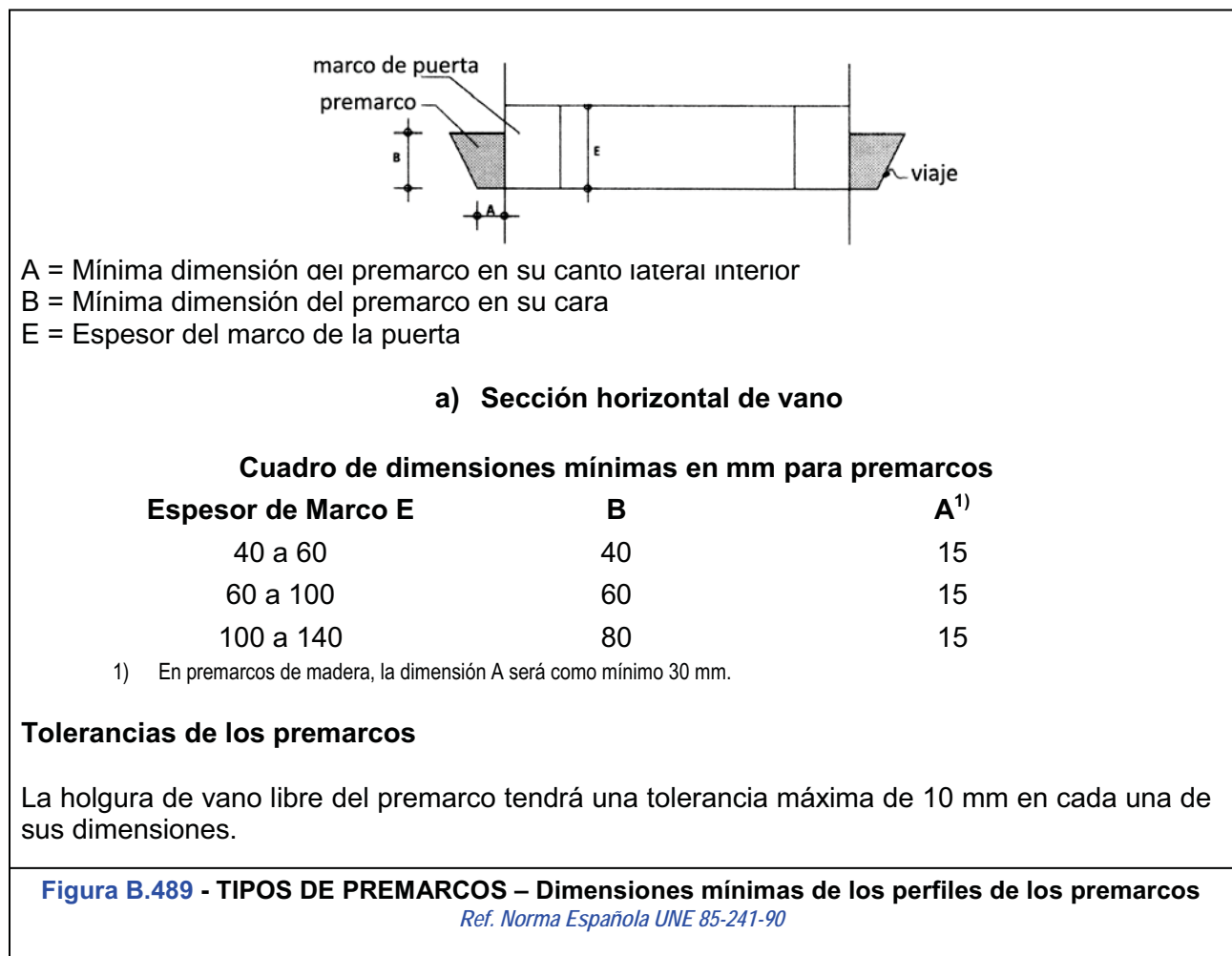


Figura B.487e - Puerta bandera colocada sobre premarco antes de aplicación de acabados

Figura B.487 - UTILIZACIÓN DE PREMARCOS DE MADERA para la colocación de puertas y ventanas. Puede observarse el ajuste preciso de marcos sobre los premarcos sin necesidad de rebajes ni rellenos.

Figura B.488 – EJEMPLO DE PUERTA DE INTERCOMUNICACIÓN PRECOLGADA Y COLOCADA SOBRE PREMARCO. Las uniones entre vano, premarco y marco quedan tapadas por chambranras.
 (Cotas en milímetros) - *Ref. Catálogo Técnico de la empresa JELDWEN Windows and Doors*

Los premarcos están regidos en Europa por normas como la Norma Española UNE 85-241-90 donde se definen sus condiciones, características, tipos y dimensiones mínimas de secciones. En la siguiente figura se indican las peculiaridades requeridas por esta norma.



Los premarcos tienen en su sección un viaje que permite absorber fácilmente diferencias dimensionales en la obra de albañilería así como la eventual formación franca de rendijas de luz entre los espacios que separa la puerta.

Conviene cuidar que los premarcos de madera tengan un rango de porcentajes de humedad entre el 10 y 15% y una densidad superior a 450 kg/m³, que estén a escuadra (asegurada con contravientos desprendibles en las esquinas) y sin alabeos.

Los premarcos ofrecen como ventaja adicional una fácil y económica posibilidad de cambiar las puertas por motivos de daño, deterioro o remodelación sin necesidad de realizar obras de albañilería ya que se puede efectuar el desmontaje y la sustitución fácilmente.

Para evitar el uso de chambranas, principalmente en el caso de viviendas económicas, se pueden dejar remetidos los premarcos como se indica en la siguiente figura **B.410**.

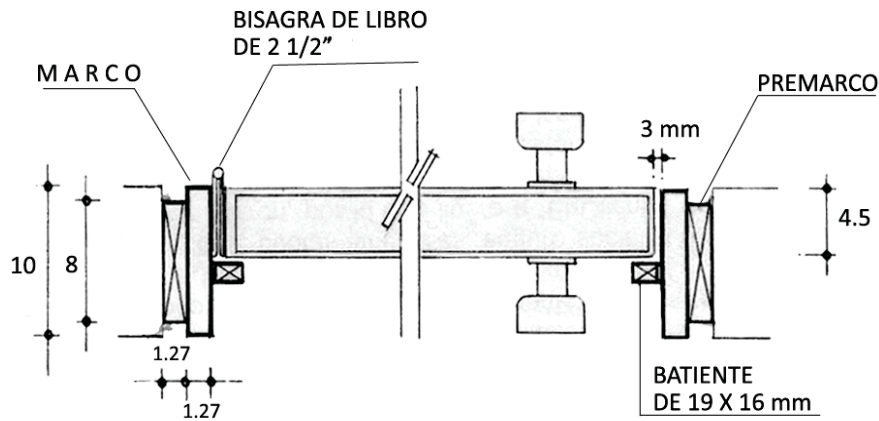


Figura B.410 - PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE USO Y APROVECHAMIENTO DE PREMARCOS REMETIDOS EN PUERTAS DE INTERCOMUNICACIÓN

Los premarcos y los escantillones permiten la fabricación de las puertas precolgadas, también llamadas en monobloque (puertas en bloque que incluyen a todos los componentes de una puerta como marco fijo, cerradura, bisagras y, muy comúnmente, su acabado de barniz o pintura).

Bajo este concepto se pueden prefabricar las puertas en un taller o en fábrica con todas las ventajas de productividad, calidad y economía que ello implica.

La colocación en obra de las puertas precolgadas se vuelve simple y rápida gracias a la precisión de medidas del vano de albañilería garantizada por los premarcos.

Algo importante a cuidar y proteger en el suministro y la colocación de puertas precolgadas (y en general en todos los casos) es su cerrajería y, muy principalmente, las cerraduras con sus llaves y los topes que pueden extraviarse o maltratarse. Por ello, es importante siempre asignar a un responsable de su cuidado.

Los topes de puertas se utilizan para evitar que la puerta (y principalmente la manija o jaladera) se golpee contra el muro dañándose y dañando al acabado del muro. Existe un tipo de topes imantados que también impiden que las puertas se azoten por efectos de vientos cruzados.



Figura B.411 – TOPE IMANTADO

Fuente: Producto INOX FIX de empresa SAINT-GENIS, S.A.

Las puertas exteriores, en la mayoría de los casos, requieren ser resistentes a la intrusión (incluso estar blindadas) o tener rejas o protecciones adicionales como cerraduras de alta seguridad para prevenir ser derribadas o forzadas.

Las cerraduras y todos los herrajes deben estar protegidos eficientemente con anticorrosivos o ser inoxidable. También necesitan estar fabricadas con materiales estables contra deformaciones y degradaciones de acabado al estar expuestas en una cara a la intemperie y la otra al interior de la edificación con las consecuentes diferencias de temperatura, humedad ambiente y radiación entre exterior e interior que bajo condiciones extremas (en ciudades como Mexicali, Zacatecas o Tabasco) llegan a ser muy importantes.

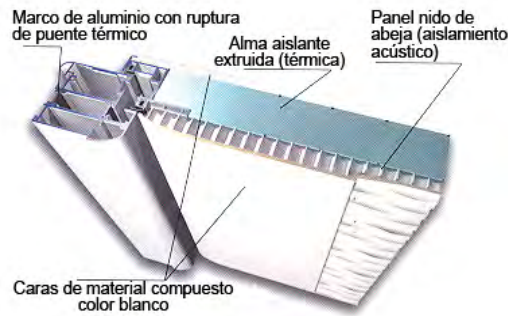


Figura B.412 - PUERTAS EXTERIORES A BASE DE PARAMENTOS DE MATERIAL COMPUESTO, MARCO DE ALUMINIO Y ALMA AISLANTE TERMOACÚSTICA

Ref. Catálogo de productos, empresa BEL'M, p. 65 y 63

Las *puertas exteriores de acceso*, corren el riesgo de sufrir infiltraciones de agua a través de sus componentes y uniones y del arrastre en época de lluvias, lo cual puede perjudicar con el tiempo los acabados de loseta vinílica, madera o alfombra; así como las patas de los muebles, además de lo desagradable que resulta que se meta el agua a la casa.

Para solucionar este problema se requiere integrar al marco de las puertas de acceso y de servicio, un sardinel o umbral que proteja y cierre los arrastres y juntas vinílicas que sellen el perímetro de las hojas abatibles en caso necesario y que el diseño de la puerta tenga consideradas las mismas soluciones de estanqueidad y drenado del agua de lluvia hacia el exterior que se tienen para las ventanas.

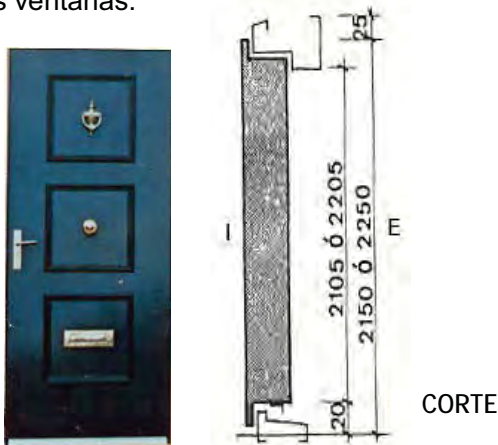


Figura B.413 - PUERTA QUE ABATE HACIA ADENTRO CON SARDINEL INTEGRADO Y AUTOSELLO EXTERIOR. Se le puede integrar el buzón.
Ref. Ficha 3.21, empresas PROMISOL y PAC; Les portes, CATED, EDIT. LE MONITEUR, 1982

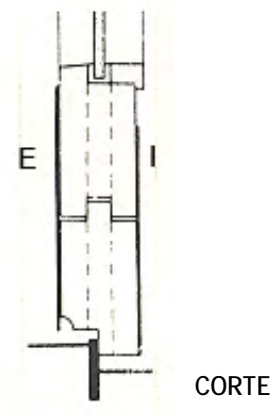
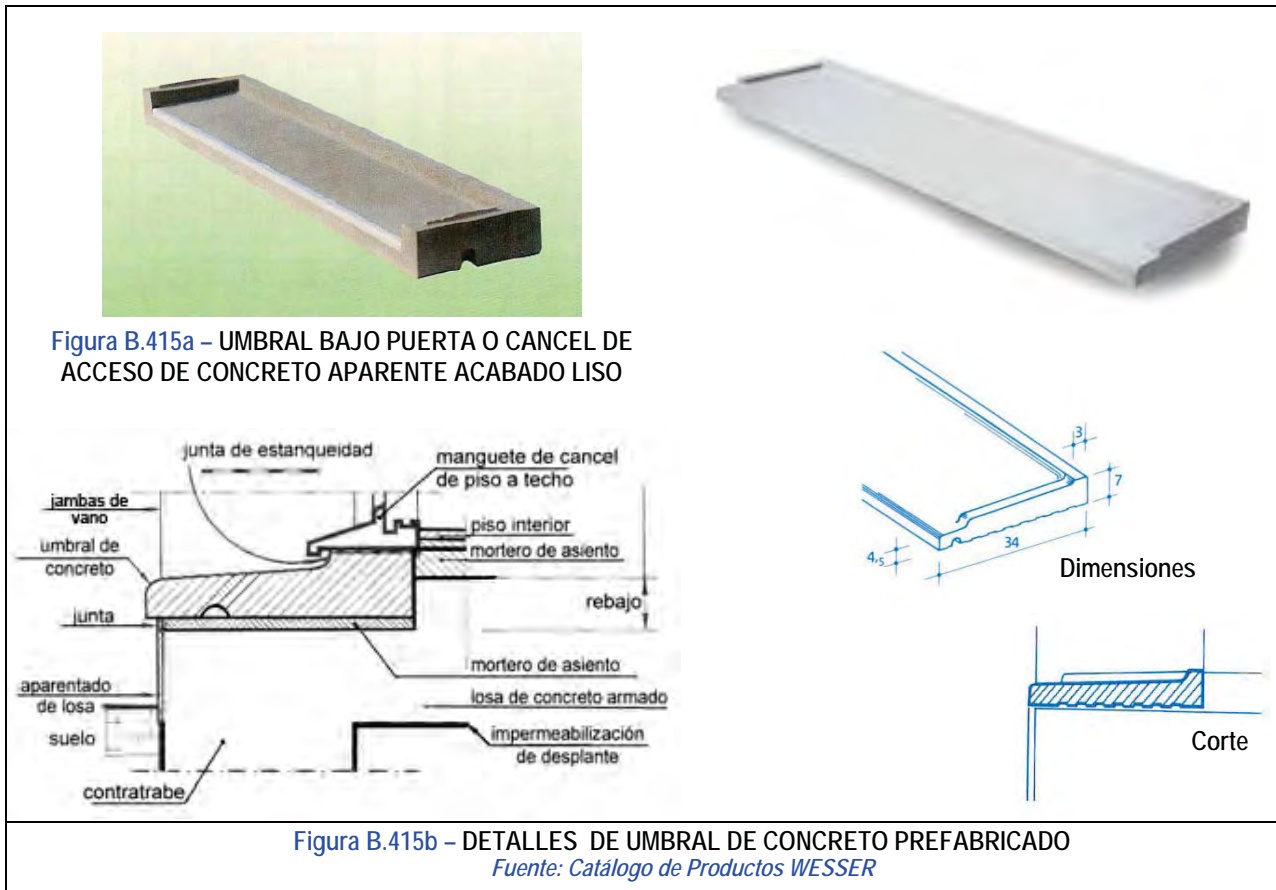


Figura B.414 - OTRA SOLUCIÓN DE SARDINEL
Ref. Portes extérieures en bois, K. PRACHT, edit. DELTA et SPES, ficha 40, 1984.

Los umbrales de concreto (al igual que los repisones de concreto) son la primera opción de protección.



Como soluciones alternativas a los umbrales prefabricados de concreto, existen perfiles metálicos (principalmente de aluminio) así como herrajes y juntas flexibles que conforman sistemas prácticos y sencillos de interfaz entre el exterior y el interior.

Además de delimitar la unión entre acabados interiores de las edificaciones y los acabados exteriores, sellan herméticamente los arrastres de las puertas evitando con ello la intrusión de polvo, agua, basura y animales (ver figura B.416).

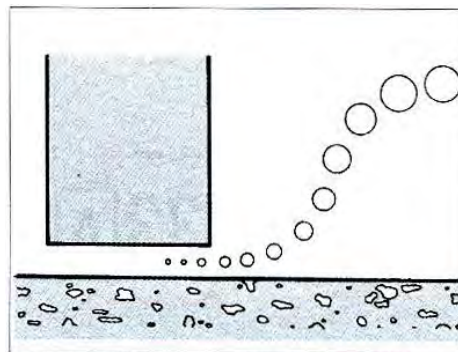


Figura B.416 – ARRASTRE DE PUERTA EXTERIOR DE ACCESO por donde puede pasar al interior polvo, agua de lluvia, insectos y hasta roedores si no se tiene un sellado en posición cerrada.

Fuente: Catálogo de productos, empresa JOINT-DUAL, 2005, p. 95

Existe una amplia gama de soluciones de umbrales para puertas de acceso.
 La siguiente figura muestra esquemáticamente el principio de diseño de umbrales metálicos.

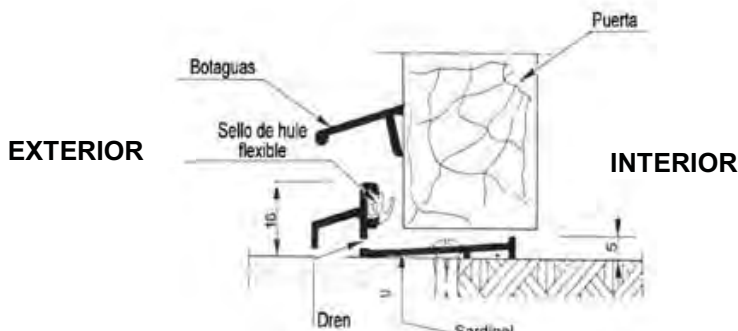
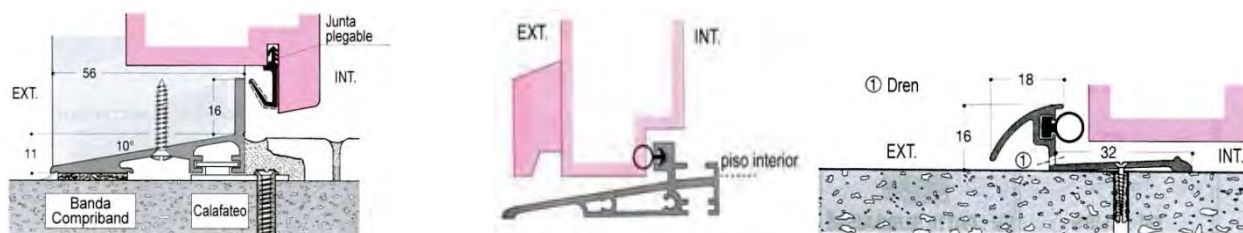


Figura B.417 – SOLUCIÓN DE PRINCIPIO DE UMBRAL EN ARRASTRE DE PUERTA.
 Fuente: *Catálogo de producto, empresa SEUILS BILCO CQ*

Los principales diseños específicos consisten en: el empleo de un sardinel con junta flexible de sellado (1ª. Alternativa), en una pieza imantada que al cerrarse la puerta sube y sella al arrastre (2ª. Alternativa) y en una junta flexible redonda que baja y sella como guillotina el arrastre al accionar un botón que se aprieta al momento de cerrarse la puerta (3ª. Alternativa).

Las siguientes figuras muestran las características de estas tres propuestas.

1ª. Alternativa: Sardinel con juntas flexibles de sellado y drenado hacia el exterior



Solución con junta plegable

Soluciones con junta aprisionable

2ª. Alternativa: Magnética con pieza que se eleva y se imanta con la placa fijada al canto inferior de la puerta al cerrarla.



3ª. Alternativa: Sistema de guillotina para sellado de arrastre de puerta al cerrar por la acción de botón y resorte de empuje hacia el piso.



Figura B.418 – PRINCIPALES DISEÑOS DE UMBRALES EN ARRASTRES DE PUERTAS DE ACCESO
 Fuente: *Catálogo de productos, empresa JOINT-DUAL, 2005, p. 92, 93, 95, 120 y 121*

Las *puertas exteriores de madera*, en general, deben cumplir las mismas especificaciones aplicables a las ventanas de madera aunque también hay detalles específicos adicionales que se deben de cuidar.

La siguiente figura muestra los detalles de protección a tomar en cuenta:

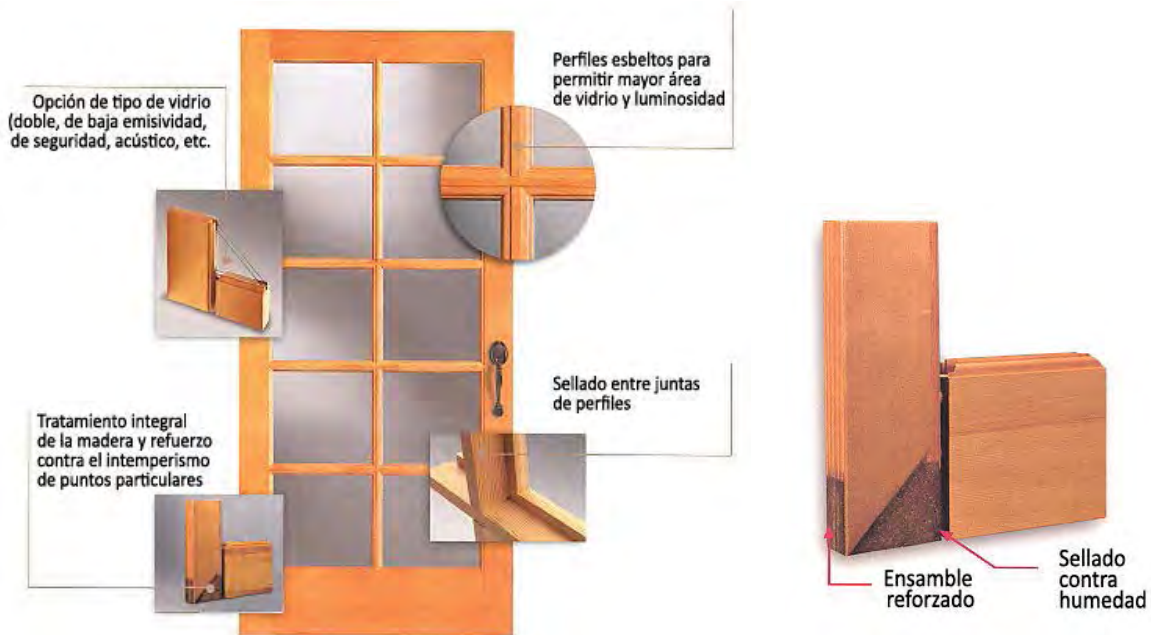


Figura B.419a - DETALLES A CUIDAR EN PUERTAS EXTERIORES DE MADERA

Fuente: SIMPSON DOORS Company

En general no es recomendable colocar puertas de madera en lugares de climas duros a menos de que se asegure la disposición de los detalles indicados en las figuras que evitan la infiltración de humedad por exposición extrema por medio de un ensamblaje reforzado en las uniones inferiores del marco de la puerta y de un sellado eficiente contra humedad que evite el hinchamiento y la deformación de los manguetes en su zona inferior.

Para evitar continuidades de capilaridad se dejan separados del piso los extremos de las jambas del umbral que selle el arrastre.

A los marcos de las puertas se les tendrá que dar también un tratamiento profundo de sellado contra humedad en la parte inferior (los extremos) la cual es la más expuesta por su contacto o proximidad con el piso y la más tendiente a absorber humedad.



Figura B.419b – TRATAMIENTO DE PROTECCIÓN CONTRA HUMEDAD EN JAMBAS DE MARCOS DE PUERTAS EXTERIORES - Ref. SIMPSON DOORS Company

La variedad de diseños es muy extensa y sólo de manera superficial se muestran en la siguiente figura algunos de ellos.



Figura B.420 - DISEÑOS DIFERENTES DE PUERTAS EXTERIORES DE MADERA

Fuente: Catálogo de Productos SAFERM

Es importante que para la protección de las puertas de madera se utilice un barniz microporoso o lasura y no un barniz o pintura pelicular que tienda a desprenderse y que impida a la madera transpirar la humedad en estado de vapor.

Las puertas exteriores (principales y de servicio) de casas y edificios tienen exigencias de desempeño muy semejantes a las de ventanas y cancelas.

Las *puertas interiores* pueden diferenciarse por su función dentro de los edificios de vivienda: La de acceso a apartamentos en vivienda colectiva (en edificios), las de intercomunicación entre espacios habitables y las de baños y cocinas.

Las *puertas interiores de acceso a apartamentos* requieren ser resistentes a la intrusión (vandalismo) en varios casos y, por ello, conviene hacer un análisis de costo-beneficio basado en el riesgo de robo y asalto, considerando el monto de los bienes en riesgo contra la inversión en una puerta blindada con cerrajería de alta seguridad. También, en algunos casos puede existir la necesidad de protegerse contra un eventual incendio. En climas extremos, la diferencia de temperatura y humedad relativa entre las áreas comunes no acondicionadas de una edificación y el interior de las viviendas necesita que la puerta sea aislante (térmica y acústica), estable y resistente a diferencias de temperatura y humedad relativa entre sus caras, evitando posibles alabeos o deformaciones y puentes térmicos.

Las *puertas de intercomunicación entre espacios habitables* sólo requieren de un buen funcionamiento y de suficiente asilamiento acústico dado por la misma puerta y reforzado en ocasiones con juntas flexibles entre marco fijo y hoja batiente. Las juntas flexibles perimetrales se recomiendan en puertas de baños comunes cuando no se requiere extracción mecánica.

Cuando los baños se ventilan por extracción mecánica pueden utilizarse juntas flexibles en todo el perímetro de unión entre la hoja y su marco siempre y cuando se deje el arrastre con el área suficiente para permitir la circulación de aire hacia el baño inducida por el extractor.

En el caso de no obtenerse el aislamiento acústico requerido para evitar la transmisión de ruidos inaceptables, será muy conveniente emplear herrajes de sellado que permitan el paso del aire necesario y que a su vez limiten la transmisión del ruido a niveles aceptables. La siguiente figura muestra las características de este tipo de sellado en arrastre de puertas.



Figura B.421 - SELLADO DE PUERTAS EN BAÑOS CON EXTRACTOR permite un paso de aire de 200 m³/hora con una absorción de ruido de 28 dB - Fuente: Catálogo de productos, empresa PLANET

En los planos de puertas es importante especificar con claridad todas las cotas que indiquen las medidas de ubicación de bisagras, de cerradura y espesor de puerta y de marco así como las separaciones entre marco y puerta y el arrastre como se indica en la siguiente figura B.422.

Las especificaciones de cerrajería (marcas, modelos y normas de referencia o requisitos, en su caso) necesitan precisarse igualmente, así como su ubicación, empotrado y atornillado en la hoja abatible y en el marco fijo.

Para las cotas normalmente utilizadas en cualquier puerta es recomendable adoptar las medidas indicadas en la figura (cota de arrastre, de holgura entre marco fijo y hoja batiente y de ubicación de bisagras y cerradura).

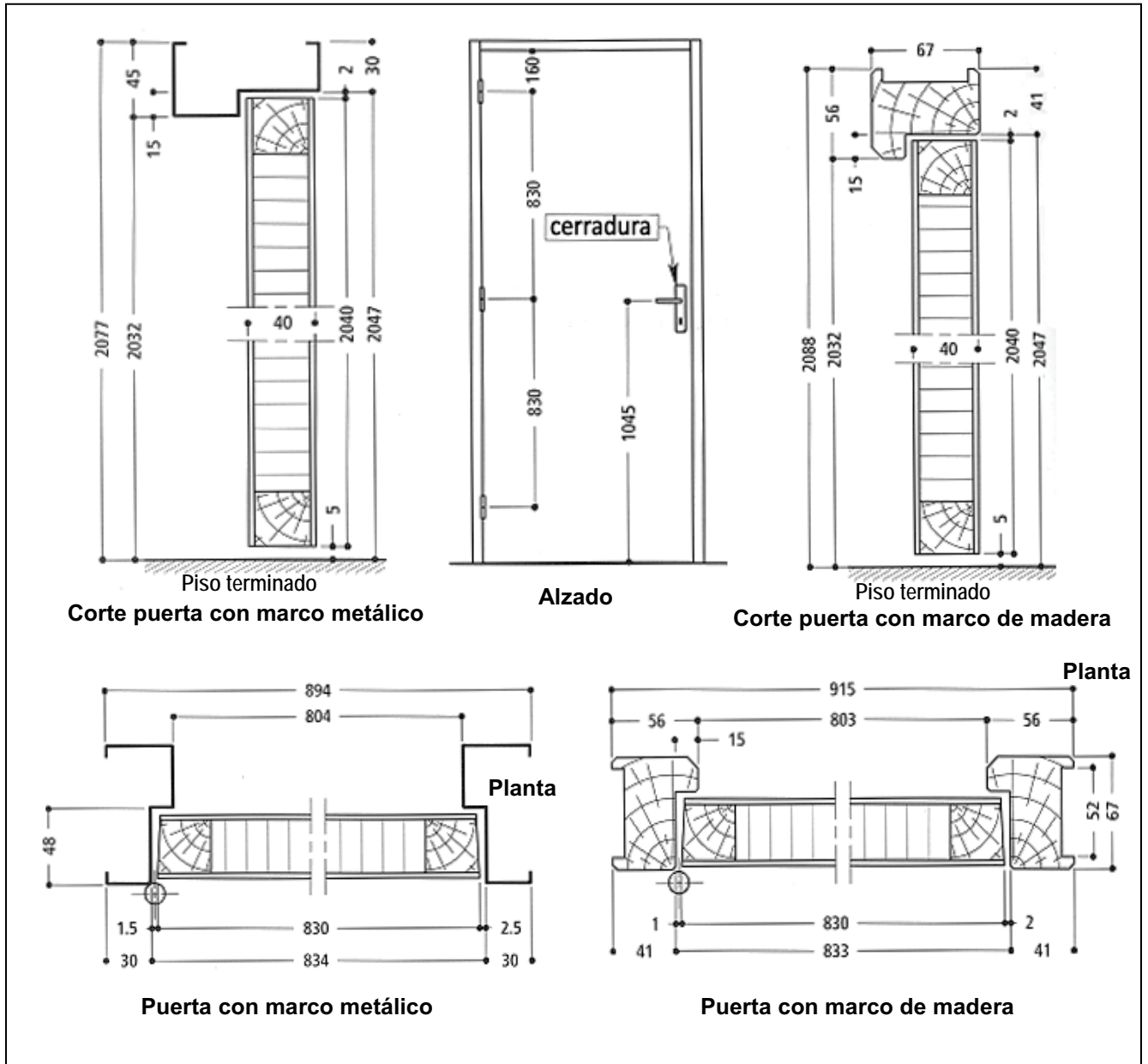
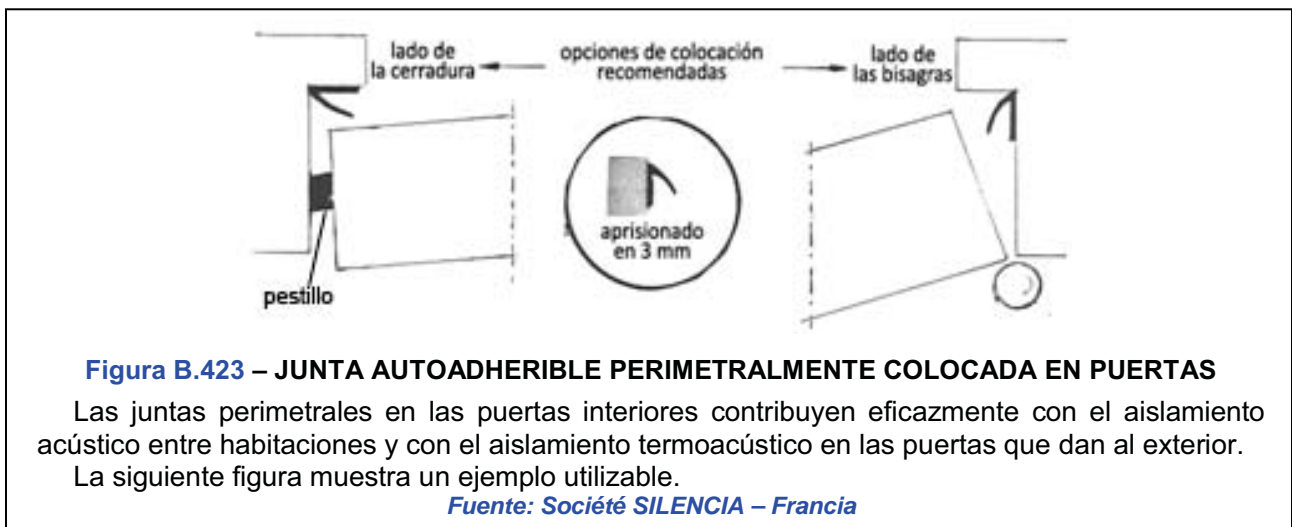
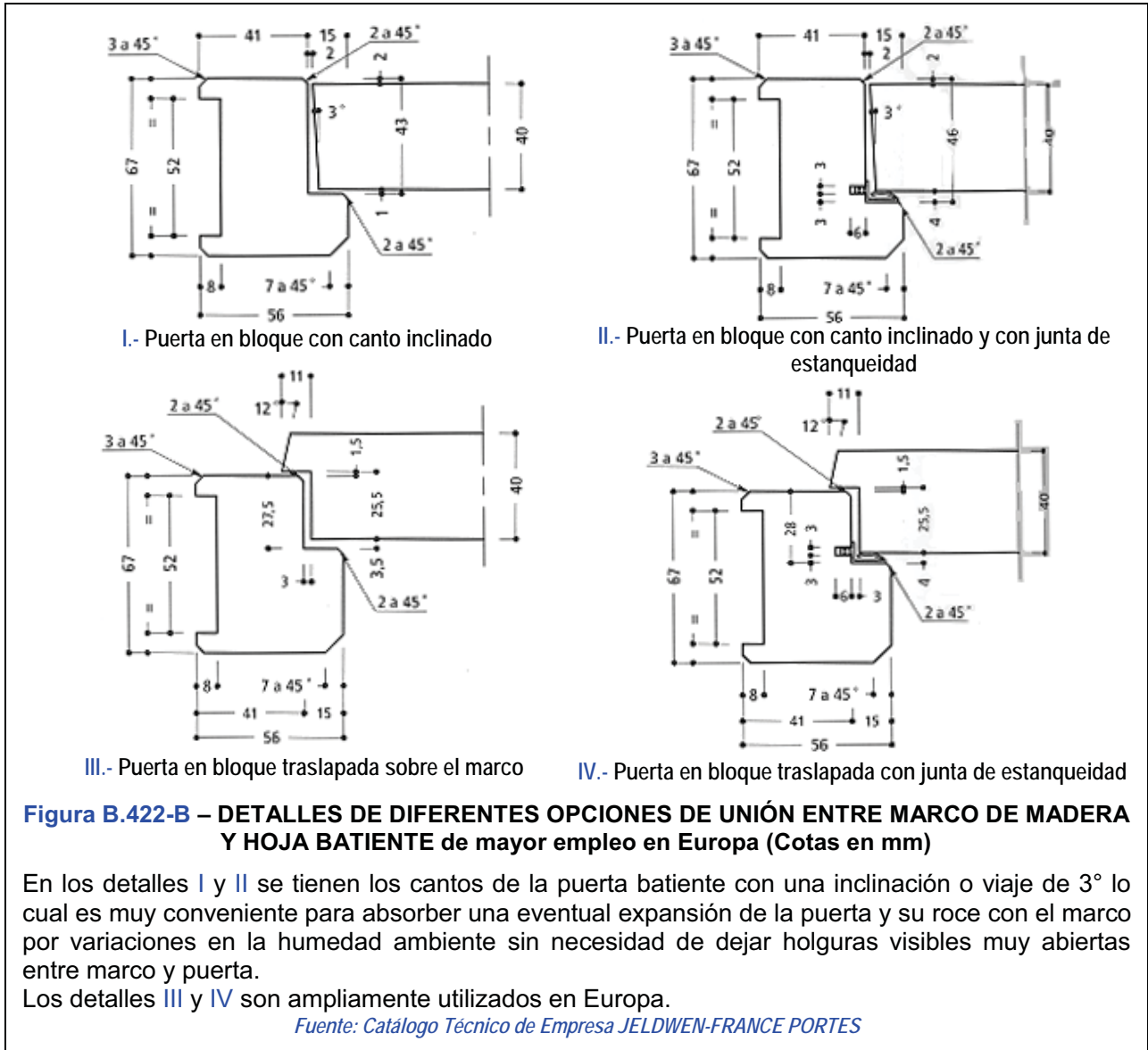
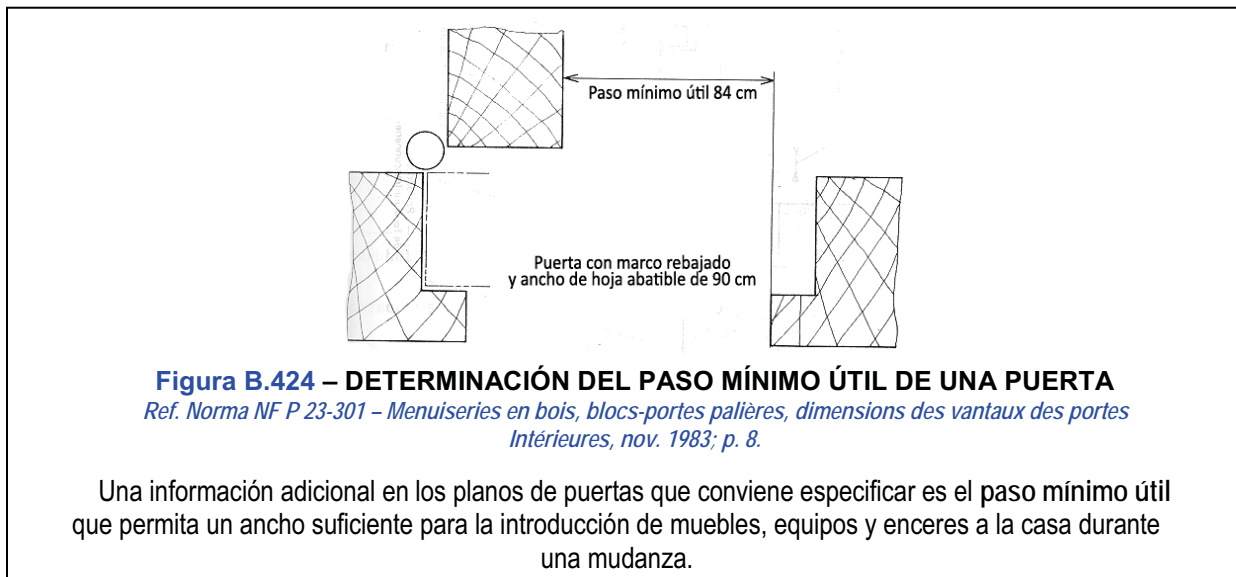


Figura B.422-A - PLANOS CONSTRUCTIVOS DE PUERTAS DE INTERCOMUNICACIÓN
Cotas en mm

Fuente: Catálogo Técnico de la Empresa JELDWEN – FRANCE PORTES





El diseño más común en puertas interiores es la puerta lisa por ambas caras aunque también es usual emplear diseños diferentes en vivienda media y residencial.



Figura B.425 – EJEMPLOS DE DISEÑOS DE PUERTAS DE TAMBOR, con molduras de relieve y con tableros de vidrio que permiten el paso de la luz.

Fuente: Catálogo de Productos LAPEYRE

Los *closets* y *muebles de guardado* requieren de un análisis funcional previo muy particularizado para asegurarnos de cubrir las necesidades, hábitos y preferencias de los clientes potenciales para cada proyecto en particular comparando las propuestas con lo ofertado por la competencia.

En los casos de limitaciones económicas o de imprecisión de necesidades, pueden dejarse los nichos, espacios o respaldos de muro vacíos y con opciones con costo adicional a escoger por cada cliente.

Como referencia útil sobre la que se puede partir para ir definiendo los requerimientos de guardado, conviene recurrir a la información de estándares gráficos de arquitectura como los publicados por el Instituto Americano de Arquitectos (American Institute of Architects) o a otras publicaciones similares y especializadas.



Figura B.426 - EJEMPLO DE DISEÑO DE CLOSET CON COMPONENTES MODULARES INDUSTRIALIZADOS

Ref. Catálogo de empresa STANLEY - Design Solutions – Closet Organizer

Es importante que el diseño de sus componentes respete la coordinación modular, de manera similar que en el caso de las cocinas integrales, con el fin de lograr la intercambiabilidad y múltiples combinaciones de propuestas.

En los casos de vivienda económica no hay disponibilidad para ofrecer closets ni otros muebles de guardado; sin embargo, es necesario prever la ubicación que el usuario pueda emplear a futuro para cubrir estas necesidades.

En los casos de vivienda residencial por contra, es necesario considerar múltiples espacios de guardado (en garaje, en jardín, despensa con lugar para cava, closet de visitas, closet de blancos, muebles en baños y toilet, botiquines, vestidores y closets en recámaras, closet en cuarto de lavado y planchado, muebles para equipo electrónico (T.V., sonido, videograbación), entrepañería de biblioteca, etc.

En la siguiente tabla se desglosa el análisis necesario a llevar a cabo durante el diseño de cada tipo de mueble o área de guardado (ver figura **B.427**).

Figura B.427 - ÁREAS Y MUEBLES DE GUARDADO - ANÁLISIS TÉCNICO GENERAL

Ref. Dessin menuiserie de bâtiment, Tome 3; J. HEURTEMATTE et Al., Edit. Delagrave, 1963; p. 4.

Funciones	Condiciones a cumplir	Razonamiento	Principios	Soluciones Tecnológicas
Cubrir las necesidades de guardado	1º- FUNCIONALES:			
	<ul style="list-style-type: none"> Se requiere de los muebles de guardado para: 			
	Acondicionar a los locales para: <ul style="list-style-type: none"> - almacenar y clasificar los objetos, - el trabajo, - las distracciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Repartición de volúmenes y de superficies disponibles para evitar las fatigas inútiles, la búsquedas prolongadas, el ruido, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Muebles adaptados a: <ul style="list-style-type: none"> - los artículos a guardar, - las actividades de las personas. 	<ul style="list-style-type: none"> Disposición de los objetos en sentido: <ul style="list-style-type: none"> - horizontal, - vertical, - inclinado.
	Satisfacer las necesidades: <ul style="list-style-type: none"> - del utilizador, - de los clientes, - de los visitantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Organización de superficies de: <ul style="list-style-type: none"> - guardado, - presentación, - trabajo, - circulación. 	<ul style="list-style-type: none"> Material para neutralizar las frecuencias audibles. 	<ul style="list-style-type: none"> Complementar: <ul style="list-style-type: none"> - las paredes con muebles, - las ventanas con cortinas.
	Permitir la libre circulación de: <ul style="list-style-type: none"> - objetos, - personas, - fluidos, - aire - luz. 	<ul style="list-style-type: none"> suministro, - jóvenes, adultos, ancianos, - agua, electricidad, - caliente, frío, - natural, artificial. 	<ul style="list-style-type: none"> Reglas de higiene y de seguridad en los lugares privados o públicos según los reglamentos actuales. 	<ul style="list-style-type: none"> pasillos y circulaciones, - pisos sin desniveles, - vanos de salida, - salidas de emergencia señalizadas, - ductos técnicos aislados.
	Asegurar el confort de las personas: <ul style="list-style-type: none"> - visual. - acústico, - térmico, - higrotérmico. 	<ul style="list-style-type: none"> incidencia de formas y colores, - iluminación, - calefacción, - ventilación, - aislamiento acústico, - aislamiento térmico, - higrotermia. 	<ul style="list-style-type: none"> armonía de formas y de colores, - directa e indirecta, - convección o radiación, - natural o artificial, - ley de masa (peso), - resistencia térmica de las paredes, - punto de rocío. 	<ul style="list-style-type: none"> colores apaciguantes o brillantes, equilibrio de formas, - natural o artificial, - carbón, gas, electricidad, - toma de aire, climatización, - doble pared, - doble vidrio, - barrera de vapor.
	Garantizar la seguridad contra: <ul style="list-style-type: none"> - las intrusiones, - los siniestros, - los rayos ultravioleta. 	<ul style="list-style-type: none"> solidez de la construcción y de las cerraduras, - inflamabilidad y emanaciones de gases tóxicos evitados, - decoloración de productos. 	<ul style="list-style-type: none"> resistencia mecánica a los esfuerzos, - productos difícilmente inflamables, - pantallas opacas o traslúcidas. 	<ul style="list-style-type: none"> cálculo de esfuerzos admisibles, selección de materiales, - materiales recomendados por los Documentos Técnicos Unificados, - vidrios filtrantes, persianas, parasoles.
	Ser de fácil mantenimiento: <ul style="list-style-type: none"> en un lugar: <ul style="list-style-type: none"> - de trabajo o de distracción, - privado, - público. 	<ul style="list-style-type: none"> limitar los gastos y los trabajos de mantenimiento al mínimo. 	<ul style="list-style-type: none"> disolver o quitar las manchas pesadas por los usuarios. - eliminar el polvo 	<ul style="list-style-type: none"> productos adecuados a los materiales a limpiar: detergentes, cera, etc. - trapeador, aspiradora.
	Resistir a la acción de: <ul style="list-style-type: none"> - personas, - insectos, - hongos. 	<ul style="list-style-type: none"> densidad de los productos, - condiciones desfavorables para la vida de los depredadores 	<ul style="list-style-type: none"> resistencia mecánica, - humedad y composición química adecuadas. 	<ul style="list-style-type: none"> selección de productos a utilizar, - grado de humedad de $\pm 10\%$,
	2º- ECONÓMICAS:			
Costo reducido: <ul style="list-style-type: none"> Gracias a la concepción de: <ul style="list-style-type: none"> - productos utilizados, - maquilados del número de elementos de fabricación 	<ul style="list-style-type: none"> realización sencilla con herramientas clásicas, - semi-acabados o no, - tipo de máquinas-herramienta, - limitar los gastos y los trabajos de mantenimiento al mínimo. 	<ul style="list-style-type: none"> resistencia de las herramientas de corte al desgaste, - facilidad de ejecución, - simples o complejas, - organización de los puestos de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> aristas de corte de carburo de Wolfram - adoptar las dimensiones de coordinación modular para evitar los ajustes, - amortización rápida, - sub-ensambles estándar y transportes sencillos. 	

Como características básicas comunes de los espacios y muebles de guardado en viviendas se tiene recomendado, por los estándares gráficos de arquitectura, las siguientes:

ENTREPAÑOS: Los entrepaños estándar tienen profundidades de 15, 20, 25 y 30 cm, aunque los entrepaños mayores a 45 cm son más deseables para closets.

CAJONES: Los cajones típicos van de 40 cm a 60 cm de profundidad, de 30 a más de 90 cm de ancho y de 5 cm a 20 cm o más de altura. Generalmente construidos dentro de un gabinete o módulo (en monobloque). Los cajones pueden estar hechos de madera, metal o plástico moldeado.

Para una operación adecuada de los cajones es muy recomendable el empleo de correderas metálicas. Existen diseños de correderas que incluyen los costados de los cajones mismos y otros que se fijan a los costados de madera o de material aglomerado. Por otra parte, en ambas opciones existen las correderas sencillas o con extensión para lograr sacar hasta el fondo a cajones de gran profundidad.

CLOSETS: La profundidad estándar de un closet es de 60 cm a 75 cm para ropa y de 40 cm a 50 cm para blancos.

CAJAS: Los accesorios de guardado como cajas y bolsas de prendas de vestir pueden usarse como medio de guardado complementario o temporal.

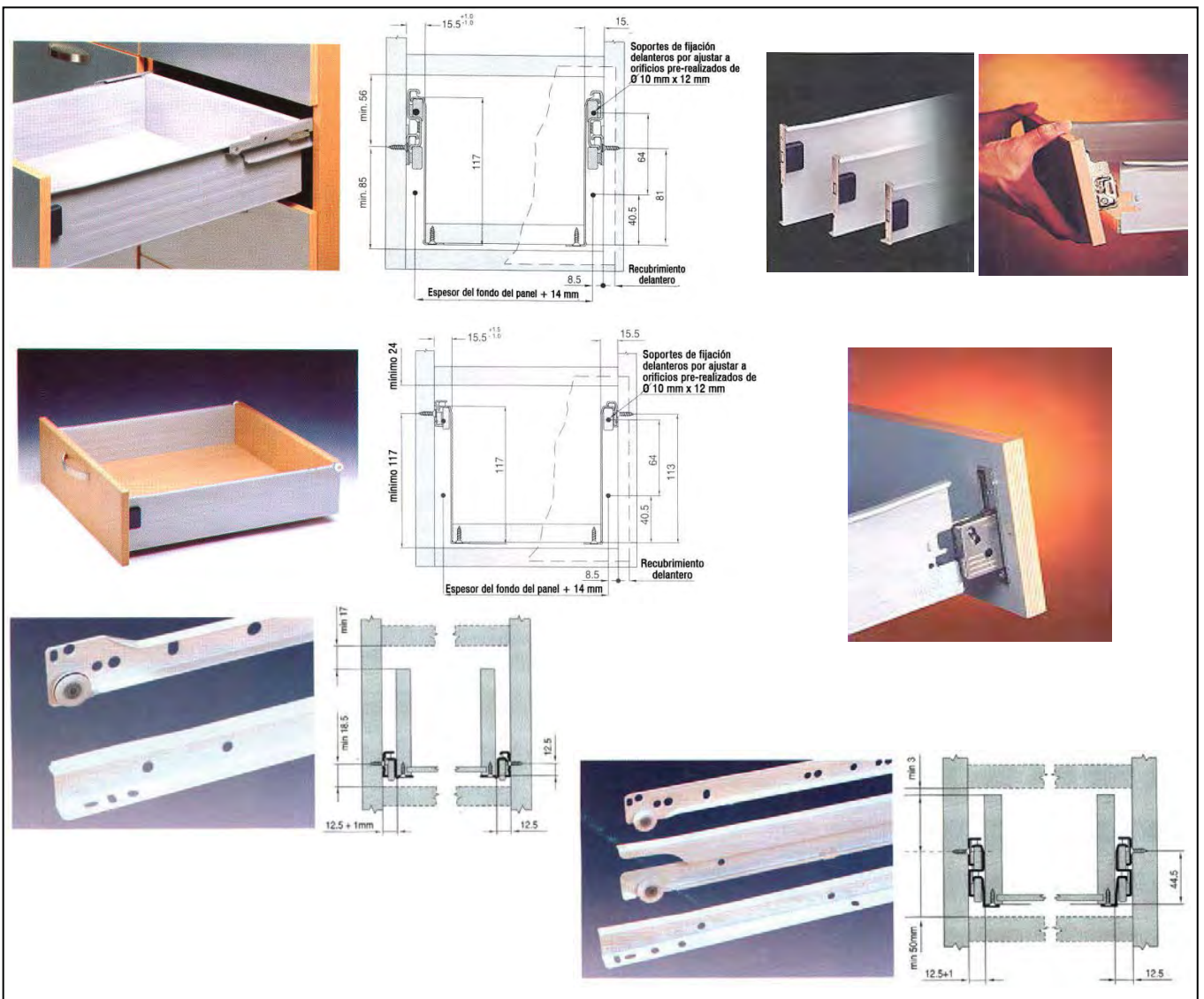


Figura B.428a – HERRAJES CORREDIZOS PARA CAJONES
Fuente: *Catálogo de Productos Empresa HARN (Malasia)*

La modularidad permite la intercambiabilidad de los componentes que conforman un closet, la adaptabilidad a necesidades diversas y la implementación evolutiva de mayores posibilidades de guardado.

La siguiente figura propone diferentes soluciones de closets con la opción de usar puertas corredizas o puertas plegables.

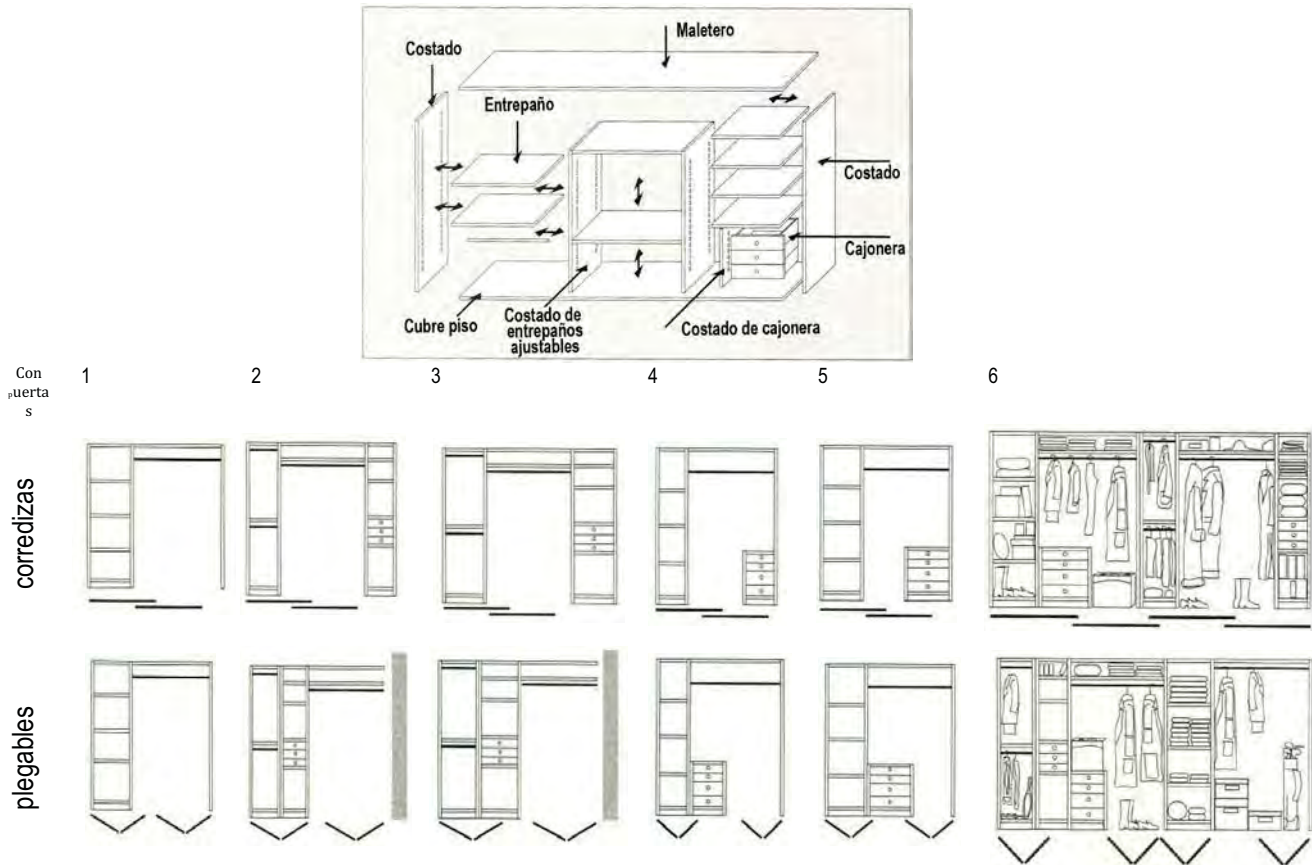


Figura B.428b – SOLUCIONES POSIBLES A NECESIDADES DE GUARDADO EN CLOSETS utilizando componentes modulares.
Fuente: Catálogo de Productos Empresa KAZED, S.A.; p. 35 y 36

REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE GUARDADO

RECÁMARA: Proporcionar un mínimo de 1.20 m a 1.80 m de espacio de colgado de ropa por persona. Dar 2.40 m lineales de espacio para colgar ropa en closets compartidos por dos personas. Dejar 30 cm de espacio para colgado de 6 trajes, 12 camisas, 8 vestidos o 6 pares de pantalones.

ALMACENADO DE BLANCOS:

Colocar cerca de las recámaras y baños un closet con 30 cm o 45 cm de profundidad de entrepaños. Puede requerirse un almacenado complementario en un arcón o baúl o en cestos.

Dejar un mínimo de 1 m² para una casa de una o dos recámaras y de 1.20 m² para una casa de 3 recámaras.

BAÑOS: Un área típica de almacenado es un gabinete de muro con espejo de 10 a 15 cm de profundidad (botiquín) complementado con un espacio para guardar jabón, pasta de dientes y otros artículos de aseo personal.

ABRIGOS: Un closet cerca de la entrada para abrigos e impermeables es deseable. Conviene proporcionar una profundidad adicional de 5 cm a 7.5 cm con respecto a lo mínimo para permitir la circulación de aire y más espacio para abrigos grandes y abultados.

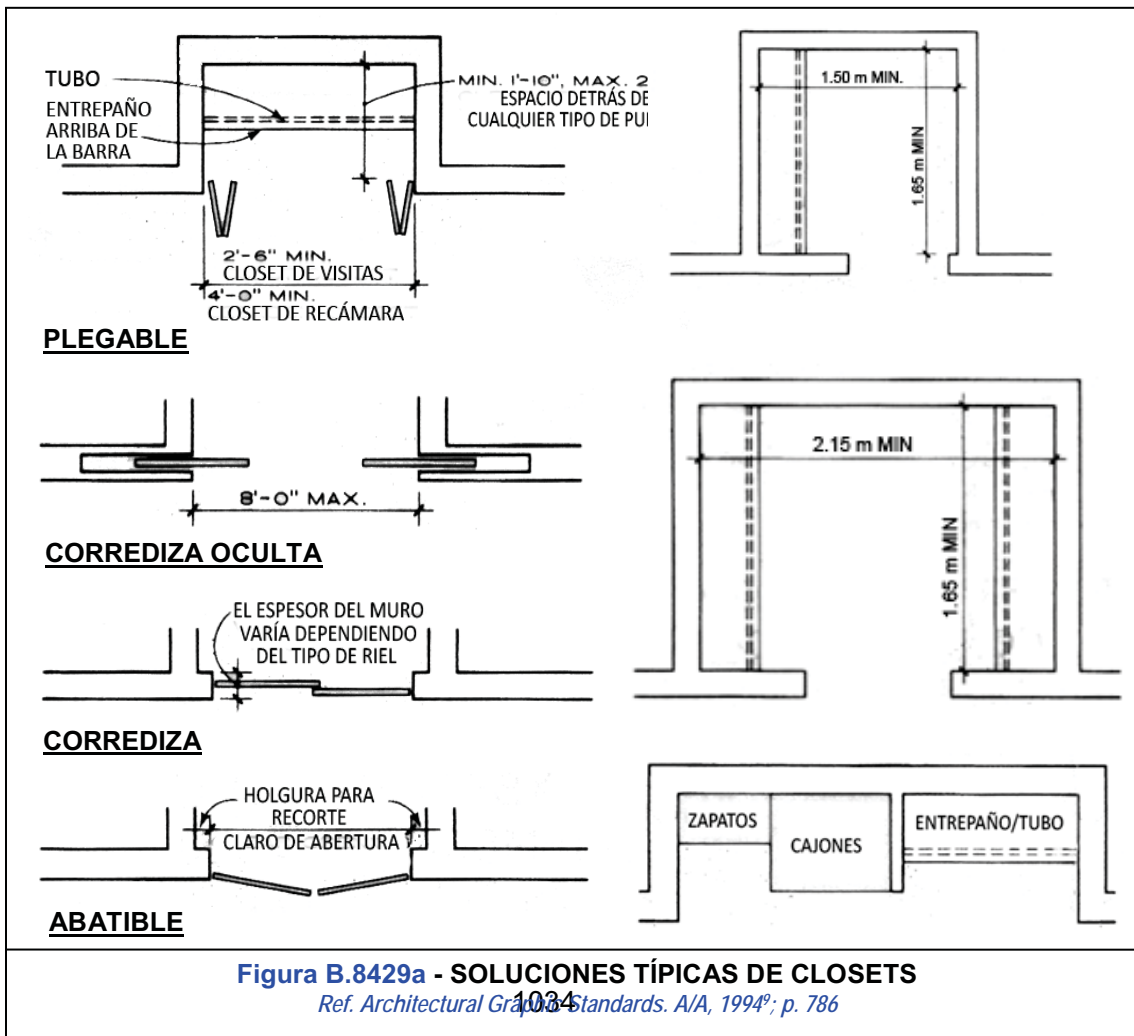
EQUIPOS DE LIMPIEZA: Es muy útil tener un closet de al menos 60 cm de ancho para almacenar las aspiradoras y artículos de limpieza de la casa. Conviene localizar el closet lo más cerca posible al centro de la casa y colocar un contacto eléctrico para poder conectar la aspiradora.

OTRAS ÁREAS DE GUARDADO: La mayoría de familias tienen necesidades adicionales de áreas de guardado. Para un trabajo de diseño particularizado, estas necesidades deben analizarse y planear su almacenado. Los cuartos de

almacenado (bodega, despensa, etc.) y áreas de sótanos y desvanes son sitios de posible ubicación de almacenado complementario.

Por lo que respecta a las puertas de los closets, se recomienda lo siguiente:

1. Las puertas plegables de closet no deben exceder de un ancho por panel de 60 cm. El ancho máximo de puertas corredizas a ocultar en muros es de 1.20 m.
2. Todas las puertas de closet deben permitir el libre acceso a los entrepaños de hasta arriba.
3. Las puertas para closets de niños pueden utilizarse como paneles para tachuelas, pizarrones o espejos.
4. Pueden usarse las puertas abatibles para colocar accesorios de guardado y espejos.
5. Los vestidores deben estar adecuadamente ventilados e iluminados.
6. Para el uso previsto para minusválidos, proporcionar un espacio libre de piso de al menos 75 cm por 120 cm para el acercado de una silla de ruedas. La altura del tubo y de los entrepaños será de 1.35 m como mínimo para el acceso de la silla de ruedas. Las puertas de closets poco profundos, donde el paso de una silla de ruedas no sea requerido, puede tener un ancho de abertura libre de 50 cm como mínimo.
7. El porcentaje de accesibilidad de los closets varía según sean los tipos de puertas utilizadas: con puertas plegables, es del 66% como mínimo, con puertas corredizas ocultas en muros es del 100%, con puertas corredizas es del 50% o más y con puertas abatibles es de 90% dependiendo del espesor de las puertas y de la cerrajería empleada.



CONSIDERACIONES GENERALES

Los sistemas de closets pueden ensamblarse partiendo de módulos y tramos de entrepaños prefabricados ajustables en sus extremos, para adecuarse a las dimensiones propias de un nicho de closet existente.

Los sistemas de closets típicamente se fabrican con paneles sólidos de aglomerado cubiertos con laminados de plástico o con chapa de madera o dos capas de triplay y bastidor con objeto de evitar la deformación (principalmente alabeo).

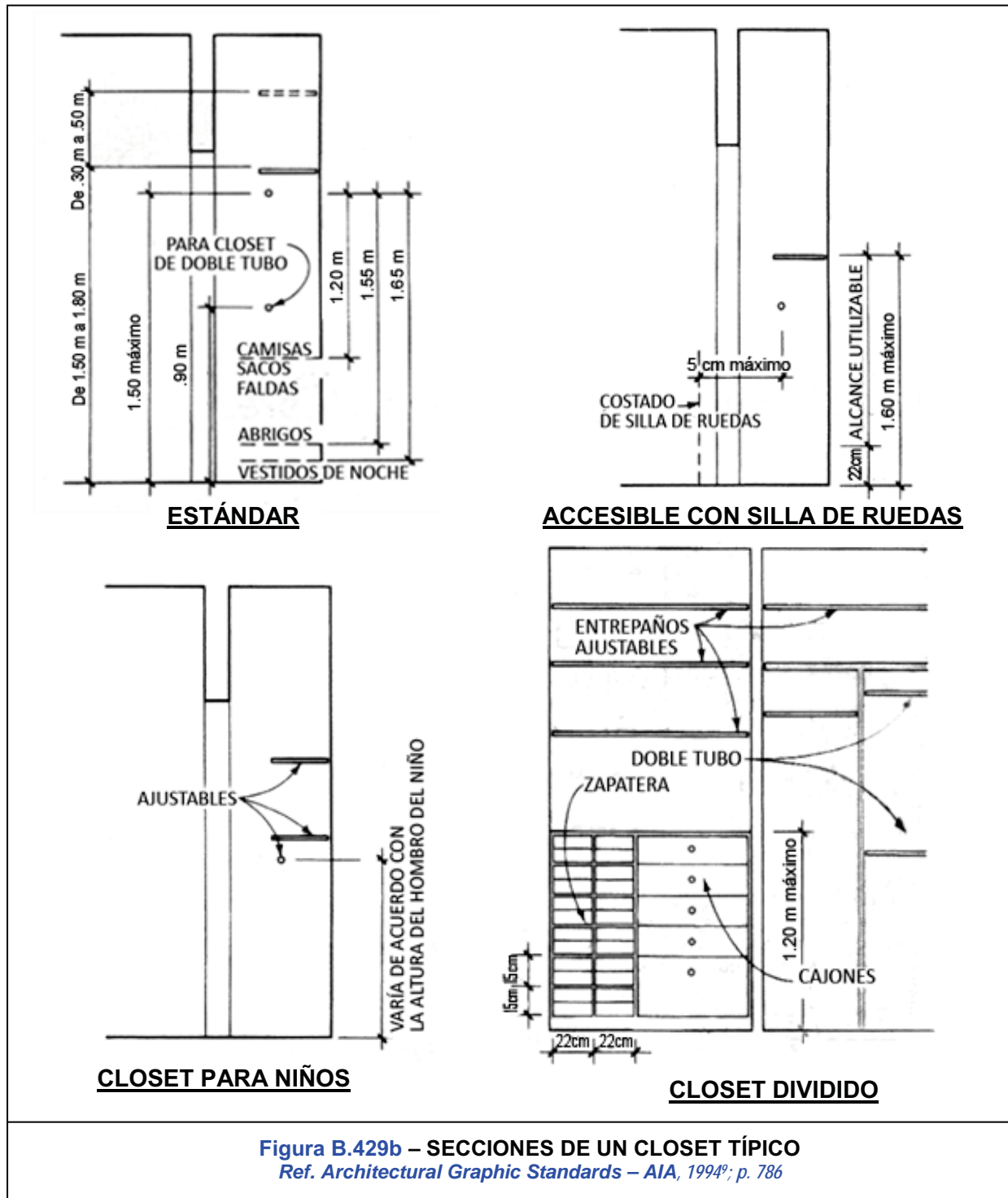


Figura B.429b – SECCIONES DE UN CLOSET TÍPICO
 Ref. *Architectural Graphic Standards – AIA, 1994^o; p. 786*

B-6 SOLUCIONES COMPLEMENTARIAS DE PROTECCIÓN Y ACABADOS

1.- SELLADORES

Los *selladores* tan ampliamente utilizados en la construcción son excelente productos que cumplen una doble función básica, aparentemente contradictoria, de separación y de unión que, por una parte, impiden que las piezas se junten entre sí y, por la otra, unen a los elementos que necesitan expandirse con objeto de impedir que el viento y la humedad penetren al interior de la edificación.

Estos productos permiten juntar de manera lineal, en cordón continuo, varios materiales de construcción heterogéneos.

Los selladores más comunes son materiales pastosos monocompuestos que, al contacto con la humedad atmosférica, se transforman por reticulación en un cuerpo elástico al disipar ácido acético.

Los selladores de silicones ocupan hoy en día un lugar preponderante entre los tipos de elastómeros de esta categoría de productos.

Se utilizan actualmente en los campos más diversos como: la edificación, la colocación de muebles sanitarios, la plomería, la vidriería, la ventanería, las construcciones metálicas, los materiales plásticos, la albañilería (concreto, mampostería, etc.)

En la construcción, los selladores más utilizados son elastómeros silicones con plastificantes y adiciones de refuerzo como el sílice pirógeno. Dependiendo de su aplicación contienen igualmente silicatos, yesos, emulsificantes, adhesivos o pigmentos y, para las utilizaciones de exposición a la humedad como en sanitarios, baños, cocinas, etc. se agregan microbicidas (fungicidas y/o bactericidas).

El llenado de juntas entre elementos de construcción de grandes dimensiones debe compensar la desestabilización dimensional debida a las variaciones de temperatura, a la humedad, a la expansión y retracción de los materiales, a las vibraciones sonoras, al viento y a otros movimientos (sismos) y el sellador debe precisamente funcionar como material de estanqueidad.

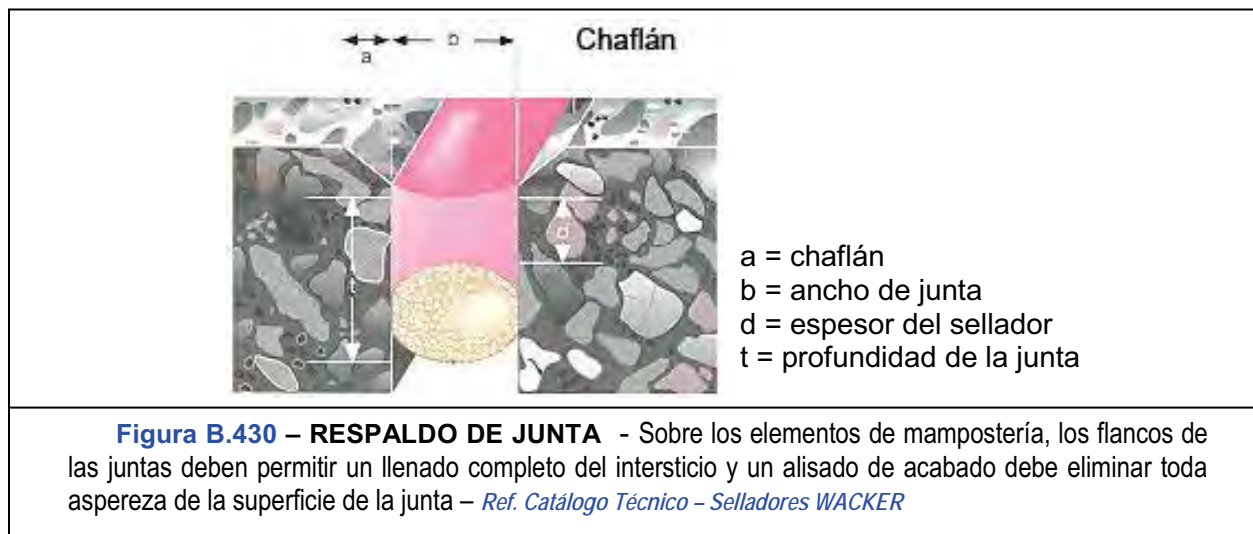
Es importante por ello, analizar las características requeridas por la aplicación que tendrá el sellador y seleccionar al de propiedades más adecuadas por el estudio de las fichas técnicas de las opciones.

Entre las características más generalmente utilizadas se pueden enlistar las siguientes:

- Buena adherencia sobre la mayoría de materiales a juntar,
- Resistencia a la intemperie y al envejecimiento. Estabilidad a los rayos ultravioleta y a la radioactividad,
- Resistencia mecánica adaptable a la aplicación,
- Alta elasticidad y buena recuperación elástica,
- Estabilidad química y resistencia a las altas y bajas temperaturas (de -30°C a + 80°C),
- Permeabilidad al vapor de agua,
- No tóxicos en caso de estar en contacto con productos alimentarios o con agua potable,
- Anti-microbios,
- Con pigmento de color combinable con el diseño arquitectónico,
- Compatible con los materiales que sella (evitar la aplicación de barnices o pinturas con solventes),
- Tiempo de almacenaje previo a su utilización.

La *calidad del sellador no es suficiente* para obtener la calidad del sellado de la junta, por ello, hay que llevar a cabo un *diseño constructivo adecuado* y una *buena ejecución* con el saber hacer adecuado.

Como generalidades de un diseño constructivo hay que cuidar que los flancos de la junta sean paralelos a una profundidad $t = 2b$, la cual no debe ser inferior a 30 mm con objeto de dar al fondo de la junta la estabilidad suficiente. En el caso de elementos de construcción de concreto, las aristas deben estar achaflanadas sobre $a > 10 \text{ mm}$ con objeto de evitar el desbordamiento del material de junteo. Ver figura B.430.



Ancho de las juntas

En los detalles constructivos elaborados en la etapa de diseño, se definirá el ancho de la junta b en función de los movimientos previsibles y de la aptitud al movimiento del sellador. Para la realización de las juntas externas entre elementos de construcción de concreto colado en sitio y/o prefabricado de estructura cerrada o de mampostería sin aplanado o pasta y/o de piedra natural se puede uno referir a la tabla siguiente de “juntas y relleno de las juntas”.

Espaciamiento de las juntas

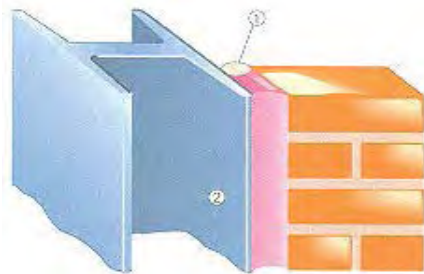
	Ancho de las juntas		Espesor del sellador ⁽³⁾	
	Lado nominal ⁽¹⁾ b mm	Lado mínimo ⁽²⁾ b_{min} mm	d mm	Tolerancias mm
Hasta 2 m	15	10	8	± 2
> 2 a 3.5 m	20	15	10	± 2
> 3.5 a 5 m	25	20	12	± 2
> 5 a 6.5 m	30	25	15	± 3
> 6.5 a 8 m	35	30	15	± 3

(1) Lado nominal para el diseño
(2) Lado mínimo al momento del relleno
(3) Los valores indicados corresponden al estado final tomando en cuenta las variaciones de volumen del sellador.

Los valores indicados se extrajeron de la Norma Alemana DIN 18540

Figura B.431 – COTAS DE JUNTAS Y RELLENADO DE LAS JUNTAS
Ref. *Catálogo Técnico – Selladores WACKER*

Las juntas de fachadas exigen que los selladores tengan una calidad técnica y estética alta. Es importante seleccionar bien selladores con excelente estabilidad a la intemperie y a los rayos ultravioleta y con gran aptitud para absorber los movimientos. La siguiente figura muestra un ejemplo de aplicación en una fachada formada por muros de mampostería y estructura metálica.



- (1) Respaldo de junta de espuma plástica flexible
- (2) Pieza de estructura de acero.

Figura B.432 - DETALLE DE SELLADO DE UNIÓN DE MURO DE LADRILLO CON ESTRUCTURA METÁLICA
Ref. Catálogo Técnico - Selladores WACKER

El sellado en baños y espacios similares de exposición al agua (cocinas, cuartos de lavado y planchado, etc.) requiere de selladores resistentes al agua y al vapor de agua que deben adicionalmente ofrecer una alta resistencia a los agentes químicos y al envejecimiento y resistir la abrasión y la contaminación potencial de microorganismos. Una buena estanqueidad no depende sólo de las características del material de sellado sino también, y en mucho, de la técnica de aplicación.

La siguiente figura muestra varios detalles de ejemplo del sellado en baños.

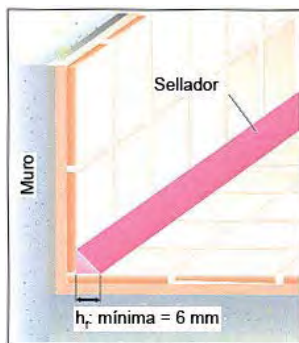


Figura B.433a - Junta de esquina adherida a los dos lados, exclusivamente para cubrir la función de sellado estanco sin resistir solicitaciones mecánicas



Figura B.433b1 - Junta de borde de unión perimetral entre muro y tina con respaldo de junta sobre la vertical.

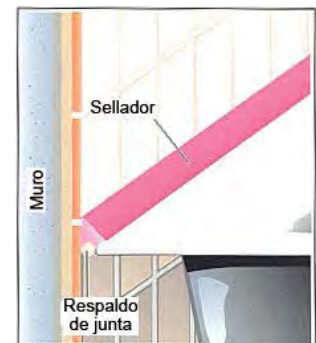


Figura B.433b2 - Junta de borde de unión perimetral entre muro y tina con respaldo de junta sobre plano horizontal.

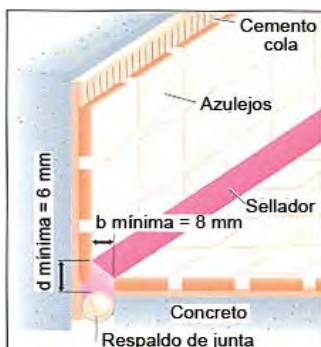


Figura B.433c1 - Junta en piso de borde con respaldo alojado en ranura

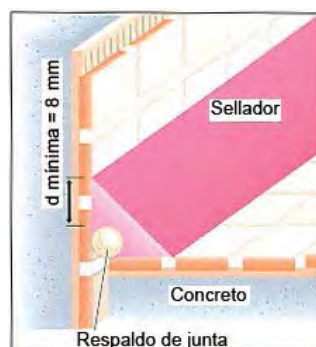


Figura B.433c2 - Junta en piso de borde con respaldo de 5 mm de \varnothing , sobrepuesto

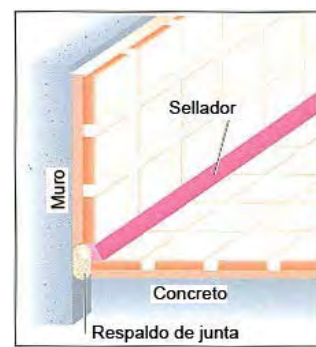


Figura B.433c3 - Junta en piso con respaldo alojado en ranura y muro

d = espesor del sellador - b = ancho de la junta - h_i = superficie de adhesión

Figura B.433 - EJEMPLOS DE SELLADO EN BAÑOS - Ref. Catálogo Técnico - Selladores WACKER

Para el *calafateo y sellado de ventanas*, los selladores que se utilizan están expuestos a solicitaciones extremas. Las condiciones de utilización de los selladores en estos casos se caracterizan por estar bajo diferencias de temperatura importantes y a las extremas condiciones debidas a la intemperie y a la intensidad de movimientos sufridos por los elementos constructivos. El manejo de tales condiciones y la *utilización racional del sellador sólo se pueden dar con una ejecución muy cuidadosa y técnicamente bien respetada*. En la siguiente figura se muestran los principales casos de colocación de sellador en ventanas.

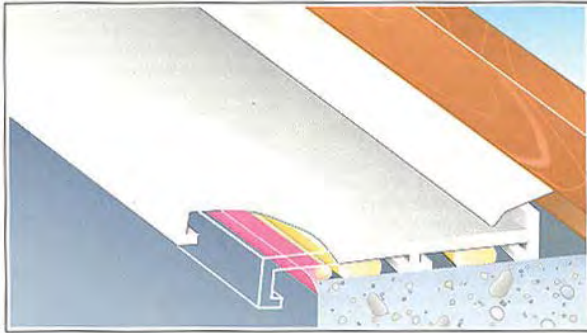


Figura B.434a – CALAFATEO Y PEGADO DE REPISONES DE DURALUMINIO BAJO VENTANAS
Ref. Catálogo Técnico – Selladores WACKER



Figura B.434b – JUNTA ENTRE VENTANA Y MURO
Ref. Catálogo Técnico – Selladores WACKER

Nota: El sellado entre repisón y ventana queda oculto ya que queda ubicado entre la cabeza del realce del repisón y la superficie de apoyo del manguete inferior de la ventana

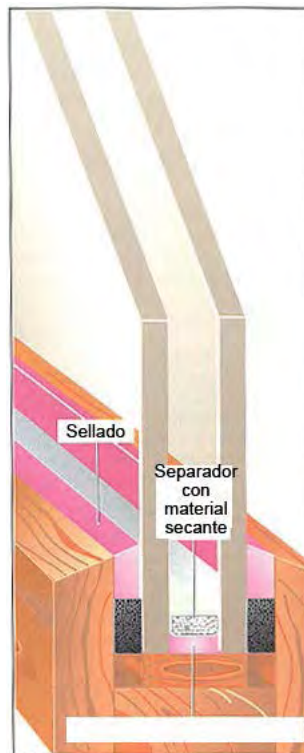


Figura B.434c – SELLADO DE UNIÓN DE DOBLE VIDRIO Y MANGUETE DE VENTANA DE MADERA
Ref. Catálogo Técnico – Selladores WACKER

La realización de junteos con sellador requiere seguir un procedimiento preestablecido el cual se describe de manera general a continuación:

- 1.- Asegurarse, con apoyo en las fichas técnicas y la información de los proveedores de selladores, que el material a utilizar cubra todos los requerimientos de desempeño del sellador escogido.
- 2.- La herramienta de aplicación más utilizada para casos comunes de poco volumen es una pistola de extrusión manual que presiona la salida del material de su cartucho por la boquilla al irse aplicando. Hay herramientas y medios de mayor productividad que conviene utilizar en obras de gran magnitud. La herramienta de alisado eventualmente utilizada debe estar fabricada con un material neutro y sin recubrimiento que pueda colorear al material de sellado y que no deje una película por el riesgo de formar craquelados en caso de expansión del sellador. No deben ni disminuir la adherencia hacia los flancos de las juntas ni colorear los elementos de construcción vecinos.
- 3.- El respaldo o fondo de la junta tiene por función limitar con regularidad la profundidad del intersticio dando forma convexa. Debe ser compatible con el sellador y no debe absorber agua. El respaldo de la junta no debe impedir al sellador cambiar de forma y no debe contener ninguna sustancia como aceite, asfalto o alquitrán que se oponga a la adherencia del sellador con los flancos de las juntas; finalmente, tampoco debe provocar ampollas o variaciones de colores. Una vez introducido el respaldo no debe ceder y hundirse al paso de la aplicación o del alisado de la junta. Su diámetro debe, por tanto, ser ligeramente superior al ancho del intersticio (aproximadamente 25% mayor). Entre los materiales de respaldo comúnmente utilizados se encuentran los cordones de sección circular a base de espuma de polietileno de células cerradas y de superficie lisa.
- 4.- Como preparación de las superficies a juntar, los flancos de las juntas deben estar limpios, secos, exentos de cuerpos grasos y deben ser capaces de soportar las cargas. La superficie de las piezas a juntar debe ser densa y suficientemente sólida. Las superficies a rellenar deben estar exentas de impurezas y de cualquier tratamiento que se oponga a la adhesión y al endurecimiento del material (por ejemplo: recubrimientos de impermeabilización, barnices, impregnaciones, etc.).

Cuando se utilice un material a base de asfalto hay que evitar todo contacto entre los sustratos asfálticos y el sellador (por ejemplo, intercalando una hoja que los separe). Hay que tomar las mismas precauciones con los pegamentos para azulejos que contengan hules de recuperación.

Sobre plásticos se recomienda dar rugosidad suficiente a la superficie de contacto.

Los materiales minerales porosos como el concreto, la mampostería, las tejas y la piedra natural deben estar exentos de aceite (de desmoldante), de asfalto, de alquitrán y de otras impurezas; en caso contrario, habrá que limpiarlos con un cepillo metálico. Deberá quitarse la arena y polvo con un cepillo y se deberá aplicar un primer (recomendado por el proveedor del sellador) sobre los sustratos inestables.

Sobre los metales deberá retirarse con pulidora mecánica la corrosión y toda capa de óxido. Para el desengrasado se recomienda utilizar metiletilcetona (como es un producto inflamable se recomienda respetar la ficha de datos de seguridad correspondientes).

En la madera, la madera en bruto debe prepararse aplicando un recubrimiento (barnices o lasuras). Si está muy expuesta al agua es preferible utilizar una impregnación de dos componentes a base de boratos o CCA (cobre, cromo y arsénico).

- 5.- Para la preparación de las juntas, en caso necesario, deberán cubrirse los bordes de las juntas con una cinta de masking-tape.

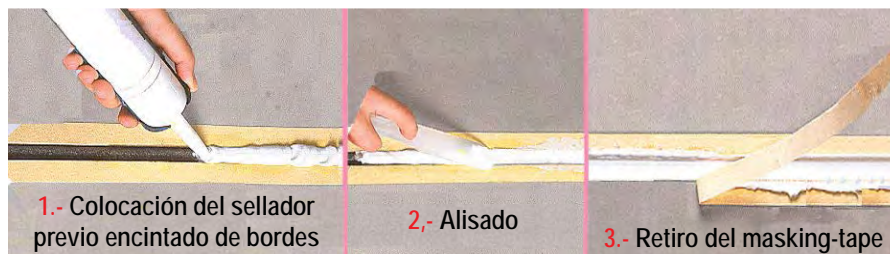


Figura B.435 – PROCESO DE APLICACIÓN DE SELLADOR

Ref. Catálogo Técnico – Selladores WACKER

Para evitar la adherencia del sellador a la base de la junta o al menos limitarla intercalando hojas separadas con objeto de evitar que la presencia de una tercera cara adherente altere a la junta en caso de dilataciones locales para asegurar el respeto de las cotas de profundidad de la junta indicadas en la tabla, deberá calafatearse bien el fondo de la junta con un cordón de respaldo premoldeado y colocarse a un nivel de profundidad constante (Ver figura B.435).



Adherencia sobre tres flancos

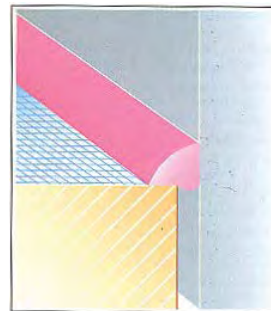
A EVITAR



Hoja separadora de polietileno

A REALIZAR

Figura B.436a – JUNTAS EN EXTREMOS – Los selladores a utilizar en estos casos deben ser muy flexibles, por ello, es importante dejarles suficiente libertad de movimiento. Si se coloca bajo el sellador una hoja separadora de polietileno se evita el riesgo de fisuras por la adherencia con un tercer flanco de la junta.



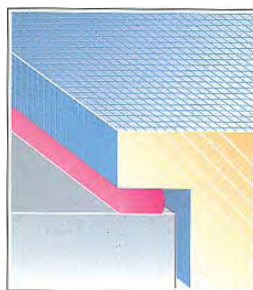
A EVITAR



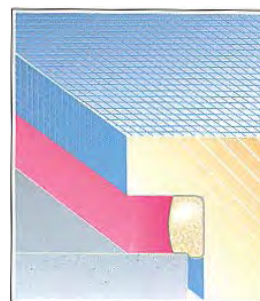
Respaldo de junta de espuma de polietileno

A REALIZAR

Figura B.436b – JUNTA DE CONEXIÓN – El fondo de la junta permite al sellador tomar la forma buscada. Por otra parte, el respaldo de la junta estabiliza al material y lo mantiene en su posición.



A EVITAR



A REALIZAR

Figura B.436c – JUNTA DE CORTANTE – Al igual que en el caso del tipo de junta de conexión, un respaldo de junta en el fondo adecuado asegura también la fiabilidad de la junta.

Figura B.436 – RECOMENDACIONES DE JUNTEO - Ref. Catálogo Técnico – Selladores WACKER

- 6.- Las temperaturas de ejecución de obra admitidas van de 5°C a 40°C. No se debe aplicar el sellador a más de 40°C con objeto de evitar daños como resultado de una dilatación prematura del sellador acompañada de enfriamientos de corta duración. A menos de 5°C los trabajos de junteo no pueden efectuarse a menos que los flancos estén libres de agua de condensación, de nieve o de hielo.
- 7.- Para la aplicación del sellador hay que impedir la acumulación de agua de lluvia detrás de las juntas ya realizadas por lo cual el llenado de las juntas verticales deben hacerse de arriba hacia abajo. El sellador debe aplicarse regularmente con el mínimo posible de burbujas. Hay que presionarlo y alisarlo para asegurar un buen contacto con los flancos de la junta utilizando lo menos posible la barra de alisado.
- 8.- La eliminación del sellador remanente no vulcanizado puede retirarse con una espátula, con papel o con un trapo. Los residuos pueden disolverse con solventes tales como la bencina (gasolina blanca), la metiletilcetona o el etanol (respetando las fichas de datos de seguridad). La herramienta de aplicación debe también limpiarse inmediatamente después de haber sido utilizada y antes de que el sellador se vulcanice.
El sellador vulcanizado debe retirarse de manera mecánica, eventualmente después de la impregnación previa con cualquiera de los solventes antes mencionados.
- 9.- Hay que tomar medidas de seguridad cuando se aspiran los vapores de los agentes utilizados como vehículos durante la vulcanización evitando aplicaciones de manera prolongada o en concentraciones elevadas. Hay que procurar que el lugar de trabajo esté suficientemente ventilado. Si algo de sellador no vulcanizado entra en contacto con los ojos o las glándulas mucosas hay que enjuagarlos abundantemente con agua para evitar irritaciones. El sellador ya vulcanizado puede manipularse sin peligro.

Siempre hay que tener presente que un buen sellado de junta se hace para durar.

2.- HIDROFUGACIÓN Y LASURAS

Para la durabilidad de las construcciones y su preservación en estado sano hay que tomar muy en cuenta diversos factores como los materiales que las constituyen, el clima al que estarán expuestas y la vida útil esperada.

La necesidad de proteger las edificaciones tiene una significativa importancia económica y de comportamiento funcional.

Los rodapiés, los repisones, los remates de enrasos de muros, los castillos en esquinas o cabezas de muros, los aleros, los goteros, etc. son elementos arquitectónicos que notamos en los edificios de diferentes partes del mundo, de diferentes épocas, estilos y materiales utilizados.

En la arquitectura contemporánea mexicana se dan bastantes casos de olvido o de eliminación consciente de los elementos arquitectónicos de protección por motivos estéticos o económicos y ello ha conllevado daños que causan degradaciones prematuras que reducen considerablemente la durabilidad e incrementan las acciones y los costos de mantenimiento.

Es muy recomendable retomar la inclusión de los elementos arquitectónicos de protección integrándolos al diseño formal y a la estética de acabados aunque su efectividad se enfoca a cubrir solamente las partes más sensibles y expuestas de las envolventes de los edificios.

Por la contaminación que aporta el ambiente urbano y por el clima, los edificios son también severamente atacados en sus recubrimientos exteriores y son evidentes los daños sufridos en las edificaciones nuevas, no solamente en sus partes más sensibles sino en toda su exposición y contacto con la intemperie por falta de atención en la ejecución de detalles adecuados y por la utilización de materiales inadecuados para el grado de exposición dado.

Generalmente por cada 100 casas diseñadas sin considerar su protección exterior, se dan fallas de durabilidad y aspecto en un período de 5 años (24 presentan daños al primer año, 15 en el segundo año, 7 en el tercero, 6 en el cuarto y tres en el quinto año) con altos costos de mantenimiento y reparación.

Los materiales de construcción minerales absorben cantidades variables de agua dependiendo de su porosidad. El agua en el material puede causar daños como: afectación del interior de los muros, dilataciones y contracciones con agrietamientos, eflorescencias, lixiviación, manchado de óxido y suciedad, desarrollo de musgo, moho, líquen y algas, corrosión química, destrucción del concreto por corrosión del acero, condensaciones, etc.

La absorción higroscópica del agua es especialmente grave cuando hay nitratos.

Se requiere definitivamente refinar y mejorar tanto las técnicas como los productos utilizados en exteriores.

Existen productos que pueden utilizarse en pinturas para muros, impregnados a la masa o a la superficie de los materiales durante su producción o aplicados sobre materiales de acabado en las obras para efectos preventivos y de mantenimiento (para la conservación de los acabados). Hay también productos para la restauración de edificios dañados que incluso incrementan resistencias mecánicas.

Los principales causantes de los daños en los edificios son: el agua que transporta sales contaminantes y microbios hacia el núcleo de la materia constitutiva de los materiales y, que penetran hasta el interior de las edificaciones mismas.

Actualmente, los daños provocados por las infiltraciones de agua pueden evitarse desde la fase de planeación con el tratamiento de hidrofugantes.

La hidrofugación es una impregnación impermeabilizante al agua que se utiliza para proteger materiales porosos comúnmente utilizados en las edificaciones.

La impregnación hidrófuga es un tratamiento incoloro que no forma película e impide la absorción capilar de agua y sus contaminantes sin taponar los poros y, por tanto, sin alterar significativamente la permeabilidad del material a los gases y al vapor de agua;

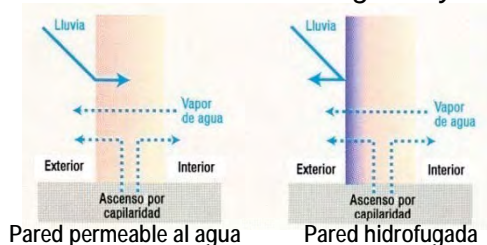


Figura B.437 - COMPARACIÓN DE FLUJOS DE AGUA Y VAPOR EN PAREDES PERMEABLES E HIDROFUGADAS
Fuente: Catálogo de productos, empresa RHÔNE-POULLENC

por ello, los hidrofugantes son ampliamente conocidos por sus propiedades hidrofóbicas debiendo también resistir los rayos UV de luz solar, la acción microbiana y las condiciones climáticas. Son microporosos y, por tanto, permeables al vapor de agua lo cual permite la transpiración de manera semejante a las hojas de plantas naturales, de esta manera no se presentan daños por condensación.

Al mantenerse seca la piel de las construcciones (fachadas, cubiertas, etc.) expuesta a la contaminación ambiental, se asegura también una atmósfera sana en los espacios internos.

En algunos casos pueden utilizarse hidrofugantes inyectados por orificios taladrados para impregnar la masa completa de un elemento constructivo con objeto de impermeabilizarla completamente.



Figura B.438 – HIDROFUGADO POR INYECCIÓN de desplantes de muros con remonte capilar de humedad
Fuente: Catálogo de productos, empresa RHÔNE - POULLENC

Las propiedades básicas de los hidrofugantes y/o oleofugantes son: penetración profunda, protección durable, excelente álcali-resistencia, permeabilidad al vapor de agua y gases, resistencia a los rayos ultravioleta, no producir brillo, pegajosidad ni amarilleo en las superficies y no ser dañinos al entorno.

<p>Figura B.439a – PENETRACIÓN MEDIDA CON PIPETAS DE KARSTEN</p>	<p>Figura B.439b – PENETRACIÓN DEL HIDROFUGANTE EN UN SÓLIDO POROSO – Fuente: Catálogo de productos, empresa PPS INTERSERVICE</p>
<p>Figura B.439c – COMPORTAMIENTO HIDROFUGANTE Y OLEOFUGANTE Fuente: Catálogo de productos, empresa PPS INTERSERVICE</p>	<p>Perfectamente impregnable $\theta = 0$ Más o menos impregnable $\theta < 90^\circ$ Más o menos no impregnable $\theta > 90^\circ$</p> <p>Para evitar la contaminación de la superficie sólida por un líquido, será necesario tener el ángulo de contacto lo más elevado posible</p> <p>Figura B.439d – DIFERENTES SITUACIONES DE IMPREGNACIÓN DE UN SÓLIDO POR UN LÍQUIDO – Fuente: Revista Le Moniteur No. 4874, marzo 1996.</p>
<p>Figura B.439 – COMPORTAMIENTO HIDROFÓBICO Y OLEOFÓBICO DE UN HIDROFUGANTE Y OLEOFUGANTE</p>	

El grado de humectación de un material puede cuantificarse por el ángulo de contacto σ .

La humectación de las superficies de los materiales sin tratar es inmediata; las gotas de agua se extienden y son absorbidas con rapidez. Cuando el material se ha hidrofugado previamente, las gotas conservan su forma esferoidal y son repelidas por el material, a esto se le llama efecto perlante.



Figura B.450 – EFECTO PERLANTE DADO POR LAS CARACTERÍSTICAS HIDROFÓBICAS DEL HIDROFUGANTE

Fuente: *Catálogo de producto, empresa RHÔNE - POULENC*

La última generación de hidrofugantes ha desarrollado propiedades ventajosas adicionales haciéndolos también oleofugantes, anti-grafitis, anti-manchas y anti-suciedad con mayor durabilidad, conservando la apariencia natural de los materiales.

En algunos casos se pueden utilizar hidrofugantes y oleofugantes pigmentados que pueden aplicarse a superficies de concreto aparente con objeto de igualar el tono de color de los diferentes colados para lograr su homogeneidad estética o para dar un color y tono diferente al del concreto natural.



Hidrofugante

Oleofugante

Anti-grafitis

Anti-manchas

Anti-suciedad

Figura B.451 – VARIEDAD DE TIPOS Y FUNCIONES DE HIDROFUGANTES Y PRODUCTOS DERIVADOS

Fuente: *Catálogo de productos, empresa PPS INTERSERVICE*

Existe una gama de hidro-oleofugantes que además de proteger, endurece la superficie de rocas naturales o artificiales para preservar su duración ya que la piedra puede llegar a desintegrarse totalmente por el proceso de ataque constante de la contaminación ambiental y de la intemperie.

Dentro de las propiedades multifuncionales de este tipo de productos existen opciones de nueva generación aplicables a pisos para evitar la adherencia de suciedad y goma de mascar (chicle), además del agua, la grasa, el aceite y los combustibles. También hay opciones antiderrapantes que modifican las moléculas de silicato sellándolas para su fácil limpieza (no destruyen a los cristales de silicato con ácido fluorhídrico dejando oquedades que permiten la acumulación de suciedad difícil de limpiar).

Para el caso de muros, existen productos que facilitan la autolimpieza con el agua de lluvia y productos para prevenir o para quitar el grafiti denominados “anti-grafiti”. Su aplicación puede hacerse con brocha, rodillo o aspersora.



Figura B.452 – APLICACIÓN CON ASPERSOR DE HIDROFUGANTE Y OLEOFUGANTE.

Fuente: *Catálogo de productos, empresa PPS INTERSERVICE*

La aplicación de los hidrofugantes debe hacerse sobre superficies perfectamente secas y protegidas durante 24 horas de una eventual lluvia.

En la mayoría de los casos, la eficacia óptima de estos productos se obtiene después de 5 a 7 días de secado.

La limpieza del herramental utilizado se hace con enjuagues de agua de la llave.

Para una perfecta aplicación y una protección eficaz, los hidrofugantes deben utilizarse cuando la temperatura de las superficies de soporte sea superior a 5°C.

Para el caso del *tratamiento de madera utilizada en exteriores* (ventanas de madera, sidings, pérgolas, decks, celosías, bardas, etc.) hay que tomar en cuenta tres factores que condicionan a su durabilidad y a su capacidad de resistir las agresiones de la intemperie:

- 1.- Destino o función prevista de la obra
- 2.- Selección del tipo de madera,
- 3.- Tratamientos de preservación y de acabado.

Para un tratamiento completo de la madera, basándose en las características de su tipo (pino, encino, ayacahuite, haya, etc.) hay que especificar su *tratamiento de preservación* (dado por impregnación) y su *tratamiento de superficie*; ambos tratamientos son complementarios y se requieren para la protección integral de elementos de madera expuestos a la intemperie.

Los tratamientos de preservación están en función del grado y tipo de exposición y de la capacidad de impregnación de la madera y, por ello, según la norma europea EN 350, están clasificados los tipos de madera *impregnables* (cuando el tratamiento penetra al menos en todo el espesor de su albura (caso del pino y del roble) o en la totalidad de su sección (haya, ojaranzo, etc.) o refractarios (cuando la impregnación no sobrepasa de 5 a 15 mm (cedro rojo, douglas, abeto, abeto blanco, etc.) El procedimiento más común de tratamiento es por autoclave en vacío o bajo presión (aunque también se utiliza la aspersión, la saturación y la inmersión) utilizando compuestos químicos como el CCA (cromo, cobre y arsénico) y boratos.

El tratamiento se realiza sobre la madera totalmente maquilada.

La preservación sirve para inhibir durablemente los ataques biológicos (insectos xilófagos, hongos lignívoros, termitas, etc.).

Los hidrofugantes utilizados para elementos de madera expuestos a la intemperie tienen características muy específicas para dar también una gama de recubrimientos que cumplen un doble rol de protección y de decoración.

Las tradicionales pinturas y barnices tienen como función esencial, bloquear los intercambios de humedad entre la madera y el medio, sin embargo, por ser recubrimientos peliculares no permiten los intercambios de vapor de agua, por ello, los barnices son cada vez menos utilizados, tienen poca duración de vida y necesitan de mantenimiento frecuente (cada 2 a 3 años) su transparencia los hace también sensibles a los rayos UV. Las pinturas de esmalte tienen una duración mayor (entre 5 y 10 años) aunque la exposición y los colores oscuros la reducen a máximo 4 años: (se disgrega por craquelado o harinado).

Cada vez más son utilizados los hidrofugantes en versión de *barnices microporosos*, denominados *lasuras de impregnación* o pinturas de fase acuosa, son por ello las de mayor desempeño para permitir el paso del vapor de agua, aunque después de tres manos la porosidad llega a ser relativa. Sin esta porosidad el vapor se puede condensar y provocar la degradación prematura del acabado filmógeno visto como desprendimiento (despellejado) que obliga al decapado total.







Estos recubrimientos deben igualmente servir de protección contra los rayos ultravioleta. La radiación solar entraña un envejecimiento de la superficie de la madera por agrisado; este fenómeno, a veces buscado por su aspecto estético (usado en maderas durables como el cedro rojo) generalmente es inaceptable por su falta de homogeneidad.

El agrisado proviene de la degradación de una fina capa de superficie de la madera que sirve de unión al acabado; por ello, un acabado opaco cargado de pigmentos (tonos oscuros) que filtren esta radiación son siempre más durables que un acabado transparente en el caso de maderas expuestas al sol.

Las lasuras se subdividen en lasuras de impregnación y lasuras satinadas. Las primeras, muy fluidas, penetran en maderas incluso duras dándoles un aspecto mate y entintado con una vida de dos años aproximadamente.

Las lasuras satinadas semi-filmógenas tienen una durabilidad de ± 4 años.

Desde hace poco, se han estado desarrollando lasuras microporosas de duración elevada (entre 4 y 6 años) que se degradan por harinado y facilita su renovación con una simple mano adicional.

MADERAS CLARAS		MADERAS OSCURAS	
	ABETO – Madera blanca, suave, para obtener tonalidades naturales.		TECKA – Madera café rojizo con visos cobrizos.
	PINO – Madera clara con vetas rosáceas que sobresalen perfectamente.		CAOBA – Madera suave café rojizo.
	ROBLE – Madera beige a café, dura.		SIPO – Madera café rojizo que se aviva con la luz.








	ocre	café claro	café oscuro
			
Aplicación de lasuras de color en madera	rojo	verde	azul
			

Figura B.453 – TONALIDADES Y COLORES DE LASURAS PARA MADERA EN EXTERIORES
Fuente: Folleto de lasuras para madera de jardín, empresa 3V3

Las maderas tratadas con CCA o con boratos requieren lijarse antes de la aplicación de las lasuras para asegurar su buena adherencia. Las lasuras también contribuyen a evitar la mancha azul debida a la presencia de hongos que se propagan en la madera cuando la humedad está cerca a la saturación (25 a 30%) a una temperatura de 22°C, que afecta el aspecto estético. Su color es indeleble aunque atenuable con lejía o con agua oxigenada con riesgo de amarilleo por el sol.

El grado higrométrico en la madera es determinante, más vale por tanto tratar previamente las maderas, sobre todo las más sensibles. El rol del acabado es el de impedir las variaciones dimensionales del material.

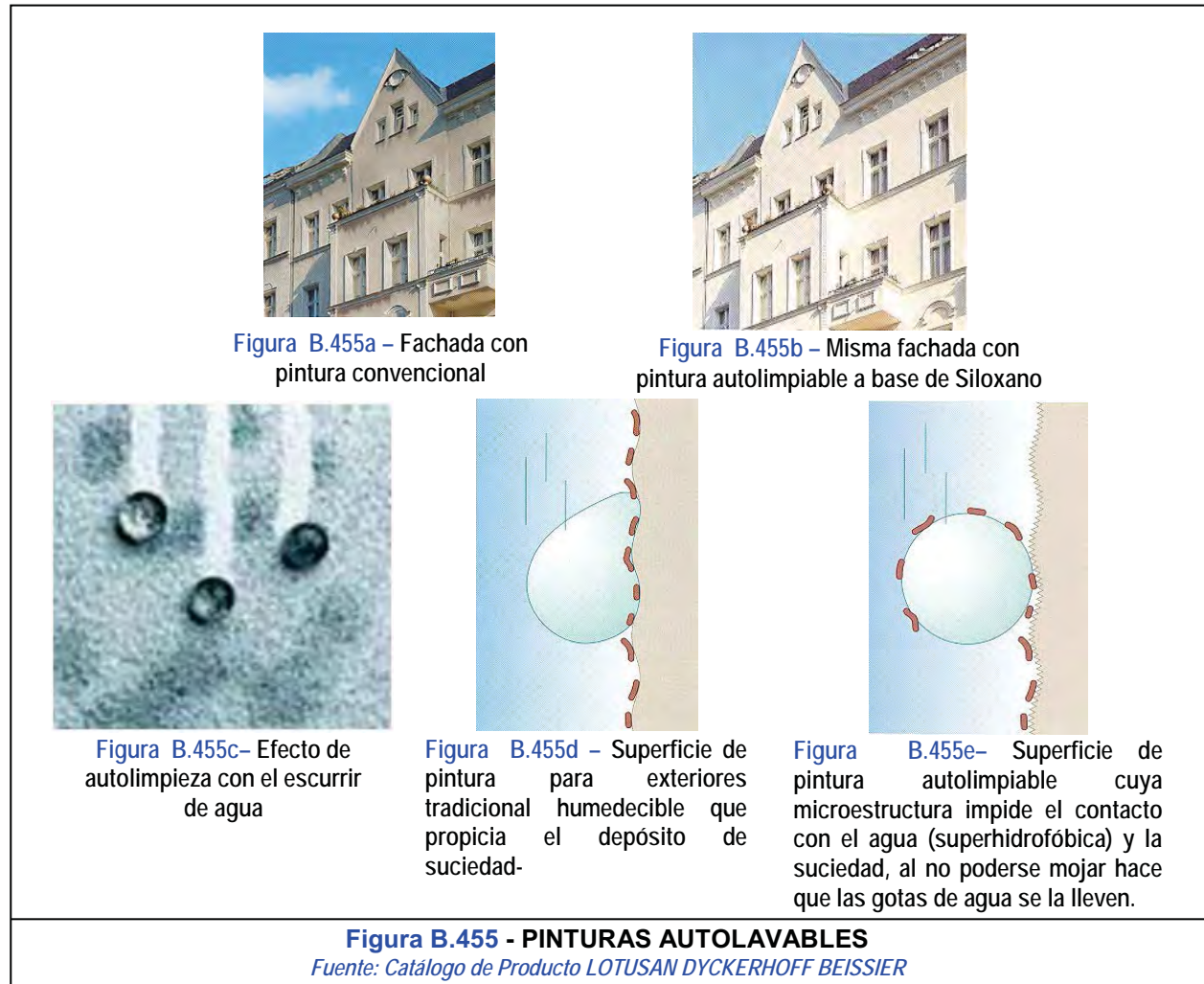
Es importante utilizar maderas cuya tasa de humedad sea muy similar a la de su contexto. Una madera demasiado seca (8 a 10%) colocada en un entorno donde la higrometría oscile entre 14 y 15% sufrirá variaciones imposibles a ser tomadas por la lasura. Un buen rango para maderas colocadas en exterior debe ir de 14% a 16% de humedad con desfase de 2 puntos (12 a 14%).

3.- PINTURAS Y ACABADOS AUTOLAVABLES

Existen actualmente pinturas que pueden aplicarse en una sola mano (en vez de dos o tres manos) con rodillos de alto rendimiento o con máquinas de baja atomización (air less) y de alto rendimiento (ver figura B.454).



También la nanotecnología está ofreciendo pinturas y recubrimientos así como concretos aparentes autolimpiables aprovechando el agua de lluvia (ver figura B.455).



Las pinturas convencionales para exteriores paulatinamente van acumulando y haciendo cada vez más visible sobre las fachadas a la suciedad del medio urbano a través del tiempo y la lluvia. Particularmente en las superficies expuestas a la intemperie los microorganismos tienen un entorno ideal para desarrollarse fomentado por la humedad y los nutrientes adecuados producidos por los depósitos de suciedad.

Una pintura o superficie de fachada con las siguientes características proporciona la protección de fachadas que incluye un eficiente efecto de autolimpieza:

- Estado seco con un elevado nivel de repelencia del agua y suciedad,
- Alta resistencia a la contaminación por suciedad,
- Resistencia al crecimiento de moho, algas y hongos,
- Excelente resistencia a la intemperie y a la eflorescencia, así como estable ante la radiación ultravioleta lo que asegura la retención de su color,
- Elevada permeancia al CO₂ y al vapor de agua lo cual permite que el sustrato transpire naturalmente evitando ampollas causadas por el vapor de agua atrapado.

Tomándose como referencia la microestructura de hoja de la planta de loto donde se ha constatado la característica de autolimpieza, se ha podido lograr que pinturas, concretos con adiciones, fachaletas y losetas cerámicas de fachadas ventiladas y vidrios, así como otros materiales de construcción sean autolimpiables con el agua de lluvia.

Como aplicación de muros de concreto aparente autolimpiable color blanco se muestra el edificio de la mediateca de Saint Ouen (Seine-Saint Denis) diseñado por el Arq. Pierre Loit anticipándose a las cuestiones de mantenimiento de una volumetría exterior color blanca.

Se optó por el empleo de un concreto color blanco (Tx Arca de Calcia) integrado en su formulación de dióxido de Titanio, un principio activo que acelera la reacción fotocatalítica bajo la acción de los rayos ultravioleta del sol, la suciedad de origen biológico presente sobre la superficie del concreto se destruye parcialmente y después se elimina con el agua de lluvia o con riegos o se descompone en agua y en bipoxido de carbono. La reacción no consume bióxido de titanio lo cual asegura la durabilidad del color del concreto a través del tiempo. Por ello, no se requieren trabajos de limpieza o de mantenimiento asegurándose así la durabilidad del color blanco. (Ver figura B.456).



Figura B.456 - EMPLEO DE MUROS DE CONCRETO BLANCO AUTOLIMPIABLE EN EXTERIORES

Fuente: Les Cahiers Techniques du Bâtiment No. 279 – Mayo 2008 – p. 10

El mismo efecto antibacteriano, hidrofóbico y durable visto en los casos anteriores puede aplicarse al caso de materiales para fachadas ventiladas colocadas por fijación mecánica sobre un bastidor. La siguiente figura muestra casos de aplicación de aplanados y de recubrimientos cerámicos autolimpiables en edificios de vivienda (ver figura B.457).



Figura B.457 – FACHADAS SIEMPRE LIMPIAS Y SECAS sin adherencia de suciedad ni impregnación de agua - Fuente: Catálogo KERALON HYDROTECT – AGROB BUCHTAL

Las fachadas ventiladas (sidings) son recubrimientos de fachada no adheridos cuya ventaja principal consiste en su fácil y rápida colocación de materiales de dimensiones modulares y despiezadas fáciles de sustituir.

La ventaja del empleo de piezas de cerámica autolimpiable con el agua de lluvia es su durabilidad y ahorro de mantenimiento debido a sus características hidrofóbicas y antibacterianas donde la acción de la lluvia y de la radiación solar sirven respectivamente para lavar y destruir al material orgánico indeseable (Ver figura 3.458).



Figura B.458 - COSTO DE CUIDADO Y MANTENIMIENTO Fuente: Catálogo KERALON HYDROTECT – AGROB BUCHTAL

Esta misma característica de autolimpieza la tienen algunos tipos de vidrio que se comercializan como el S.G.G. Bioclean de Saint Gobain donde los rayos ultravioleta destruyen la suciedad orgánica y, el agua de lluvia o la aspersion eliminan los residuos (Ver figura B.459).

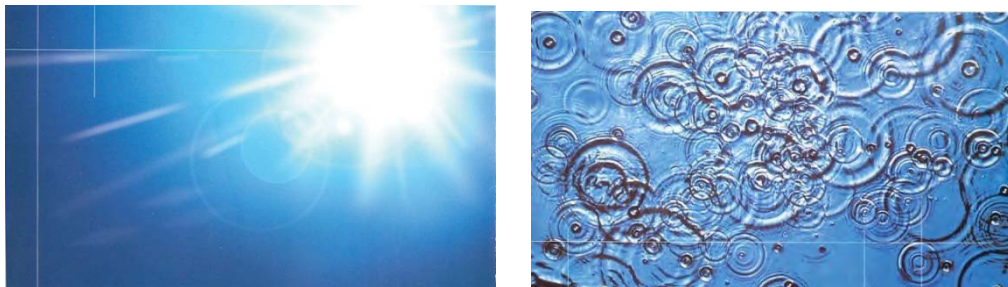


Figura B.459 – VIDRIO AUTOLIMPIABLE – Fuente: Catálogo KERALON HYDROTECT – AGROB BUCHTAL

Los materiales autolavables para fachada van a ser cada vez más variados y utilizados y, económicamente más accesibles para la construcción de viviendas. Se ahorran costos de mantenimiento, se mantiene la edificación sin pátina y se contribuye al desarrollo sustentable.

4.- RECUBRIMIENTOS MONOCAPA Y RECUBRIMIENTOS COLOCADOS EN GRANDES FORMATOS

Para incrementar la productividad de los recubrimientos existen los aplanados monocapa con material predosificado que generalmente se aplican con máquina y que incluyen color y acabado integral en una sola acción sin necesidad de efectuar los acostumbrados trabajos previos de repello y afine de acabado. También existen máquinas con alta productividad y amplia versatilidad de uso para la ejecución de aplanados de yeso, aplicación de pastas, colocación de autonivelantes, pintado de superficies, etc. (Ver figura B.460).



Figura B.460a - LANZADORA DE MORTERO MONOCAPA con color integral
Fuente: Catálogo LANZADORA LANCY



Figura B.460b - LANZADORA DE MORTERO para interiores y exteriores de uso versátil - Fuente: Catálogo de Productos, Empresa PFT PUTZ UND FORDERTECHNIK



Figura B.460c - LANZADORA DE APLANADOS DE YESO sin desperdicio de material
Fuente: Catálogo de Productos, Empresa WAGNER



Figura 4.460d - APLICADORA DE PASTAS con diferentes posibles texturas
Fuente: Catálogo de Productos, Empresa PFT PUTZ UND FORDERTECHNIK



Figura B.460 - INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y REDUCCIÓN DE DESPERDICIO DE MATERIAL POR MEDIO DEL EMPLEO DE EQUIPOS DE ALTO RENDIMIENTO

Tanto los aplanados monocapa como los tradicionales sobre los que se aplica generalmente una pasta o pintura, requieren ser ejecutados siguiendo reglas sencillas pero necesarias para lograr la uniformidad de acabado, la planeidad y el perfilado, además de la adherencia, la ausencia de fisura y la durabilidad.

Los principales aspectos a cuidar son:

1. Los trabajos de aplanados sólo deben comenzarse sobre mamposterías terminadas después de un tiempo mínimo de un mes.
2. La superficie de soporte debe estar con la rugosidad del block y la junta (sin flotar) limpia, exenta de manchas de suciedad, de salitre, de yeso, de polvos, de productos de desmoldeo, alambres de torsales o cualquier elemento extraño.

Las superficies de soporte de mampostería deben rociarse hasta humedecerlas en profundidad pero “enjudas” (sin agua libre) en la superficie durante la aplicación del aplanado.

3. El aplanado se realizará aplicándolo guiado y regleado.

Comentario:

El método “guiado y regleado”, permite obtener aplanados con tolerancias más finas.

4. Los aplanados exteriores deben rematarse por arriba de la zona del nivel de piso exterior (suelo) como mínimo 15cm sin, bajo ninguna circunstancia, quedar por debajo del corte de capilaridad (dado por la impermeabilización del desplante del muro) en el caso de muros nuevos.

Para vanos, será necesario colocar (ahogado en el aplanado) un refuerzo con bandas o tiras de malla plástica de 20 cm de ancho sobre al menos 60 cm de longitud colocadas oblicuamente a 45° (ver figura B.461a).

En la unión entre bordes de losas con los muros de block deberá colocarse una malla plástica de refuerzo cubriendo 15 cm. La penúltima hilada de enrase del muro del nivel inferior y la primera hilada de desplante de su nivel superior (ver figura B.461b).

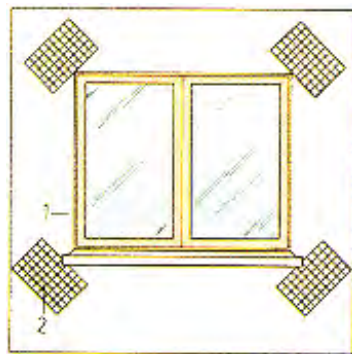


Figura B.461a - REFUERZO DE MALLA PLÁSTICA EN VANOS

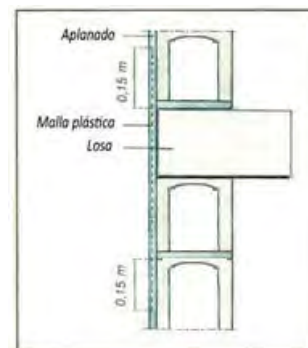


Figura B.461b - REFUERZO DE MALLA PLÁSTICA EN INTERFAZ DE MAMPOSTERÍAS CON BORDES DE LOSAS

Figura B.461 - REFUERZOS DE MALLA PLÁSTICA PARA ABSORBER LA FISURACIÓN POTENCIAL EN ZONAS SENSIBLES

Fuente: L'étanchéité des façades, tome 1 ; p. 55 et tome 2 ; p. 70 - Louis LOGEAIS - Qualité Construction, 1989.

5. Las pastas tienen espesores que fluctúan de los 3 mm a los 5 mm dependiendo de su textura de acabado.

Además de las pinturas vinílicas, lacas, esmaltes y barnices tradicionales aplicables en la construcción donde se aplican formulaciones cada vez menos tóxicas y menos contaminantes para el medio ambiente, han venido utilizándose cada vez más los hidrofugantes, los oleofugantes, los repelentes de suciedad y los antigrafitis además de las lasuras o barnices microporosos para madera en exteriores de acción protectora.

Como *recubrimientos pétreos*, en general se acostumbran los recubrimientos adheridos (incluyendo los de arcilla cocida).

En estos casos, como complemento de fijación a la adherencia lograda por el mortero de pega, se especifica el empleo de ganchos de alambre galvanizado o inoxidable como lo muestra la siguiente figura **B.462**.

<p>Alambres de anclaje en chapeos cal. 12 (2.69 mm de Ø) galvanizado con bucle y anclas de 40 cm de longitud mínima, doblados en ángulo recto y ahogados en la junta vertical de mortero 5 cm.</p> <p>Alambre de anclaje cal. 12 (2.69 mm Ø) doblado como se muestra en el dibujo de detalle, doblado en ángulos rectos y ahogado en el mortero de junta horizontal 15 cm.</p> <p>Concreto</p> <p>Chapeo de piedra</p> <p>Máximo 25 cm</p> <p>Mínimo 2.5 cm</p> <p>Bucles de anclaje a una distancia máxima de 30 cm en ambas direcciones</p>	<p>Alambres de anclaje galvanizados en chapeos cal. 12 (Ø = 2.69 mm) en junta de muro con bucle salido y barbas ahogadas en el mortero de junta al menos 40 cm, espaciados, doblados 5 cm en ángulo recto y ahogados en el mortero de junta del chapeo.</p> <p>Alambres de anclaje cal. 12 (2.69 mm Ø) con bucle de al menos 13 mm, anclados al muro de soporte con una longitud mínima de 15 cm cada barba en ambas direcciones.</p> <p>Mínimo 13 mm</p> <p>Muro de soporte de concreto</p> <p>25 mm máximo de mortero de asiento del chapeo</p> <p>Espesor máximo de chapeo 25 cm</p> <p>Cimentación</p>
<p>Figura B.462a – CHAPEO, EN PERSPECTIVA Fuente: <i>Masonry Veneer, James E. AMRHEIM S.E., Edit. Masonry Institute of America (MIA) 1994</i></p>	<p>Figura B.462b – CHAPEO, VISTA EN CORTE Fuente: <i>Masonry Veneer, James E. AMRHEIM S.E., Edit. Masonry Institute of America (MIA) 1994</i></p>
<p>25.5 cm máximo</p> <p>1.25 cm</p> <p>Bucle de alambre galvanizado, cal. 9, ahogado en muro de soporte</p> <p>Alternativa de ancla tipo cola de pato</p> <p>Machimbre tipo cola de pato</p> <p>PLANTA</p> <p>ALZADO</p>	<p>25.5 cm máximo</p> <p>Bucle de alambre galvanizado, cal. 9, ahogado en muro de soporte</p> <p>PLANTA</p> <p>ALZADO</p>
<p>Figura B.462c.- CHAPEO DE PIEDRA IRREGULAR SOBRE MURO DE SOPORTE DE CONCRETO Fuente: <i>Masonry Design and detailing for Architects, Engineers and Contractors; Christine BEALL, edit. Mc Graw Hill, 1997</i></p>	<p>Figura B.462d.- CHAPEO DE PIEDRA IRREGULAR SOBRE MURO DE SOPORTE DE MAMPOSTERÍA Fuente: <i>Masonry Design and detailing for Architects, Engineers and Contractors; Christine BEALL, edit. Mc Graw Hill, 1997</i></p>
<p>Concreto</p> <p>5 cm máximo</p> <p>Chapeo de losetas de piedra</p> <p>Alambre de anclaje cal. 9</p> <p>Ancla metálica</p> <p>Anclas a cada 30 cm ó 40 cm a ejes</p> <p>Ancla tipo cola de pato</p>	<p>Mortero de anclaje</p> <p>Renura en zona de uniones de losetas de piedra</p> <p>Alambre de anclaje doblado</p> <p>Perforaciones taladradas para permitir alojar alambres o herrajes de anclaje</p> <p>Lisa adherida</p> <p>Pasadores inclinados para soporte vertical</p> <p>Chapeo de mármol</p> <p>Cargador de ángulo metálico atornillado</p> <p>5 cm máximo</p>
<p>Figura B.462e.- CHAPEO TÍPICO DE LOSETAS DE PIEDRA Fuente: <i>Masonry Design and detailing for Architects, Engineers and Contractors; Christine BEALL, edit. Mc Graw Hill, 1997</i></p>	<p>Figura B.462f.- FIJACIÓN DE CHAPEOS DE MÁRMOL Fuente: <i>Masonry Design and detailing for Architects, Engineers and Contractors; Christine BEALL, edit. Mc Graw Hill, 1997</i></p>
<p>Figura B.462 - CHAPEO DE PIEDRA SOBRE MUROS DE CONCRETO Y DE MAMPOSTERÍA FIJADOS POR ADHERENCIA Y ANCLAJE CON ALAMBRE PARA EVITAR DESPRENDIMIENTOS.</p>	

La colocación de azulejos, mosaicos venecianos y los chapeos de piedra es menos productiva entre menor sea la dimensión de las piezas; para evitar este inconveniente existe la posibilidad, ofrecida por varios fabricantes de estos productos, de adherir piezas pequeñas a papel por su cara vista y piezas más grandes a paneles de fibrocemento, tablaroca o poliestireno así como a mallas plásticas con pegamentos de alta adherencia en la cara de contacto, para formar paneles o formatos de gran dimensión que permitan agilizar su proceso de colocación en obra. La siguiente figura **B.463** nos muestra algunos ejemplos de esta alternativa.

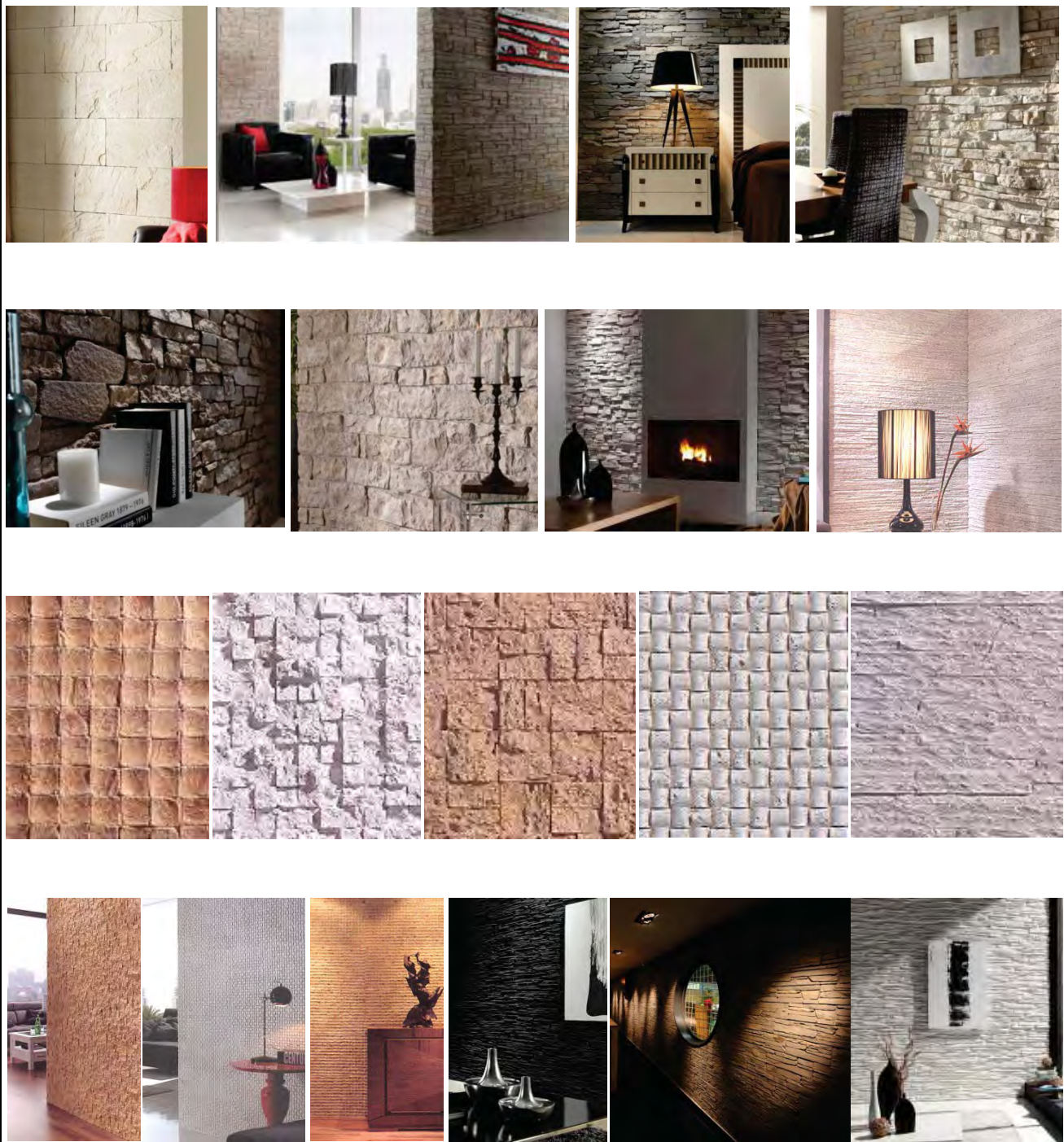


Figura B.463 – CHAPEOS DE PIEDRA PRE-ENSAMBLADA en paneles de mayor dimensión.
Fuente: Catálogo de productos PANEL-PIEDRA de Industrias JIMAN, España

5.- FACHADAS VENTILADAS

En algunos casos, principalmente en viviendas residenciales, se chapean los muros de fachada con piedra, losetas o paneles compuestos tratados para exteriores de dimensiones y aparejos diferentes.

Algunos de estos recubrimientos se colocan por medio de fijaciones mecánicas con la interposición de un bastidor, el cual debe estar constituido por materiales resistentes a la corrosión (ver figura B.464) a este tipo de soluciones de le denomina “fachadas ventiladas”.



Figura B.464 – SISTEMA DE FIJACIÓN DE UNA FACHADA

Fuente: Catálogo Técnico, Empresa FCV (Fachadas y Cubiertas Ventiladas)

Estos recubrimientos requieren ser ventilados en la interface de su cara oculta y el muro de estructura de la edificación y, por ello, son conocidos como “fachadas ventiladas”.

Las fachadas ventiladas son soluciones constructivas de aplicación de revestimientos sobre los muros exteriores de los edificios que crean una barrera protectora con una cámara de aire de ventilación natural entre el muro y las piezas de recubrimiento.

Sus *ventajas técnicas y funcionales* son: Se efectúa una obra en seco (por montaje), alta durabilidad con escaso mantenimiento, fácil sustitución de sus piezas, escaso impacto ambiental, resistencia a la corrosión, resistencia a los agentes atmosféricos, protección e impermeabilización de la fachada de la edificación, aislamiento térmico y mitigación acústica sin condensaciones ni humedades.

Sus *ventajas económicas* consecuentes son: ahorro energético de hasta el 30% con mejora de confort termo-acústico y uso de materiales reciclables.

Estéticamente se dispone de una amplia gama de revestimientos y materiales adaptables y congruentes con cualquier diseño por personalizado que sea; pueden además ocultarse bajadas de aguas negras o pluviales, tuberías, imperfecciones y desnivelaciones.

Las siguientes figuras muestran los diferentes materiales que pueden utilizarse así como su forma de colocación y fijación.

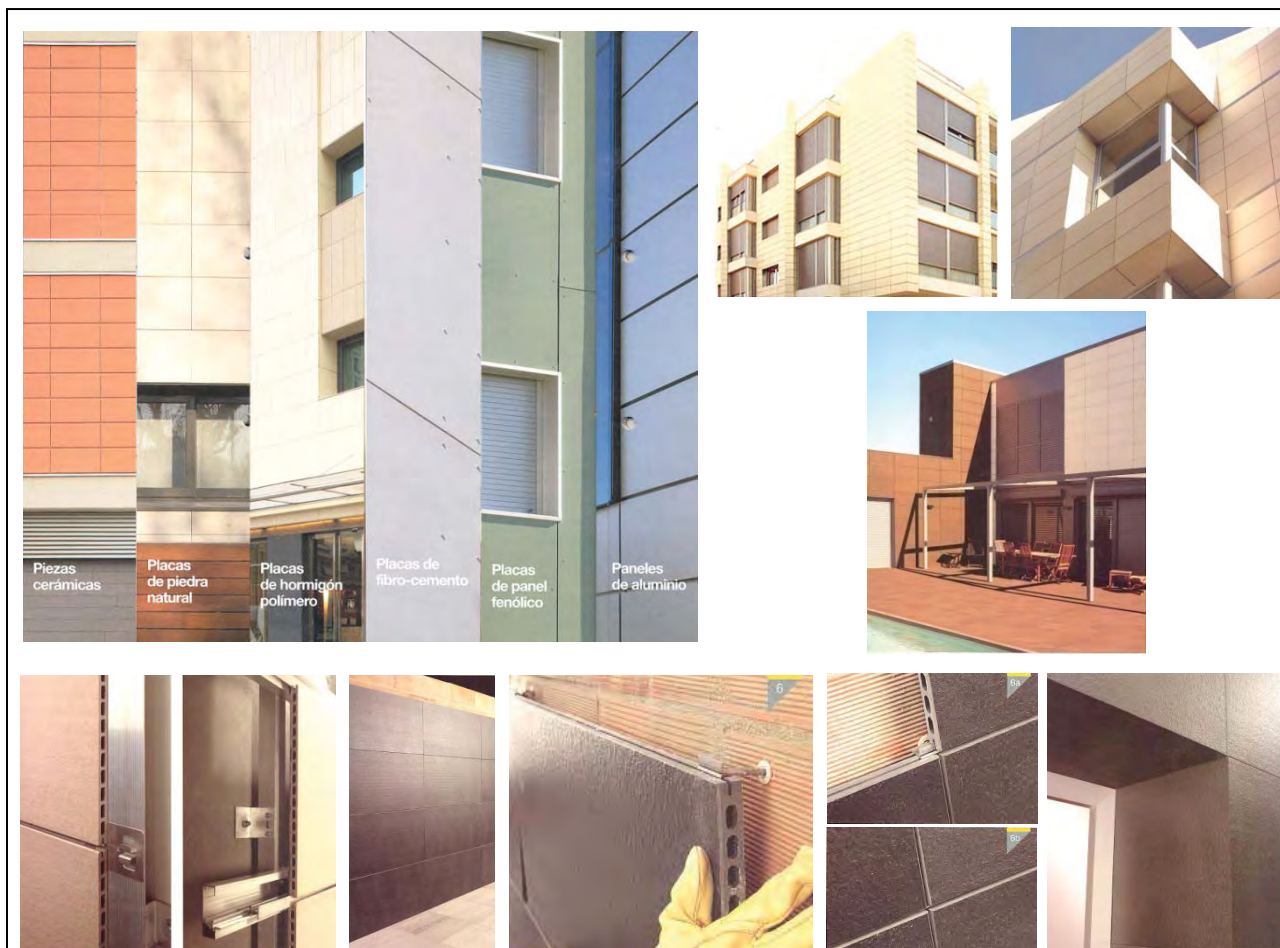


Figura B.465 - FACHADAS VENTILADAS

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa FCV (Fachadas y Cubiertas Ventiladas)



Figura B.466 - PROYECTO DE 10 RESIDENCIAS EN CONDOMINIO EN CALLE ENCANTO No 50, Col. Florida, México, D.F.

Caso de aplicaciones diversas donde se utilizaron fachadas ventiladas de madera baquelizada (con mantenimiento mínimo), chapeo de piedra Galarza adherida e hidrofugada, teja de concreto tipo pizarra y ventanas de PVC acabado imitación madera con doble vidrio.

El tipo de fachada ventilada más tradicionalmente utilizado en otros países, y muy principalmente en los E.E.U.U. es el siding o listones de madera o de otro material sobrepuestos y traslapados.



Figura B.467a – SIDING DE MADERA TRATADA – Fuente: *Catálogo de Productos, Empresa SILVERWOOD*

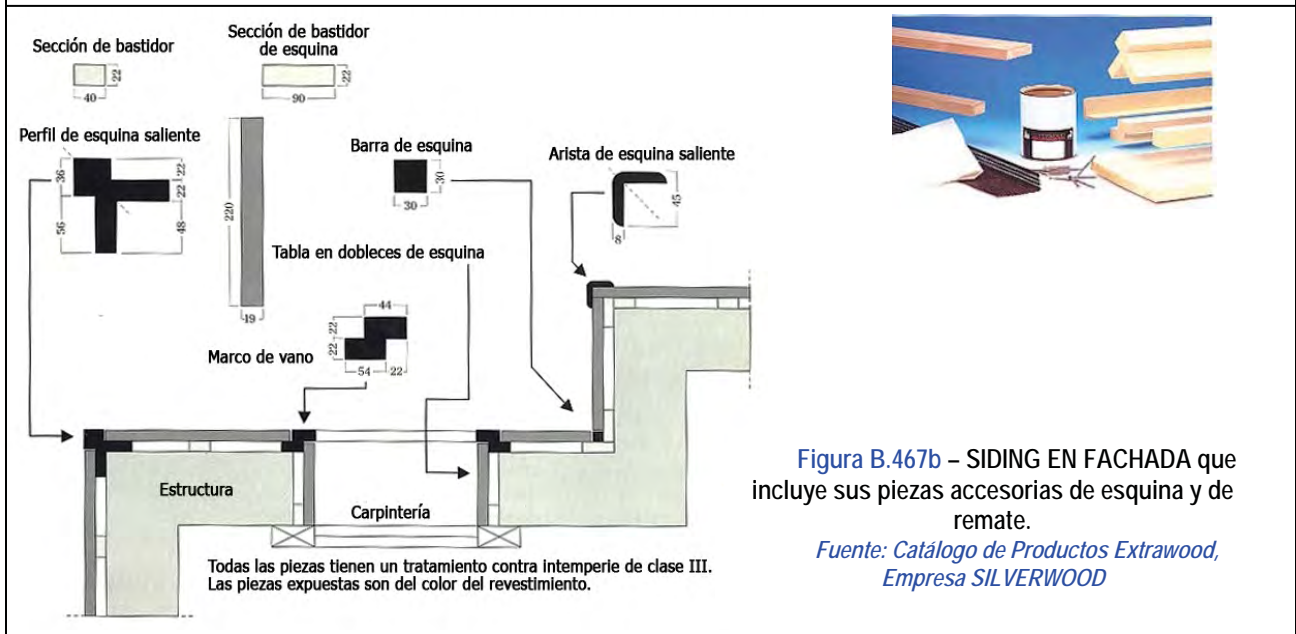
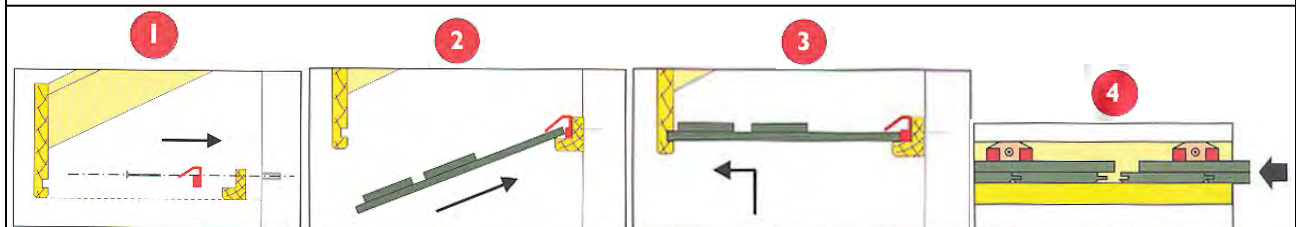


Figura B.467b – SIDING EN FACHADA que incluye sus piezas accesorias de esquina y de remate.

Fuente: *Catálogo de Productos Extrawood, Empresa SILVERWOOD*



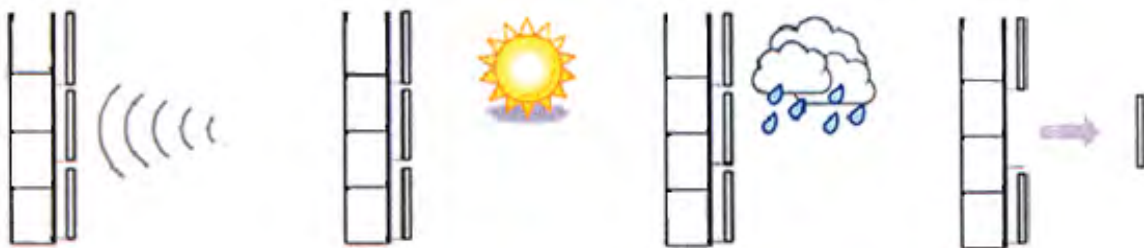
- 1 Atornillar los clips de fijación sobre la esquina del muro de soporte.
Longitud de esquina: 2.54 m
Perforación previa para clips: Ø 6 mm y Ø 10 mm
Separación máxima de los clips a cada 600 mm.
- 2 Fijar el panel a los clips iniciando por el borde más alejado del cargador, como lo muestra el diagrama.
Armar los clips presionando el panel al máximo.
- 3 Levantar el panel manteniéndolo presionado con los clips hasta trabarlo en la ranura del borde.
- 4 Ensamblar deslizando el panel hasta embonarlo con el anterior.

Figura B.467c – PLAFÓN EN ALERO

Figura B.467 – FACHADA VENTILADA CON DUELAS DE MADERA TRATADA O CON MATERIAL SINTÉTICO (plástico o fibrocemento) - Fuente: *Catálogo de Productos Colibri, Empresa SILVERWOOD*

Ventajas funcionales de las fachadas ventiladas

- Excelente *aislamiento térmico*, se mantiene muy estable la temperatura en el interior,
- Como *aislante acústico*, la combinación entre el revestimiento y la cámara de ventilación, produce una reducción de la contaminación acústica de hasta un 20%,
- Menores *costos de aire acondicionado o calefacción*.
- Facilidades de *colocación* en obra, *mantenimiento* y *sustitución* de elementos,
- *Protección* de la estructura interna contra la acción directa de los *agentes atmosféricos*,
- *Calidad estética*, planimetría total del material instalado en la fachada, ofreciendo un aspecto inmejorable. Gran variedad de materiales a elegir,
- Opción idónea para *rehabilitaciones*



Aislante acústico

Aislante térmico

Impermeabilidad

Fácil sustitución

Figura B.468 - VENTAJAS FUNCIONALES DE LAS FACHADAS VENTILADAS

Fuente: Catálogo de productos, empresa FRONTEK

Para lograr una ventilación efectiva de la fachada, se debe de garantizar la disposición de tomas de aire en la parte superior (bajo el repisón, remate o flashing de enrase) y en la parte inferior (con ventilas o rejillas) así como el libre flujo del aire (sin obstáculos) por toda el área que conforma la cámara de interfaz.

Los últimos desarrollos tecnológicos relativos a las fachadas ligeras en general (fachadas ventiladas y fachadas de vidrio) están proponiendo soluciones para bajo consumo de energía incluyendo dispositivos de edificación inteligente.

Dentro de estas aportaciones se están desarrollando fachadas de doble piel para optimizar el desempeño de envoltente para el logro de energías pasivas, la captación de energía solar y su aprovechamiento a través de las fachadas, las fachadas inteligentes modulares y fachadas denominadas comunicantes que integran cableados de corriente débil.

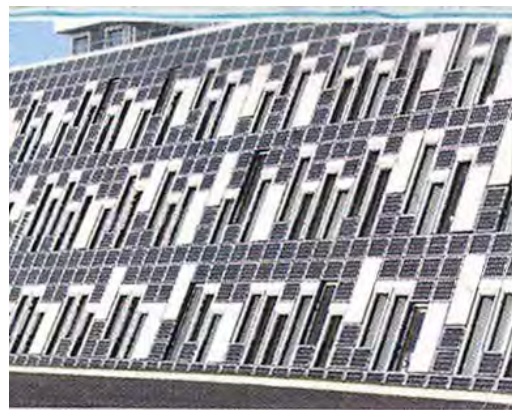


Figura B.469 – NUEVAS TÉCNICAS PARA FACHADAS LIGERAS (fachadas cortina y fachadas de vidrio) de alto desempeño e inteligentes aplicables a proyectos nuevos y de renovación

Fuente: Conferencias Grupo Moniteur y SNFA, 20 de marzo 2012 París, Francia

B-7 REDES, INSTALACIONES Y ACABADOS EXTERIORES

Las áreas exteriores de urbanización e infraestructura que dan acceso y servicios a las viviendas están generalmente concebidas con los mismos criterios tradicionales aplicados a las vialidades públicas; por ello, los arroyos vehiculares de asfalto negro, las guarniciones y banquetas de concreto colado in situ, los andadores peatonales de concreto y las áreas jardinadas sin un *uso y aprovechamiento “pensado”* lucen con las mismas deficiencias de degradación (baches en el asfalto, cuarteaduras en guarniciones y banquetas y levantamiento de banquetas y andadores provocado por las raíces de árboles aleatoriamente sembrados) y con fallas de *funcionalidad* (de difícil circulación y con encharcamientos).

Las soluciones tradicionalmente utilizadas de pavimentos van impermeabilizando los suelos e impidiendo la libre infiltración del agua de lluvia para recargar los mantos acuíferos; por otro lado, se está extrayendo de dichos mantos agua para consumo humano y ello está dando como resultado hundimientos importantes del subsuelo con efectos muy perjudiciales para las cimentaciones de las edificaciones y para las instalaciones y obras enterradas (cisternas, sótanos, etc.) así como para las superficies pavimentadas al presentar desniveles, grietas y derrumbes, principalmente en zonas de transición de suelos diferentes.

Por lo que respecta a las redes de energía eléctrica, agua, drenaje y T.V., internet y teléfonos así como, eventualmente, de gas natural enterradas, cada una de ellas tiene sus trayectorias, registros y alimentaciones sin tomar en cuenta a las demás, por otra parte, la durabilidad de las redes queda afectada en muchos casos por las eventuales modificaciones provocadas por nuevas instalaciones cercanas.

Las tuberías de drenaje son hechas de concreto permeable y/o sus juntas presentan fugas constantes que van contaminando el subsuelo (o van abatiendo el nivel freático que se infiltra en las redes en los casos que exista, provocándose con ello una desecación no deseada) dándose consecuentemente hundimientos regionales, asentamientos y hasta, en algunos casos, colapsos repentinos con serios efectos de pérdida de vidas y de bienes.

Los registros, pozos de visita y cajas de válvulas tienen dimensiones y geometrías de brocales y tapas diferentes. Su criterio de ubicación y de distanciamiento no considera la coordinación dimensional que conviene tener para su ejecución y aspecto visual relacionado con el pavimento quedando a veces una tapa sobre dos acabados de superficie exterior (andador-jardín o andador-vialidad, etc.).

Por otra parte, los métodos constructivos y los materiales utilizados en la ejecución de los registros, los pozos de visita y las cajas de válvula no han evolucionado desde hace bastantes años, dándose como resultado tiempos de ejecución y costos altos y productos deficientes que, en la inmensa mayoría de los casos, no cumplen con la estanqueidad, la durabilidad y la resistencia mecánica y química a la que están sometidos durante su vida útil.

Por descoordinación de trabajos en obra o por re-encarpetamientos de asfalto, al no estar previsto en el diseño los brocales de registros y pozos, el ajuste de su nivel no se puede efectuar dando como resultado que cada tapa se convierta en una hondonada brusca de difícil arreglo.

En varios casos, las redes telefónicas, de T.V. y de energía eléctrica son aéreas instaladas sobre postes de concreto, de madera tratada (con CCA – **C**obre, **C**romo y **A**rsénico o con creosota) o de acero; los postes a veces se aprovechan para el alumbrado exterior pero generalmente se utilizan otros postes para dicho fin.

Los postes de luz, los postes de teléfonos, los postes eléctricos y los árboles y arbustos interfieren en algunos casos la libre circulación peatonal en las banquetas.

Civilizar es pavimentar y acondicionar el espacio urbano, por ello, la calidad de diseño y construcción de las vialidades de un proyecto y de una ciudad denota su nivel de desarrollo y de cultura.

Existe una amplia gama de oportunidades de mejora y de aportaciones para beneficios medioambientales con implementaciones técnicas probadas de fácil adopción a costos competitivos que se describen seguidamente siguiendo el mismo orden dado en este enunciado, para convertir a espacios exteriores deshumanizados en áreas circulables y de reunión estéticas y agradables.

1.- TUBERÍA ENTERRADA

Lo primero a buscar en los sistemas de tuberías de conducción de drenaje sanitario, de drenaje pluvial y de conducción de agua, es la estanqueidad la cual debe darse eliminando componentes;

- 1.- de material permeable (como la tubería de albañal de concreto simple o armado centrifugado o vibro comprimido fabricados sin respetar normas de estanqueidad),
- 2.- de material frágil y quebradizo muy sensible ante cualquier fuerza de tracción o punzonamiento,
- 3.- adicionalmente, se han constatado en varios casos las siguientes deficiencias: inexistencia de plantilla y acostillado adecuado y sin el colchón mínimo requerido para absorber cargas peatonales y vehiculares o sin el encofrado de protección para librar a la tubería de tales cargas en caso de no poderse respetar el colchón mínimo.

Las Normas Técnicas Complementarias al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal en su artículo **6.2.2**, definen las dimensiones y partes constitutivas de las **zanjas** que alojan tuberías así como las características de los atraques de concreto para piezas especiales de redes de agua potable (Art. **2.51** figura **2.9**). Para los casos comunes de buenos terrenos sin riesgos de hundimientos por variaciones de carga o de contenido de agua y sin aristas rocosas susceptibles de dañar los tubos.

Hay, sin embargo, terrenos inestables que exigen un estudio previo del suelo para definir las condicionantes y los esfuerzos geotécnicos que podrían influir en la durabilidad de la obra, en su funcionamiento y en su ejecución.

El estudio geotécnico enfocado a la definición de apoyo, acostillado y protección de sistemas de redes de tuberías enterradas debe ser progresivo, comenzándose con análisis de ubicación geológica y detallándose posteriormente con sondeos puntuales.

Los problemas de orden geotécnico pueden implicar fuertes sobrecostos de reparación de tuberías o incluso su total inutilización.

- 4.- juntas mal selladas (por el inadecuado material utilizado o por una mala ejecución) y de frágil rigidez que no admiten un posible movimiento articulado ante la presencia de asentamientos diferenciales del suelo.

A nivel mundial está prohibido ya el junteo entre tubería y el junteo de la tubería con registros y pozos de visita por medio de mortero a base de cemento-arena debido a la rigidez y a la falta de estanqueidad que se obtiene con esta solución.

Las fallas más comunes en las obras de vialidades y redes diversas son:

- Mala calidad de material de relleno,
- Deficiencias de compactación
- Desconocimiento de la ubicación de redes existentes

El incremento y la complejidad actuales de las vialidades y redes diversas han multiplicado los riesgos de fallas y desórdenes tanto en obras nuevas como antiguas.

La mayoría de fallas son causadas por agresiones exteriores de orden mecánico principalmente; por ello, la cama de arena y el relleno no deben contribuir a una erosión mecánica de las redes.

- La cama de arena cuya función es la de suprimir las irregularidades del terreno natural en el fondo de la zanja y de repartir uniformemente la carga futura, está constituida por arena que contenga menos del 5% de partículas inferiores a 0.1mm ni ningún elemento de diámetro superior a 30 mm.
- Para los rellenos hay que cuidar su índice de plasticidad (contenido de arcilla y sensibilidad al agua).

Buscar una economía mal entendida, utilizando la misma tierra extraída y sin cama de arena, son la fuente de deformaciones potenciales.

La agresión química no debe soslayarse. En ningún caso los suelos utilizados deben tener un contenido de sulfatos superior al 0.5%. La asociación de sulfatos, cemento y agua provoca la formación de sales expansivas de etringita (llegándose hasta a 400% de poder de expansión) pudiéndose desarrollar presiones de varias decenas de toneladas que provocan la aparición de fisuras y de sobre-elevaciones en la superficie con el riesgo de roturas en las redes subterráneas.

El relleno y el acostillado deben cuidarse de manera muy particular. No basta con utilizar un buen material de relleno en las zanjas para la plantilla, el acostillado de la red o para el soporte del pavimento, la buena compactación es primordial para asegurar una buena resistencia a las deformaciones potenciales. La compactación no puede efectuarse en seco sino con su porcentaje de humedad óptimo para poder soportar incluso el peso de la máquina utilizada para dicha compactación.

La experiencia nos indica que se puede especificar:

- 95% de densidad Proctor Normal en los rellenos de vialidades y del 100% en su base.
- Una compactación con apisonadora o con placa vibratoria eficiente en zanjas en capas de poca profundidad en capas de 20 cm.

Es de capital importancia conocer las redes existentes antes de iniciar la inclusión de nuevas redes en el subsuelo.

Más que las fallas estructurales debidas a movimientos de tierra, la durabilidad de una obra de redes en exteriores queda condicionada por las modificaciones eventuales que afecten a las redes vecinas (ramaleos complementarios, aumento de capacidad, construcción de otra red nueva, etc.); por ello, cada red debe posicionarse respetando los derechos de vía y las distancias y profundidades prescritas por convención.

El desconocimiento de las redes pre-existentes es la fuente frecuente de daños.

Las soluciones empleadas para evitar las fallas más recurrentes en las redes de drenaje exteriores se van relacionando a continuación.

- Todas las tuberías deben fabricarse con materiales impermeables como fibrocemento, concreto, plástico, acero o combinaciones de estos materiales que garanticen sus prestaciones a través de su vida útil prevista.

* Hay tubos rígidos, semi-flexibles y semi-rígidos.

La tubería de concreto y de fibrocemento es considerada "rígida".

La tubería de PVC y PRV es semi-flexible,

La tubería de hierro dúctil es considerada como semi-rígida.

La flexión de una tubería semi-flexible puede crear, en el sentido longitudinal, puntos bajos que ocasionen una reducción de velocidad de escurrimiento y desalojo del fluido, un estancamiento de agua y el depósito de materias sólidas. Para evitar estos problemas potenciales, hay que tomar en cuenta la rigidez relativa del tubo y del suelo circundante.

El suelo rígido impide que una tubería semi-flexible se flexione. En suelo deformable conviene considerar no sólo la resistencia y deformación del tubo sino la combinación de tubo-cama de arena-relleno lateral que garantice una rigidez y una resistencia suficientes.

En los cálculos hay que verificar que la tubería resista esfuerzos aplicados tanto en la ejecución de los trabajos como en el tiempo de su funcionamiento así como las presiones hidrostáticas en caso de existir nivel freático.

- Las uniones entre tubos y entre tubo y registros o pozos de visita deben ser herméticas y deben permitir la deformación angular sin perder la hermeticidad, de lo contrario, la contaminación viral y de bacterias en personas se puede dar.

Las juntas de hule sintético de estanqueidad permiten giros de hasta 15° para absorber los hundimientos diferenciales que siempre se dan.

Como protección adicional, se recomienda colocar tubos cortos para tener mayor cantidad de juntas que permitan absorber con mayor seguridad de estanqueidad los hundimientos diferenciales que se dan con mayor importancia entre la tubería y los registros o pozos de visita en el caso de suelo compresibles.

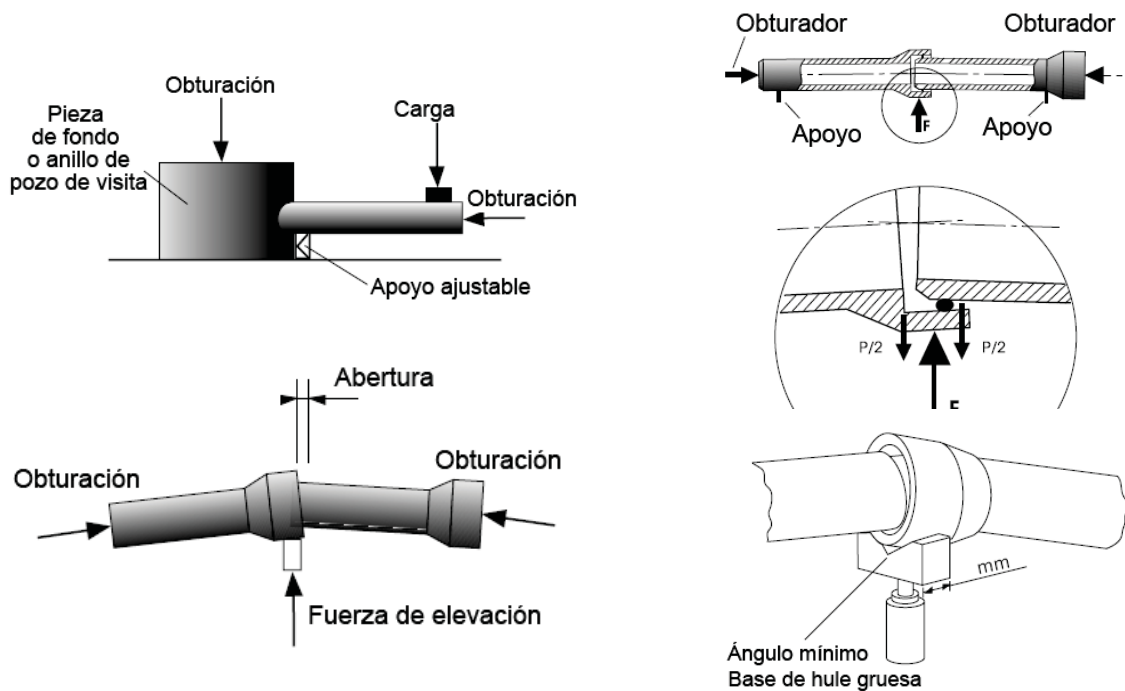


Figura B.470 – ESQUEMAS DE PRUEBAS DE DEFORMACIÓN ANGULAR Y HERMETICIDAD DE REDES EN SUS JUNTAS

Ref. Memento Qualité – CERIB, ficha 129, p. 319, 321 y 322

- Debe verificarse la estanqueidad de las redes sin fallas y llevarse a cabo el mantenimiento requerido por los usuarios. Evitar las descargas de aguas pluviales parásitas a las redes de aguas negras, para no desestabilizar a las plantas de tratamiento,
- Las fallas sufridas por una canalización son generalmente debidas por no haberse tomado en cuenta el comportamiento del suelo alrededor del conjunto canalización-trinchera-cama de colocación-relleno.
- Las redes pueden ser degradadas prematuramente por el ataque químico, los movimientos del suelo, la mala colocación, etc.
- La tubería debe tener resistencias mecánicas y químicas,
- Las juntas de hule pueden servir como compensadores de dilatación,
- La tubería metálica requiere protección catódica.

Las juntas entre elementos sucesivos tubo-tubo o tubo-registro o pozo son el punto débil de las redes de saneamiento de agua potable y de otros fluidos líquidos.



Figura B.471 - ANILLOS DE HULE SINTÉTICO DE UTILIZACIÓN UNIVERSAL PARA TUBERÍAS DE DIFERENTES MATERIALES Y PRESIONES – Fuente: *Revista Le Moniteur de julio 1984 – Innovations, p. 80.*



Figura B.472 - ANILLOS DE HULE PARA TUBERÍA DE AGUA POTABLE SOMETIDA A PRESIÓN Fuente: *Catálogo de productos, empresa SEDEREF*

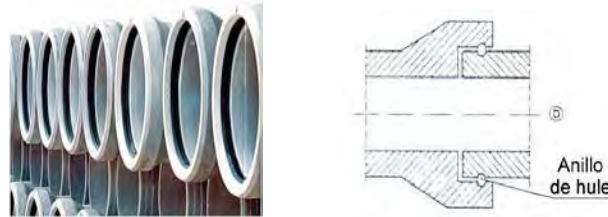


Figura B.473 - ANILLOS DE HULE EN JUNTAS DE TUBERÍA DE CONCRETO DE PEQUEÑO DIÁMETRO Fuente: *Exécution des travaux d'assainissement, FIB, CERIB, CIMBÉTON; portada.*

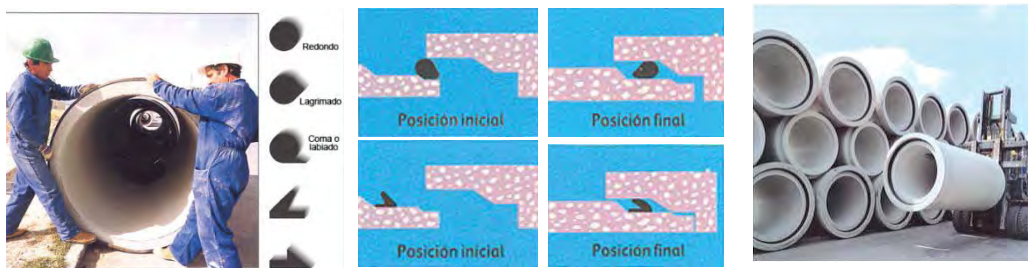


Figura B.474 - ANILLOS DE HULE DE DIFERENTE DISEÑO PARA JUNTAS DE TUBERÍA DE CONCRETO DE GRAN DIÁMETRO – Fuente: *Catálogo de productos, empresa Grupo SAINT GOBAIN*

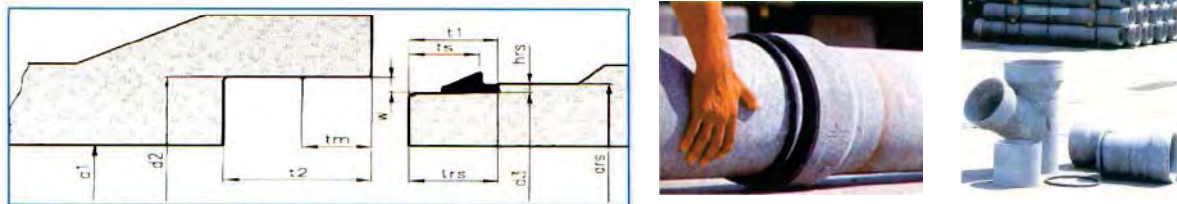
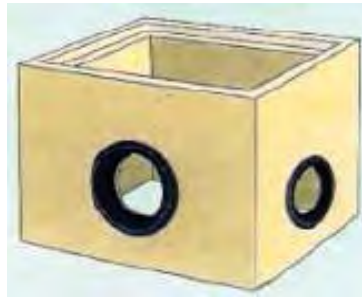


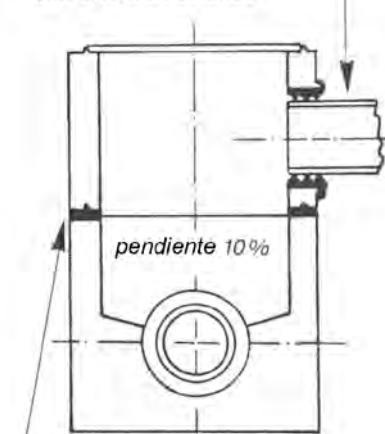
Figura B.475 - ANILLOS DE HULE PARA EL MONTAJE DE TUBERÍAS Y CONEXIONES DE ASBESTO-CEMENTO Fuente: *Catálogo de producto, empresa Caucho INDUSTRIAL VERDÚ, S.L.*



Figura B.476 - EXISTE UNA EXTENSA GAMA DE TIPOS Y DIÁMETROS DE JUNTAS PARA TUBERÍA DE HULE SINTÉTICO - Fuente: *Catálogo de producto, empresa Caucho INDUSTRIAL VERDÚ, S.L.*



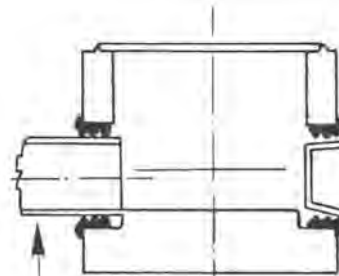
Juntas flexibles para una conexión estanca



Base de fondo plano con banquetas en pendiente

Estanqueidad asegurada con juntas planas de hule o asfalto de 40 x 10 mm.

A este tipo de junta se pueden embonar tubos de: Concreto, Asbesto-Cemento, PVC, FoFo o Barro extruido.

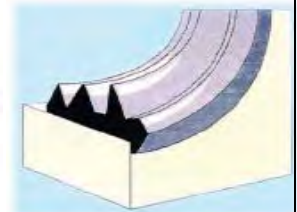
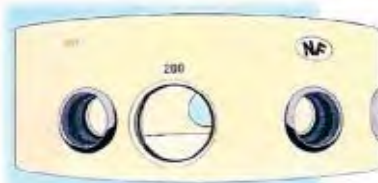


Tapón de plástico a instalar antes de conectarle el tubo.

Tubos de PVC, asbesto cemento, concreto o hierro fundido

Figura B.477a - REGISTROS PRECOLADOS DE CONCRETO

Ref: *Exécution des travaux d'assainissement, FIB, CIMBÉTON, CERIB, p. 23 y catálogo de productos, empresas SABLE y BLARD*



La junta está diseñada para embonar los siguientes materiales: Concreto, acero, hierro fundido y asbesto.

Figura B.477b.- PIEZAS DE FONDO O ANILLOS DE POZOS DE VISITA

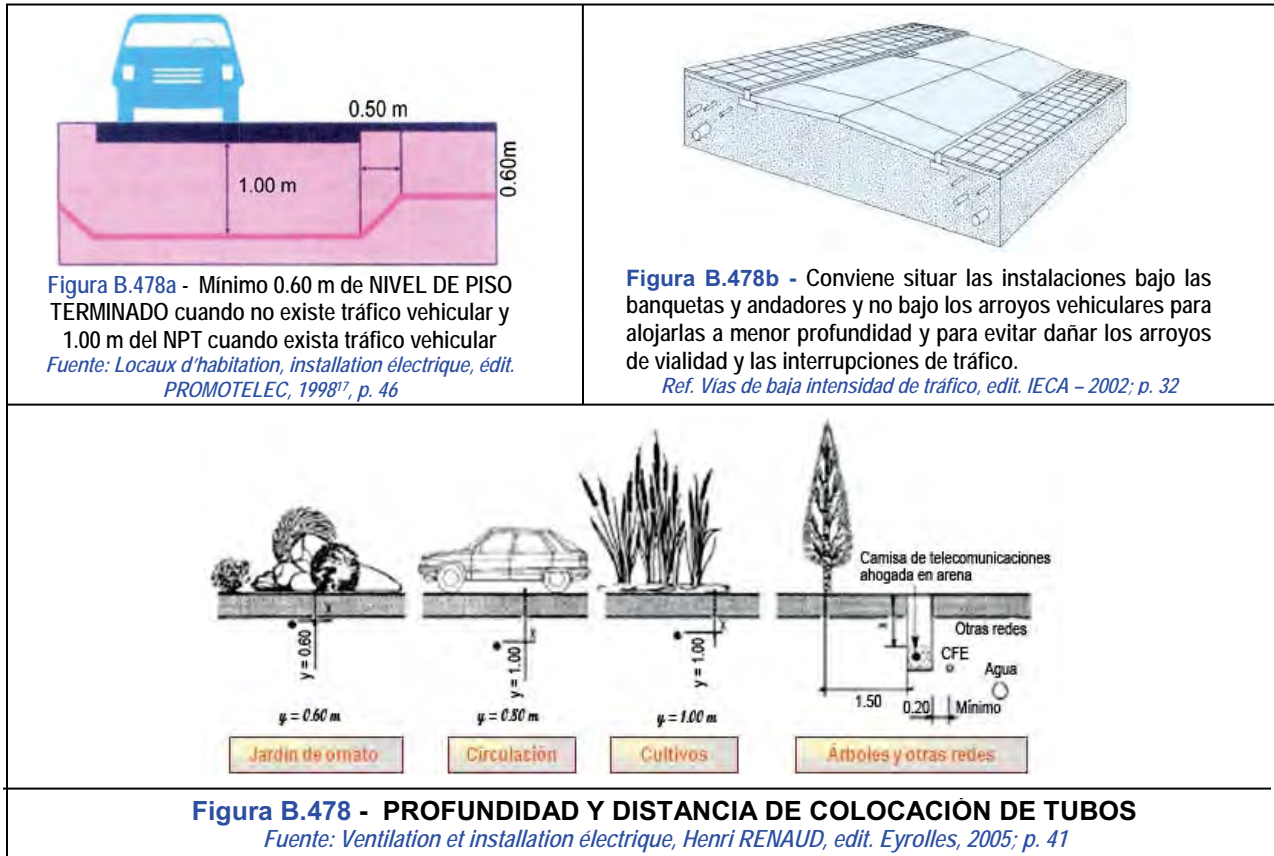
Ref. *Catálogos de productos, empresas BLARD y SABLE*

Figura B.477 - JUNTAS FLEXIBLES SOBREPUESTAS a perforación previa hecha por moldaje o por perforación mecánica, en registros y pozos de visita precolados de concreto.

Una red es un sistema que constituye una perfecta continuidad de la circulación del fluido que conduzca sin protuberancias u hondonadas que impidan su buena circulación.

Toda línea alojada en una zanja en el suelo debe permanecer sin sufrir deformaciones ni contrapendientes de escurrimiento por hundimientos diferenciales durante su vida de servicio.

Las tuberías, en conjunción con el relleno de las zanjas que las alojan, deben soportar las cargas peatonales y vehiculares a las que estén sometidas. Por ello, para la colocación en zanja bajo condiciones normales, se respetarán las siguientes reglas:



Para la *colocación de las redes* los problemas principales propios de su ejecución requieren de una coordinación eficaz que tome en cuenta al menos cuatro parámetros:

1. La posición y trayectoria de las diferentes redes.
2. El entrecruzamiento de las redes y de los ramales que dan servicio a las edificaciones.
3. Las intervenciones posteriores para su mantenimiento, reparación o modificación y/o ampliación de la red existente.
4. La necesidad de utilizar o no una entibación de las zanjas.

Se utilizan zanjas o *trincheras independientes* donde cada red es colocada independientemente con respecto a las otras. Para cada red se excava y se rellena una trinchera después de su colocación. Este trabajo se va haciendo al avance dando como resultado una sucesión de trincheras paralelas que ocasiona una modificación del terreno en el sitio y un tiempo de ejecución relativamente largo (ver figura B.479)

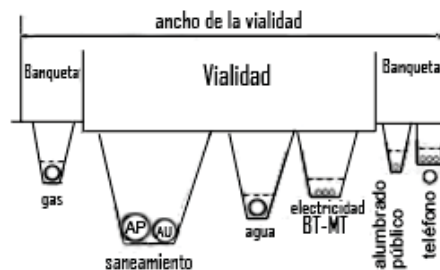
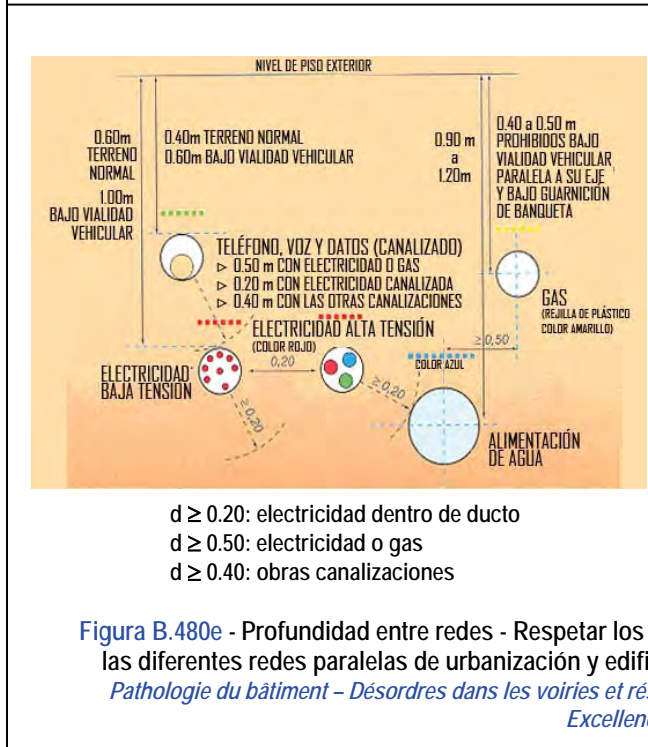
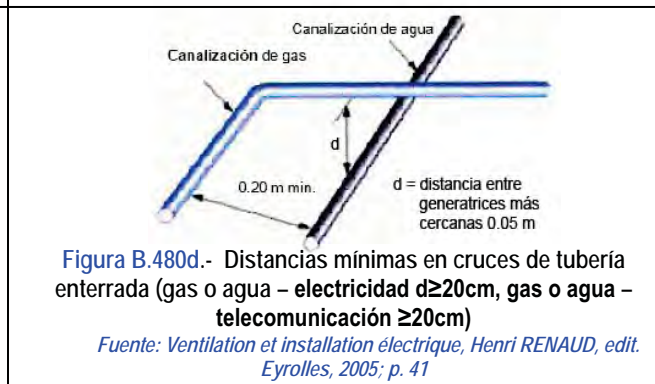
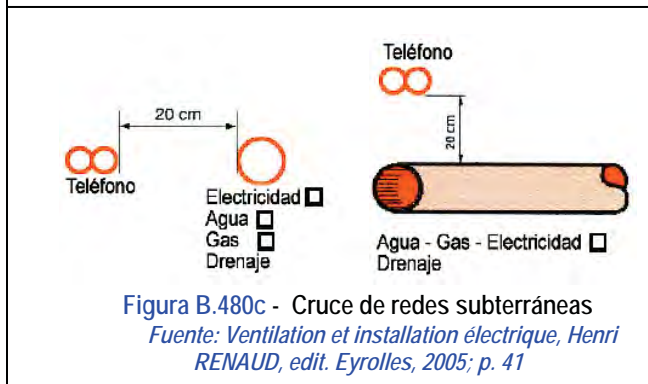
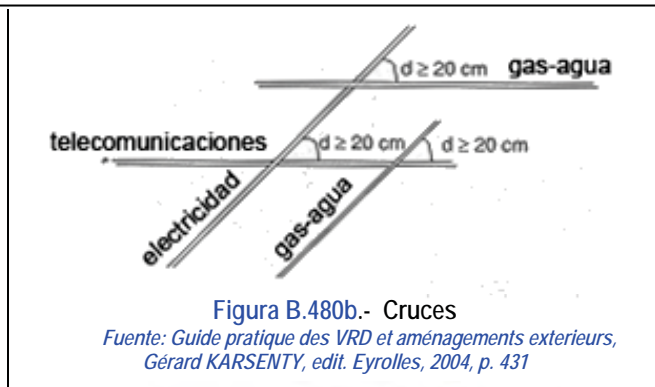
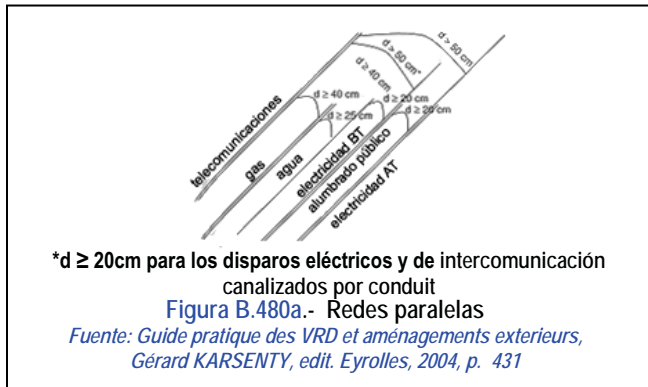


Figura B.479.- REDES EN TRINCHERAS INDEPENDIENTES
 Ref. *Guide Pratique des VRD et Aménagements Extérieurs, Gérard KARSENTY - Edit. Eyrolles, p. 562*

Es importante respetar las distancias mínimas o radios de acción que deben de tener entre sí las tuberías en cruces y disposiciones paralelas (Ver figura B.480)



- En altimetría – de arriba hacia abajo**
- Telefonía, voz y datos
 - Gas y electricidad
 - Alimentación de agua a 1.10 m aproximadamente para evitar los efectos negativos del hielo,
 - Drenaje pluvial
 - Drenaje de aguas usadas.
- En posición transversal – partiendo de las fachadas hacia el eje de la vialidad**
- Canalizaciones de teléfonos, voz y datos
 - Canalizaciones de distribución de energía eléctrica (BT)
 - Canalizaciones de gas
 - Canalizaciones de agua potable
 - Cables eléctricos de media tensión (MT)
 - Canalizaciones sanitarias.
- Señalización con mallas señalizadoras de advertencia**
- Rojo: electricidad •Azul: Agua potable •Amarillo: gas
 - Verde: telecomunicaciones •Marrón: saneamiento.

Figura B.480 - DISTANCIAS Y PROFUNDIDADES MÍNIMAS A RESPETAR EN TUBERÍAS Y CANALIZACIONES ENTERRADAS

Hay que dar a las zanjas las dimensiones mínimas reglamentarias (anchos).

Cuando se coloquen dos tuberías en una misma zanja se debe dejar entre ellas un espacio mínimo de 0.35 m para tubos de $\varnothing < 70$ cm, y de 0.50 m cuando su $\varnothing > 70$ cm.

Su separación debe ser suficiente para permitir la colocación de pozos de visita o registros cuya ubicación de sus brocales y tapas, en algunos casos, debe coincidir con el despiece de los pavimentos.

Se debe permitir el cruce o las conexiones perpendiculares a niveles diferentes.

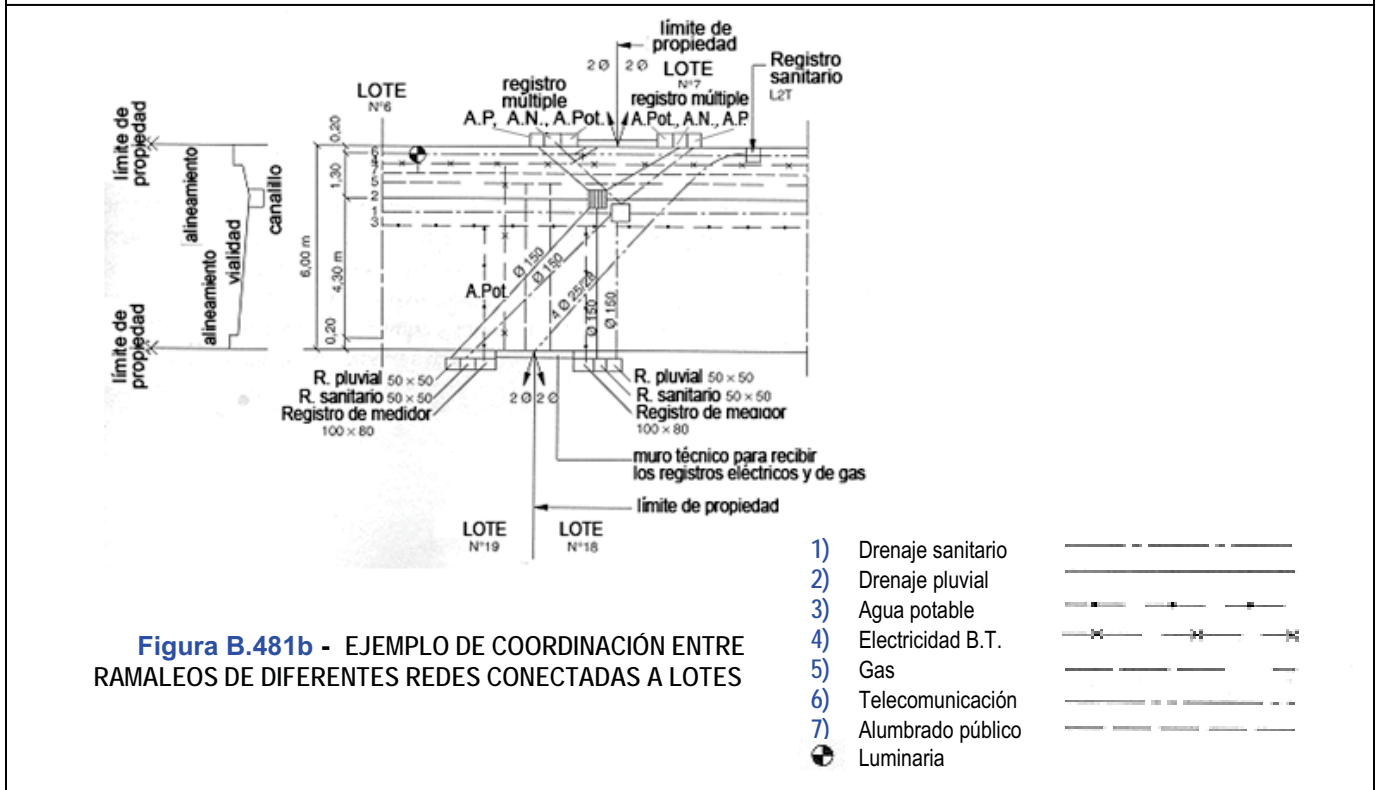
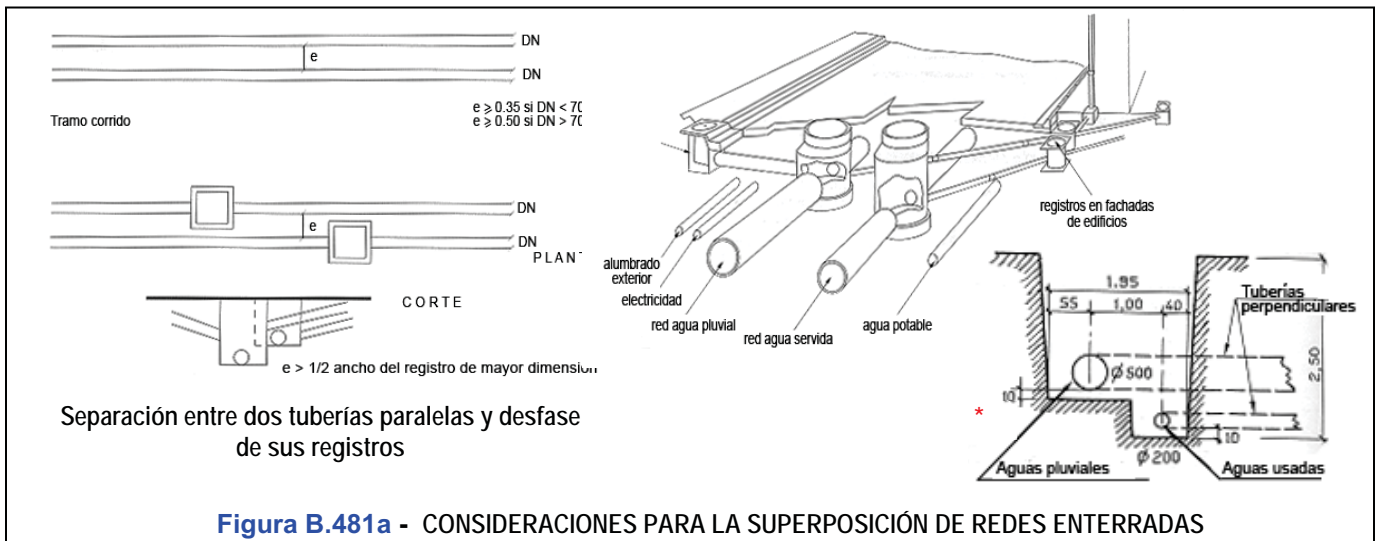


Figura B.481 - EJEMPLOS DE ANÁLISIS DE SUPERPOSICIÓN DE REDES

Fuente: *Guide pratique des VRD et aménagements extérieurs*, Gérard KARSENTY, edit. Eyrolles, 2004, p. 283, 286 y 431 y

(*) *V.R.D. Terrassements espaces verts*, René BAYON, edit. EYROLLES, 1983, p. 100.

Como solución resultante cuando se tienen que enterrar diferentes tipos de redes en paralelo, se tiene propuesto y tipificado el diseño de trincheras técnicas y de banquetas técnicas.

Las trincheras técnicas son zanjas escalonadas donde se respetan las cotas de profundidad, ancho y derecho de vía de cada tipo de tubería enterrada.

La zanja o *trinchera común* aloja al conjunto de redes; el terreno debe tener la cohesión satisfactoria para asegurar una buena estabilidad de taludes durante el tiempo de intervención.

Las dimensiones de la trinchera deben permitir alojar las redes respetando las distancias mínimas reglamentarias. Se van creando banquetas horizontales para ir posicionando, a diferentes profundidades convenientes, las diversas tuberías y cables. El ancho de la vialidad, banquetas o andador que la cubre debe ser mayor al de la trinchera.

Esta solución exige cuidar la buena coordinación de todos los subcontratistas participantes con objeto de reducir el tiempo de abertura de la zanja y de tomar en cuenta que el relleno se tendrá que hacer después de las pruebas.

La *trinchera parcialmente común* recibe una parte de las redes; generalmente la red sanitaria se trata independientemente.

La reducción del tiempo de abertura de la zanja favorece la organización de la colocación y terminado de las redes concernientes.

Respetando el derecho de vía de cada canalización, se puede implementar el diseño de trincheras técnicas como la mostrada en la siguiente figura:

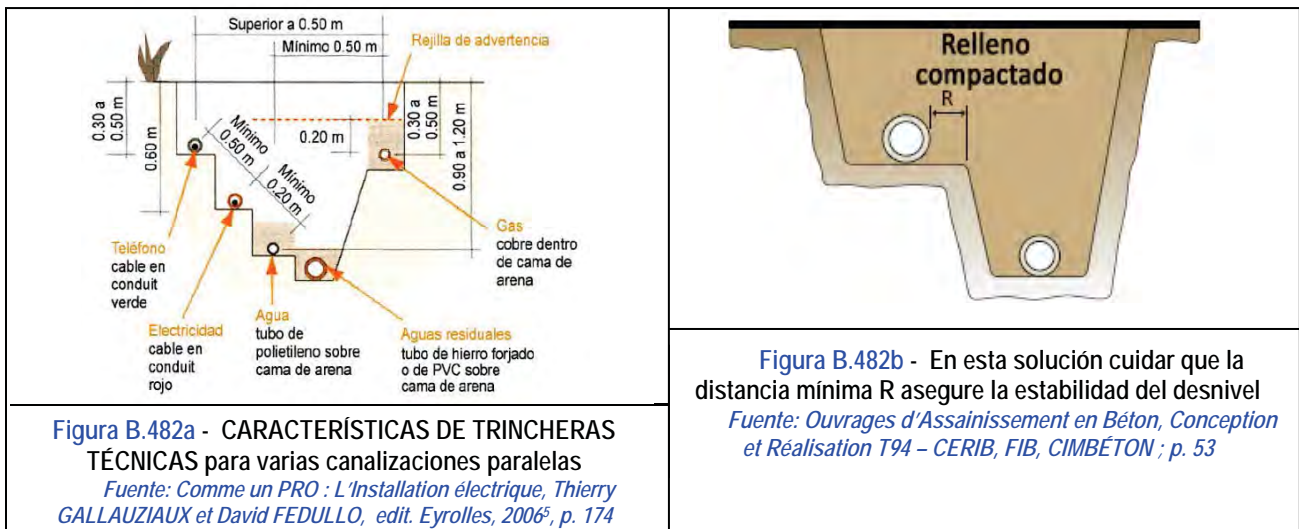


Figura B.482b - En esta solución cuidar que la distancia mínima R asegure la estabilidad del desnivel
 Fuente: *Ouvrages d'Assainissement en Béton, Conception et Réalisation T94 - CERIB, FIB, CIMBÉTON* ; p. 53

Para el tendido de tuberías enterradas es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1.- Seguridad para los trabajadores en el fondo de las zanjas, cuando la profundidad de zanja sea superior a 1.30 m y su ancho sea inferior a 2/3 de su profundidad se deben entibar (ademar) las paredes de las zanjas.

La siguiente gráfica (figura B.483) nos indica las relaciones de ancho-altura de la zanja que exigen la colocación de una entibación para la protección de los trabajadores y la figura B.484 nos ejemplifica algunos ademados en función del tipo de suelo.

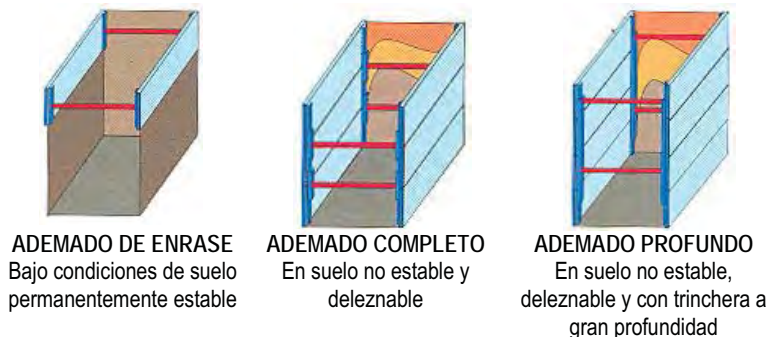
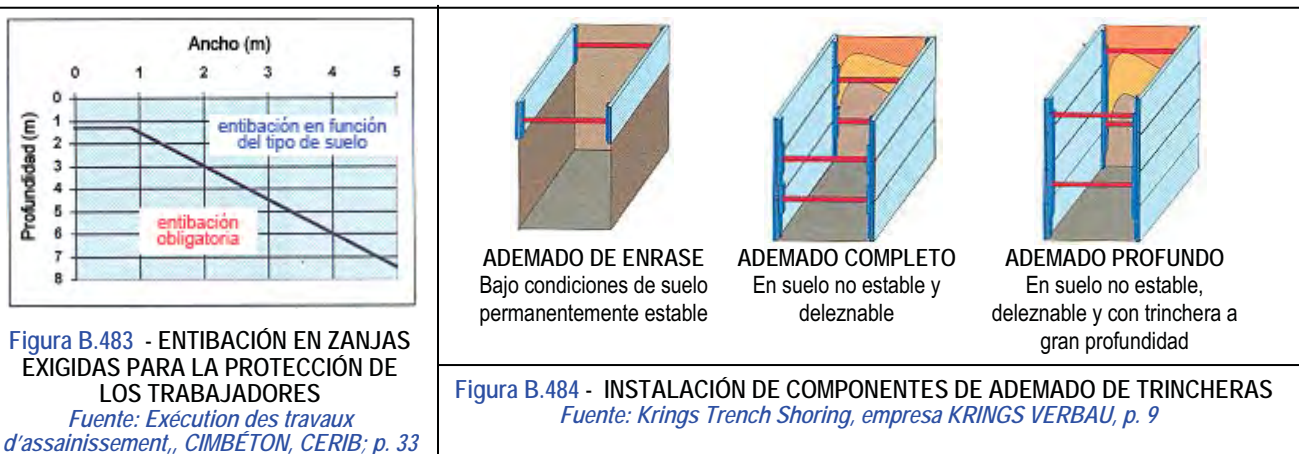




Figura B.485a.- ENTIBACIÓN DE ZANJAS PARA TUBERÍA DE PEQUEÑO DIÁMETRO
Fuente: Catálogo de producto, empresa SPEED SHORE

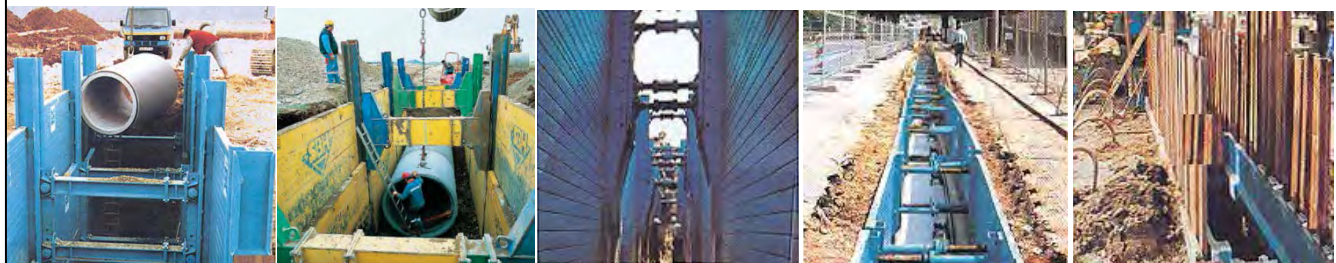


Figura B.485b.- ENTIBACIÓN DE ZANJAS PARA TUBERÍA DE GRAN DIÁMETRO
Fuente: Ouvrages d'assainissement en béton – T94; CERIB, FIB, CIMBÉTON, p. 51

Figura B.485 – DIFERENTES TIPOS DE ENTIBACIÓN O ADEMADO DE ZANJAS PARA TUBERÍAS

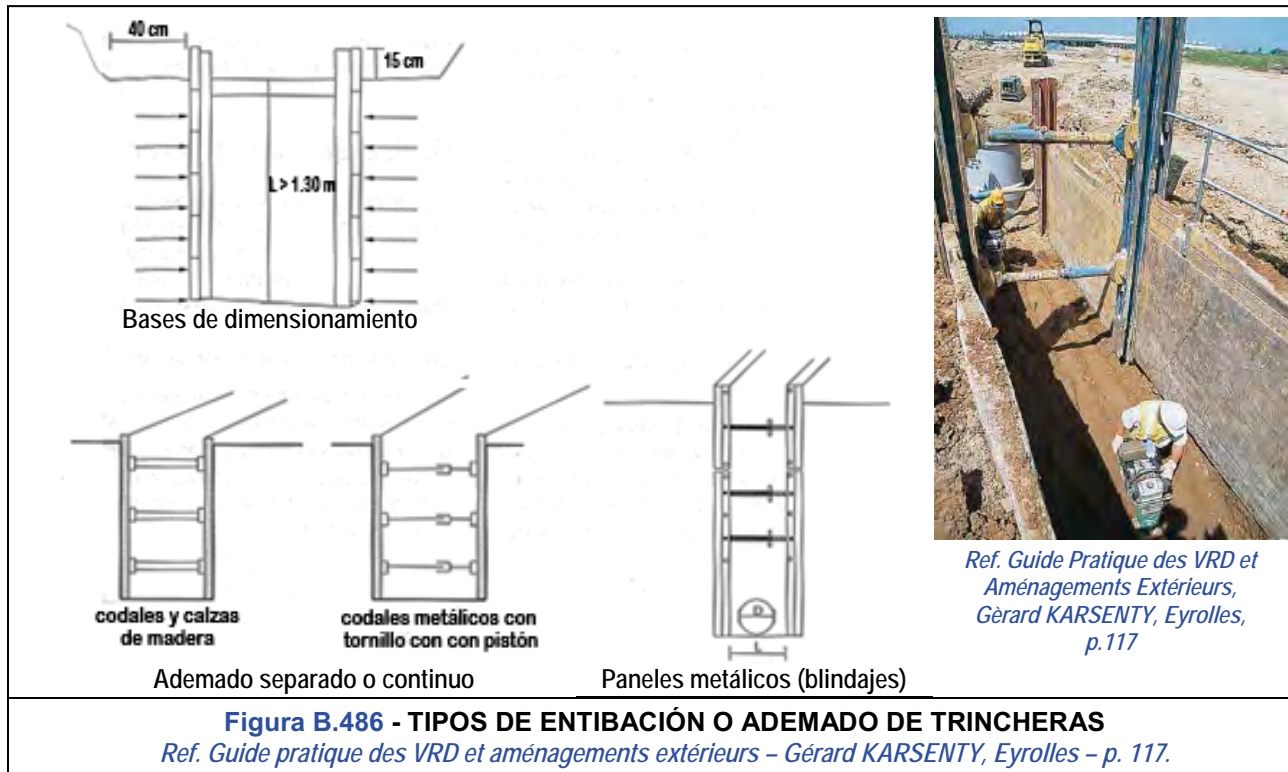


Figura B.486 - TIPOS DE ENTIBACIÓN O ADEMADO DE TRINCHERAS

Ref. Guide pratique des VRD et aménagements extérieurs – Gérard KARSENTY, Eyrolles – p. 117.

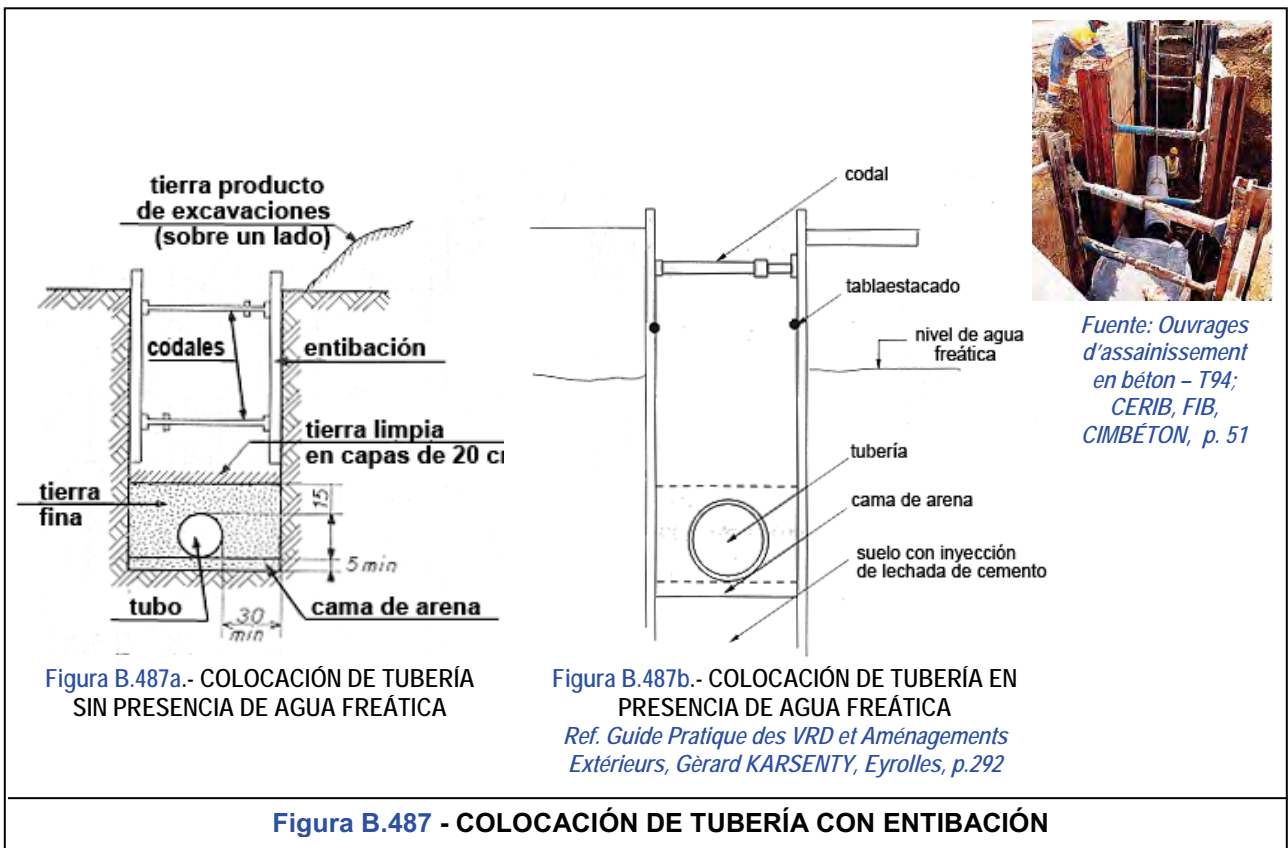
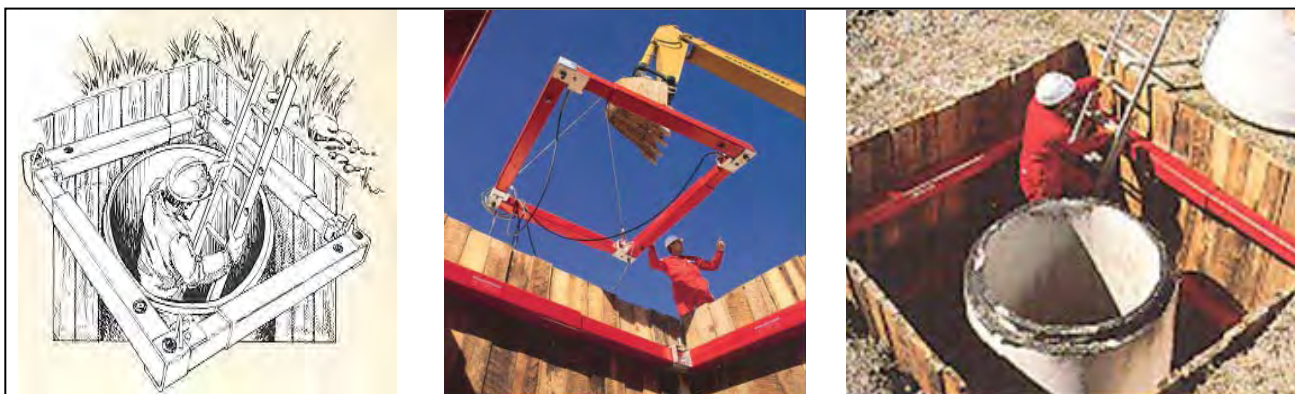
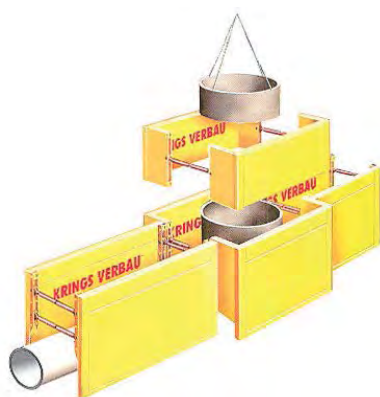


Figura B.487 - COLOCACIÓN DE TUBERÍA CON ENTIBACIÓN



Ref.: Catálogo de producto, empresa SPEED SHORE



La entibación para pozos de visita debe ser más amplia.

Ref.: Catálogo de producto KRINGS TRECH SHORING, empresa KRINGS VERBAU; p. 17

Figura B.488 - ENTIBACIÓN O ADEMADO PARA POZOS DE VISITA

Comenzar el tendido de la tubería en el nivel más profundo de conexión con la red pública hacia los puntos menos profundos sobre una plantilla de material graduado, esto permite respetar la cota en el punto de descarga y poner en servicio los tramos ya colocados. Para la alineación de la tubería se utiliza un guiado láser para respetar la pendiente, sobre todo cuando es muy reducida.

En las conexiones, por ser el punto más profundo de la tubería en la mayoría de casos, conviene ubicar la tubería en una zanja más profunda con respecto al relleno que eventualmente se tienda sobre sí; ello permite disminuir las cargas del relleno sobre la canalización cuando se coloca bajo un relleno clásico.

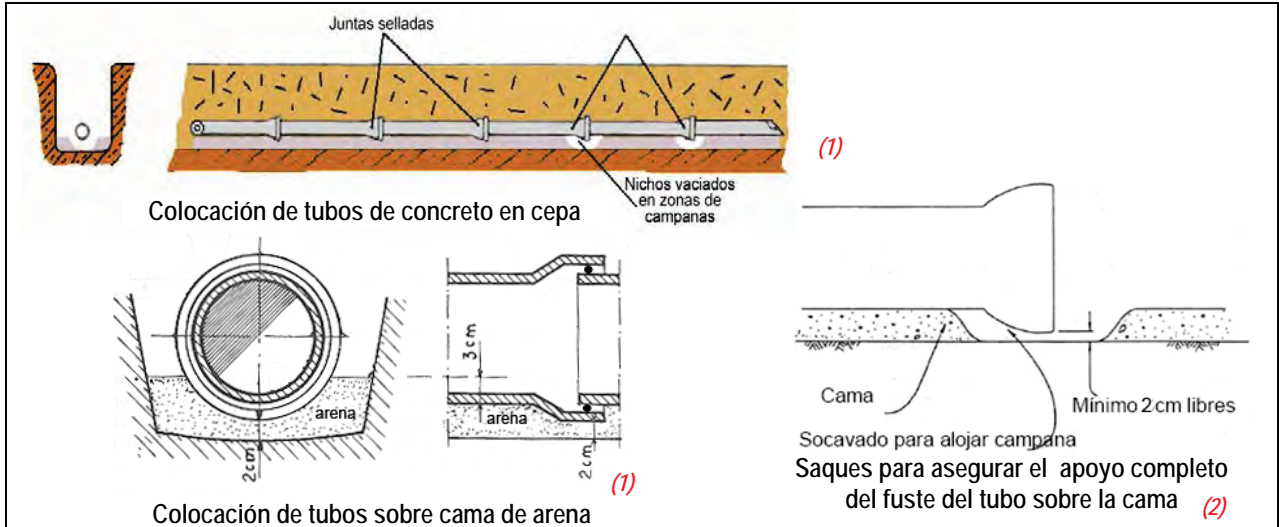


Figura B.489 – ZANJA BAJO RELLENO PARA DISMINUIR CARGA A LA TUBERÍA

Ref. Ouvrages d'assainissement en béton, conception et réalisation – CERIB, FIB, CIMBÉTON, p. 53

Es importante *no apoyar la tubería sobre sus campanas*.

- En la unión entre tubos se utilizan campanas o coples. Las campanas de los tubos deben ubicarse en la parte alta dada por la pendiente del tubo.
- La junta elastomérica debe garantizar la estanqueidad y flexibilidad en la unión.



Colocar la tubería en su zanja respetando el apoyo del fuste del tubo sobre cama de arena con la pendiente de proyecto, el acostillado y el relleno como se muestra en esta figura B.490a.

Fuentes: (1) *Hydraulique urbaine*; J. BONNIN; edit. Eyrolles; 1997; p. 73 y (2) *Pipeline Installation*, AMISTER HOWARD, edit. Relativity publishing, 1996; p. 6-6

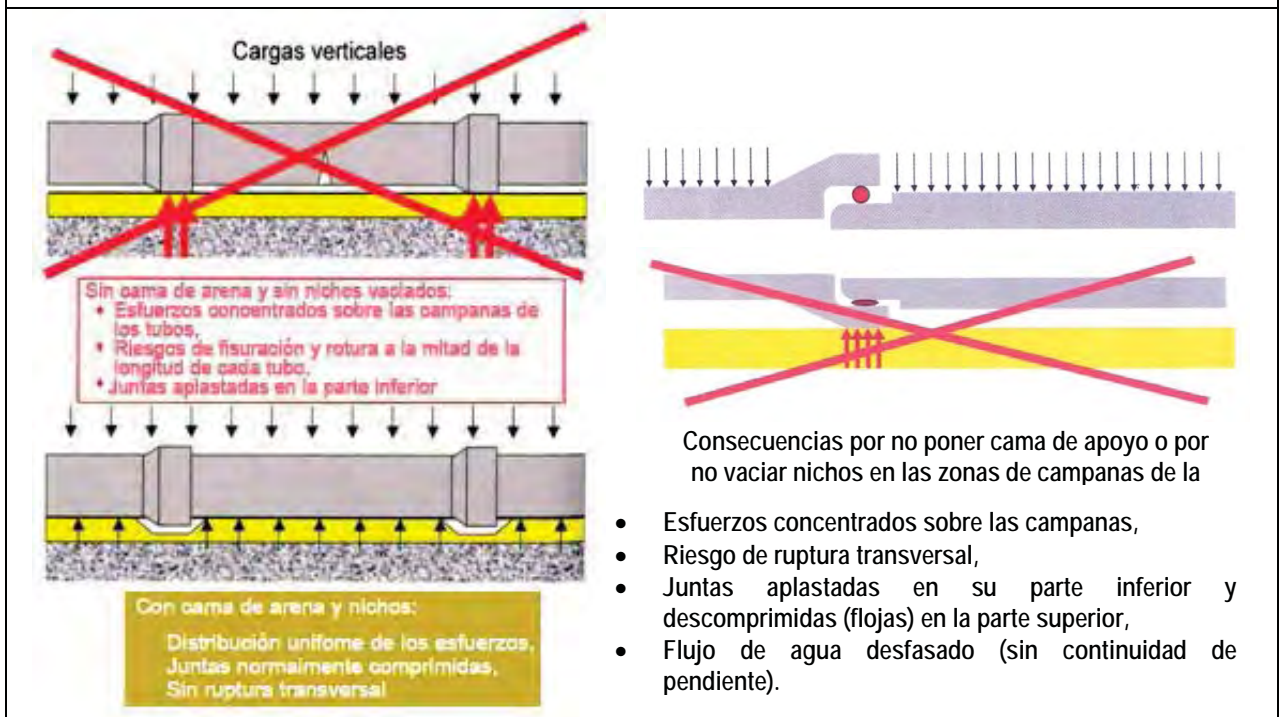
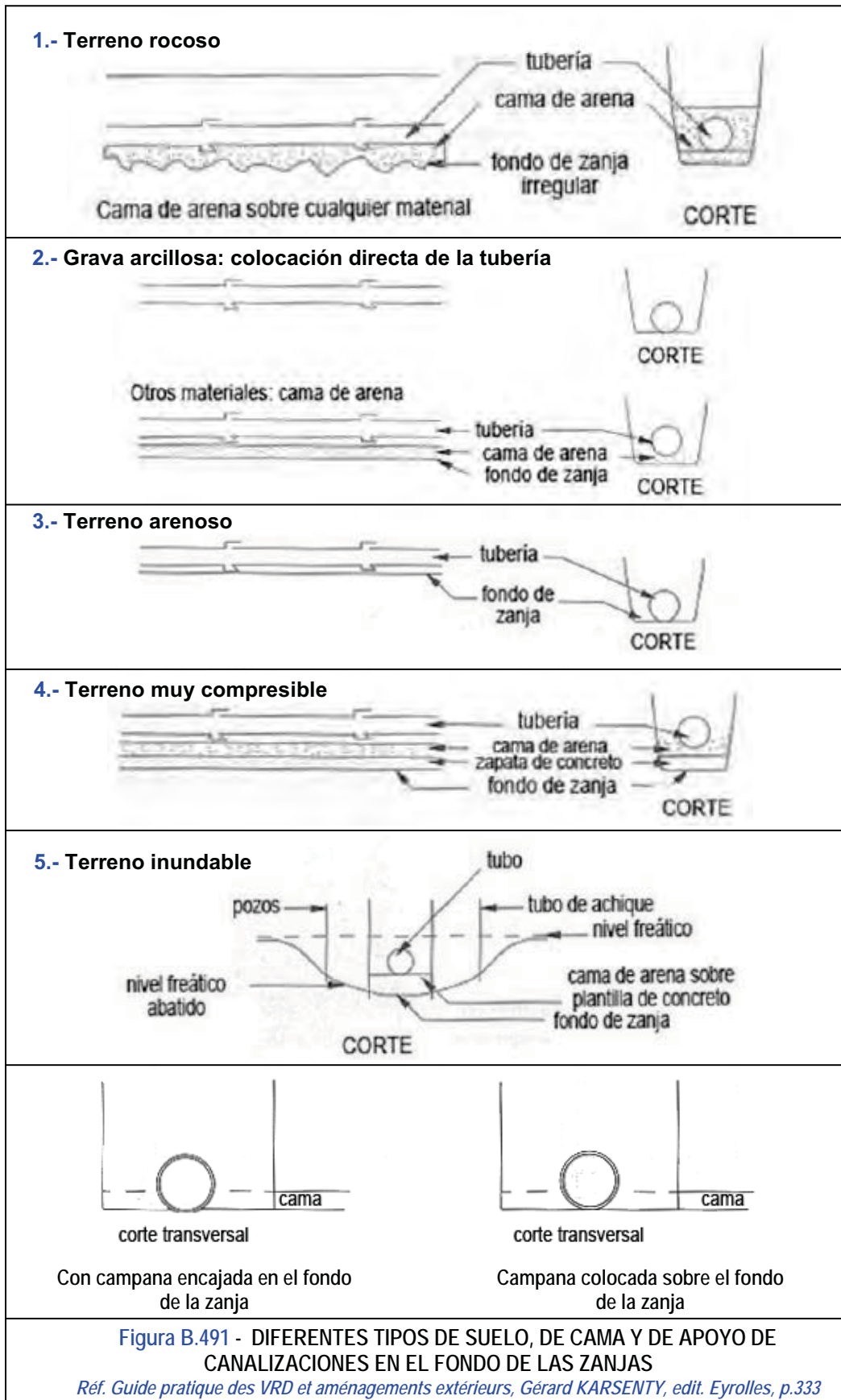
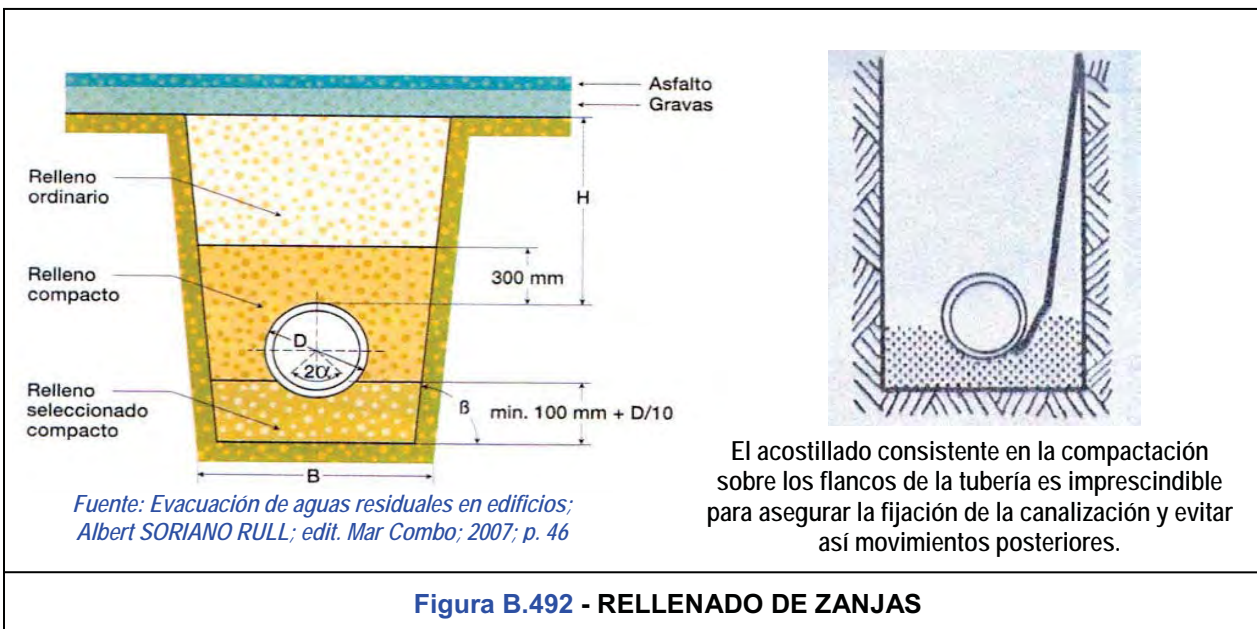


Figura B.490b – VACIADO DE PLANTILLA EN CAMPANAS DE TUBOS
Fuente: *Exécution des travaux d'assainissement, application du fascicule 70 du CCTG*
Edit. FIB, CIMBÉTON, CERIB, p. 9.



Rellenado de zanjas en capas con características que dependen del tipo de tubería.



1.- Ejecución de zanjas para colectores enterrados de materiales plásticos.

Las zanjas pueden tener las paredes verticales o inclinadas; su anchura será el diámetro del tubo más 500 mm, y su profundidad vendrá definida en el proyecto, estando en función de las pendientes adoptadas.

Si la tubería se ubica bajo vialidades, se adoptará una profundidad mínima de 100 cm, desde la clave hasta los tubos y si la tubería se ubica bajo jardines, banquetas o andadores, la profundidad mínima será de 60 cm; se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena/grava) o tierra exenta de piedras de un grueso mínimo de $10 + \text{diámetro exterior}/10$ cm.

Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanqueidad.

El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando, hasta 30 cm del nivel superior del tubo, se realizará un último vertido y la compactación final. La base de la zanja, cuando se trate de terrenos poco consistentes, será una plantilla de concreto en toda su longitud. El espesor de este lecho de concreto será de 15 cm y sobre él irá el lecho descrito en el párrafo anterior.

El lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas.

2.- Ejecución de zanjas para colectores enterrados de acero, concreto y fibrocemento

Además de cumplir con las prescripciones dadas para las tuberías de materiales plásticos se cumplirán las siguientes:

- Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para evitar que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo.

- El acostillado es el relleno lateral en capas de 20 cm entre el tubo y las paredes de la cepa.
- Posteriormente, se efectúa el relleno sobre el tubo en capas de 15 cm hasta llegar al nivel de subrasante del acabado del suelo (vialidad, jardín u otro).
 - La cama de arena será de 10 cm de espesor para suelos comunes y de 15 cm en presencia de un suelo duro y rocoso.
 - Se puede dejar, al fondo de la cepa, al nivel con pendiente requerida y conformado donde se empotrarán las tuberías cuando el suelo de apoyo sea homogéneo, suficientemente blando y de granularidad fina.
 - El relleno lateral (acostillado) mantiene a la canalización y juega un rol no despreciable de confinamiento cuando se emplean tubos semi-rígidos. Se compone del mismo material que el de apoyo y debe compactarse cuidadosa y adecuadamente.
 - El relleno inicial debe ser fácil de compactar, no tener elementos gruesos ni materiales orgánicos con un % de arcilla compatible.
 - El relleno final hasta el nivel de piso terminado puede hacerse con el mismo material del terreno cuando vaya en zonas jardinadas o con material de mayor capacidad y estabilidad como grava, etc. cuando vaya en zonas en vialidad.

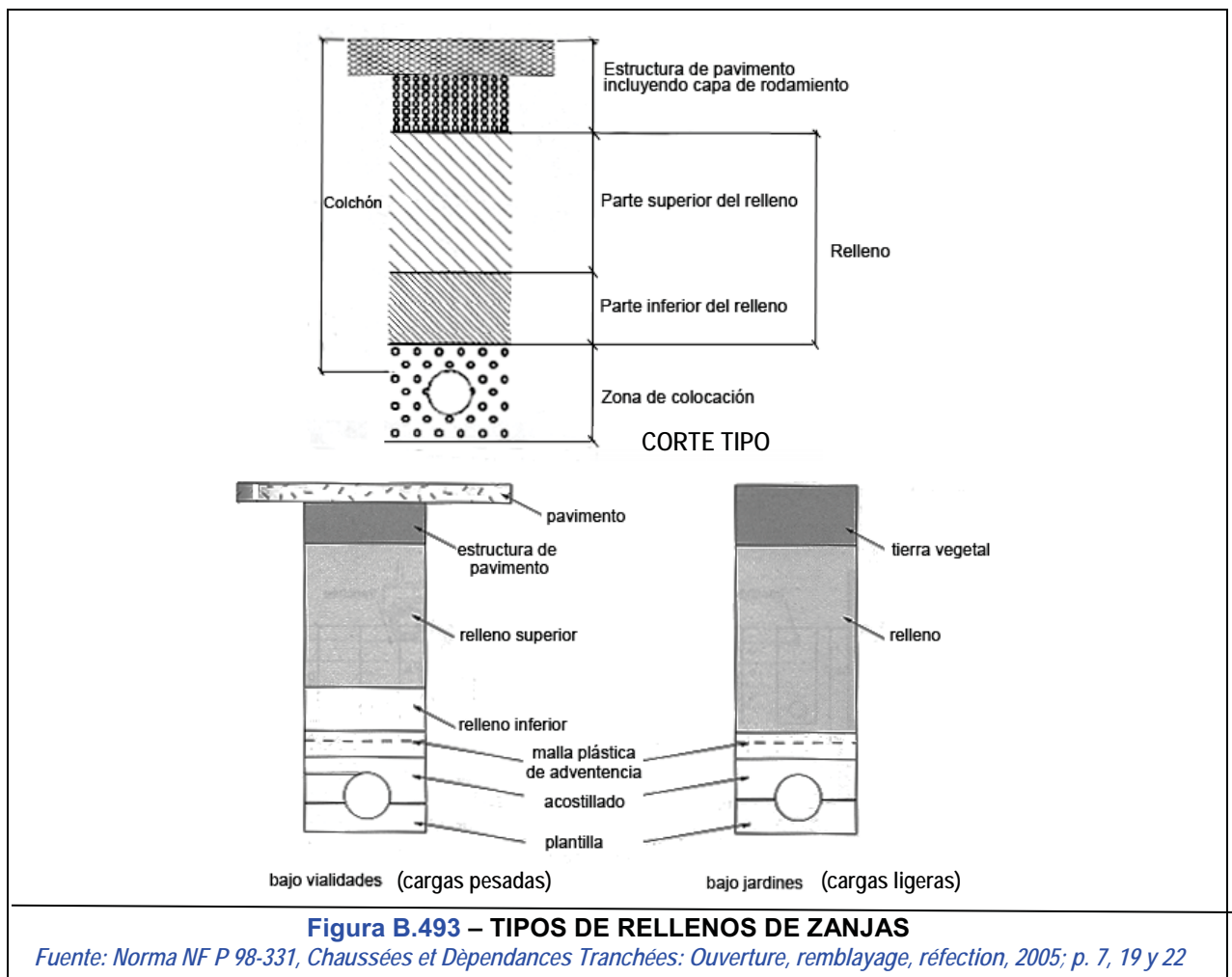


Figura B.493 – TIPOS DE RELLENOS DE ZANJAS

Fuente: Norma NF P 98-331, *Chaussées et Dépendances Tranchées: Ouverture, remblayage, réfection*, 2005; p. 7, 19 y 22

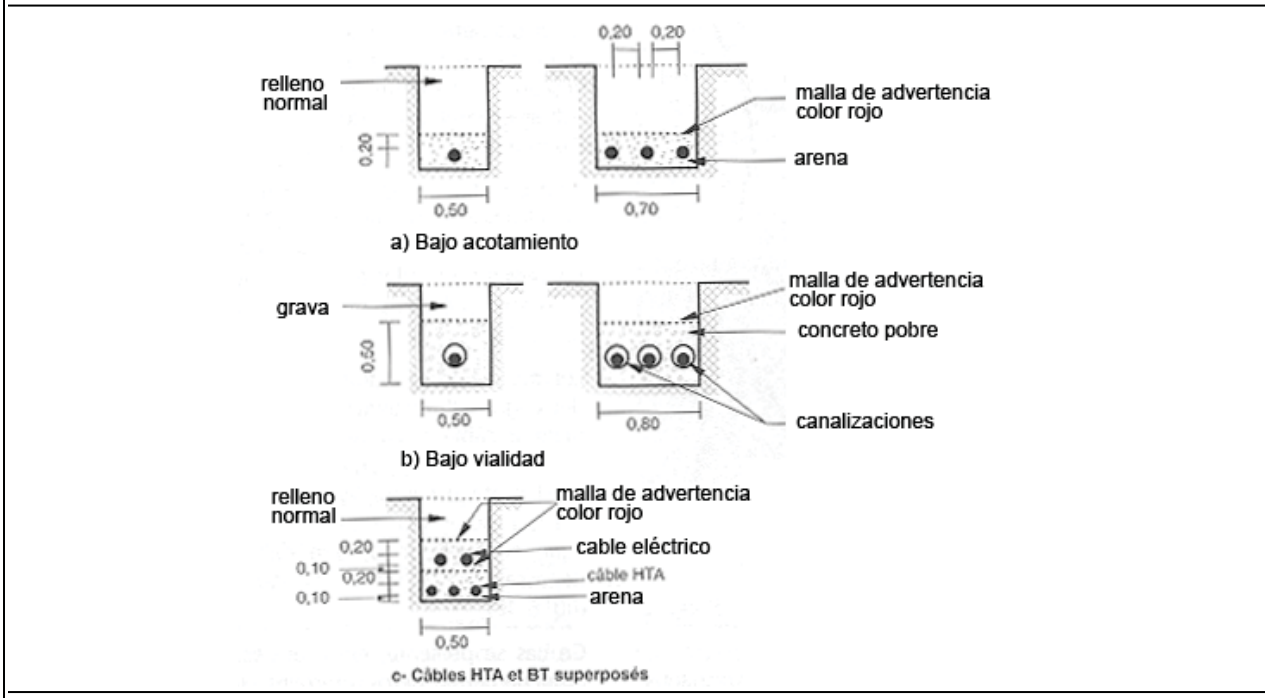
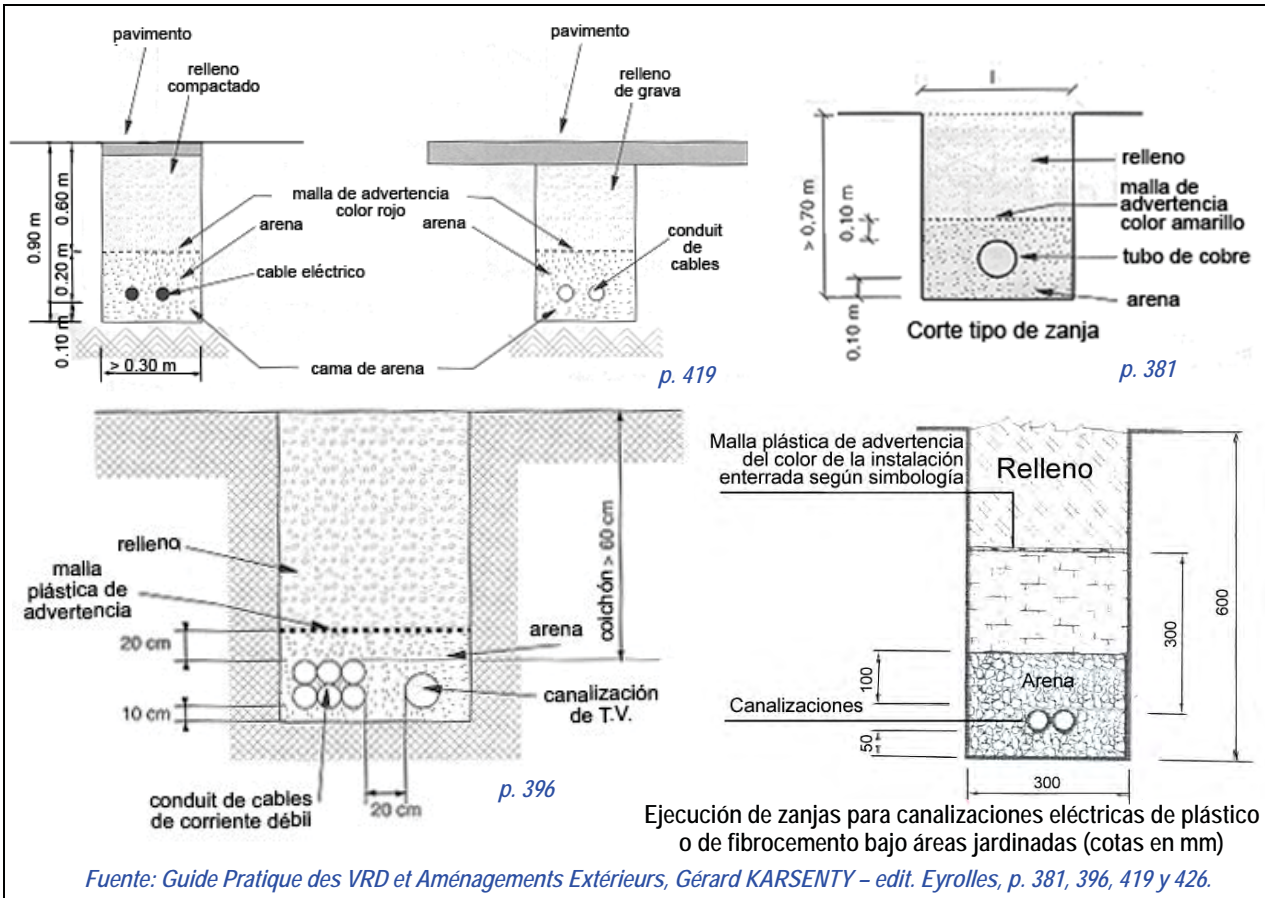


Figura B.494 – EJEMPLOS ESPECÍFICOS DE APLICACIÓN DE RELLENADO DE ZANJAS PARA REDES ELÉCTRICAS Y DE CORRIENTE DÉBIL

Fuente: Guide Pratique des Aménagements Extérieurs, Gérard KARSENTY – Eyrolles, p. 366.

- Conviene emplear una malla plástica de señalización dentro del relleno ubicada al menos a 15 cm sobre el lomo del tubo.

Rojo intenso Cables eléctricos	Azul Agua
Amarillo Canalizaciones de Gas	Café Saneamiento
Verde Cables de Voz y Datos	Rojo pálido Calefacción

Malla de aviso (color rojo intenso en el caso de canalización eléctrica)

10 cm Canalización eléctrica

20 cm Canalización de agua, de gas, etc.

Gas Telecomunicaciones

Agua Electricidad

Al encontrar una malla plástica por una excavadora, se advierte que a una profundidad de 10 a 20 cm, hay una instalación enterrada. Por el color de la malla se puede saber el tipo de instalación.

Figura B.495 - MALLAS PLÁSTICAS DE ADVERTENCIA - Ref. NF T54-080, NORTÈNE y TALIPLAST

Características:

- Anchos: 20, 30 y 50 cm	- Longitud: rollos de 100 m lineales	- Material: Polipropileno
- Dimensión malla: 120 mm x 30 a 35 mm	- Ancho de los hilos: + de 2 mm	- Resistencia a los micro organismos
- Forma del hilo: aplanado	- Estabilidad al envejecimiento	

Hacer ensayos de estanqueidad y de escurrimiento a las redes sanitarias antes de puesta en servicio. Hay diferentes opciones de pruebas previas para la recepción de redes de drenaje sanitario y pluvial que pueden hacerse mediante:

- El control por cámara de televisión, muy utilizado en condiciones de inmersión en nivel freático donde se puede comprobar la estanqueidad de la red y evidenciar perforaciones, fisuras y juntas mal realizadas; sin embargo, no permite detectar la ausencia de una junta de hule cuando no se tiene nivel freático.
- El examen visual en el caso de tuberías visitables que tienen prácticamente los mismos alcances que la inspección por televisión.

Estas dos primeras opciones son pruebas complementarias a las pruebas de estanqueidad bajo presión de agua.

- La prueba con humo tapando previamente los extremos abiertos de las tuberías y utilizando un cartucho de gas fumígeno. Esta prueba debe realizarse antes de rellenar las zanjas y da garantías muy mediocres con sus resultados.
- La prueba a baja presión de aire, previo tratamiento de la tubería, que presenta la ventaja de una ejecución más rápida y fácil que la prueba bajo presión de agua aunque la parte sensible a verificar es la eficiente obturación de los tramos de prueba.
- La prueba bajo presión de agua que consiste en llenar con agua tramos de tubería con registros y pozos de visita incluidos o excluidos donde se verifica que la cantidad de agua exfiltrada o infiltrada (en el caso de nivel freático alto) no sobrepase ciertos valores límite. Esta prueba es unánimemente considerada como la más significativa por ser la que más se aproxima a las condiciones reales de funcionamiento de las redes sanitarias.

Estas pruebas se llevan a cabo siguiendo un protocolo simple y rápido y se van haciendo de tramo en tramo hasta completar toda la longitud de la red y después se efectúa el relleno total de las zanjas. Para las tuberías de diámetro inferior a 1.20 m colocadas sin presencia de agua freática se prevé una sola prueba a presión interna.

Consiste en probar, por una parte, cada tramo de tubería con sus eventuales ramaleos y, por otra parte, los pozos de visita y los registros con los ramaleos que reconocen a ellos. El protocolo considera la posibilidad de una prueba simultánea de un tramo y de su pozo o registro aguas arriba por este método hace más difícil la localización de eventuales defectos.

Las tuberías y sus eventuales ramaleos son previamente obturados y después se llenan de agua; la presión de prueba se establece a 0.4 bar (4 m de columna de agua ó 0.4 kg/cm²) tomados en el lado más alto de la pendiente del tramo.

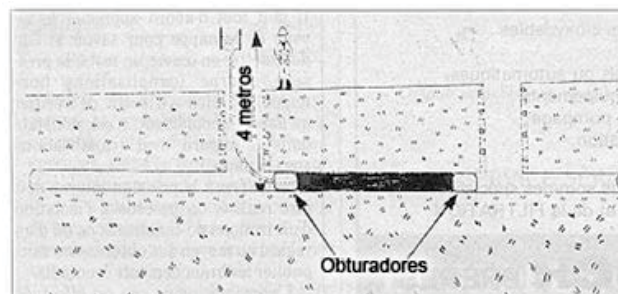


Figura B.496 - PRUEBA BAJO PRESIÓN DE AGUA INTERNA de un tramo de tubería

Fuente: Les tests d'étanchéité des réseaux d'assainissement, revista Le Moniteur, julio 1984, p. 77

Para la prueba de un registro sólo éste se aísla y después se llena de agua a la altura del tapón o a una altura inferior si el llenado entraña una presión superior a 0.4 bar_s al nivel de su base.

Una vez que cada tramo se aísla y se llena de agua se procede, después de un tiempo de impregnación que varía de 1 hora (tubería plástica) a 24 horas (tubería de concreto si se requiere para el restablecimiento de la altura de agua), según sea la naturaleza de los materiales.

La prueba dura 30 minutos después de los cuales se mide el volumen de agua de renivelación necesario para restablecer el nivel inicial. Este volumen no debe ser superior a un valor límite que, en caso de no cumplirse, se requerirá reparar los defectos y se deberá llevar a cabo una nueva prueba.

Las canalizaciones colocadas con agua freática sólo requieren la verificación de que ninguna infiltración se presente en cada tramo o en cada registro.

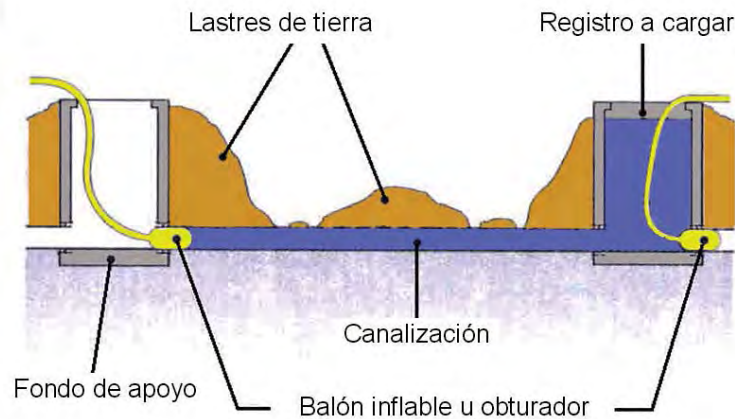


Figura B.497 - PRUEBA DE TUBERÍAS ANTES DEL RELLENO DE ZANJAS

Fuente: Catálogo de Producto, Empresa SO.CA.D.



Figura B.498 - TAPONES INFLABLES PARA LA PRUEBA DE TUBERÍAS EN TRAMOS

Fuente: Catálogo de producto, empresa SO.CA.D.

Al final de los trabajos se establece un plan de comprobación (verificación) con objeto de referir los diferentes componentes con respecto a puntos fijos inamovibles como límites de propiedad, esquinas de edificios, etc.

Colocación en cepas bajo condiciones especiales.

- En terrenos muy compresibles de poca capacidad de carga, a lo largo de un edificio con relleno, en presencia de agua o en una trinchera técnica común,
 - o Colocación sobre terreno de poca capacidad de carga (suelo inestable, arena movediza, turba...). Se requiere ademar las paredes de la cepa durante la colocación, la sustitución del suelo por materiales como arena, grava, concreto pobre con un espesor determinado por el cálculo de resistencia mecánica con la interposición de un geotextil (figura B.499). Esta capa puede reemplazarse por cunas de concreto ademado sobre las que se colocan los tubos.

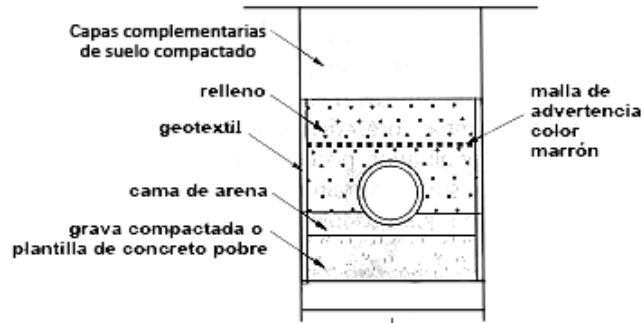


Figura B.499 - COLOCACIÓN EN TERRENO MUY COMPRESIBLE CON RELLENO ESPECIAL COMPACTADO

Fuente: *Guide pratique des VRD et aménagements extérieurs*, Gérard KARSENTY, edit. Eyrolles, 2004; p. 289.

- En terrenos poco estables también puede ser necesario colocar tubos sobre dados de concreto o sobre ladrillos como lo muestra la figura B.500.

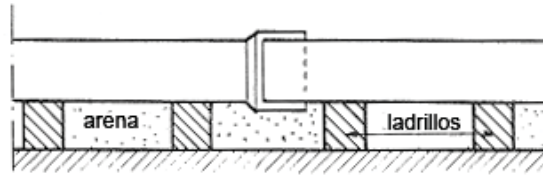


Figura B.500 - COLOCACIÓN DE TUBERÍA SOBRE LADRILLOS

Fuente: *Hydraulique urbaine*; J. BONNIN, edit. Eyrolles, 1997; p. 73

- En terrenos inestables, se puede colocar una cama de arena de fuerte espesor en una trinchera agrandada en su profundidad (figuras 3.864 y 3.865) o una losa de concreto armado o un firme de concreto simple sobre la que se apoya al tubo.

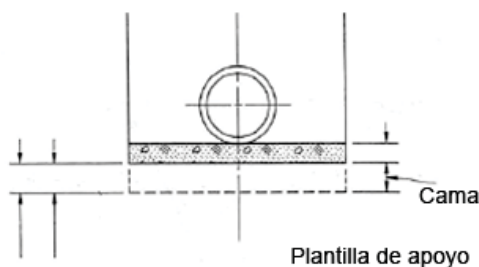


Figura B.501 - EXCAVACIÓN ADICIONAL DE ZANJA EN SUELOS COMPRESIBLES Y REEMPLAZO CON MATERIAL SANO COMPACTADO

Fuente: *Pipeline Installation*, Amster HOWARD, edit. Relativity Publishing, 1996; p. 4-2

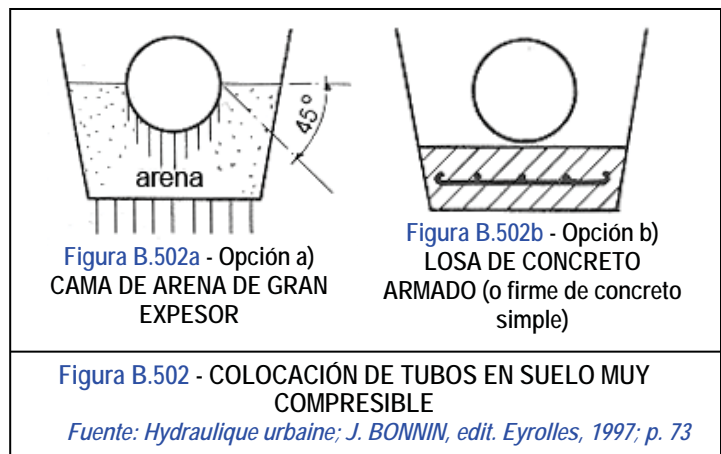


Figura B.502a - Opción a)
CAMA DE ARENA DE GRAN ESPESOR

Figura B.502b - Opción b)
LOSA DE CONCRETO ARMADO (o firme de concreto simple)

Figura B.502 - COLOCACIÓN DE TUBOS EN SUELO MUY COMPRESIBLE

Fuente: *Hydraulique urbaine*; J. BONNIN, edit. Eyrolles, 1997; p. 73

La protección de tubos contra los esfuerzos debidos a su colchón dejado depende de la profundidad de éstos y, en particular, de la circulación de vehículos. En los mejores casos, es suficiente colocar una cubierta gruesa de arena pero, generalmente, si las cargas son elevadas y la profundidad mínima, será necesario encofrar la tubería y recibir las cargas correspondientes con una losa de concreto armado (Figura B.503) que pueda repartir las cargas sobre una cama de arena o transmitir las al fondo de la trinchera por medio de muretes laterales de concreto o de mampostería.

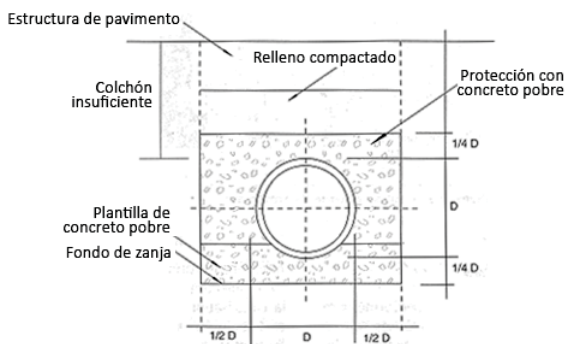


Figura B.503 - COLOCACIÓN DE TUBERÍA CON COLCHÓN INSUFICIENTE DE MAYOR EMPLEO.
Fuente: *Guide pratique des VRD et aménagements extérieurs*, Gérard KARSENTY, edit. Eyrolles, 2004; p. 292

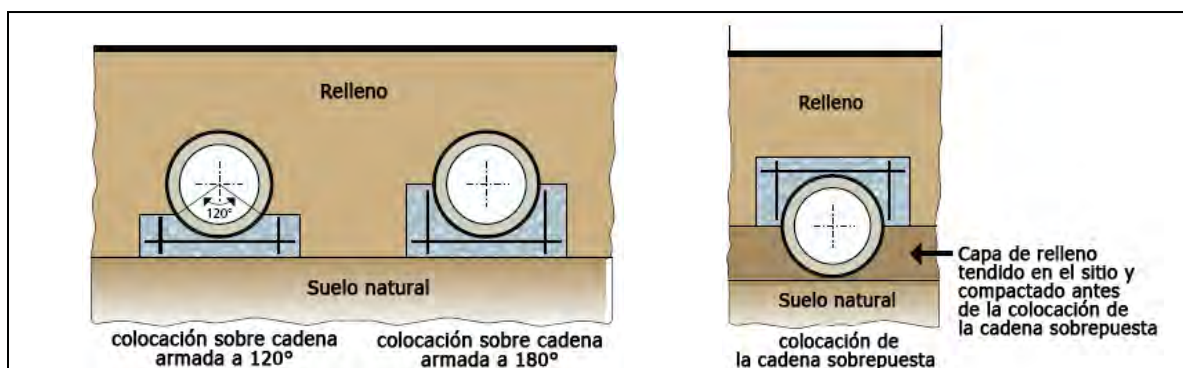


Figura B.504a - PROTECCIÓN DE TUBERÍA COLOCADA DIRECTAMENTE EN PLATAFORMA DE RELLENO COMPACTADO

Fuente: *Hydraulique urbaine*; J. BONNIN, edit. Eyrolles, 1997; p. 74.

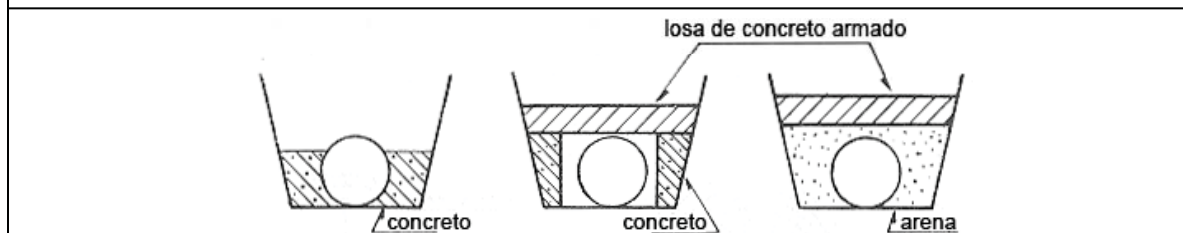


Figura B.504b - DIVERSAS OPCIONES DE PROTECCIÓN DE TUBOS A POCA PROFUNDIDAD (con colchón insuficiente) - Fuente: *Hydraulique urbaine*; J. BONNIN, edit. Eyrolles, 1997; p. 55

Figura B.504 - PROTECCIÓN DE TUBERÍAS A POCA PROFUNDIDAD

Esta solución es particularmente conveniente cuando la descarga a la red pública tiene un nivel sin la profundidad suficiente y, teniéndose ya la pendiente mínima aceptable, solamente reduciendo la profundidad de los colchones mínimos de la tubería enterrada se puede llegar a la profundidad menor requerida.

Sólo será necesario encofrar la longitud que no tenga el colchón mínimo ya que, al aumentar la profundidad por la pendiente de la tubería, se llegará a cumplir con la profundidad de protección necesaria.

La realización de trabajos de redes se basa en:

- el trazo exacto de las redes referido a puntos fijos,
- la indicación de cotas del fondo (hilo de agua) y del nivel de tapa de los diferentes registros,
- Ubicación de registros y de obras particulares.

Es importante lograr en el despiece y diseño de las redes que la tubería se conecte justo en los puntos previstos de los registros y que las tapas de estos últimos tengan una correspondencia congruente con los acabados y despieces de los pavimentos.



Figura B.505a - COLOCACIÓN DE RED SANITARIA CON LOS COMPONENTES DESPIEZADOS donde se denota su compatibilidad sin necesidad de recortes, ajustes y hechuras en sitio.
Ref. Ouvrages d'assainissement en béton, conception et réalisation T94 - CERIB, FIB, CIMBÉTON ; p. 128 y 146.



Figura B.505b - EJEMPLOS DE TRAMOS DE MUESTRA DE COMPATIBILIDAD DE PIEZAS para una conexión simple, con su anillo de hule adecuado donde se utiliza la gama de piezas que permiten hacerlo.
Ref. Ouvrages d'assainissement en béton, conception et réalisation T94 - CERIB, FIB, CIMBÉTON ; p. 100 y 146.

Hay que hacer una *superposición de redes* incluyendo sus registros y obras complementarias de los diferentes tipos que vayan en el proyecto (agua, drenaje sanitario, drenaje pluvial, electricidad, gas, teléfono, T.V., etc.) con el fin de evitar interferencias y daños durante la ejecución de trincheras.

La presencia de nivel freático requiere su abatimiento o un ademado con tablaestacas estanco y la inyección de una lechada de cemento en el fondo de cepa que logre la estanqueidad.

La colocación con colchón insuficiente implica la utilización de materiales suficientemente estables para evitar la degradación de la conducción. Su protección puede obtenerse con un embebido de concreto pobre.

Conviene que los registros y pozos de visita estén constituidos con piezas prefabricadas con juntas a base de elastómeros para asegurar la estanqueidad.

La base de los registros o pozos se coloca sobre una cama de arena después de haberse nivelado el fondo de la excavación.

Los registros y pozos de visita prefabricados tienen menos problemas de comportamiento que los colados en sitio.

Los registros y pozos de visita de plástico (PVC o polietileno) son de una pieza o de varias piezas ensamblables. Se colocan sobre cama de arena.

El control después de la ejecución puede efectuarse con una cámara teleguiada en redes no visitables de diámetros de 100 mm o superiores.

Para la compactación de cepas

Además de la compactación de rellenos y de preparación de subrasantes para soportar los cimientos, es igualmente importante compactar los rellenos usados en las cepas de instalaciones enterradas. Estos rellenos cubren tuberías, cables y otras instalaciones enterradas en las zonas exteriores y proporcionan protección contra cargas de superficie y erosión. Además, los rellenos de cepas usualmente sirven como sub-base de pavimento de caminos, en caso dado. Desafortunadamente, los rellenos de cepas a menudo se hacen rápido, después de haberse tendido o reparado las redes por minimizar impactos al tráfico y pueden terminar ejecutándose por el Contratista sin haber sido revisadas por el Supervisor.

Esto conduce a irregularidades en el pavimento y a otros problemas con los rellenos de las cepas.

Una cepa o trinchera se define por la OSHA (**O**ccupational **S**afety and **H**ealth **A**dministration) como una excavación bajo el suelo estrecha la cual es más profunda que ancha y no más ancha que 4.50 m. El ancho de una cepa está condicionado por el ancho de lo que se coloque en su fondo y un sobreancho por necesidad de trabajo del equipo de excavación. Además, para la estabilidad y la consolidación después del relleno, la principal preocupación geotécnica es la estabilidad de una excavación abierta.

Los 1.30 m considerados es una profundidad razonable a no exceder cuando los trabajadores instalen redes en una zanja de al menos 60 cm de ancho. Las regulaciones exigen restricciones para zanjas más profundas y son importantes para la seguridad y las condiciones legales. Hay que tomar muy en cuenta estas consideraciones de seguridad.

Para una zanja menor a aproximadamente 1.00 m de ancho, se recomienda que se rellene con material que fluya como oposición al uso de rellenos de arcilla. Las gravas y las arenas son los mejores materiales de relleno, deberán compactarse en capas de 15 cm a 30 cm. Ayuda mucho si el contenido de agua tiene un porcentaje un poco mayor al óptimo.

Debe compactarse al menos al 85% a los 60 cm por debajo del nivel de subrasante y al menos al 90% de compactación relativa sobre los 60 cm del relleno de compactación del fondo de la zanja.

La saturación con agua del material de relleno no se recomienda como un medio de compactación en cualquier profundidad ya que se terminaría con una capa compresible saturada con cerca del 85% de compactación lo cual corresponde a una muy baja e inadecuada densidad.

Para zanjas más anchas, de 1.00 m aproximadamente, la compactación mínima será al menos del 90% de compactación en todas las profundidades, excepto en los últimos 15 cm de remate que vayan bajo el pavimento y su capa de base si es que va pavimento sobre la trinchera, por eso dichos 15 cm deberán recompactarse a al menos el 95% de compactación como mínimo, basándose en el método Proctor modificado.

Si se siguen estas recomendaciones habrá muy pocos o nada de movimientos en el área formada por la zanja.

Las capas de la trinchera podrán compactarse con compactadoras de placa vibratoria, apisonadoras y similares.

Las recomendaciones para zanjas cuando la relación de profundidad/ancho es ≥ 2 se muestran en la figura siguiente.

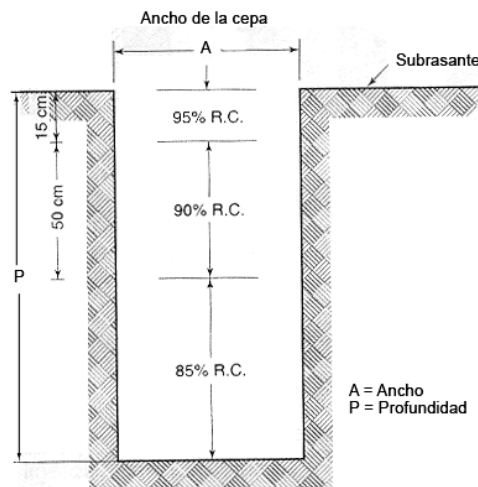


Figura B.506 - REQUERIMIENTOS DE COMPACTACIÓN MÍNIMA PARA ZANJAS P/A (Profundida /Ancho) ≥ 2 .
Fuente : *An Introduction to Geotechnical Engineering ; Robert d. HOLTZ et Al. ; edit. Pearson, 2001; p. 205*

2.- RELLENOS FLUIDOS EN CEPAS

En los casos en los que el control de la compactación de cepas no pueda darse de manera confiable, puede usarse relleno fluido el cual es un concreto de muy baja resistencia para el relleno de cepas de instalaciones. Estos materiales tienen suficiente resistencia a la compresión (entre 1 y 1.5 MPa ó 10 kg/cm² y 15 kg/cm²) para resistir las cargas del tráfico pero también para ser lo suficientemente blando para ser excavado en el futuro si la red instalada necesita descubrirse para otras reparaciones.



Figura B.507 - EMPLEO DE RELLENO FLUIDO AUTOCOMPACTANTE EN ZANJAS
Fuente ; *Remblayage des tranchées - T62; les matériaux autocompactants à base de ciment, CIMBÉTON, 2000; p. 7*

Los rellenos fluidos se utilizan en trincheras cuyo ancho o cuyas condiciones o restricciones de la obra en su conjunto impiden la ejecución de un relleno compactado tradicional.

Permiten una rápida restitución de la circulación en vialidades.

Se reducen los riesgos de derrumbes peligrosos para los obreros.

En los casos de utilizarse tubería, registros y pozos de visita de materiales ligeros, deben de lastrarse para evitar su flotación durante el llenado de la trinchera.

Las resistencias de los rellenos fluidos se especifican según sean las condiciones de diseño a las que vaya a estar sometida la red tanto a corto plazo (durante el endurecimiento del relleno) como durante su vida útil prevista.



Figura B.508 - TOMAS DEL PROCESO DE VACIADO DEL RELLENO FLUIDO AUTOCOMPACTANTE

Fuente ; Remblayage des tranchées – T62; les matériaux autocompactants à base de ciment, CIMBÉTON, 2000; p. 4, 6 y 10.

- Los tubos, dispositivos y accesorios deben resistir las agresiones de sustancias químicas que el suelo o el fluido que conduzcan contengan.
- Las tuberías que salen de las edificaciones para conectarse a las redes exteriores deberán aislarse contra transmisiones de cargas de muros y cimientos (ver figura B.506).

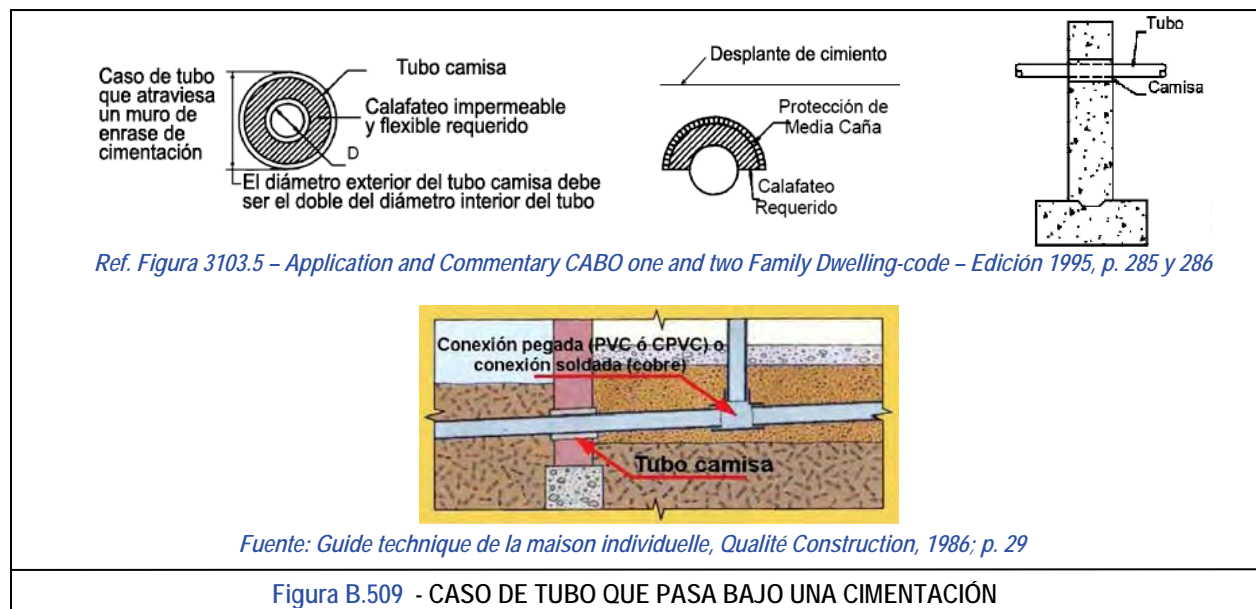


Figura B.509 - CASO DE TUBO QUE PASA BAJO UNA CIMENTACIÓN

Los pasos de tubería en la construcción de edificios y otras estructuras deben encamisarse también con tubos camisa calafateados o con piezas especiales que garanticen la estanqueidad.

Existe otra solución para los pasos de tubería a través de las edificaciones para conectarse con las redes exteriores idéntica a la utilizada en la unión entre tubería y registros o pozos de visita (punto potencialmente muy expuesto a hundimientos diferenciales y, por tanto, a importantes esfuerzos de punzonamiento) que consiste en utilizar tramos cortos de tubería y la duplicidad de juntas herméticas de hule que permiten absorber, vía deformación, los esfuerzos conservando la estanqueidad de la tubería (ver figura B.510).

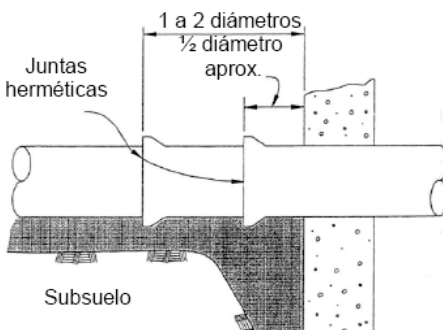
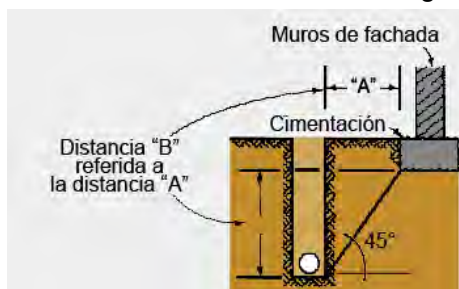


Figura B.510 - TRANSICIÓN ENTRE EL PERÍMETRO DE LA EDIFICACIÓN Y LAS ÁREAS EXTERIORES

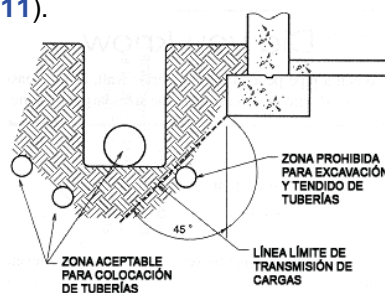
Fuente: Pipeline Installation, Amster HOWARD, edit. Relativity Publishing, 1996; p. 11-2

- En los casos de trayectorias de tuberías paralelas a las fachadas de las edificaciones es muy importante respetar una distancia mínima permitida respetando el libre apoyo de los cimientos sobre el suelo como se indica en la siguiente figura B.511).



CASO 1 – Una sola tubería paralela

Fuente: Excavation and Grading Code Administration Inspection and Enforcement; p. 146.



CASO 2 – Varias tuberías paralelas

Fuente: 2002, International code Council, Inc., Falls Church, Virginia; p. 3.13

Figura B.511 - PROTECCIÓN DE CIMIENTOS DURANTE LA EXCAVACION E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS PARALELAS – Distancia mínima admisible entre las redes y las cimentaciones de las construcciones

La proximidad de las tuberías paralelas a desniveles con muros de contención también debe limitarse como lo muestra la figura B.512).

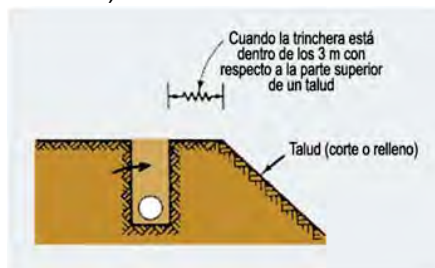


Figura B.512 - PROTECCIÓN DE PENDIENTES PARALELAS – Distancia mínima admisible entre enrasas de taludes y las redes con trayectoria paralela.

Fuente: Excavation and Grading Code Administration Inspection and Enforcement; p. 146

- Deben de respetarse distancias mínimas entre tuberías y árboles, arbustos o enredaderas.

En los casos de distancias menores, entre redes de tuberías y plantas, a las mínimas, se deberá colocar una barrera anti-raíces en el perímetro de la raíz de los árboles en cuestión para limitar su desarrollo hacia las redes y profundizar el crecimiento de dicha raíz.



Figura B.513 -BARRERA ANTI-RAÍCES

Fuente: *Catálogo de producto Antiraíces – Deeprroot; empresa PAVETECH Inc.*

Las barreras anti-raíces están diseñadas para detener el crecimiento de las raíces hacia adentro de las capas del pavimento y hacia las redes de tuberías, forzándolas a profundizarse antes que permitirles desplazarse horizontalmente. Las barreras reducen el mantenimiento, el peligro de desplazamientos y de escalonamientos desagradables a la vista. Una vez que las raíces han sido redirigidas por debajo de la base granular hacia la subrasante de suelo nativo no tratan de subir a la superficie de nuevo. La decisión sobre el uso de barreras para raíces es cuestión de sentido común, dado el alto costo de los pavimentos y de las redes.

Los procedimientos de ejecución de obra deben cuidarse escrupulosamente ya que son en general tomados en cuenta con poca importancia. La elaboración previa de una lista de verificación de alcance y calidad de los pasos a llevar a cabo incluida como anexo al contrato de los trabajos, será de gran ayuda.

La lista de verificación debe incluir las indicaciones de las fichas técnicas y los instructivos proporcionados por los fabricantes de cada tipo y material de tubo, de pieza especial y/o de prevenciones a tomar en cuenta.

3.- BANQUETAS TÉCNICAS

Las *banquetas técnicas* son ductos horizontales, generalmente bajo las circulaciones peatonales (banquetas y andadores) que alojan, a muy poca profundidad, las redes urbanas teniéndose como gran ventaja la facilidad de colocación y mantenimiento de las tuberías contenidas, la independencia secuencial en el proceso de obra y la eliminación de aplicación de cargas a las tuberías así como su facilidad de registro.

La *banqueta técnica* (el canalillo o la guarnición) permite el tendido de canalizaciones y cables superficialmente de manera rápida y simple y, permite también una buena accesibilidad en caso de reparación o modificación.

Esta solución es muy utilizada para canalizaciones de gas, de cables eléctricos y de redes de telecomunicación. Es importante que estas banquetas, guarniciones y canalillos tengan la resistencia mecánica requerida para poder soportar ciertas cargas vehiculares o asegurarse de impedir la circulación de vehículos pesados. A veces se da la imbricación de las intervenciones al realizarse los diversos ramaleos cuando intervienen varios subcontratistas en proyecto grandes.

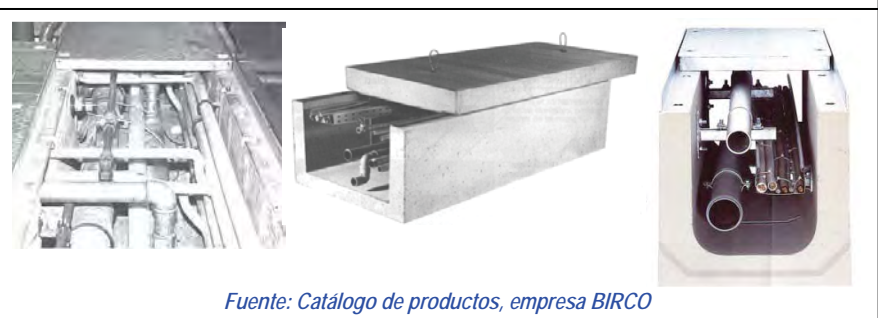
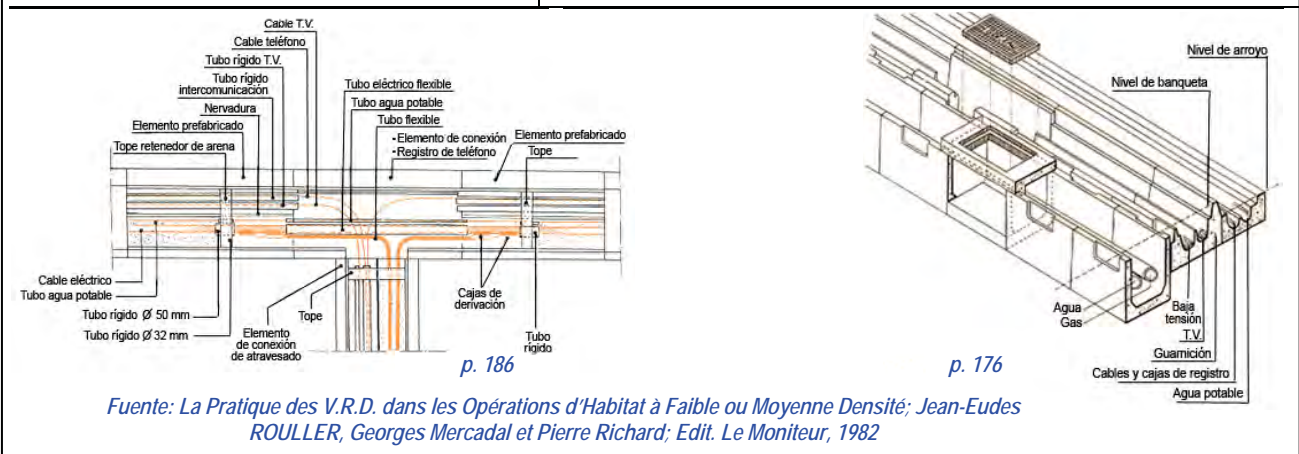
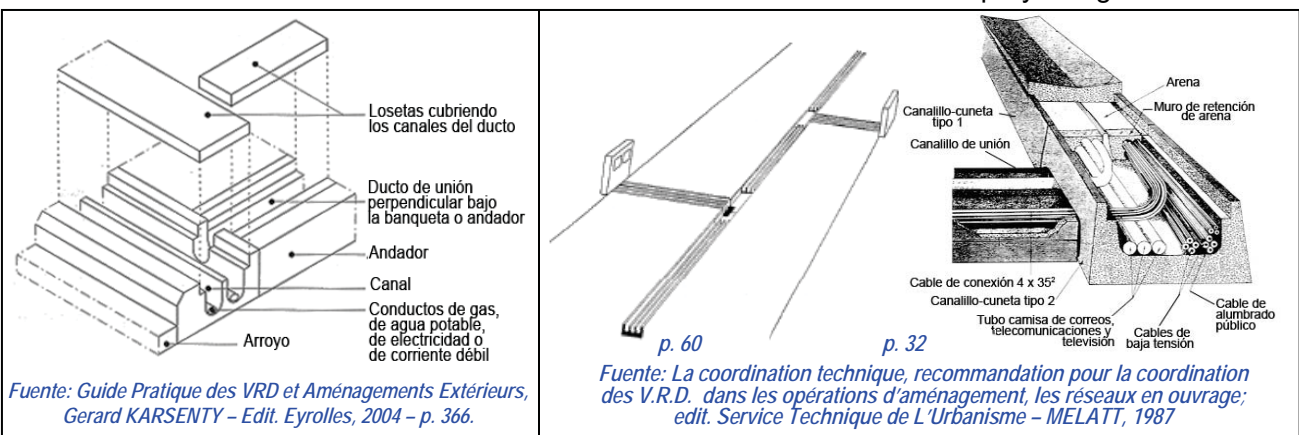


Figura B.514 - EJEMPLO DE BANQUETAS TÉCNICAS REGISTRABLES PARA ALOJAR DIVERSAS INSTALACIONES DE TODO TIPO (Electricidad, agua potable, aguas pluviales, telefonía, gas, etc.).

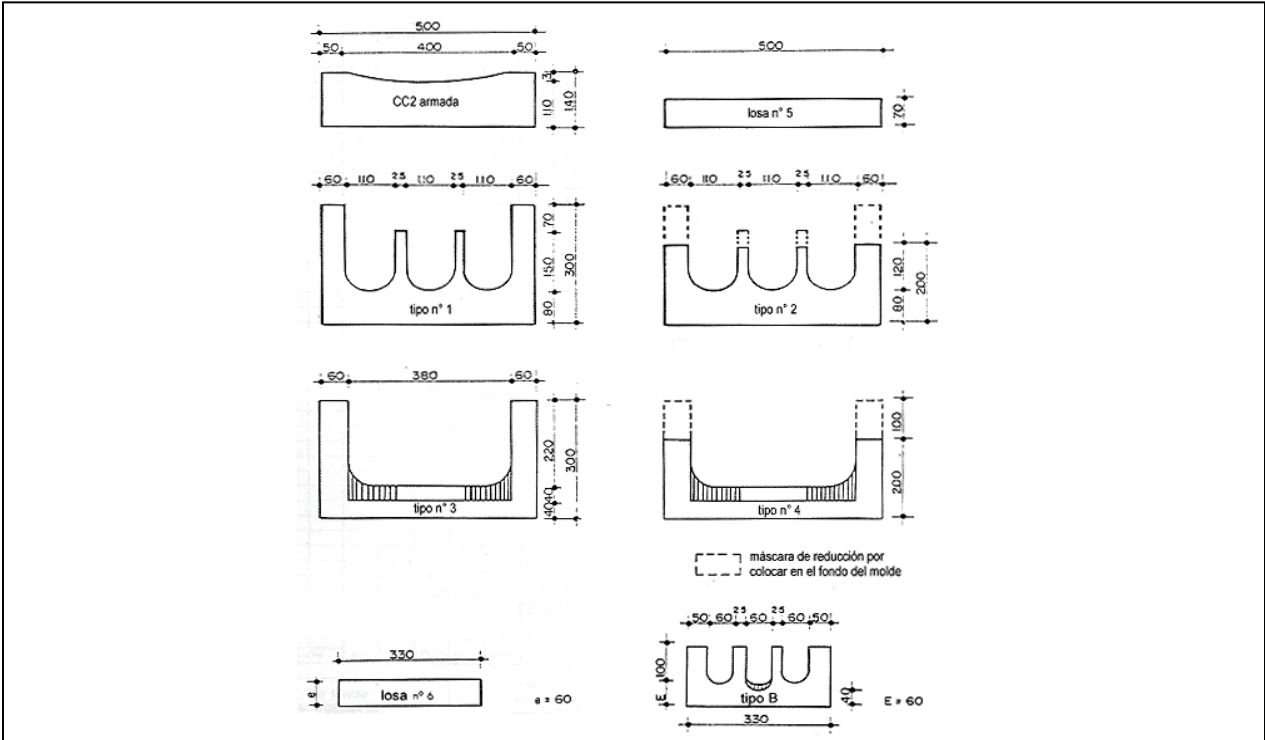


Figura B.515 - PIEZAS PREFABRICADAS TIPO PARA LA CONFORMACIÓN DE BANQUETAS TÉCNICAS O CANALILLOS TÉCNICOS – Fuente: *La Coordination Technique, Recommandation pour la Coordination des V.R.D. dans les Opérations d'Aménagement, les Réseaux en Ouvrage; Edit. Service Technique de L'Urbanisme – MELATT, 1987; p. 57*

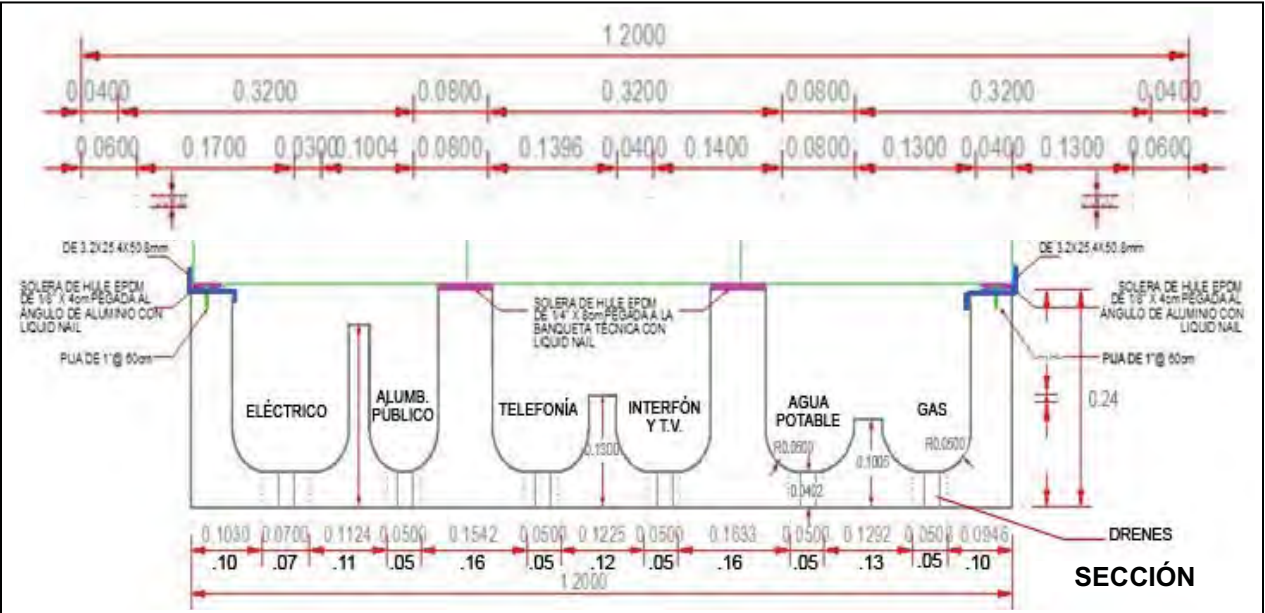


Figura B.516 - EJEMPLO DE BANQUETA TÉCNICA - Electricidad, agua potable, aguas pluviales, telefonía, gas, etc.



Figura B.517 - EJEMPLOS DE SECCIONES DE CANALILLOS TÉCNICOS – Fuente: *La Pratique des V.R.D. dans les Opérations d'Habitat à Faible ou Moyenne Densité; Jean-Eudes ROULLER, Georges Mercadal et Pierre Richard; Edit. Le Moniteur, 1982 – p. 175*

Las *galerías técnicas* que pueden recorrerse internamente por personal de mantenimiento, son soluciones que, con el mismo concepto que las banquetas y los canalillos técnicos, alojan todas las redes e instalaciones urbanas troncales de grandes conjuntos habitacionales o de ciudades. Se conectan con las banquetas técnicas o con redes enterradas que alojan instalaciones diversas de servicio a zonas o agrupamientos urbanos más reducidos.

Es una alternativa aún no utilizada en conjuntos de vivienda en México pero muy utilizada en países industrializados desde el siglo XIX y puede ser adoptada tomando en consideración los actuales medios de prefabricación y de construcción disponibles.

En la siguiente figura se dan algunos ejemplos de este tipo de soluciones.

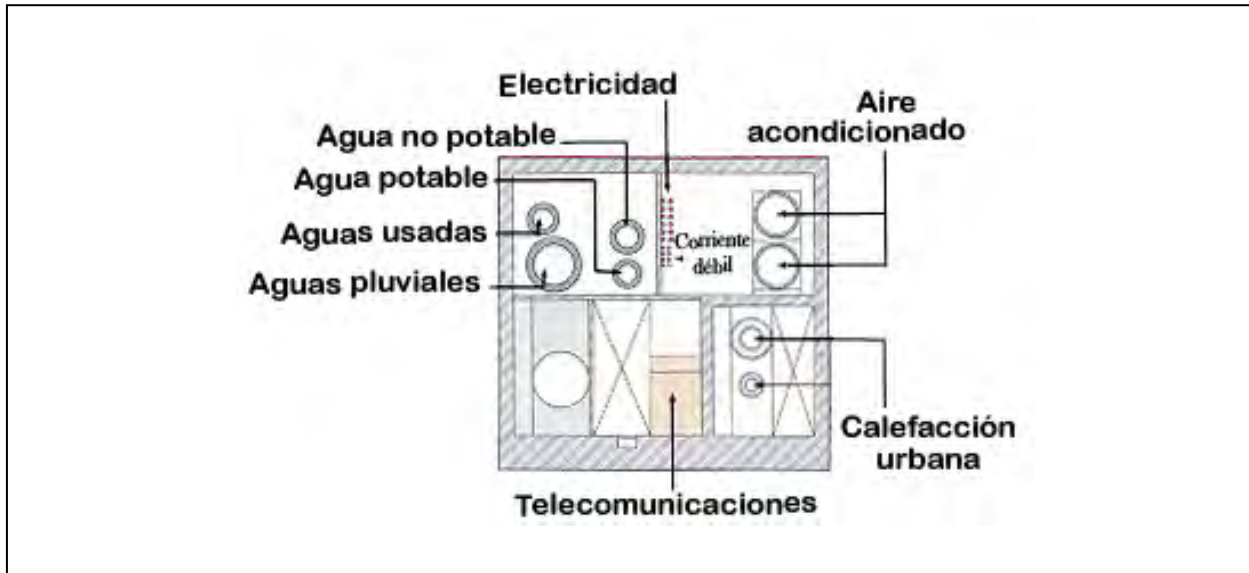


Figura B.518a.- Ejemplo de galería técnica en calle Tolbiac Norte, París

Ref. SEMAPA, Le Moniteur 2 de diciembre 1994 ; p. 65



Figura B.518b.- Para evitar perforaciones a las paredes de la galería técnica y conservar su estanqueidad, los apoyos de las tuberías van adheridos con un pegamento químico resistente a los golpes de ariete y a las vibraciones de la tubería - *Ref. SEMAPA, Le Moniteur 2 de diciembre 1994 ; p. 65*

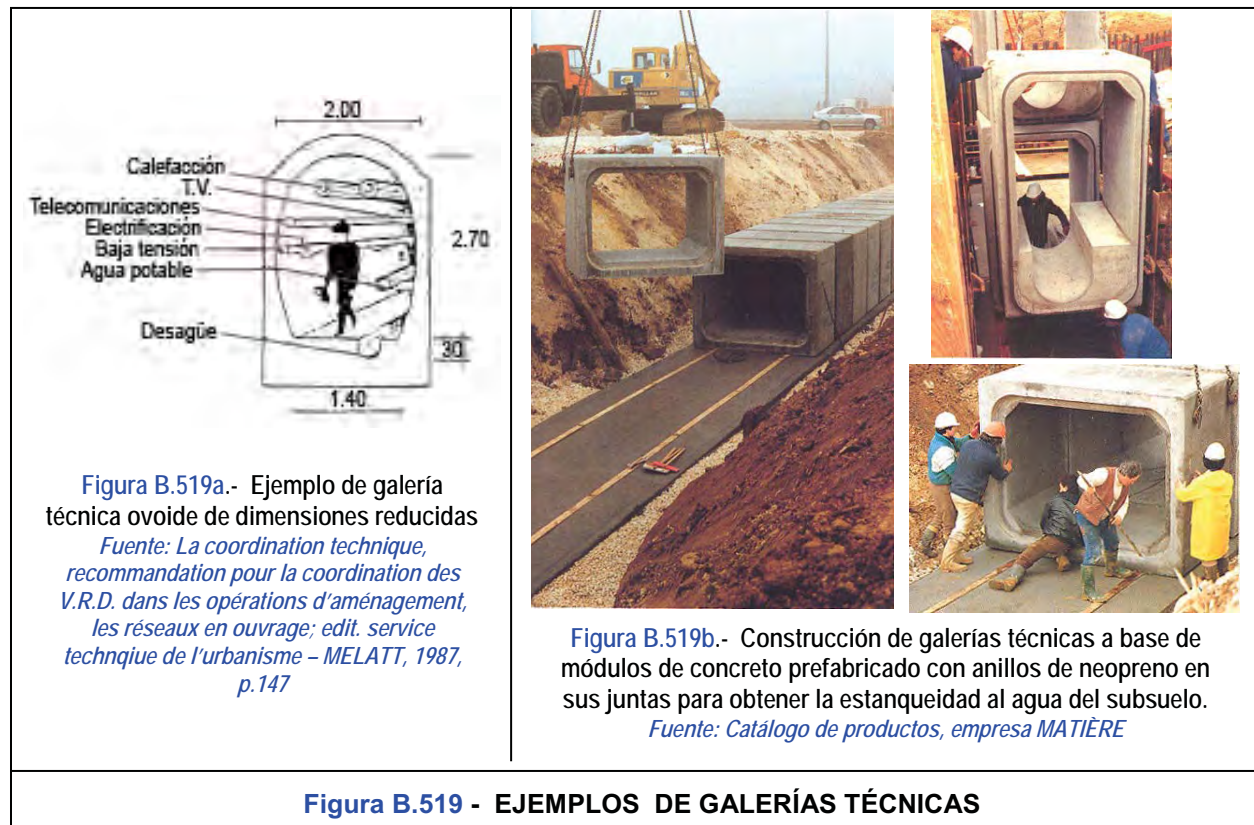
Las galerías técnicas permiten dar fácil y económico mantenimiento a las redes urbanas e instalaciones de todo tipo sin afectar las actividades peatonales ni vehiculares, cambiar o incrementar la cantidad de redes, independizar su proceso de montaje de otras obras evitando interferencias y eventuales accidentes. Como las redes también se independizan del suelo no quedan sometidas a las cargas vehiculares, a las deformaciones del subsuelo ni a la infiltración de agua freática.

La aplicabilidad potencial de las galerías técnicas se limita a muy grandes conjuntos habitacionales pero su concepto, aunado al concepto de banqueta técnica, debe de verse como una nueva posibilidad de resolver el diseño y la ejecución de redes urbanas.

Las banquetas y las galerías técnicas quedarán definidas en geometría y dimensiones en un proyecto específico en función del tipo, la cantidad y las secciones de las redes que vayan a alojar.

La *galería técnica visitable* es costosa pero se justifica cuando se tienen instalaciones complejas, en densas áreas urbanas donde se causarían costos altos y perjuicios por remodelación o cambios en las redes y donde se dificulte su reinstalación o modificación.

Las galerías generalmente se construyen de concreto armado colado in situ o están constituidas de elementos prefabricados yuxtapuestos que en algunos casos pueden ser tubos de concreto de gran diámetro o piezas de sección rectangular.



4.- REGISTROS PREFABRICADOS Y POZOS DE VISITA

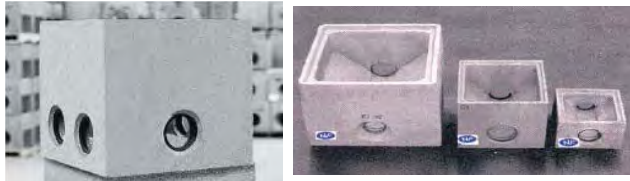

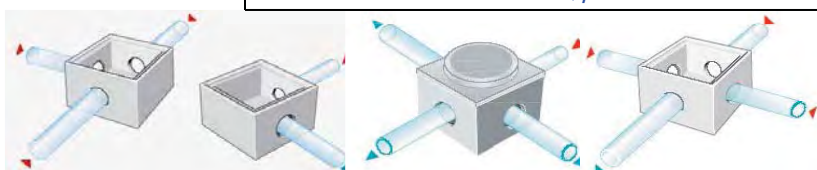




Los Registros Sanitarios, los Pozos de Visita, las Cajas de Válvulas, los Registros Eléctricos y de Corriente Débil (T.V., teléfono, etc.) así como alcantarillas, canalillos con rejillas de tormenta, etc., deben considerarse como componentes de los sistemas de redes exteriores y, en algunos casos, interiores.

Todos estos componentes, al igual que las tuberías mismas y las juntas que permiten un embone hermético de toda la red, deben ser estancos así como resistentes a las acciones mecánicas y a las agresiones químicas de los fluidos que conducen.

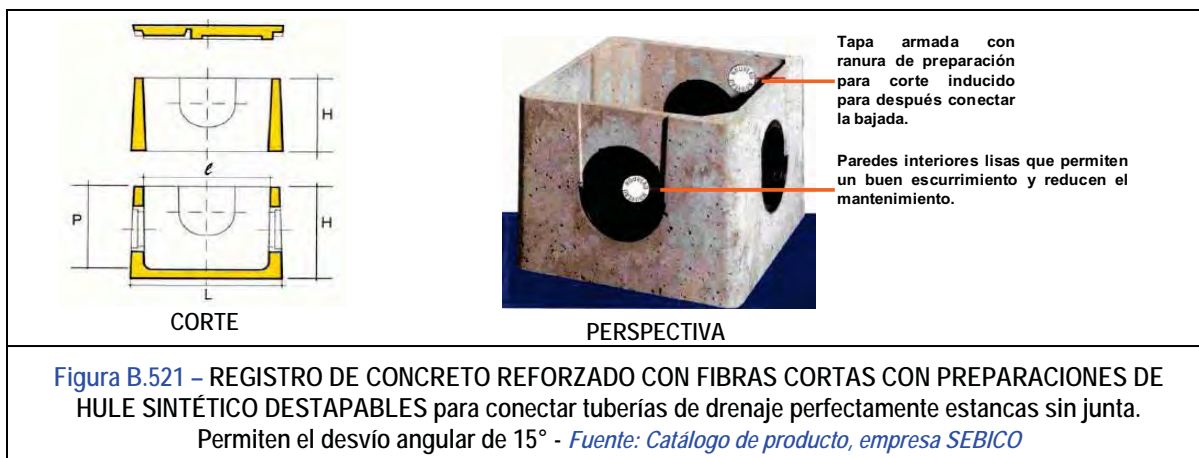
En los países de alto desarrollo tecnológico existe una industria madura especializada en la fabricación estandarizada de este tipo de componentes hechos principalmente de concreto simple o armado (con fibras cortas, fibras largas, acero electrosoldado o ambos materiales), concreto polimérico y plástico. En todos los casos, las normas que les son aplicables aseguran un excelente desempeño a través de su vida útil.

Para adecuarse a las diferentes profundidades de arrastre, a las diversas necesidades de trayectorias y de diámetros de conexión de las tuberías con las que interactúan, la concepción de los registros de los pozos de visita y de otros tipos de cajas enterradas está pensada como meccano formado por piezas a ensamblar (principalmente de tres tipos: bases o elementos de fondo, anillos de adecuación de altura y remates acampanados o losas-brocal que incluyen su tapa) y por opérculos preparados para poderse abrir para la colocación de las juntas de hule y el ensartado del extremo de los tubos o por huecos con la junta o anillo de hule integrado en la fabricación o colocado posteriormente.

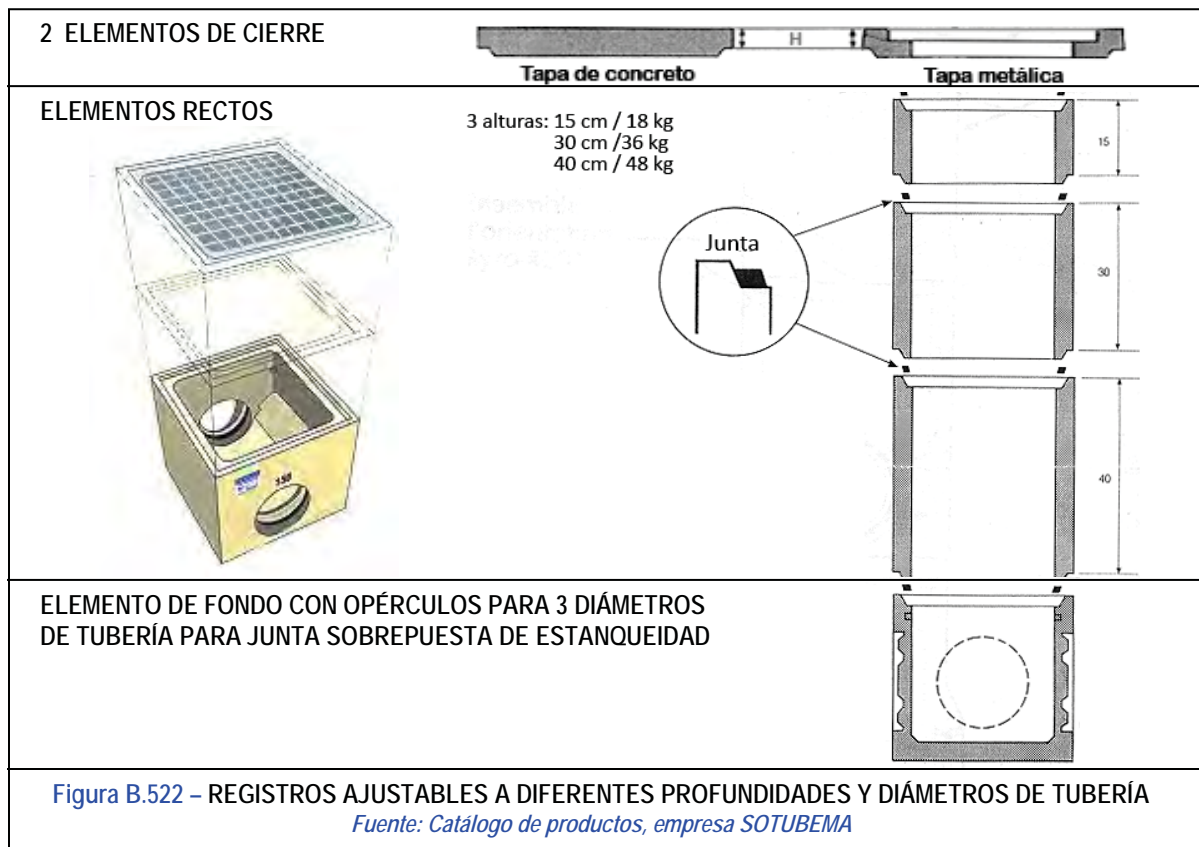
En las siguientes figuras se muestran algunos ejemplos de registros de concreto y de plástico, los cuales son los más utilizados.

	 <p>Registro con rejilla para retención de basura Diseño cuadrado Diseño octogonal</p>
<p>Figura B.520a - VARIEDAD DE TAMAÑOS Fuente: <i>Exécution des travaux d'assainissement - T94 ; FIB, CIMBÉTON, CERIB ; p. 66 y 93</i></p>	<p>Figura B.520b - OPCIONES DE FORMA Fuente: <i>Ouvrages d'assainissement en béton - T94 ; CERIB, FIB, CIMBÉTON ; p. 24</i></p> 
<p>Tapas</p>  <p>Anillos (con varias alturas posibles)</p>  <p>Elementos de fondo</p> 	<p>Figura B.520c - OPCIONES DE CONEXIÓN DE TUBERÍAS - Fuente: <i>Guide pratique des produits en béton pour la maison individuelle, CERIB, FIB, CIMBÉTON, 2005 ; p. 110 y 112</i></p>
<p>Figura B.520d - MODULARIDAD E INTERCAMBIABILIDAD DE PARTES Fuente: <i>Guide pratique des produits en béton pour la maison individuelle, CERIB, FIB, CIMBÉTON, 2005 ; p. 115</i></p>	
	<p>Figura B.520e - DIFERENTES OPCIONES DE ACABADO Y DE FUNCIÓN DE TAPAS así como diseños especiales de registros (decantadores, trampas de grasa, etc.) Fuente: <i>Catálogo de productos, empresa SABLEA</i></p>

A través de varios años se ha tenido un refinamiento notable en los diseños de registros, lográndose en unos casos solidez y ligereza, adecuación a las geometrías condicionadas en los proyectos y diversidades de usos para todo tipo de instalaciones. En las siguientes figuras se ilustran algunos de estos casos:



Realizado con concreto de alta resistencia es dos o tres veces más ligero que un producto tradicional equivalente con características mecánicas idénticas. Superficie lisa que favorece la estanqueidad y el escurrimiento. Sus cuatro opérculos para recibir tubería (juntas de hule sintético) tienen 4 preparaciones de corte para diámetros 100, 125, 160 y 200 mm. Existen también registros modulares en profundidad con un peso en las piezas que los conforman que va de 15 kg a 50 kg, lo cual permite su colocación manual. También hay soluciones de piezas cuyo peso alcanzan los 225 kg que hacen imprescindible el montaje con ayuda de equipo de obra.



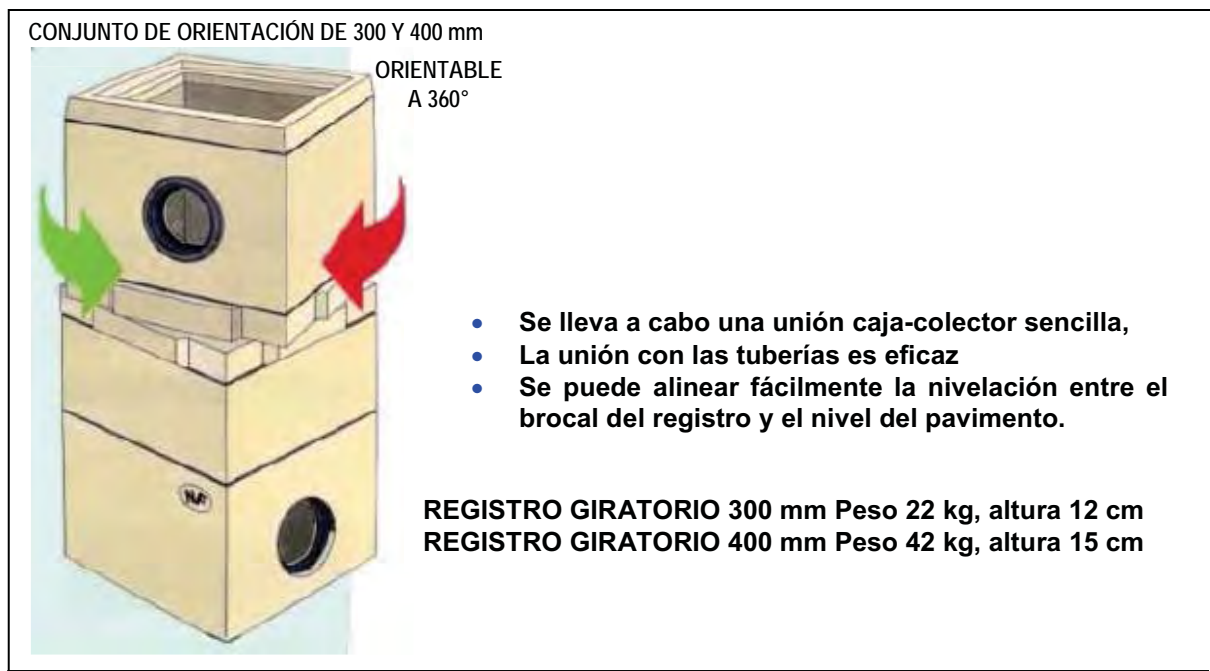
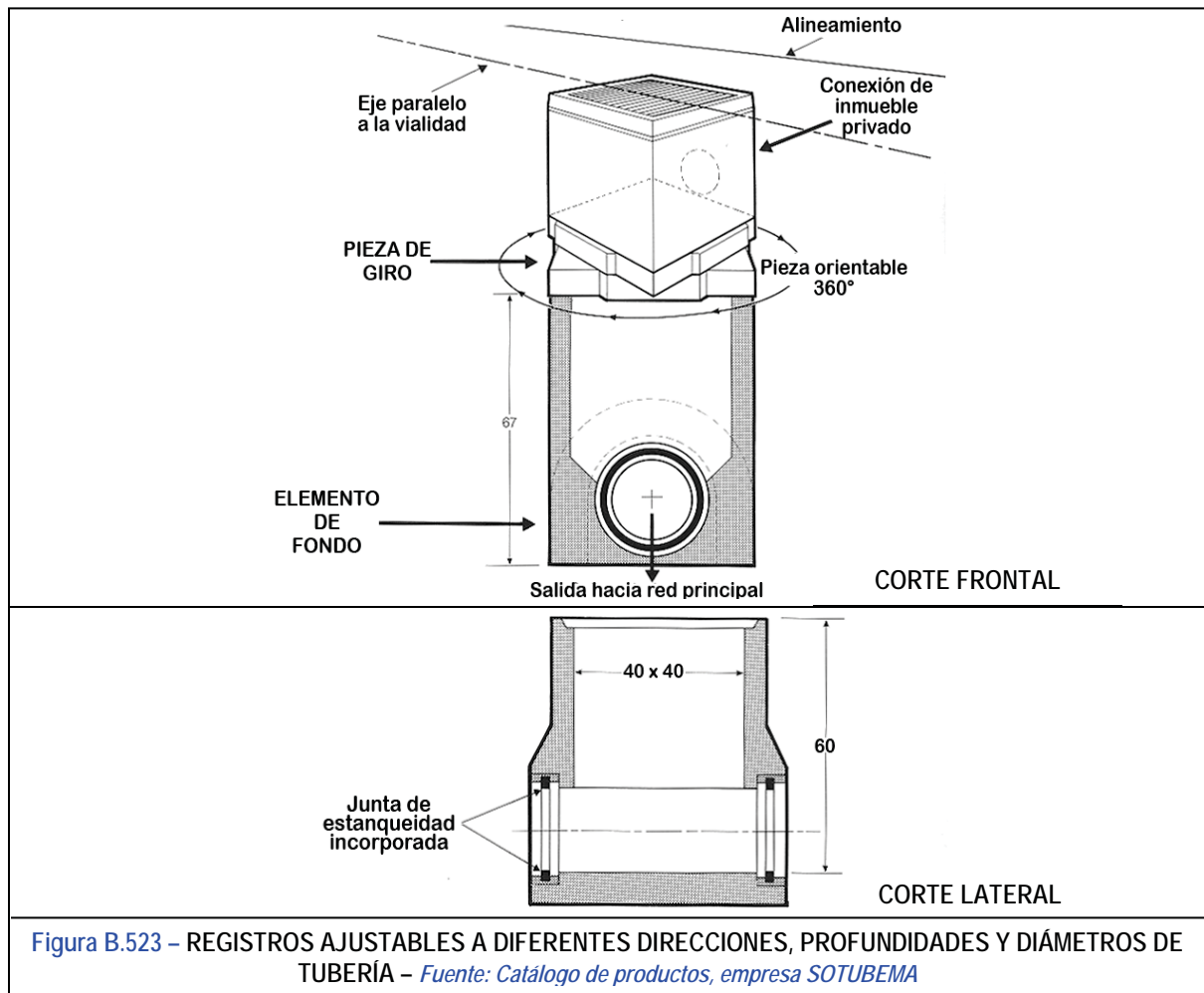


Figura B.524 – REGISTRO CON ANILLO DE CONCRETO GIRATORIO PARA PERMITIR CONEXIONES EN ÁNGULO CON LA TUBERÍA - Fuente: Catálogo de productos, empresas BLARD y SOTUBEMA

Colocación de registros de concreto.

Los procesos de colocación de los registros precolados y de su conexión con las tuberías se simplifica notoriamente si se compara con la ejecución artesanal de registros hechos con ladrillo, aplanado pulido interior, colocación y nivelación de marco, contramarco y tapa difícil de controlar en términos de calidad y de productividad. El trabajo de colocación de registros precolados se hace en seco, con acciones de simple y rápido ensamblado de partes ligeras y precisas.

La colocación de los registros y sus juntas se llevará a cabo de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

La conexión del tubo al registro deberá ser flexible y estanca. Queda prohibida la conexión con mortero.



El relleno y la compactación, en el perímetro de registros o de pozos de visita, se efectúan por capas sucesivas de manera simétrica sobre todo su contorno con objeto de equilibrar los esfuerzos transmitidos al elemento.

Figura B.525a – La CAMA DE ARENA a utilizar tendrá las características idénticas a las de las tuberías – Fuente: *Exécution des travaux d'assainissement; FIB, CERIB, CIMBÉTON; p. 11*

Proceso de colocación

<p>1</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>4</p>
<p>En función del nivel de evacuación del drenaje y del tipo de suelo hay que hacer una plantilla o cama de arena compactada o de concreto pobre.</p>	<p>Con un martillo botar la tapa de la preparación de plástico al diámetro requerido.</p>	<p>Colocar el registro sobre el eje de la bajada de desagüe y conectar las eventuales entradas y salidas de tubería de drenaje.</p>	<p>Se simplifica significativamente el embonado de la tubería en los registros al utilizar anillos de hule de triple labio.</p>
<p>5</p>	<p>6</p>	<p>7</p>	<p>8</p>
<p>Instalar la tapa sobre una cama de arena, retirar la parte preparada con el corte inducido con un martillo.</p>	<p>Colocar la bajada y la tapa</p>	<p>Colocar el registro sobre el eje de la bajada de desagüe y conectar las eventuales entradas y salidas de tubería de drenaje.</p>	<p>Se simplifica significativamente el embonado de la tubería en los registros al utilizar anillos de hule de triple labio.</p>

Figura B.525b – Para este tipo de piezas es muy importante cuidar la ligereza de cada módulo a montar. El rango de peso puede ser de 20 a 25 kg – Fuente: *Catálogo de producto, empresa SEBICO.*

La actual reglamentación exige mayores dimensiones de ancho y largo a medida en que la profundidad se incrementa.

Hay tres rangos de profundidades y de dimensiones mínimas correspondientes.

De 0 a 1.00 m	.40 m	.60 m
De 1.00 a 2.00 m	.50 m	.70 m
De 2.00 a mayores	.60 m	.80 m

Las dimensiones de los registros y de sus tapas pueden dimensionarse tomando en cuenta también el diseño de los pavimentos y la congruencia con las tapas de los registros así como las nuevas tecnologías de limpieza y mantenimiento.

Se pueden diseñar registros de concreto para todo tipo de instalaciones en incluso registros para instalaciones múltiples como los mostrados en la siguiente figura B.526. La ventaja de los registros de concreto es que pueden prefabricarse con diferentes diseños y dimensiones con anillos para la adecuación a las profundidades necesarias por la pendiente y, en cantidades reducidas aplicables a un proyecto o a una cantidad limitada de proyectos sin necesidad de depender en todos los casos de una infraestructura industrial de suministro.

Figura B.526a – REGISTROS ESPECIALES PARA CANALIZACIONES TELEFÓNICAS
Fuente: SOTUBEMA

Figura B.526b CAJA DE VÁLVULAS **Figura B.526c REGISTRO ELÉCTRICO**

Figura B.526d– REGISTROS DE CONEXIONES PARA INSTALACIONES DE VOZ Y DATOS - Fuente: SOTUBEMA

Figura B.526e – REGISTROS UNIDOS

Figura B.526f – REGISTRO MÚLTIPLE

Figura B.526 – REGISTROS Y CAJAS DE DISEÑO PARTICULARIZADO
Fuente: Catálogo de producto, registro MULTIREG, empresa CELTYS

Existe la opción de utilizar registros de plástico.

El plástico ofrece grandes ventajas en términos de higiene, resistencia a sustancias químicas agresivas, facilidad de limpieza, bajo coeficiente de fricción, ligereza, estanqueidad, durabilidad y facilidad y rapidez de colocación.

En caso de ubicarlos bajo cargas vehiculares, habrá de tomarse en cuenta una solución adecuada para evitar dañarlos.

Se muestran a continuación, en las siguientes figuras **B.527a, b, c, d, e y f** las características de este tipo de registros y de su proceso de colocación.



Figura B.527a – DIFERENTES OPCIONES POSIBLES DE DISEÑO

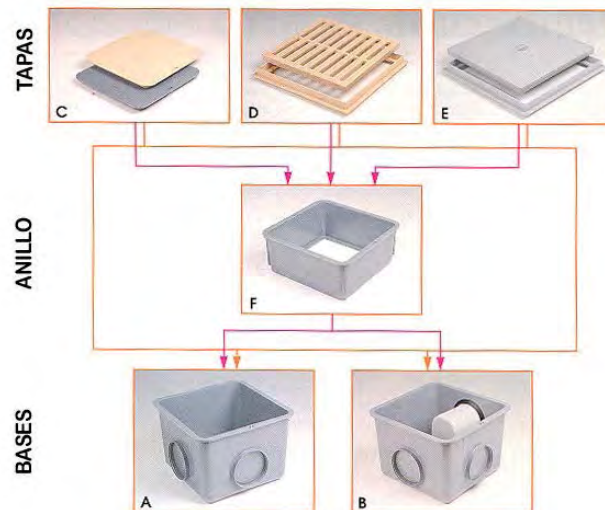


Figura B.527b – UNIÓN POR CLIPSAJE DE LAS PARTES DEL REGISTRO

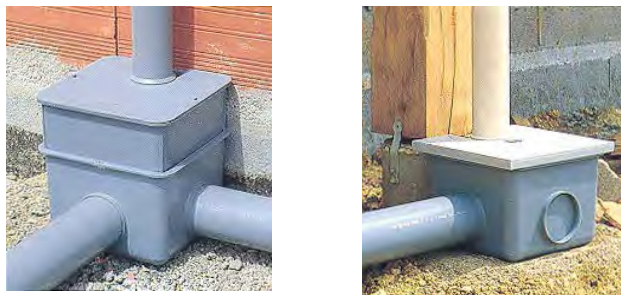


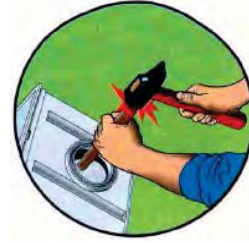
Figura B.527c – EMPLEO DE REGISTROS DE PLÁSTICO EN BAJADAS DE AGUA PLUVIAL

Figura B.527-A – REGISTROS DE PLÁSTICO EN DRENAJE SANITARIO

Ref. Catálogo de Productos, Empresa NICOLL



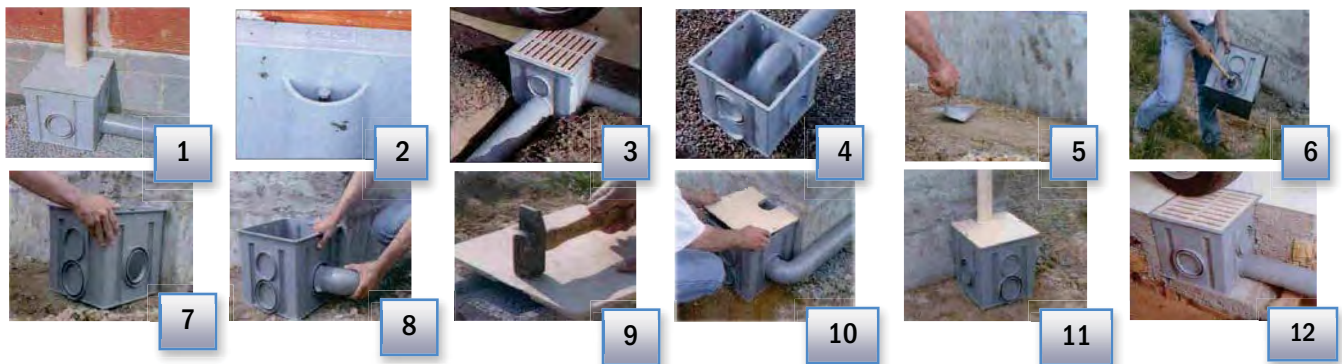
Ligero, completo, práctico, rápida colocación en obra, con junta hermética a la canalización.



Se abre el orificio a conectar con la tubería, con la acción de un solo golpe de martillo

Figura B.527d – VENTAJAS DE LOS REGISTROS DE PLÁSTICO ENTERRADOS

Proceso de colocación de registros de plástico en obra



1. Al pie de una bajada con tapa.
2. Anclaje posible al muro con dos pernos.
3. Como registro de patio.
4. Para crear un sifón incluyéndole un codo con sello de agua.
5. En función del nivel de evacuaciones y del piso terminado establecer una base de arena compactada o una plantilla de concreto pobre.
6. Abrir con el martillo los hoyos de conexión a utilizar.
7. Colocar el registro al eje de la bajada; eventualmente, sobreponerle uno o varios realces.
8. Conectar las entradas eventuales y salidas. Se puede hacer la estanqueidad con una junta de sellador de silicón.
9. Retirar la preparación de corte de la tapa (diámetro correspondiente con martillo).
10. Colocar en su lugar a la tapa-
11. Colocar bajada.
12. Colarle concreto para una resistencia hasta 1.5 ton. por rueda en los casos de tapa o rejilla en zonas de circulación vehicular.

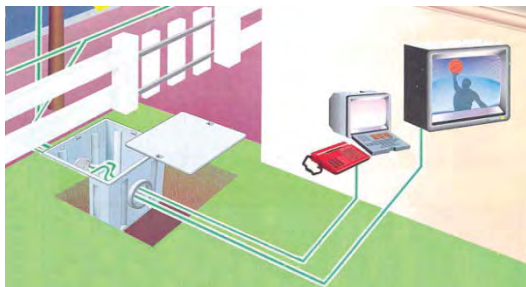
Figura B.527e – UTILIZACIÓN DE REGISTROS DE PLÁSTICO EN DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL

Figura B.527-B – REGISTROS DE PLÁSTICO EN DRENAJE SANITARIO

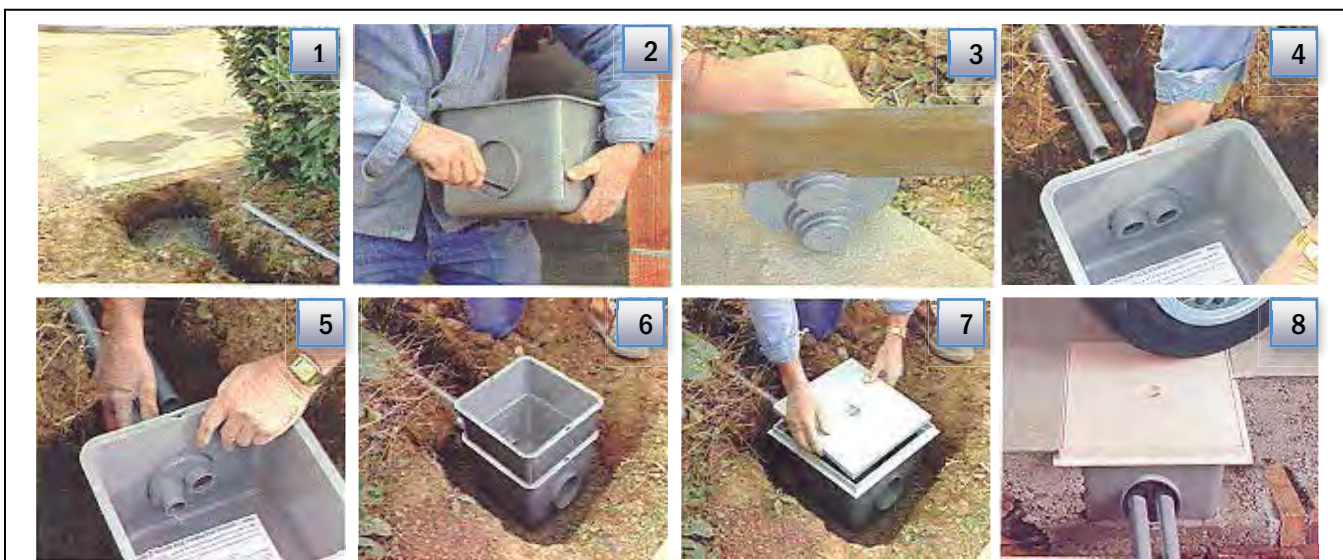
Ref. Catálogo de Productos, Empresa NICOLL

Los registros son ampliamente utilizados en interiores y exteriores inmediatos de las edificaciones generalmente hasta las zonas de conexión con las redes de urbanización.

Es posible utilizar también registros de plástico para instalaciones de corriente débil (voz y datos) de T.V., intercomunicación y telefonía. A menos que esté claramente especificado lo contrario, en el tipo de material utilizado para registros, no es conveniente utilizar registros de plástico en redes eléctricas por la posible propagación de fuego originado por un corto circuito.



- A. Base con tapones para conexión eléctrica (30x30cm ó 25x25cm)
- B. Aumento con opciones de altura hasta más de 15cm
- C. Tapa de cierre por clipsaje
- D. Tapa con marco para resistir una carga de 1.5 T si el registro está recibido perimetralmente con concreto.



COLOCACIÓN EN OBRA

1. Plantilla de concreto o caja de arena nivelada en función de los niveles del proyecto como apoyo previsto para la colocación del registro.
2. Cortado de opérculos como preparación de conexiones.
3. Recorte de tapones al diámetro de la canalización de llegada al registro.
4. Colocación de tapón sobre las canalizaciones y posterior embonado con el registro.
5. Colocación de monitores de canalizaciones.
6. Colocación de pieza de aumento de altura (12.5 cm).
7. Colocación de tapa (con o sin marco).
8. Empacado perimetral del registro de plástico con concreto para obtener una resistencia de hasta 1.5 T por rueda con la tapa adecuada.

Figura B.527f – UTILIZACIÓN DE REGISTROS DE PLÁSTICO PARA INSTALACIONES DE CORRIENTE DÉBIL

Figura B.527-C – REGISTROS DE PLÁSTICO
Ref. Catálogo de Productos, Empresa NICOLL

Los *pozos de visita*, que cumplen funciones similares a los registros, se utilizan para la interconexión, la inspección, el mantenimiento y el arreglo de las redes urbanas de conjuntos habitacionales y de vialidades urbanas.

Los pozos de visita, por su mayor profundidad requerida, necesitan permitir el acceso a su interior de una persona en la mayoría de los casos; sin embargo, hay pozos que por tener su base más cerca de la superficie pueden tener dimensiones más reducidas.

Se han identificado tres diámetros en el caso de pozos cilíndricos:

- Si el diámetro D es < 800 mm: Se puede sustituir por un registro o una caja para ramales o inspección (permite introducir el equipo pero no permite el acceso del personal).
Su colocación por encima de una canalización principal queda reservada a casos especiales (saturación de espacio, etc.)
- Si el diámetro D es $800 \text{ mm} \leq D < 1000$ mm: Puede también sustituirse por un registro con acceso para limpiar e inspeccionar (posibilidad ocasional para que pueda una persona tener acceso).
- Si el diámetro D es ≥ 1000 mm: Se debe utilizar un pozo de visita (accesible al personal para los trabajos de mantenimiento).

Los pozos de visita aún se fabrican artesanalmente con ladrillo colocado a tizón y se aplanan interiormente dejando un acabado pulido; se forja la media caña o los canales abiertos en el fondo para la conducción del flujo del agua y la recibida del (de los) tubo(s) entrante(s) y tubo(s) saliente(s). Esta solución constructiva no garantiza, a través del tiempo, la hermeticidad indispensable que evite la contaminación por y hacia el suelo y, eventualmente, su socavación.

Los pozos de visita fabricados con piezas modulares de concreto selladas en sus uniones y en la interfaz con la tubería con juntas de hule sintético que respetan las normas de calidad existentes sí garantizan la hermeticidad y la estanqueidad propia incluso existiendo movimientos y deformaciones del suelo por asentamientos.

Los tipos básicos de piezas que conforman un pozo de visita de concreto prefabricado son:

El elemento de fondo también llamado base (Figura B.528), eventualmente se colocan losas de conexión (cuando los elementos de fondo son mayores porque reciben tubos de gran diámetro - ver Figura B.533), los elementos rectos o anillos (con diferentes alturas opcionales), las reducciones troncocónicas (simétricas o asimétricas) o, en su lugar, una losa o un brocal reductor para pozos de visita de poca profundidad y, finalmente, se puede utilizar una pieza o varias piezas de ajuste de nivel del diámetro del marco y de la tapa. Para acceder y bajar por su interior se insertan escalones tipo grapa de hierro fundido o de material sintético.

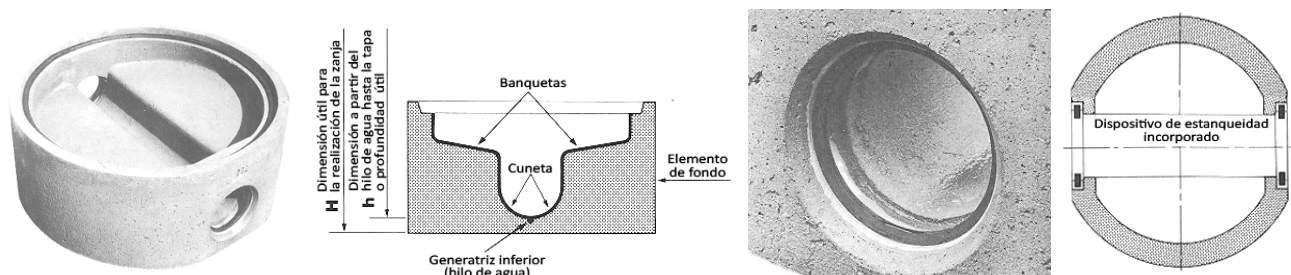


Figura B.528 – BASE O ELEMENTO DE FONDO DE UN POZO DE VISITA DE CONCRETO PREFABRICADO

Fuente: Catálogo de productos, empresa SABLEA

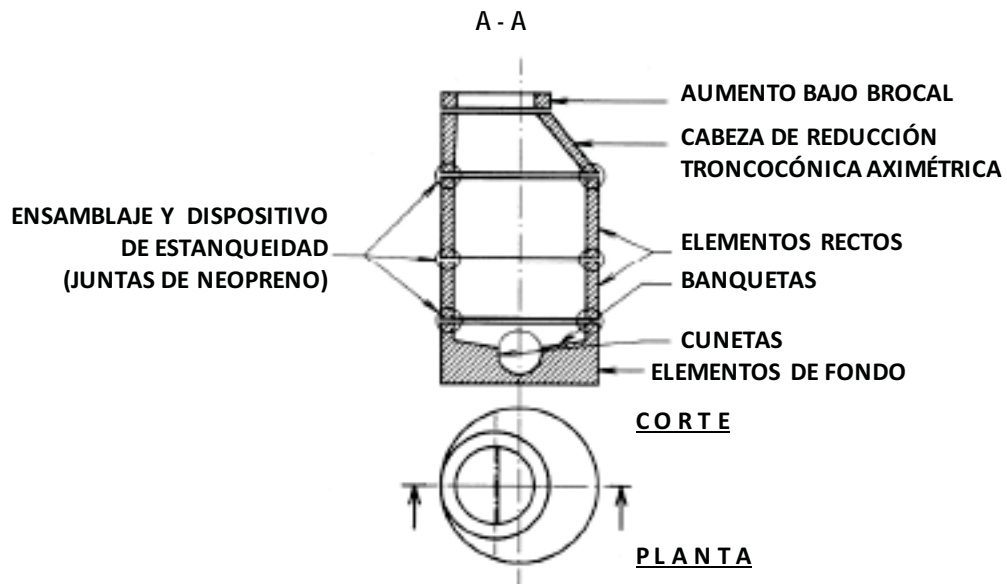


Figura B.529a – POZOS DE VISITA DE SECCIÓN CIRCULAR DE 1.00 m ϕ
 $\sigma = 20 \text{ m } \phi$

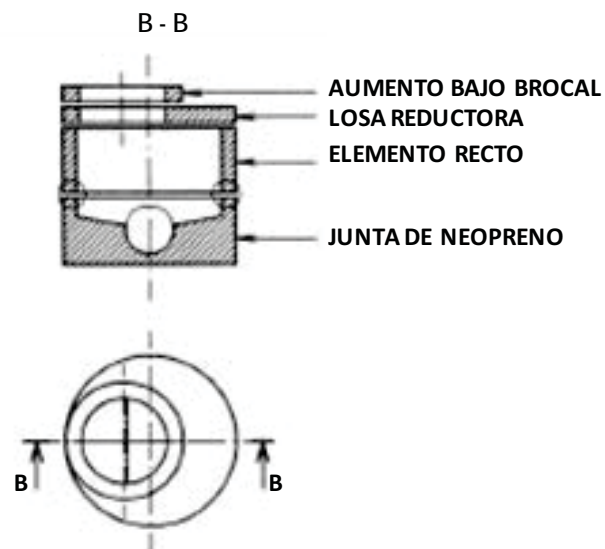
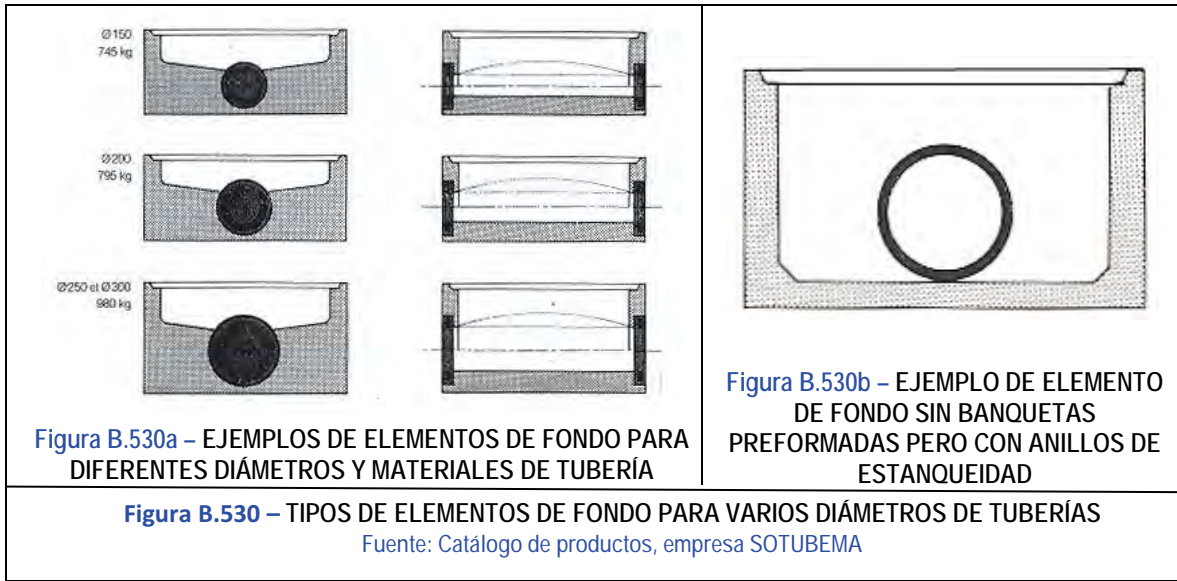


Figura B.529b – CASO PARTICULAR: POZOS DE POCA PROFUNDIDAD DE 1.00 m ϕ
(un solo elemento recto más un elemento de fondo)

Figura B.529 – PARTES CONSTITUTIVAS DE POZOS DE VISITA DE CONCRETO PREFABRICADO
Fuente: *Éléments fabriqués en usine pour regards de visite en béton, sur canalisations d'assainissement- Définitions, spécifications, méthodes d'essais, marquage, conditions de réception, 1990² - Norma NF P 16-342*
Figura 1; p. 8



También existen opciones de adaptación a varias conexiones de tubería y a cambios de dirección de cunetas en los elementos de fondo.



Figura B.531a – BASE CON CAMBIO DE DIRECCIÓN

Fuente: Ouvrages d'assainissement en béton – T94; CERIB, FIB, CIMBÉTON ; p. 38

La fabricación de estos elementos precolados se facilita usando moldes desmontables formados por una envolvente fija y constante de acero y moldes de plástico adecuados a los cambios de dirección requeridos.

La siguiente figura **B.531b** muestra las opciones más comúnmente utilizadas.

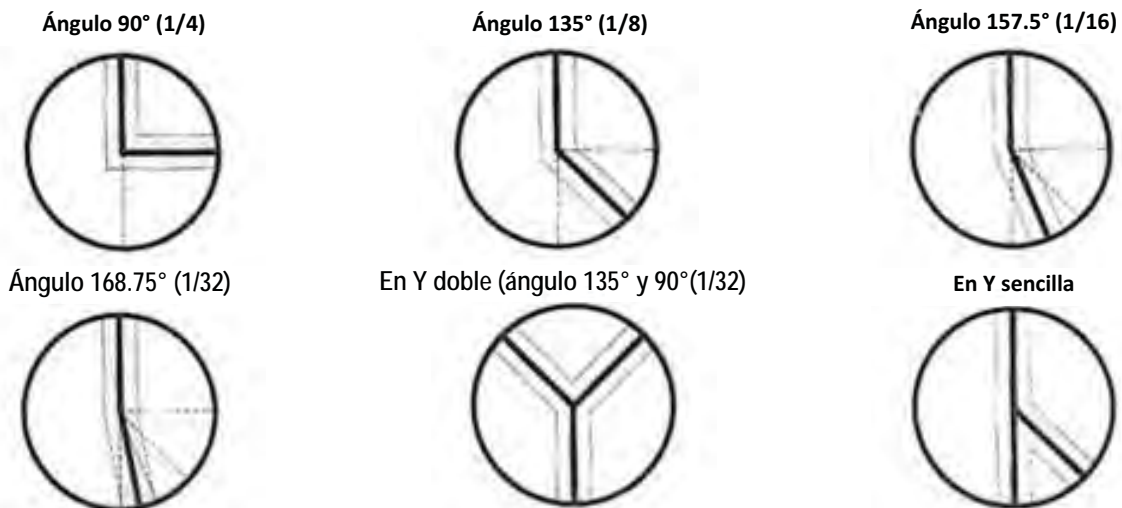


Figura B.531b – GAMA DE TIPOS DE CUNETAS PARA CAMBIOS DE DIRECCIÓN CON DISPOSITIVOS DE ESTANQUEIDAD INCORPORADOS [Pueden darse además soluciones particulares (conexiones adicionales, ángulos especiales, etc.)] - Fuente: Catálogo de productos, empresa SOTUBEMA

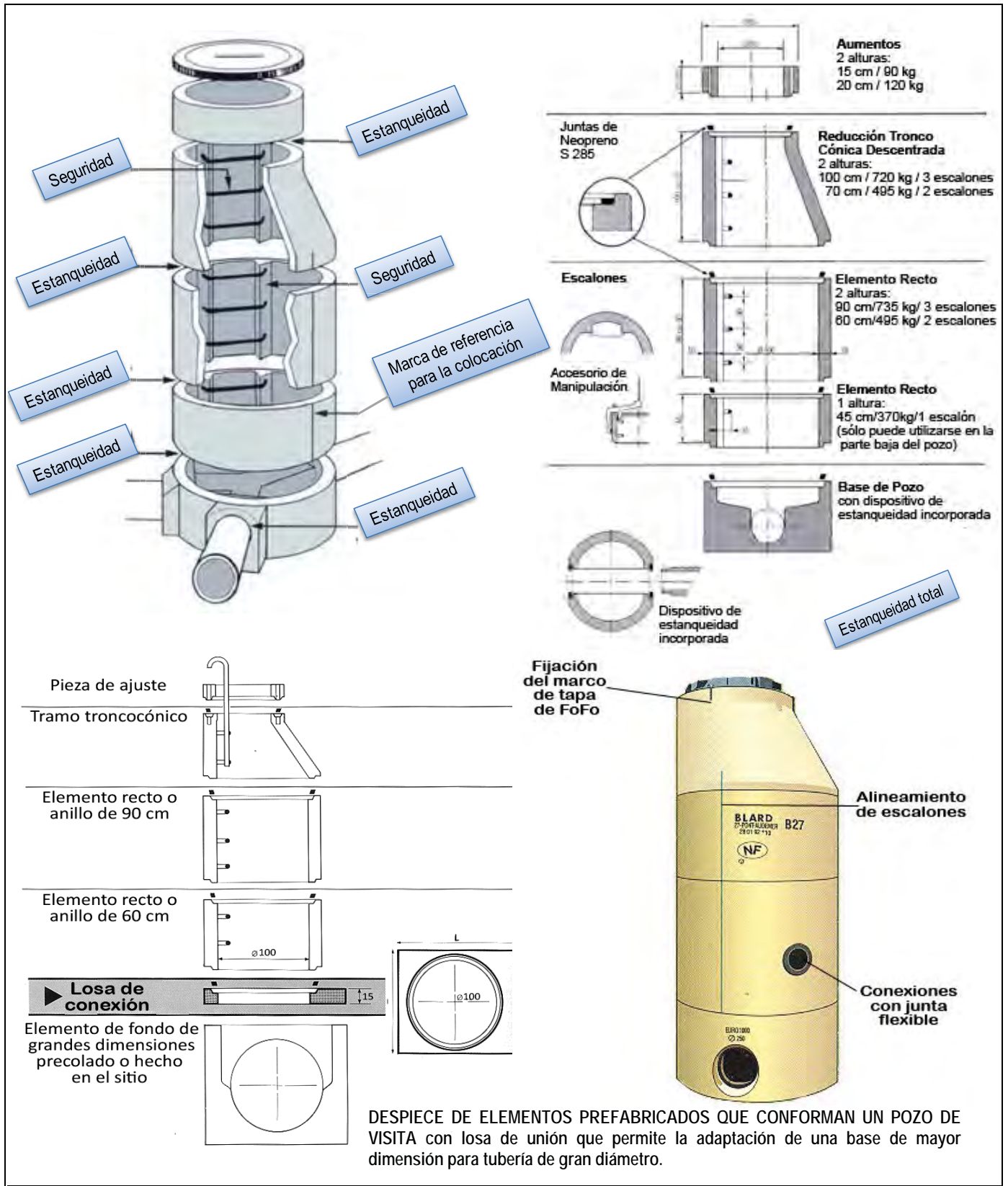


Figura B.532 – PARTES CONSTITUTIVAS PRINCIPALES DE LOS POZOS DE VISITA a base de elementos prefabricados - Ref. Catálogos de productos, empresas BLARD y SOTUBEMA

Los pozos de visita de poca profundidad donde se vuelve impráctico o imposible la colocación de la pieza troncocónica de remate para recibir la tapa y su marco disponen de una losa o brocal reductor.

Esta losa reductora tiene 15 cm de espesor, el hueco interior para recibir la tapa es excéntrico (como el de la pieza troncocónica normal y tiene 65 cm de diámetro y su diámetro exterior es el mismo que el de los elementos rectos (base y anillos).

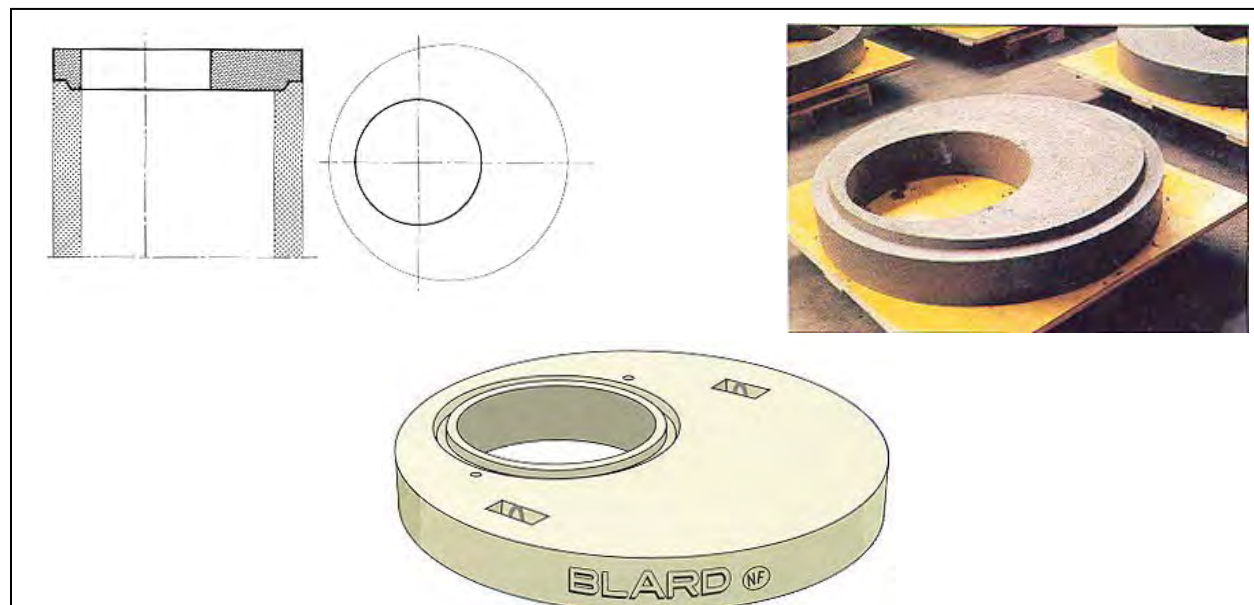


Figura B.533-A – DETALLES DE LOSA REDUCTORA PARA POZOS DE POCA PROFUNDIDAD

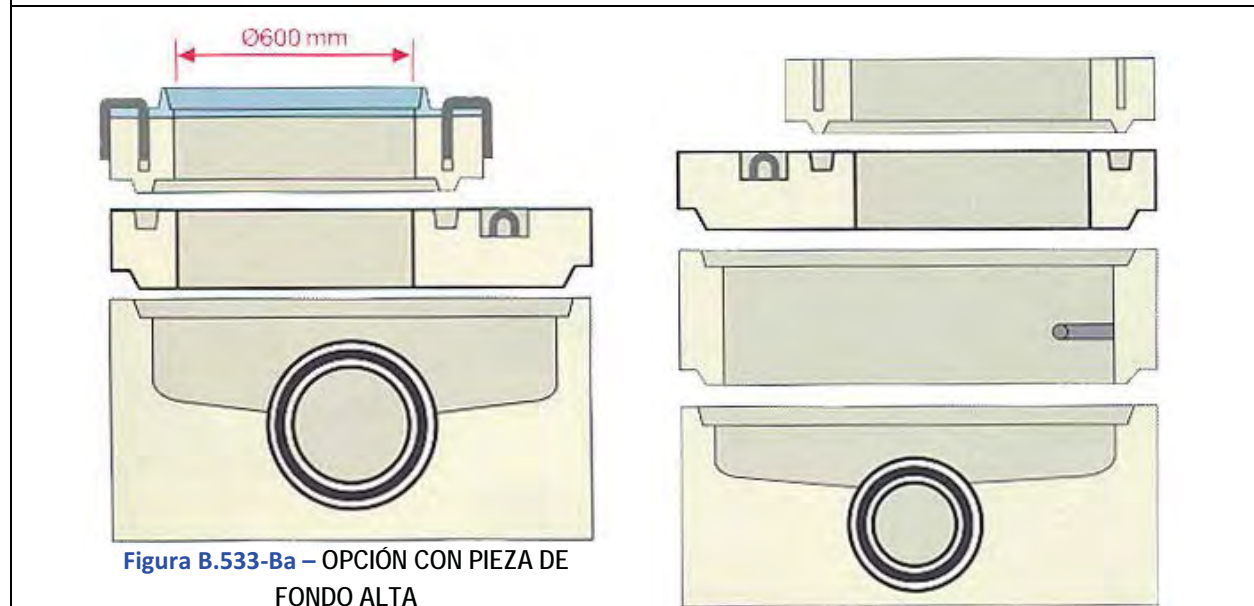


Figura B.533-Ba – OPCIÓN CON PIEZA DE FONDO ALTA

Figura B.533-Bb – OPCIÓN CON PIEZA DE FONDO NORMAL Y UN ELEMENTO RECTO

Figura B.533-B – EJEMPLOS DE POZOS DE VISITA DE POCA PROFUNDIDAD

Figura B.533 – POZOS DE VISITA DE POCA PROFUNDIDAD

Catálogo de productos, empresa BLARD

Montaje de pozos de visita de concreto prefabricado



Figura B.534 – MONTAJE DE POZOS DE VISITA DE CONCRETO PREFABRICADO

Sus componentes básicos son: la base de fondo, el anillo o elemento recto, la cabeza con reducción o cono y el ajuste para recibir la tapa. Todas las piezas quedan unidas por medio de juntas de hule que sellan por la acción del peso propio de todos los componentes del pozo.

Descripción del proceso de colocación y relleno perimetral de pozos de visita



Fuente: Ouvrages d'Assainissement en Béton – T94, CERIB, FIB, CIMBÉTON



Fuente: Exécution des travaux d'assainissement, CERIB, FIB, CIMBÉTON; p. 4

Figura B.535 – PARA ASEGURAR UNA CONEXIÓN FRANCA A 90° ENTRE BASE DE POZO DE VISITA Y TUBOS, algunos diseños de estas piezas tienen integrada una preparación recta aunque las juntas permiten desviaciones angulares.

Se recomienda realizar las conexiones con el pozo empleando tubos cortos con objeto de compensar los inevitables hundimientos diferenciales que se dan entre el pozo y las canalizaciones.



Figura B.536a – El relleno y la compactación se efectúan en capas sucesivas de la misma manera que en el caso de rellenos de trincheras de tubería.

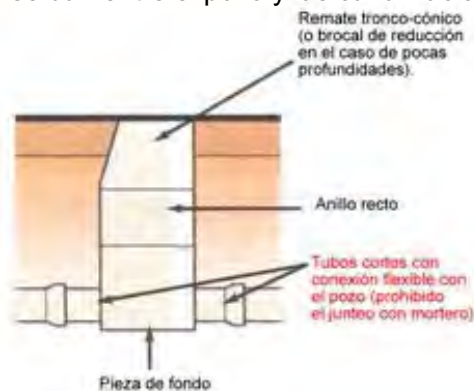


Figura 3.536c – TUBOS DE CONEXIÓN CORTOS

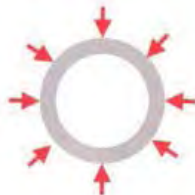


Figura B.536b – La colocación de cada una de estas capas debe hacerse simétricamente en todo el contorno del pozo con objeto de equilibrar los esfuerzos que se le transmiten

Figura B.536 – PROCESO DE RELLENO Y COMPACTACIÓN DE POZOS DE VISITA
Fuente: Exécution des travaux d'assainissement – FIB, CIMBÉTON, CERIB; p. 10 y 12

En los pozos de visita se da un detalle a resolver que generalmente se olvida o se menosprecia.

La igualación del nivel de la tapa del pozo con el pavimento que la bordea, por asentamientos del suelo a través del tiempo y por el re-encarpetado de pavimentos de asfalto que periódicamente se efectúa, va desapareciendo y se van creando diferencias de nivel que provocan el mismo o mayor efecto indeseable que los baches, perjudicando la suspensión de los vehículos así como potenciales accidentes en las personas por tropezones.

Los pozos de visita mismos quedan sometidos a sobrecargas dinámicas importantes por el peso concentrado de los vehículos poniéndose en riesgo la estanqueidad y la durabilidad.

La solución que normalmente se da para resolver este problema es el ajuste del brocal cada vez que ello lo requiera (durante el re-encarpetado o la re-nivelación del pavimento) lo cual a veces provoca la demolición y re-hechura parcial o total del brocal.

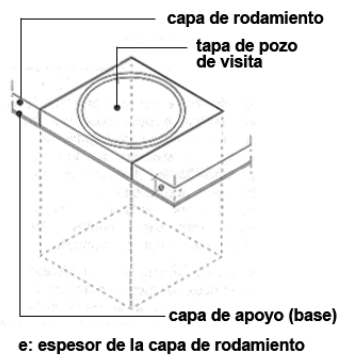


Figura B.537a – NIVELACION DE BROCAL DE POZO DE VISITA

Fuente: Guide pratique des VRD et aménagements extérieurs, Gérard KARSENTY, edit. Eyrolles, 2004, p. 167

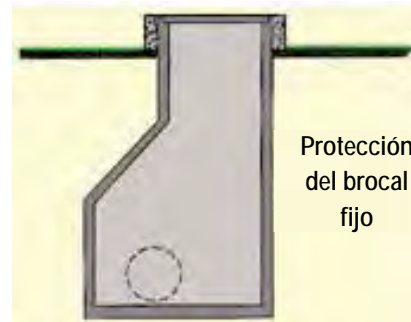


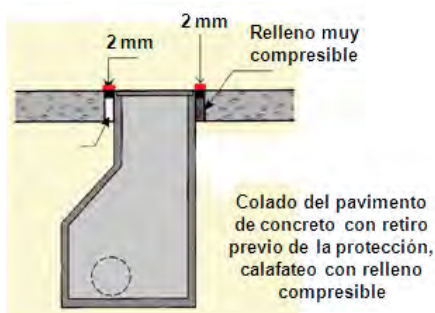
Figura B.537b – SELLADO CON MATERIAL COMPRESIBLE Y CALAFATEO DE RESPALDO EN EL FONDO DE LA JUNTA.

Fuente: Voirie urbaine, éditions WEKA, 2001

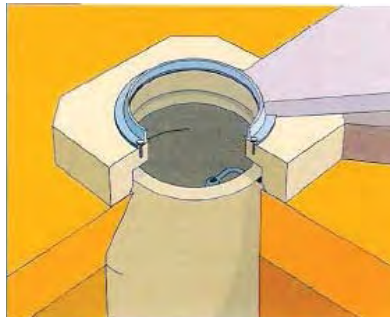
Figura B.537 – NIVELACIÓN PERIÓDICA DE BROCALES Y TAPAS DE POZOS DE VISITA

Esta solución tiene dos desventajas: La primera es que la periódica re-nivelación de los brocales no asegura que los pozos queden liberados de las sobrecargas vehiculares ni de las diferencias de asentamientos del suelo y la segunda es que en la realidad prácticamente no se tiene el cuidado de re-nivelar periódicamente los brocales y las tapas de registros y pozos de visita.

Una solución muy recomendable y obligatoria para el caso de pozos de visita de plástico consiste en emplear losas de brocal independientes y separadas completamente por aire o por separaciones calafateadas con un material compresible.



Fuente: Voirie urbaine – éditions WEKA, 2001



Ref. Catálogo de productos, empresa BLARD

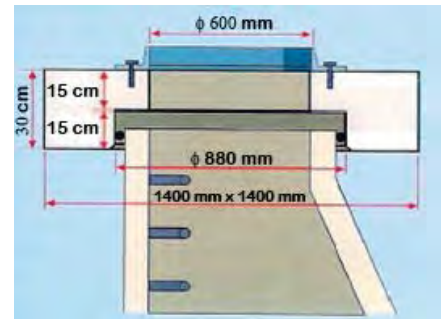


Figura B.538 – BROCAL, MARCO Y TAPA DE POZO DE VISITA CON ESPACIO DE AIRE Y JUNTAS FLEXIBLES PARA PERMITIR AJUSTES DE NIVEL

La ventaja de prever una separación de aire con o sin juntas de sellado en su totalidad se da por la facilidad en la nivelación por el simple desmontaje, la re-nivelación de la base del pavimento en el perímetro del pozo y la recolocación del brocal.

Para una adecuada adaptación visual y funcional con los diversos tipos de pavimentos, al brocal del pozo se le pueden adaptar tapas de diferente diseño y geometría según se requiera por estética (para adecuarse al despiece del adoquinado o del enlosado) o por facilidad constructiva (buscando remates rectos en vez de curvos).

La siguiente figura nos esquematiza diferentes tipos de tapas que pueden seleccionarse.



Figura B.539a – OPCIONES DE BROCALES Y TAPAS SOBRE POZOS DE VISITA

Fuente: Guide pratique des VRD et aménagements extérieurs, Gérard KARSENTY, edit. Eyrolles, 2004; p.254

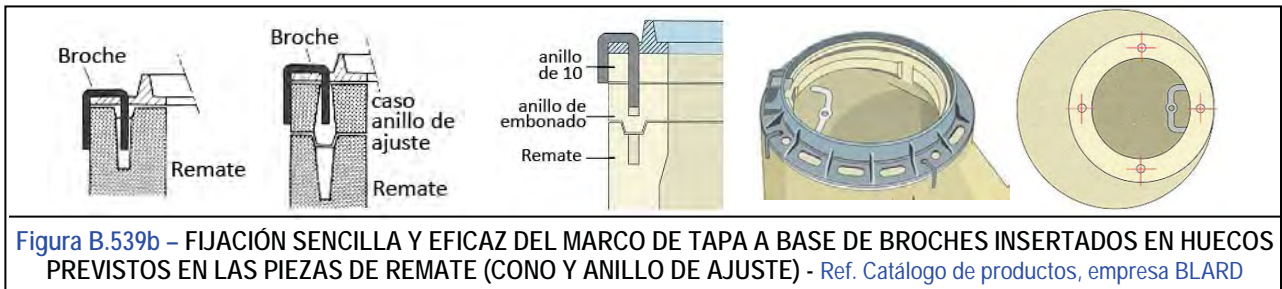
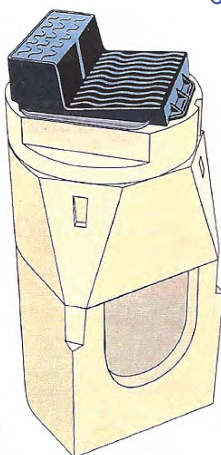


Figura B.539b – FIJACIÓN SENCILLA Y EFICAZ DEL MARCO DE TAPA A BASE DE BROCHES INSERTADOS EN HUECOS PREVISTOS EN LAS PIEZAS DE REMATE (CONO Y ANILLO DE AJUSTE) - Ref. Catálogo de productos, empresa BLARD

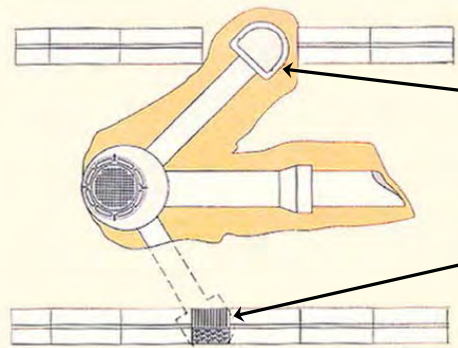
Bajo el mismo concepto de diseño aplicado a los pozos de visita y registros de concreto, las coladeras de banqueta también pueden ser prefabricadas.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES



Muy compacto
Gran capacidad de captación de coladera de hierro dúctil o acero.

- Rápida colocación
Facilidad para ajustes posteriores: en altura colocada con broches y lateralmente (huecos ovalados en el marco de rejilla).
- Reducción de costos y tiempos de ejecución



REGISTRO EN PROCESO DE MONTAJE
El tendido del ramal se hace siempre en ángulo recto (perpendicularmente) con respecto a la cara recta.

REGISTRO TERMINADO CON REJILLA DE BANQUETA
El tendido del ramal se realiza a 90° y la rejilla va alineada a la garnición.

Figura B.539c – COLADERA DE BANQUETA DE CONCRETO con posibilidad de adecuación a diferentes ángulos de conexión con la red exterior.

Ref. Catálogo de productos, empresa BLARD

Los pozos de visita de plástico son una opción válida y cada vez más utilizada (Ver figura B.540).

VENTAJAS

- 1.- Ajuste de altura con anillos modulares hasta 3.00 m de profundidad.
- 2.- Conexión con tubería estándar de 15 cm, 20 cm, 25 cm.
- 3.- 5 posibilidades de entradas y 1 salida para cambios de dirección de 90 y 180 grados.
- 4.- Ligereza que permite su manipulación e instalación manual y simplicidad de ejecución.
- 5.- Todas las conexiones implican el uso de un anillo de hule que garantice la estanqueidad.
- 6.- El brocal es fácilmente ajustable para la nivelación de la tapa con respecto al pavimento.
- 7.- Buen comportamiento mecánico.
- 8.- Resistencia a la corrosión.
- 9.- Estanqueidad total.
- 10.- Alto desempeño hidráulico.
- 11.- 100% reciclable

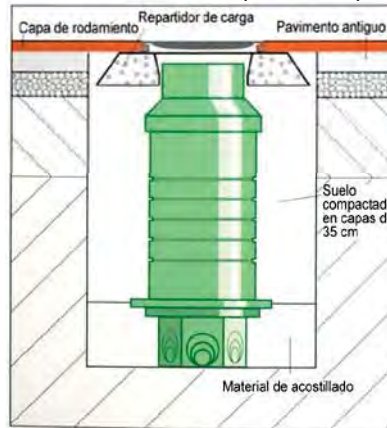


Figura B.540a - EN SUELO SIN NIVEL FREÁTICO

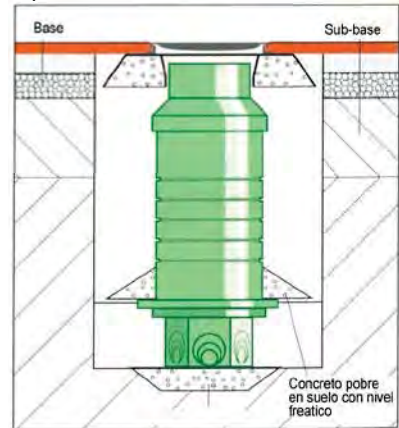


Figura B.540b - EN SUELO CON NIVEL FREÁTICO



Figura B.540c - RESISTENCIA A CARGA VEHICULAR



Figura B.540d - FÁCIL INSTALACIÓN



Figura B.540e - DIFERENTES DIÁMETROS

Figura B.540 - POZOS DE VISITA DE PLÁSTICO - Fuente: Catálogo publicitario de empresa WAVIN

Existen varias marcas y diseños de pozos de visita aunque todos están compuestos por tres partes básicas además de requerirse un brocal de concreto que recibe la tapa (marco y contramarco) de hierro fundido o de plástico.

Las partes principales del diseño de un pozo de visita se muestran en la siguiente figura B.541.



Figura B.541a – DETALLE DE DESPIECE DE JUNTAS DE ESTANQUEIDAD

Fuente: Catálogo publicitario de NICOLL



Fuente: Catálogo publicitario de empresa WAVIN

Figura B.541 – PARTES CONSTITUTIVAS DE UN POZO DE VISITA DE PLÁSTICO COMPUESTAS PRINCIPALMENTE POR UNA BASE O ELEMENTO DE FONDO, EL ANILLO QUE DA LA ALTURA DESEADA, EL CONO Y EL REMATE. EL ESTRIADO O ANILLADO EXTERIOR PERMITE ASEGURAR SU ADHERENCIA CON EL SUELO ENVOLVENTE.

Por lo que respecta a su variedad de diseños, existen pozos de visita de diferentes diámetros (60 cm, 80 cm, 100 cm y 120 cm) que se especifican en función de su profundidad requerida. Los pozos de poca profundidad son cilíndricos y los de máxima profundidad disponen de la pieza cónica para reducir un diámetro de pozo de 1.00 m ó de 1.20 m a 0.6 m, para adecuarse a las dimensiones de su tapa.

El coronamiento de los pozos, consta de un cilindro de ajuste y cono reductor. Este coronamiento debe quedar totalmente independizado y libre de cualquier posibilidad de estar sometido a esfuerzos mecánicos por la circulación vehicular. Por ello, debe quedar un espacio de aire entre el brocal de concreto y el pozo. El brocal recibe directamente el marco y la tapa de hierro fundido o de plástico y puede ser ajustado en los casos de cambios de niveles por repavimentación.

La siguiente figura muestra los dos principales tipos de pozos en alzado y corte:

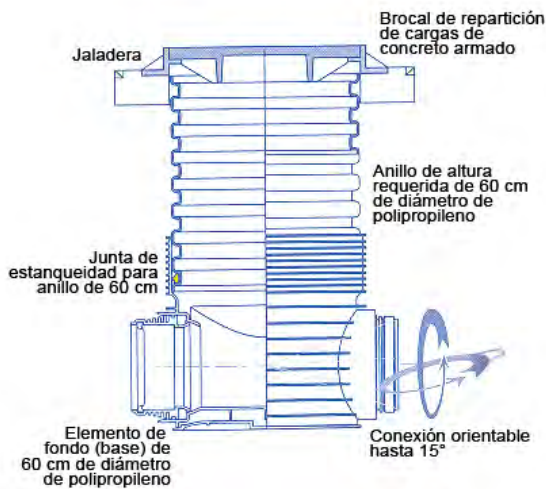


Figura B.542a – POZO DE 60cm DE DIÁMETRO

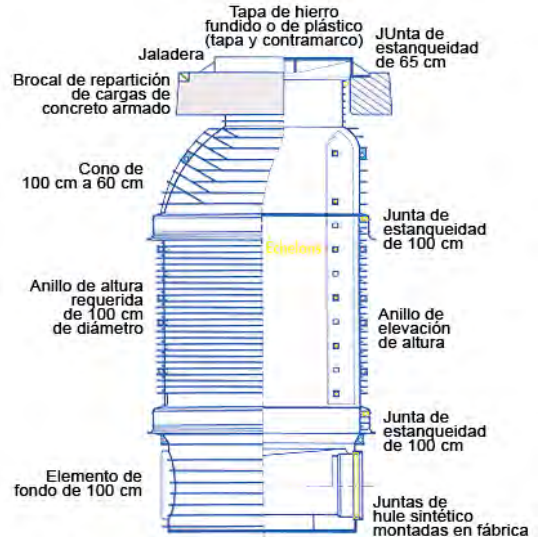


Figura B.542b – POZO DE 100 cm DE DIÁMETRO

Figura B.542 – POZOS DE VISITA DE 60 cm y 100 cm de diámetro.

Fuente: Empresa Wavin

Las bases o elementos de fondo tienen diferentes opciones de adecuación a la conexión y flujo de tubería con medias cañas integradas en su fabricación (ver figura figura B.543).

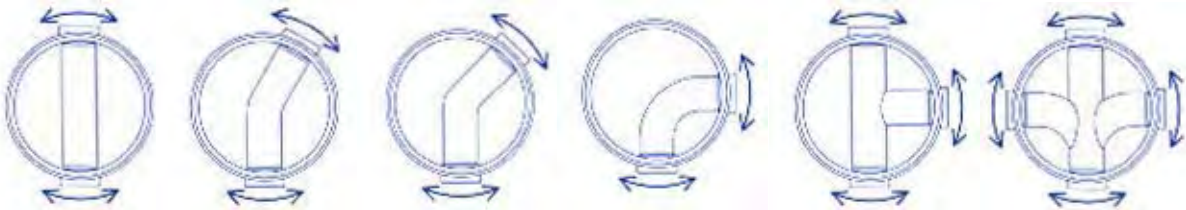


Figura B.543 – DIFERENTES TIPOS DE ELEMENTOS DE FONDO adaptables a las trayectorias de las tuberías sanitarias - Fuente: Catálogo de la empresa Wavin

Las especificaciones de colocación en obra de este tipo de pozos de visita deben respetarse con particular cuidado para evitar la transmisión de cargas vehiculares al cuerpo de los componentes de plástico. De forma general se muestra en la siguiente figura la forma en que deben quedar colocados y enterrados los pozos de plástico.

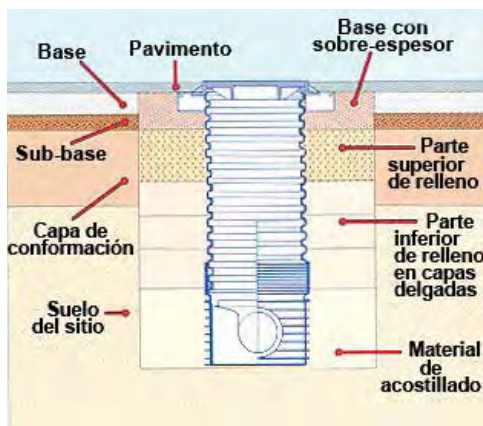


Figura B.544a – Alzado y corte de pozo de 0.60 m de diámetro para profundidades de hasta 2.90 m.

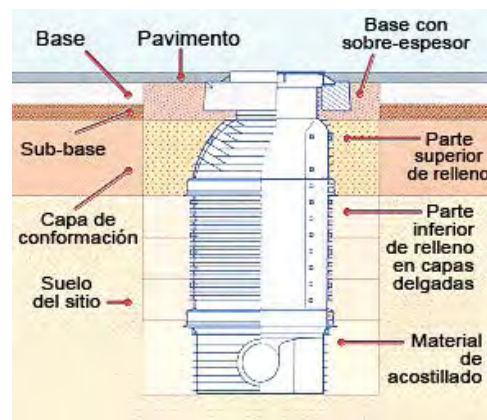


Figura B.544b – Alzado y corte de pozo de 1.00 m de diámetro para profundidades de hasta 5.00 m.

Figura B.544-A – DETALLES DE INSTALACIÓN DE POZOS DE VISITA

Fuente: Catálogo Publicitario de Empresa WAVIN

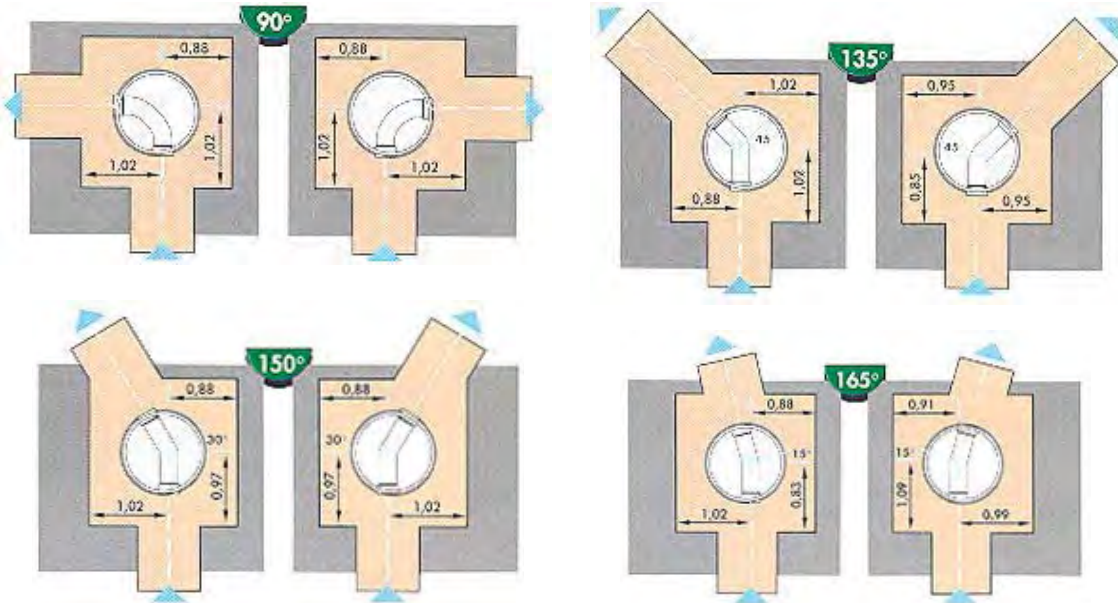
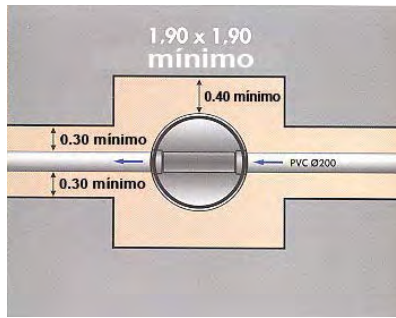


Figura B.544c – Dimensiones mínimas en planta de excavaciones para la instalación de pozos de visita las cuales deben permitir por una parte un acceso con seguridad para los trabajadores, conforme a la reglamentación y, por otra parte, para permitir las operaciones de conexión con las tuberías, el ensamblado de las partes que componen al pozo y el relleno compactado.

Figura B.544-B – DETALLES DE INSTALACIÓN DE POZOS DE VISITA

Fuente: Catálogo Publicitario de Empresa WAVIN

Una especificación adicional de carácter constructivo es el asiento del elemento de fondo sobre una cama de arena como continuación del proceso de asiento de la tubería de PVC que se embona en el pozo. Eventualmente puede utilizarse el mismo producto de excavación como cama si el tamaño máximo del agregado no excede los 2 cm de diámetro. La grava gruesa, la piedra, el cascajo y los lentes de arcilla, que pueden ser la causa de puntos de presión excesiva (y de punzonamiento) deben retirarse del fondo de la excavación.

La siguiente figura muestra el detalle de asiento de la base de los pozos de visita de plástico.

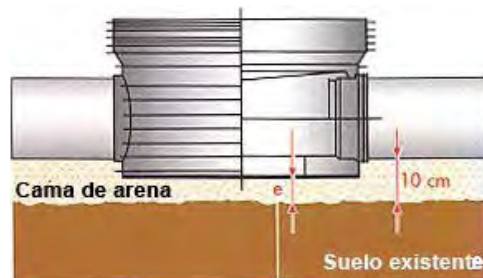


Figura B.545 – DETALLE DE ASIENTO DE ELEMENTO DE FONDO DE POZOS DE VISITA DE PLÁSTICO

Fuente: Catálogo Publicitario de Empresa WAVIN.

En lo referente al proceso de instalación de los pozos de plástico hay que tomar en cuenta de manera rigurosa los pasos a seguir.



1. Nivelación del fondo de excavación y colocación de una cama de colocación de 10 cm constituida con el mismo material utilizado para el acostillado de los tubos. Bajo el pozo de visita el fondo de la excavación es más bajo que bajo la tubería.
2. El elemento de fondo del pozo puede manipularse fácilmente y posicionarse y ajustarse al nivel adecuado por dos personas. La conexión con los tubos se efectúa por simple embonado.
3. Asegurarse de la limpieza de la nervadura de conexión antes de la colocación de su junta. Se aplica el lubricante especificado sobre la junta de hule sintético para facilitar el ensamblado.
4. El cilindro del pozo (que da la altura requerida) se manipula con facilidad por dos personas.
5. Se posiciona el cilindro (o los cilindros si son varios) alineando los escalones para su adecuada posición. El alineado de las argollas de izado del lado de los escalones puede servir de referencia exterior.



6. El ensamblado puede hacerse manualmente con un pequeño tífort. Si se utiliza una máquina hay que intercalar un barrote entre su cucharón y el elemento a ensamblar. Para obtener el alineado perfecto de los escalones entre los elementos a utilizar, utilizar guías de posicionamiento.
7. Después de asegurarse de la limpieza de la nervadura posicionar la junta de labio con el labio en la parte alta, ejercer una presión con la palma de la mano para ubicar la junta de estanqueidad en el fondo de la nervadura.
8. Se corta el cilindro del pozo de visita con una sierra eléctrica o manual para ajustarse a su altura necesaria- El corte se hace únicamente en las referencias indicadas.
9. Utilizando un balancín de izaje, la transportación de los elementos de polietileno en la obra se realizan con facilidad y seguridad.
10. Un barrote intercalado protege al cilindro del pozo y permite una mejor repartición de las fuerzas necesarias para el ensamblado.



11. Bajo la vialidad, el relleno se efectúa con materiales granulares de manera cuidadosa en todo el alrededor del pozo de visita para garantizar un relleno uniforme de la cepa. El grado de compactación debe estar conforme a las exigencias específicas del proyecto. Las piedras con ángulos vivos de grandes dimensiones no deben hacer contacto directo con el pozo de visita.
12. Ensamblado del cono intercalando un barrote bajo el cucharón de la retroexcavadora.
13. Colocación del brocal de repartición. Se apoya sobre la estructura del pavimento cuya cota compactada por debajo del nivel superior del cono se debe situar entre 45 mm a 170 mm (ver características dimensionales del cono). Se puede colocar una junta de estanqueidad entre el cono y el brocal de repartición para evitar las infiltraciones en caso de acumulación de agua bajo la vialidad.
14. El brocal de repartición dispone de una ranura para impedir que la tapa se desplace durante la colocación del pavimento. Sin embargo, para mayor seguridad se especifica generalmente completar la fijación del marco con un producto adherente.

Figura B.546 – PROCESO DE COLOCACIÓN EN OBRA DE POZOS DE VISITA DE PLÁSTICO

Fuente: Ficha Técnica de Empresa WAVIN

Las Coladeras y Registros de Banqueta de plástico son también una opción práctica y económica para el desagüe pluvial de vialidades.

En la siguiente figura se muestra uno de tantos diseños con sus componentes y proceso de instalación.

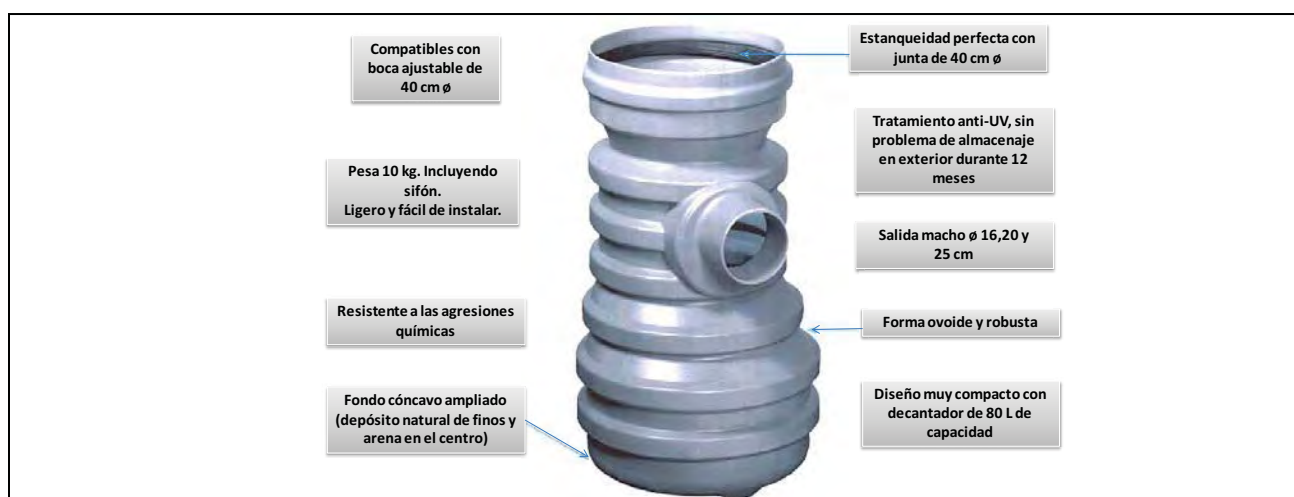


Figura B.548a – PARTES CONSTITUTIVAS DE REGISTRO DE PLÁSTICO DE COLADERA DE BANQUETA

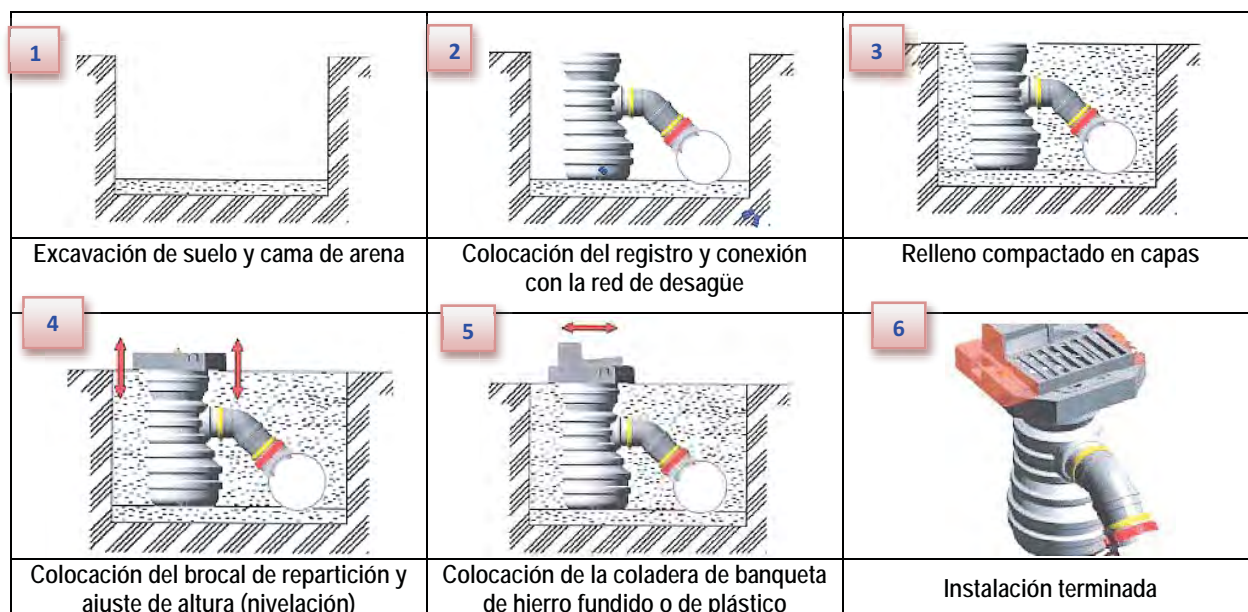


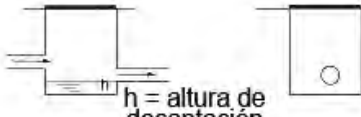

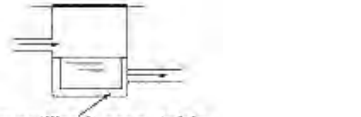


Figura B.548b – PROCESO DE INSTALACIÓN DE REGISTRO Y COLADERA DE BANQUETA DE PLÁSTICO

Figura B.548- REGISTRO Y COLADERA DE BANQUETA DE PLÁSTICO - Catálogo Publicitario de Empresa WAVIN.

Tanto los registros como los pozos de visita necesitan incluir en su diseño, en algunos casos, soluciones de decantación, de caída (para absorber desniveles escalonando en los pozos el flujo del agua servida o pluvial) sin incrementar las pendientes máximas admisibles de las tuberías para evitar velocidades de flujo excesivas y perjudiciales (erosión, golpes hidráulicos, etc.).

Los siguientes esquemas muestran algunas soluciones con objetivos específicos como la decantación, la regulación de flujo, el sifonaje, etc.

<p>A. Secciones</p>	 <p>circular cuadrada</p>
<p>B. De flujo directo</p>	
<p>C. Con decantador</p>	 <p>$h =$ altura de decantación</p>
<p>D. Con obturación hidráulica</p>	
<p>E. Con canastilla</p>	 <p>canastilla desmontable</p>
<p>Figura B.549a – DIFERENTES TIPOS DE REGISTROS - Fuente: Guide pratique des VRD et aménagements extérieurs, Gérard KARSENTY, edit. Eyrolles, 2004, p. 250.</p>	

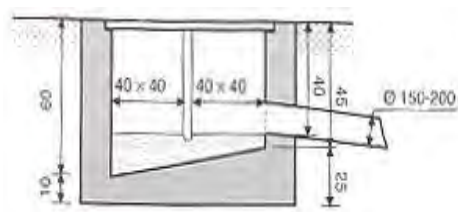
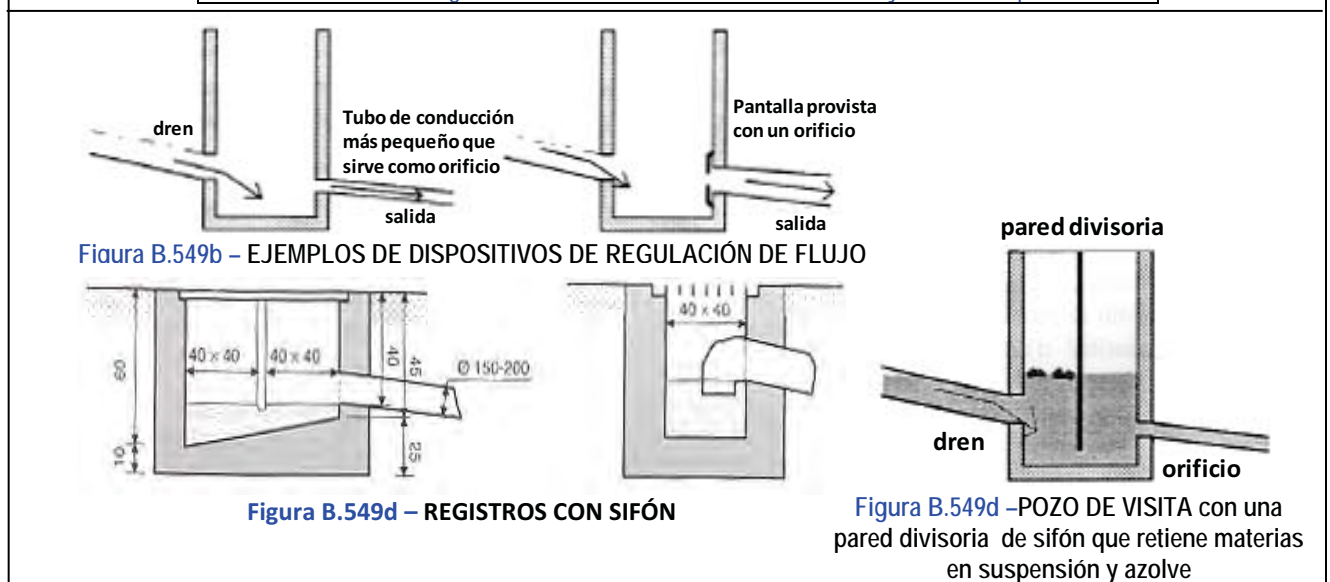


Figura B.549d – POZO DE VISITA con una pared divisoria de sifón que retiene materias en suspensión y azolve

Figura B.549 – REGISTROS ESPECIALES - Fuentes: Guide pratique des VRD et aménagements extérieurs, Gérard KARSENTY, edit. Eyrolles, 2004, p. 261 y Techniques alternatives en assainissement pluvial, Y. AZZOUT, S. Barraud et al; Graie, edit. Tec. et Doc., 1994; p. 149.

Limitará la entrada de grasas, aceites y cuerpos flotantes. Los más comúnmente utilizados serán las paredes divisorias y los embudos con forma de sifón.

Se recomienda un mantenimiento regular y cuidadoso.

La pared divisoria delimitará una región en la que el agua tranquila permitirá que los aceites y las partículas flotantes suban a la superficie.

5.- CISTERNAS, TANQUES, CÁRCAMOS Y FOSAS

Las cisternas, los cárcamos de rebombeo, las fosas sépticas, las trampas de grasas y últimamente los tanques de almacenamiento de agua de lluvia forman parte de los sistemas de alimentación o de desagüe sanitario, al igual que los registros y pozos de visita, que se hacen aún de concreto o de mampostería.

Cada vez más, la industria de productos para la construcción viene ofreciendo estos componentes hechos de concreto prefabricado y de materiales plásticos de diferentes características, producidos bajo normas de calidad establecidas.

Los tinacos son el primer antecedente de esta evolución ya que, inicialmente hechos de fibrocemento y ahora de plástico, se han vuelto casi lo más empleado para el almacenamiento de agua en azoteas.

Se empiezan a utilizar cisternas, tanques biodigestores, fosas sépticas y tanques de gran volumen para ser enterrados sustituyéndose, con ello, la construcción tradicional in situ cuyos inconvenientes han sido patentes a través del tiempo (estanqueidad dudosa, fragilidad y de fácil fisuración, gran peso, tiempo de ejecución excesivo y alto costo).

La tendencia de estos recipientes enterrados es su polivalencia dada con la intercambiabilidad de sus partes internas principalmente como componentes de sistemas de saneamiento.

En algunos casos, hay pequeñas plantas de tratamiento fabricadas en paquete y componentes de grandes plantas de tratamiento que facilitan su construcción y reducen costos.

Por el volumen y peso de estos recipientes, principalmente los fabricados en concreto, se hace imprescindible el uso de equipo de manipulación y montaje para lo cual se puede aprovechar perfectamente el equipo polivalente que se disponga en una obra mecanizada.

A continuación se incluyen algunos de los recipientes de este tipo que se utilizan en proyectos de vivienda, iniciando por los productos de concreto y siguiendo con los productos de plástico.

Los recipientes de concreto armado son ampliamente utilizados en varios países industrializados.

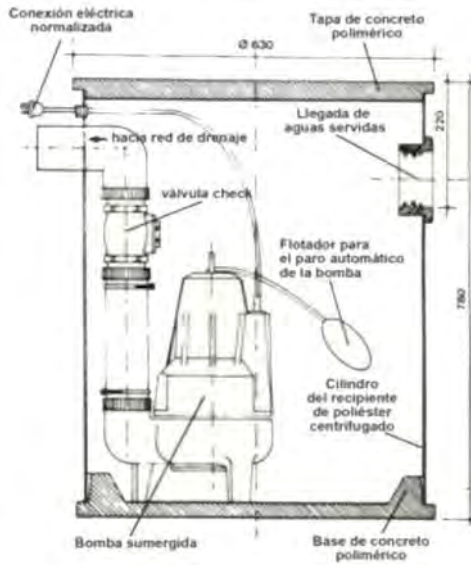


Figura B.550a – RECIPIENTES ENTERRADOS PARA DIFERENTES USOS



Figura B.550b – PROCESOS DE FABRICACIÓN Y DE INSTALACIÓN DE FOSAS SÉPTICAS DE CONCRETO ARMADO. Fuente: Collection technique CIMBÉTON T94, ouvrages d'assainissement en béton, conception et réalisation, CERIB, FIB, CIMBÉTON; p. 21,72, 96 y 126.

- 1) Revista : Precast Solutions, NPCA Winter, 2006
- 2) Revista : MC (Manufactured Concrete) 2001, Special Edition NPCA.



CÁRCAMO DE REBOMBEO DE AGUAS USADAS PARA DESAGÜE EN DESNIVEL prefabricado en monobloque para sólo conectarse sin trabajos de armado ni habilitado.

Está compuesto por un recipiente de poliéster y concreto polimérico en base y tapa conteniendo el equipo de bombeo y sus controles y accesorios.

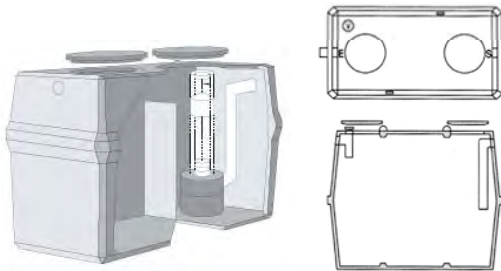
Este ejemplo tiene: Diámetro del recipiente: 63 cm, altura 78 cm, peso 63 kg, potencia de la bomba 500 W, altura de rebombeo 4.5 m. para una longitud de 10 m ó de 3.5 m para una longitud de 100 m.

Fuente: Spécial Innovation 1987: Poste de relevage d'eaux usées prêt à brancher; revista Le Moniteur, número especial, p. 207



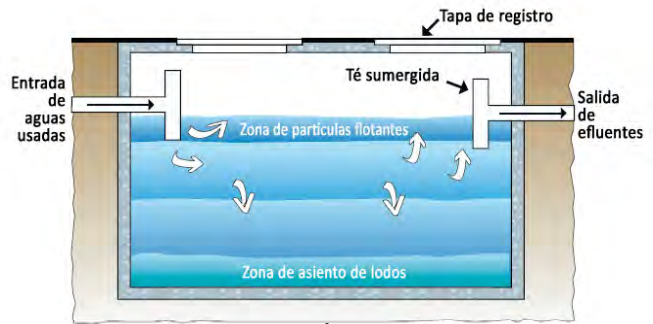
INTERCEPTOR DE GRASA DE CONCRETO PREFABRICADO

Fuente: Revista : MC (Manufactured Concrete) 2001, Special Edition NPCA



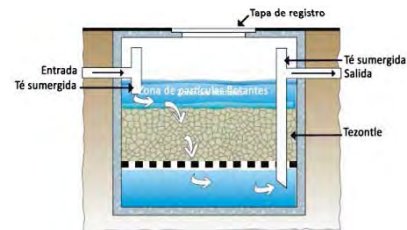
SEPARADOR DE GRASAS Y ACEITES

Fuente: Ouvrages d'assainissement en béton, conception et réalisation, CERIB, FIB, CIMBÉTON; p. 98 y 99



EJEMPLO DE FOSA SÉPTICA DE CONCRETO

Fuente: Ouvrages d'assainissement en béton, conception et réalisation, CERIB, FIB, CIMBÉTON; p. 64



EJEMPLO DE PREFILTRO DE CONCRETO

Fuente: Ouvrages d'assainissement en béton, conception et réalisation, CERIB, FIB, CIMBÉTON; p. 64

Figura B.551 - RECIPIENTES ENTERRADOS PARA DIFERENTES USOS

Los recipientes de concreto prefabricados y diseñados como fosas sépticas, cárcamos de rebombeo, prefiltros, interceptores de grasa, microplantas de tratamiento y cisternas, son productos con normas internacionales de referencia (ASTM C1227, EN 12-566, P 16-440, EN 858, 1 y 2, EN 1825, etc.). Sus principales ventajas son: monolitismo, resistencia mecánica y estanqueidad, Su gran peso, aunque por su manipulación mecanizada en varios casos, no se considera como desventaja importante.

Su costo de adquisición y el costo de transportación pueden ser más elevados con respecto a los recipientes de plástico.

Los *recipientes de plástico* son cada vez más utilizados dado que ha venido implementándose la oferta de opciones en términos de diseño e incremento de capacidades y dimensiones. Su ligereza, facilidad de colocación, estanqueidad y durabilidad les va permitiendo ir incrementando su utilización.

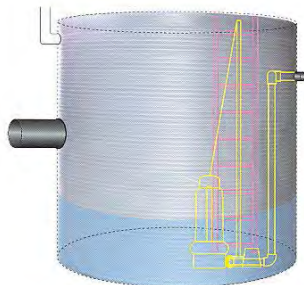
Existen diseños para cisternas, tinacos, biodigestores, fosas sépticas, decantadores, separadores de líquidos ligeros, separadores de grasa, cárcamos de rebombeo y plantas pequeñas de tratamiento.

En las siguientes figuras se ilustran su variedad y sus características más importantes.



Fuente: Catálogos de Productos: COLLIMET Product Water Technology,

Depósitos cilíndricos horizontales para almacenamiento de agua potable o de agua de lluvia a enterrar totalmente, provistos de ranuras transversales y longitudinales para aumentar su resistencia a las sollicitaciones del terreno. Pueden acoplárseles un aumento para su acceso central. Existen en capacidades de hasta 10,000. lts

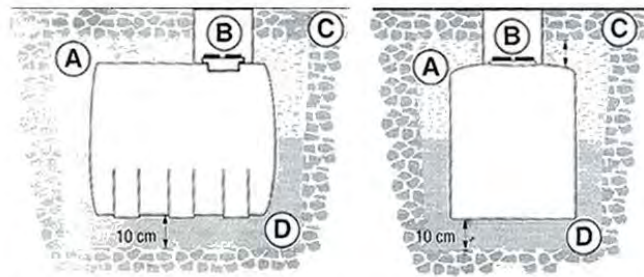


Fuente: Catálogos de Productos: COLLIMET Product Water Technology,

Fuente: Catálogo de Productos: ISMAS-A.

Depósitos cilíndricos verticales autoportantes, Su parte superior abombada (tipo cúpula) tiene un registro con tapa central. Pueden utilizarse como cisternas de agua potable o agua de lluvia. Pueden instalarse directamente sobre una superficie plana sin equipo particularmente especial. Su capacidad máxima puede ir hasta 22,000 lts.

Figura B.552 – DEPÓSITOS DE PLÁSTICO UTILIZABLES COMO CISTERNAS, TINACOS, TANQUES DE REGULACIÓN DE AGUA PLUVIAL Y CÁRCAMOS DE REBOMBEO



SIMBOLOGÍA

- (A) Mezcla de tezontle con cemento o poliestireno
- (B) Aumento de altura
- (C) Terreno
- (D) Arena

Proceso de instalación

- Realizar el hoyo en el terreno en base a las dimensiones del recipiente,
- La dimensión del hoyo deberá ser 20 cm mayor a las dimensiones perimetrales del recipiente,
- Extender una cama de arena con una granulometría de 0 a 6 mm o suelo calde 10 cm de espesor sobre el fondo, humidificar la arena y nivelarla para recibir al recipiente a enterrar,
- Llenar el recipiente de agua,
- Rellenar, con arena húmeda de granulometría 0 a 6 mm, el espacio que quede entre el hueco y el recipiente hasta su altura total,
- Colocar el aumento de registro coincidiendo con la tapa,
- Terminar con una capa de tierra para uniformizar la superficie del hueco con el terreno natural,
- Si el espesor de tierra del suelo natural es superior a 20cm ó 30 cm, preparar un aglomerado de tezontle con cemento bien mezclado y humidificado hasta obtener una mezcla uniforme o, rellenar con casetones de poliestireno expandido. Extender una capa superior de tierra de aproximadamente 5 a 20 cm de espesor.
- En el caso de haber paso de vehículos habrá que colar una losa de concreto armado de al menos 25 cm de espesor con malla electrosoldada, dejándole el brocal de registro con tapa resistente a la carga vehicular.
- En presencia de agua freática en la excavación habrá que recubrir al recipiente con concreto aligerado cuidando obtener una estanqueidad perfecta.

Figura B.553 – INSTALACIÓN DE RECIPIENTES DE AGUA HORIZONTALES Y VERTICALES

Fuente: Catálogo para Profesionales de Empresa ISEA (Italia)

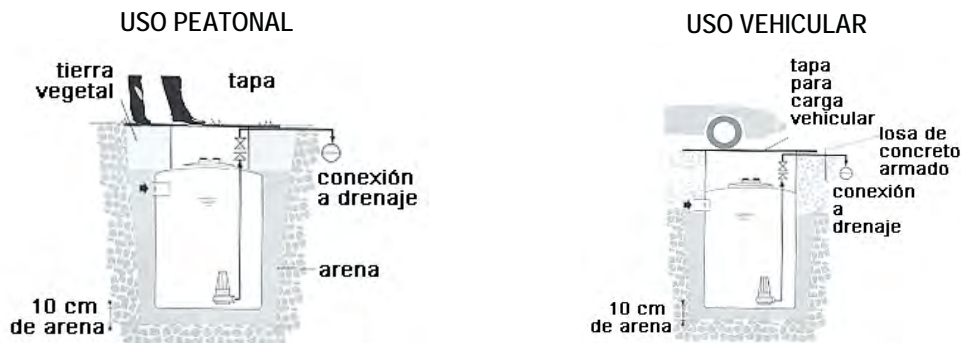


Figura B.554a – CASO DE UN CÁRCAMO DE REBOMBEO

Fuente: Catálogo para Profesionales de Empresa ISEA (Italia)

En los cárcamos de rebombeo y en las cisternas verificar que la instalación se efectúe bajo las reglas del arte. Controlar el funcionamiento de la o las bombas. *Efectuar una limpieza de la instalación al menos una vez por año.* Los cárcamos de bombeo se utilizan para achicar rápida y eficazmente tanto agua potable o de lluvia como aguas negras.

Las cisternas tienen su equipo de bombeo para alimentar tinacos o tanques elevados.

Las bombas sumergibles se posicionan sobre un soporte y tubo para su instalación.

Se extrae al menos una vez al año la electro-bomba del recipiente para verificar su buen funcionamiento controlando también a los componentes de su tablero eléctrico.

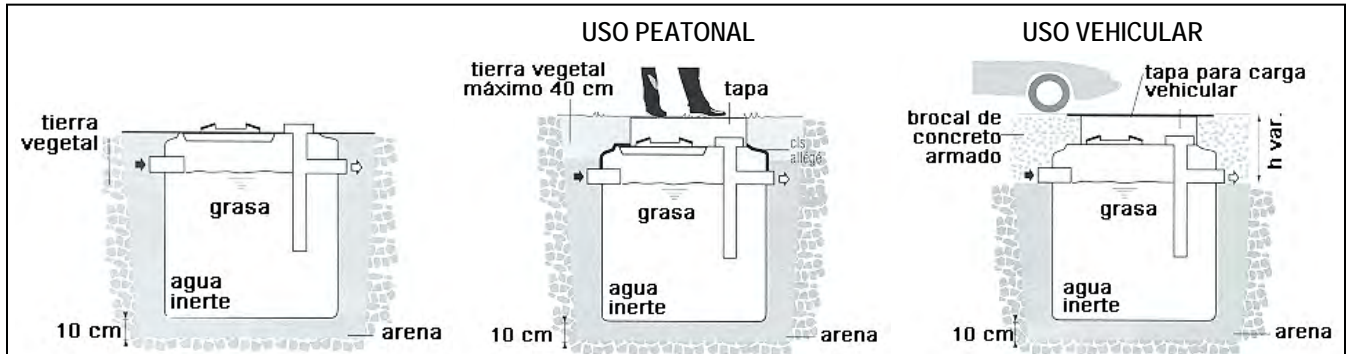


Figura B.554b – CASO DE TRAMPA DE GRASAS

Fuente: Catálogo para Profesionales de Empresa ISEA (Italia)

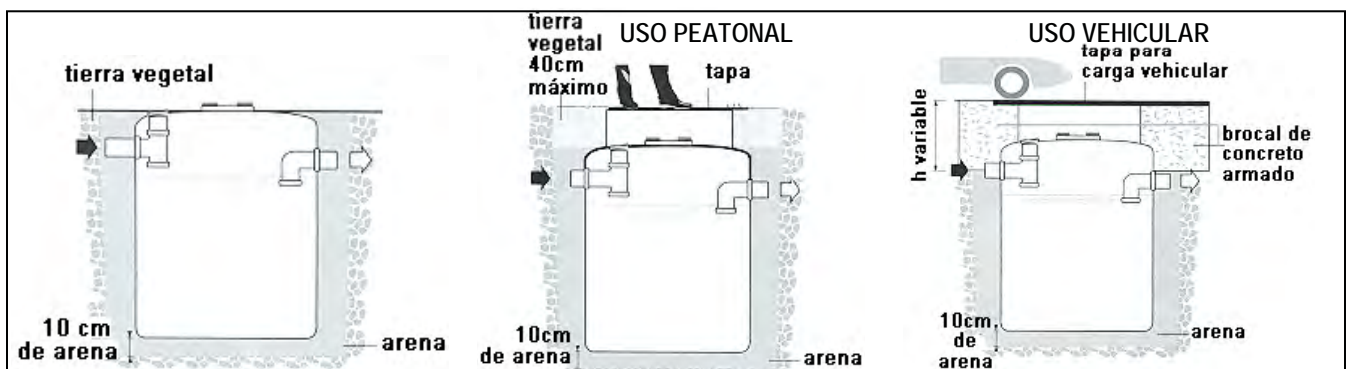


Figura B.554c – CASO DE UNA FOSA SÉPTICA

Fuente: Catálogo para Profesionales de Empresa ISEA (Italia)



Figura B.555 – VERSATILIDAD DE USO DE DEPÓSITOS DE PLÁSTICO

Fuente: Catálogo para Profesionales de Empresa ISEA (Italia)

Los recipientes de plástico como componentes de sistemas de distribución de agua potable, de aprovechamiento de agua pluvial, de rebombeo y de separación y tratamiento de aguas residuales tienen características que permiten aprovecharse de manera indiferente con sólo cambiar sus accesorios internos y sus tuberías de llegada y salida.

Existen diseños con geometría más variada y con la posibilidad de acoplamiento para diferenciar los pasos del tratamiento del agua servida o para incrementar modularmente el volumen de almacenamiento.



Figura B.556a – Integración de pasos en el tratamiento



Figura B.556b – Incremento de volumen modular



Figura B.556c – INTERCONEXIÓN ENTRE MÓDULOS

1. Tanque/s
2. Filtro
3. Juntas de conexiones entre tanques (a partir de 2 tanques)
4. Bomba
5. Tubo/s de soporte estructural
6. Tapa/s registro
7. Registro de conexiones, tubo de conexión de 10 m entre la bomba y el registro de conexiones.

Ventajas

- Equipo cómodo y sencillo de usar
- Totalmente automático: al abrir la llave la bomba se pone en marcha
- Conexiones a través del registro

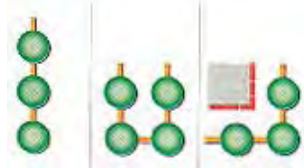


Figura B.556d – POSIBILIDADES DE AGRUPAMIENTO DE RECIPIENTES



Figura B.556e – EJEMPLO DE APLICACIONES EN VIVIENDA DE MÓDULOS DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DEL AGUA DE LLUVIA en los proyectos de sistemas alternativos de aprovechamiento



Figura B.556f – MÓDULO DESARMABLE en 2 sub-módulos para permitir su suministro a través de viviendas habitadas

Figura B.556 – ALMACENAMIENTO MODULABLE DE AGUA DE LLUVIA

Fuente: Catálogos de Productos de La Empresa GRAF (Alemania)

6.- CANALILLOS RECOLECTORES

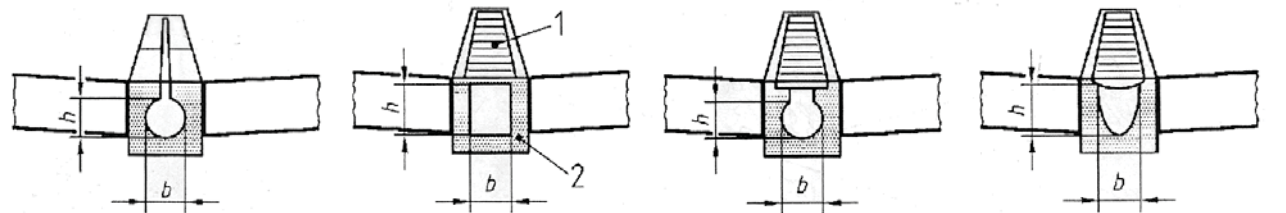
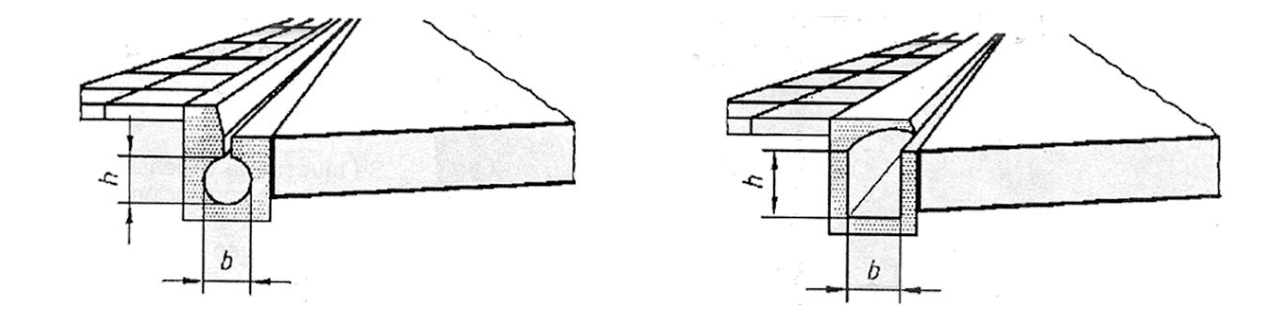
Las *Rejillas Recolectoras*, en algunos casos llamadas *canalillos recolectores* o *rejillas de tormenta*, son la solución adecuada para drenar eficientemente superficies pavimentadas impermeables y son un complemento eficiente en diseños de sistemas de drenado pluvial. Adicionalmente, en los casos de estar ubicadas en superficies circuladas por vehículos o equipo de carga, deben resistir cargas pesadas por un largo período de tiempo.

Los canalillos recolectores deben considerarse también como un elemento de diseño de los pavimentos y acabados de piso.

Los principales desempeños que deben cubrir son:

- Estabilidad ante cargas verticales y laterales.
- Resistencia a la intemperie y a la corrosión (durabilidad)
- Adaptabilidad dimensional y de diseño para la eficiente conducción y desalojo de agua.
- Registrable para su limpieza y mantenimiento.
- Antiderrapante y segura al pisarse o circular sobre ellas.

La Norma Europea EN-1433 “Canales de Desagüe para Zonas de Circulación Utilizadas por Peatones y Vehículos” define y acota las características de estos elementos.

 <p>Ejemplo de canalillo de ranura continua o intermitente</p> <p>SIMBOLOGÍA: 1.- Rejilla – 2.- Cuerpo del canal - h,b Dimensiones internas (perímetro mojado)</p>
<p>Figura B.557a – CANALILLOS DE DESAGÜE PREFABRICADOS con abertura en su parte superior rematada con rejilla o tapa</p>
 <p>SIMBOLOGÍA: h,b Dimensiones internas (perímetro mojado)</p>
<p>Figura B.557b – CANALILLOS DE GUARNICIÓN</p>
<p>Figura B.557 – TIPOLOGÍA DE CANALILLOS DE DESAGÜE NORMALIZADOS Fuente: Norma UNE EN-1433, Canales de desagüe para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos – Clasificación, requisitos de diseño y de ensayo, marcado y evaluación de la conformidad, 2003; p. 10 y 11</p>

Se incluyen en las siguientes figuras ejemplos de este tipo de medios de conducción de agua pluvial para cargas vehiculares en combinación con diferentes tipos de superficies pavimentadas con soporte adicional para resistir dichas cargas.

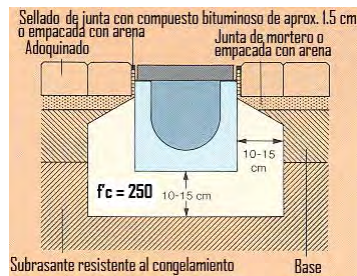


Figura B.558a – ÁREAS PAVIMENTADAS CON ADOQUINES Y LOSETAS DE CONCRETO O DE PIEDRA NATURAL

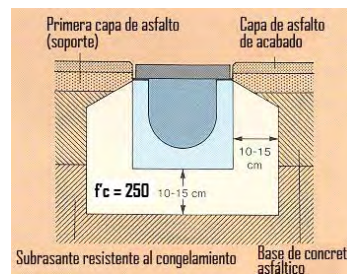


Figura B.558b – ÁREAS PAVIMENTADAS CON CARPETA DE ASFALTO

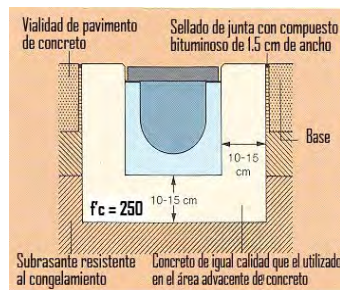


Figura B.558c – ÁREAS PAVIMENTADAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

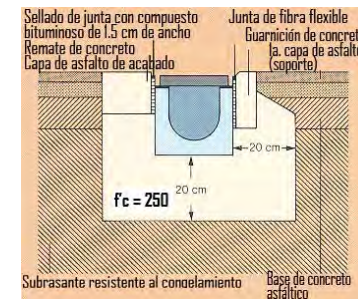


Figura B.558d – CONFINAMIENTO ENTRE BORDES DE CONCRETO

p. 18

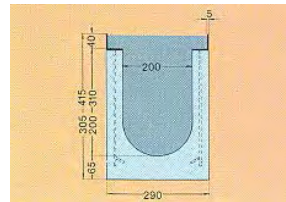
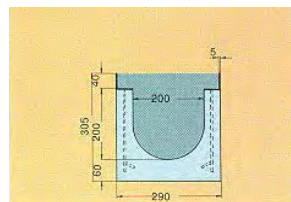


Figura B.558e – CANALILLOS CON INCREMENTO DE ALTURA POR PENDIENTE (sin soporte adicional en áreas peatonales)

p. 6

Fuente: Catálogo de productos FASERFIX – Super Systems, empresa HAURATON

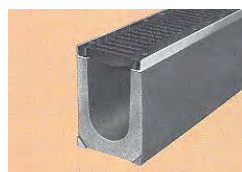


Figura B.559a – La calidad de las rejillas de hierro fundido dependen de las capacidades de carga, fundición de hierro gris o hierro dúctil, asegurado con 8 tornillos de cabeza hexagonal de acero inoxidable con cubre-tapas de polipropileno moldeado negro para, en caso necesario, proteger los pernos de fijación, con dispositivo de bloqueo de rosca.

Fuente: Catálogo de productos FASERFIX – Super Systems, empresa HAURATON, p.10



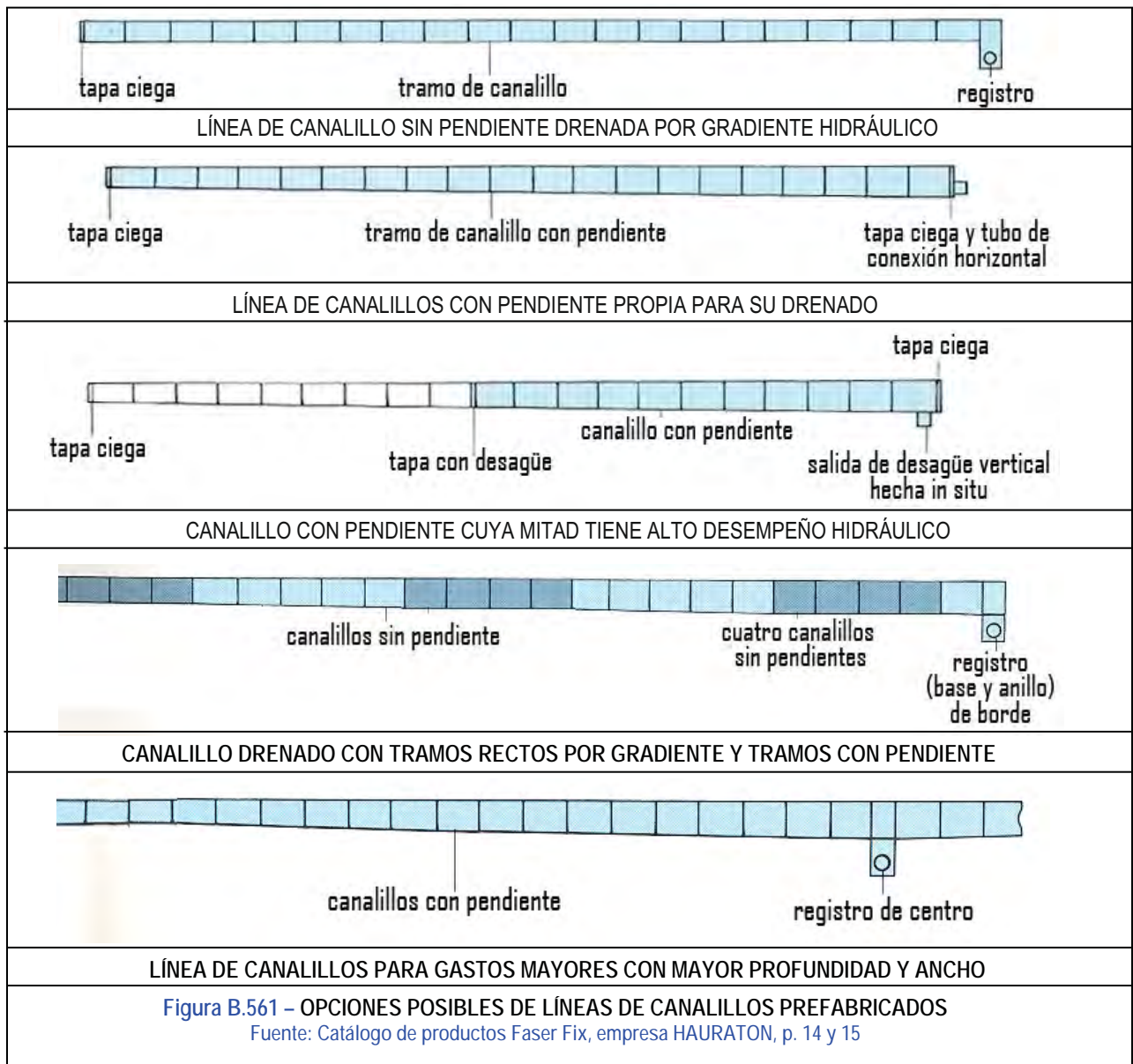
Figura 3.559b – En vez de rejillas metálicas es posible utilizar soluciones que se integren al diseño y al acabado de los pavimentos disimulando las aberturas de captación del agua de lluvia.

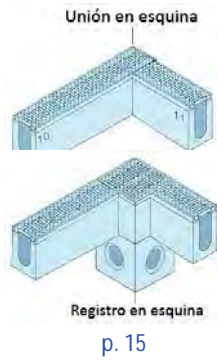
Fuente: Catálogo de productos Caniveaux d'Écoulement Standard, empresa BIRCO, p. 9

Figura B.559 – REJILLAS DE CAPTACIÓN SOBRE CANALILLOS

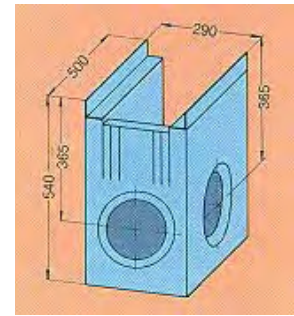
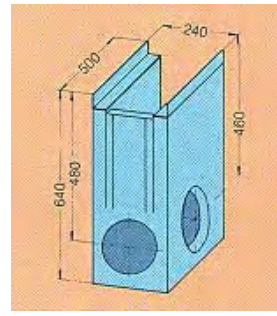
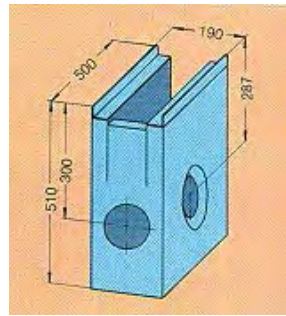


Figura B.560 – LOS CANALILLOS EN MUCHOS CASOS SE FABRICAN CON CONCRETO POLIMÉRICO DE ALTA RESISTENCIA con objeto de reducir volumen y peso de material
 Fuente: Catálogo de productos empresa BIRCO





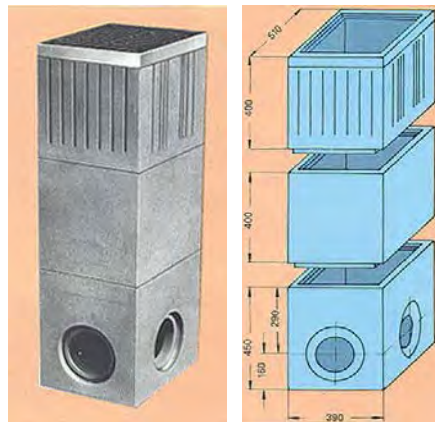
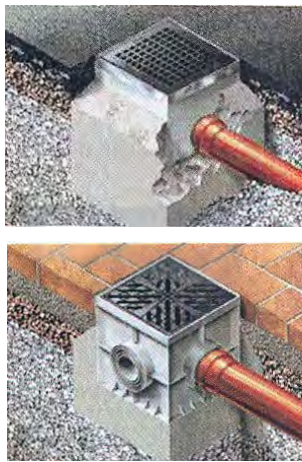
p. 15



p. 8

Figura B.562 – REGISTROS INTEGRADOS AL ANCHO DEL CANALILLO

Fuente: Catálogo de productos Caniveaux d'Écoulement Standard, empresa BIRCO



Anillo ranurado para drenado

Anillo ciego

Pieza de fondo

Fuente: Catálogo de productos Caniveaux d'Écoulement Standard, empresa BIRCO, p. 9

Figura B.563 - REGISTROS CÚBICOS PARA DESAGÜE PUNTUAL DE PAVIMENTOS con profundidades modulares



Figura B.564a – PIEZAS ACCESORIAS DE CANALILLOS

Fuente: Catálogo de productos Caniveaux d'Écoulement Standard, empresa BIRCO, p. 12

Figura B.564b – PIEZAS ACCESORIAS DE CANALILLOS

Fuente: Catálogo de productos, empresa NICOLL

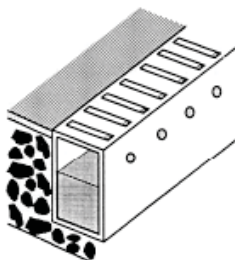


Figura B.565 – CANALILLO CON ABERTURAS LATERALES - Este canalillo permitirá una mejor distribución de las aguas de escurrimiento. Permitirá también eliminar la arena de esta agua sin por ello tapar sus orificios y permite la regulación y absorción hacia el suelo. RAIMBAULT G., Balades J.D., 1987.

Fuente: Techniques alternatives en assainissement pluvial, Y. AZZOUT et Al. Graie, edit. Tec et Doc, 1944, p. 147

Los *Canalillos Planos* (de poca profundidad) son una solución de drenado de superficies de estacionamientos, terrazas, azoteas, etc. con restricción de espesor en el suelo donde se alojan (losas de entrepiso o de azotea).

Están hechos de concreto armado con una resistencia de $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$. Su colocación es rápida y económica con un calzado reducido al mínimo. No requiere de base rigidizadora durante su colocación y su unión con los acabados de piso es muy sencilla.

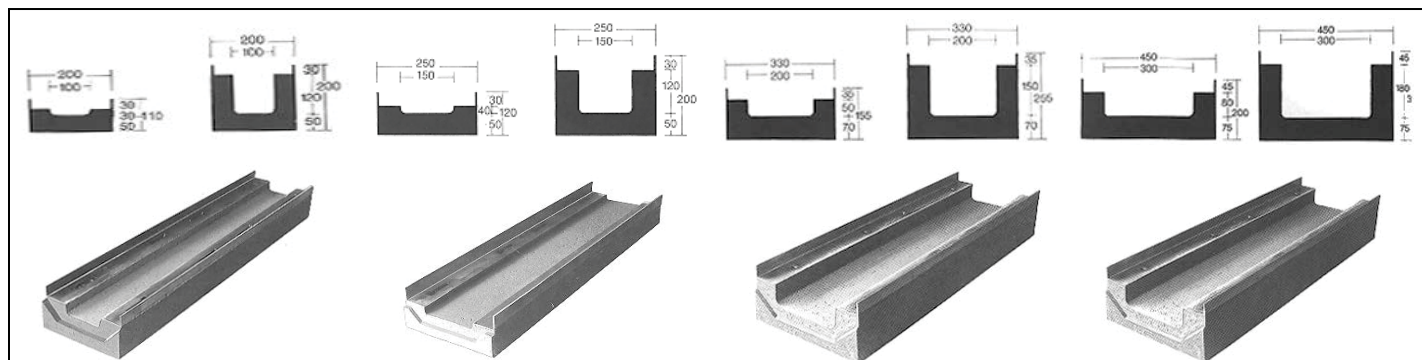


Figura B.566 – CANALILLOS PLANOS DE DIFERENTES MEDIDAS CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

Ángulos de remate de acero galvanizado o de acero inoxidable, atornillado con rejilla de acero inoxidable, profundidades de colocación variables, alta estabilidad lateral del cuerpo del canalillo, no requieren rigidizadores laterales, unión sencilla con los acabados de superficie –

Fuente: Catálogo de productos Sir Caniveaux Plats, empresa BIRCO

Los canalillos utilizados en obras de urbanización generalmente son prefabricados de concreto armado de muy alta resistencia ($f'c \geq 400 \text{ kg/cm}^2$) o están hechos con concreto polimérico.

Para áreas peatonales, con circulación vehicular ligera o dentro de viviendas individuales existe la opción de utilizar canalillos de plástico (polipropileno con rejillas y tubería de evacuación de PVC) cuyas ventajas de conjunto son: ligereza, solidez y compacidad.



Figura B.567 – GAMA DE CANALILLOS DE PLÁSTICO con opciones de capacidades diferentes, drenado lateral, conexiones laterales y sustitución de rejillas por ranuras discretas de captación

Fuente: Catálogo de productos Sir Caniveaux Plats, empresa BIRCO

Estos canalillos están diseñados para utilizarse concretamente para la captación de aguas de lluvia y de escurrimiento frente a accesos de garajes de viviendas particulares, en las llegadas inferiores de rampas de estacionamiento de vehículos ligeros (para edificios de vivienda) en andadores de circulación, en desagüe de grandes terrazas, en plazas pavimentadas, en bordes de piscinas, etc.



Figura B.568 – OPCIONES DE DISEÑO DE REJILLAS DE CAPTACIÓN sobre pavimentos peatonales

Fuente: Catálogo del productor Nicoll - Francia

La unión de los canalillos, de las rejillas, de las tapas ciegas y de la tubería de desagüe de P.V.C. se efectúa de manera simple y rápida por clipsaje.

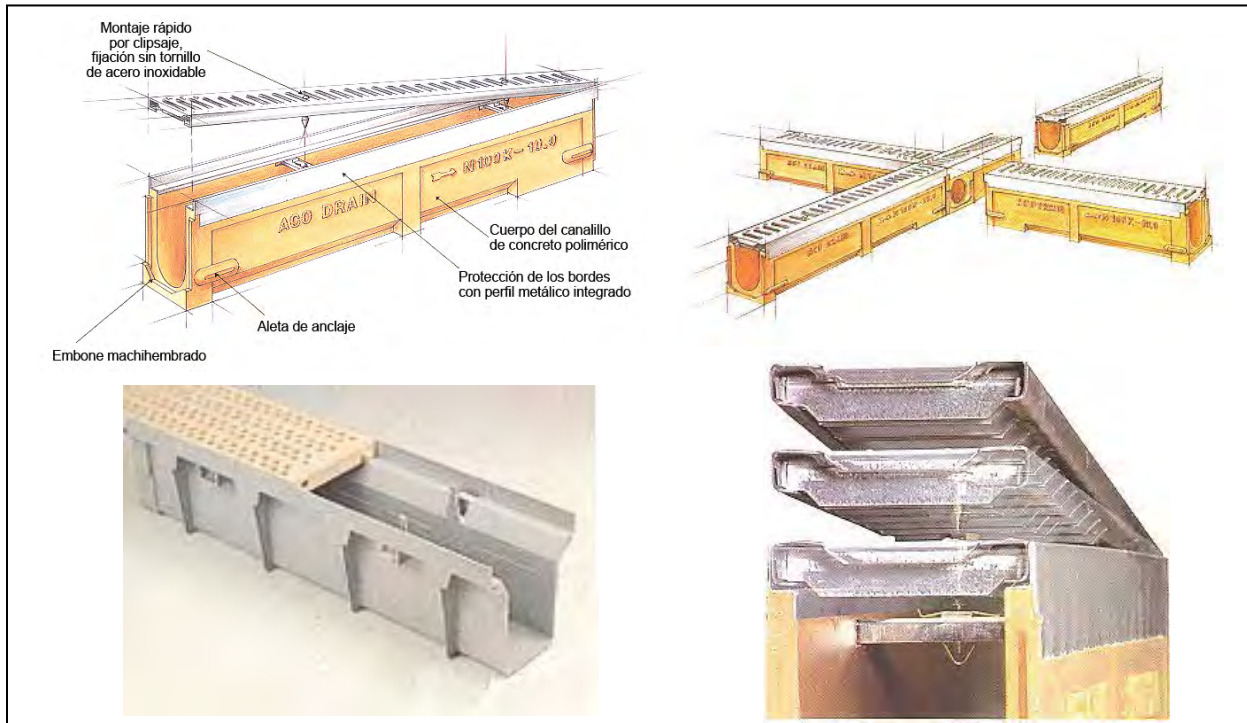


Figura B.569 - CANALES DE DRENAJE MODULARES con ensamble entre módulos y fijación de rejillas por clipsaje - Fuente: Catálogos de productos ACO.

De igual manera que en el caso de canalillos de concreto, los canalillos de plástico tienen una amplia gama de accesorios y opciones para complementar los requerimientos de diseños específicos.

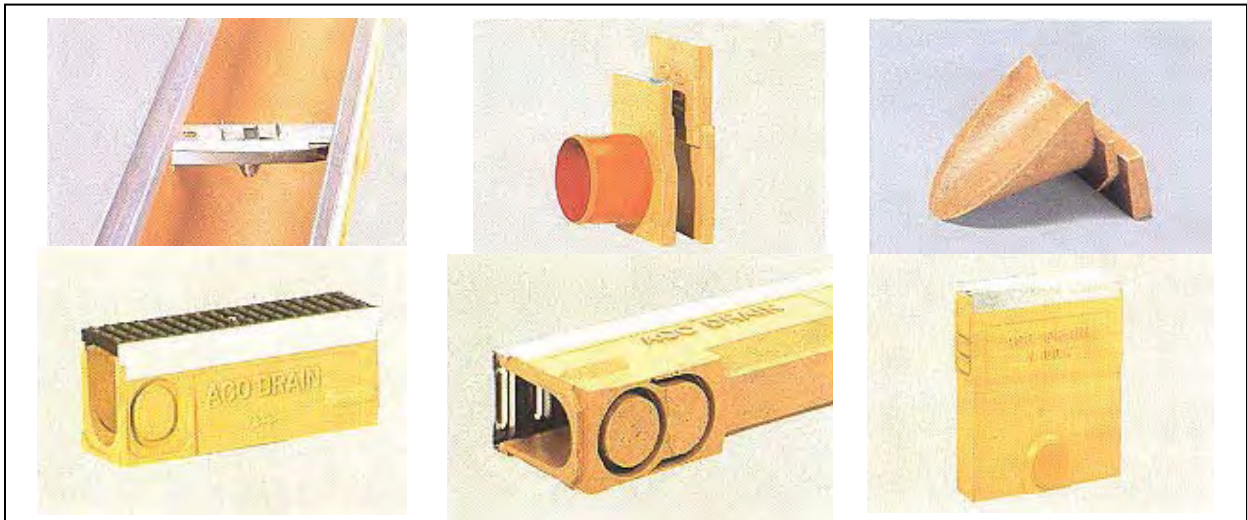


Figura B.570 - PREPARACIONES Y SALIDAS PARA LA CONEXIÓN DE CANALILLOS CON TUBERÍAS DE DESAGÜE - Fuente: Catálogos de productos ACO.

De manera sintetizada los canalillos pueden ser por forma superficiales (en caso de gastos reducidos de agua de lluvia a conducir) u ocultos (con una sola ranura de captación o tapados por una rejilla de recolección).

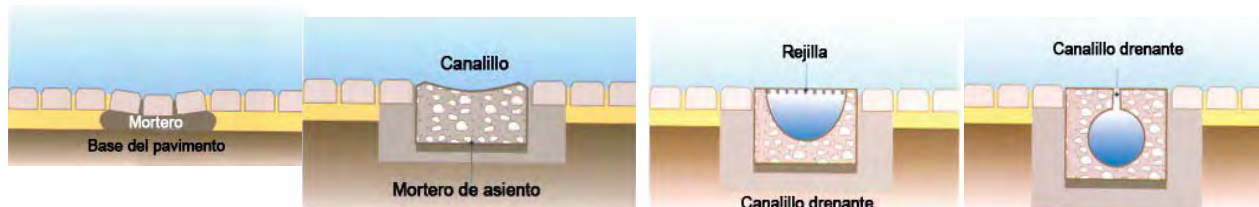


Figura B.571 – TIPOLOGIA DE CANALILLOS EN BASE A SU FORMA - Fuente: Aménagement urbains et produits de voirie en béton, conception et réalisation, CIMBETON, FIB, CERIB, CERTU, LCPC, IVF, 1997, p. 84 y 85

Como se aprecia en las figuras anteriores, adicionalmente a que los canalillos prefabricados o industrializados pueden ser de concreto, concreto polimérico, plástico o metal, también pueden forjarse en el sitio con las mismas piezas utilizadas para el acabado del pavimento, principalmente en los casos de canalillos superficiales (tipo cuneta).

Los canalillos superficiales también pueden estar formados por piezas prefabricadas como se muestra en la siguiente figura B.572.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho	A (∅ int)	B (mm)	H (mm)	L (mm)	Peso U.	Peso m/l
Canal 40	410 mm	490	250	330	33 kg	99 kg
Canal 50	500 mm	605	305	330	39 kg	117 kg

estable debido a su fondo plano
manipulable por un solo trabajador
alineable por sus 2 perforaciones de 12 mm ∅ atravesables por varillas de guía
apilable por sus dos nervios laterales

COLOCACIÓN SOBRE PLANTILLA DE CONCRETO FÁCILMENTE ALINEABLE. TIEMPO REDUCIDO DE COLOCACIÓN. SU LONGITUD DE 33 CM PERMITE TRAYECTORIAS DE CURVAS AMPLIAS

PIEZAS APILABLES APOYADAS EN SUS EXTREMOS

Figura B.572 – CANALES SUPERFICIALES FORMADOS con piezas de concreto vibrocomprimido con características pensadas para su óptimo instalación y uso, con juntas a tope sin necesidad de mortero de junta por su precisión dimensional - Fuente: Ficha de producto Canal'SUP de la Empresa SAE Béton

La instalación de redes exteriores de todo tipo no debe considerarse como un problema a resolver de disposición de tubos enterrados sino como un sistema diseñado integralmente constituido por una enorme variedad de tuberías, registros, pozos de visita, piezas especiales (codos, desviaciones, bifurcaciones, cambios de diámetros, decantadores, drenados, etc.) y partes complementarias (canalillos, rejillas, atraques, ductos o galerías, etc.).

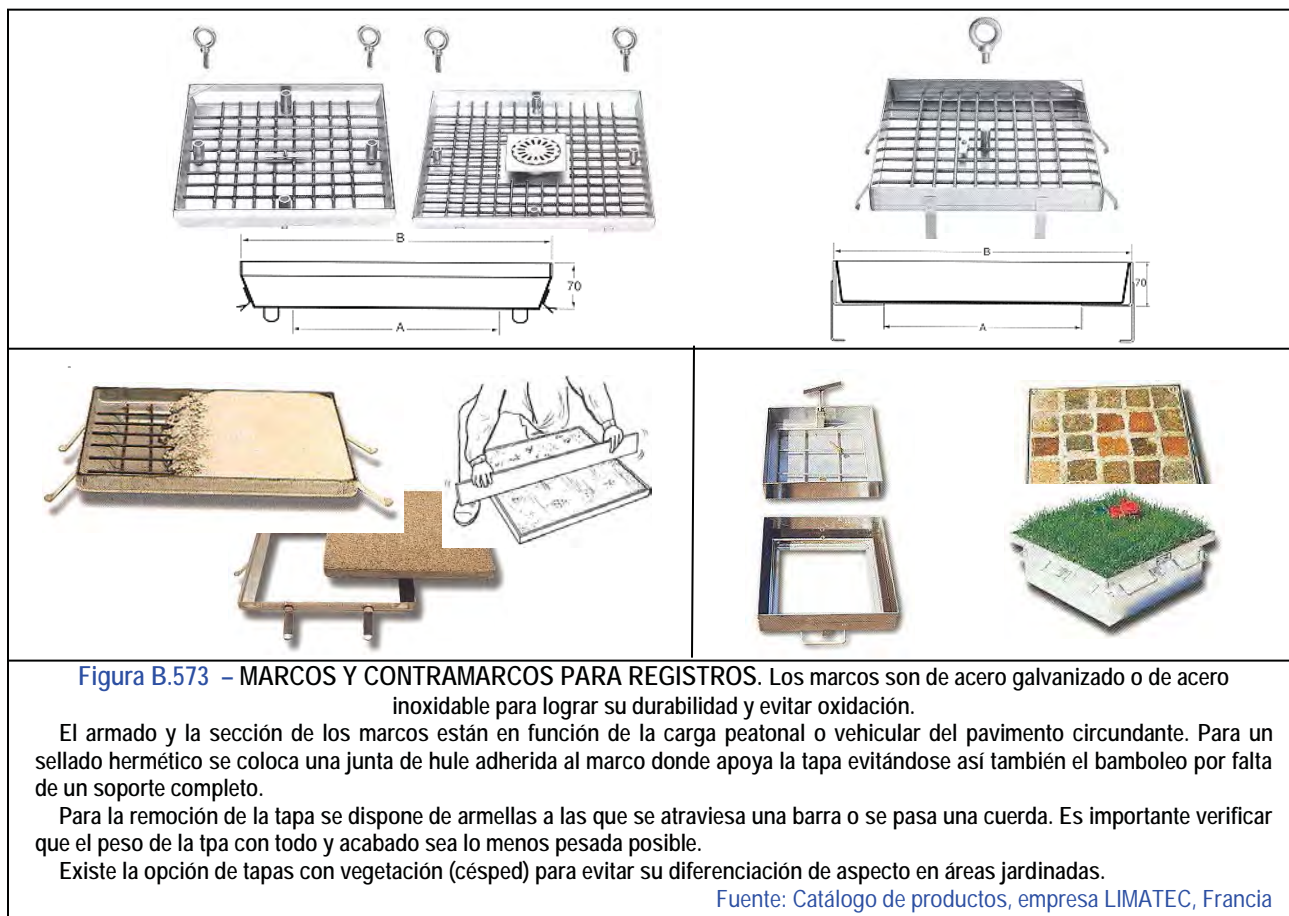
Ensamblados por embonado, por pegado o por termofusión, eliminando por completo el junteo y la recibida con mortero de albañilería no estanco.

Actualmente se puede resolver cualquier situación que se presente con productos industriales cuya calidad y características responden a normas.

En este caso conviene despiezar totalmente la tubería y las canalizaciones por economía, rapidez de ejecución y reducción de desperdicio al mínimo posible, lo cual implica colocar tramos completos a longitudes de fabricación máximas con el mínimo de cortes, ajustes y uso de piezas especiales.

7.- BROCALES, TAPAS Y REJILLAS

Los *Brocales, Tapas y Rejillas* son la frontera que debe unir y compatibilizar a las redes e instalaciones que se alojan en el subsuelo y los pavimentos que conforman las superficies exteriores urbanas.



Los brocales, tapas y rejillas que emergen como remates de registros y cajas de redes y de instalaciones alojadas bajo tierra deben coincidir insertándose en planta con el despiece de los pavimentos constituidos por adoquines, adoplastos, losetas o losas precoladas de gran formato o con la disposición de juntas de contracción, de construcción y de dilatación de pavimentos de concreto colado in situ.

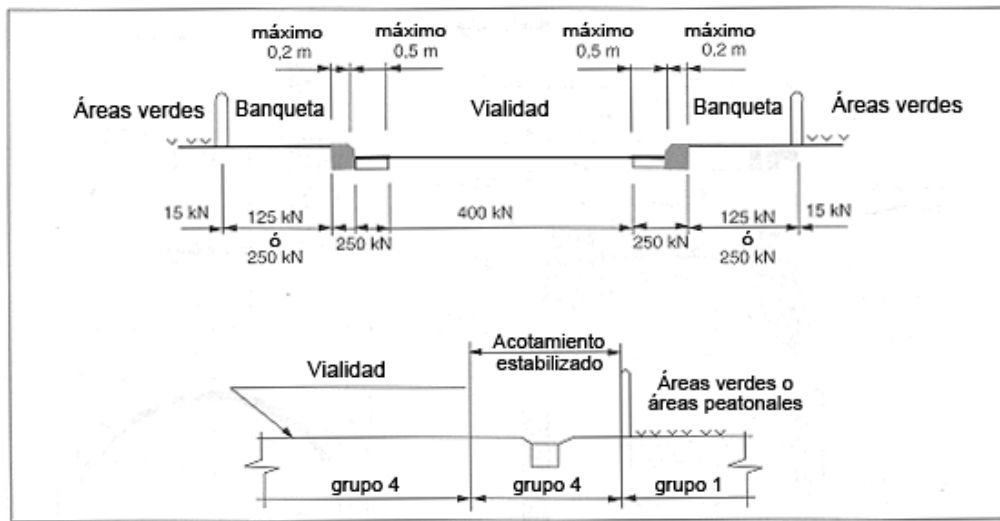
Deben tener también la posibilidad de ajuste de nivel para su coincidencia con los niveles eventualmente cambiantes por trabajos de mantenimiento y de re-hechura.

Su compatibilidad visual y estética de las tapas y rejillas que emergen con los pavimentos debe ser también resuelta en el diseño.

Adicionalmente, las tapas de registros y cajas enterradas deben ser:



- Resistentes a la circulación peatonal o vehicular (ligera o pesada) en su caso. Las siguientes figuras y tablas especifican las resistencias mínimas requeridas por normas (EN 1244 y EN 1433) según su ubicación.



Grupo	Tipo	Carga permitida ⁽¹⁾	Áreas utilizables
1	A 15	15 kN	Áreas verdes, áreas de uso exclusivo para peatones y ciclistas
2	B 125	150 kN	Banquetas, áreas peatonales, áreas para estacionamiento de vehículos ligeros
3	C 250	250 kN	Áreas de canalillos en vialidades a lo largo de las banquetas
4	D 400	400 kN	Vialidades de carreteras, acotamientos estabilizados, áreas de estacionamiento
5	E 600	600 kN	Áreas resistentes a cargas vehiculares pesadas (andenes, muelles, pistas de aterrizaje)
6	F 900	900 kN	Áreas resistentes a cargas vehiculares muy pesadas (pistas de aterrizaje)

(1) Corresponde a la carga vehicular mínima aplicada en los ensayos de ruptura.

Figura B.575 – CLASIFICACIÓN DE TAPAS DE REGISTROS Y DE POZOS DE VISITA - Fuente: NF EN 124



- Identificables, señalando la instalación que se registre.
- Antiderrapantes en su superficie expuesta.
- Fáciles de limpiar
- Resilientes en su apoyo perimetral, evitando el bamboleo por desnivelación de la tapa y rigidez de su marco.
- Utilizables en banquetas técnicas.

Figura B.576 – CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE LAS TAPAS DE REGISTROS – Fuente: NICOLL, Francia

Las tapas con rejilla de desagüe adicionalmente deben estar dimensionadas para el gasto pluvial requerido, tener integrado su sifón (en el caso necesario) y su dispositivo de retención y limpieza de basura y azolve.

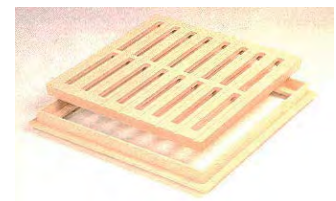


Figura B.577 – CARACTERÍSTICAS DE TAPAS Y CANALES con rejilla de captación de agua pluvial - Fuente: NICOLL, Francia

Las salidas de desagüe pluvial y los lavaderos son obras de arte que pueden realizarse con piezas de concreto prefabricado lográndose con ello rapidez de ejecución, ligereza, economía y alta calidad. A continuación se muestran algunos productos de este tipo con sus características más relevantes:



Figura B.578a – BOCA DE TORMENTA –
Aseguran la colecta de aguas pluviales. Su conexión con la tubería de evacuación se logra por medio de juntas flexibles de estanqueidad para presiones de hasta 0.04 MPa (.40 kg/cm²)



Figura B.578b – CANALES ABIERTOS con placas prefabricadas ensamblables



Figura B.578c – SALIDA DE DESCARGA CON REJA DE SEGURIDAD

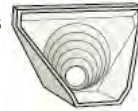
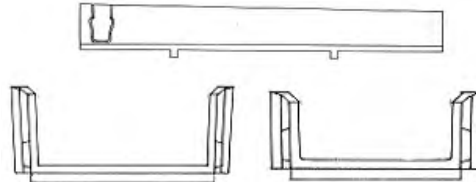
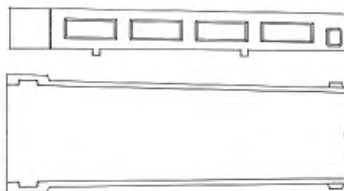
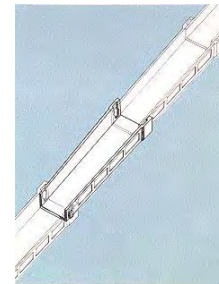
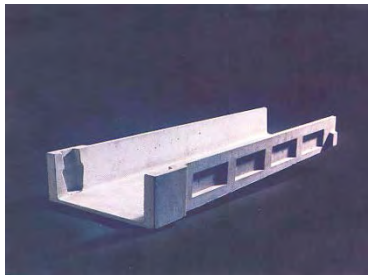
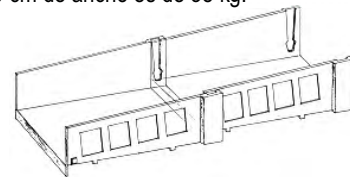
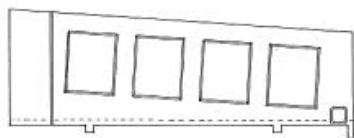


Figura B.578d – SALIDA DE DESCARGA

Figura B.578 – PIEZAS ESPECIALES DE CONCRETO PREFABRICADO PARA SANEAMIENTO URBANO - Fuente: Ouvrages d'assainissement en béton, conception et réalisation CD Rom C94 – Collection Technique CIMBÉTON; p. 86, 87 y 95



Están formados por piezas de 1.00 m de largo con anchos opcionales de 25cm (el más utilizado), de 35 cm y hasta de 50 cm cuando se requiere obtener disipación de energía en el agua que fluye. El peso de la pieza de 25 cm de ancho es de 15 kg, el de la pieza de 35 cm de ancho es de 21 kg y el peso de la pieza de 50 cm de ancho es de 38 kg.



Por su ensamblaje articulado pueden apoyarse de abajo hacia arriba, de arriba hacia abajo o en ambos sentidos. El ensamblado articulado evita la utilización de mortero para su colocación (el conjunto de piezas conforman un solo bloque) y permite la adaptación a diversas pendientes de talud y de absorber sin ruptura los eventuales movimientos del suelo.



Las piezas tienen lateralmente bajorelieves y, en su fondo, refuerzos sobresalidos para la buena adherencia con el suelo.

La esbeltez de sus paredes le da a la obra un aspecto más estético y por la densidad del concreto, se logra mayor durabilidad sin desarrollo de hierba.

Figura B.579– LAVADEROS SOBRE TALUDES DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO –

Fuente: Catálogo de Producto, Empresa NIAGARA.

Para la *conducción de aguas residuales*, existen tuberías de diferentes materiales (los que generalmente se utilizan son de concreto simple o concreto armado así como de plástico).

La tubería de plástico está siendo cada vez más utilizada por las diversas ventajas que ofrece como son:

- Resistencia a la corrosión y a la acción química de suelos y fluidos agresivos (como el hidrógeno sulfurado).
- *Resistencia a la abrasión*
- *Continuidad de flujo de efluentes gracias a una pared totalmente lisa (baja fricción). Ello permite sustituir, por ejemplo, a un tubo de concreto de 1.00 m de diámetro por un tubo de P.V.C. de 0.80 m de diámetro, lo cual se traduce en una reducción de ancho de zanjas (menos excavación, menos relleno y menos acarreo de tierra).*

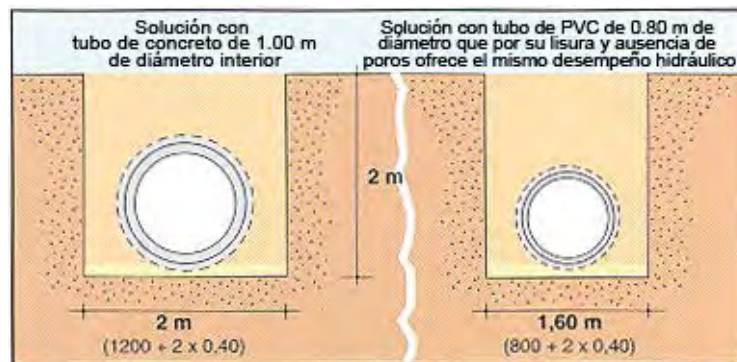


Figura B.580 – DISMINUCIÓN DE TRABAJOS DE TERRACERÍA

Fuente: Catálogo de productos, empresa SPEREF

- Longitudes de tubos importantes (generalmente de 6.00 m) que reducen el número de juntas.



Figura B.581 LONGITUDES DE HASTA 6.00 m PARA TODOS LOS DIÁMETROS DE TUBERÍA

Fuente: Catálogo técnico, empresa SPEREF

- Sistema de ensamblaje que facilita el centrado correcto entre los diversos elementos evitando las imperfecciones de alineado.

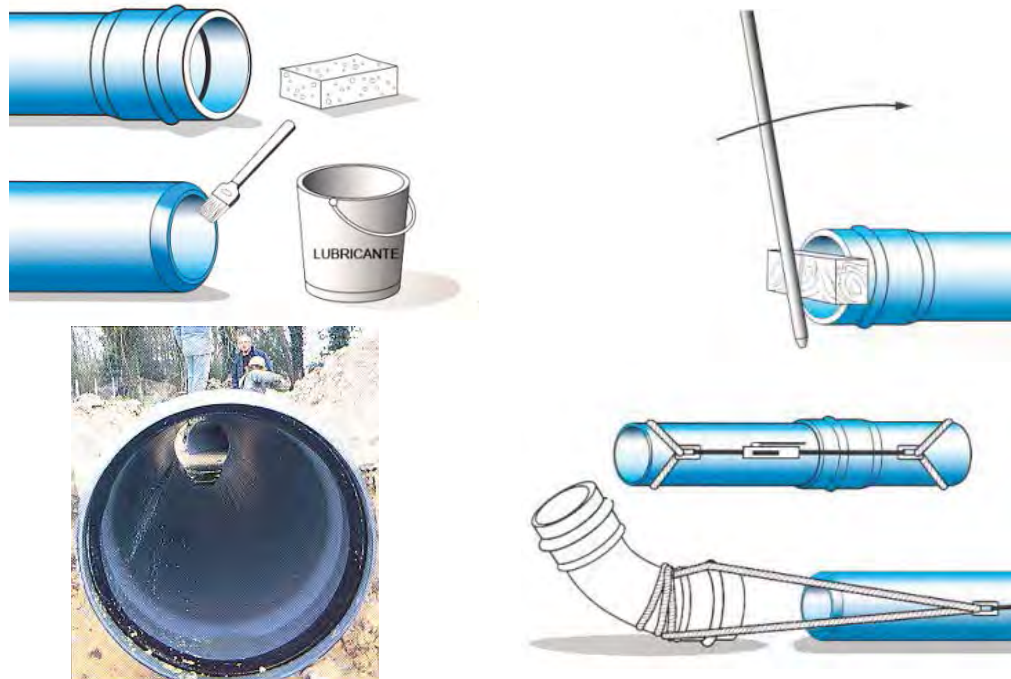


Figura B.582 – EMBONADO DE JUNTAS

El embonado de tubos con juntas de hule sintético implica.

- La eliminación de toda materia extraña (limpieza) en las juntas a unir.
- Verificar que el anillo de hule esté bien colocado.
- Verificar el achaflanado del extremo macho del tubo.
- Lubricar el anillo de hule y el extremo de tubo a embonar.
- Marcar la referencia de embonado sobre el tubo macho.
- Embonar a mano o con la ayuda de una barreta y un pedazo de barrote, cables y eslingas y/o con piezas de ayuda.

Fuente: Guía de colocación, empresa SEPEREF; p. 12 y 13

La conformación de una red implica el empleo de una cantidad suficiente de piezas de conexión con diseños para funciones específicas y, por ello, existe una amplia gama de formas y diámetros de piezas especiales como codos, té, coples, reducciones, tapones, yes, silletas, sifones y conectores a registros y pozos de visita con el mismo sistema de juntas de hule sintético o con uniones pegadas.



Figura B.583 – CONEXIONES DE TUBERÍA DE PVC SANITARIA

Su variedad incluye piezas de conexión con tuberías de otros materiales.

Fuente: Catálogo de productos, empresa SPEREF

- Estanqueidad absoluta.
- Ligereza (un tubo de concreto a igual longitud y mismo desempeño hidráulico pesa 20 veces lo que pesa un tubo de P.V.C.).



Figura B.584 – EXISTEN GRANDES DIÁMETROS DE TUBERÍAS DE P.V.C. SANITARIO con paredes alveolares cuya ligereza permite su manuportabilidad pudiéndose prescindir de equipo mayor y mejorando con ello las condiciones de seguridad en las obras.

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa WAVIN

Es importante efectuar un análisis económico y técnico de funcionamiento y de desempeño y durabilidad a través de la vida útil de las redes, lo más integral posible, para decidir la solución óptima.

ZANJAS

La distancia entre pozos de visita recomendado va de 50 m a 80 m.

El ancho de las zanjas mínimo será igual al diámetro del tubo más 30 cm de cada lado del mismo.

El fondo de la zanja debe conformarse siguiendo la pendiente del proyecto y eliminando materiales cortantes o que puedan crear puntos duros.

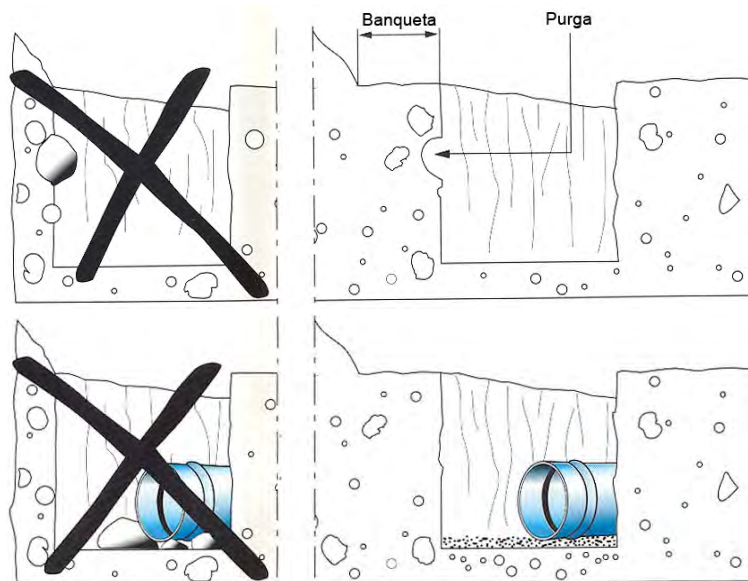


Figura B.585 – PURGADO DE ZANJAS. Los cortes verticales o en talud así como el fondo de las zanjas deben limpiarse de todo cuerpo duro (piedras y cascajo) antes del extendido de la cama de arena de 10 cm. En terreno con agua, la cama de asiento se hará con grava de 8/25 mm de diámetro.

Fuente: Guía de colocación, empresa SEPREF; p. 8 y 9

La cama de arena tendrá un espesor mínimo de 10 cm con tamaño de agregado 0 a 10 mm conteniendo menos del 5% de partículas inferiores a 0.1 mm. La cama de arena se nivelará cuidadosamente para evitar que el tubo no se apoye ni sobre un punto duro ni sobre un punto blando.

En suelos húmedos hay que reemplazar a la arena de la cama por grava boleada (no triturada con aristas vivas y puntiagudas) con una granulometría 8/25 mm.

La desviación angular que permiten las juntas de hule sintético con labios es de 3° sin pérdida de la estanqueidad, para desviaciones de 4° y 6° hay que utilizar coples de desviación.

Para las uniones de tubos de PVC con registros o pozos de visita hay que utilizar tramos cortos de tubo con campana en suelos compresibles.

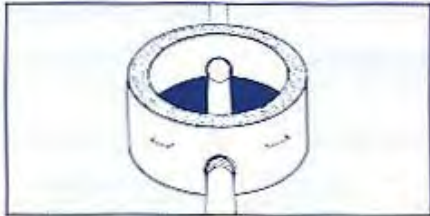


Figura B.586a – TUBO DIRECTAMENTE EMBONADO EN SUELOS DUROS EN LA UNIÓN CON POZOS DE VISITA



Figura B.586b – TUBERÍA EMBONADA EMPLEANDO TRAMOS CORTOS EN LA UNIÓN CON POZOS DE VISITA

Una variante para la conexión de tubería de PVC con pozos de visita, con registros o con tubos de concreto de diámetro mayor, es el empleo de coples con campana y de anillos de junta elastomérica como se muestra a continuación



Figura B.587 – CONEXIÓN DE TUBERÍA DE PVC con pozos, registros o tubos de concreto de gran diámetro
- Fuente: *Productos NICOLL, Francia*

Los fabricantes de tubería plástica ofrecen opciones con diferentes espesores de pared y de resistencia del material para soportar las cargas a las que estará sometida y la profundidad máxima de colchón recomendada la cual deberá definirse en cada diseño específico buscándose que sea la mínima posible con objeto de reducir las profundidades de excavación a lo mínimo indispensable.

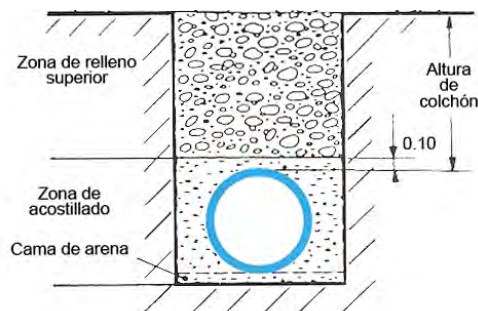

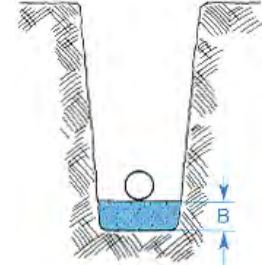



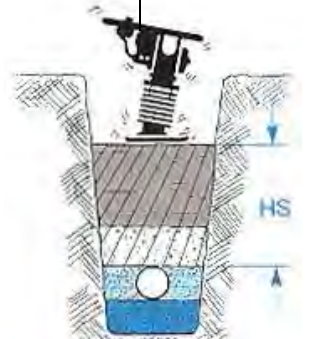
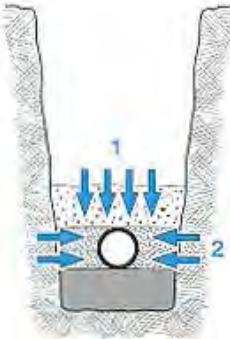


Figura B.588 – DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DEL COLCHÓN EN UNA ZANJA PARA ALOJAR TUBERÍA - Fuente: *Guía de colocación, empresa SEPEREF; p. 19.*

El acostillado debe efectuarse progresivamente a lo largo del tubo y compactando bien en capas sucesivas de 0.15 de espesor en cada lado del tubo hasta la parte superior del lomo del tubo. Debe estar constituido por materiales que contengan menos del 5% de partículas inferiores a 0.1 mm y sin elementos mayores a 30 mm de diámetro. La compactación final del acostillado debe tener al menos el 95% del valor óptimo del material.

			
<p>Zanja Las zanjas excavadas deberán ser lo más angostas posibles pero no más angostas que el diámetro del tubo a tender más 40 cm.</p>	<p>B = Cama Bajo condiciones de suelo normal, la zanja tendrá una cama de grava de boleó y arena con un T.M.A. máximo = 30 mm o de material triturado con un T.M.A. máximo = 10 mm. La cama deberá compactarse y apisonarse. En los casos necesarios de suelos particulares será necesario reforzar el suelo.</p>	<p>U = Acostillado Después de haberse colocado la tubería deberá retirarse el material de plantilla bajo las campanas de conexión de la tubería para evitar su apoyo puntual y se deberán acostillar los flancos de los tubos colocados para asegurar su asiento y apoyo a lo largo de todo su fuste. El acostillado se efectúa con un pisón de mano o una herramienta adaptada; debe efectuarse con muchísimo cuidado; si se colocan varios tubos en la misma zanja (trinchera técnica) hay que asegurarse que los tubos de abajo se vayan cubriendo completamente antes de colocarse los de arriba. La tubería deberá colocarse con total planeidad (sin ondulación) y con la pendiente de proyecto.</p>	<p>C = Capa de consolidación El material se colocará en capas de 10 cm de espesor aproximadamente, se apisonarán con el pisón de mano del ancho necesario o con una herramienta especial. El propósito de esta capa es evitar que los tubos se deformen, por ello, deberán compactarse bien en ambos lados al mismo tiempo.</p>
			
<p>P = Capa Protectora Relleno compactado de al menos 30 cm de espesor en capas del mismo suelo (pero sin piedras que puedan ejercer cargas punzantes a los tubos). Importante: Para evitar que el tubo se mueva en la zanja, es importante rellenar tramos completos en el mismo día hasta la compactación de la capa protectora incluida.</p>	<p>HS = Altura de margen de seguridad para la continuación del relleno compactado se podrá utilizar el material de relleno disponible. La zanja no deberá contener rocas que no puedan asirse con la mano. Tan pronto como se llegue a la altura de margen de seguridad, la compactación del relleno puede efectuarse con apisonadora mecánica o con rodillo vibratorio. El valor mínimo de HS para estos equipos a utilizar es de 0.55m <i>Ref. Remblayage des Tranchées et Réfection des Chaussées, LCPC - Setra, Francia 1994.</i></p>	<p>Distribución de presión del suelo La presión del suelo y la distribución de la carga del suelo está determinada por la compactación.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Peso del suelo y posible carga de tráfico 2.- Presión de confinamiento 	
<p>Figura B.589 – LINEAMIENTOS PARA EL TENDIDO DE TUBERÍAS - Deberá respetarse la reglamentación y la normatividad para todo tipo de zanjas de tubería - Fuente: Catálogo técnico, empresa GEBERIT; p. 147</p>			

El material de relleno puede ser el mismo que se extrajo de la zanja excavada (los rellenos con piedra o cascajo deben evitarse) siempre y cuando no sea turba, cieno o suelo muy orgánico. Se compacta en capas sucesivas de 0 m de espesor máximo.

Como precaución particular, nunca hay que dejar que el agua de lluvia (u otra) escurra dentro de las zanjas si ésta no puede drenarse hacia un suelo permeable o un sistema de evacuación.

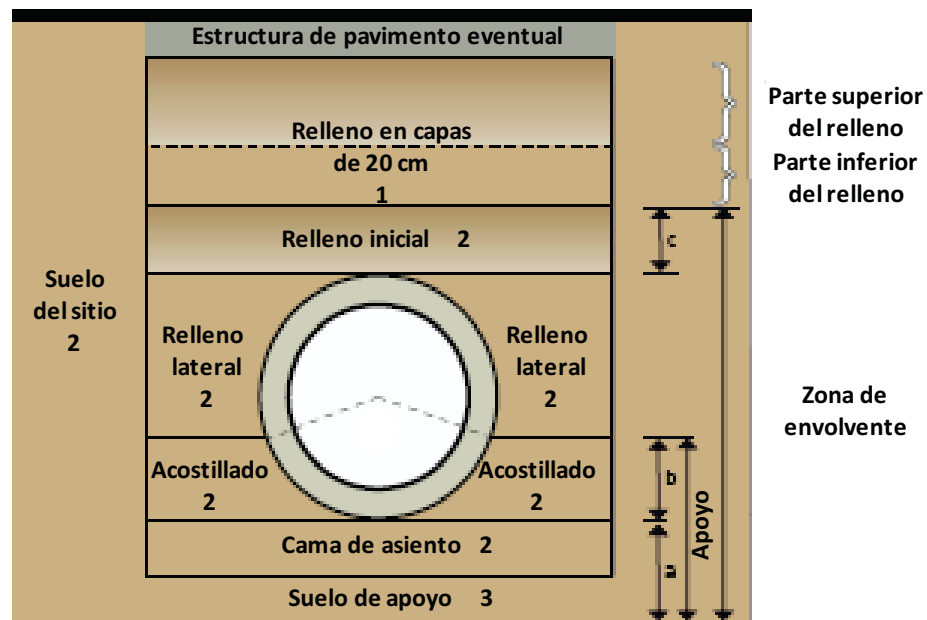


Figura B.590 – DEFINICIÓN DE LAS DIFERENTES ZONAS DE UNA ZANJA según la Norma Europea EN 1610

C ≥ 15 cm por encima de la generatriz superior del tubo ó
10 cm sobre la campana

a ≥ 10 cm en condiciones de suelo normales ó
15 cm en caso de suelo duro o rocoso

Por convención se considera:

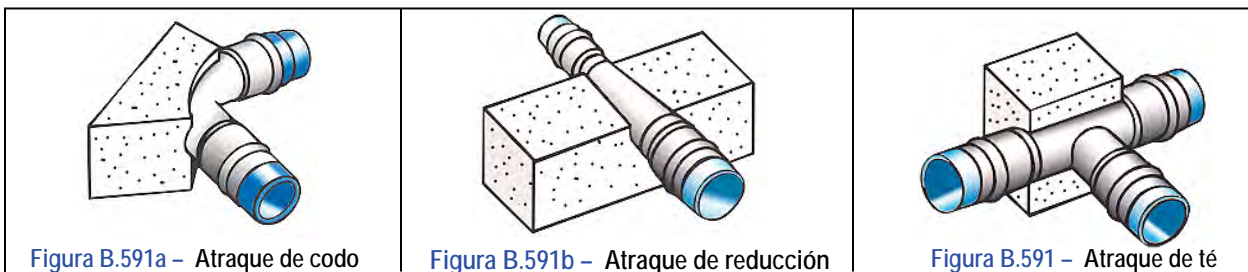
- La zona de relleno en capas de 20 cm **(1)** que va de la parte inferior a la parte superior del relleno propiamente dicho.
- La zona de envoltura **(2)** constituida por:
 - La cama de asiento
 - El acostillado
 - El relleno lateral
 - El relleno inicial
- El suelo del sitio.

Fuente: Ouvrages d'Assainissement en Béton, Conception et Réalisation CERIB, FIB, CIMBÉTON ; p. 118

ATRAQUES

En las canalizaciones de agua potable los efectos de empujes en los cambios de dirección o de sección deben soportarse por medio de masas de concreto llamadas atraques apoyadas en el suelo o anilladas en él o empleando abrazaderas de autoatraque en caso de tuberías ubicadas dentro de una banqueta o una galería técnica.

A las masas de concreto se atracan los de codos, las té y las reducciones así como los apoyos de válvulas.



A los macizos de concreto se pueden anclar codos y válvulas que presenten un empuje en falso.

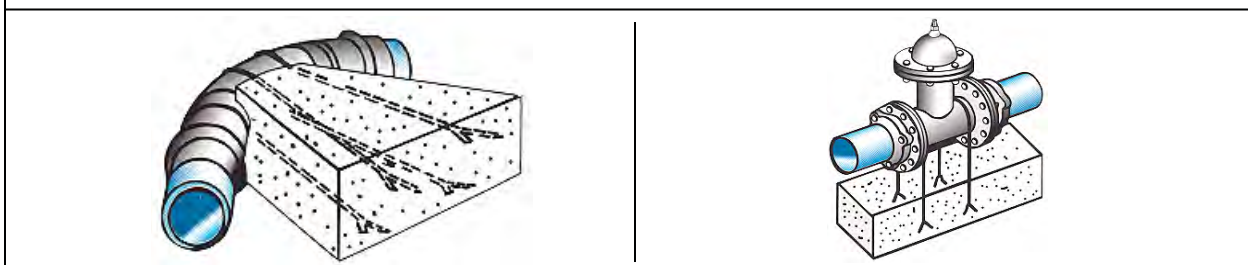


Figura B.591d – ANCLAJES A MACIZOS DE CONCRETO

Otro tipo de atraques anclan a la conexión a una losa de cimentación o se usan macizos en los que se ahoga la conexión.

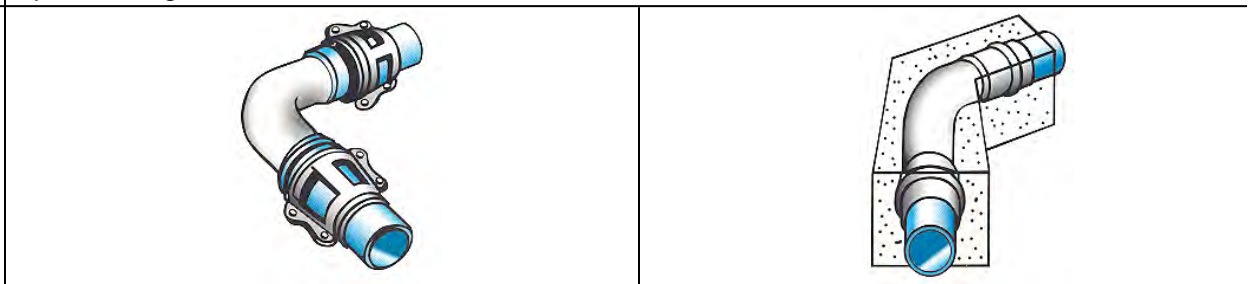


Figura B.591e – ATRAQUE CON ABRAZADERAS FIJADAS CON TORNILLOS a una losa de cimentación o a un cimiento o contratrabe.

Figura B.591f – ATRAQUE EFECTUADO AHOGANDO LA PIEZA DE CONEXIÓN A UN MACIZO DE CONCRETO

Figura B.591 – EJEMPLOS DE TIPOS DE ATRAQUES – Fuente: Guía de colocación, empresa SEDEREF; p. 16 y 17

Los macizos de concreto que ahogan a las piezas de conexión no deben de ahogar las campanas o las juntas de las piezas con los tubos para evitar esfuerzos de cizallamiento sobre el tubo y para permitir el libre movimiento de la conexión.

Para el empleo de abrazaderas de autoatraque, la longitud de los elementos de la tubería fijada debe calcularse para permitir el soporte de los esfuerzos de empuje por el frotamiento de la canalización dentro del terreno.

Las Normas Técnicas Complementarias de Hidráulica que complementan a los reglamentos de construcción especifican las dimensiones mínimas de atraques para los casos de conexiones más comunes que se presentan en las redes de agua potable (sometidas a presión).

8.- INSTALACIÓN DE REDES EXTERIORES SIN ZANJA

Existen casos en los que la abertura de zanjas para instalar tuberías en áreas exteriores o en zonas urbanas se vuelve complicado (con los altos costos y tiempos que ello implica) o incluso es imposible de realizar en algunos casos extremos, por el descalabro inaceptable que ocasionaría y/o por los costos de instalación prohibitivos que resultarían.

En los proyectos de conjuntos de vivienda, en algunas ocasiones, se requieren obras de infraestructura (alimentaciones de agua o descargas de todo el conjunto conectadas a redes públicas de capacidad adecuada) con trayectorias que obligan atravesar carreteras, autopistas, vías férreas, bulevares o calles de diferente importancia o incluso ocupar por abajo tramos de vialidades o de carreteras en paralelo.

El sólo pensar en abrir zanjas que atravesen vías tan importantes como la autopista México-Acapulco o una avenida como Insurgentes, donde se afectaría considerablemente el intenso tráfico que tienen continuamente, haría inviable el zanjeado y el tendido de una red.

En otros casos de áreas urbanas sensibles por su dinamismo comercial o por el bloqueo de accesos a propiedades particulares, una zanja abierta perjudicaría considerablemente.

Las zanjas abiertas pueden también dañar a las redes existentes de agua, gas, electricidad, etc.

Finalmente, las instalaciones en zanjas abiertas generan ruidos excesivos, contaminación con polvo y suciedad y, debilitamiento y roturas en los pavimentos.

Existen dos familias de procedimientos cada vez más utilizados en las ciudades y en vías de gran circulación que eliminan la necesidad de hacer zanjas abiertas. A estas técnicas se les llama obras de redes “*sin zanja*” y su afectación en superficie es mínima ya que sólo necesitan zonas de posicionamiento del equipo de perforación y de lumbreras para el suministro de la tubería y la extracción del material excavado.

El *costo social* que las obras “sin zanja” generan es realmente mínimo con respecto al procedimiento tradicional de zanjeo abierto para la ejecución de redes exteriores.

El costo social de una actividad es el conjunto de inconvenientes que representa esta actividad para la sociedad (M. Beavais); aunque su cuantificación monetaria es difícil de obtener, se puede percibir con facilidad los efectos perjudiciales que se dan.

Adicionalmente con la tecnología “sin zanja” se eliminan riesgos de seguridad y se logra alta calidad.

Conviene precisar una definición que permita ubicar mejor el campo de aplicación de estas obras. *Por supuesto, el término “sin zanjas” se opone a los trabajos “con zanjas”, pero además en el caso de proyectos de vivienda está reservado a la colocación de redes de pequeño diámetro que se llaman “de visita imposible”, o sea que el hombre no puede entrar ahí en condiciones de trabajo normales: se admite en general que el límite superior se sitúe alrededor de 1200 mm de diámetro, que implica entonces realizar obras subterráneas cuya construcción necesita el empleo de técnicas teleguiadas, ya que no se puede acceder a ellas ni desde la superficie (“sin zanjas”), ni desde el interior (“de visita imposible”).*

Las obras sin zanja permiten la colocación o la renovación de canalizaciones limitando la molestia ocasionada a los vecinos, en particular en medio urbano.

Estas obras, innovadoras, abarcan técnicas muy variadas que van de la colocación de redes nuevas con *microtunelaje* o *perforaciones dirigidas* hasta las rehabilitaciones o renovaciones de redes existentes.

Estas tecnologías se han venido perfeccionando e incrementando en su aplicación muy rápidamente y, por ello, seguramente terminarán sustituyendo a los procedimientos convencionales para la construcción de redes nuevas o para la reposición, reparación y mantenimiento en buen estado de las redes existentes de saneamiento, de alimentación de agua, de electricidad, de gas, etc., con la consecuente reducción de impactos que dan las obras de superficie.

Aún si se trata, lo más a menudo, de obras que no tienen el carácter espectacular de las grandes obras del metro o de las autopistas urbanas por ejemplo, su importancia en términos lineales de obras justifica plenamente que se le conceda un gran interés, tanto por sus consecuencias económicas como por su estrecha influencia dentro de la vida social.

En los “trabajos sin zanjas” hay que distinguir varios procedimientos para los cuales las técnicas operadas son muy diferentes y, cuyos campos de aplicación son igualmente muy variados. Se debe, en primer lugar, separar las obras nuevas a construir de las obras antiguas a rehabilitar.

- a) Las *obras nuevas* atañen a las redes que se quiere crear cuando nada existe, y se puede considerar de nuevo dos categorías, según los métodos son dirigidos o no dirigidos:
- El *microtunelaje* es utilizado para las redes de diámetro 300 a 2500 mm más o menos. Los microtúneles (micro-escudos) son máquinas que se parecen a los escudos de gran diámetro pero que tienen la particularidad de ser miniaturizados y, sobretodo, teleguiados, o sea, funcionando sin intervención humana adentro de la máquina. Las máquinas trabajan según una trayectoria lineal, a profundidades variables que van de algunos metros a algunas decenas de metros y, sobre largos limitados a 100 ó 150 m más o menos (sin estaciones de empuje intermediarias): hay que ponerlas a trabajar entonces a partir de pozos cavados desde la superficie hasta lo hondo del proyecto y que permitan perforar en el terreno la máquina y su tren de tubos, y recuperarlos a la salida;
 - Las *técnicas de perforación dirigida* son utilizadas para las redes de más pequeño diámetro (50 a 1200 mm) y para largos que pueden alcanzar varios centenares de metros. Esas técnicas están derivadas de las perforaciones tradicionales pero se dan los medios para ubicar la posición de la cabeza de perforación en planta y/o en profundidad y, de efectuar las correcciones de dirección para mantener la buena trayectoria; conciernen lo más a menudo a redes de poca profundidad (algunos metros como máximo), pero pueden, en ciertos casos y con equipos adaptados, ser utilizadas para la colocación de tubos a una profundidad mayor.

El siguiente diagrama muestra las diferentes familias de técnicas “sin zanja”.

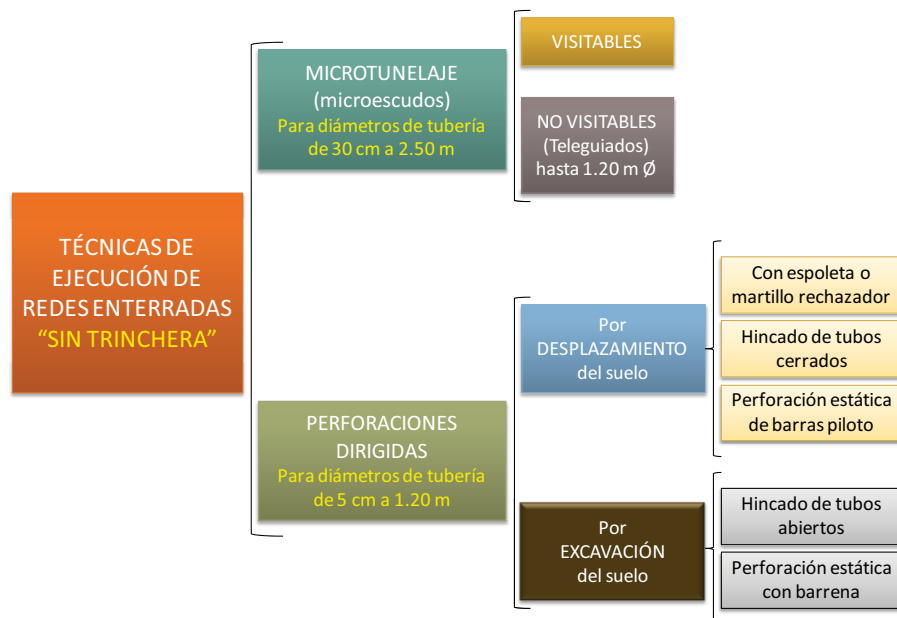


Figura B.592 – FAMILIAS DE TÉCNICAS “SIN ZANJA”

Otra solución que evita el reemplazo de tubería vieja es su rehabilitación con cubrimientos de fundas flexibles, resistentes y de reducido coeficiente de fricción sobre su cara interior.

En las siguientes figuras se ejemplifican algunas de las técnicas más utilizadas en el siguiente orden:

- 1.- Microtúneles (micro-escudos) para redes nuevas de gran diámetro.
- 2.- Perforaciones dirigidas para redes nuevas de diámetro reducido
- 3.- Reemplazo por sustitución de tubería vieja con tubería nueva de igual o mayor diámetro.
- 4.- Rehabilitación de tuberías viejas o dañadas por cubrimiento y refuerzo de sus paredes internas.

En la figura **B.593** se muestra el procedimiento donde se utilizan las microtunelera.

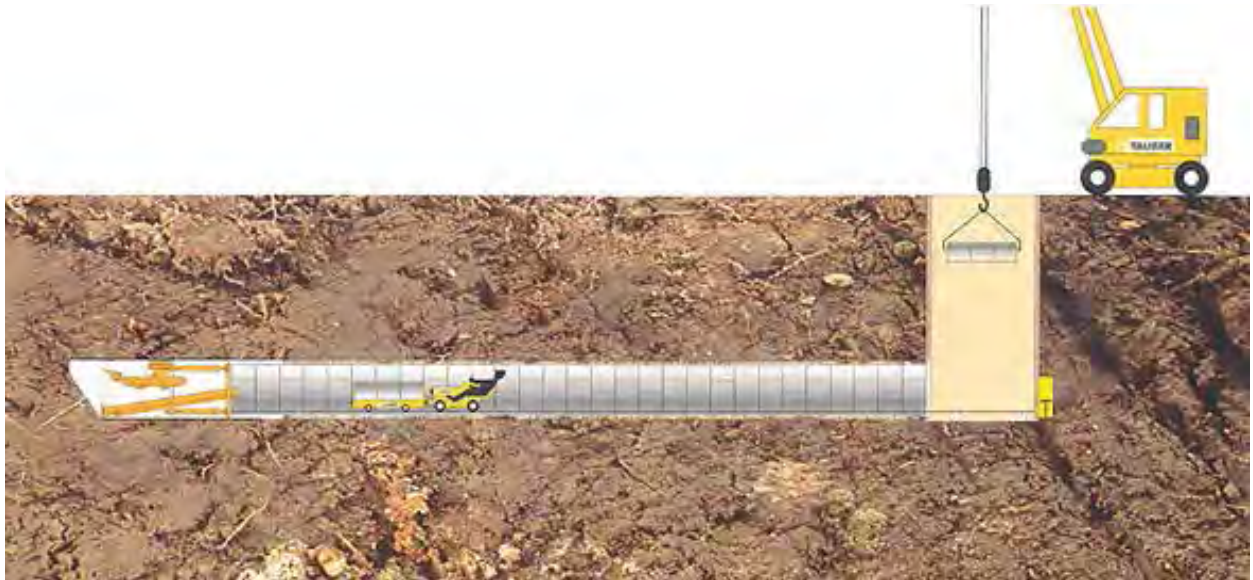


Figura B.593 – PROCESO DE EJECUCIÓN POR MICROTUNELAJE VISITABLE

Fuente: Catálogo de producto, empresa TAUBER

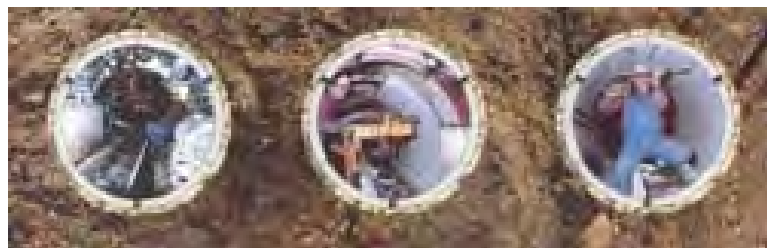


Figura B.594 – DIFERENTES TIPOS DE LÍNEAS DE TUBERÍA REALIZADAS POR MINITUNELAJE Y MICROTUNELAJE (con microescudo)

Fuente: Catálogo de producto, empresa TAUBER



ESQUEMA



Fuente: Catálogo de producto, empresa TAUBER



Figura B.595 – MICROTUNELAJE CON HINCADO HORIZONTAL DE TUBOS DE CONCRETO ENSAMBLADOS

Fuente: Folleto informativo: Construction du collecteur GARGES – EPINAY par les techniques de fonçage. direction départementale de l'équipement de la Seine-Saint Denis

Como complemento de la tecnología de colocación de tuberías enterradas “sin zanja”, existen soluciones para sustituir tuberías, para limpiar tuberías y para rehabilitarlas enfundando sus paredes interiores para hacerlas totalmente herméticas y para mejorar su coeficiente de fricción haciéndolas más eficientes con el mismo diámetro.

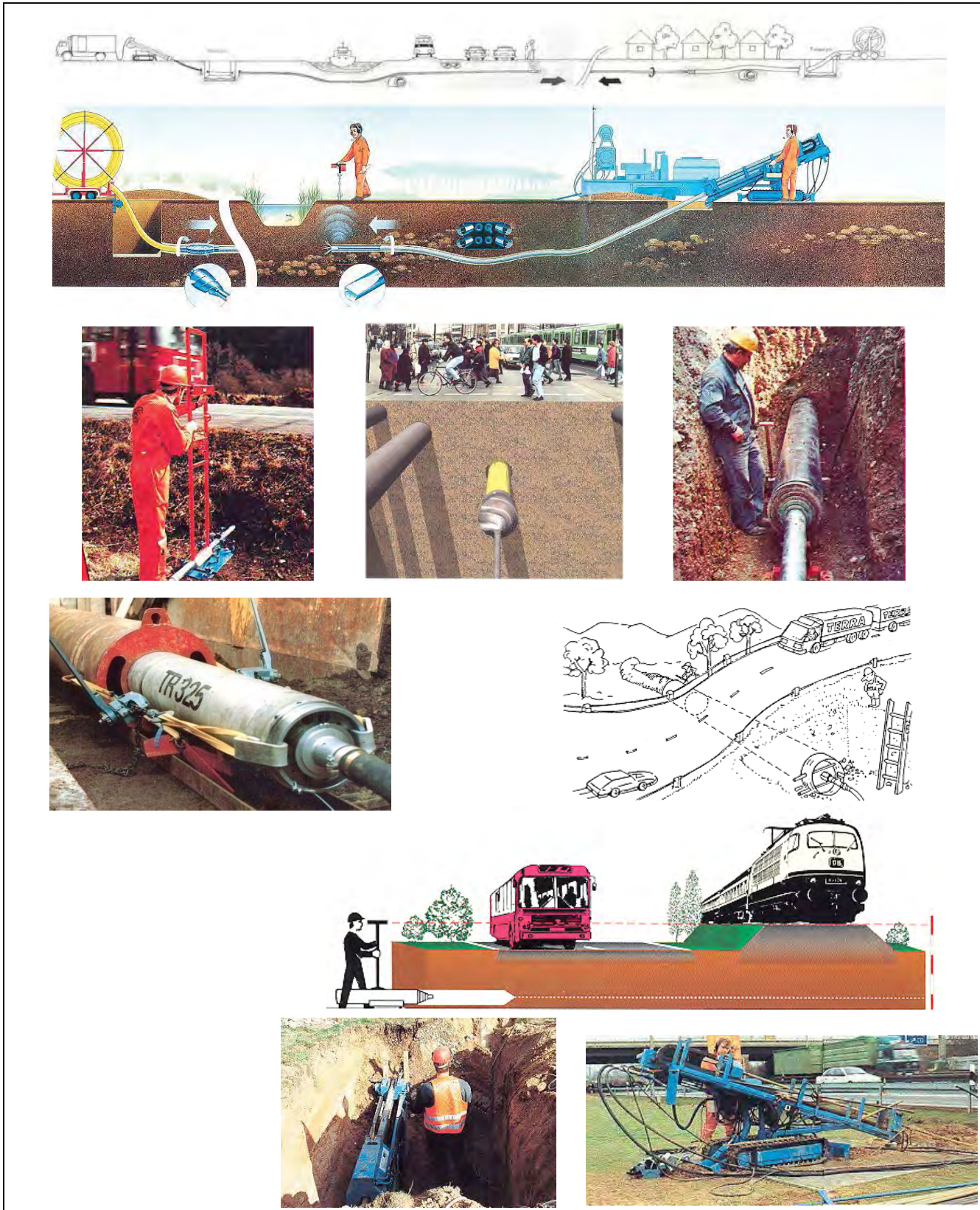


Figura B.596 - INSTALACIÓN DE TUBOS POR PERFORACIÓN DIRIGIDA.
 Fuente: Catálogos de empresas GRUNDOMEX, GRUNTIG y TRACTO-TECHNIK

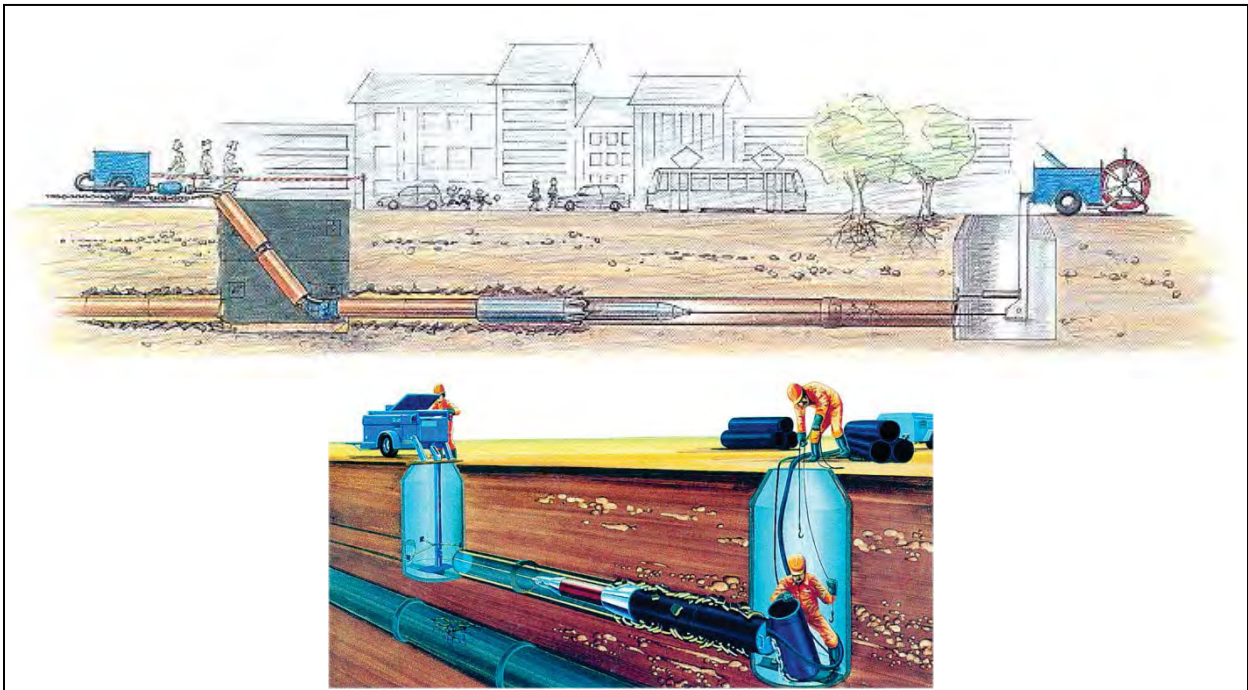


Figura B.597 - SUSTITUCIÓN DE TUBOS IN SITU por perforación dirigida donde se aprovecha incrementar diámetros y utilizar materiales con menor coeficiente de fricción
 Fuente: Catálogos de empresa GRUNDOMAT



Figura B.598-A - REHABILITACIÓN Y REFORZAMIENTO DE PAREDES INTERIORES EN TUBERÍA EXISTENTE
 Fuente: Catálogos de empresa PHOENIX SERVICES



Figura B.598-B – REHABILITACIÓN DE TUBERÍA por forrado de paredes interiores con fundas flexibles - Fuente: Catálogos de empresa PHOENIX SERVICES

9.- PAVIMENTOS DE ASFALTO, DE CONCRETO, DE ADOQUINES Y DE LOSETAS

Las *Vialidades* tienen por objetivo fundamental dar el servicio de comunicación en exteriores a fraccionamientos, a conjuntos habitacionales y a *condominios*.

El conjunto de estas obras está destinado a la circulación regular de vehículos ligeros (autos) y esporádicamente de camiones de servicio pesados (de gas, de mudanzas, de agua y refrescos...), de peatones y bicicletas así como a áreas de estacionamiento.

Su utilización en los proyectos de vivienda conforma un conjunto de vialidades y de áreas exteriores privadas que incluyen sus redes de instalaciones exteriores enterradas y aéreas cuyo mantenimiento generalmente queda a cargo directo de los usuarios.

Tienen una especial importancia en la conformación de los espacios exteriores y se relacionan funcional y visualmente de manera directa con los brocales y tapas de registros, coladeras, cajas de válvulas y banquetas técnicas de las instalaciones alojadas en su subsuelo.

Sirven de elementos de transición y de vestibulación con los accesos a los espacios cubiertos de las edificaciones.

Por la mala calidad de los rellenos, por defectos de compactación, por el desconocimiento de la ubicación de las redes existentes y por la ampliación y complejidad propia de las vialidades y redes diversas, se da una multiplicidad de riesgos de fallas y desórdenes.

Se requiere especial atención utilizando materiales difícilmente putrescibles con buena resistencia a las agresiones de carácter mecánico (el más común), de carácter químico y de carácter particular y con una relativa flexibilidad de uso y de desempeño

Se trata primero de *garantizarle a la vialidad el respeto de los requerimientos básicos sintetizados en el vocablo de nivel de servicio*. Éste comprenderá directamente o indirectamente cualidades de durabilidad, confort, resguardo y seguridad, economía, disponibilidad y mantenimiento.

Existen diversos organismos internacionales dedicados a la acumulación, la difusión y el desarrollo del conocimiento técnico, estético y funcional de los **pavimentos** de diferentes características y materiales.

La descripción sobre los pavimentos exteriores que de manera general se incluye a continuación está soportada por algunos de estos organismos como el ACPA (**American Concrete Pavement Association**), el ICPI (**Interlocking Concrete Pavement Institute**), Cimbeton (**Centre d'Information sur le Ciment et ses Applications**), el CERTU (**Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les Constructions**), el SETRA (**Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes**), el PCA (**Portland Cement Association**), el LCPC (**Laboratoire Central des Ponts et Chaussées**), y el Asphalt Institute of America, entre otros, así como por información extraída de diversos proveedores internacionales de productos de pavimentos.

Todo tipo de pavimento está formado por una estructura compuesta de varias capas de espesores calculados y especificados que en la mayoría de los casos se denominan subrasante (superficie de suelo compactada), sub-base (no requerida para tránsito muy ligero, suelos muy resistentes o pavimentos de concreto), base y superficie de rodamiento.

Requiere cubrir las siguientes funciones:

- o *Resistencia mecánica* a las cargas de circulación (peatonal y vehicular).

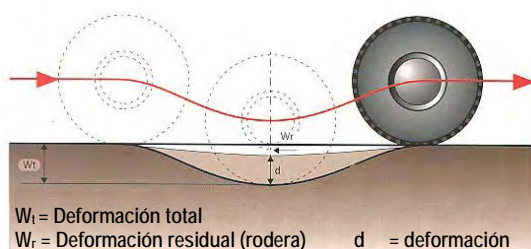


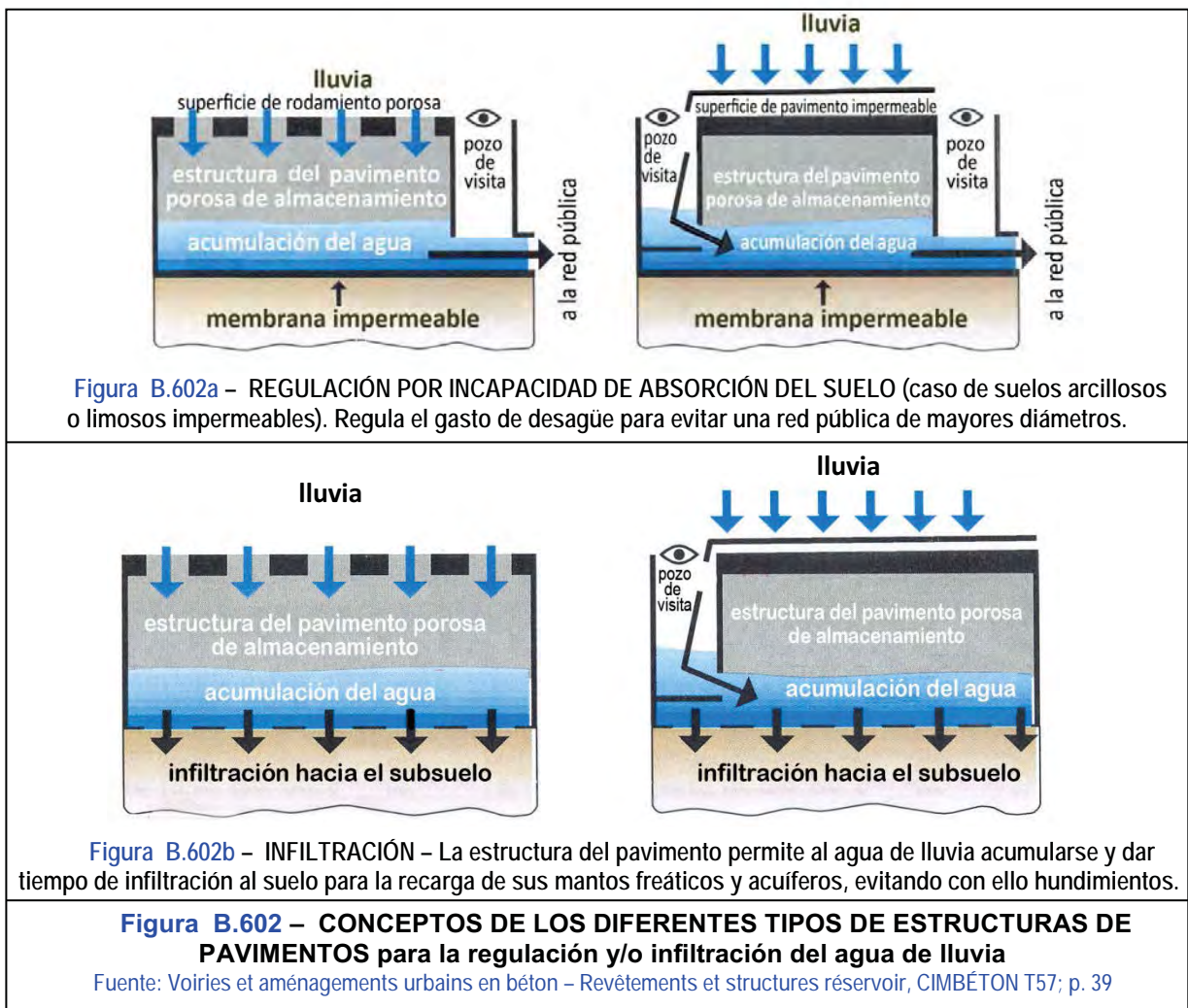
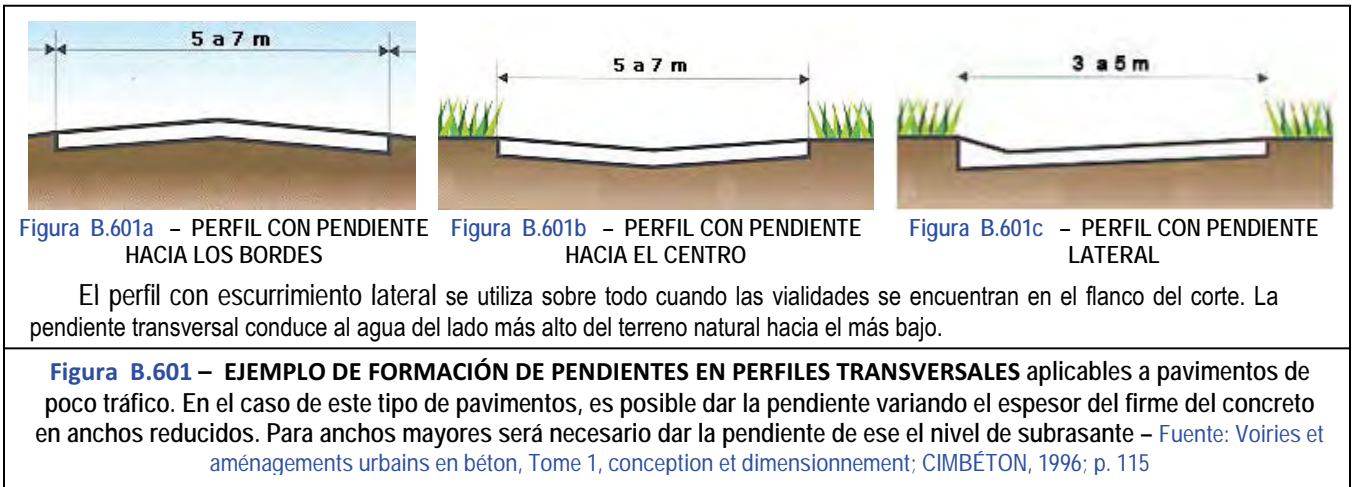
Figura B.599 - PRINCIPIO QUE ILUSTR LA DEFLEXIÓN DE UN SUELO BAJO EL EFECTO DEL PASO DE UNA CARGA VEHICULAR



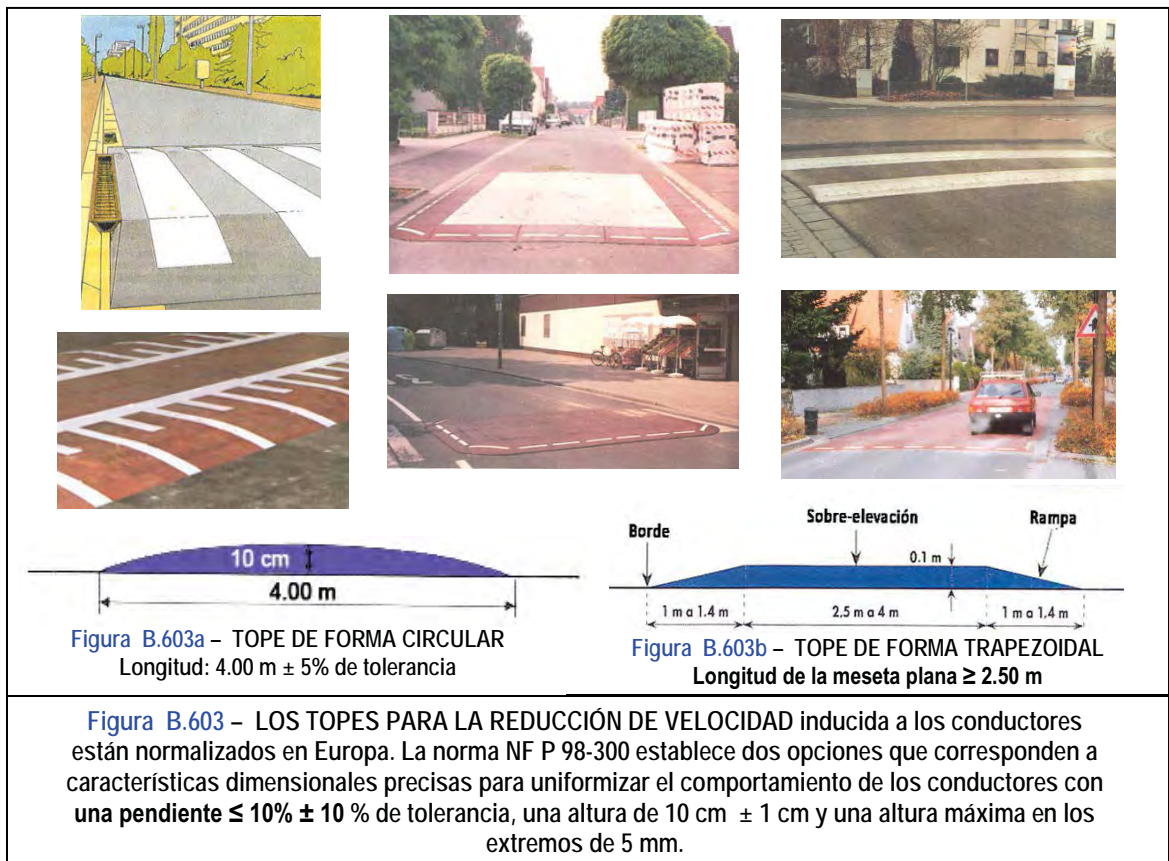
Figura B.600 - FUNCIONAMIENTO DE UN PAVIMENTO COMPUESTO POR UNA CAPA TRATADA CON CEMENTO APOYADO SOBRE SUELO NATURAL

Fuente: *Voiries et aménagements urbains en béton*, Tome 1, conception et dimensionnement; CIMBÉTON, 1996; p. 8 y 11

- *Desagüe* del agua de lluvia de su superficie (por pendientes adecuadas dirigidas a puntos de evacuación y/o por infiltración directa con soluciones permeables para la eliminación de encharcamientos).



- *Seguridad* (limitación de velocidad de circulación vehicular, superficie anti-deslizante, nivelación sin tropezones ni fuertes pendientes y con señalización estética integrada en los casos requeridos).



- *Geometría y dimensiones* de funcionamiento, de confort y de seguridad (ancho suficiente con guarniciones y protecciones de borde y de confinamiento).
- *Durabilidad* – La cual se considera en su diseño estructural por fatiga a través del tiempo y por su resistencia a su exposición al clima (calor, frío, lluvia, hielo, erosión, desgaste, etc.).

- *Estética* – Las vialidades, banquetas, andadores, plazas, patios, etc. forman parte del diseño formal de los conjuntos arquitectónicos de vivienda urbanizados y, por tanto, contribuyen en el mejoramiento del paisaje exterior privado y de uso común.



Figura B.605 – SEÑALIZACIÓN INTEGRADA AL DISEÑO DEL PAVIMENTO por medio de variaciones de colores y geometrías de las piezas de adoquín

Fuentes: Catálogos de productos de empresas LÖSCH y MMC

- La *permeabilidad* en toda la estructura del pavimento permite la percolación del agua de lluvia con objeto de favorecer la acumulación, la regulación y la absorción del agua pluvial hacia el subsuelo para la realimentación de los mantos freáticos y acuíferos para el logro de su aprovechamiento sustentable y económico.

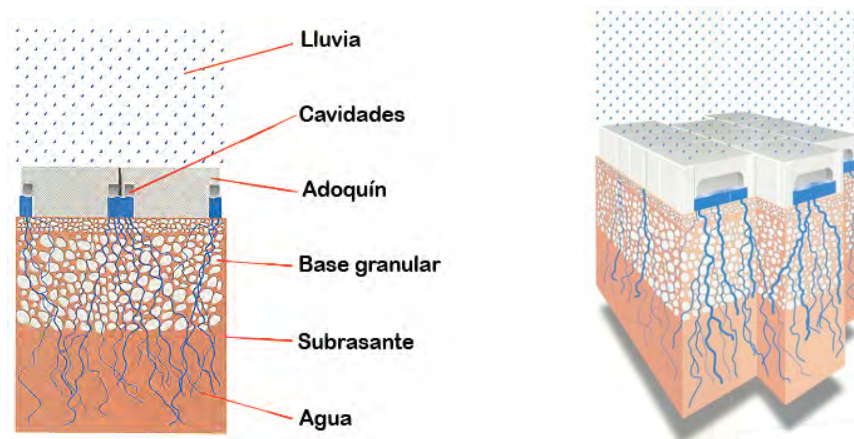


Figura B.606 – PAVIMENTOS PERMEABLES DE ADOQUÍN DE CONCRETO

Fuente: Catálogo de producto Hydrovario, empresa KOBRA-FORMEN

En la mayoría de casos, esta función tan importante y crítica de los pavimentos y acabados de áreas exteriores, ha sido menospreciada por ligereza e ignorancia y se siguen ejecutando soluciones que impermeabilizan y está acumulando un costo cada vez más alto, a medida que el tiempo transcurre, que será pagado por las generaciones futuras.

La *clasificación de vialidades* se lleva a cabo siguiendo tres criterios: *el tráfico que reciben* (en cantidad y peso), *la extensión del servicio de comunicación que debe cubrir* y *la tipología*.

El tráfico tiene una influencia directa sobre el dimensionamiento del pavimento en toda su estructura.

Los tipos de pavimentos que se necesitan en los proyectos de vivienda son para tráfico ligero o mediano de tipo mixto compartidas por todos los usuarios y que comprende a camiones pesados (de mudanza, de suministro de gas, de agua o refrescos, de bomberos, etc.), eventualmente transporte público, autos ligeros y motocicletas.

Los vehículos pesados sólo circulan ocasionalmente. Adicionalmente puede haber vías específicas para bicicletas, además de las banquetas y andadores para peatones.

La extensión y la naturaleza de la zona a la que dan servicio distinguen a las vialidades de más a menos importantes, dependiendo de los espacios a que dé servicio; dicha jerarquización las dimensiona en consecuencia dependiendo de la cantidad de tráfico que inducen. Su disposición y diseño integrado queda complementado con la realización de plazas, retornos y áreas de estacionamiento. Las mismas vialidades pueden incluir carriles o playas para el estacionamiento de vehículos.

Una jerarquización de vialidades más comúnmente utilizada en los proyectos de vivienda son: Las vialidades de acceso, las vialidades principales (utilizadas sólo como arterias de grandes conjuntos habitacionales), las vialidades secundarias y las vialidades de servicio directo (para un grupo limitado de viviendas) complementadas con las áreas de estacionamiento, los retornos y las plazas así como plazoletas, andadores y banquetas de uso peatonal. Las vialidades principales pueden incluso tener los dos sentidos de circulación con un camellón al centro.

La *tipología* de vialidades se concretiza en la geometría resultante adecuada al terreno y al diseño de conjunto del proyecto. Soluciones generales muy conocidas como los retornos, las bifurcaciones, las glorietas, el curvado de trayectorias así como sus anchos de arroyos y banquetas por jerarquización y función son las soluciones consecuentes que normalmente se dan.

Además de las características geométricas (configuración, ancho y perfil, sentido(s) de circulación, camellón central, presencia de banquetas, carriles, estacionamiento incluidos, etc.) que responden a su función, hay que tomar en cuenta su adecuación a la topografía del terreno y a los niveles de proyecto (zonas con pendiente lateral y longitudinal) que permitan una utilización segura y confortable así como la solución de sus interconexiones.

Los perfiles de las vialidades constituyen una de sus características esenciales. Hay que distinguir al *perfil longitudinal* el cual se define a todo lo largo de la vialidad y el perfil transversal que precisa el ancho de la vialidad y de sus banquetas laterales o acotamientos sobre el terreno.

Los perfiles longitudinales y transversales definen su geometría tomando en cuenta sus dimensiones, las pendientes y las uniones entre secciones de diferentes pendientes.

El *perfil longitudinal* corresponde a un corte sobre toda la longitud de la vialidad por su eje (a veces se complementa por cortes hechos en sus lados extremos). Indica el perfil y niveles del pendiente mínima del orden del 0.5%, dependiendo del tipo de revestimiento.

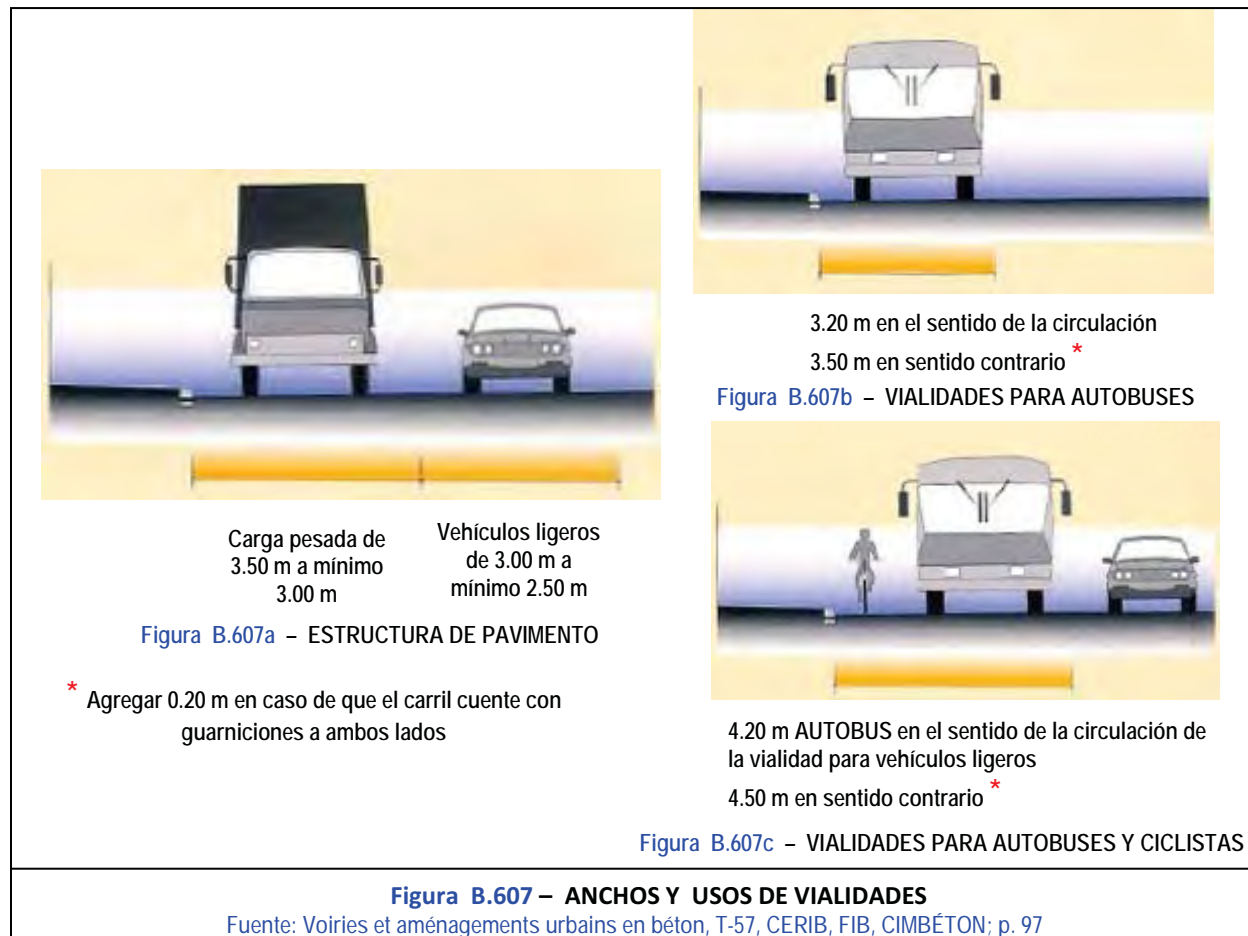
La pendiente máxima no debe rebasar el 12 ó 15%. Tanto en sus puntos bajos como altos, la unión se efectúa formando una curva cuyo radio se determina en función del tipo y de la importancia de la vialidad. Para una vialidad de poco tráfico utilizada en proyectos de vivienda, el radio de curvatura en proyectos de vivienda es del orden de 100 m y en el punto alto de 50 m.

En la nivelación se debe de buscar mantener un perfil longitudinal que se aproxime lo más posible al del terreno natural para reducir al mínimo los movimientos de tierra que generan taludes y muros de contención costosos.

El *perfil transversal* corresponde al corte en sección de la vialidad y permite definir los datos siguientes:

- El ancho del terreno afectado por la vialidad y sus banquetetas
- El ancho del terreno realmente ocupado por la plataforma, la caja y los taludes eventuales debidos a la terracería de excavación o de relleno.
- La plataforma, el ancho que abarca la vialidad, las banquetetas y los acotamientos.

Se indica igualmente la composición de la vialidad.



La vialidad debe tener una pendiente transversal de 2 a 3%. Este valor puede ajustarse en más o en menos para lograr una mejor adecuación con el terreno natural siendo el 1% lo mínimo aconsejable en casos críticos excepcionales.

De manera paralela se debe ir definiendo la imagen visual de integración de espacios y volúmenes exteriores edificados que integren jardines, plazas, árboles con su generación de sombra y luminarias y espacios de esparcimiento.

En vialidades importantes, para dar mayor seguridad a los peatones, se deja un espacio para plantar arbustos que separa a las banquetas de la circulación de vehículos. Algunos proyectos pueden incluir una pista para bicicletas a condición de que vaya separada de la parte reservada a los peatones. La separación se puede materializar con arbustos o con una guarnición o señalización.

En conjuntos condominiales de vivienda pequeños con muy poco tráfico, se pueden suprimir las banquetas; es suficiente definir una franja con un acabado de piso diferente al del arroyo destinado a los vehículos.

El ancho útil de las banquetas se determina en función del flujo peatonal. Varía de 1.20 m a 2.00 m ó 3.00 m dependiendo del servicio a viviendas que dé o a las actividades que se vayan a tener. Hay que tomar en cuenta los elementos que se colocan sobre las banquetas y que disminuyen su ancho disponible (postes de energía eléctrica y de teléfonos, luminarias, postes de letreros de calle o de señalización, mobiliario urbano, plantaciones (árboles, arbustos, etc.). Por ello, *el ancho útil debe ser el resultante que descuenta el ancho invadido por obstáculos.*

Frente a los equipamientos (escuelas, comercios, zonas recreativas, etc.) conviene ampliar los anchos de banquetas y colocar barreras que impidan la invasión accidental o eventual de los peatones sobre los arroyos.

La pendiente transversal de las banquetas es del orden del 1% al 3% con objeto de dirigir el escurrimiento de agua de lluvia hacia las alcantarillas o coladeras de banqueta.

Los *andadores peatonales* van totalmente separados de la circulación de vehículos con objeto de crear recorridos para actividad deportiva o para llegar a pie a los equipamientos o servicios en los conjuntos habitacionales.

Su ancho depende del uso y cantidad de peatones esperada, tienen anchos que van de 2.00 m a 2.50 m para tomar en cuenta la disposición de bancas, basureros, señalización, luminarias y plantas. Si excepcionalmente se requiere de la circulación de vehículos de servicio el ancho del andador debe ampliarse a 3.50 ó 4.00 m.

Si los andadores pasan por debajo de alguna edificación debe dejarse una altura libre mínima de 2.50 m que puede reducirse a 2.35 en andadores de 2.00 m de ancho.

La composición de los pavimentos de vialidades debe de resistir las cargas de tráfico a las que estarán sometidos y transmitir las al suelo subyacente de la manera más repartida posible para evitar su hundimiento, a la vez debe soportar las degradaciones dadas por la acción de la intemperie (lluvia, nieve, hielo, calor radiante, etc.) que conviene prevenir evitando que el agua perjudique la estructura del pavimento al penetrar y acumularse dentro de ella o evitar que penetre y se acumule en el cuerpo de la estructura del pavimento cuando no esté previsto y cuando los materiales que conforman sus diferentes capas son afectados por la presencia de agua.

Es importante tomar muy en cuenta el escurrimiento conducido, el almacenamiento, la regulación y la absorción del agua de lluvia de manera parcial o total (según sean las condiciones y objetivos del proyecto) en el diseño de la estructura y de la capa de rodamiento de los pavimentos.

Las *banquetas* y los *andadores peatonales* tienen un rol preciso dentro de las vialidades ya que son los que canalizan la circulación de los peatones independizándolos del tráfico y de las áreas de estacionamiento de vehículos. Las banquetas complementan a las vialidades vehiculares y permiten asegurar la protección de los peatones contra los autos, aunque eventualmente ciertos vehículos de servicio pueden circular o posicionarse sobre ellas (camiones de mudanza, ambulancias y bomberos, etc.).

Las *banquetas* se realizan en función de las disposiciones adaptadas a las características de la vialidad, a la localización y a la importancia del flujo peatonal. Normalmente, una vialidad incluye un arroyo para vehículos que corresponde a la cantidad del tráfico que sirve y dos banquetas (una de cada lado) de *ancho mínimo* de 1.20 m. En algunos proyectos de vivienda se puede tener banqueta de un solo lado del orden de 1.50 m a 2.00 m dejándose el otro lado sin banqueta y con sólo una guarnición.

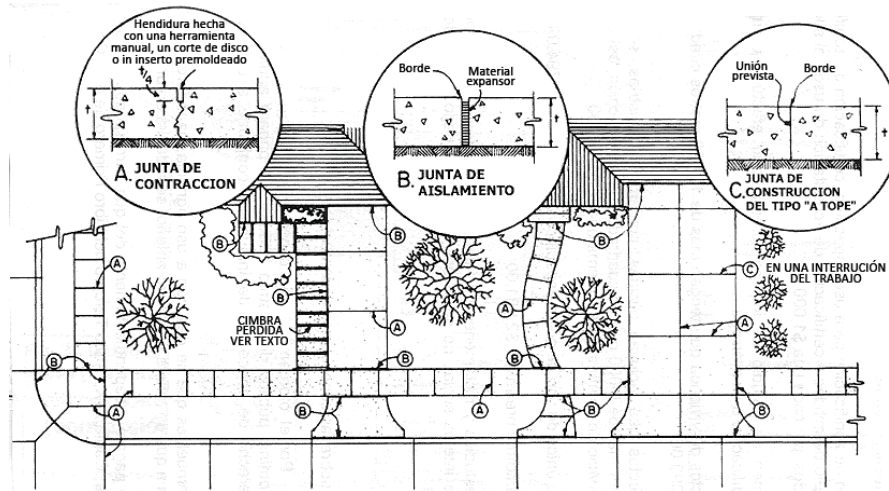


Figura B.608 – TIPOS DE JUNTAS Y UBICACIÓN EN BANQUETAS DE CONCRETO Y ACCESOS DE AUTOS (entradas a garajes) - Fuente: Guía del albañil para la construcción de paseos, pavimentos, patios y gradas en hormigón (concreto); William C. PANARESE y Jussara Tamesi; P.C.A., 2003, p. 3.

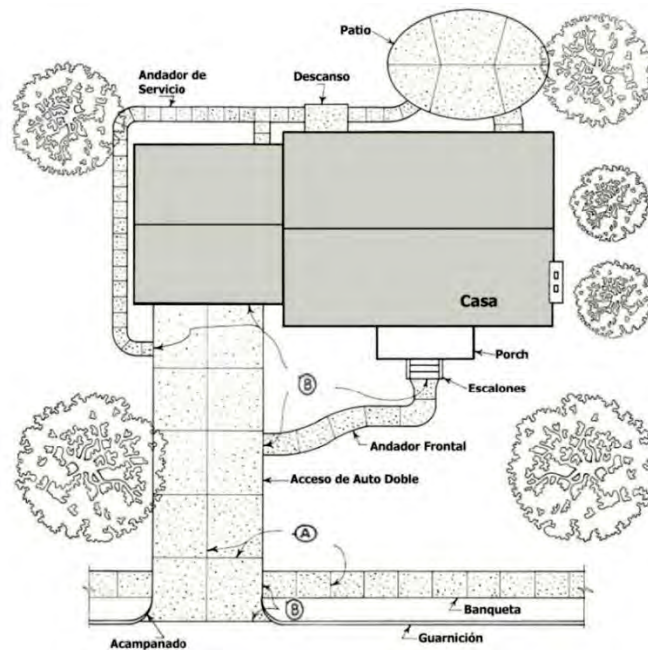


Figura B.609 – LOS ANDADORES DE CONCRETO, LOS ACCESOS DE AUTOS A GARAGE Y LOS PATIOS DEBERÁN ESTAR CUIDADOSAMENTE PROVISTOS DE JUNTAS

Fuente: Building Concrete Walks, Driveways, Patios and Steps, Concrete Information, P.C.A., 1998, p. 1

Ejecución de juntas moldeadas

Las juntas moldeadas deberán realizarse inmediatamente después del colado del concreto. Deberán tener una profundidad mínima igual a la cuarta parte del espesor de la losa de concreto. Se realizarán por encajado en el concreto fresco de una lengüeta o de un perfil de plástico, contrachapeado o de madera aglomerada, con un espesor comprendido entre 3 y 5 mm, mismo que permanecerá en el concreto después de su endurecimiento. Después de terminada la junta, se deberá rectificar la superficie del concreto por medio del allanado.



Figura B.610 – FORMADO EN FRESCO DE UNA JUNTA MOLDEADA Y REBORDEO DE ARISTAS

Fuente: *Voiries et aménagements urbains en béton*, T-51, Tome 2, mise en oeuvre; CIMBÉTON, 1996; p. 64 y 70.

Las juntas formadas en fresco llagueando o haciendo un canal al concreto, se efectúan presionando y encajando una barra en forma de T sobre la superficie del concreto en estado plástico ya sea manualmente con agarraderas en cada extremo de la barra o empleando un cortador o llaguero especial de juntas que se corre al lado de las cimbras de borde o de una tabla guía sobre cuyo borde se corra el llaguero o puenteando la losa por arriba sobre la pavimentadora de la profundidad de la ranura formada, deberá ser de $D/4$ ó $D/3$, dependiendo de cual sea el tipo de base. Se usa una llana de metal o de madera de dimensiones adecuadas, se coloca entonces en la ranura para evitar el revenimiento o cerrado del concreto antes de que se llegue a algún grado de endurecimiento. La llana deberá retirarse antes de que el concreto complete su endurecimiento y la junta pueda emboquillarse para rebajar las aristas vivas, las cuales podrán romperse bajo la acción del tráfico. La llana o perfil deberá limpiarse y lubricarse después de cada uso para facilitar su remoción de residuos cuando se use nuevamente.

Cuando una junta de contracción transversal en su espaciamiento normal se tope dentro de los 1.5 m de un brocal de coladera o pozo de visita u otra estructura, el espaciamiento de la junta transversal de uno o más paneles o incluso al lado de los brocales puede ser recortada o desviada para permitir a la junta ligarse con la estructura. También *la junta de contracción deberá continuarse hasta las guarniciones adyacentes o a las secciones de guarniciones y cunetas, si no, se formarán agrietamientos* en las secciones de guarniciones y cunetas en cada lugar donde esté ubicada una junta de contracción del pavimento.

Ejecución de juntas cortadas

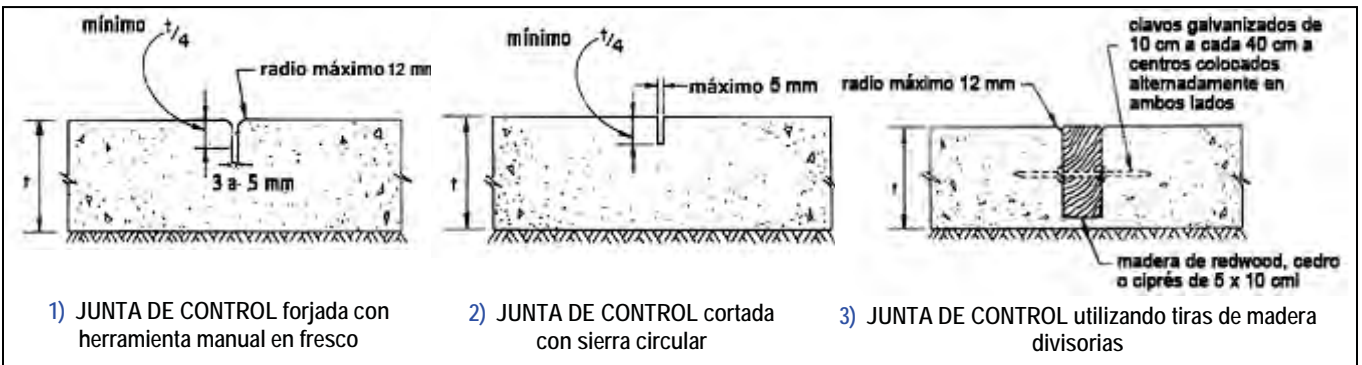
El cortar con sierra las juntas deberá realizarse cuando el concreto de la losa se haya endurecido lo suficiente para evitar que la sierra deje marcas en la superficie del concreto, por lo tanto, forzosamente después de la operación de curado del concreto fresco. Será de suma importancia seleccionar de manera adecuada el momento del corte. Ese plazo variará entre 6 y 48 horas, después del colado, en función de las características del concreto y de las condiciones climáticas. Estas juntas se realizarán utilizando una máquina con discos de diamante ajustados a una profundidad del orden de una cuarta parte o de una tercera parte del espesor de la losa. El ancho de corte será de aproximadamente 3 a 4mm.



Figura B.611 – REALIZACIÓN DE UNA JUNTA CORTADA CON SIERRA

Nota: Para la realización de las juntas de construcción o de interrupción del colado, será conveniente volver a cortar la losa a 90° para obtener un borde franco e, incorporarla al siguiente colado de concreto utilizando, en caso requerido, pasadores de 30 mm de diámetro, colocados en sentido longitudinal, a media altura de la loseta y espaciados a cada 0.75 metros.

Fuente: *Voiries et aménagements urbains en béton*, T-57, revêtements et structures réservoirs; CERIB, FIB, CIMBÉTON, IVF, 2001; p. 128



1) JUNTA DE CONTROL forjada con herramienta manual en fresco

2) JUNTA DE CONTROL cortada con sierra circular

3) JUNTA DE CONTROL utilizando tiras de madera divisorias

Figura B.612a – TIPOS DE JUNTAS DE CONTROL EN BANQUETAS Y ANDADORES (t mín. = 8 cm)

Fuente: Building Concrete Walks, Driveways, Patios and Steps, Concrete Information, PCA, 1998; p. 2



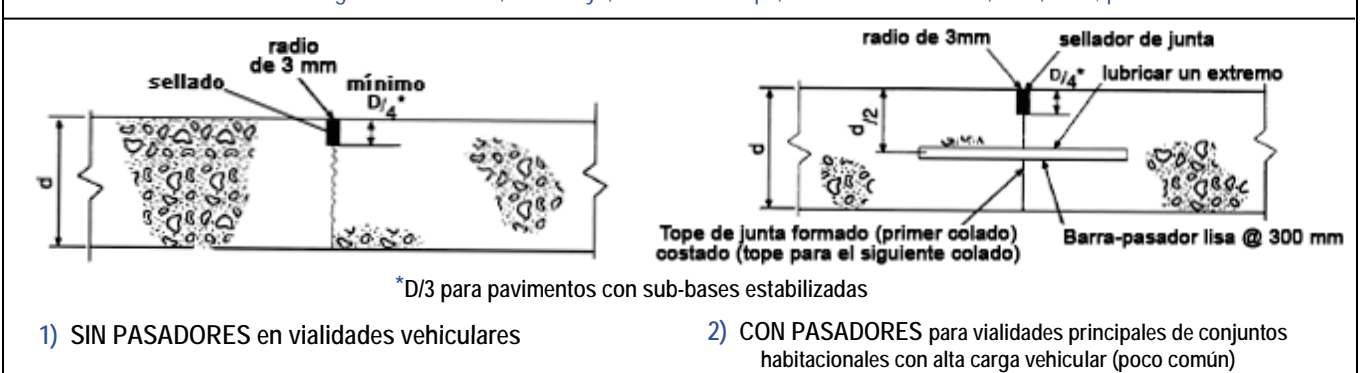
1) DETALLES DE UNA JUNTA DE CONSTRUCCIÓN (del tipo "A Tope" en el firme o losa)

2) DETALLES DE JUNTAS DE AISLAMIENTO

* Puede quedar a nivel en áreas donde no hay riesgo de seguridad por tropezones que pudieran darse como en el caso de uniones contra edificios o muros de barda

Figura B.612b – TIPOS DE JUNTAS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO (aplicables a banquetas y andadores)

Fuente: Building Concrete Walks, Driveways, Patios and Steps, Concrete Information, PCA, 1998; p. 2



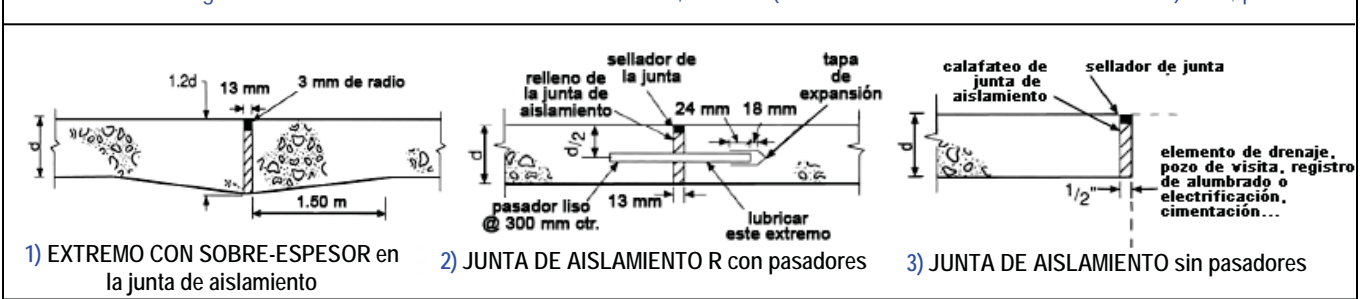
1) SIN PASADORES en vialidades vehiculares

2) CON PASADORES para vialidades principales de conjuntos habitacionales con alta carga vehicular (poco común)

*D/3 para pavimentos con sub-bases estabilizadas

Figura B.612c – JUNTAS DE CONTRACCIÓN

Fuente: Design and Construction of Joints for Concrete Streets, A.C.P.A. (American Concrete Pavement Association) 1992; p. 4



1) EXTREMO CON SOBRE-ESPESOR en la junta de aislamiento

2) JUNTA DE AISLAMIENTO R con pasadores

3) JUNTA DE AISLAMIENTO sin pasadores

Figura B.612d – JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN (aplicables a vialidades)

Fuente: Design and Construction of Joints for Concrete Streets, A.C.P.A. (American Concrete Pavement Association) 1992; p. 8

Las juntas de aislamiento en T y las intersecciones asimétricas o rampas no llevan pasadores, así los movimientos horizontales pueden ocurrir sin dañar el remate del pavimento.

Las juntas de aislamiento sin pasadores son normalmente elaboradas con mayor espesor en los bordes para reducir el esfuerzo que se desarrolle en el lecho bajo de la losa (figura B.612d1).

Los bordes sobredimensionados de ambos pavimentos pueden tener un espesor mayor del 20% empezando con una distancia de ribete de 1.5 m hacia la junta. Las juntas de aislamiento rellenas con material deben extenderse completamente a través de todo el espesor de los bordes de la losa. La figura B.612d1 muestra una junta de aislamiento con sobre-espesor en los extremos.

Las juntas de aislamiento deberán ser de 12 a 25 mm de ancho. Pueden ocurrir excesivos movimientos con anchos mayores. Un material de relleno de la junta preformado ocupará la brecha o ranura que exista entre las losas y será continua entre un borde de pavimento y el otro borde y en las zonas de unión con guarniciones y cunetas. Este material de relleno usualmente es un material no-absorbente, no-reactivo y no-extruíble típicamente hecho tanto de espuma de hule con celdillas cerradas como de placas de fibra tratada con asfalto. No se deberá tapar o rematar con concreto en la parte superior, dentro, alrededor o entre las secciones del llenado de la junta para que no se generen descarpelamientos en el concreto. *Después de que el concreto endurezca, la parte superior del calafateo puede remeterse aproximadamente 20 mm para dejarle espacio a ser ocupado por el sellador de la junta.*

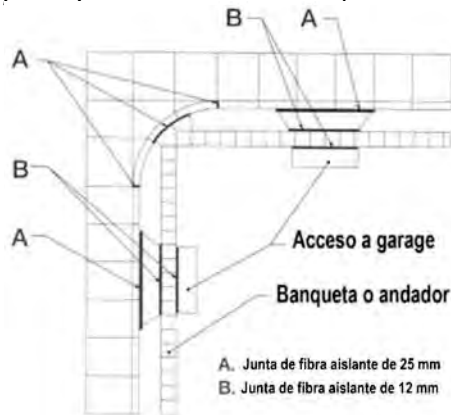


Figura 3.613 – UBICACIÓN DE JUNTAS DE AISLAMIENTO PARA GUARNICIONES, CANALILLOS Y ACCESOS DE GARAGE en la cercanía a intersecciones de concreto.

Fuente: Concrete Paving Technology. Concrete Intersections A Guide for Design and Construction, American Concrete Pavement Association (ACPA), 2997, p. 22

Ajustes de Juntas por los Elementos de Instalaciones (registros y pozos de visita)

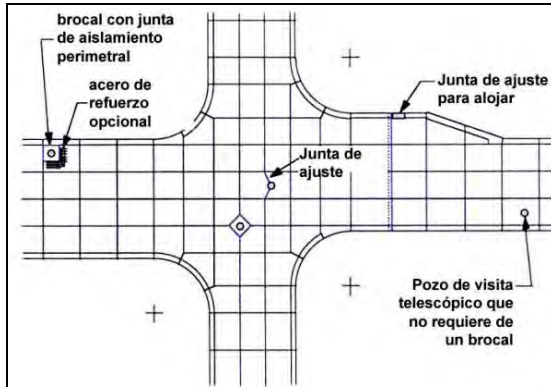
Cuando esté previsto recibir tapas de registros, pozos de visita, etc. en el pavimento de concreto, el proyecto precisará la realización de:

- Una junta de dilatación en todo el perímetro de la tapa,
- Una junta transversal de retracción en el pavimento sobre uno de los lados de la tapa emergente si ésta es de forma rectangular y en el eje si es de forma circular.

En el momento de la preparación de la obra, conviene entonces realizar las preparaciones en los puntos previstos para las tapas y elementos que emerjan, colocando los elementos hasta después del endurecimiento del concreto. Las dimensiones de las cimbras así realizadas deberán tomar en cuenta el espesor de la junta de dilatación (12mm). Deberá tenerse una atención particular en cuanto a lo que respecta a los niveles.

Las juntas de aislamiento usadas en el perímetro de los contramarcos de rejillas de drenaje, pozos de visita, bases de luminarias y edificios no tienen sus bordes con un sobre-espesor o con pasadores cuando se ubican alrededor de objetos y no se requiere transferir cargas.

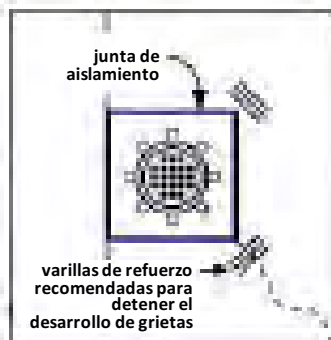
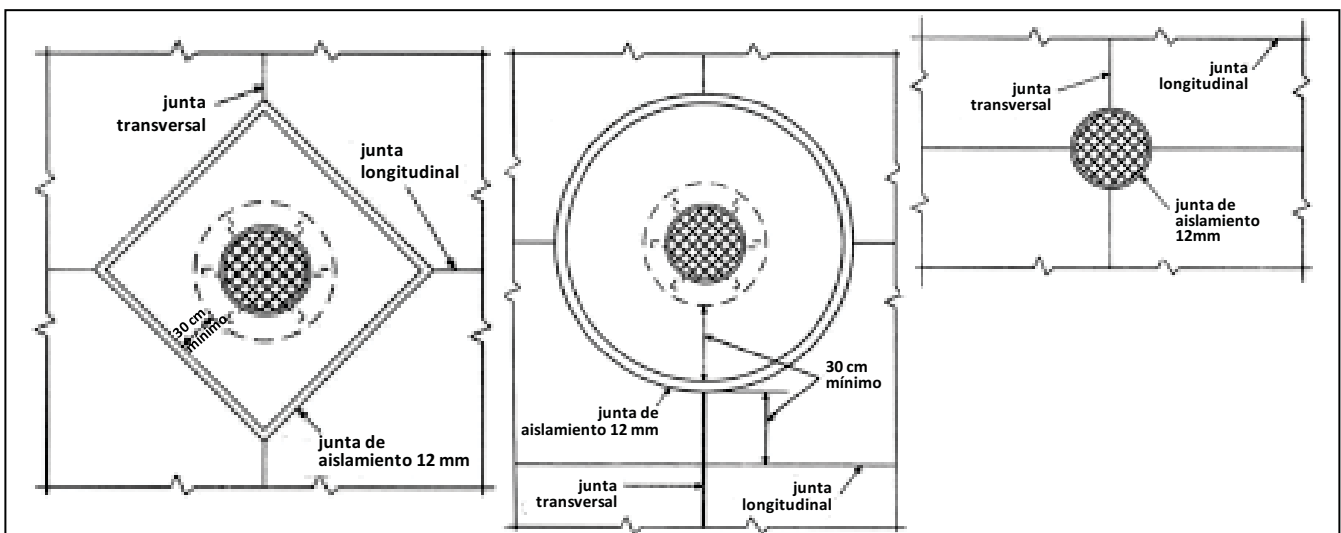
Después de la elaboración del plano de ubicación o trazo de juntas se indican los brocales de coladeras, pozos de visita, u otros elementos que se encuentren en la zona de intersección. Los pozos de visita no telescópicos no requerirán un brocal flotante o un aislamiento para permitir el movimiento horizontal y vertical de la losa. Considerar el uso de brocales flotantes o colocar chaflanes en las esquinas de los brocales flotantes cuadrados para evitar la posibilidad de agrietamiento en las esquinas. También para los brocales, *la malla electrosoldada o varillas de refuerzo de diámetro reducido en el concreto alrededor de cualquier esquina interior mantendrá los agrietamientos confinados y sin abrirse ni desarrollarse.* Los pozos de visita telescópicos pueden colarse integralmente con el concreto y no necesariamente requieren de un brocal. El colado en dos piezas no impide el movimiento vertical y es menos probable que se generen grietas en el pavimento.



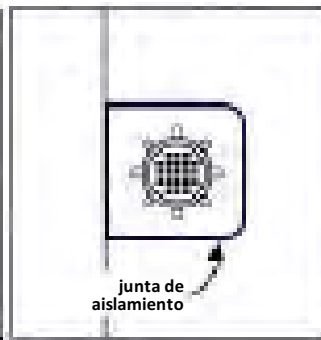
Cuando una junta está dentro de los 1.50 m de un elemento, es deseable ajustar a la junta de forma tal que pase a través del elemento o del brocal que rodee al elemento. El dibujo muestra varias soluciones aceptables para desviar una junta al colocar un elemento.

Figura B.614 - TRAZO DE JUNTAS EN CRUCE DE VIALIDADES que considera la existencia de tapas emergentes.

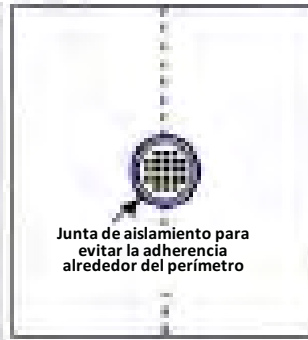
Fuente: Intersection Joint Layout, A.C.P.A. 1996; p. 6



BROCAL CUADRADO DE POZO DE VISITA



BROCAL CUADRADO CON CHAFLANES



POZO DE VISITA SIN BROCAL



POZO DE VISITA TELESCÓPICO

NOTAS:

- 1.- Las juntas de aislamiento deberán ser de al menos 12 mm de ancho y ser rellenas con un material compresible.
- 2.- Los brocales deberán ser suficientemente anchos para proveer al menos 0.30 m de distancia entre el elemento (tapa) y el aislamiento de la junta que lo rodee.

Figura B.615 - DETALLES DE JUNTAS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO CON PERIMETROS DE TAPAS EMERGENTES

Fuente: Concrete Paving Technology, Concrete Intersections, A Guide for Design and Construction, A.C.P.A., 1997; p. 8, Design and Construction of Joints for Concrete Streets - A.C.P.A., 1992; p. 9 y Whitetopping, State of The Practice Engineering Bulletin, A.C.P.A.; p 31

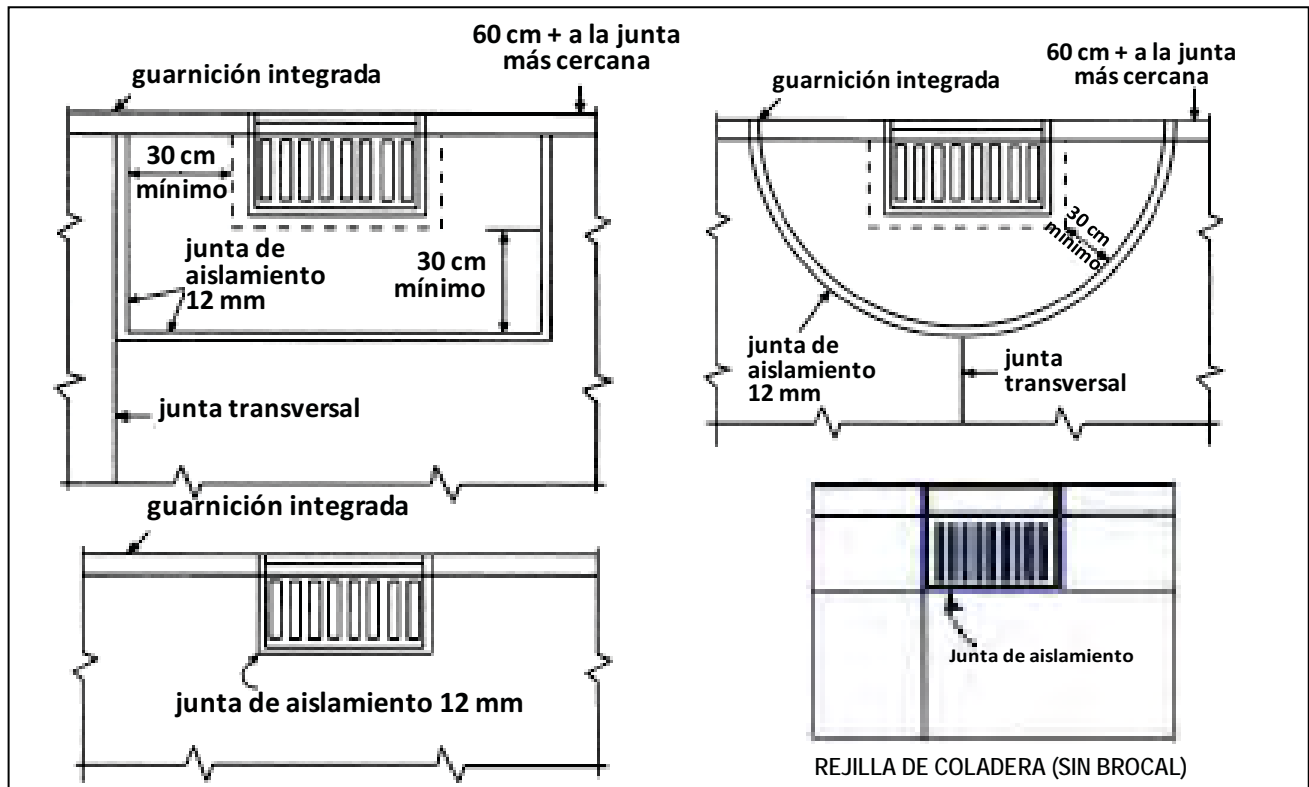


Figura B.616 - DETALLES DE JUNTAS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO CON PERÍMETROS DE COLADERAS DE BANQUETA

Fuente: Design and Construction of Joints for Concrete Streets - A.C.P.A., 1992; p. 9 y Whitetopping, State of The Practice Engineering Bulletin, A.C.P.A.; p. 31.

Hay alternativas muy convenientes desde el punto de vista medioambiental y económico de uso y aprovechamiento de material inerte reciclado para la realización de capas de estructura de pavimentos y opciones técnicas relativamente recientes como el uso de bases artificiales alveolares de plástico (para el almacenado del agua, de geosintéticos para la estabilización mecánica de materiales térreos así como el empleo de cal, cemento y otros químicos que al mezclarse con el suelo lo estabilizan químicamente.

Hay un gran número de posibilidades técnicas y sus potenciales combinaciones para poder ofrecer un diseño eficiente, durable y económico.

La estructura de pavimento de referencia más completa posible está compuesta por las siguientes capas sucesivas que transmiten las cargas al suelo de soporte.



Figura B.617 - CAPAS QUE COMPONEN LA CONSTITUCIÓN DEL ESPESOR DE UN PAVIMENTO DE REFERENCIA

Fuente: Conception et dimensionnement des structures de chaussée, guide technique, L.C.P.C., SETRA, 1994, p. 1/1

La *capa anticontaminante* está constituida por un geotextil no tejido o menos común de una capa de arena de 5 cm de espesor. En el caso de suelos de mala calidad o de suelos arcillosos esta capa evita la contaminación de la estructura del pavimento debida a la subida de la arcilla por la acción combinada de cargas rodantes y del agua de lluvia.

La *capa de conformación* es un elemento de transición que se tiende a partir del nivel del suelo de soporte en función de las características del suelo natural despalmado o del relleno. Asegura una cierta homogeneidad para repartir mejor las cargas sobre el terreno de soporte. Se realiza con los materiales disponibles en el terreno o con grava cementada natural o tratada.

La *subcapa* es eventualmente (no siempre) colocada sobre la capa de conformación cuando el suelo de soporte es de baja resistencia. Está constituida por un material térreo o granular tratado o no.

La *sub-base* es la capa de la estructura del pavimento que va colocada en contacto con la subrasante o con la capa de conformación. Su rol consiste en resistir los esfuerzos verticales transmitidos por la base y de asegurar un buen reparto de cargas sobre las capas inferiores para que las presiones resultantes a nivel del suelo de soporte queden dentro de los límites admisibles. Dependiendo de la naturaleza del tráfico a soportar puede estar constituida por grava natural o grava tratada. Su espesor puede variar de 20 a 60 cm. Dependiendo de la calidad del suelo de soporte, del tipo de tráfico y, en zonas con climas extremos, de los riesgos del hielo.

La *base* es el elemento de estructura directamente sometido a los esfuerzos provenientes de la capa de superficie (capa de rodamiento). Permite también el ajuste en la nivelación de pendientes del pavimento. Según sea la naturaleza del tráfico a soportar se puede hacer con grava natural o tratada o con material triturado.

La *capa de liga* corresponde a la parte inferior de los elementos de superficie. Esta capa intermedia anti-roderas debe tener una buena planimetría y poseer características mecánicas y geométricas similares a las de la capa de rodamiento. *Se utiliza sólo en los pavimentos de asfalto* y se realiza con concreto asfáltico o con concreto de gravilla, en este último caso forma parte integrante del revestimiento superficial.

La *capa de rodamiento* es la capa superficial del pavimento. Debe presentar las características requeridas para responder a los esfuerzos debidos a la circulación de vehículos (enfrenones, paros bruscos, arrancones, vueltas cerradas y maniobras diversas). Debe poseer igualmente buenas cualidades de superficie (quedar perfectamente unido, tener una adherencia satisfactoria y no ser fuente de molestias sonoras.

Debe de cubrir al menos cinco requisitos importantes que a veces son contradictorios que dependen de la localización de la vialidad y de la naturaleza del tráfico enfocadas en:

1. *Las características superficiales: planimetría* (escurrimiento y desalojo del agua); *rugosidad* (adherencia), *acústica* (ausencia de ruidos de las ruedas), *permeabilidad* o estanqueidad.
2. *Durabilidad*: Resistencia al tráfico (al desgaste y a la abrasión), facilidad de ser reparada, facilidad de mantenimiento.
3. *Facilidad de ejecución*.
4. *Estética*: color, forma, aspecto.
5. *Economía*.

La selección de opciones depende del tipo de vialidad y de tráfico y hay diferentes materiales a evaluar antes de tomar una decisión.

Todas las capas enunciadas que pueden llegar a conformar la estructura de un pavimento son aplicables incluso para autopistas de alto desempeño; *en los proyectos de vivienda pueden llegar a simplificarse considerablemente estas estructuras por la poca afluencia de tráfico* aunque conviene tener un conocimiento total para un mayor criterio de base ante casos específicos de suelos diferentes.

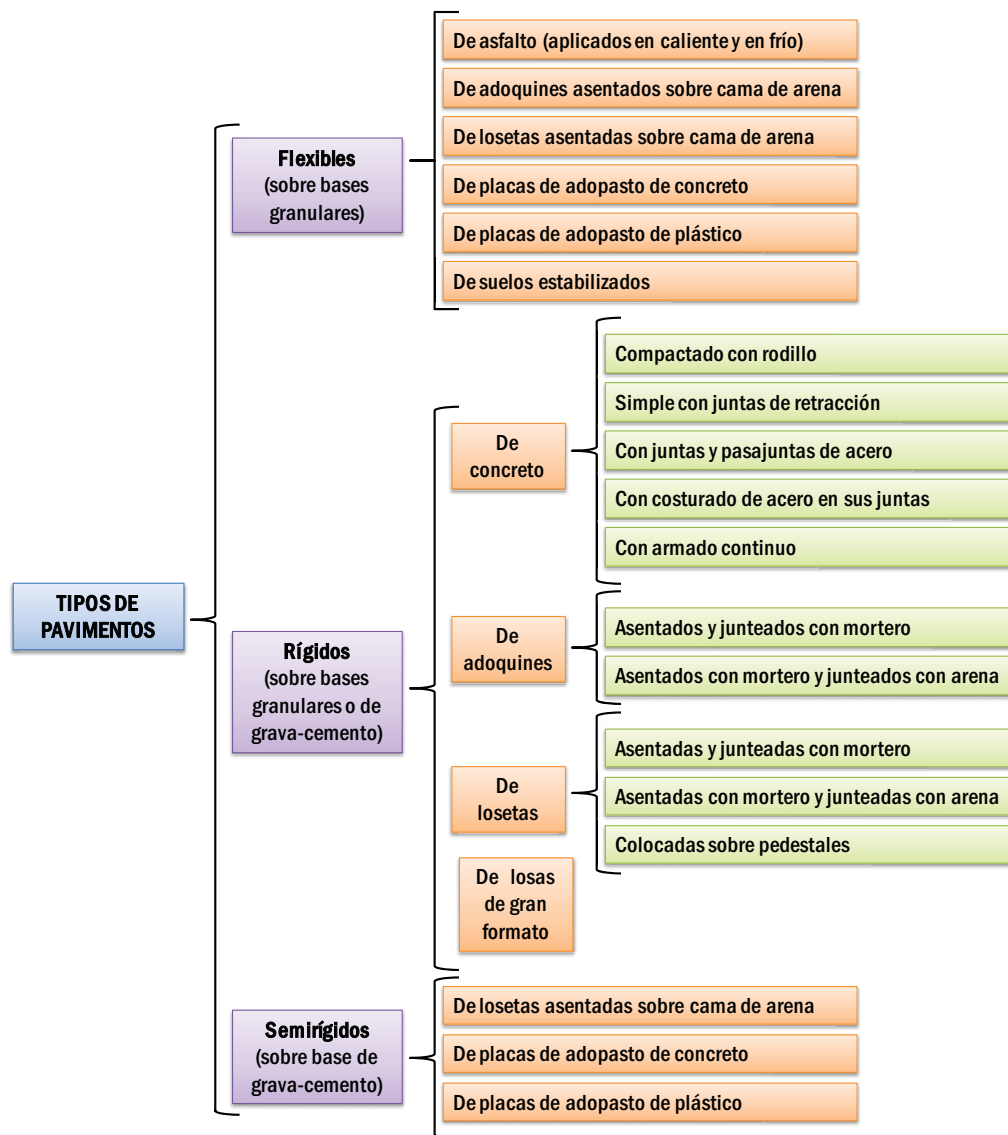
La composición específica y el dimensionamiento (espesor) de una estructura de pavimento están en función de los siguientes parámetros:

- *La calidad del suelo del sitio* (que también se utiliza casi siempre en la capa de conformación),
- *El tráfico* que tiene que soportar la estructura (intensidad y peso),
- *La resistencia al hielo*, en caso dado,
- *Durabilidad*: Resistencia al tráfico (al desgaste y a la abrasión) facilidad de ser reparada, facilidad de mantenimiento,
- *Facilidad de ejecución*,
- *Estética*: color, forma, aspecto,
- *Economía*.

Con objeto de no sufrir ninguna deformación, el suelo de soporte no deberá someterse a esfuerzos superiores a los que se le determinen mediante pruebas geotécnicas de laboratorio (Proctor Normal o Modificado, VRS (CBR) y/o Placa) y no debe presentar puntos duros o zonas de baja resistencia. Si dichas zonas existiesen deberán purgarse (retirarse) y ser reemplazadas por un material adecuado convenientemente compactado (grava natural, grava cemento u otras).

Las capas de estructura indicadas en la figura **B.617** anterior pueden reducirse dependiendo de la resistencia y tipo de suelo de soporte así como del tipo de capa de rodamiento; por ejemplo, cuando se opta por un pavimento de concreto, el espesor de la losa incluye a la capa de unión y a la base y cuando se tiene un suelo muy competente se puede prescindir de la capa de sub-base, en el caso de vialidades vehiculares ligeras. Para andadores, banquetas y pavimentos restringidos a la circulación peatonal o de bicicletas sobre suelos de baja capacidad de carga, las estructuras de pavimentos se reducen a una base de 15 a 20 cm y a un firme de concreto colado in situ de 10 cm de espesor. En el caso de acabados con adoquines o losetas, sobre la base se coloca una cama de arena de 3 ó 4 cm que sirve de asiento a los adoquines o a las losetas y sobre un suelo muy resistente es suficiente, después de la conformación *aplicar sólo la cama de asiento*. En los casos de suelos arcillosos se llegan a emplear geotextiles (capas anticontaminantes) para evitar la contaminación de los materiales granulares utilizados en las capas de estructura llegando incluso a complementar el drenado del pavimento con drenes tipo espina de pescado.

Las soluciones que más comúnmente se dan en los proyectos de vivienda se relacionan en la siguiente tabla:



Nota: Los adoquines y losetas pueden estar constituidos de concreto vibrocomprimido, de arcilla cocida (barro recocido) o de piedra natural.

Figura B.618 – TIPOS DE PAVIMENTOS UTILIZABLES EN PROYECTOS DE VIVIENDA

De forma más genérica se habla de los pavimentos de asfalto, de concreto hidráulico (vialidades, banquetas, andadores y firmes), de adoquín y de losetas así como de adopasto (de concreto y de plástico) de manera más particular aplicado a áreas jardinadas y de estacionamiento.

Los *pavimentos de asfalto* necesitan un cuidado particular en la ejecución de las capas superiores, el extendido del asfalto se efectúa con una máquina de tendido de asfalto (finisher) alimentada directamente por camiones con cubierta de lona aislante para evitar el enfriamiento rápido del material “no se debe colocar el asfalto frío” al menos que sea un asfalto preparado para extenderse en frío. Su compactación, una vez extendido, permite darle los desempeños deseados conservando las características superficiales del producto compatibles con las condiciones de seguridad y de confort.



Figura B.619 – TENDIDO DE CARPETA

Fuente: *Dimensionnement des Structures des Chaussées Urbaines*, Collection CERTU, 1996 ; p. 7

Previamente al tendido del pavimento, la superficie de la base debe barrerse, después se tiende una capa de anclaje a base de asfalto. La calidad del trabajo necesita un estado de superficie de la base satisfactorio y condiciones meteorológicas aceptables (no asfaltar en época de lluvias) para asegurar la garantía de una buena ejecución y continuidad en el proceso de ejecución. Para superficies pequeñas la ejecución puede hacerse manual.

Un taller tipo de colocación de revestimiento superficial, cuyo rendimiento puede ser del orden de 5 a 10 000 m²/día de un revestimiento monocapa, se compone del siguiente equipo (señalización exceptuada) (ver figura B.620).

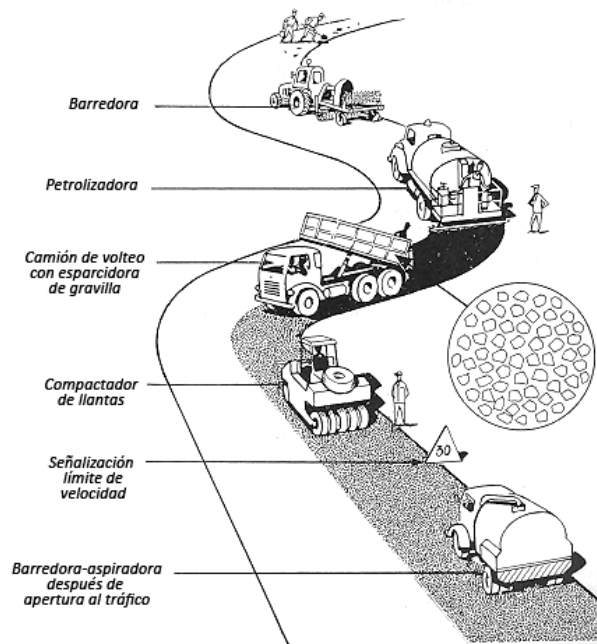


Figura B.620 – SECUENCIA TÍPICA DE TENDIDO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO

Fuente: *Les enduits superficiels et les routes économiques*, edit. Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, 1989; p. 87.



Figura B.621 – PARA ENCARPETADOS DE POCO VOLUMEN (caso de proyectos de vivienda) como vialidades y áreas de estacionamiento, el uso de finishers montadas sobre camiones de material bituminoso, son una opción eficiente y rentable en obras pequeñas y medianas, por su rapidez de ejecución.

Fuente: Catálogo de equipo, empresa CMTF, MAUGUIN FIR 3000.

El tren de trabajo debe estar constituido de equipos cuyos rendimientos sean homogéneos para evitar tiempos de espera en el trabajo asociado de los equipos.

Por ejemplo, la capacidad, la velocidad de ataque y el ancho de la esparcidora de agregados, deben estar adaptadas a la de (de las) petrolizadora(s) de aglutinante.

El encarpado de asfalto puede efectuarse en una o dos capas de grava triturada aglomerada entre capas por impregnación de asfalto o penetración del asfalto de liga seguido de una compactación.



Fuente: Les Enduits Superficiels et Les Routes Économiques LCPC (Laboratoire Central Des Ponts et Chaussées), 1989 ; portada

Fuente: Dimensionnement Des Structures Des Chaussées Urbaines, Collections du CERTU, 1996, p. 20.

Figura B.622 – PERFILADO MANUAL DE JUNTA LONGITUDINAL

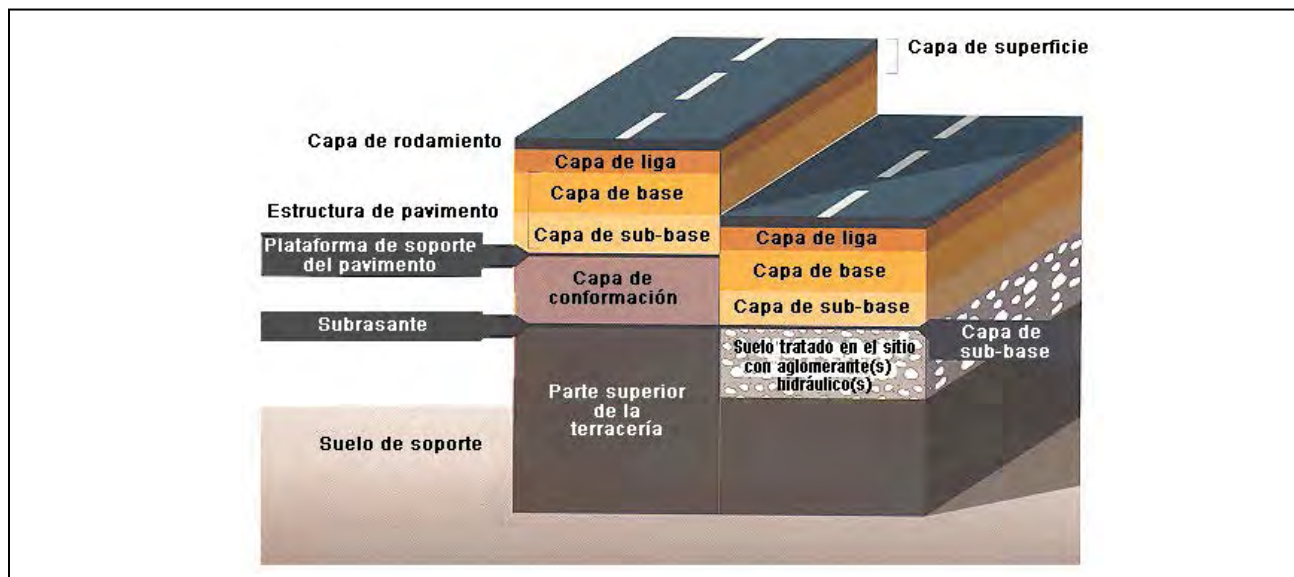


Figura B.623a – DIFERENTES CAPAS QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO DE ASFALTO



Figura B.623b – ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE

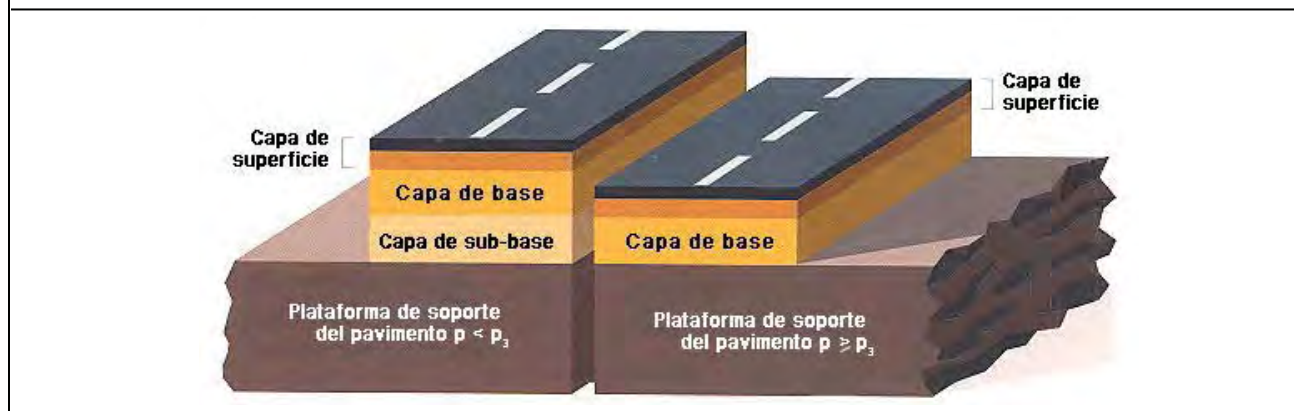
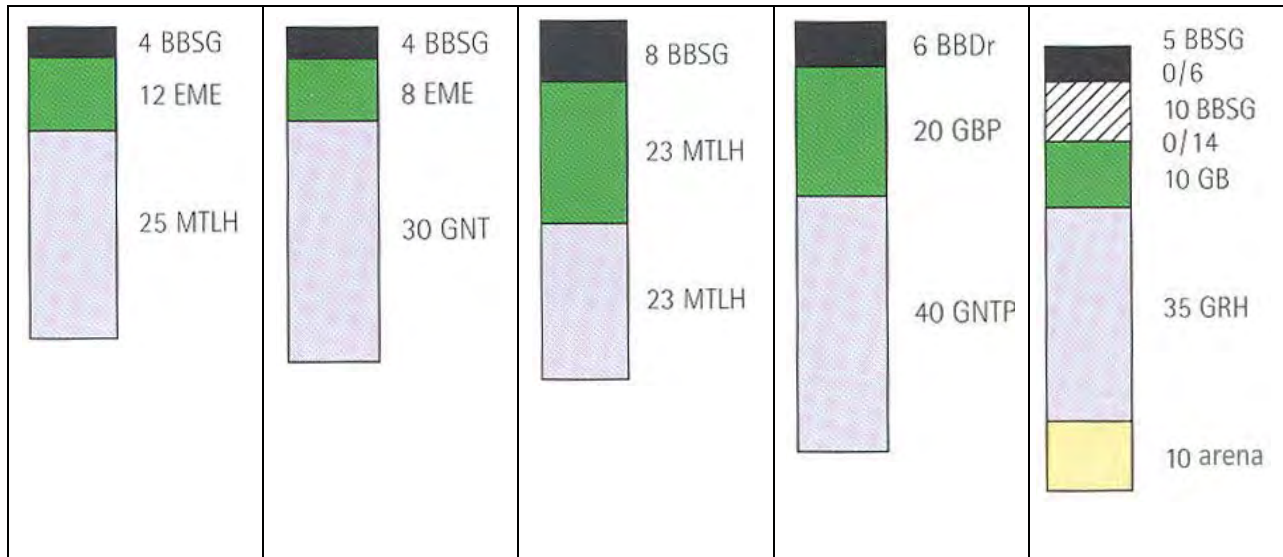


Figura B.623c – ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO SEMI-RÍGIDO

Figura B.623 – ESTRUCTURAS DE REFERENCIA PARA PAVIMENTOS DE ASFALTO
 Fuente: Voiries et Aménagements Urbains en Béton – Tome 1 – Conception et Dimensionnement, CIMBÉTON ; p. 23 y 25.



Sobre una subrasante PF-3 (capacidad de carga comprendida entre 160 y 250 MPa)

BBSG – Concreto asfáltico semi grueso.

BBDr – Concreto asfáltico drenante.

EME – Carpeta de módulo elevado.

GB – Grava asfáltica.

GBP – Grava asfáltica porosa.

MTLH – Material tratado con aglomerantes hidráulicos.

GTP – Grava no tratada porosa.

GRH – Grava reconstituida con aglomerante hidráulico (cemento).

Figura B.624 – CORTES DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS DE ASFALTO TIPIFICADAS para vialidades urbanas aplicables a obras de urbanización de conjuntos habitacionales.

Fuente: Dimensionnement des Structures des Chaussées Urbaines, Collections du CERTU, 1996 ; p.40

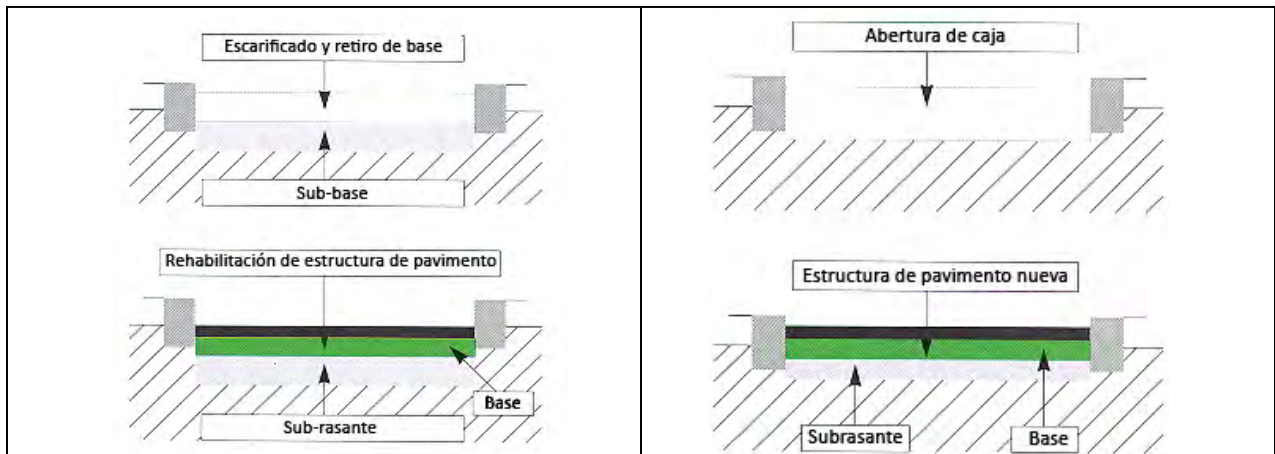


Figura B.625a – EJECUCIÓN aplicable a obra de rehabilitación previo trabajo de escarificado de asfalto para su reciclado.

Figura B.625b – EJECUCIÓN aplicable a casos de obra nueva o de rehabilitación total.

Figura B.625 – CORTES SECUENCIALES DE EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS DE ASFALTO

Fuente: Dimensionnement des Structures des Chaussées Urbaines, Collections du CERTU, 1996 ; p. 29

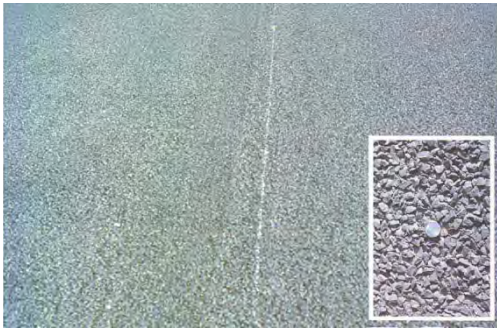


Figura B.626 – ACABADO DE SUPERFICIE DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS para asegurar frenados seguros sin deslizamientos ni derrapones.

Fuente: Revue générale des routes et des aérodromes, 1984; p. 64

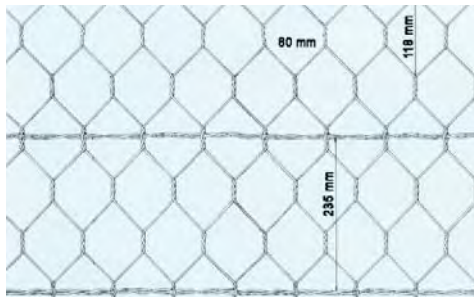


Figura B.627 – ESCARIFICADO DE CARPETA ASFÁLTICA

Fuente: Dimensionnement des structures, des chaussées urbaines, CERTU, 2000; p. 28



Figura B.628a – DEGRADACIÓN TÍPICA DE LAS CARPETAS DE ASFALTO TRADICIONALES



Para incrementar la durabilidad a los pavimentos de asfalto, para reducir el espesor de su estructura o para su utilización sobre suelos blandos, la utilización de mallas metálicas de refuerzo embebidas dentro del espesor de la carpeta es una opción que da ventajas económicas.

El armado de los pavimentos asfálticos a base de mallas de acero galvanizado permite la transformación de esfuerzos verticales en esfuerzos de tracción uniformemente repartidos incluso en caso de utilización intensiva y prolongada.

Se pueden utilizar en pavimentos nuevos y también en re-encarpados. La colocación de las mallas es bastante sencilla.

Figura B.628b – ARMADO CON MALLA DE ACERO GALVANIZADO para absorber esfuerzos de tracción en carpetas asfálticas



Figura B.628c – PROCESO DE ENCARPETADO CON MALLA DE ARMADO

Figura B.628 – REFUERZO EN PAVIMENTOS DE ASFALTO NUEVOS O DAÑADOS Y RE-ENCARPADOS con mallas hexagonales de acero galvanizado (diámetro de alambre 3 mm y resistencia a la tracción 3,180 N, diámetro de torón 3 x 3.55 mm y resistencia a tracción 55,000 N, galvanización en caliente mínima de 270g/m²)

Fuente: Catálogo de productos, empresa BEKAERT

Las *carpetas asfálticas con color* cambian al acostumbrado asfalto negro por revestimientos asfálticos bituminosos de colores claros congruentes con la estética de las edificaciones circundantes y con sus materiales de construcción de tintes naturales dados por los agregados y materias que los constituyen.



Figura B.629 – PAVIMENTOS DE ASFALTO CON COLOR – Fuente: Catálogo de Productos Shell

Las carpetas de asfalto en colores claros incrementan la luminosidad a las vialidades reduciendo la generación de calor radiante y disminuyendo los requerimientos de alumbrado en las noches.

Estas carpetas son utilizadas también como señalización sobre las vialidades de circulación (pasos de cebra, áreas de estacionamiento, etc.).

Los dos elementos esenciales de estos revestimientos son los agregados y los asfaltos. Los agregados deben tener un color que se aproxime al color previsto en el diseño.

Los aglomerantes utilizados se descomponen en dos familias: asfaltos pigmentables o aglomerantes sintéticos; los primeros sólo permiten obtener un solo color rojo oscuro obtenido con óxido férrico incorporado, los segundos y más versátiles son los aglomerantes sintéticos sin asfalto (que es el que da el color negro) aplicados en capas delgadas translúcidas asociadas a pigmentos de colores óxido metálico cuyo tipo y proporción se deben especificar.

La formulación se definirá en función de los efectos combinados del clima y del tráfico tomando en cuenta la adhesividad del aglomerante al agregado. La resistencia a la formación de roderas por fluencia adecuada a la intensidad de tráfico y el envejecimiento que puede generar la fisuración de la superficie.

La ejecución de un pavimento normal de asfalto negro aplicado en caliente y coloreado es casi la misma. Se inicia cerrando la vialidad a la circulación y con el tendido de un riego de liga, los camiones que suministran el asfalto deben taparse en sus cajas con una lona de aislamiento térmico, el tendido del asfalto se hace con una finisher o, en tramos pequeños, a mano, compactando con rodillo vibratorio.

Los brocales de pozos de visita y tapas de registros de todo tipo y tamaño deberán estar previamente bien recibidos y nivelados, cuidando no recubrirlos para preservar su función, protegiéndolos con recubrimientos adecuados temporales.

El riego de liga permite a la carpeta unirse a su base la cual, en caso de ser una base rígida de concreto o grava-cemento, hay que evitar curarla con una membrana líquida de curado que impida la adherencia del riego de liga.

Tratar de obtener una temperatura del asfalto de 170°C a la salida de la planta.

Antes del acabado del asfalto con el material sintético, hay que esperar que el riego de liga tenga como mínimo 24 horas de haberse aplicado.

Hay que minimizar las juntas frías y las que se den habrá que sellarlas con una emulsión del mismo color que el recubrimiento.

Para una buena reparación posterior del asfalto coloreado se puede fragmentar el pavimento en tramos donde se puede recortar la carpeta y colocar tramos de asfalto colado o de compuesto sintético con color diferente colocado manualmente.

El tiempo mínimo de puesta en circulación de los pavimentos asfálticos, una vez terminados, es de 3 horas regándolos antes de hacerlo para evitar la adherencia de partículas de neumáticos.

Las juntas con los contornos pueden sellarse con emulsión de color claro o con sellador del color final de la carpeta.

El espesor de un asfalto coloreado es de 20 a 30 milímetros sobre la carpeta negra y el espesor de una emulsión es de 1.5 a 2 mm; su aplicación se hace sobre la carpeta negra limpia a los 2 meses después de su tendido, una vez que el asfalto colocado haya perdido su grasa.

Por el poco espesor del material sintético, su resistencia al desgaste es más baja (de 3 años para tráfico medio).

Conviene evitar la profusión de colores diversos para lograr una estética más sencilla y hacer coincidir dicha coloración con la señalización de seguridad sobre piso.

La coloración además de darse por estética también puede cumplir su función de señalización urbana.

La coloración en los pavimentos asfálticos es aplicable a todas las opciones tecnológicas que pudieran requerirse o seleccionarse, incluyendo la de pavimentos porosos.

Debido a la falta de experiencia previa del uso de pavimentos asfálticos con colores claros, su costo es generalmente mayor al de otros tipos de pavimentos adicionando la necesidad de aplicar un control técnico muy riguroso por el mantenimiento que se necesita; sin embargo, puede ser la opción más adecuada para casos donde sea necesario señalar los pavimentos de seguridad y orientación.

De cualquier manera es importante tener el conocimiento y el panorama actualizado de las opciones que la tecnología del sector vaya aportando.

Los *pavimentos de concreto* tienen variantes de ejecución relacionadas con el tipo de tráfico y con el tratamiento de su superficie:

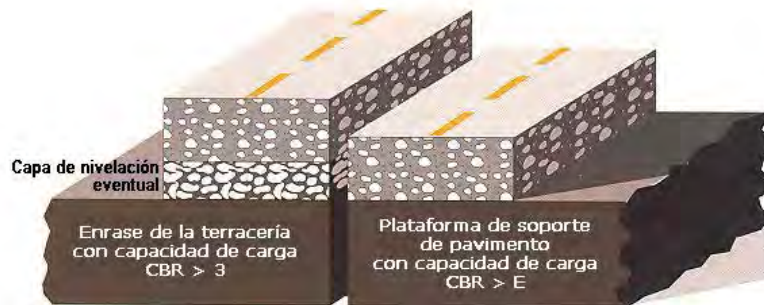


Figura B.630a – CASO DE UN SUELO RÍGIDO

Deben preverse soluciones de mejoramiento (capa de conformación o tratamiento de suelo en el sitio) cada vez que la capacidad de carga del suelo al momento de los trabajos sea P_0 ($CBR \leq 3$) ó P_1 ($3 < CBR \leq 6$).

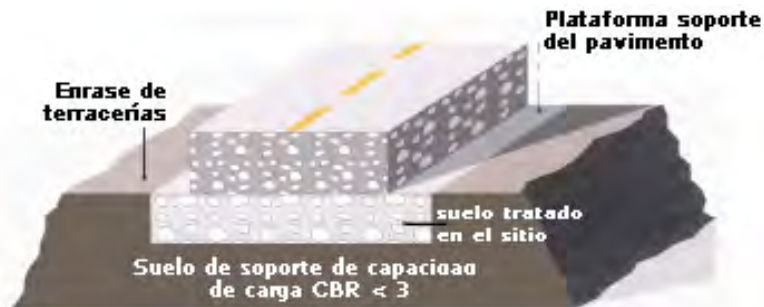


Figura B.630b – CASO DE UN SUELO DE POCAS CAPACIDAD DE CARGA



Figura B.630c – CASO DE UN SUELO HETEROGÉNEO Y CON CAPACIDAD SUFICIENTE DE CARGA



Figura B.630d – CASO DE UN SUELO HOMOGÉNEO Y CON SUFICIENTE CAPACIDAD DE CARGA

Figura B.630 – SOLUCIONES DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS DE CONCRETO ECONÓMICAS (sin base) en proyectos de vivienda en función de la resistencia mecánica del suelo.

Fuente: Voiries et aménagements urbains en béton – Tome 1 – Conception et dimensionnement, CIMBÉTON ; p. 26, 27 y 28



Figura B.631a – CLAUSTROS DE POCAS VIVIENDAS Y ÁREAS DE ESTACIONAMIENTO



Figura B.631b – VIALIDADES SECUNDARIAS EN CONJUNTOS HABITACIONALES

Figura B.631 – LOSAS CORTAS DE CONCRETO SIMPLE (sin armado)



Figura B.632a – VIALIDADES PRINCIPALES EN CONJUNTOS HABITACIONALES

Figura B.632 – LOSAS CORTAS DE CONCRETO SIMPLE CON PASAJUNTAS

Fuente: Permanent Pavements Designs, Folleto PL 946P, American Concrete Pavement Association (ACPA).

- Concreto armado continuo.
- Concreto compactado con rodillo.

Las ventajas del uso de este material son la familiaridad y versatilidad que se tiene por parte de la mayoría de constructores de vivienda, la integración de la capa de base y la capa de rodamiento con diversas opciones de acabados en una sola losa de concreto de 10 cm a 15 cm de espesor en la mayoría de casos, lo cual simplifica y economiza la obra, la mayor durabilidad con respecto al asfalto, su aplicación en frío, menor sensibilidad y dependencia de las condiciones climáticas e inexistencia de riesgo para la salud de los trabajadores (no hay probabilidad de quemaduras o de inhalación de gases).

La base de apoyo, antes del colado, debe asegurar un buen drenado intersticial sin liberar los finos antes del colado, debe estar perfectamente regleada y nivelada (planeidad y nivelación) estar limpia y suficientemente humidificada para no absorber agua del concreto; si es necesario, colocar una plantilla previa de concreto pobre.

El concreto a utilizar recomendado parte de resistencias de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en adelante, con un revenimiento de 8 cm y un tamaño máximo de agregado de específica utilizar un inclusor de aire.

□/3. Para clim

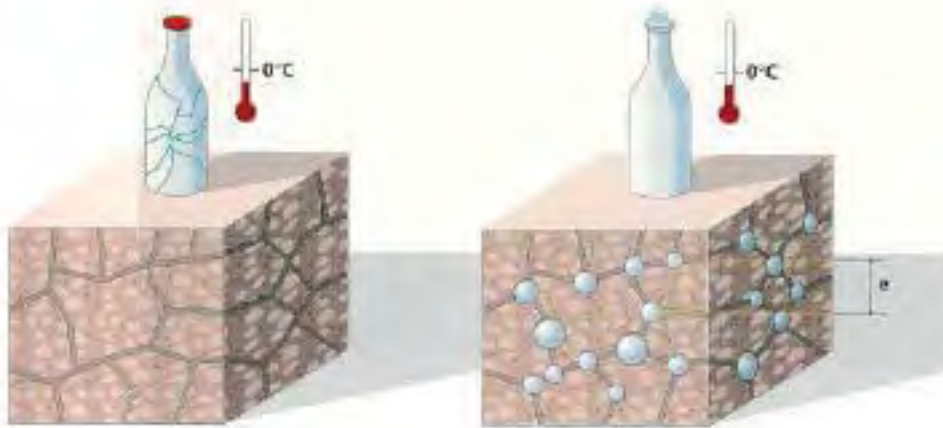


Figura B.633 – La creación de UNA RED REPARTIDA DE MICRO-BURBUJAS DE AIRE incrementa considerablemente la resistencia al hielo del concreto disminuyendo los esfuerzos internos en los capilares.

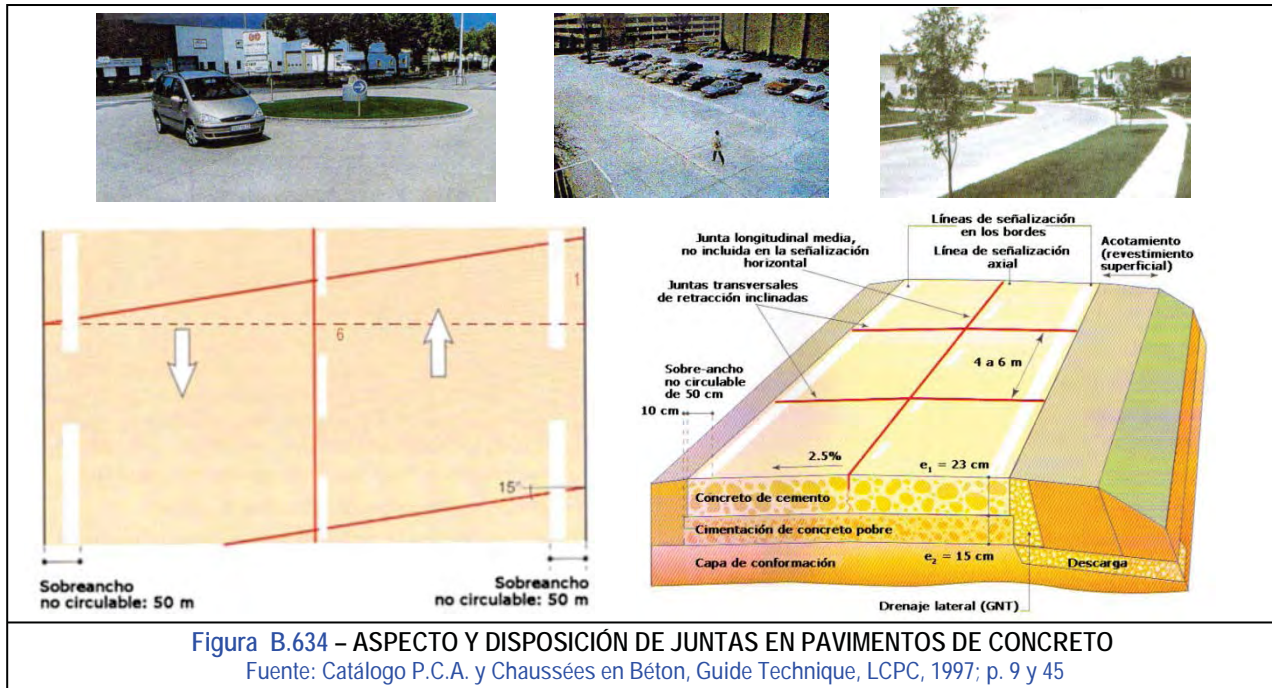
Fuente: *Voiries et Aménagements Urbains en Béton – Tome 2 – Mise en Œuvre, T-51, CIMBÉTON, p.21.*

Las técnicas de ejecución son variables pero la más común en proyectos de vivienda es el empleo de costados de cimbra posicionados a nivel para correr sobre ellos una regla vibratoria que vaya dando tanto la consolidación adecuada al concreto como su espesor constante y nivel superior de diseño.

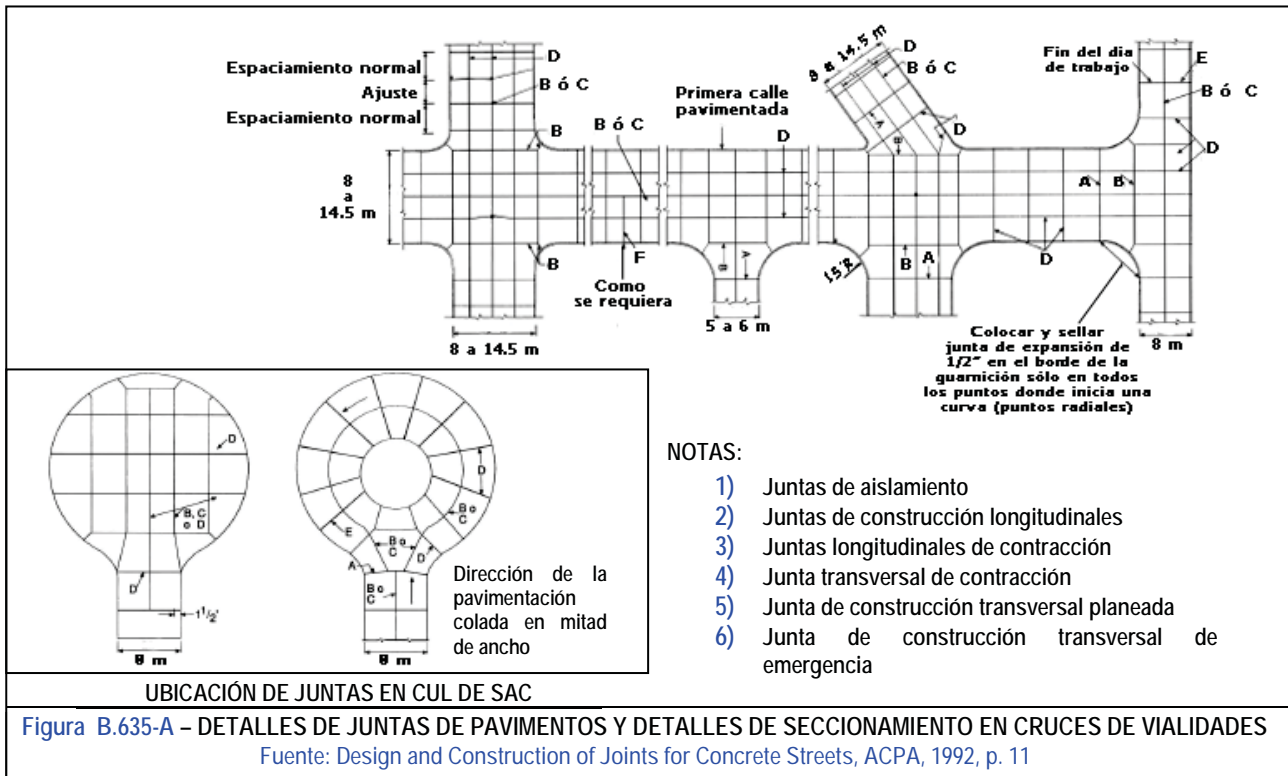
En algunos casos se pueden aprovechar las guarniciones extremas como cimbras de borde. La regla vibratoria tiene la ventaja de dar una vibración homogénea y rápida al concreto de firmes y losas, difícil de lograr con vibradores de inmersión, aunque su acción queda limitada a espesores máximos de 15 cm.

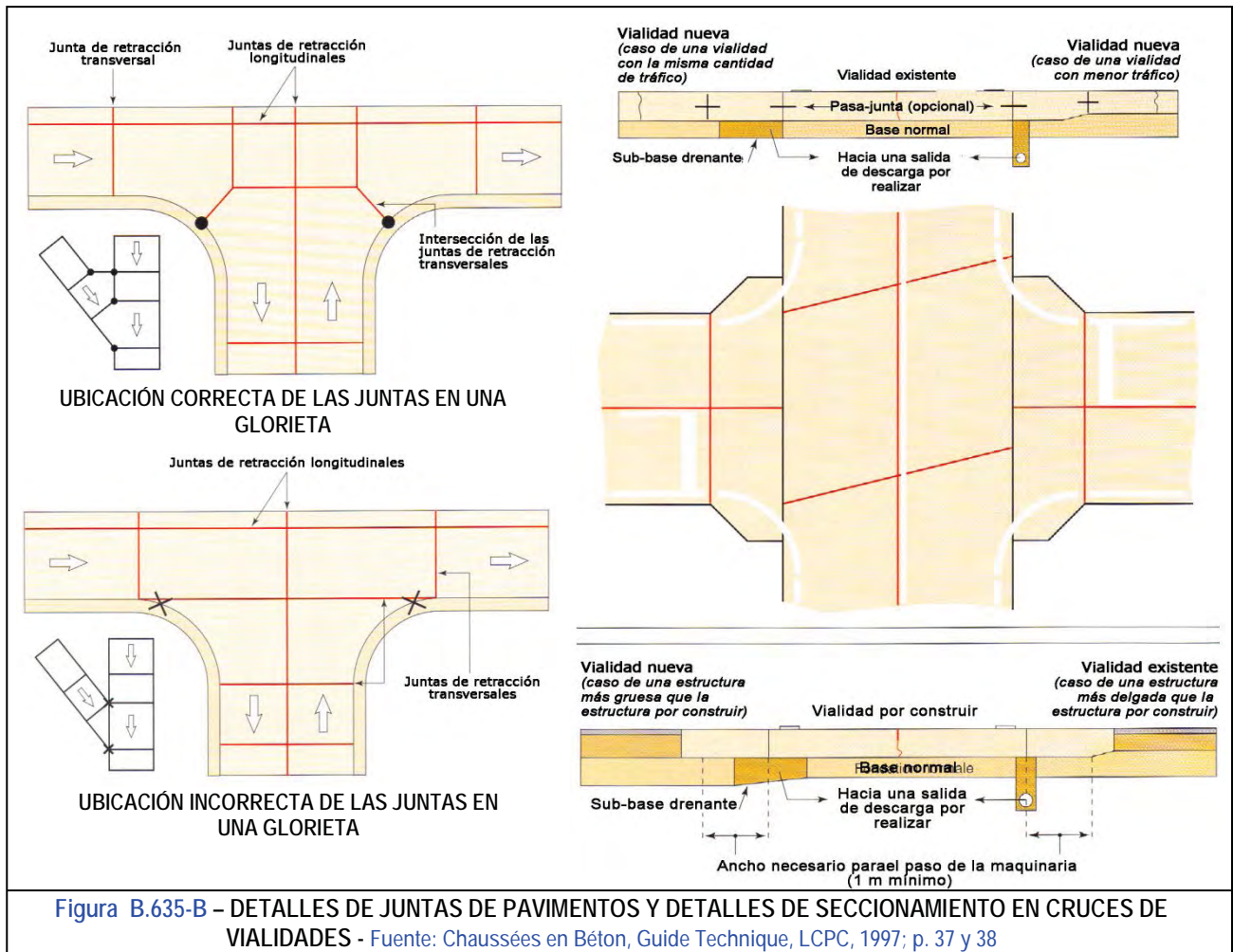
Los pavimentos de concreto, al retraerse por secado, tienden a fisurarse de manera aleatoria aunque se pueden inducir sus trayectorias por medio de juntas distanciadas a 25 ó 30 veces el espesor de la losa o firme en ambos sentidos, formando una retícula cuadrada o rectangular de relación ancho-largo igual a 1-2 como máximo.

Para evitar la colocación de pasajuntas en pavimentos de cargas vehiculares pesadas pero poco frecuentes, conviene colocar las juntas transversales inclinadas (relación 1/6) para reducir esfuerzos y de flexiones en los tableros de concreto y, por tanto, para minimizar fallas y efectos de bombeo.



Las intersecciones en esquina o en té, las uniones con otros tipos de pavimentos, así como las glorietas y las zonas periféricas a columnas y tapas de registros o de pozos de visita deben respetar un despiece particular de juntas para evitar fisuras aleatorias y/o puntos de falla en el pavimento.





Las juntas pueden efectuarse cuando el concreto aún esté fresco con una llana-llaguero o sobre el concreto endurecido a una edad máxima de 12 hrs de haberse efectuado el colado.



Figura B.636a - JUNTA DE CONTRACCIÓN moderada en concreto fresco con herramienta manual.



Figura B.636b - JUNTA DE CONTRACCIÓN cortada con disco sobre concreto endurecido después de 4 a 12 hrs de su colado.

Figura B.636 – JUNTAS DE CONTROL (O DE CONTRACCIÓN) para guiar la fisuración que se da en los pavimentos de concreto al perder agua por su secado y evitar su potencial trayectoria errática, dislocada y zigzagueante – Fuente: Guía del albañil para la construcción de paseos, pavimentos, patios y gradas en hormigón (concreto) – P.C.A. (PA 399), 2003, p. 4 y Voiries et aménagements urbains en béton, Tome-2, mise en oeuvre, T-51 CIBÉTON; p. 86

La profundidad de la junta suficiente para inducir la fisuración sobre su línea es la cuarta o la tercera parte del espesor de la losa.

Se presenta en bastantes casos la necesidad de realizar juntas entre pavimentos de concreto con pavimentos de asfalto pre-existentes o realizados posteriormente. La siguiente figura muestra las soluciones más comunes para estos casos.



Figura B.637a – DETALLE A

Borde con sobre-espesor para pavimento con $T = 100$ mm



Figura B.637b – DETALLE B

Borde con sobre-espesor para pavimento con $T = 100$ mm

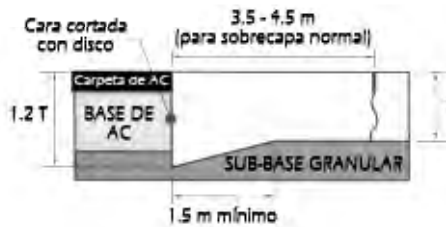


Figura B.637c – DETALLE C

Borde con sobre-espesor para pavimento nuevo

Nota: AC = Concreto Asfáltico

Figura B.637 – DETALLES DE TRANSICIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO A PAVIMENTO DE ASFALTO – Fuente: *Concreto de Pavimentación – Intersecciones de Concreto – Guía para el Diseño y la Construcción* – p. 26, ACPA (American Concrete Pavement Association)

Después del colado del concreto, la superficie del pavimento presentará una apariencia uniforme, maciza y lisa. Se tratará entonces de conferirle cualidades adecuadas antiderrapantes. Ésas últimas serán el resultado de una adecuada combinación de micro y macro rugosidad.

Los acabados que pueden darse a los pavimentos de concreto son muy variados. Los más utilizados son: el escobillado o cepillado, el aplanado, el clavado o claveteado, el estriado (en rampas), el estampado con color y el lavado. También es posible martelinar, buzardear o devastar al concreto una vez endurecido pero son procedimientos más costosos.



Figura B.638 – CEPILLADO DEL CONCRETO

Fuente: *Voiries et aménagements urbains en béton*, T-57 ; *Revêtements et structures réservoirs* ; CERIB, CIMBÉTON, FIB, IVF, 2001 ; p. 128

Para los casos de requerirse mayor resistencia al desgaste y a la abrasión, se pueden adicionar endurecedores de superficie que se espolvorean sobre el concreto fresco en la etapa de acabado.

Las especificaciones detalladas, los procedimientos de ejecución de todas las variantes en este tipo de pavimentos para obtener la calidad deseada y la durabilidad, están muy bien establecidos y requieren de rigor y respeto.



Los acabados con color se dan en dos capas para lograr una solución más económica, a esta técnica se le denomina colado bicapa.

Colado bicapa

Se considera por razones económicas (agregados de color y color adicionado al cemento de un costo elevado). El colado bicapa necesita de una buena adherencia entre las dos capas, lo cual puede obtenerse con una adherencia de concreto fresco sobre concreto fresco. El espesor mínimo de la capa superior debe ser de 3 veces la dimensión máxima (Dmax) del agregado del concreto utilizado en esta capa.



Figura B.640 – CONCRETO BICAPA COLADO IN SITU
Fuente: Voiries et Aménagements Urbains en Béton Tome-2, Mise en Oeuvre, T-51 CIMBÉTON ; p. 63.

El clavado (claveteado)

Esta técnica consiste en esparcir, uniformemente sobre la superficie de concreto fresco, los agregados de un calibre determinado (comprendido entre 10 y 20 mm) y de alta resistencia al pulido (coeficiente de pulido acelerado CPA 0.50), a razón de aproximadamente 6 a 8 kg/m² y a incrustarlos por apisonado y/o por vibración con un equipo apropiado. Los agregados del tráfico, siempre quedando aparentes para aportar la rugosidad buscada.

El clavado permite así el empleo de agregados locales en la masa del concreto, sin perjudicar la adherencia; es por tanto, particularmente indicado en las regiones que no disponen de agregados de calidad para la elaboración del concreto.



Figura B.641 – MÁQUINA EXTENDEDORA para el clavado de grava en pavimentos en estado fresco - Fuente: *Voiries et Aménagements Urbains en Béton Tome-2, Mise en Oeuvre, T-51 CIMBÉTON; p. 71.*

El clavado se realiza por esparcido a mano en trabajos pequeños o por medio de una máquina que asegura a la vez la dosificación precisa, la repartición de los materiales de clavado y su encajado en el concreto fresco.

Se trata, o de una máquina independiente sobre rieles para los trabajos entre cimbras fijas de costado, o de un dispositivo adaptado al tren de colado de la máquina de cimbra deslizante que permita efectuar simultáneamente el tratamiento de superficie por clavado.

La textura superficial obtenida por el clavado presenta las características siguientes:

- Propiedades anti-derrapantes elevadas: en efecto, los resultados obtenidos por las mediciones del coeficiente de frotamiento transversal son los siguientes:
 - a 40 km/h : > 0.60,
 - a 80 km/h: > 0.45,
 - a 120 km/h > 0.40



Figura B.642 – TENDIDO DE GRAVA en pavimento clavado
Fuente: *Voiries et Aménagements Urbains en Béton Tome-2, Mise en Oeuvre, T-51 CIMBÉTON-1996; p. 71.*



Figura B.643 – DIFERENTES COLORES Y TEXTURAS (tamaños) de gravas para clavado de pavimentos - Fuente: *Voiries et Aménagements Urbains en Béton Tome-2, Mise en Oeuvre, T-51 CIMBÉTON-1996*

Se pueden utilizar diferentes clases de grava en caso de requerirse un color o un tipo de grava clavada en específico. En la mayoría de los casos se recomienda utilizar gravas de color claro con objeto de evitar la captación de calor radiante del sol y, por tanto, el calentamiento de las áreas exteriores. Por la noche, los colores claros también requieren menor cantidad o intensidad de arbotantes para dar la iluminación requerida. La dureza de la grava y la textura lograda permitirá que el pavimento sea durable y antideslizante.

Para los casos de requerirse mayor resistencia al desgaste y a la abrasión, se pueden adicionar endurecedores de superficie que se espolvorean sobre el concreto fresco en la etapa de acabado.

Las especificaciones detalladas y los procedimientos de ejecución de todas las variantes en este tipo de pavimentos para obtener la calidad deseada y la durabilidad están muy bien establecidos y requieren de rigor y respeto.

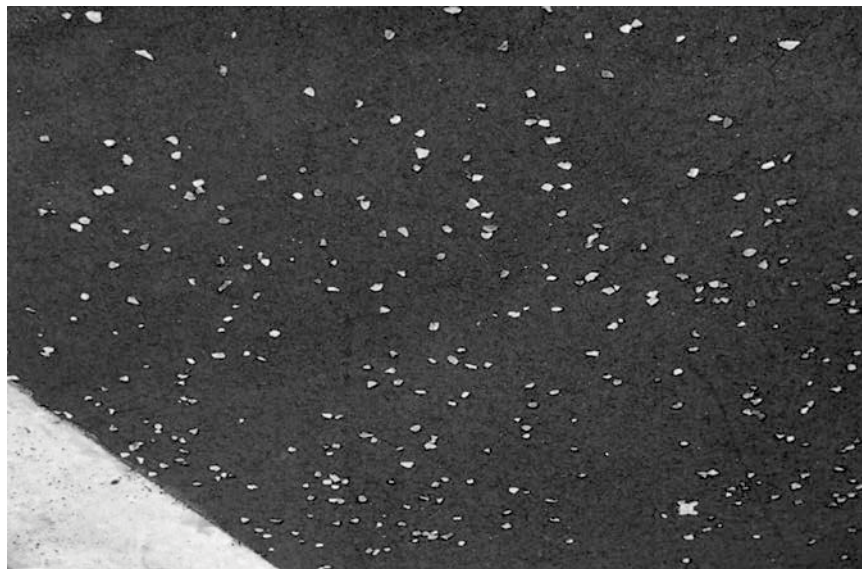


Figura B.644 – EJEMPLO DE PAVIMENTO DE ASFALTO con grava clavada color blanco de manera aleatoria. Es posible incrementar la cantidad de grava y la proximidad o pueden clavarse sólo franjas o zonas para diferenciar el aspecto por diseño o por señalización urbana colocada sobre el propio pavimento.

El **Concreto Compactado con Rodillo (CCR)** es una opción más económica que requiere de menos cantidad de cemento para lograr su resistencia de diseño y menos cantidad de juntas. Requiere de una dosificación específica que incluye aditivos para facilitar su extendido con finisher, su compactación con rodillo vibratorio y su acabado.

El **CCR** – es un concreto de revenimiento cero cuya consistencia y dureza permite ser compactado con un rodillo vibratorio.



Figura B.645 – PROCESO DE COMPACTACIÓN DE CONCRETO CON RODILLO

Fuente: *Design and Control of Concrete Mixtures*, autores Steven H. KOSMATICA et Al., *Engineering Bulletin* 101, edit. Cement Association of Canada, 200027; p. 324

Su utilización comenzó siendo en la construcción de presas y retenes (1972) y fue hasta la década de 1980s cuando se comenzó a utilizar en pavimentos.

Este procedimiento permite la ejecución de pavimentos de concreto con mayor economía con respecto a otros métodos de construcción (llegándose a ahorros de hasta el 30% con respecto a los concretos convencionales) y permite ser circulado sin tener que esperar tiempo de endurecimiento.

Es una variante mejorada de las bases tratadas con cemento, aunque el equipo utilizado para la dosificación, la alimentación y el mezclado es más parecido al utilizado en pavimentos de asfalto que al empleado en la conformación de bases.

La diferencia más importante entre un concreto compactado con rodillo y una base tratada con cemento es que el **CCR** se diseña como un verdadero pavimento de concreto que trabajara a esfuerzos estructurales iguales o superiores a los aplicados a un pavimento de concreto convencional.

El pavimento de **CCR** también se diseña para resistir la abrasión de tráfico y a durabilidad por exposición al medio ambiente severo, además de cumplir satisfactoriamente con los requisitos de acabado (rugosidad, pendientes, planeidad y aspecto).

El **CCR** de pavimentos también difiere significativamente del **CCR** utilizado en presas. Las mezclas de **CCR** para pavimentos tiene bastante más pasta de cemento y menor tamaño máximo de agregado con objeto de obtener mayor trabajabilidad de mezcla que la usada en presas aunque sea también un concreto de revenimiento cero y lo suficientemente duro para soportar un rodillo vibratorio.

Las economías asociadas al **CCR** están dadas en la reducción de cimbras de costado, en la forma de colado y de compactación así como en la consecuente reducción de tiempos de ejecución con poca mano de obra.

Como beneficios colaterales se dan: la reducción en costos administrativos, retornos de inversión más ágiles y la factibilidad de ser utilizados en obras con tiempos limitados.

La clave para lograr un trabajo exitoso es la buena compactación lograda además de respetarse las consignas propias de todo trabajo de concreto en pavimentos.

Las *losas precoladas de gran formato* pueden sustituir a los pavimentos de concreto armado colados in situ pueden sustituirse por la ejecución de por motivos de rapidez de ejecución y de tiempos de utilización, por economía, por problemas de clima, por la versatilidad de utilización y por permitir cambios importantes, dada la posibilidad de su desmontaje y reutilización en otro proyecto o en cambios y ampliaciones del mismo, etc.



Figura B.646 – EMPLEO DE LOSAS DE GRAN FORMATO RIBETEADAS con ángulo de acero como pavimento de una plaza exterior

Fuente: Catálogo de productos, empresa CHAPSOL, Francia



Figura B.647a – LOSAS GRANDES de 14 cm de espesor

Fuente: Catálogo de productos, empresa CHAPSOL, Francia



Figura B.647b – LOSAS GRANDES de 14 cm de espesor con losas en esquina a 45°

Fuente: Catálogo de productos, empresa CHAPSOL, Francia

La ventaja de estas losas fabricadas en planta está en el poder dar un mejor control de calidad lo cual garantiza la perfecta dosificación de sus materias primas y sus dimensiones son precisas por ser fabricadas con moldes indeformables de acero.

La capa de desgaste debe tratarse con agregados naturales de gran dureza o de origen metálico (acero) o con un endurecedor de superficie.

Se asientan sobre una cama de arena o de granzón con excelente desempeño aún sobre suelos altamente compresibles.

Las losas de gran formato permiten ejecuciones de pavimentos en tiempos record al poder simultáneamente fabricarlas mientras se realizan etapas de obra previas. Su rápido montaje permite una utilización inmediata con la circulación de vehículos de peso previsto.

Las losas se colocan fácil y rápidamente y el pavimento así constituido se puede ir utilizando al paso de su instalación.

Las instalaciones, reparaciones o transformaciones pueden ejecutarse en los momentos más pertinentes sin destrucción ni recolocación onerosa del pavimento para acceder al subsuelo (por necesidad de alojarle una red, de reforzarlo, etc.) para cambiarlas a otro sitio, para reemplazarlas y repararlas a bajo costo, de manera sencilla y sin perturbar el tráfico, incluso, después de varios años de uso, las losas pueden removerse evitando toda demolición y pueden volverse a colocar rápida y fácilmente logrando su reaprovechamiento.

Sus dimensiones nominales preferentes y de base son 2.00 m x 2.00 m x 0.14 m aunque pueden tener forma cuadrada, rectangular, octogonal o la que requiera un proyecto específico. Las dimensiones reales son 5mm inferiores a fin de tomar en cuenta la junta libre a dejar entre losa y losa durante la colocación. Al igual que al concreto colado in situ, se les puede dar una amplia gama de acabados aparentes. La ventaja de su fabricación en planta es la garantía de una dosificación controlada. Pueden fabricarse con sus bordes reforzados con ángulos de acero o con las aristas achaflanadas.

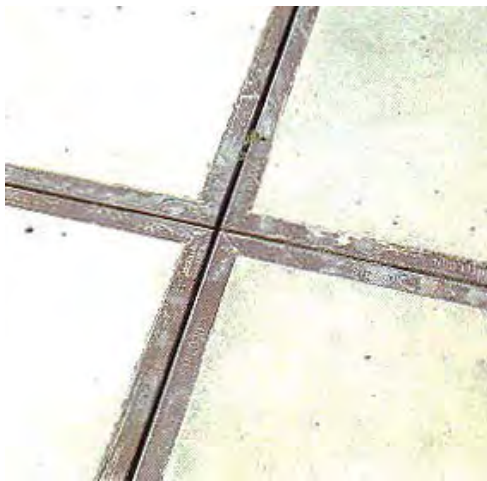


Figura B.648a – LOSAS DE GRAN FORMATO con ribete de ángulo de acero



Figura B.648b – LOSAS DE GRAN FORMATO con aristas achaflanadas

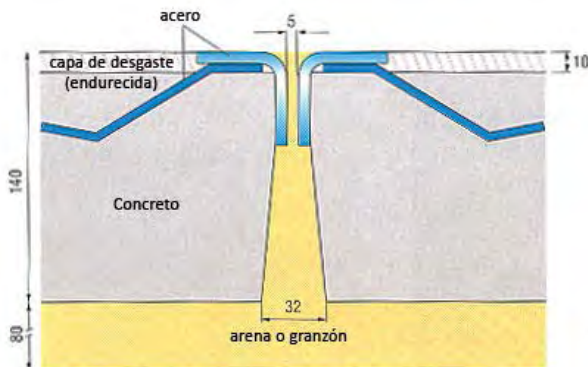


Figura B.648c – DETALLE DE BORDES CON RIBETES DE ACERO

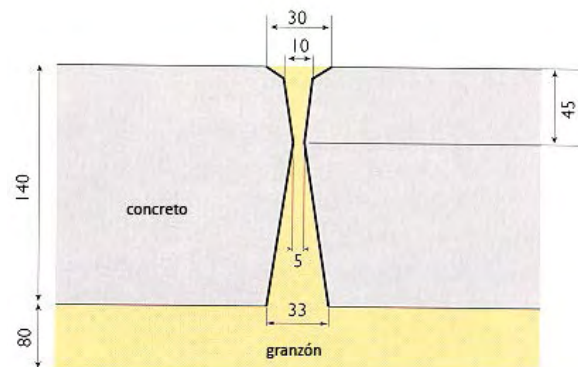


Figura B.648d – DETALLE DE BORDES ACHAFLANADOS

Figura B.648 – OPCIONES DE BORDES EN LOSAS PREFABRICADAS DE GRAN FORMATO DE CONCRETO ARMADO PARA PAVIMENTOS

Fuente: Catálogo de productos, empresa CHAPSOL, Francia

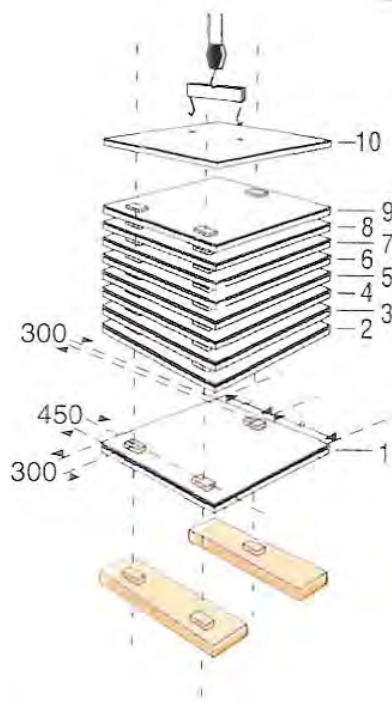


Figura B.649 – ALMACENAJE Y COLOCACIÓN DE LOSAS

Fuente: Catálogo de productos, empresa CHAPSOL, Francia

Las losas deberán estibarse en obra próximas al lugar de su colocación.

Deberán imperativamente reposar sobre tres apoyos sobrepuestos sobre el mismo eje vertical utilizando de preferencia calzas de madera o de concreto.

No sobreponer más de 10 losas por pila (ver esquema).

Cada losa se llevará a la plataforma con un manipulador o montacargas de capacidad mínima de 2.5 ton a 50 cm de alcance, por tanto, se puede aprovechar para la manipulación el equipo disponible para la obra.

Cualquier otra máquina de capacidad suficiente también puede emplearse a condición de ser móvil y rápida.

El balancín o el juego de eslingas suspendidas del montacargas, provisto de ganchos de elevación especiales, se usan para la manipulación. También puede realizarse con la ayuda de ventosas de carga útil mínima de 2.5 ton.

La primera losa se colocará con la máxima precisión tanto en nivel como en alineación horizontal (prever dos perfiles I de acero de 100 mm (4") y de 4 m de longitud).

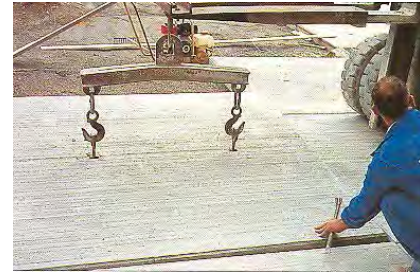
Su colocación es sumamente sencilla: sobre terreno despalmado y compactado se coloca la base granular de 30 cm de espesor mínimo separada del suelo por medio de un geotextil (en caso de suelos arcillosos), sobre la que se tiende una cama de arena o de granzón compactada con placa vibratoria, nivelada con regla para recibir la losa.



DESPUÉS DEL TENDIDO DE LA BASE GRANULAR Y DE SU COMPACTACIÓN, hay que hacer un regleado de afine con una regla con saques extremos



COLOCACIÓN EMPLEANDO UN MONTACARGAS con balancín suspendido de la máquina y ganchos de elevación especiales



COLOCACIÓN ESCANTILLONEANDO entre las losas una junta de 5 mm

Figura 3.650 – PROCESO DE COLOCACIÓN DE LOSAS PREFABRICADAS DE CONCRETO ARMADO PARA PAVIMENTOS VEHICULARES O PEATONALES

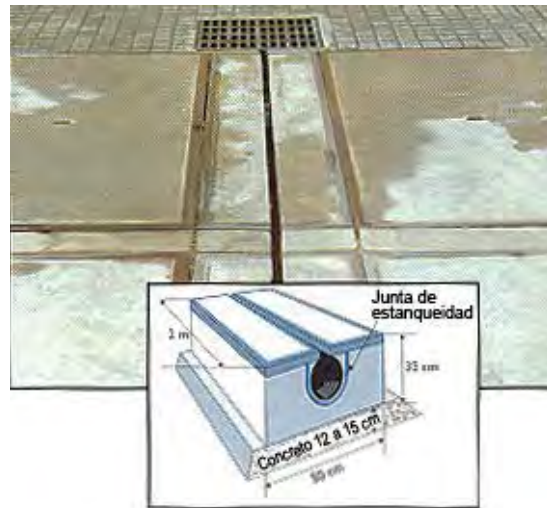
Fuente: Catálogo de productos, empresa CHAPSOL, Francia



Piezas con bordes metálicos



Colocación con ventosas

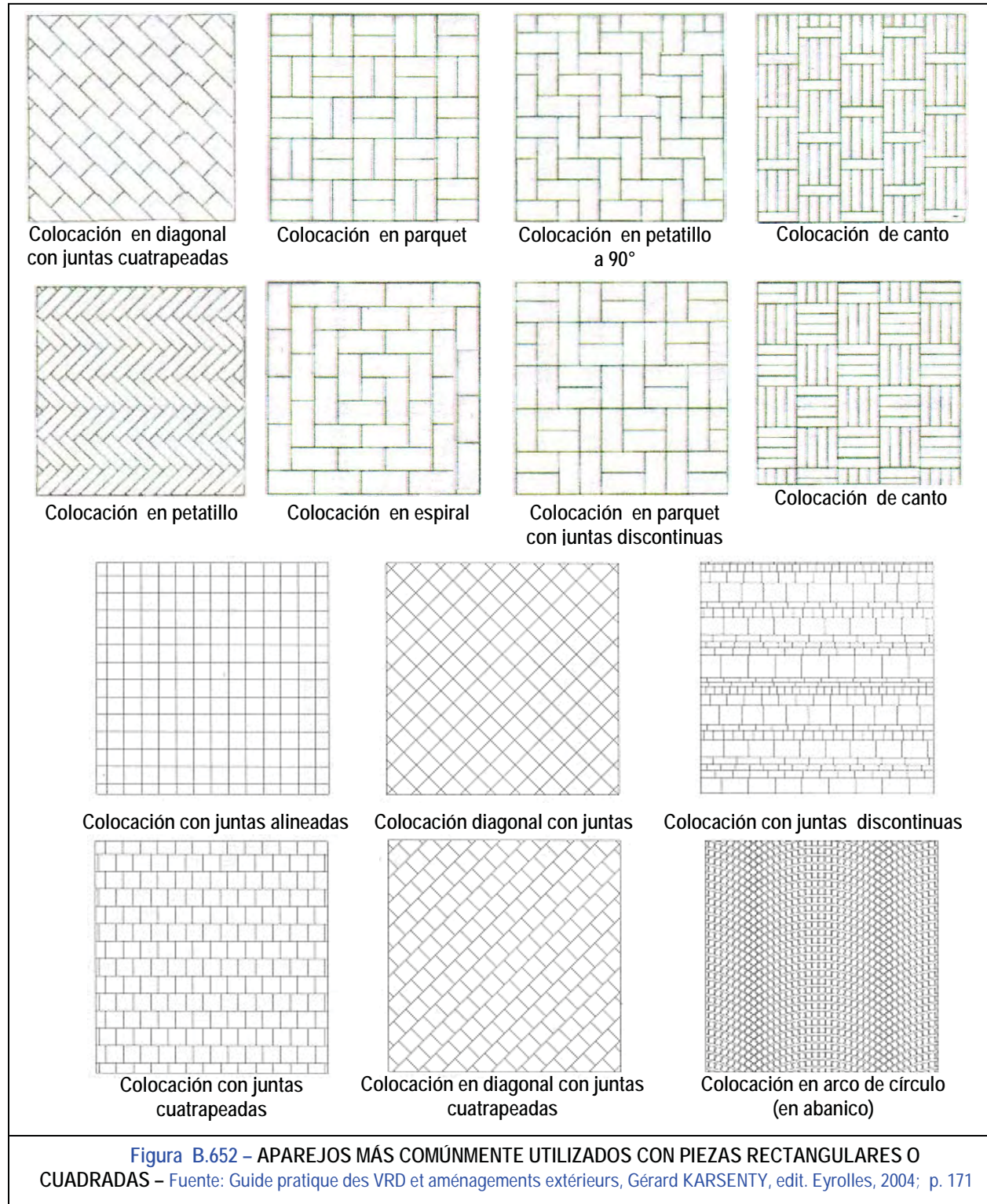


Para la evacuación del agua de lluvia se pueden incluir, en el diseño y en el despiece de las losas, canalillos de recolección así como también uniones con otros tipos de pavimentos y con tapas de pozos de visita y registros de todo tipo de instalaciones

Figura B.651 – OPCIONES APLICABLES A PAVIMENTADOS CON LOSAS PREFABRICADAS DE GRAN FORMATO

Fuente: Catálogo de productos, empresa CHAPSOL, Francia

Los *pavimentos adoquinados* requieren de un estudio de despiece antes de su colocación para lograr una trama estética y evitar o reducir el recorte y desperdicio de piezas. Su colocación puede hacerse con las juntas alineadas en ambos sentidos en los casos de uso peatonal y de poco tráfico. Para uso vehicular hay que cuatrapear sus juntas que van en el sentido paralelo al de la circulación de los autos o en ambos sentidos.



Estos productos, por definición, son aquellos cuya relación de su superficie en cm^2 con respecto a su espesor en cm es inferior a 100.

Algunas normas internacionales indican como requerimientos físicos que las piezas puedan levantarse y colocarse con una mano, y deberán tener un área de la superficie expuesta (cara) menor o igual a 0.065 m^2 , y la proporción (que es la longitud total dividida entre el espesor deberá ser ≤ 4). El espesor mínimo será de 60 mm (Ver figura B.653) aunque en casos excepcionales en zonas jardinadas privadas con tránsito peatonal mínimo se pueden utilizar con un espesor mínimo de 40 mm.

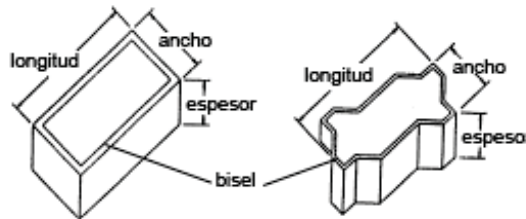


Figura B.653 – VERSATILIDAD DE FIGURAS TRADICIONALES O ESPECIALES EN ADOQUINES DE CONCRETO

Fuente: Norma ASTM C 936

En algunos casos, por motivos estéticos principalmente, se diseñan piezas de adoquín que no respetan estrictamente los requisitos normativos de geometría y, por ello, se deben de sobredimensionar en espesor para poder resistir las cargas a las que estarán sometidas.



Figura B.654 – PAVIMENTOS DE ADOQUÍN DE CONCRETO DE PROPORCIONES ALARGADAS

Fuente: Catálogo de productos, empresa IDB, Francia

La designación o tipología de adoquines de concreto se hace mencionando las indicaciones siguientes:

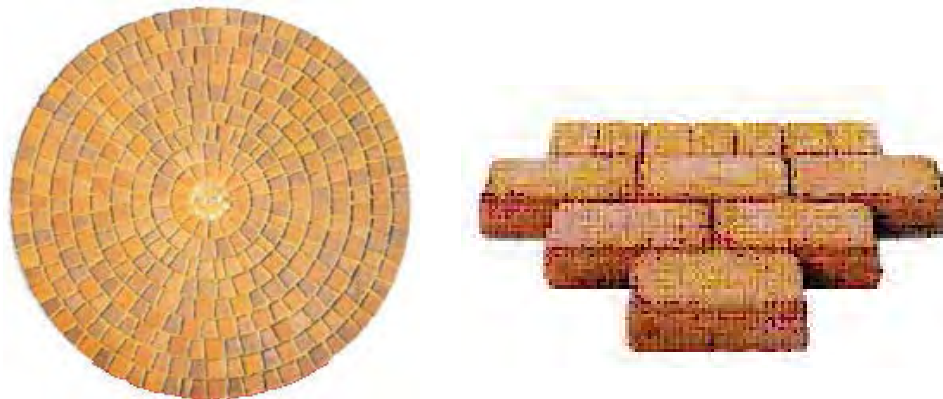


Figura B.655 – ADOQUIN DE CONCRETO con color integral en su masa. Se pueden efectuar diferentes diseños tanto de piezas como de despiece de pavimentos, incluyendo formas curvas y sinuosas.

Fuente: Catálogo de productos, empresa IDB, Francia

Tipo:

- Clásico (rectangular o cuadrado) o con trabado unidireccional o multidireccional, espesor (6.3, 8 ó 10 cm)

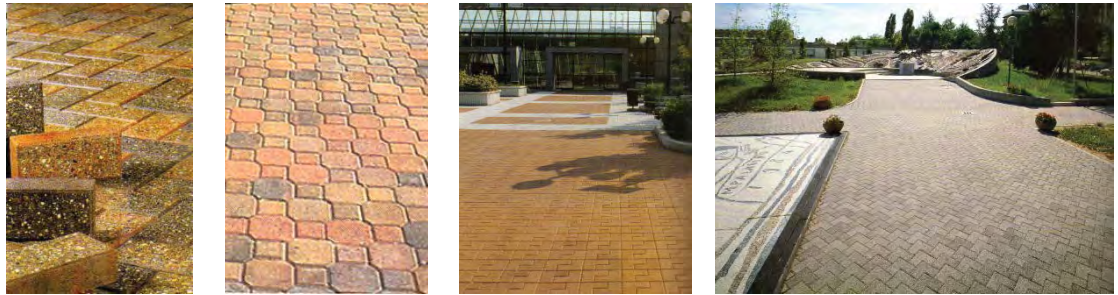


Figura B.656 – ADOQUINES DE CONCRETO PARA TONO Y TIPO DE ACABADO: Liso, rugoso, grano expuesto por lavado, buzardeado, flameado, estructurado y poroso con bordes expuestos, biselados o redondeados – Fuentes: Catálogos de productos, empresas: COLUMBIA y BESSER



Figura B.657 – OPCIONES DE COLORES CON ACABADO DE PIEDRA NATURAL
Fuente: Catálogo de productos, empresa MMC

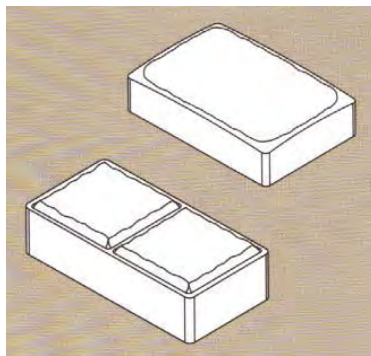
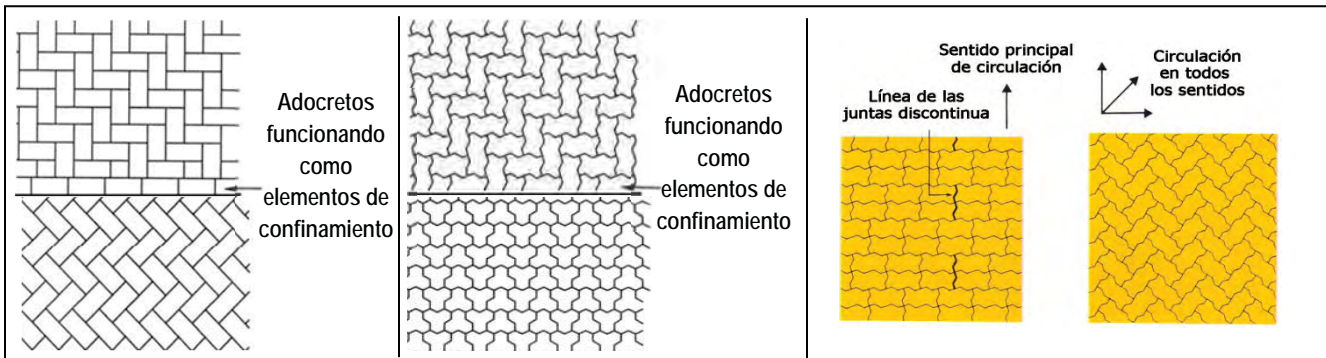


Figura B.658 – Los bordes biselados o redondeados reducen los riesgos de despostillado y rotura de las piezas en sus aristas
Fuente: Concrete Masonry Units Construction and Landscape; BESSER Company (sin fecha); p. 23

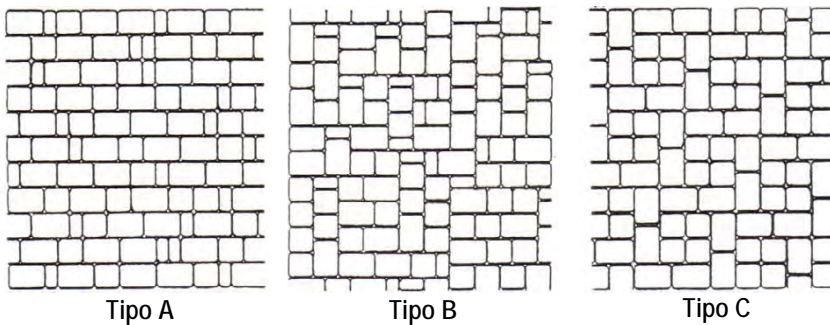
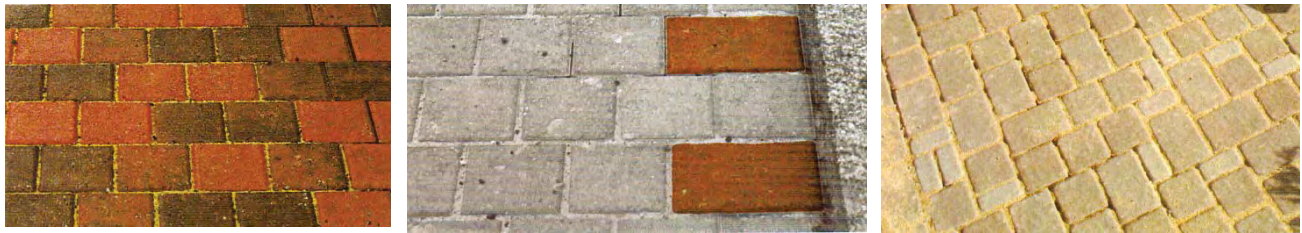


Figura B.659 – LAS COMBINACIONES DE FORMAS DE COLORES Y DE TEXTURAS son innumerables y permiten reproducir todo tipo de piedras naturales.
Fuente: Pavés BARROCO, empresa MMC.

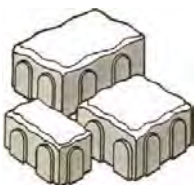
Existen diseños de adoquines autotrabados cuya figura logra discontinuidad en las juntas en ambos sentidos. Los diseños de tramas y de figuras son muy variados así como las disposiciones de colocación.



Cambio en la dirección del despiece para uso vehicular

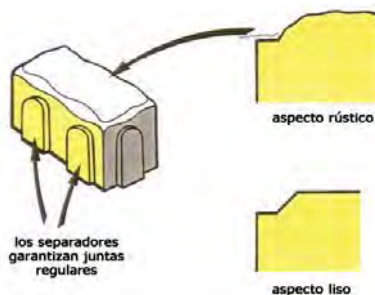


	21x 14 m ²	14 x 14 m ²	7 x 14 m ²
Tipo A	23	13	10
Tipo B	13	27	9
Tipo C	20	21	0



Se pueden dar diferentes posibilidades de ensamblaje con tres diferentes dimensiones de adoquines para dar un carácter único a cada proyecto

Dim.	Cant./m ²	Pds/m ²
14 x 21	34	180
14 x 14	51	180
14 x 7	102	180



Para evitar el despostillado en las piezas se requiere incluir biselés o boleos en sus bordes.

Figura B.660 – COMBINACIONES DE APAREJOS ADECUABLES A CUALQUIER ENTORNO EXTERIOR DESEADO

Fuentes: Catálogo de productos, empresa SABLA, Tech Spec ICPI No. 3 y ficha técnica AB6 CIBÉTON

Los adoquines más utilizados son de concreto vibrocomprimido aunque también existen de piedra natural y de barro recocido.

Los adoquines de concreto cubren una gama cada día más extensa de utilización debido a su versatilidad de diseños y facilidad de fabricación que redunda en costos competitivos y calidad estética con respecto a los adoquines de piedra natural o de barro recocido y a otros tipos de pavimentos.

Desde hace mucho tiempo están considerados como la solución privilegiada para circulaciones peatonales debido, sobre todo, a sus cualidades estéticas. Hoy en día tienen una aplicación en todos los tipos de vialidades y andadores circulados por vehículos o no, notándose y valorándose sus ventajas como: resistencia mecánica, insensibilidad al hielo, regularidad de los productos en su fabricación, flexibilidad de empleo, facilidad de colocación, desmontabilidad, posibilidad de reutilización y larga duración de vida. La convergencia de estas ventajas refuerza la competitividad de los pavimentos adoquinados principalmente comparando su costo económico global.



Figura B.661 – CALIDAD DE ENTORNO LOGRADA CON PAVIMENTOS INTEGRADOS AL DISEÑO URBANO

Fuente: Le Béton dans Les Sols Piétonniers, Fiche Technique AB 6 – Applications du Béton, CIMBÉTON

Las principales características ventajosas de los adoquines de concreto vibrocomprimido son:

- Versatilidad y variedad ilimitada de colores, texturas y formas de las piezas,
- La posibilidad de ser colocados en diferentes direcciones y sentidos para una mejor resistencia al tránsito vehicular,
- Posibilidad de combinarse diferentes tamaños, colores y formas por motivos funcionales de resistencia, de señalización urbana o por motivos estéticos,

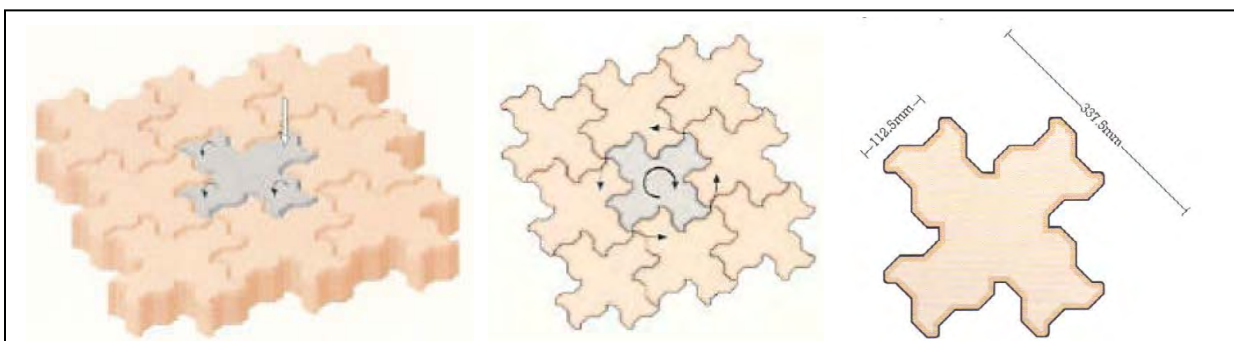


Figura B.662 – PIEZAS DE ADOQUÍN AUTOTRABABLES PARA PAVIMENTOS sometidos a circulación vehicular y maniobras con giro.

Fuente: Catálogo de Producto XENEX, Empresa UPS Limited

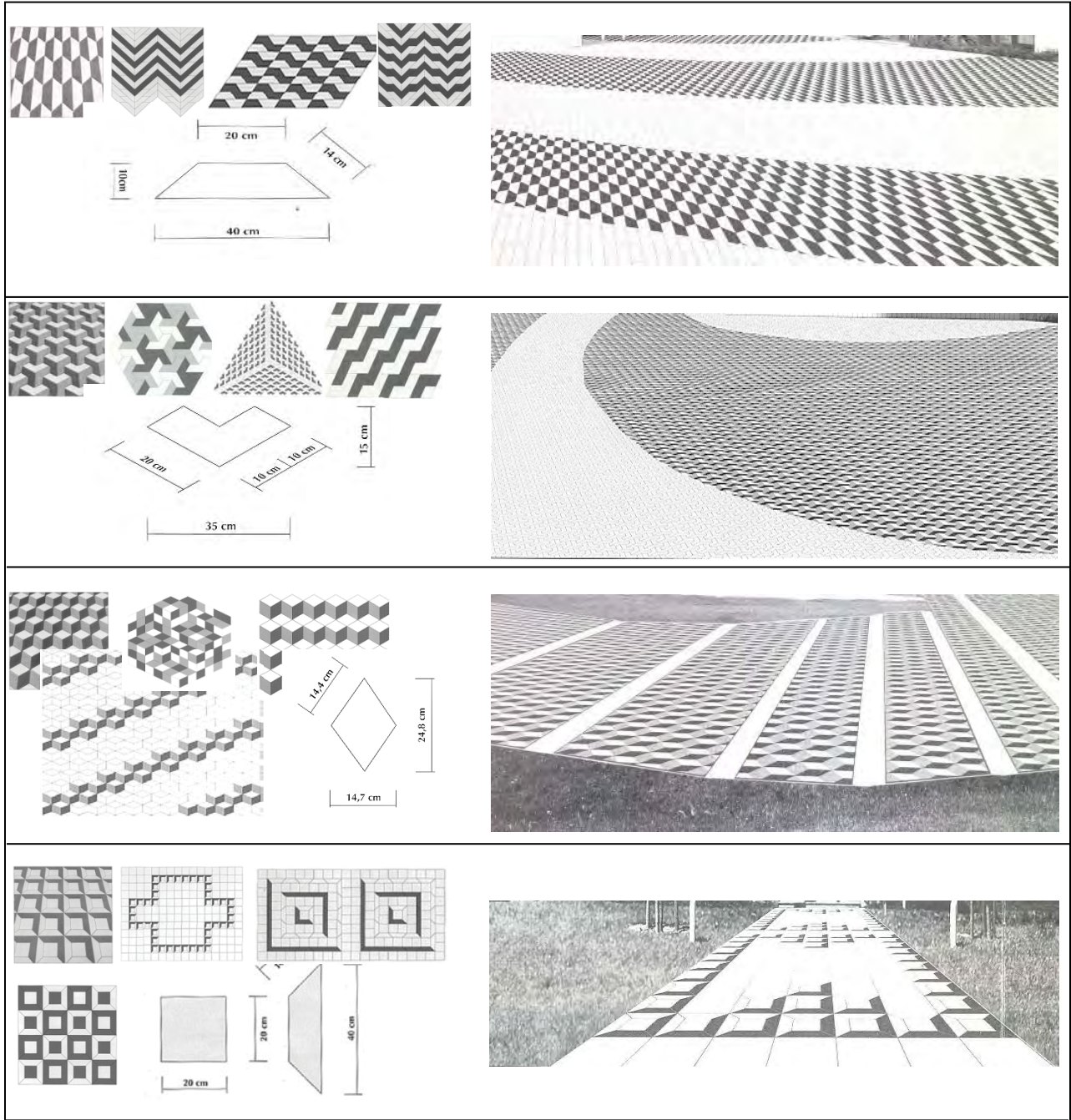
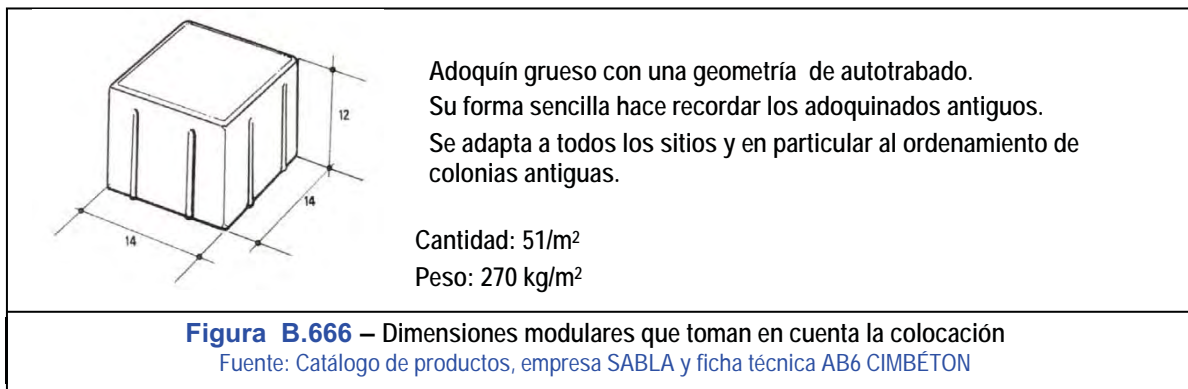
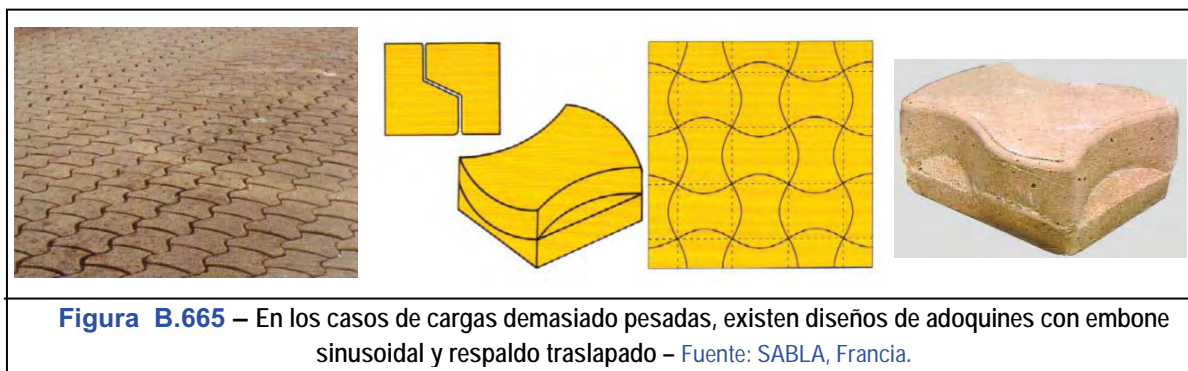
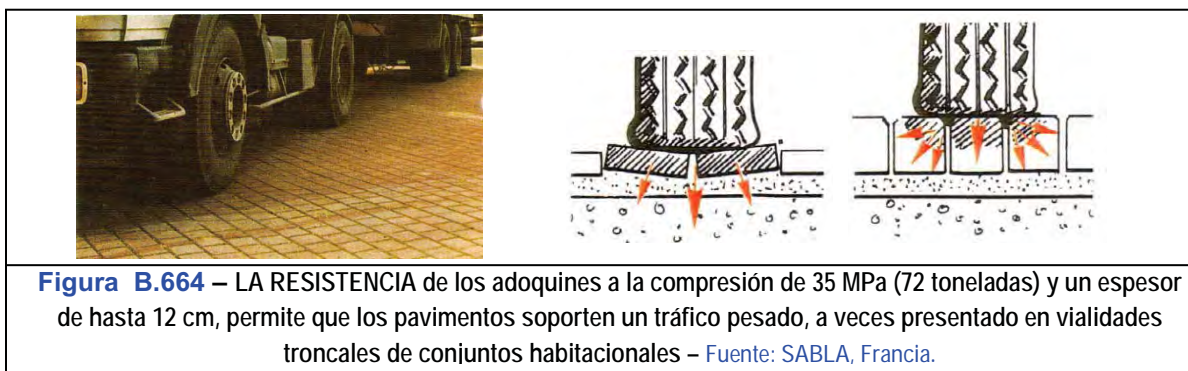
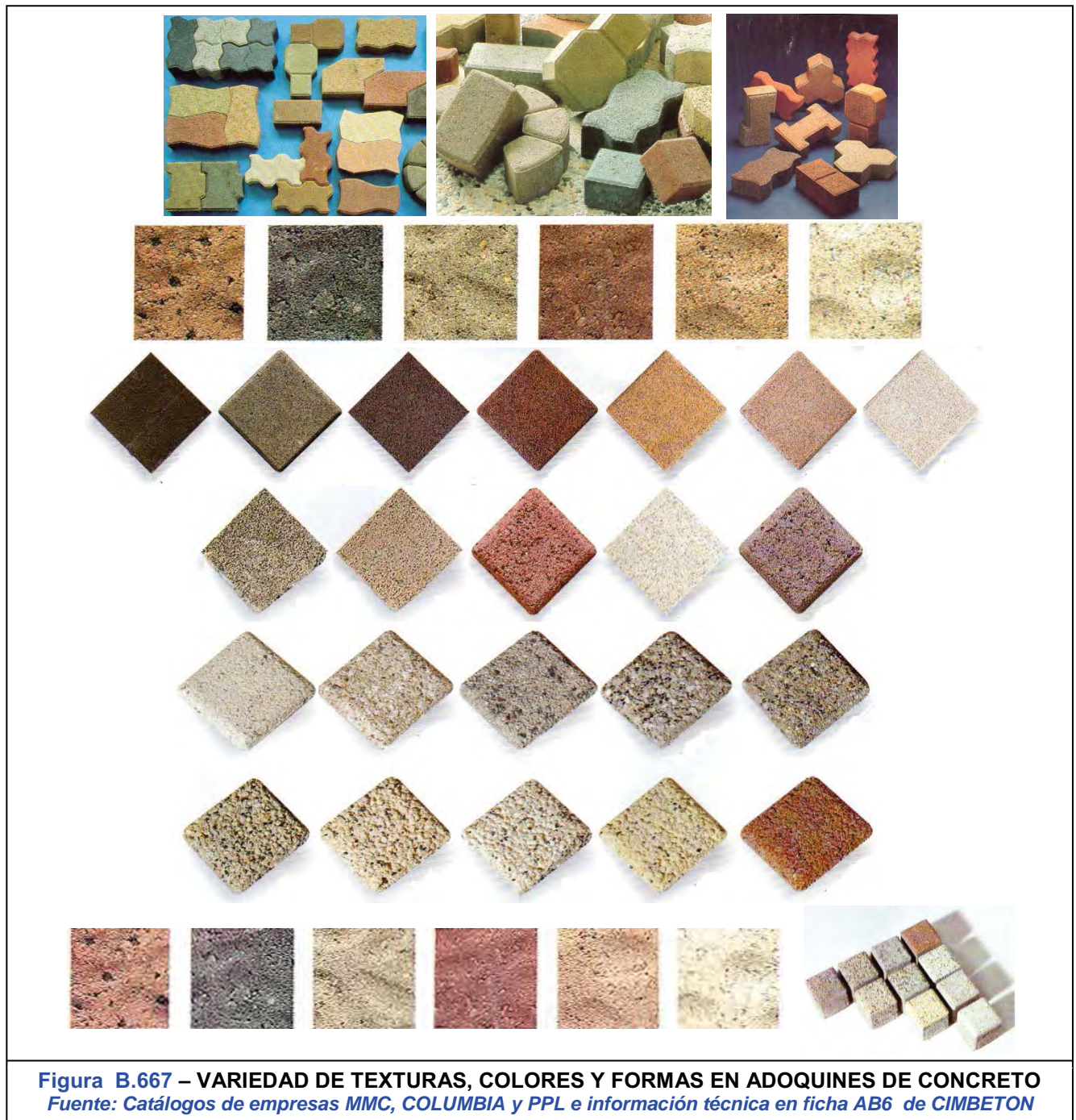


Figura B.663 – DISEÑOS ESPECIALES DE PAVIMENTOS CON PIEZAS DE CONCRETO DE COLORES NEGRO, GRIS Y BLANCO PRINCIPALMENTE O TONOS DE COLORES PARA DAR EFECTOS SIMILARES – Fuente: Catálogo de productos VISIO LÖSCH

- Colocación rápida y sencilla sin mortero,
- Mantenimiento reducido (casi nulo) y sencillo consistente en sólo el retiro de piezas, nivelación y recolocación en zonas hundidas o restitución sencilla, rápida y puntual de piezas dañadas sin dejar rastro como en el caso de los antiestéticos bacheos que se hacen en los pavimentos de asfalto. Sus principales aplicaciones se dan en banquetas, áreas de estacionamiento, plazas, vialidades y patios,
- Resistentes a las acciones de carga de tráfico, al desgaste, a la acción del hielo-deshielo por ser productos industriales regidos por normas nacionales e internacionales.



- Económicos si se comparan con otras opciones,
- Adaptables a entornos urbanos pre-existentes y a sus fluctuaciones con edificios modernos,
- Agregan atractivo visual y contribuyen a mejorar las características estéticas de las áreas exteriores aportando calidez, escala humana y elegancia.
- En los adoquines de concreto hay una muy amplia variedad de diseños en términos de forma, acabado, color y combinación de tamaños y figuras.



- Sus principales aplicaciones se dan en banquetas, áreas de estacionamiento, plazas, vialidades y patios.

Un pavimento adoquinado, al igual que cualquier otro tipo de pavimento, forma un todo. Debe diseñarse tomando en cuenta diferentes factores como: naturaleza del suelo, tráfico previsible, características de los adoquines y vida útil requerida o seleccionada de la obra.

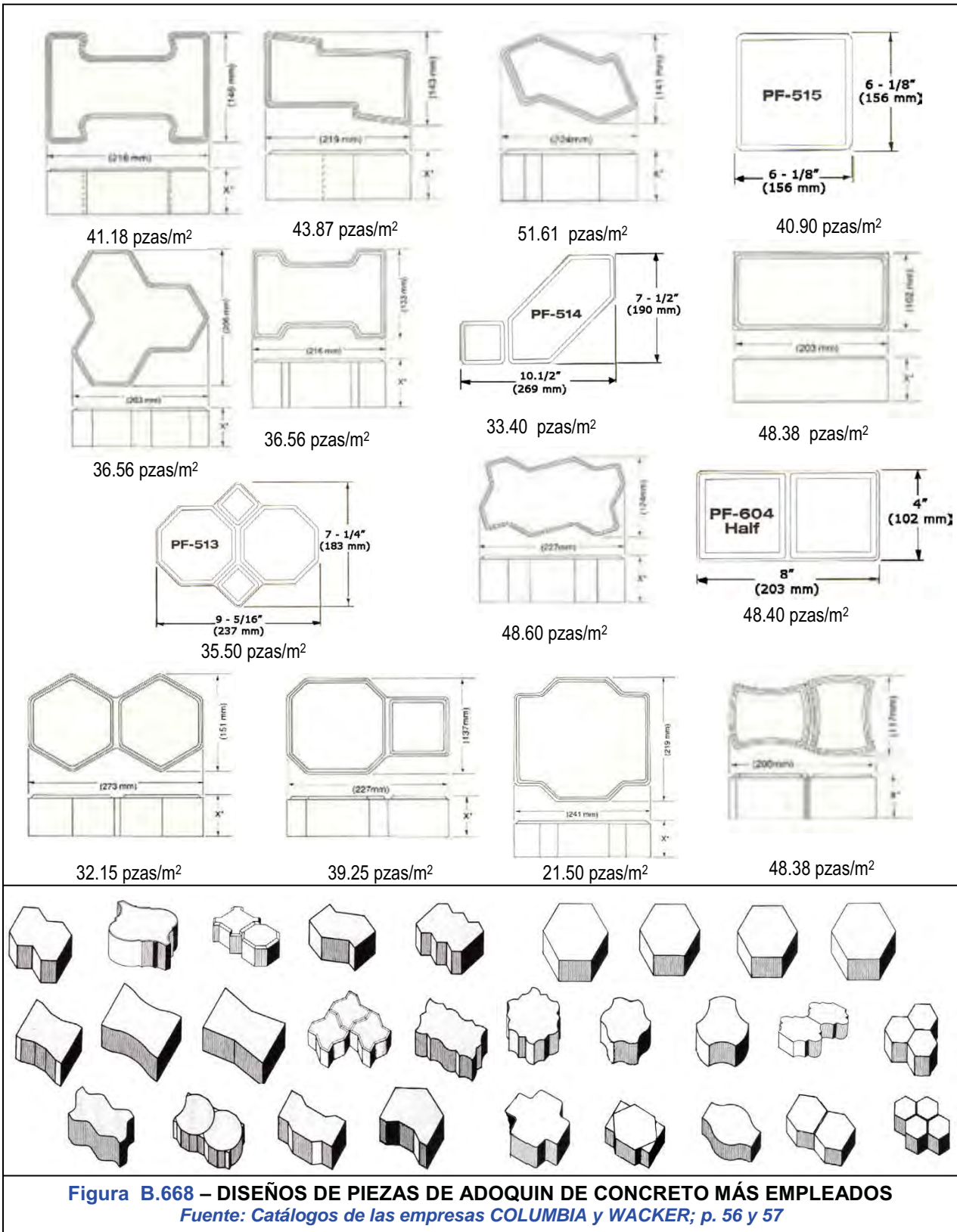
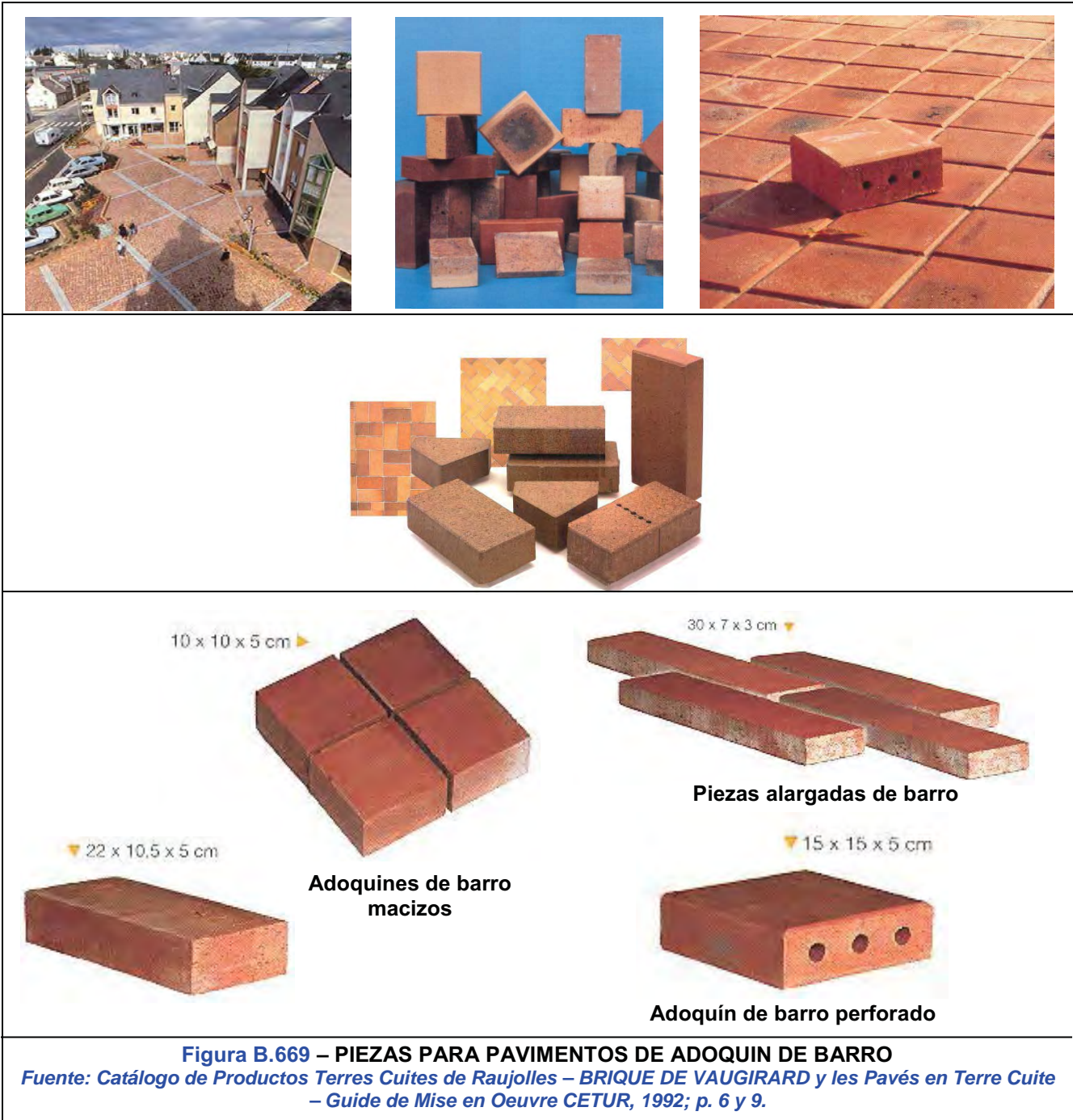


Figura B.668 – DISEÑOS DE PIEZAS DE ADOQUIN DE CONCRETO MÁS EMPLEADOS
Fuente: Catálogos de las empresas COLUMBIA y WACKER; p. 56 y 57



El suelo de soporte debe ser estable y tener la capacidad de carga necesaria. La pendiente del soporte será idéntica a la de la superficie del pavimento terminada, teniendo como mínimo 1% de pendiente para la evacuación del agua pluvial.

Si el suelo no es estable convendrá tender una base de grava compactada. Si el terreno es poco permeable, hay que prever la colocación de una capa drenante de aproximadamente 8 cm de espesor a base de piedras en el fondo de la caja abierta, recubiertas con grava bien apisonada o utilizar un filtro geosintético diseñado para este propósito en vialidades.

Antes de colocarse los adoquines hay que mezclarlos cuando se dan diferencias de color o de acabado con el objeto de obtener un aspecto armonioso que evite las apariencias de parches de un color diferente o piezas que por sí solas desentonan la apariencia del conjunto.

En los bordes del pavimento se requiere utilizar piezas de confinamiento o guarniciones de concreto o de mortero rematadas con adoquines asentados en dichos bordes.

La colocación de tipo flexible se realiza sobre una cama de arena de aproximadamente 4 cm de espesor constante con una granulometría 0-6 mm extendida con regla sin compactarla. En el caso de pavimentos con pendiente fuerte (más del 4%) puede hacerse una mezcla de arena y de cemento denominada arena estabilizada (2 a 3 sacos de cemento (100 a 150 kg) por m³ de arena). Las juntas entre adoquines quedan de 2 mm de ancho aproximado y se rellenarán con arena fina (granulometría 0-2 mm) por simple barrido.

Sobre la nivelación con regla corriendo por guías extremas o bordes de confinamiento, se colocan al avance los adoquines (método conocido como punta de lanza) trabajando sobre las piezas ya colocadas. Generalmente las piezas se colocan a tope y las juntas entre los adoquines se rellenan con arena o con arena estabilizada antes de la compactación efectuada con placa vibratoria de frecuencia elevada (4000 RPM), con un peso de 130 kg y una fuerza centrífuga de hasta 18 KN para adoquines de 6 cm de espesor con suela cubreplaca de plástico para evitar dañar a los adoquines con el acero de la placa.

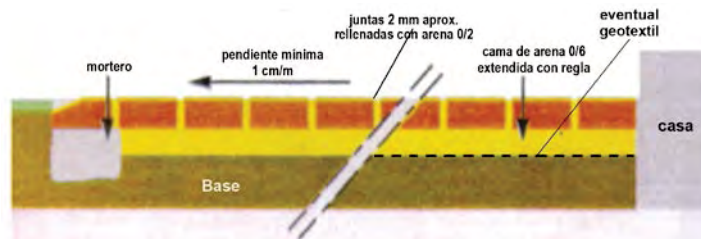


Figura B.670 – PAVIMENTO FLEXIBLE DE ADOQUINES DE BARRO asentado sobre cama de arena
Fuente: Catálogo de productos PACEMA y BRIQUE DE VAUGIRARD

Generalmente hay que complementar el llenado de juntas semanas después regando con agua la superficie para hacer penetrar a la arena dentro de las juntas. A veces es necesario hacer varias veces esta operación rellenando con arena por barrido antes de cada riego.

Este procedimiento asegura una buena estabilidad del pavimento siempre y cuando quede bien confinado en sus bordes por las guarniciones o remates exprofesamente colocados para tal efecto. La realización de estos bordes debe ser objeto de un cuidado particular ya que la selección y buena ejecución del confinamiento lateral del adoquinado está en relación directa con la toma de esfuerzos horizontales previsibles.

Si la colocación se hace con mortero, por estar el pavimento en pendiente, se utilizarán 250 a 300 kg de cemento por m³ de arena 0-6 mm Ø que tendrá un espesor de 3 cm aproximadamente. Los adoquines previamente humedecidos se colocan en su plano o de canto (para un mayor espesor) con juntas de 5 mm de ancho como mínimo con mortero de cemento y arena cernida. Es necesario dejar juntas de dilatación de 1 cm para superficies superiores a 40 m² y con longitudes que sobrepasen 15.00 m.

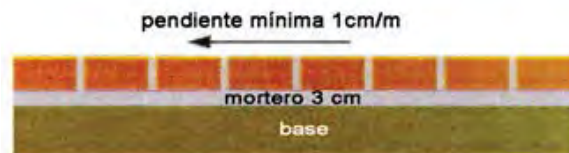


Figura B.671 – ADOQUINADO RÍGIDO DE BARRO ASENTADO CON MORTERO - Fuente: Catálogo de productos PACEMA

El mantenimiento en este tipo de pavimentos es mínimo. En caso de presencia de musgo se aplica una limpieza con legía y agua (50 y 50%) seguida de un enjuagado con agua sola. Si aparece salitre se puede hacer una limpieza con agua a presión donde a veces hay que rellenar las juntas con arena cernida.

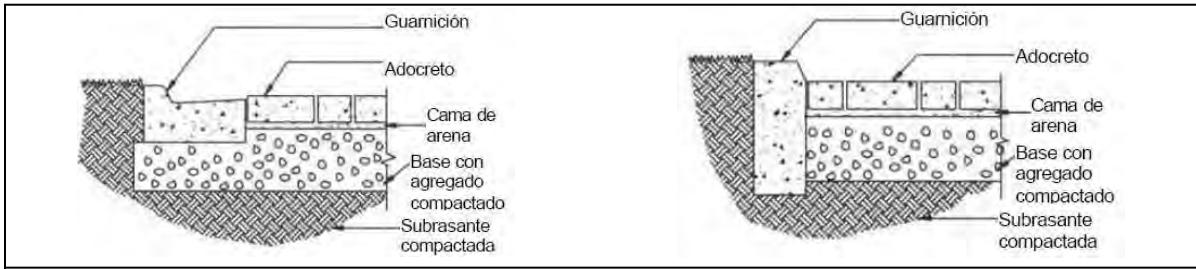


Figura B.672 – GUARNICIONES COLADAS EN SITIO – Fuente: Tech Spec No.3, ICPI 1994.

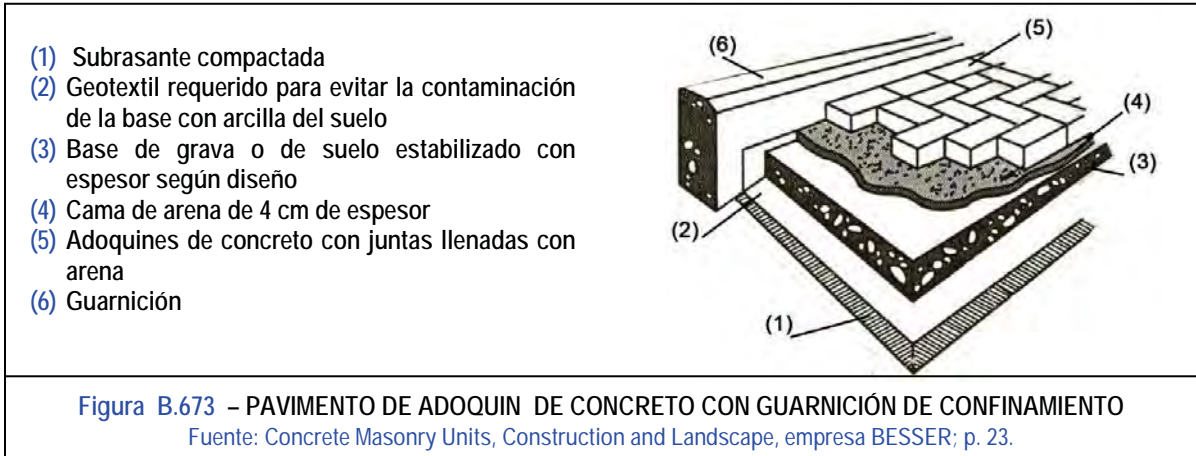


Figura B.673 – PAVIMENTO DE ADOQUIN DE CONCRETO CON GUARNICIÓN DE CONFINAMIENTO
Fuente: Concrete Masonry Units, Construction and Landscape, empresa BESSER; p. 23.

Los elementos de confinamiento perimetral son un importante componente de los pavimentos de adocreto. Éstos mantienen juntos y unidos a tope a los adocreto, permitiendo un autotrabado firme y estable de las piezas en todo el pavimento. Impiden el movimiento de las piezas por las fuerzas horizontales que genera el tráfico y los pequeños asentamientos. Están diseñados para permanecer inmóviles cuando reciben impactos ocasionales con las llantas.

Este documento presenta un estudio de los métodos para contener los adocreto colocados sobre una cama de arena e instalados sobre una base. Este es el método de construcción actual. Requerimientos similares para los elementos de confinamiento se necesitarán para el adocreto unido a una base rígida de mortero, de neopreno bituminoso o de mortero adhesivo polimerizado.

Consideraciones de diseño

Los elementos de confinamiento se requieren en el perímetro del pavimento de adocreto autotrabados, o donde hay un cambio de material del pavimento. Por ejemplo, cuando un despiece existente cambia de dirección, puede utilizarse una pieza de adocreto para que funcione como elemento de confinamiento. Cuando la forma de una pieza cambia dentro del área de pavimento, la pieza limítrofe al final de cada despiece sirve como un elemento de confinamiento. Si hay un cambio en la pendiente, se deberá formar un límite recto en la parte más alta con las piezas y el despiece deberá continuarse hacia abajo de la pendiente. Los muros verticales de los edificios también sirven como un buen elemento de confinamiento.

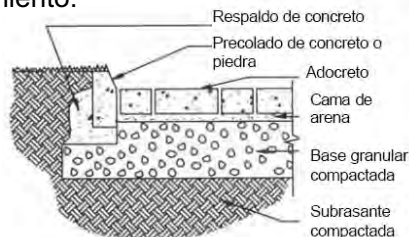


Figura B.674 – CONFINAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS ADOQUINADOS por medio de la guarnición en todo el borde - Fuente: Tech Spec No.3, ICPI 1994.

Las *guarniciones de alturas cortas, losetas, los mismos adoquines o losetas de borde* se pueden usar para uso habitacional. Se anclan al agregado compactado de la base con piquetas (varillas) de acero. Las piquetas normalmente son de 10 mm (3/8") de diámetro. Dependiendo del diseño, la parte superior de la guarnición puede estar oculta o expuesta.

La "guarnición oculta" se usa para aplicaciones residenciales. Para colocar la última pieza de adocreto (la perimetral) que será asentada sobre concreto, el concreto se cuela hasta obtener el mismo espesor de la cama de asiento de arena. Inmediatamente se colocan los adocretos perimetrales sobre el concreto fresco. Los adocretos perimetrales ya asentados en su sitio, deberán colocarse de manera que el nivel de la parte superior sea ligeramente más bajo respecto de la última hilada (hilada adyacente) de adocretos asentados sobre la cama de arena, debido a que éstos se asentarán al momento de compactarlos.



NOTA: Se recomienda el uso de acero de refuerzo en el concreto colado en obra.

Figura B.675 – LÍMITES CON CONCRETO POBRE Y "GUARNICIÓN OCULTA"

Fuente: Tech Spec No. 3, ICPI 1994.

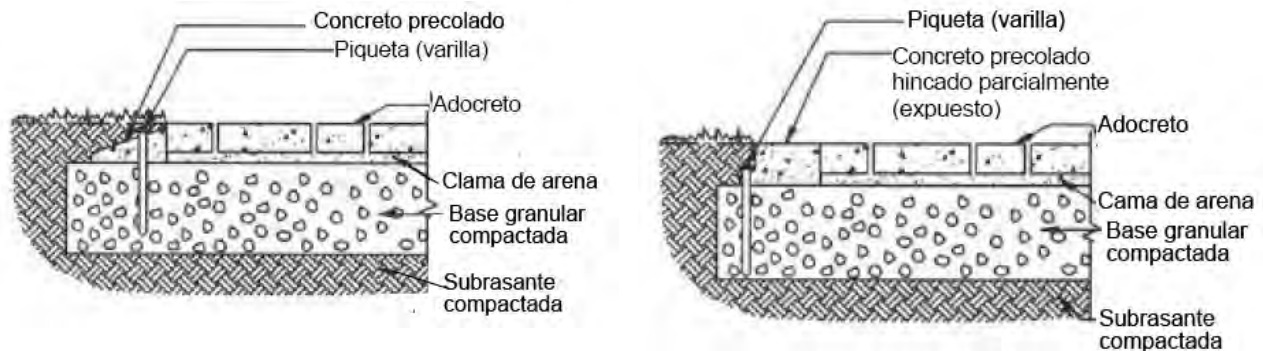
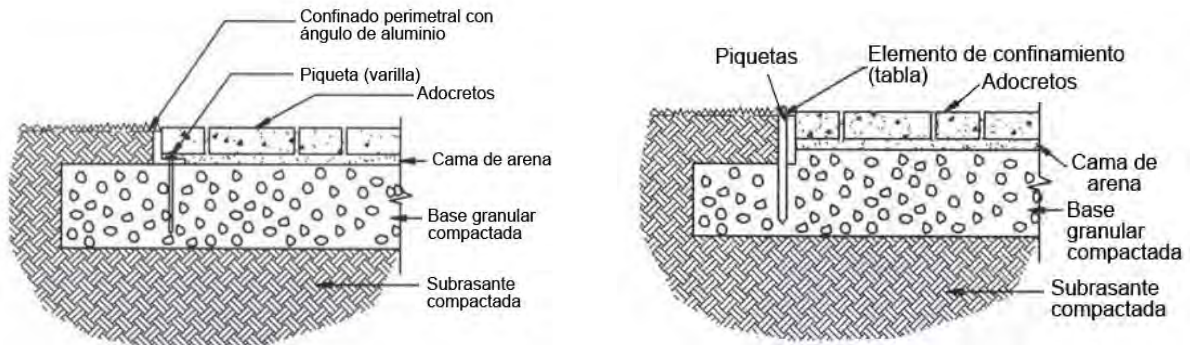
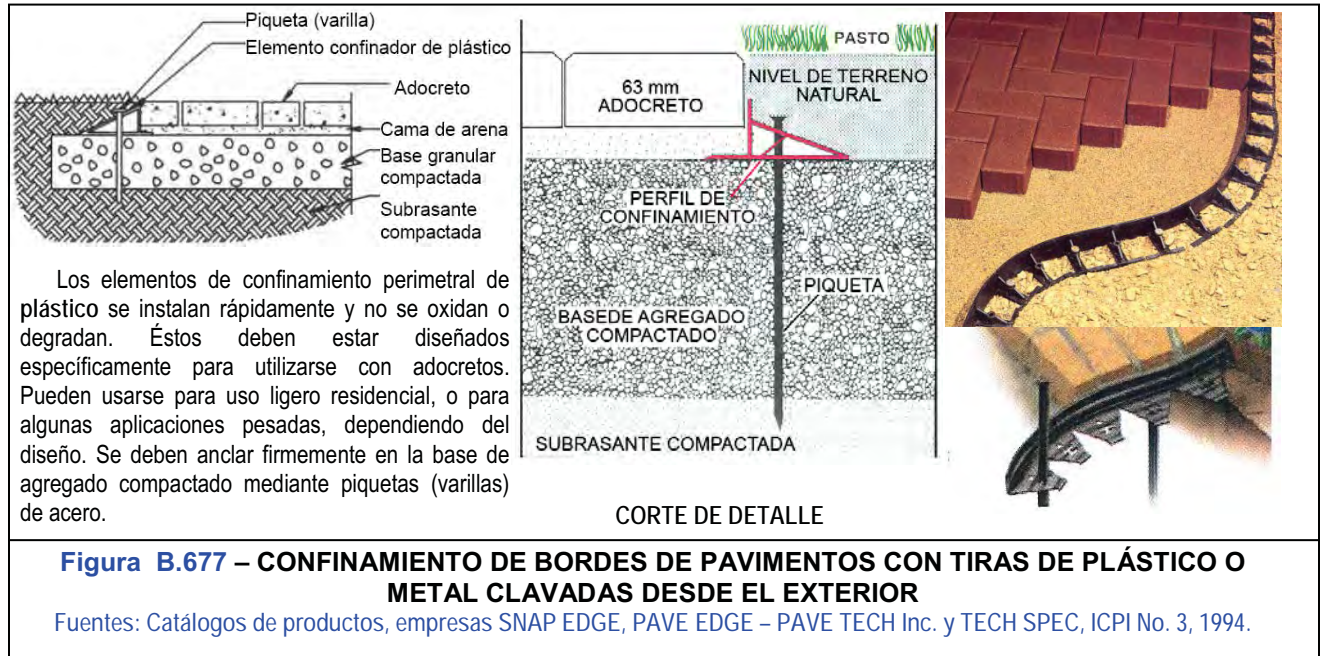


Figura B.676 – ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO EN ADOQUINADOS DE CONCRETO

Fuente: Tech Spec No. 3, ICPI 1994.

La compactación de las piezas que están asentadas sobre una cama de arena y son adyacentes a piezas asentadas en concreto o adyacentes a guarniciones, deberá realizarse después de que el concreto haya endurecido. Se debe tener cuidado para asegurar que la placa compactadora no fracture las aristas del adocreto o afloje las piezas que esté asentando. Si para la compactación de las piezas es necesario que trascurren algunos días para permitir que el concreto endurezca, la superficie del pavimento deberá cubrirse con plástico para evitar que el agua asiente la arena que se encuentra bajo las piezas sin compactar. Si se permite que el agua penetre a la cama de arena será difícil que, al compactar, los adocretos penetren en ella. Si esto ocurre, deberán extraerse los adocretos y sacarse la arena saturada de la cama para sustituirla con arena seca, por lo que se tendrán que colocar de nuevo los adocretos y volverse a compactar.

Los elementos de confinamiento pueden ser, además de los ya mostrados, los canalillos de agua pluvial, las banquetas técnicas, durmientes de concreto prefabricado, colados in situ, polines de madera tratada, ángulos de aluminio o perfiles de plástico exprofesamente diseñados para tal efecto, fijados con piquetas hincadas en el suelo.



Los perfiles de aluminio o de acero deberán seleccionarse para proveer una superficie vertical franca de respaldo contra los pavimentos. Los perfiles de confinamiento en forma de “L” proporcionan estabilidad adicional. Las piquetas fijadas en los límites deberán quedar debajo del adocreto o en el lado exterior de dichos perfiles. El acero deberá pintarse o galvanizarse para que el óxido no manche el adocreto.

Las piquetas para asegurar el acero o el aluminio perimetral deberán anclarse bien adentro de la base. Los perfiles de acero de aluminio se fabrican en diferentes espesores. El espesor más ancho se recomienda cuando el adocreto esté sujeto a tráfico vehicular.



Figura B.679 – CONFINAMIENTO DE BORDES DE PAVIMENTOS CON TIRAS CLAVADAS BAJO LAS PIEZAS PERIMETRALES
Catálogo de producto, empresa PREMALLOC CORPORATION

Las *tapas de registros y pozos* en pavimentos adoquinados en calles y andadores (por ejemplo: registros de drenaje, cajas de válvulas de gas y agua, teléfono, electricidad) deberán tener brocales de concreto que los rodeen. Una compactación consistente del agregado de la base contra el marco de hierro fundido es difícil, por lo que un brocal de concreto colocado después de la compactación, reduce el asentamiento potencial. Éste protege aún más los marcos de hierro y las tapas. Los brocales deberán colocarse 7 mm por debajo del adocreto para mejorar el escurrimiento y evitar que se atoren las hojas de las máquinas quitanieves. Las tapas de alcantarillas y drenaje deberán tener un brocal de concreto alrededor de ellas o deben estar embebidas en el concreto.

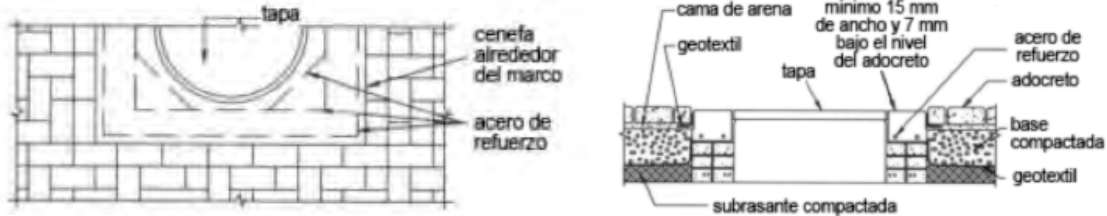


Figura B.680a – TAPAS DE REGISTROS Y POZOS DE VISITA

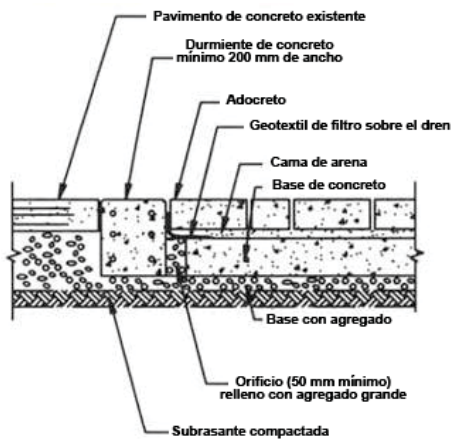


Figura B.680b – UNIÓN CON BASE DE CONCRETO

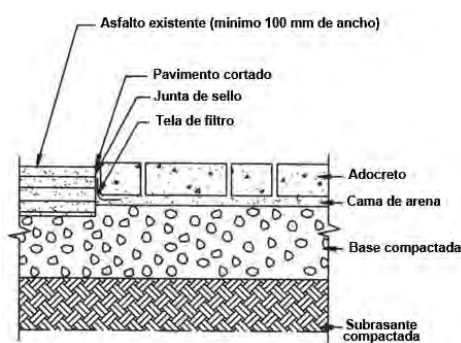


Figura B.680c – UNIÓN CON PAVIMENTO DE ASFALTO EXISTENTE

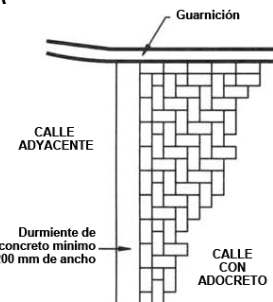


Figura B.680d – VIGA DE CONCRETO

Figura B.680 – CASOS DE INTERFACES DE PAVIMENTOS DE ADOQUIN CON BROCALES DE TAPAS Y CON OTROS TIPOS DE PAVIMENTOS (Concreto y Asfalto)

Fuente: TECH SPEC, ICPI No. 3, 1994 (Interlocking Concrete Pavement Institute)

Los adoquinados para cargas ligeras (andadores y banquetas) se pueden colocar directamente sobre el terreno convenientemente compactado con su cama de arena, en algunos casos con la interposición de una capa de regleado de grava-cemento de 8 a 10 cm de espesor, cuando el suelo sea arcilloso.

Los adoquinados denominados flexibles se colocarán con su cama de arena sobre la capa de base de grava natural. Los adoquinados rígidos se colocarán sobre una base de grava-cemento o de concreto dosificado con 250 kg de cemento por m³ de arena.

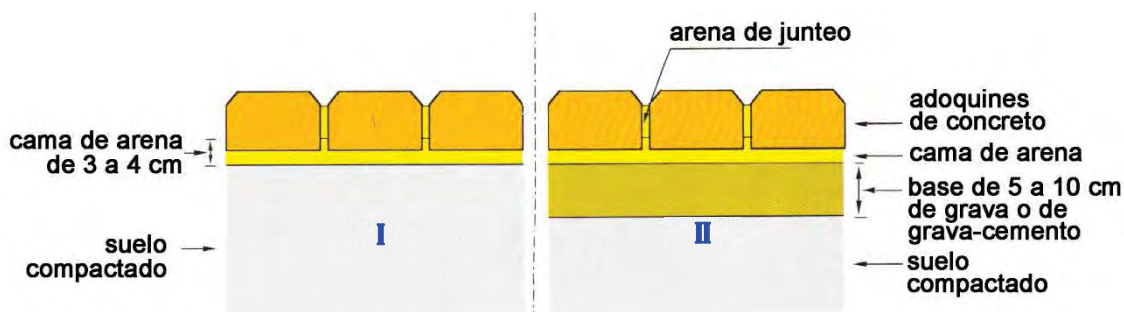


Figura B.681 – ESTRUCTURA PARA PAVIMENTOS DE ADOQUIN

I.- ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS DE ADOQUÍN PARA USO PEATONAL

II.- ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS DE ADOQUIN PARA USO VEHICULAR LIGERO

Fuente: Fiche Technique AB-6 – Applications du Béton, Les Bétons dans Les Sols Piétonniers - CIMBÉTON

En proyectos de vivienda, los pavimentos de adoquines de concreto (y también de otros materiales) tienen una estructura tipo flexible que puede ir de lo más simple para uso peatonal cuando se soportan sobre suelos resistentes, que incluyen sólo una cama de arena de colocación sobre el suelo previamente compactado y nivelado.

En el caso de suelos poco resistentes y/o con carga vehicular ligera, será necesario colocar una capa de base cuyo espesor se calculará en base a las características mecánicas del suelo.

El espesor de los adoquines es compatible con el peso y la intensidad de tráfico que debe soportar. El espesor mínimo de los adoquines es de 4 cm y su uso queda restringido a pavimentos de jardines privados. El espesor mínimo de adoquines para uso general es de 6 cm y se pueden incrementar los espesores a 8 cm, 10 cm y 12 cm en función del tráfico esperado y de la resistencia del suelo. Hay adoquines de diseño especial para pavimentos destinados a fuertes cargas (muelles, andenes industriales, pistas de aterrizaje, etc.) no utilizados en vivienda. Hay tablas y nomogramas de cálculo de estructuras de adoquinados que facilitan la determinación de un diseño específico.

La resistencia mínima del concreto, de la piedra o del barro utilizada en la fabricación de adoquines es de 450 kg/cm².

La figura de los adoquines es muy variada y combinable y algunos diseños integran separadores de juntas para asegurar un mayor ancho entre piezas y están biselados en su contorno aparente para evitar su despostillado.



Figura B.682 – ADOQUINES CON SEPARADORES INCLUIDOS para permitir dar un mayor ancho a las juntas sin movimiento de las piezas y con biselados perimetrales para evitar despostillados.

Fuente: Fotografías tomadas en la Expo BAUMA 2004, Munich, Alemania

Los *pavimentos de piedra natural*, por siglos utilizados hasta el siglo XIX como única solución en vialidades han sido reemplazados por pavimentos asfálticos y, posteriormente, de concreto por su funcionalidad, productividad de ejecución, confort y suavidad de circulación de los autos y costos inferiores.

Actualmente, con el necesario enfoque de ecología y medio ambiente, se están redescubriendo ventajas en su utilización, principalmente en lo referente a la permeabilidad además de estarse revalorizando el encanto y el valor estético de la piedra no solamente para espacios históricos sino para mejorar la imagen en zonas urbanas y en áreas exteriores de vivienda.

Los adoquines de concreto, las losetas de concreto y, últimamente, el concreto estampado son de hecho propuestas de imitación excelente inspiradas en los adoquinados y enlosados de piedra aunque aportan ventajas particulares diferentes. De cualquier forma, la piedra natural es considerada diferente y elegante que se integra bien al paisaje urbano moderno donde se busca exclusividad y, aunque la tecnología se ha desarrollado en torno a esta opción para mejorar su eficiencia funcional y su productividad tiene un costo más elevado.

Sus características permiten dar soluciones propias de aparejos (poco utilizadas con adoquines de concreto) las cuales tienen una geometría limitada basada en el cuadrado y el rectángulo.

En las ciudades europeas como París, Lisboa, Munich, etc., se utilizan muy cotidianamente este tipo de pavimentos los cuales tienen una sólida tecnología de soporte, prácticas establecidas y normas de referencia en constante desarrollo.

Los pavimentos de piedra de río que comúnmente se utilizan en algunas calles de Coyoacán, Chimalistac y San Ángel, en la ciudad de México, no son adecuados para la circulación peatonal ni vehicular por su falta de confort y de seguridad de superficie (dañan la suspensión de los autos y son resbaladizos).

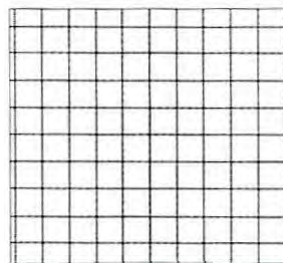
Por otra parte, se tienen que estar reparando constantemente por falta de un diseño estructural adecuado.

Las siguientes figuras muestran las soluciones de aparejos y despieces más utilizadas.

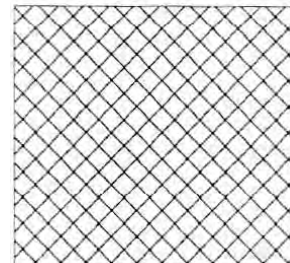
Las juntas se alinearán en ambas direcciones (No se recomienda este aparejo cuando se trate de una vialidad).



Granito acabado rústico



Rectos



En diagonal

Figura B.683 – APAREJO DE ADOQUINES EN FORMA DE CUADROS RECTOS O EN DIAGONAL



Figura B.684 – ADOQUINADOS DE PIEDRA DE SECCIÓN CUADRADA Y RECTANGULAR

Fuente: Catálogo de Productos COSSUTTA, S.A.

En algunos casos pueden considerarse aparejos de diseños particulares que pueden ir de la relativamente sencillo a lo complejo y particularizado.



Las líneas de las juntas son:

- Paralelas y ortogonales con respecto al eje longitudinal de la vialidad (figura 1)
- O bien oblicuas (en diagonal) (figura 2).

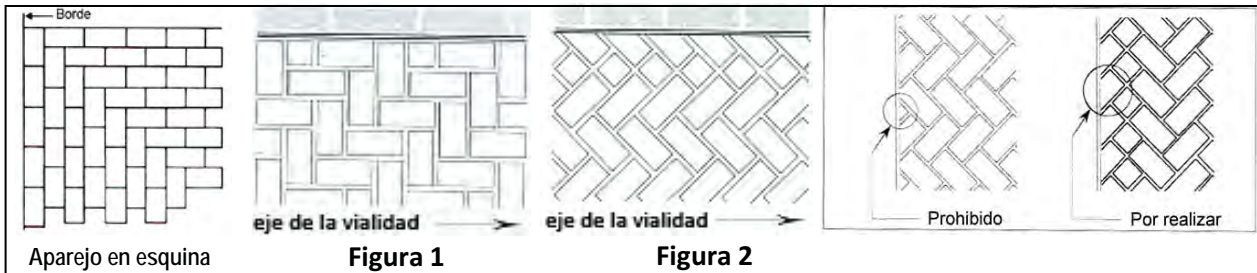


Figura B.686 – APAREJO EN “PETATILLO”

Fuente: Les pierres naturelles en voirie urbaine, guide de mise en oeuvre, CERTU, 1998 ; p. 46

Detalles importantes a cuidar en uniones de aparejos en petatillo

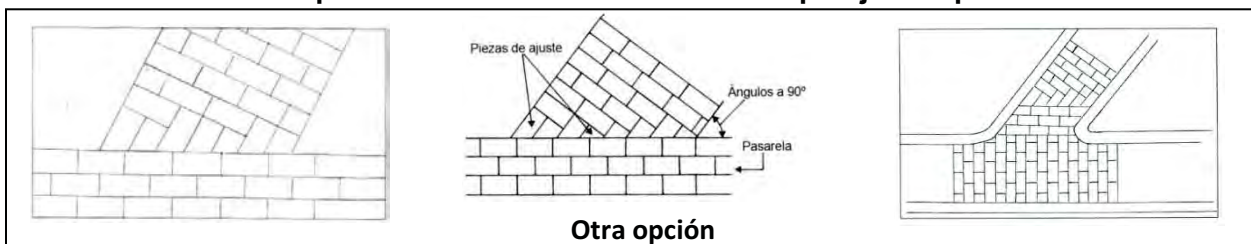
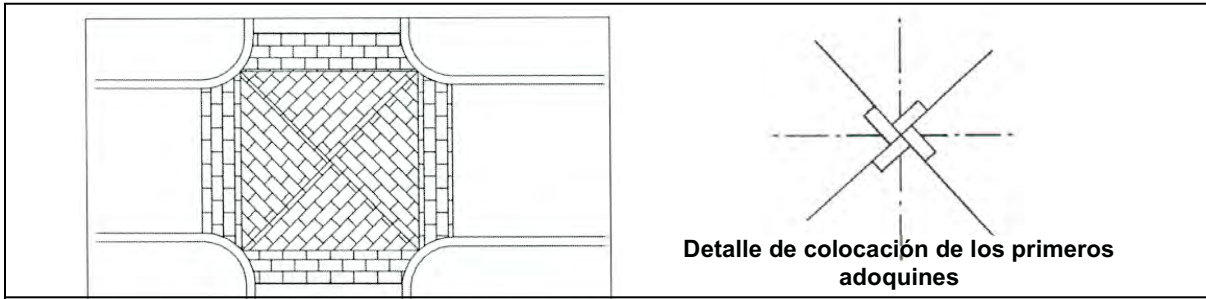


Figura B.687 – APAREJO EN PASARELA

Fuente: Les Pierres Naturelles en Voirie Urbaine, Guide de Mise en Œuvre, CERTU, 1998 ; p. 44

En todos los casos, la colocación se llevará a cabo utilizando un reventón para verificar la alineación de los módulos (despiece, paralelismo y alineación). El colocador se encontrará de frente a la zona por ejecutar. Los adoquines se afirmarán con una masetta. El respeto al plano de despiece y colocación se verificarán al menos a cada cinco metros.

Este plano de colocación se utiliza para realizar el recubrimiento de cruces de vialidades pavimentadas.



Detalle de colocación de los primeros adoquines

Figura B.688 – APAREJO EN “CRUZ DE CABALLERO”

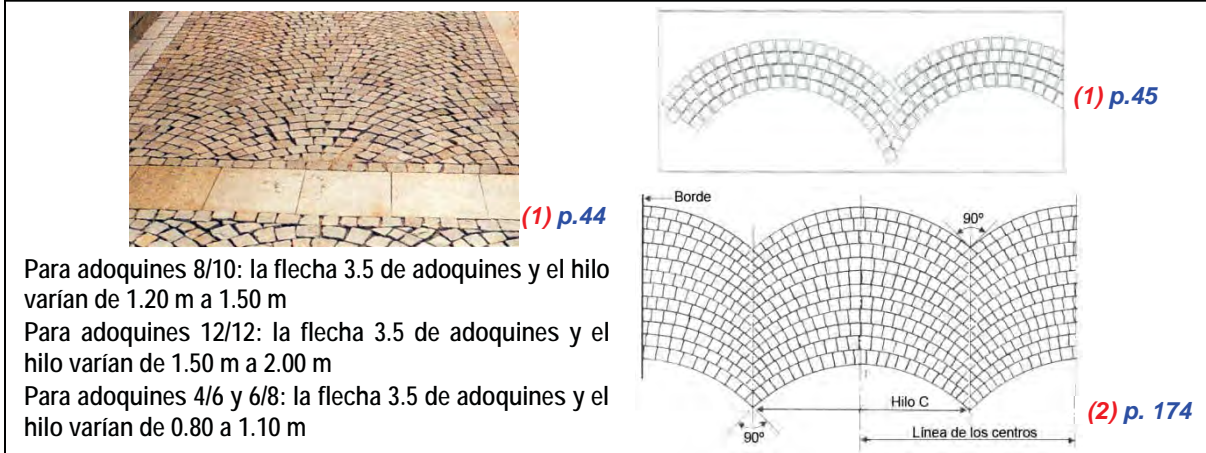
Fuente: Les Pierres Naturelles en Voirie Urbaine, Guide de Mise en Œuvre, CERTU, 1998 ; p. 44



Figura B.689a
Fuente: Guía Técnica WACKER, S.A.



Figura B.689b
Fuente: CIMBETON T57



Para adoquines 8/10: la flecha 3.5 de adoquines y el hilo varían de 1.20 m a 1.50 m
 Para adoquines 12/12: la flecha 3.5 de adoquines y el hilo varían de 1.50 m a 2.00 m
 Para adoquines 4/6 y 6/8: la flecha 3.5 de adoquines y el hilo varían de 0.80 a 1.10 m

Figura B.689 – APAREJO EN ARCOS DE CÍRCULO ESCALONADOS

Fuente : (1) Les pierres naturelles en voirie urbaine, guide de mise en oeuvre, CERTU, 1998 y (2) l'aménagement des espaces verts ; Ministère de l'équipement du logement des transports et de l'espace, éditions du Moniteur, 1992.

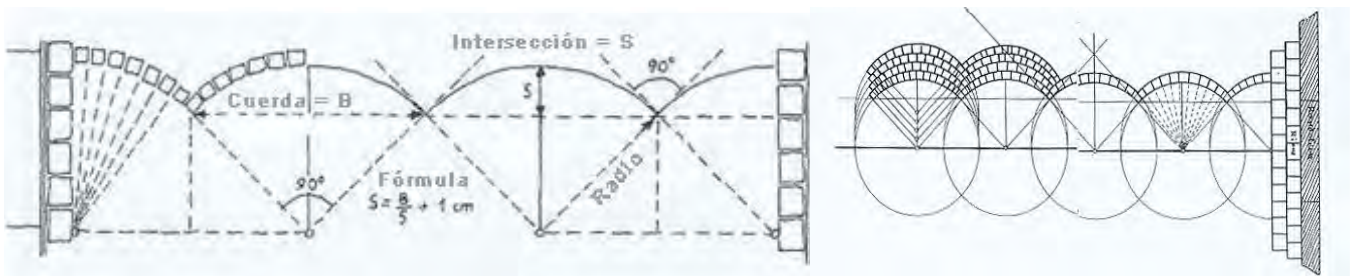


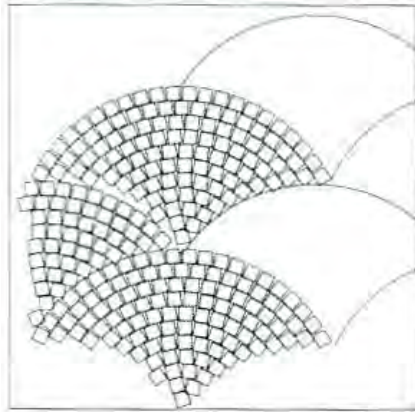
Figura B.690 – CRITERIO DE TRAZO DE ARCOS DE CÍRCULO ESCALONADOS

Fuente: Richtig Pflastern, Heidi Howcraft, Callwey, 2001; p. 80 y 81

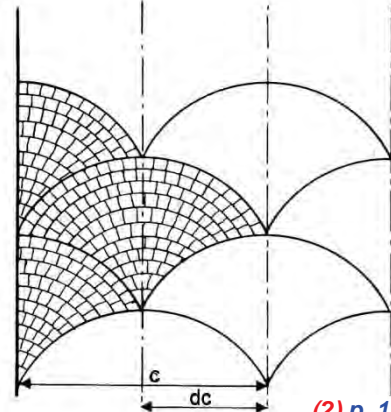


Figura B.691 – PAVIMENTOS A BASE DE ADOQUINES CÚBICOS DE PIEDRA NATURAL formando aparejos en forma circular - Fuente: Richtig Pflastern, Heidi Howcraft, Callwey, 2001; p. 82

En esta disposición la distancia entre el eje de los bordes del abanico y la parte más alta del abanico se va trasladando. Cuando la distancia de las líneas de los centros se aproxima a la longitud del borde del arco grande, la disposición se convertirá en un abanico.



(1) p.45



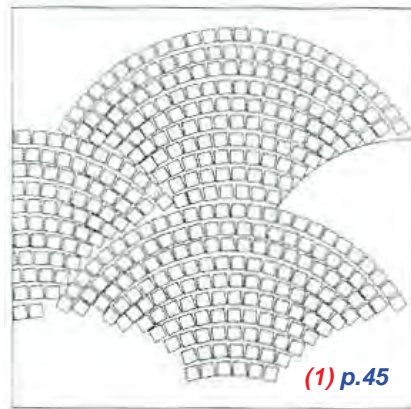
(2) p. 175

$$dc = c/2$$

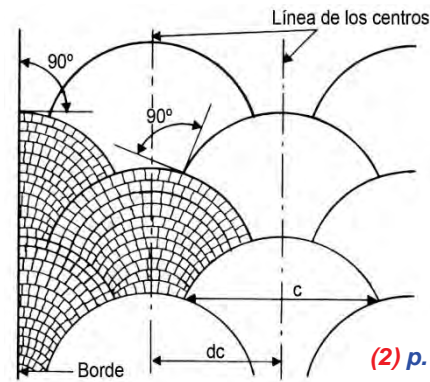
Figura B.692 – APAREJO EN FORMA DE ABANICO

Fuente: (1) Les Pierres Naturelles en Voirie Urbaine, Guide de Mise en Œuvre, CERTU, 1998 y (2) l'Aménagement des espaces verts ; Ministère de l'équipement du logement des transports et de l'espace, éditions du Moniteur, 1992.

Para evitar que se presente una línea con poca resistencia en la intersección de los arcos, se separarán los puntos de encuentro de los arcos.



(1) p.45



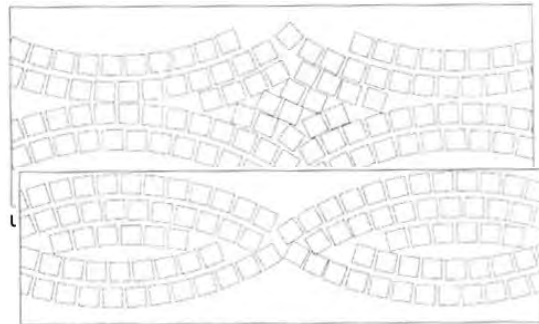
(2) p. 175

$$c/2 < dc < c$$

Figura B.693 – APAREJO EN FORMA DE COLA DE PAVO REAL

Fuente: (1) Les Pierres Naturelles en Voirie Urbaine, Guide de Mise en Œuvre, CERTU, 1998 y (2) l'aménagement des espaces verts ; Ministère de l'équipement du logement des transports et de l'espace, éditions du Moniteur, 1992.

- Cierre de los arcos de círculo, resaltos, escamas y colas de pavo real.



unión de un punto bajo (denominado ojal)

Figura B.694 – APAREJO DE CIERRE Y DE UNIÓN

Fuente: Les Pierres Naturelles en Voirie Urbaine, Guide de Mise en Œuvre, CERTU – Edit. TEC et DOC, 1998 – p. 46.

Estas disposiciones sólo pueden realizarse convenientemente con adoquines pequeños (tipo mosaico). En las zonas con declives que sobrepasan 5% el arco de los adoquines debe trazarse a manera de tener su centro hacia el punto bajo a fin de evitar que las juntas se abran. El adoquinado debe comenzarse por los nacimientos para terminarse en la clave.

Los adoquines utilizados en los nacimientos son de dimensiones ligeramente inferiores a los de los adoquines utilizados en la clave; conforme se necesite, los adoquines se deben retallar y rebajar como lo requiera la obra. Las juntas deben reducirse también lo más posible.

Los arcos se unen entre sí en ángulo recto sobre sus franjas longitudinales. Los centros de los arcos se alinean sobre líneas paralelas al eje longitudinal de la zona.



Figura B.695 – CUBOS DE DIFERENTES TIPOS DE PIEDRA DURA generalmente utilizados en pavimentos con piezas de materiales naturales

Fuente: Richtig Pflastern, Heidi Howcraft, Edit. Callwey, 2001 – p. 76

Confinamiento en los bordes

Cada zona tratada con adoquines o con losetas de piedra natural debe estar perfectamente confinada tanto longitudinalmente (generalmente con las guarniciones) como transversalmente.

Para esta operación, los dispositivos clásicos que pueden utilizarse son: guarniciones, adoquines de piedra fijados (de tipo tablón) o mejor aún, durmientes de concreto armado. Es indispensable evitar toda desnivelación entre los diferentes materiales que puedan crear inevitablemente esfuerzos dinámicos y, por tanto, un desgaste y un deterioro prematuros de la obra ejecutada y molestias sonoras (ruidos) insoportables para los usuarios y vecinos.

Al igual que los adoquines de otros materiales, los adoquines de piedra natural se asientan principalmente en amplias superficies a cubrir, sobre arena y pueden asentarse con mortero en superficies pequeñas.

Debido a la irregularidad de las piezas (a diferencia del procedimiento indicado para adoquines de concreto y de barro), su colocación se hace desde la zona de arena y no desde los adoquines ya colocados.

El junteo de las piezas asentadas sobre arena o sobre arena estabilizada puede efectuarse con mortero o con una emulsión bituminosa.

Existen productos bituminosos flexibles específicamente concebidos para el junteo de adoquines de piedra que llena la junta estando a una temperatura de aplicación comprendida entre 100°C a 150°C cuyo color se ajusta al de los adoquines.



Figura B.696 – JUNTEO DE ADOQUINADO DE PIEDRA
Fuente: *Catálogo publicitario SHELL, U.S.A.*

Los adoquines asentados con mortero se juntean también con mortero hasta su total llenado.

En los casos de suelos poco absorbentes conviene instalar drenes debajo de la estructura de pavimento descargando a la red pública.

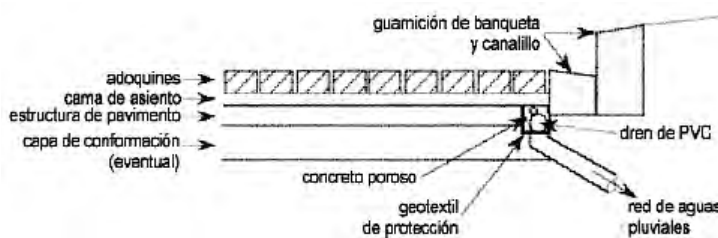


Figura B.697 – ZONAS LATERALES – Drenaje de la estructura del pavimento y de la cama de asiento.
Fuente: *Les pierres naturelles en voirie urbaine, guide de mise en oeuvre;*
MELTE, CERTU; Edit. TEC et DOC, 1998 – p. 53

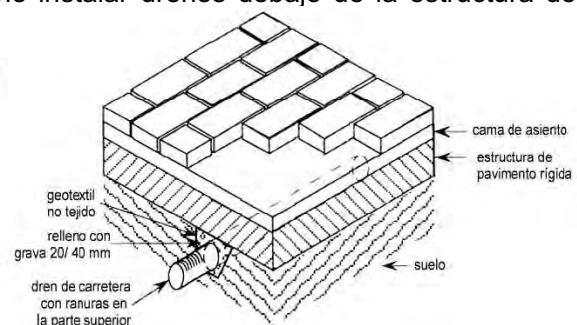


Figura B.698 – ZONA CENTRAL Y ZONAS INTEREDIAS – Drenaje del fondo de la capa de conformación con dren de PVC
Fuente: *Les pierres naturelles en voirie urbaine, guide de mise en oeuvre;*
MELTE, CERTU; Edit. TEC et DOC, 1998 – p. 53

Los adoquinados de piedra que han sido fuente de creación de los adoquinados de concreto y de barro industrializado tienen aún su identidad dada en los tipos de aparejos reseñados, principalmente los de forma de abanico, semi-círculo o tipo cola de pavo, poco empleados.

Las *baldosas o losetas*, a diferencia de los adoquines, son productos planos de mayor superficie expuesta y de poco espesor en relación a su superficie, por ello, su principal trabajo estructural es a flexión.



Figura B.699 – RECUBRIMIENTO MODULAR DE LOSETAS DE CONCRETO: variedad de formas, colores y texturas - Fuente: Catálogo de productos, empresa SABLA y voiries et aménagements urbains en béton, T.57; revêtements et structures réservoirs, CERIB, FIB, CIMBÉTON, IVF, 2001; p. 43

Las losetas o baldosas son elementos de revestimiento de piso de forma cuadrada o rectangular, cuya relación de su superficie (en cm^2) a su espesor (en cm) es superior a 100. Su forma puede ser cuadrada o rectangular. Sus dimensiones de base son 30 x 30, 40 x 40, 50 x 50 cm y 60 x 60 cm.

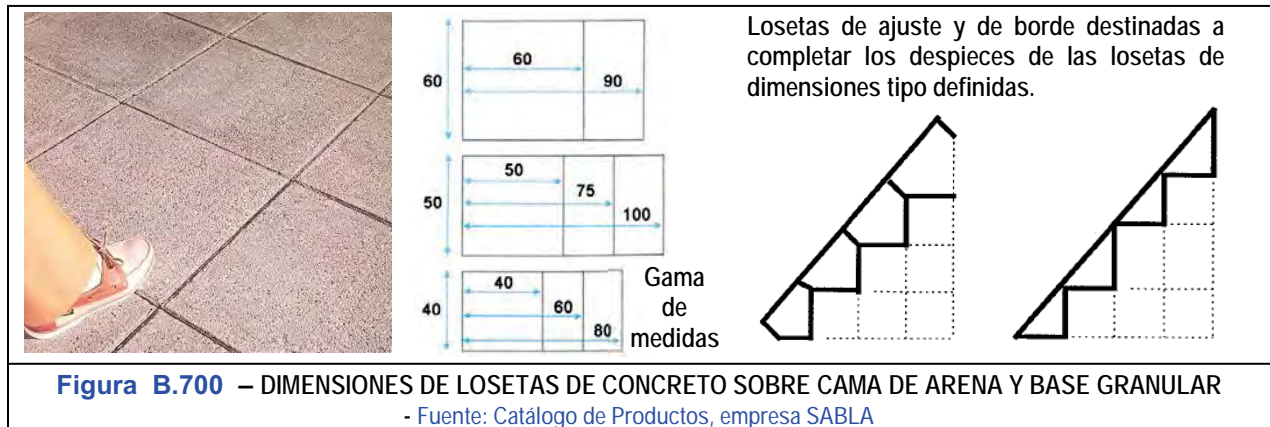


Figura B.700 – DIMENSIONES DE LOSETAS DE CONCRETO SOBRE CAMA DE ARENA Y BASE GRANULAR - Fuente: Catálogo de Productos, empresa SABLA

Están constituidas:

- Ya sea por un concreto de masa
- O por un concreto de masa y de un concreto de acabado del lado de la cara aparente, a las cuales se les denomina bicapa.

Las losetas de concreto son productos normalizados y sus especificaciones se refieren a:

- la apariencia;
- las tolerancias dimensionales;
- la resistencia mecánica (resistencia a la flexión);
- la durabilidad (resistencia al hielo y a las sales de deshielo, y absorción del agua).

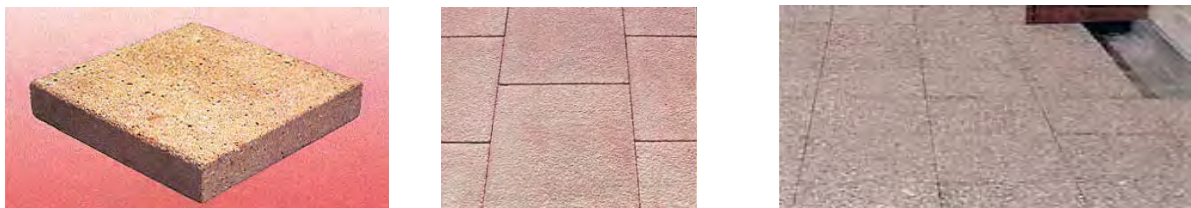


Figura B.701 – RECUBRIMIENTO DE LOSETAS con caras vistas escarificadas
Fuente: Catálogo de Productos, Empresa SABLA

Las *losetas* (también llamadas baldosas) de concreto cubren una gama de utilización cada día más amplia dependiendo de su resistencia mecánica a flexión, se utilizan generalmente en:

- Áreas sobre las cuales toda circulación es peatonal como: terrazas, andadores de borde de albercas, jardines, pistas de bicicletas y andadores,
- Banquetas utilizables o no para estacionamientos,
- Estacionamientos residenciales o urbanos,
- Áreas urbanas de servicio,
- Zonas peatonales accesibles a vehículos.

La gran variedad de colores y de tratamientos de superficie abre al diseñador numerosas perspectivas estéticas y funcionales y hacen de las losetas de concreto fabricadas en planta, una solución preferida en el campo de áreas peatonales.

Además, el conjunto de sus cualidades y de sus ventajas como: resistencia mecánica, insensibilidad al hielo, regularidad de producción, flexibilidad de empleo, facilidad de colocación, desmontabilidad, posibilidad de re-empleo y durabilidad hacen de las losetas de concreto un revestimiento de vialidad muy adaptado al conjunto de circulaciones peatonales, accesibles o no según el caso, al paso de vehículos. La convergencia de estas ventajas refuerza la competitividad de los pavimentos enlosados principalmente tomando en cuenta el costo económico global.

Un pavimento enlosado forma un todo, debe estar diseñado tomando en cuenta diferentes factores: naturaleza del suelo, uso o tráfico posible, características de las losetas, duración de vida seleccionada para la obra.



Figura B.702 – LAS LOSETAS PUEDEN COMBINARSE CON ADOQUINES de igual material o de otros materiales con objeto de cumplir objetivos estéticos y funcionales como el complementar zonas de ajuste (esquinas, juntas o zonas diferenciadas y bordes de registros).

Foto: Circulación peatonal – Alemania y Reino Unido

Se pueden utilizar ajustes jardinados o adoquines de piedra natural (o de otro material combinable con el acabado de las losetas) para absorber zonas de geometría irregular y/o para resaltar las juntas sin necesidad de cortar las losetas, formando así un pavimento con piezas completas.



Figura B.703 – SOLUCIONES DE AJUSTES DE BORDE en pavimentos de losetas para la utilización de piezas completas

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa IDB FRANCE

Su resistencia a la ruptura por flexión las clasifica en seis categorías definidas en normas europeas. La selección de la clase de resistencia de las baldosas se efectúa tomando en cuenta el tráfico y el modo de colocación que puede ser sobre arena, sobre arena estabilizada, sobre mortero o sobre pedestales.

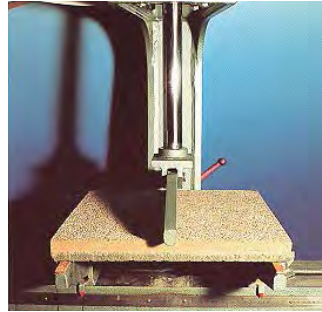


Figura B.704 – ENSAYO NORMALIZADO A FLEXIÓN PARA LA DEFINICIÓN DEL DISEÑO Y EL CONTROL DE CALIDAD DE LAS LOSETAS.

Fuente: *Le guide: Toiture-terrasse et pose sur plots*, empresa P.P.L.

La colocación de losetas sobre arena es la más utilizada y se efectúa ubicando al equipo (colocación mecanizada) y a los trabajadores sobre el enlosado ya colocado. Se va dejando una junta de aproximadamente 2 mm entre cada pieza. La superficie de losetas deberá quedar confinada en todo su perímetro.



Figura B.705 – COLOCACIÓN MECANIZADA DE LOSETAS SOBRE CAMA DE ARENA

Fuente: *Catálogo de Productos ZEPPELIN – 93*, fabricante GÖPFERT

Las losetas sobre pedestales se utilizan cuando se requiere dejar un vacío sanitario que permita alojar instalaciones registrables bajo piso, librar travesaños de la estructura de pisos y/o entrepisos dando como ventajas colaterales protección térmica, protección al impermeabilizante y una superficie nivelada. La posibilidad de desmontar y recolocar estas losetas permite dar un fácil mantenimiento a la impermeabilización y a las instalaciones alojadas en el vacío técnico que se forma. La parte inferior debe tener pendientes dirigidas hacia un desagüe de agua pluvial y debe de impermeabilizarse para que el fondo quede totalmente estanco.



Figura B.706 – Para desaguar las bajadas de agua pluvial a las banquetas, el empleo de piezas estriadas permiten conducir al agua hacia las coladeras de banqueta sin afectar la circulación peatonal.



Figura B.707 – Para losetas armadas sobre una base granular y cama de arena, sometidas a cargas vehiculares importantes, existen diseños de piezas con entrantes y salientes (machimbres) que aseguran una mayor repartición de cargas y una contribución uniforme de las losetas para resistirlas.



Figura B.708 – LOSETAS DE CONCRETO SOBRE PEDESTALES CON CARGA VEHICULAR
 Catálogos de Productos de Empresas (1) BUZON PEDESTAL INTERNATIONAL, S.A. (Bélgica) y
 (2) ZOONTJENS (Países Bajos)

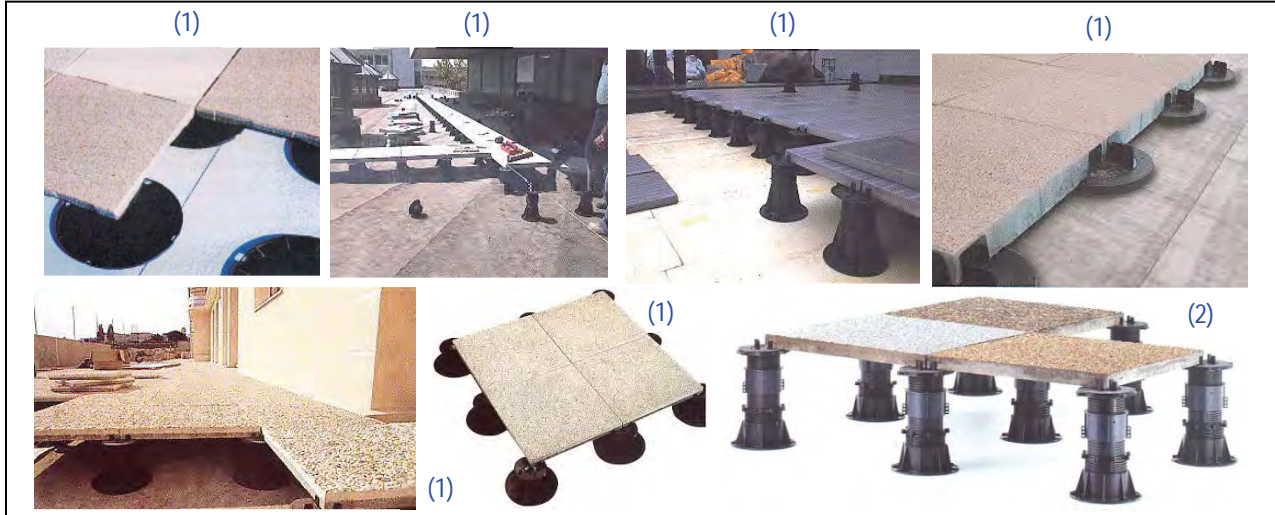


Figura B.709 – PEDESTALES DE PLÁSTICO CON ALTURA REGULABLE
 Catálogos de Productos de Empresas (1) BUZON PEDESTAL INTERNATIONAL, S.A. (Bélgica) y
 (2) ZOONTJENS (Países Bajos)

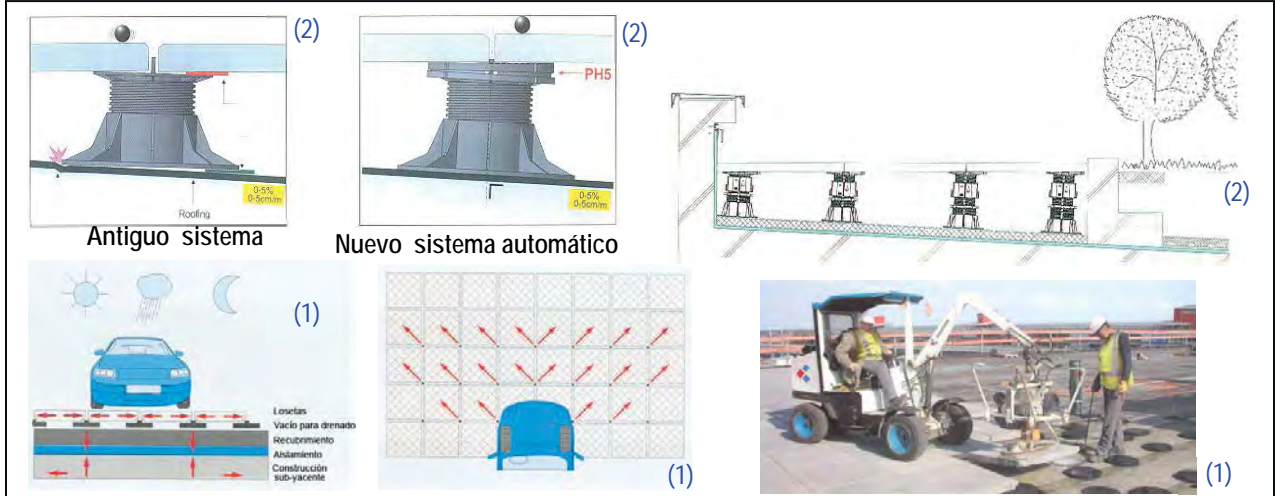


Figura B.710 – LOSETAS DE CONCRETO SOBRE PEDESTALES utilizadas por su variedad de opciones en espesor, tamaño, formato, textura y color a costos competitivos -Catálogos de Productos de Empresas (1) BUZON PEDESTAL INTERNATIONAL, S.A. (Bélgica) y (2) ZOONTJENS (Países Bajos)

Por norma las losetas o baldosas deben también presentar una buena resistencia a la abrasión, una permeabilidad inferior al 5.4% y ser resistente a los efectos del hielo y deshielo en caso dado.

Las baldosas pueden estar hechas de concreto, de cerámica (barro recocido) o de piedra natural.

La fabricación de las *losetas o baldosas de concreto* puede ser por moldeo, por vibrocompactación o por prensado. Pueden ser homogéneas en su masa o pueden ser del tipo bicapa (una parte de su espesor hecha con concreto normal y la otra parte, que corresponde a la cara expuesta con un concreto destinado a ser aparente, con un concreto con color y agregados seleccionados).



Figura B.711 – GAMA DE COLORES Y TEXTURAS DE LOSETAS DE CONCRETO INDUSTRIALIZADO - Fuente: Catálogos de Productos Empresas: PPL, SABL A y ZOONTJENS.

La cara vista de las baldosas generalmente recibe un tratamiento de superficie o se deja un concreto acabado aparente.

Su sección es generalmente cuadrada (30 x 30 cm, 40 x 40 cm, 50 x 50 cm y, a veces, hasta de 60 x 60 cm), pueden ser también de sección rectangular (medias piezas) siempre y cuando no rebasen su relación de longitud/ancho de 2. Las opciones de espesor se escalonan de 3 cm a 10 cm dependiendo de sus otras dimensiones y de su utilización.

Se pueden diseñar losetas de concreto de geometría especial para usos específicos como andadores y, con posibilidad de adecuarlas para funciones adicionales como la guarnición lateral integrada y el ducteo de instalaciones hidráulicas y eléctricas.

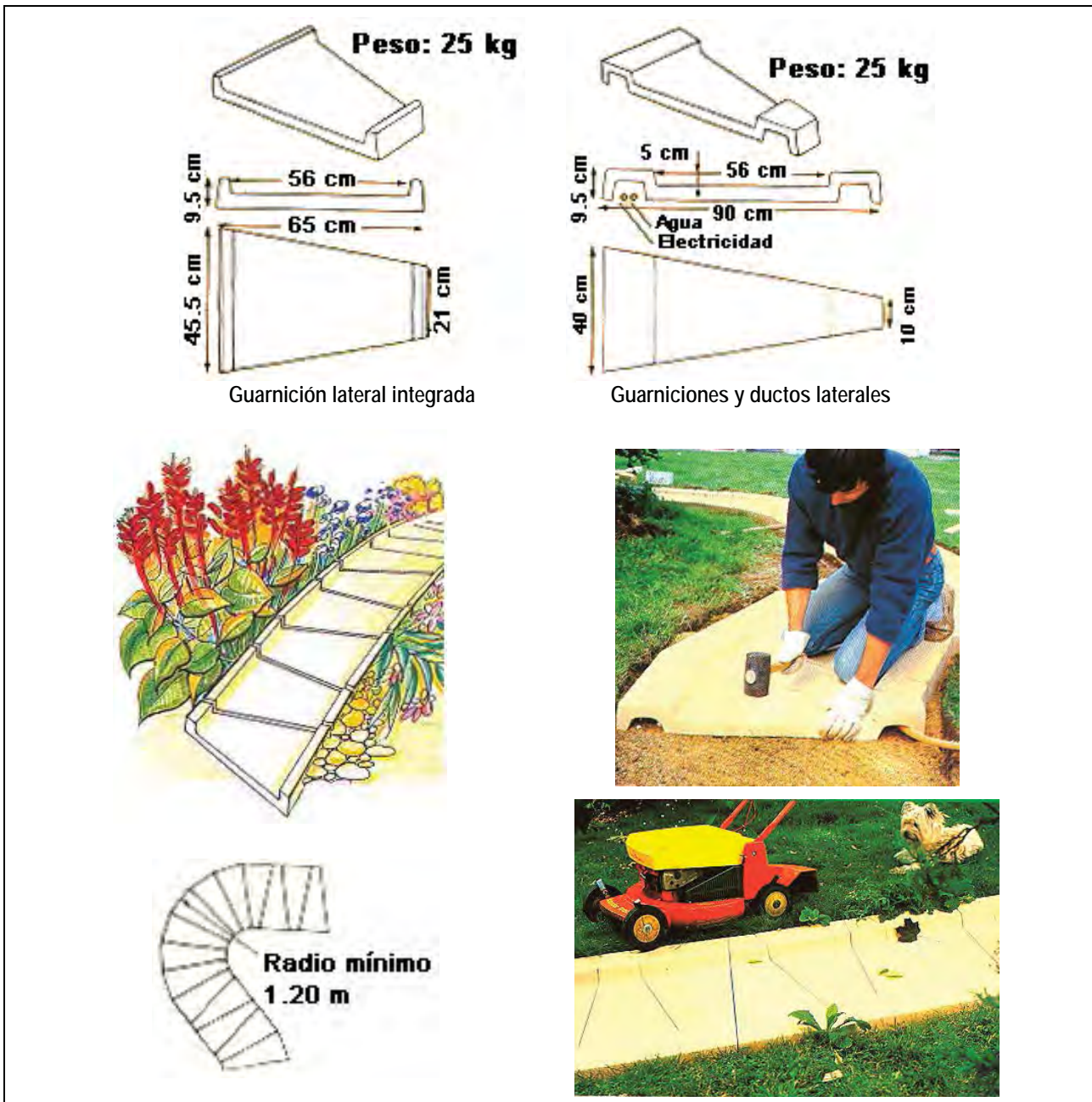


Figura B.712 – LOSETAS TRAPEZOIDALES PARA ANDADORES EN ÁREAS EXTERIORES
 asentadas sobre cama de arena de 4 cm y juntas con arena cernida \varnothing 0-3 mm
 Fuente: Catálogo de Productos, Empresa BÉTON VERT - Francia

Las baldosas de cerámica (*barro recocido*) pueden estar fabricadas de manera artesanal (moldeo y cocción) o de forma industrial (por extrusión y cocción). Los requisitos de desempeño que deben cumplir son los mismos que los impuestos a las baldosas de concreto.



Figura B.713 – GAMA DE COLORES DE BALDOSAS DE BARRO RECOCIDO ARTESANAL que cumplen con las Normas Europeas de calidad - Fuente: Catálogo de productos de TERRES CUITES DE RAUJOLLES, FRANCIA

En la ejecución para obtener una combinación agradable en la coloración de las baldosas, es indispensable mezclar e intercalar la totalidad de las piezas a utilizar evitando su agrupamiento con una misma tonalidad, que puedan dar la sensación de parche o de zona de piezas diferentes a menos que obedezca a un diseño con esa intención.

Como preparación del suelo, es necesario colocar a las baldosas sobre un suelo estable con la capacidad de carga requerida y, una vez despalmado, compactado y nivelado con pendiente del 1.5% al 2% para el escurrimiento del agua sobre su base granular y eventualmente con una sub-base compactada(s) del espesor necesario.

Se recomienda colocar un geotextil sobre la base (o directamente sobre el suelo (en el caso de un suelo competente y de un enlosado para uso peatonal) antes de tender la cama de asiento para mejorar la distribución de cargas transmitidas y evitar su contaminación.

La cama de asiento está constituida por arena de granulometría 0/4 mm ó 0/6 mm de 4 cm de espesor o por arena estabilizada (mezcla de arena y cemento a razón de 100 a 150 kg/m³ de arena seca sin aporte de agua). Esta segunda técnica se emplea cuando el suelo tiene mucha pendiente. La cama de asiento se nivela con regla.

El relleno de las juntas se efectúa por barrido de arena fina (granulometría 0/2 mm). Un regado tipo lluvia permite un mejor relleno de las juntas. En caso necesario se puede llevar a cabo otro relleno hasta dejar las juntas totalmente empapadas con arena.

La limpieza y el mantenimiento se realizan con un simple barrido regular con riego a baja presión el cual es suficiente para conservar al adoquinado con su aspecto original.

En presencia de musgo, efectuar un lavado con agua y lejía [un volumen de lejía por cada cinco volúmenes de agua (proporción 1 : 5)].



Figura B.714 – ESTRUCTURA BÁSICA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES DE BARRO Fuente: Catálogo de productos empresa: BRIQUE DE VAUGIRARD

Las *losetas de barro o de piedra natural* pueden también utilizarse sobre pedestales siempre y cuando en su diseño esté considerada esta opción ya que se tiene que asegurar su resistencia a flexión.

En la siguiente figura se muestra el caso de losetas de barro extruido con alveolos de 6.5 cm de espesor, colocadas con juntas cuatrapeadas y que cumplen con las normas europeas EN-186, EN-202 y EN-102 con una resistencia a la flexión de 1140 daN (1,140 kgf).



Figura B.715 – POR SUS CUALIDADES ESTÉTICAS DE MAYOR CALIDEZ VISUAL, la opción de losetas de barro industrializado sobre pedestales con posibilidades de tonos, tintes y flameados, permite conservar el ambiente propio que requieren los proyectos de vivienda

Fuente: Catálogo de productos, empresa GIRAUD FRÈRES, Francia

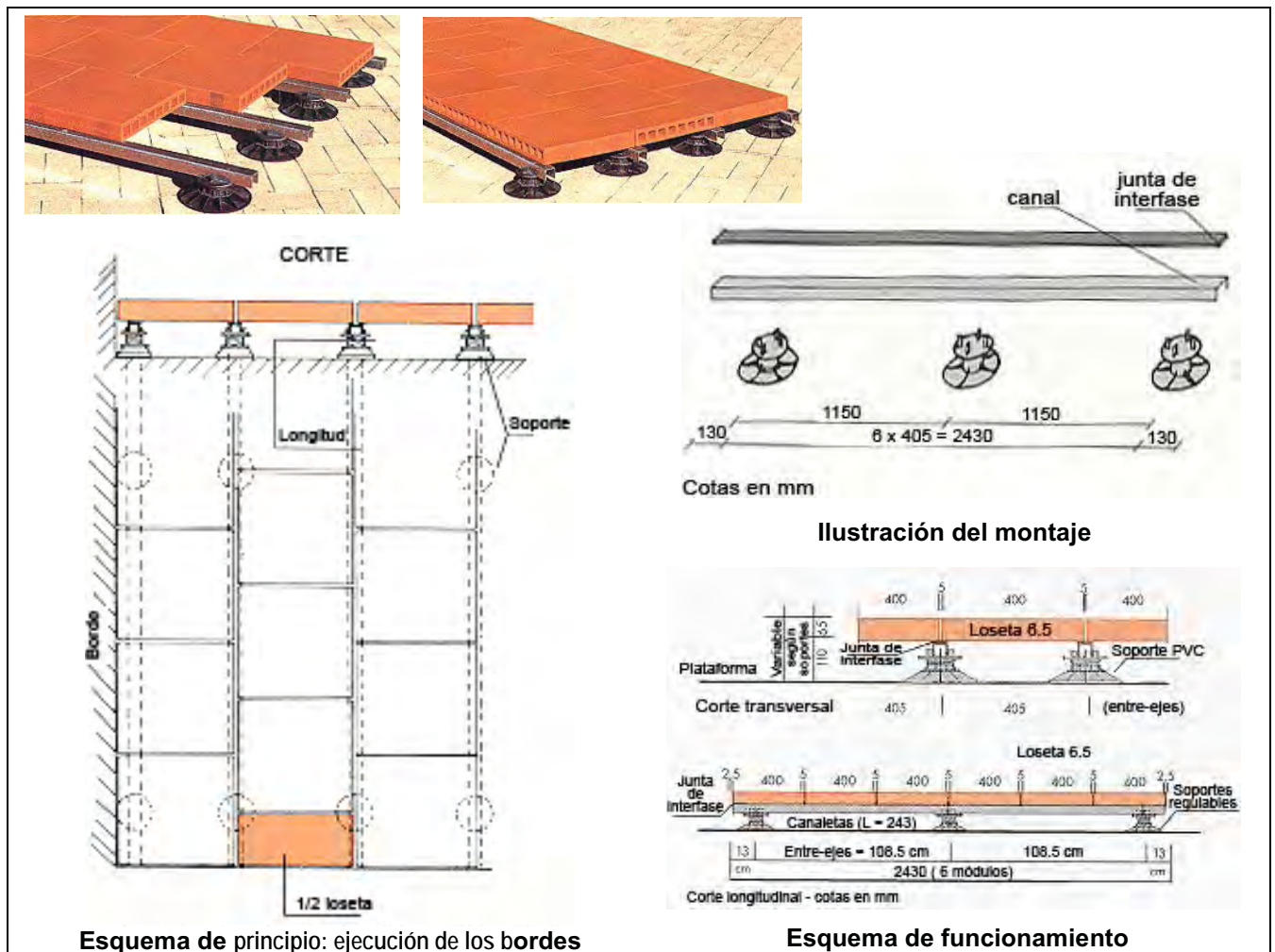


Figura B.716 – LOSETAS DE BARRO EXTRUIDO ALVEOLAR
Fuente: Catálogo de productos empresa: GIRAUD FRÈRES, FRANCIA

Las baldosas o losetas de piedra natural para exteriores, se utilizan también aunque su utilización se restringe a proyectos residenciales por su costo alto. Las baldosas de piedra también tienen normas que exigen los mismos desempeños que las baldosas de los otros materiales.



Figura B.717 – LOSETAS DE PIZARRA NATURAL colocadas sobre arena o mortero de 2 cm como mínimo para circulación peatonal y circulación ocasional de vehículos a baja velocidad ligeros (carga por rueda inferior a 2500 daN (2500 kgf) de 4 cm como mínimo para circulación de autos ligeros a baja velocidad (carga por rueda inferior a 6500 daN (6500 kgf) o colocadas sobre pedestales en dimensiones de 40 X 40 cm que admiten la circulación peatonal y la circulación de vehículos ligeros de carga por rueda inferior a 900 daN (900 kgf) a velocidad reducida. Cumplen con las normas de resistencia, gelividad, resistencia a la abrasión y anti-derrape.

Fuente: Catálogo de productos ARDOISIÈRES D'ANGERS



Las piedras utilizadas para adoquines y losetas se obtienen de rocas duras y compactas que presentan las características físicas y mecánicas requeridas (poca porosidad, insensibilidad al hielo, resistencia al impacto y a la abrasividad y dureza). Su preparación y corte permite también su colocación siguiendo un despiece diseñado.

El empleo de este tipo de material de rodamiento en pavimentos implica algunos inconvenientes y consideraciones:

- Es poco confortable (por su irregularidad natural) al caminar sobre él, principalmente para las personas de edad que requieran usar silla de ruedas.
- El paramento de las baldosas se tiene que tratar con objeto de lograr una superficie suficientemente lisa para no propiciar un daño al caminar (tropezón o falseo de tobillo) y para permitir una limpieza fácil. El alisado no debe ser excesivo para no provocar resbalones en época de lluvias.

Las principales rocas utilizadas son el granito, el pórfiro, el basalto, el gres, la cuarcita y ciertas calcáreas.

Principalmente en las áreas de estacionamiento, en márgenes de canales y en algunas circulaciones vehiculares a descubierto, con objeto de conservar con pasto esas áreas sin hundirse por el peso y la circulación de los vehículos, es común utilizar placas perforadas de concreto comúnmente llamadas adopastos o rejillas de plástico llamadas adopastos de plástico.

Las *placas de adopasto en pavimentos* ofrecen como ventajas las siguientes:

- Incrementan las áreas verdes exteriores y disminuyen las áreas pavimentadas que calientan el microclima del lugar.
- Reducen o eliminan los escurrimientos y la formación de charcos por lluvia.
- Mejoran la infiltración del agua de lluvia al subsuelo para su recarga dando como consecuencia adicional la disminución o anulación de la sección de colectores y redes pluviales.



Figura B.718 – PLACAS DE ADOPASTO DE CONCRETO UTILIZADAS EN COMBINACIÓN CON ADOQUINES Y CANLILLOS PARA SEPARAR LAS VIALIDADES VEHICULARES DE LOS ANDADORES PEATONALES

Foto tomada en el CERIB - Épernon - Francia

El pisado de placas de adopasto es a veces incómodo e inseguro principalmente para las damas cuando utilizan zapatos de tacones altos, lo cual ha inducido, en algunos casos, a su prohibición en algunos reglamentos.

También hay diseños con aberturas estrechas que mejoran el confort al pisado de su superficie.

	<p>1. Abrir caja del espesor de la placa de adopasto (9.5 cm) más 3 ó 4 cm y apisonar ligeramente.</p> <p>2. Reglear el fondo con 3 ó 4 cm de arena o de una mezcla de arena y tierra fina, compactando ligeramente.</p> <p>3. Colocar las placas de adopasto. De la calidad del fondo depende la facilidad de colocación.</p> <p>4. Rellenar con tierra vegetal fina o con una mezcla de tierra y tierra vegetal. Asentar por medio de riego, completar el llenado. Después del último asentado de la tierra se debe llegar al nivel superior de los apoyos (algunos milímetros por arriba es lo más aconsejado). Generalmente, se necesita completar el llenado tres veces.</p> <p>5. Colocar semilla de pasto de manera regular (50g/m²) de desarrollo rápido y enraizamiento profundo. La puesta en servicio permanecerá sin dañar el césped después de algunas podas.</p> <p>Colocación sencilla que sólo requiere de un poco de cuidado</p>	<p>Perforaciones de la placa aseguran el contacto con la vida del suelo al permitir que la hierba se enraíce con profundidad (con adecuada conservación del pasto en período seco) y el drenado perfecto del agua.</p> <p>49 apoyos para la circulación: (196 apoyos/m²), cantidad estudiada para:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dejar un volumen de tierra abundante para el pasto, - Soportar la circulación y el rodaje de vehículos sin dañar al pasto. Los apoyos desaparecen bajo el pasto. <p>Peso de la placa : 25 kg. Manejable por un solo trabajador (4 placas/m²).</p> <p>Zapata de estabilización constituida por una base amplia de apoyo invisible capaz de soportar la carga de los vehículos. Transmite muy poca carga por m².</p>	<p>La densidad de apoyos de la pieza permite caminar con confort. No se sienten los apoyos de concreto bajo el pasto.</p>	

Figura B.719 – PLACAS DE ADOPASTO DE CONCRETO CON HUECOS REDUCIDOS Y ALTA DENSIDAD DE APOYOS para permitir un desarrollo continuo del césped y un pisado confortable

Fuente: Catálogo. de productos empresa BÉTON VERT - Francia

Se pueden colocar las placas de adopasto de concreto sólo donde circulan las ruedas de los autos y donde caminan los peatones.

Las *placas de adopasto de concreto* tienen espesores que van de 8 cm a 11 cm.

En pavimentos se colocan sobre el suelo despalzado en caso de únicamente uso peatonal o sobre una base adecuada a las cargas de circulación y de estacionamiento a resistir de vehículos pesados y al suelo de soporte para evitar hundimientos y la formación de roderas en el pasto. Hay gran variedad de diseños y pueden tener color integral en la masa del concreto, aunque generalmente se dejan sin color porque lo que queda visto es el pasto.

La función del adopasto es triple:

- Soportar y transmitir las diferentes cargas de circulación,
- Disponer de un volumen de tierra suficientemente compatible con el desarrollo correcto del pasto.
- Proteger el humus que sirva de soporte del pasto contra los apelmazamientos excesivos bajo carga y eventualmente contra los riesgos de deslave.

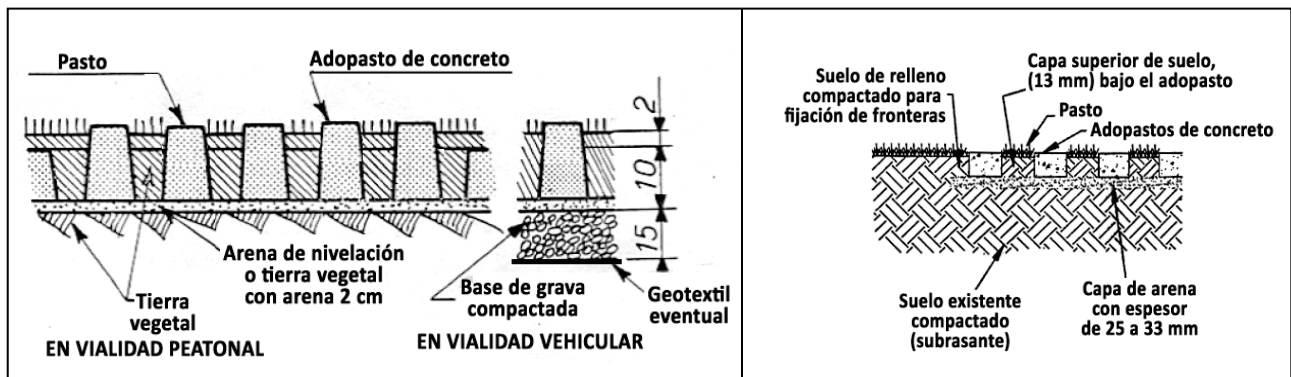


Figura B.720a – PLACAS DE ADOPASTO
Fuente: Informe técnico CERIB

Figura B.720b – BORDE DE UN PAVIMENTO DE ADOPASTO TIÍPICO SOBRE SUELO EXISTENTE COMPACTADO PARA TRÁNSITO PEATONAL
Fuente: NCMA TEK 11-3, Concrete Grid Pavement, U.S.A. , 1996

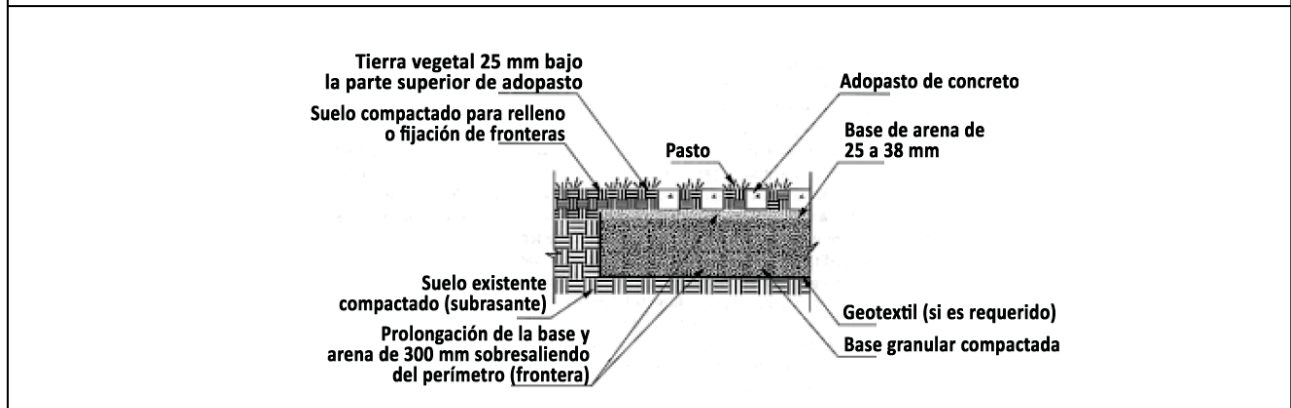


Figura B.720c – BORDE DE UN PAVIMENTO DE ADOPASTO TIÍPICO SOBRE UNA BASE GRADUADA-DENSA PARA TRÁNSITO VEHICULAR
Fuente: Tech. Spec. Number 8, Concrete Grid Pavements - ICPI – Interlocking Concrete Pavement Institute, Ontario, Canada, 1994.

Las placas de adopasto de concreto se colocan sobre una cama de arena de 3 cm a 4 cm extendida sobre la base de grava que generalmente tiene de 20 a 30 cm de espesor en los proyectos de vivienda. Los vacíos se llenan con tierra vegetal para la siembra y la formación del pasto continuo en su aspecto.

Las placas de adopasto de concreto pueden usarse también para estabilización de taludes, de canales abiertos y de laderas de ríos.

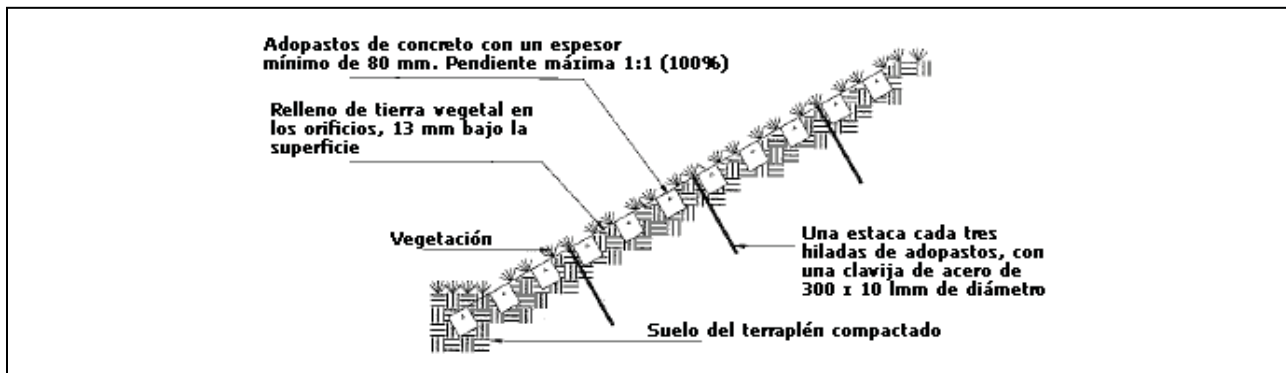


Figura B.721a – ESTABILIZACIÓN DE UN TALUD MEDIANTE ADOPASTOS DE CONCRETO

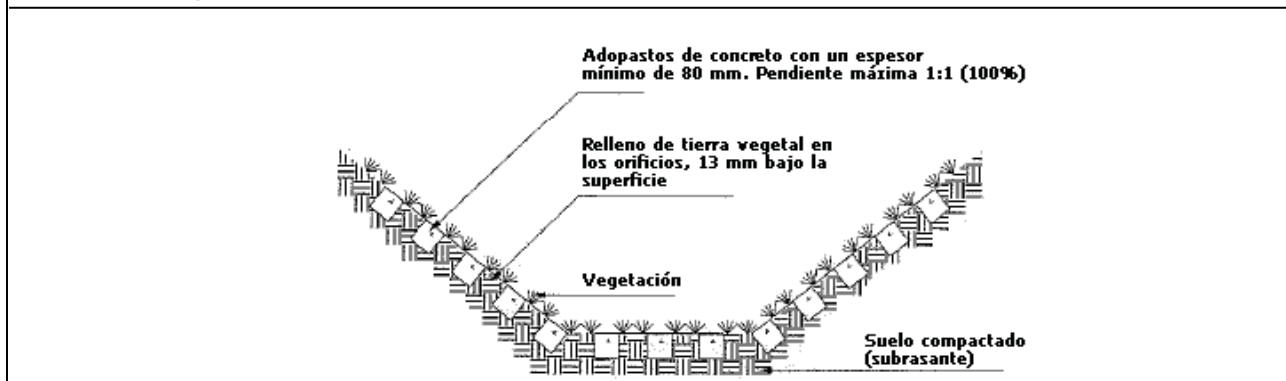


Figura B.721b – CANAL ABIERTO CON FLUJO INTERMITENTE RECUBIERTO CON ADOPASTOS

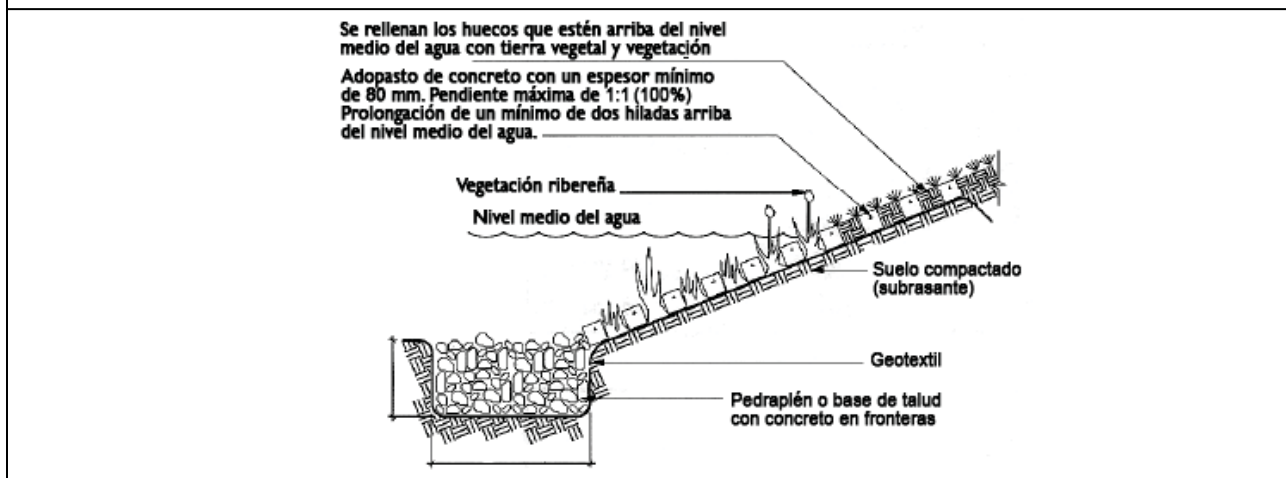


Figura B.721c – ESTABILIZACIÓN DE UN MARGEN DE ARROYO MEDIANTE ADOPASTOS DE CONCRETO

Figura B.721 – ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y CANALES CON PLACAS DE ADOPASTO

Fuente: ICPI (Interlocking Concrete Pavement Institute) – Tech Spec Number – 8 Concrete Grid

Las *rejillas de plástico* (polietileno de alta densidad, P.V.C., etc.) también tienen diferentes diseños; algunos se suministran en módulos embonables o en rollo con una altura de 5 cm.



Figura B.722a – El *adopasto de plástico* puede utilizarse en todos los terrenos y se instala de manera muy fácil.

La colocación de las rejillas no requiere ni herramientas ni conocimientos especiales.

Figura B.722b – El *adograva de plástico* se coloca donde el suelo se vaya a recubrir por grava en lugar de pasto.

Se instala igual de fácil que el *adopasto de plástico*. Una vez rellenas las rejillas con grava éstas quedarán prácticamente invisibles.

El *adograva* permite:

- Conservar una superficie plana;
- Conservar la homogeneidad de la grava;
- Someter la grava a cualquier tipo de presión



Figura B.722c – ESTACIONAMIENTO que requiere poco mantenimiento y ofrece una superficie estable para vehículos, peatones y sillas de ruedas.



Figura B.722d – Para protección en las orillas, con fines estéticos y de mantenimiento, podrá diseñarse un material durable para realizar bordes que separen los recubrimientos permeables de áreas adyacentes de césped o simplemente que delineen un camino para camiones de bomberos. En el caso del *adograva de plástico*, estos bordes podrán evitar que la vegetación atraviese los límites mezclándose con el sistema de grava y además, podrán evitar que el relleno de grava de las orillas migre. El acero, el aluminio, la madera, el ladrillo y el concreto son todos materiales aceptables para realizar dichos bordes. Se debe mantener el nivel de los bordes ligeramente más alto que el nivel del *adopasto* permeable.

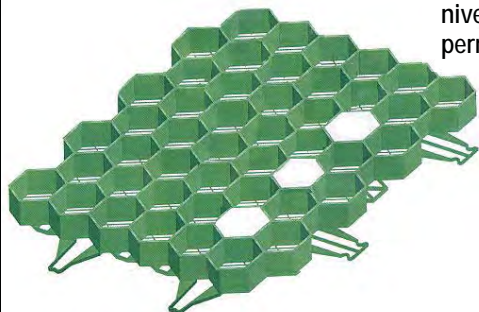


Figura B.722e – Algunos diseños de *adopastos* son placas rígidas que tienen ojales sobresalidos para su fijación en los bordes con varillas o estacas clavadas al suelo.

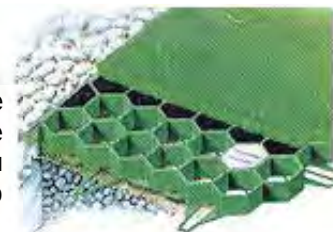


Figura B.722 – PLACAS DE ADOPASTO DE PLÁSTICO

Fuente: Catálogos Durogreen y Geoflor

No es necesaria una cama de arena para el asentamiento de estos sistemas de adopastos de plástico. Contrariamente a los adopastos de concreto, de ladrillo y de otros materiales rígidos, estos adopastos flexibles no requieren una nivelación con arena.

Tanto las piezas de concreto como las de plástico pueden ser rellenas en sus huecos por grava, en vez de pasto, por motivos medioambientales (ahorro de agua de riego) o estéticos. A esta opción normalmente se le llama "pavimentos de adograva".

El adograva de plástico está formado por un geotextil, anillos y una malla. Este producto ofrece una opción adicional a la del adopasto de plástico, el cual soporta tráfico intenso de poca velocidad. Al moldear los anillos y la malla sobre un textil filtrante de poliéster no tejido, se pudo crear un nuevo producto, el cual puede contener grava y evita la migración de partículas pequeñas e indeseables y la formación de roderas.

Este adograva es el único sistema especialmente diseñado como recubrimiento permeable que contenga grava. Los cilindros están diseñados para transferir la carga hacia la capa de la base y para retener la grava decorativa en su lugar. El geotextil evita que la parte superior de la grava se apelmace y se mezcle con la capa de base, también actúa como barrera contra las semillas y la vegetación y elimina el polvo.

Los recubrimientos tradicionales, incluyendo las vialidades de grava, están diseñados para retener el agua y mantenerla alejada de la sección transversal del pavimento. El adograva de plástico está diseñado para realizar la acción opuesta - aceptando que el agua fluya al interior y a través del sistema y sea infiltrada al suelo. Además, el adograva de plástico no formará roderas ni charcos como en el caso de las carreteras tradicionales de grava.

Los sujetadores diseñados con un sistema de sujeción de tipo machihembrado constan de flechas dentadas, cada una con dos dientes, las cuales entran en unos orificios rectangulares. Simplemente se presiona el orificio sobre los dientes para unir fácilmente los paneles de adograva de plástico. Para separarlos, solamente se presionan los dientes.



Figura B.723 – SISTEMA DE ADOGRAVA DE PLÁSTICO

Fuente: Catálogo DUROGREEN



1 Colocar y compactar la arena y la capa de base



2 Desenrollar el adopasto de plástico alineando el lado de los orificios de sujeción con el lado de las clavijas



3 Fijar las esteras con las sujeciones proporcionadas (podrán variar el tipo y el tamaño).



4 Rellenar los anillos con grava



5 Compactar la grava utilizando un rodillo vibratorio o una compactadora de placa vibratoria plana.



6 Adograva de plástico terminada

Figura B.724 – COLOCACIÓN DE REJILLAS DE PLÁSTICO en rollo rellenas de grava

Fuente: Catálogo de Productos, Empresa DUROGREEN

Esta gama de soluciones tiene como inconveniente la incomodidad en su circulación peatonal, principalmente para las señoras que usan zapatos con tacón puntiagudo y para los minusválidos. Por ello, en algunas normas sobre accesibilidad se prohíbe el empleo de este tipo de pavimentos.

Si se tiene un diseño pensado que limite el uso de adopasto o de adograva donde sólo circulan y se estacionan vehículos y se dejan andadores para el descenso y la circulación de personas, se puede superar satisfactoriamente este inconveniente.

No se debe de colocar el adopasto de plástico ni el adograva de plástico en lugares donde existan altas velocidades de aceleración o frenado o en lugares donde se den vueltas como goriets y entradas, y salidas de estacionamientos que conectan con vías de alta velocidad.

Las estructuras de *pavimentos para banquetas y andadores peatonales* comprenden varias capas para transmitir las cargas al suelo de soporte pero son de menor importancia con respecto a las estructuras que soportan cargas vehiculares de manera constante. Las diferentes capas que generalmente se tienen son las siguientes:

- Una base de grava natural de 15 a 30 cm de espesor, que depende de la calidad del suelo de soporte.
- Una capa de nivelación de material triturado de 4 cm a 10 cm de espesor.
- Los materiales de la capa de revestimiento superficial pueden considerarse en una sola etapa de ejecución.

Los materiales más comúnmente utilizados en banquetas y andadores se seleccionan por sus características mecánicas y estéticas buscadas, que se integren con el entorno del diseño total. Se pueden combinar varios productos con objeto de lograr una mejor comprensión y utilización de los exteriores.

Las diferentes soluciones son similares a las utilizadas en las vialidades vehiculares y se emplean los mismos tipos de materiales, se agrupan en:

- Productos denominados *negros*: de asfalto, aplicado en frío o caliente, negro o con entintado superficial.
- Productos denominados *blancos*: a base de concreto hidráulico como los firmes de concreto colados in situ con superficie tratada o simplemente escobillada o cepillada.
- *Adoquinados o baldosas de concreto (adocretos y losetas)*: al igual que en vialidades vehiculares, se coloca una cama de arena de asiento y nivelación sobre la que se ponen los adoquines o las baldosas respetando un despiece planeado. La puesta en obra de los adoquines o baldosas se va haciendo al avance. Hay una amplia variedad de diseños y colores que se pueden agrupar en adoquines y baldosas de tipo clásico (cuadrados o rectangulares) o del tipo autotrabado, sólo en el caso de adoquines.
- *Los adoquinados o baldosas de barro cocido*: Se colocan igual que los adocretos. En varios países existe una gama de diseños y colores más reducida que en el caso de los adoquines de concreto.
- *Los adoquines o losetas de piedras naturales*: de granito, balasto, pórfiro o gres de diseño y dimensiones con pocas variantes pero que pueden hacerse en abanico.
- *Los suelos estabilizados*: Mezcla de arcilla y arena compactada con una capa de acabado de arena triturada o con tezontle. Esta última opción es económica pero necesita un mantenimiento permanente. No es una solución conveniente en andadores con pendiente por los consecuentes riesgos de erosión provocados por los escurrimientos de agua de lluvia.

10.- ESCALERAS EXTERIORES

Las *escaleras* exteriores son un complemento de las circulaciones peatonales que se necesitan en los casos de terrenos de topografía con desniveles donde es importante la aplicación de las normas de accesibilidad y seguridad de uso exigidas en la reglamentación.

Las escaleras exteriores generalmente se construyen de concreto armado o con piezas especiales, adoquines o losetas cuyo diseño y acabado se integra al acabado de los andadores.

Los requerimientos geométricos comunes para los escalones exteriores son los mismos que los aplicados a las escaleras interiores (2 peraltes + 1 huella = 63 ó 64 cm); el peralte no deberá exceder 190 mm y la huella deberá ser al menos de 280 mm. El ancho de la nariz se adiciona al ancho de la huella (figura B.725). Cuando la gente usa tramos de escalones más largos, la regla, para escalones no adosados, es que la suma de las dimensiones de la huella más dos veces la del peralte, misma que deberá ser de 660 mm; los peraltes no deberán exceder 190 mm y las huellas deberán ser al menos de 300 mm más la nariz.

Las características constructivas de escaleras de concreto armado sobre terraplenados se muestran en la figura siguiente:



Figura B.725 – DETALLES DE CONSTRUCCIÓN DE ESCALONES EN EXTERIORES SOBRE TERRAPLENES

Fuente: Concrete Information, Building Concrete Walks, Driveways, Patios, and Steps – IS209 PCA, 1998, p. 5

Si los escalones van apoyados sobre el terraplenado del área exterior, no se requiere una cimentación extra de soporte. Sin embargo, se requieren cimentaciones para liberar la línea de congelación en regiones con climas fríos o si los escalones se conectan con una terraza o vestíbulo soportado que esté ligado a una edificación.

Los escalones en la figura siguiente tienen muros a los lados. Estos escalones pueden estar encajados dentro de una terraza y los muros laterales separan a los escalones de los taludes de tierra. En un layout diferente, el enrase de los muros laterales deberá coincidir con la parte posterior de las huellas y rematar al nivel de la tierra. El diseño del remate a nivel permite un podado de pasto sin obstrucciones alrededor de los escalones



Figura B.726 – ESCALERA CON MURETES LATERALES

Fuente: Concrete Information, Building Concrete Walks, Driveways, Patios, and Steps – IS209 PCA, 1998, p. 5



Las escaleras exteriores formadas con piezas de concreto prefabricado, con piezas de barro o con piedra natural, son también muy utilizadas.



El proceso de ejecución para el forjado de escaleras con piezas de pavimento (losetas y adoquines) se muestra a continuación:



Existen piezas de concreto vibrocomprimido o de concreto moldeado con color integrado y acabado específicamente diseñadas para formar escalones como las mostradas en la siguiente figura:

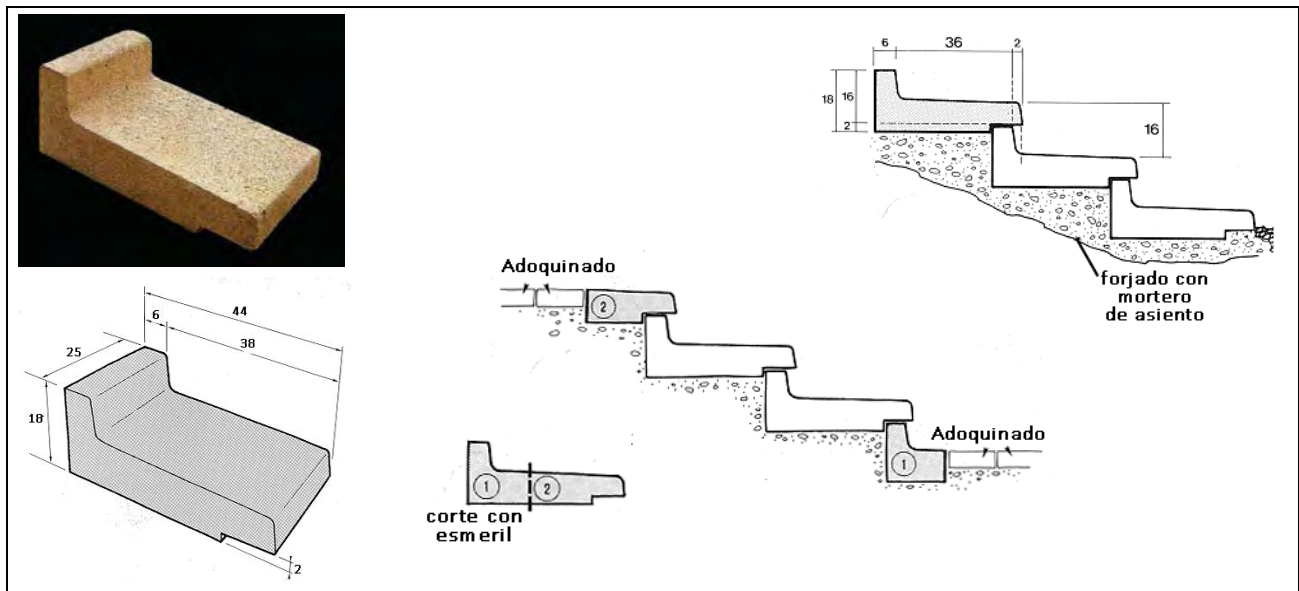


Figura B.730 – EJEMPLO DE PIEZAS DE ESCALÓN DE CONCRETO VIBROCOMPRESO CON COLOR INTEGRAL - Fuente: Catálogo de Productos SAE Bétons

También hay piezas de barro diseñadas para formar escaleras las cuales se asientan con mortero de cemento-cal y arena.



Figura B.731 – PIEZAS DE BARRO (losetas, esquinas, narices, etc.) empleadas para el recubrimiento de escaleras de barro Fuente: Catálogo de Productos, Grupo GRECO GRES

11.- GUARNICIONES Y CANALILLOS

Las *guarniciones de banquetas* separan a las vías de circulación vehiculares de las banquetas utilizadas para los peatones. Pueden hacerse de *concreto simple colado en el sitio*, o de *piezas alineadas de concreto precolado o de piedra dura* (granito, basalto, pórfiro, etc.) asentadas sobre una plantilla de concreto o de mortero de 150 kg/cm² de resistencia mínima cuyas dimensiones sobresalen al menos 10 cm de cada lado de la sección de la guarnición. Por su forma resultante, la plantilla, en este caso, funciona también como respaldo continuo o alternado que soporta a la guarnición para evitar su desplazamiento bajo la acción de los vehículos. Generan un desnivel que sube a la banqueta de 12 cm a 15 cm con respecto al arroyo vehicular.

En las rampas por donde acceden los autos o circulan carriolas o sillas de ruedas, este desnivel se reduce a sólo 2 cm para limitar y guiar el flujo del agua de lluvia de la vialidad.



Figura B.732a – Secciones de guarniciones y cunetas integradas y de guarniciones simples más comúnmente utilizadas

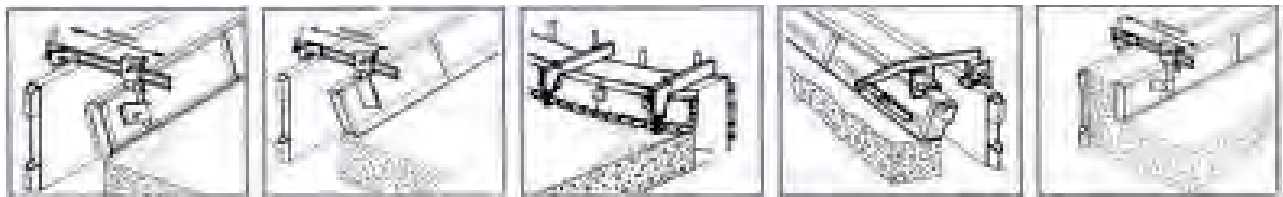


Figura B.732b – Diferentes diseños de cimbras para guarniciones en pavimentos existentes o ejecutados previamente

Figura B.732 – GUARNICIONES COLADAS CON CIMBRA METÁLICA: En unos casos se integra el colado integral de guarniciones y cunetas

Fuente: Concrete curb and gutter manual, Richard O. ALBRIGHT; edit. NRMCA y ACPA; NRMCA publication number 161; 1999, p. 14.



Figura B.733 – GUARNICIONES EXTRUIDAS DE CONCRETO con máquina tipo cimbra deslizante
Fuente: Catálogo de producto, empresa POWER CURVERS Inc.

Las guarniciones y canalillos prefabricados de concreto, por ser piezas moduladas e independientes, permiten hacer un desmontaje y sustitución facilitada en los casos de ser dañadas y de requerirse trabajos de mantenimiento haciéndose el reemplazo con piezas idénticas a las piezas dañadas (casos que se requieren intervenir después de un accidente).

Las guarniciones y canalillos de concreto tienen normas de referencia para asegurar su calidad y durabilidad referidas a las clases de resistencia requeridas. Sus juntas permiten absorber dilataciones térmicas y evitan la fisuración.

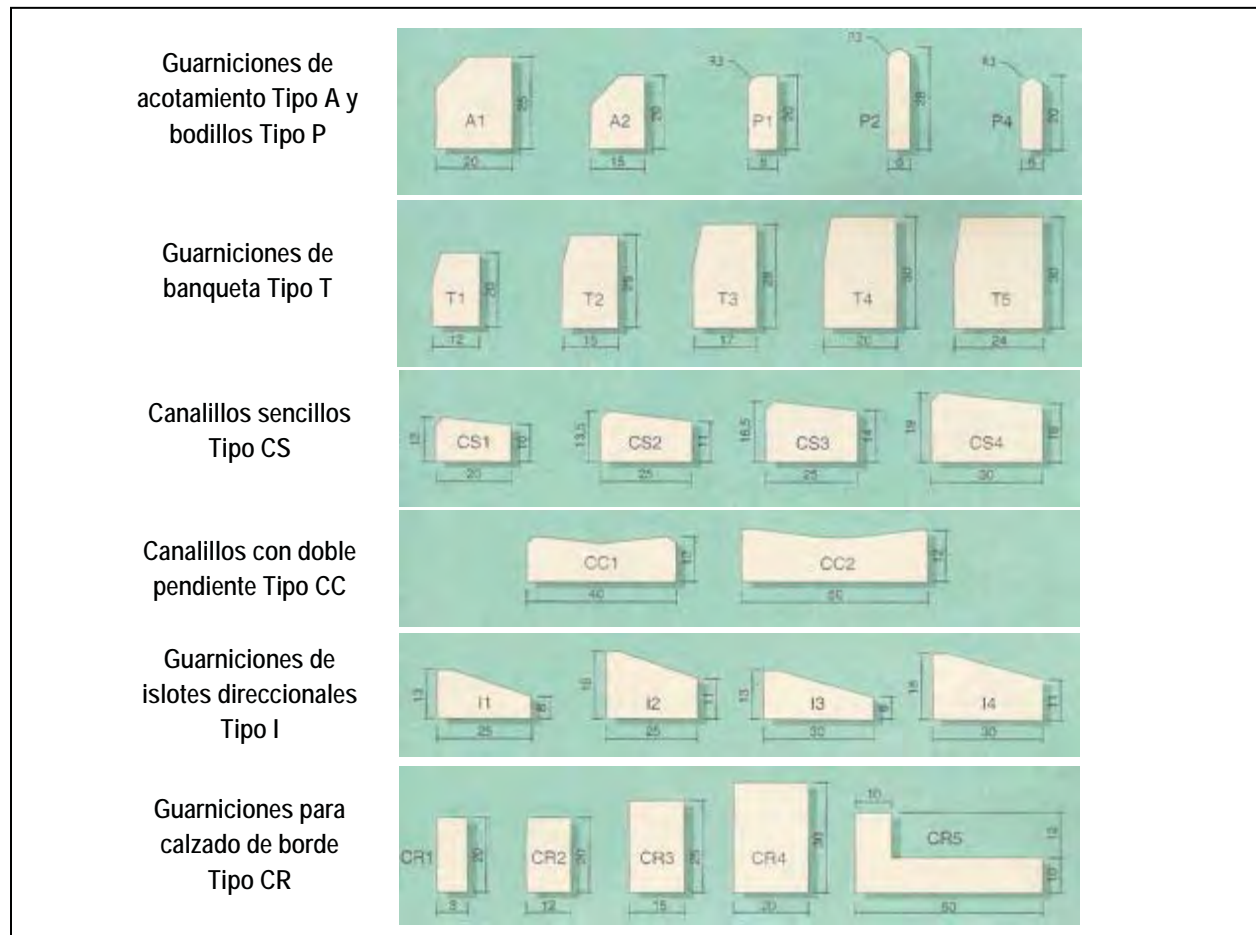


Figura B.734 – GAMA DE GUARNICIONES PREFABRICADAS NORMALIZADAS de diseño europeo
Fuente: Revêtements et structures réservoirs T.57, FIB, CERIB, CIMBÉTON; p. 59



Figura B.735 – GAMA DE DISEÑOS Y DE ACABADOS DE GUARNICIONES DE CONCRETO PREFABRICADAS - Fuente: Tríptico publicitario sobre guarniciones, CERIB – Francia

Existen diseños de guarniciones pequeñas utilizables en los bordes de andadores peatonales principalmente.



Las guarniciones prefabricadas deben colocarse:

- Sobre una cama de concreto fresco de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$
- Después de ejecutar la cama o plantilla de concreto, interponiendo un mortero de al menos 3 cm de espesor dosificado con 250 kg de cemento por m^3 ($f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$)
- O sobre confinamiento de borde con interposición de una cama de mortero idéntico al precedente.

Respaldo

El respaldo posterior cuya función es oponerse al desplazamiento y al volteo de las guarniciones es indispensable.

Puede realizarse con:

- Un cordón o chaflán continuo
- Un respaldo ubicado en cada junta
- Un confinamiento de borde.

En el caso de un respaldo en zona de juntas o de un cordón continuo, la altura “h” debe ser al menos igual a la mitad de la altura de la guarnición que se coloque. El concreto debe ser el mismo que el utilizado para su plantilla de cimentación.

La ausencia de respaldo puede conducir a fallas (desalineado, ruptura de guarniciones, etc.).

Nota: cuando se prevea una banqueteta colada en el sitio, se podrá colocar un respaldo provisional que se quitará inmediatamente antes del colado de concreto, el cual asegurará el respaldo definitivo.

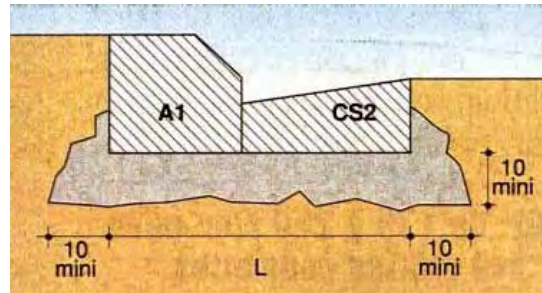


Figura B.737 – EJEMPLO DE COLOCACIÓN DE UNA GUARNICIÓN A1 Y DE UN CANALILLO CS2 de concreto prefabricado asentados sobre una cama de concreto de 10 cm de espesor mínimo y 160 kg/cm² de resistencia a la compresión

Fuente: Aménagements Urbains et Produits de Voirie en Béton, Conception et Réalisation, CIMBÉTON, 1997 – p.73

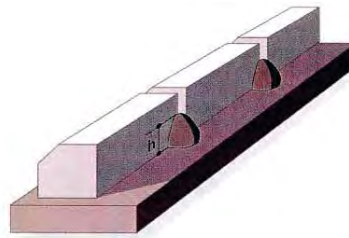


Figura B.738 – DETALLE DE COLOCACIÓN DE TRAMOS DE GUARNICIONES PREFABRICADAS DE CONCRETO

Fuente: Aménagements Urbains et Produits de Voirie en Béton, Conception et Réalisation, CIMBÉTON, 1997 – p. 73 y 75

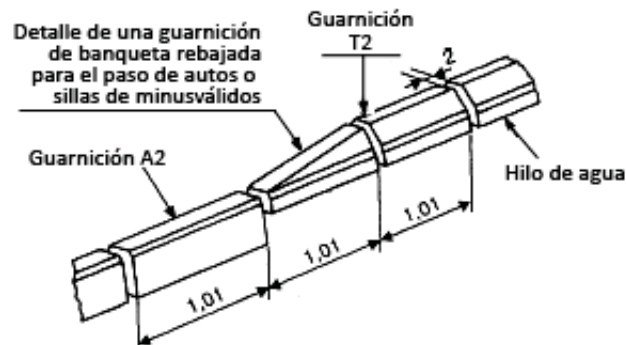


Figura B.739 – LA COLOCACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES PARA PASO DE MINUSVÁLIDOS Y PARA ENTRADA DE COCHES se efectuará siguiendo las indicaciones del plano correspondiente de despiece.

Fuente: L'Aménagement des Espaces Verts, Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de l'Espace, Service Technique de l'Urbanisme, Edit. Le Moniteur, 1992, p.180

Las banquetas, andadores y rampas deben ahora de responder a la reglamentación específica con exigencias de uso para personas discapacitadas. Las personas discapacitadas tienen discapacidades diferentes; conviene por tanto hacer una distinción entre los que requieren de una silla de ruedas, las personas de movilidad reducida y las personas ciegas o con vista deficiente. Las disposiciones internacionales para dar accesibilidad a las banquetas, las zonas peatonales o las esquinas de atravesado de calle se deben de adecuar al tipo de discapacidad.

Las principales disposiciones son:

- El ancho mínimo por sentido de circulación es de 1.40 m sin ningún obstáculo eventual. El ancho de 1.80 m permite cruzar sin dificultad.
- En andadores o banquetas de ancho mínimo (1.40 m) deben disponerse áreas en los cambios de dirección así como en donde se tengan que hacer maniobras o cruces; el ancho se incrementará a 1.80 m en una longitud de 3.00 m que consta de una zona de espera de 1.40 m y una zona de maniobras de 1.60 m. La distancia entre dos de estas áreas debe ser inferior a 100 m.
- La pendiente transversal o posterior no debe exceder el 2%.
- Sólo se admiten realces que formen una diferencia puntual de niveles inferior a 2 cm. Los cambios de niveles cuya altura esté comprendida entre 2 cm y 15 cm requieren de una rampa de 1.20 m de ancho mínimo. Los cambios de nivel de altura mayor a 15 cm requieren de la creación de rampas o la instalación de equipos mecánicos.

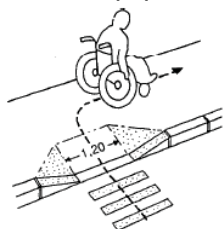


Figura B.740 – DETALLE DE ZONA REBAJADA DE GUARNICIONES para el paso de sillas de minusválidos.
Fuente: L'aménagement des espaces verts, ministère de l'équipement, du logement, des transports et de l'espace, Service technique de l'urbanisme, edit. Le Moniteur, 1992, p.164 ó 3.1055

- Cuando la zona diseñada tenga un cierto relieve, las rampas tendrán una pendiente máxima del 4% en tramos de 20.00 m separados por descansos horizontales de al menos 1.40 m de ancho. La pendiente se puede incrementar a 5% cuando la longitud de la rampa es sólo de 10.00 m.
- Excepcionalmente, en presencia de ciertas imposibilidades, una pendiente de andador superior al 5% se puede admitir sin sobrepasar nunca el 12 %. Este caso corresponde a zonas con un relieve accidentado o a sitios ya construidos. Para facilitar la utilización, se colocará un pasamanos a 0.90 m de altura mínima al menos en uno de los extremos.
- El acabado del piso no debe ser blando ni resbaladizo en estado seco o mojado y sin obstáculos para el rodado de las sillas de ruedas; por ello, conviene emplear revestimientos de suelo uniformes y estabilizados que no se deformen al circular las sillas de ruedas.
- Las rejillas, las tapas y los brocales de pozos de registros no deben ser obstáculos en el piso por depresión o por realce. Los huecos y ranuras de las rejillas deben tener un diámetro o un ancho que no exceda 2 cm.
- Se colocará una franja podotáctil de recubrimiento perceptible por los invidentes en las guarniciones de las banquetas para advertir de la presencia de una rampa que corresponde a una esquina de atravesado protegida.

Las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño Arquitectónico del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal vigentes describen las exigencias y sus aplicaciones referidas a la accesibilidad para personas discapacitadas.

Antes de la ejecución de los trabajos de pavimentos es importante asegurarse de haber ejecutado todas las redes, los ramaleos, las conexiones y *eventuales pasos para instalaciones futuras que pasen por debajo de las vialidades (arroyos vehiculares, banquetas, andadores y circulaciones) y que se hayan rellenado convenientemente antes de iniciar el tendido de las capas de estructura* (recomendación muy conveniente para evitar roturas posteriores).

Después de los trabajos de terracerías y del perfilado de la subrasante seguido de su compactación se tiende cada capa sucesiva que conforme la estructura controlando la altimetría, la calidad de los materiales empleados y su compactación. Paralelamente, las banquetas técnicas, los canalillos y las guarniciones de banqueta se cuelan o se colocan incluyendo las disposiciones para la evacuación del agua de lluvia o de los escurrimientos conducidos por canalillos y rejillas.

12.- PAVIMENTO POROSOS

Los *pavimentos permeables* son opciones adicionales que aumentan las propuestas de los pavimentos comunes que se utilizan, cada vez más en proyectos de vivienda para formar parte de sistemas alternativos de saneamiento para el aprovechamiento del agua de lluvia y/o para permitir su absorción por el subsuelo, por la necesidad imperiosa de infiltrar eficientemente el agua de lluvia la cual, desde hace bastantes años y hasta ahora, ha sido muy mal manejada, desperdiciada y costosamente desechada con efectos colaterales nocivos de gran afectación aún no resueltos (hundimientos regionales y diferenciales con daños potenciales a mediano plazo a los edificios construidos, abatimiento de mantos freáticos y acuíferos, contaminación, altos costos por la construcción de emisores y drenajes profundos y, problemas puntuales de tapazones, encharcamientos, inundaciones, etc.).



Figura B.741 –TAPAZONES EN LAS COLADERAS Y ENCHARCAMIENTOS EN LAS ÁREAS PAVIMENTADAS. Los hemos visto hasta ahora con resignación y naturalidad sin estar conscientes que sólo son signos externos de una importante desecación del subsuelo que tiende a desaparecer los mantos acuíferos.



Figura B.742 – LA IMPERMEABILIZACIÓN EXCESIVA DE LOS SUELOS, en zonas urbanas por pavimentación y edificación genera importantes flujos de escurrimiento de agua de lluvia con materias que son conducidas hacia los colectores que se saturan y, saturan y desestabilizan a las plantas de tratamiento lo cual, obliga a un sobredimensionamiento de redes y de medios para hacer frente a los altos gastos repentinos de las tormentas, con altos costos de construcción y de mantenimiento principalmente por desagüe y eliminación de azolve.

Fuente: Dossier technique, eaux pluviales, techniques alternatives: Des solutions s'imposent, revista Le Moniteur, Jun. 1996; p. 67

Las opciones que existen de sistemas alternativos dependen, en muchos de los casos, de la percolación del agua de lluvia a través de las estructuras de los pavimentos.

En los proyectos de vivienda se ha vuelto exigible la separación de las aguas servidas de las aguas pluviales y el re-uso y/o infiltración de estas últimas.

La absorción de la lluvia a través de las áreas jardinadas y de pavimentos permeables y la inducción del agua que cae sobre cubiertas y azoteas hacia estas zonas permeables regresa a los suelos su estado natural.

Un proyecto de pavimento con estructura para el almacenamiento del agua de lluvia permitirá cumplir con los distintos requerimientos de las vialidades. Al igual que en el caso de un pavimento clásico, los pavimentos con estructuras para el almacenamiento del agua de lluvia deberán garantizar una *función mecánica*. En vialidades, en efecto, y aún cuando la agresividad de los vehículos de carga pesada sea menor, las sollicitaciones podrán ser, sin embargo, severas en algunas zonas. Se tendrá que observar que los concretos drenantes, mismos que podrán instalarse en una capa unitaria de base y de rodamiento hasta de 17 cm en el caso de tráficos ligeros, ofrecen, además de la función mecánica, una capacidad de almacenamiento interesante de las aguas de lluvia ($\approx 35 \text{ l/m}^2$). Pero los revestimientos y los pavimentos con estructuras para el almacenamiento del agua de lluvia también garantizan las siguientes funciones.

Función hidráulica

Se trata de una función de regulación la cual consiste en:

- absorber rápidamente el flujo de las aguas durante una tormenta de lluvia;
- almacenar temporalmente el volumen de las aguas correspondientes a este flujo;
- restituir este volumen a un flujo lo suficientemente bajo para ser absorbido
 - directamente a través del suelo en el lugar cuando sus características de permeabilidad y de estabilidad lo permitan,
 - a través de un colector existente,
 - a través del suelo y a través de un colector.

Función ecológica

La integración de los criterios relacionados con el medio ambiente podrá también orientar las selecciones y esto a diversos niveles:

- Realimentación de niveles en caso de evacuación por infiltración en el suelo;
- Retención de parte de los contaminantes en trampas predeterminadas;
- Evacuación a gasto reducido hacia el medio receptor después de una sedimentación previa.

Función estética

Buscando la coherencia de diseño del paisaje urbano aprovechando la enorme variedad de soluciones de superficies de pavimento agrupada en:

- Pavimentos colados en el sitio (color, textura, combinaciones, etc.)
- Pavimentos modulares (adoquines, baldosas, adopastos, etc.) con diferentes diseños

de forma, textura, color y combinaciones.

En el caso de suelos no absorbentes, las estructuras de los pavimentos permeables pueden utilizarse solamente como medios de acumulación de agua aprovechable para riego de jardines y de limpieza de exteriores así como para lavado de autos, alimentación a WCs y a lavadoras de ropa una vez filtrada.

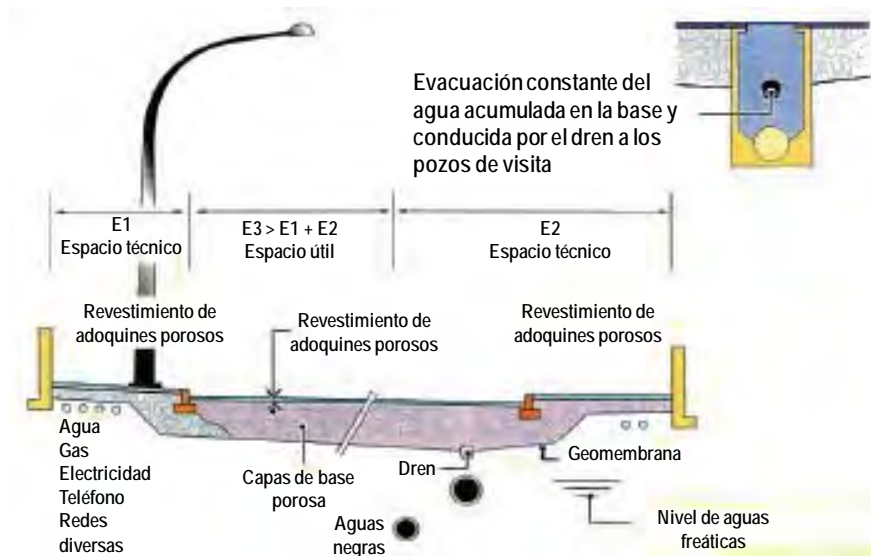


Figura B.743 – REALIZACIÓN DE UN PAVIMENTO CON ESTRUCTURA ALMACENADORA DE AGUA

Fuente: Dossier technique, eaux techniques alternatives, des solutions s'imposent, revista Le Moniteur, Jun. 1996 ; p. 75

Las diferentes superficies de rodamiento pueden ser drenantes o porosas; por tanto, existen carpetas asfálticas porosas, concreto drenante o poroso para vialidades, banquetas y andadores, adoquines y losetas de concreto poroso y/o con juntas anchas (para conducir la infiltración a través de ellas), losetas y losas de gran formato sobre pedestales con vacío sanitario utilizado como volumen de almacenamiento de agua, adoquines y losetas de piedra natural así como de barro extruido, o fabricado artesanalmente con juntas anchas.

La norma francesa NF P 98-170 define los concretos drenantes y porosos como los concretos que presentan en el lugar una porosidad abierta (útil) o un porcentaje de oquedades comunicantes entre sí y con el exterior superior al 10%. Por convención, distinguiremos en este documento a:

- *Los concretos drenantes destinados a la realización de capas de rodamiento que presentan:*
 - Una granulometría discontinua 0/8 ó 0/10 ó 0/14,
 - Una porosidad abierta $15 < P < 20\%$, (P = porosidad)
 - Resistencias de clase alta.

- *Los concretos porosos utilizados en la capa de base y de sub-base que presentan:*
 - Una granulometría discontinua 0/20 ó 0/25,
 - Una porosidad abierta $> 20\%$,
 - Resistencias de clase baja

Las oquedades se obtendrán gracias a una formulación específica que utiliza granulometrías discontinuas y *no por compactación insuficiente*. Son de un tamaño suficiente para permitir almacenar temporalmente el agua y, posteriormente, descargarla hacia una salida. Estos concretos, como todos los concretos para vialidad a base de cemento, deberán obligatoriamente contener un aditivo incluso de aire. Su formulación podrá también comprender adiciones, aditivos y fibras.

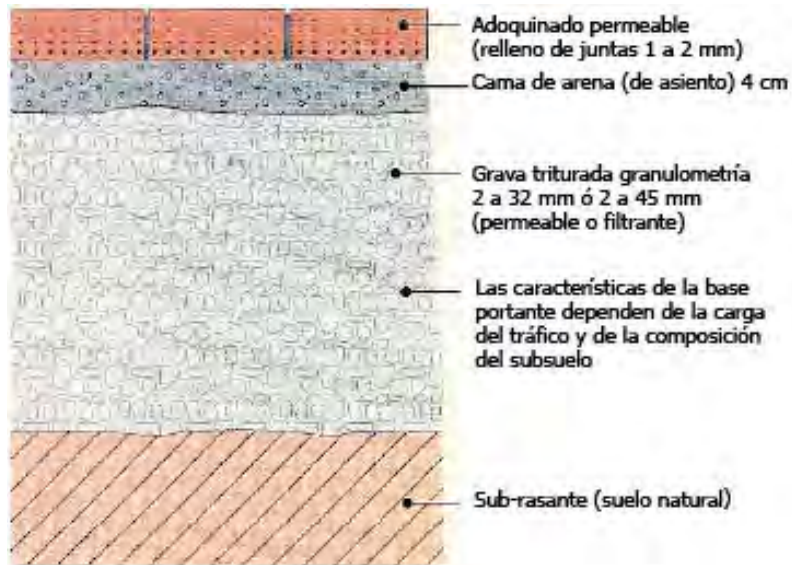


Figura B.744 – PAVIMENTO PARA BANQUETAS, ANDADORES Y VIALIDADES a base de adoquines de concreto permeable. - Fuente: Revista Le Moniteur, Jun. 1996, p. 76

Los adoquines permeables asociados a una base de grava de 15 cm de espesor evitan sobredimensionar las redes. Estos adoquines aseguran una importante infiltración que está comprendida entre 600 y 2000 L. de agua por segundo y por hectárea, tomando en cuenta que esta importante capacidad de absorción se logra en presencia de un subsuelo que tenga una granulometría suficientemente absorbente para que todo regreso de agua por los adoquines se evite.

Fuente: AQUATOP – IDB - Alemania

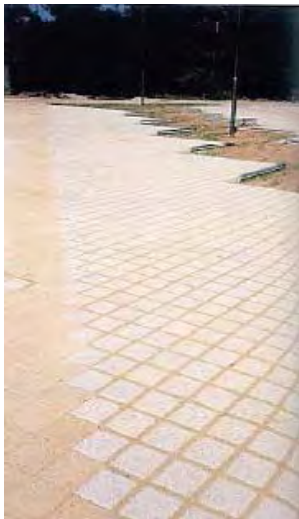


Figura B.745 - RECUBRIMIENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO CON JUNTAS ANCHAS

Fuente: Voirie et aménagements urbains en béton T-57, Revêtements et structures réservoirs; FIB, CERIB, CIMBÉTON, 2001; p. 56.



Figura B.746 – ADOQUINES CON JUNTA ABIERTA VEGETALIZADA PARA LA ABSORCIÓN DE AGUA

Fuente: Catálogo de productos, empresa IDB, S.A.

Los separadores o la selección de formatos particulares, permitirán una recuperación de los esfuerzos horizontales relacionados principalmente con el tráfico.

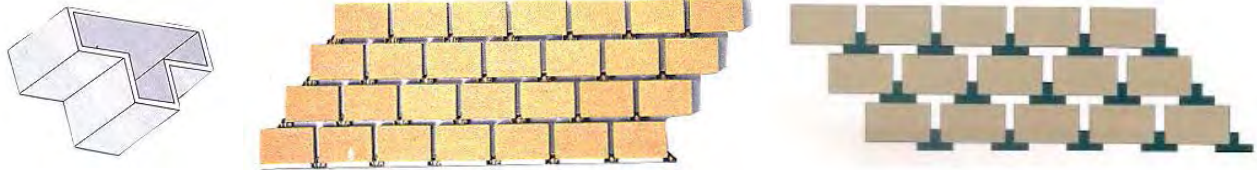


Figura B.747 – ACOPLAMIENTO DE ADOQUINES CON SEPARADORES

Fuente: Catálogo de productos, empresa IDB, S.A.



Figura B.748 – ADOCRETO CON JUNTA RELLENA CON PASTO

Fuente: Catálogo de productos, empresa IDB, S.A.

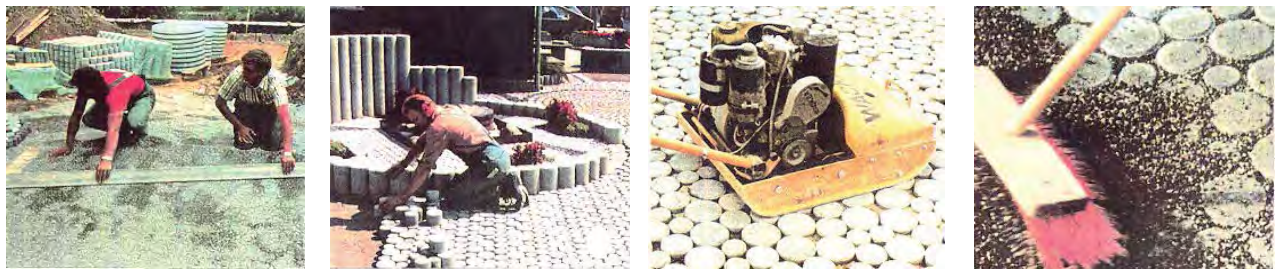


Figura B.749 – ADOCRETO REDONDO CON PASTO EN LOS ESPACIOS LIBRES

Fuente: Catálogo de productos, empresa IDB, S.A.

Hay piezas de adoquín y de loseta que en el diseño de la misma pieza integran separadores o tienen una forma tal que deja siempre huecos de infiltración.



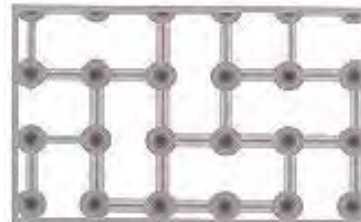
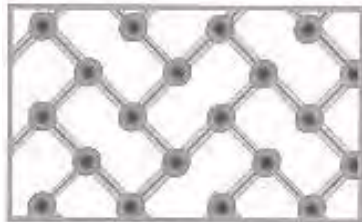
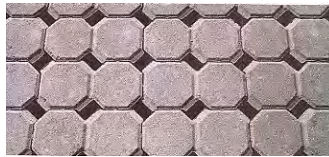
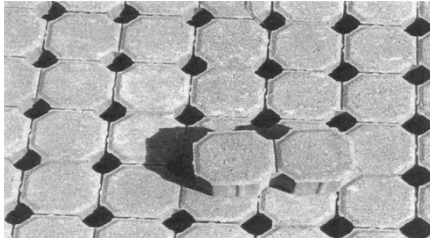
- 1) Loseta dentada
- 2) Pedestal
- 3) Impermeabilización



Figura B.750 – ADOCRETOS Y LOSETAS CON JUNTAS ABIERTAS para permitir la percolación del agua de lluvia - Fuente: Catálogo de productos, empresa ZOONT JENS

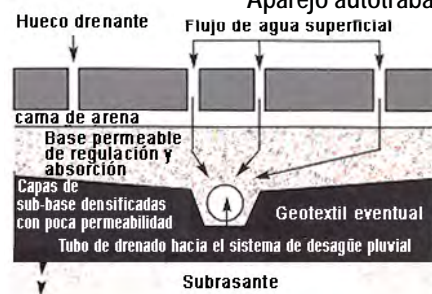
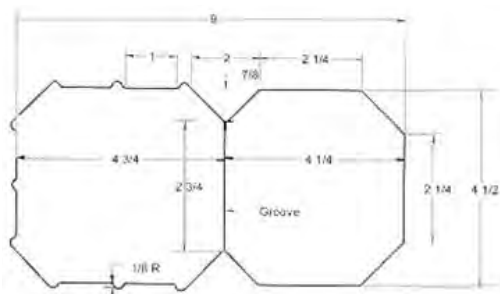


8 3/4" x 4 3/8" x 3 1/8"*
 223mm x 110.5mm x 80 mm
 Peso por pieza
 Palet
 Peso por pallet
 M² del palet 78m²
 * Las dimensiones fraccionadas son nominales



Aparejo en petatillo

Aparejo autotrabado



CORTE DE PAVIMENTOS DE ADOQUINES DE CONCRETO CON HUECOS indicando su estructura y su infiltración a la base y a drenes de evacuación

Figura B.751 - ADOCRETOS CUYO DISEÑO PREVÉ PERFORACIONES PARA LA PERCOLACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA - Fuente: Catálogos de productos: INFILTRASTONE de PAVESTONE, UNI ECO-STONE (UNI-GROUP, U.S.A.)



Figura B.752 – PLACAS MULTIPERFORADAS denominadas adopastos con huecos de mayor abertura en su superficie

Fuente: Aménagements Urbains et Produits de Voirie en Béton, Conception et Réalisation, Collection Technique CIMBÉTON, 1997 ; p. 27 y 82 y Catálogo de productos, empresa RECORD Sta.

Este tipo de solución es ampliamente utilizada en áreas de estacionamiento. Por el tamaño de los huecos son incómodos e inseguros al pisarse; por ello, hay algunos diseños pensados para una pisada firme y segura y también se combinan con otros tipos de pavimentos sin huecos para la circulación de los usuarios.

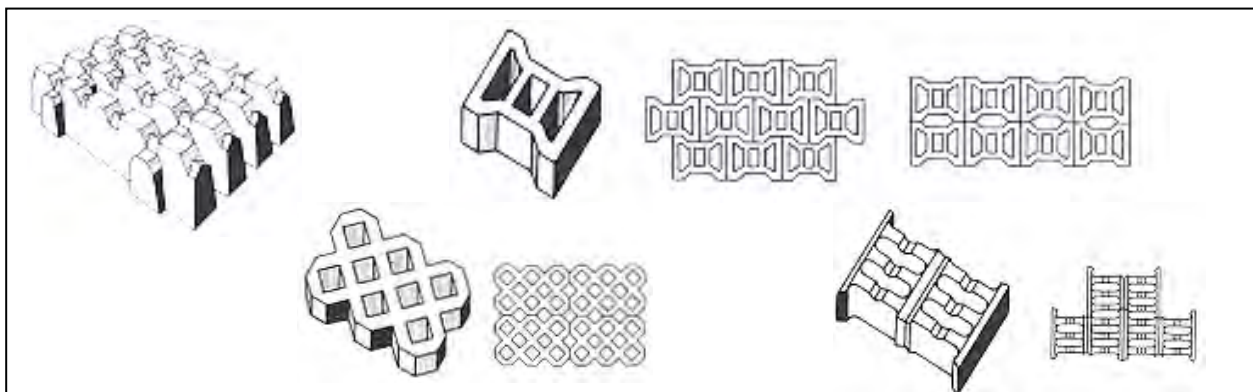


Figura B.753 – DISEÑOS MÁS UTILIZADOS DE PLACAS DE ADOPASTO DE CONCRETO con diferentes aparejos en un caso cuando se busca reducir la cantidad de piezas por metro cuadrado.

Fuente: PRAXISTIPS FÜR DIE PFLASTER – UND VERBUNDSTEINVERLEGUNG – VERFASSER: SEPP RIXNER, WACKER-WERKE GmbH&Co. KG, 1994; p. 59

El concreto drenante es un material para capa de rodamiento que cuenta con una red de vacíos comunicantes entre sí y con el exterior. Estos vacíos cuentan con un tamaño lo suficientemente grande para permitir que el agua se almacene en ellos temporalmente, circule por ellos y se descargue hacia una salida, todo ello de forma duradera. *Para obtener esos vacíos de manera permanente, se utilizan granulometrías altamente discontinuas y se limita la proporción del mortero. Estos vacíos son el resultado de la composición del concreto y no de un estrechamiento insuficiente.*

Las características de los concretos porosos y drenantes dependerán de las funciones por cumplir en la estructura para el almacenamiento del agua de lluvia, de las condiciones y de los medios de colocación.



Figura B.754 - COMPACTACIÓN DE UN PAVIMENTO DE CONCRETO DRENANTE
Fuente: T-57 CIMBÉTON; p. 31



Figura B.755 - TENDIDO DE UNA ESTRUCTURA CONTENEDORA DE CONCRETOS POROSOS
Fuente: T-57 CIMBÉTON; p. 26



Figura B.756 FLUJO DE AGUA A TRAVÉS DE UN CONCRETO DRENANTE
Fuente: Pervious concrete pavements. Paul D. TENNIS et Al.; P.C.A. y NRMCA, 2004; portada



Figura B.757 APARIENCIA DE SUPERFICIE DE UN CONCRETO DRENANTE
Fuente: T.57, CIMBÉTON; p. 134

El concreto drenante se compone de:

- Una baja cantidad de arena 0/2 mm: de 60 a 120 kg/m³;
- Gravas trituradas: 6/10 ó 10/14 ó 10/20;
- Cemento CEM I ó CEM II de las clases 32.5, 42.5 ó 52.5 con una dosificación del orden de 300 a 400 kg/m³;
- Agua: de 70 a 100 l/m³;
- Aditivo incluso de aire;
- Aditivo tipo super plastificante o coloidal para mejorar la adherencia del mortero en los agregados durante la transportación y su colocación en obra.

● **Porosidad abierta ó útil**

Representa, una vez que el concreto se haya colocado, el porcentaje de oquedades comunicantes entre sí y con el exterior.

La porosidad abierta se expresa en porcentaje. Podrá medirse en probetas fabricadas en laboratorio, o bien, en corazones tomados *en el lugar*.

Tabla 26: tipología de las estructuras

Porosidad del recubrimiento (vacíos totales)	Recubrimiento poroso			Recubrimiento compacto	Estructura sandwich
	Delgado 3-4 cm	Regular 6-10 cm	Grueso 15-20 cm		
Normal 15-20 % vacíos	CPU1	CPU2	CPU3		
	1-1 1-2	2-1 2-2	3-1 3-2		
Alta 20-28 % vacíos	CPU4	CPU5	CPU6	CPU10	CPU11
	4-1 4-2	5-1 5-2	6-1 6-2		
Muy alta > 28 % vacíos	CPU7	CPU8	CPU9		
	7-1 7-2	8-1 8-2	9-1 9-2		



Figura B.758 - TIPOLOGÍA DE LAS ESTRUCTURAS POROSAS DE PAVIMENTOS DE CONCRETO

Fuente: Voiries et Aménagements Urbains en Béton, Revêtements et Structures Réservoirs, T-57 CIMBÉTON, 2001 ; p. 51 y 159

- **Consistencia**

La consistencia de los concretos drenantes o porosos será, por lo general seca (revenimiento del cono de Abrams inferior a 1 cm). Deberá ser compatible con las condiciones atmosféricas previsibles en obra hasta el término de su colocación sin adición de agua.

- **Aire incluido**

Como cualquier concreto para vialidad, los concretos drenantes o porosos deberán presentar una resistencia suficiente con respecto al hielo y a las sales de deshielo. Por lo tanto, su formulación deberá, obligatoriamente, contener un aditivo incluso de aire con el objetivo de mejorar la resistencia del mortero contra dichas agresiones. El contenido de aire incluido se medirá en el mortero. Deberá ser como mínimo del 7% en climas fríos y del 3% al 4% en climas templados.

Por lo que respecta a la estructura inferior de los pavimentos (bases y sub-bases, se utiliza grava gruesa con pocos finos y muchas oquedades para asegurar la percolación del agua o cubos de plástico alveolar con alto contenido de vacíos resistencia a cargas vehiculares de baja intensidad de tráfico como el existente en los proyectos de vivienda.

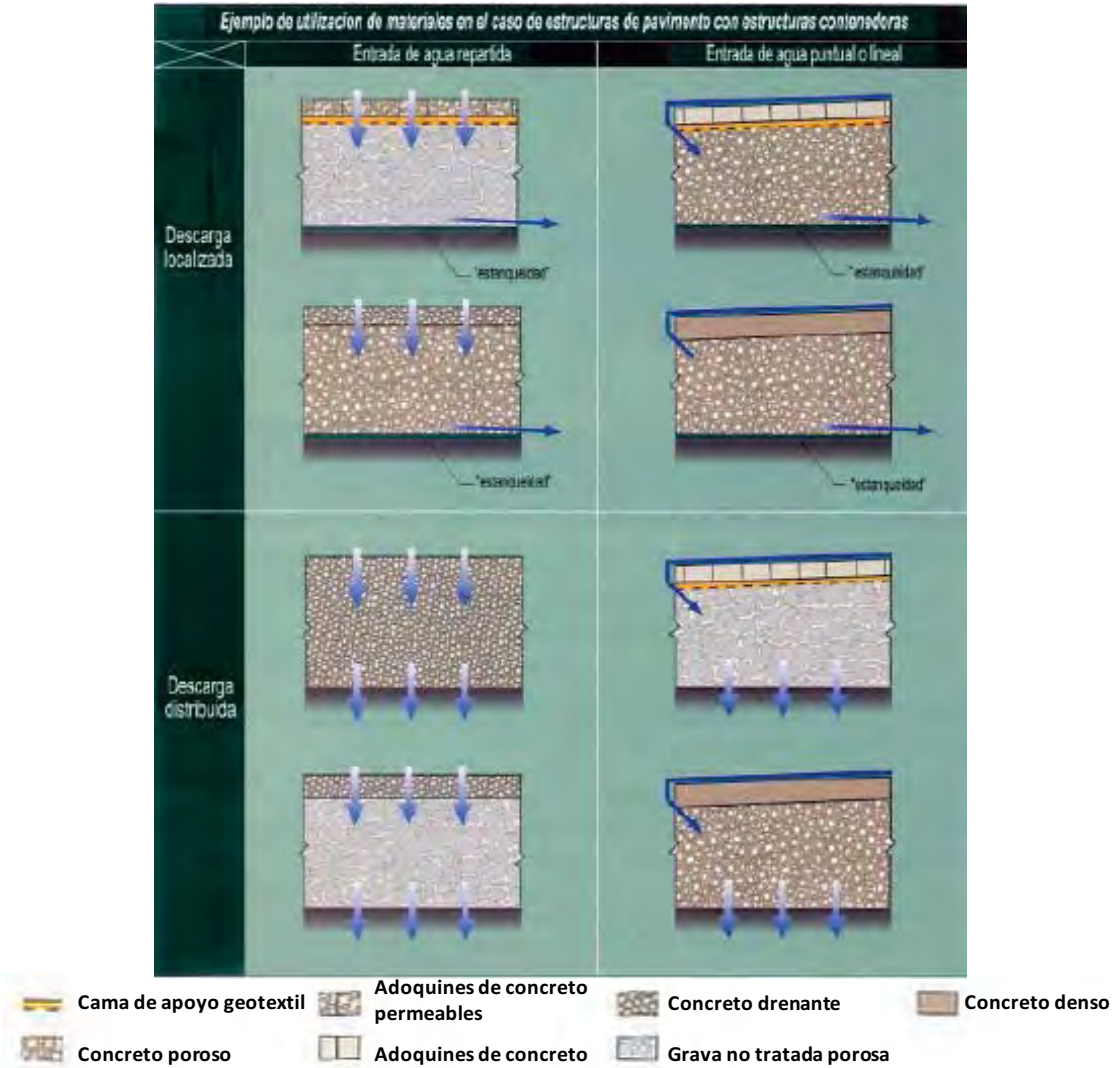


Figura B.759 – EJEMPLOS DE UTILIZACIÓN DE MATERIALES EN EL CASO DE ESTRUCTURAS
 Fuente: Voiries et Aménagements Urbains en Béton, Revêtements et Structures Réservoirs, T-57 CIMBÉTON, 2001 ; p. 40

Los pavimentos permeables son componentes importantes de los sistemas alternativos de aprovechamiento y/o infiltración de agua de lluvia que, en la actualidad, todo proyecto de vivienda debe de implementar, tanto por ser una exigencia de la normatividad vigente como por economía (dado el costo incremental del agua potable) y por conciencia ecológica.

El conocer su funcionamiento, su desempeño y comportamiento a largo plazo, los cuidados a tomar en cuenta en su ejecución y protección en obra, así como las rutinas y costos de mantenimiento para la conservación de su eficiencia a través del tiempo se ha vuelto de capital importancia.

Los pavimentos permeables tienen varias ventajas colaterales cuyo beneficio debe de tomarse en cuenta. Las principales son:

- Reducción considerable o incluso eliminación total de redes de drenaje pluvial así como de su posterior limpieza y desasolve cuyo olvido puede generar inundaciones.
- Anulación de mojado del pavimento evitando que sea resbaloso así como eliminación de charcos y salpicado.



Figura B.760a – PAVIMENTO BBD = Concreto Asfáltico Drenante (Bétons Bitumineux Drainants) SIN proyecciones de agua

Figura B.760b – PAVIMENTO BBSG = Concreto Asfáltico Convencional CON Proyecciones de Agua (Béton Bitumineux Semi Grenu - Traditionnel)

Figura B.760 – VENTAJAS EVIDENTES DE UN PAVIMENTO ASFÁLTICO DRENANTE con respecto a un pavimento asfáltico convencional

Fuente: Chaussées poreuses urbaines, 1999; p. 6

- Inducción a la reducción de velocidad en la circulación de vehículos muy necesaria en los proyectos de vivienda.
- En muchos casos mejores resultados de apariencia dado que se toma en cuenta más su integración con el paisaje urbano.

La apariencia general de los pavimentos permeables y la gama de materiales a utilizar es la misma que lo existente en pavimentos convencionales aunque, en algunos casos, se notará algo de mayor rugosidad de superficie.

Debido a que los pavimentos permeables forman parte de soluciones integrales de sistemas alternativos de aprovechamiento y absorción del agua de lluvia se interconectan con otros componentes como registros decantadores, registros recolectores, tanques de regulación, filtros, tanques de almacenamiento y redes de agua para dar servicio a lavado de autos, riego de jardines y limpieza exterior y medios de absorción en algunos casos.

Generalmente los pavimentos permeables sobre suelos con capacidad suficiente de absorción son aprovechados para formar *parcelas de absorción* que pueden llegar a ocupar toda la superficie de los pavimentos y, por tanto, su capacidad de absorción y de regulación es bastante más eficiente que la capacidad de absorción puntual de un pozo de absorción: aunque su mantenimiento se vuelve más extensivo, es menos vulnerable y tiene menos posibilidades de azolve.



Figura B.761 – ESTRUCTURA CONTENEDORA Y ESTACIONAMIENTO DE UN SUPERMERCADO CON RECUBRIMIENTO DE BBDr (Concreto Asfáltico Drenante)

Fuente: *Chaussées poreuses urbaines*, CERTU 1999, p. 88

Hay otras opciones de estructuras de pavimentos denominadas “SAUL” que son la abreviación de su nombre en francés “**S**tructures **A**lveolaires **U**ltra **L**égères” (estructuras alveolares ultra-ligeras) para el saneamiento pluvial constituidas por bloques de plástico alveolar resistentes a las cargas vehiculares y con alta capacidad de regulación.

<p>Figura B.762a – Durante la tormenta el agua llega del colector mediante un sistema de difusión (1) dispuesto en el seno de una cama de materiales drenantes y (2) sube su nivel de agua dentro de los blocks de Nidaplast (3) que la almacenan.</p> <p>Figura B.762b – Cuando la lluvia ha cesado, el agua almacenada vuelve a descender por gravedad dentro del sistema de difusión y se va evacuando poco a poco por la canalización del drenaje.</p>	<p>Figura B.763a – Fosa de infiltración y de regulación bajo jardín.</p> <p>Figura B.763b – Base de infiltración y de regulación bajo pavimento poroso y descarga de bajadas de aguas pluviales.</p> <p>Figura B.763c – Base de infiltración y de regulación bajo vialidad con pavimento poroso y bajadas de aguas pluviales.</p> <p>Figura B.763d – Trincheras drenantes.</p> <p>Figura B.763e – Zanja de infiltración para desagüe de vialidades y de bajadas de aguas pluviales.</p> <p>Figura B.763f – Fosa de infiltración bajo jardín.</p>
<p>Figura B.762 y B.763 – SISTEMA DE BASES, TRINCHERAS Y FOSAS PARA ALMACENADO DE AGUA DE LLUVIA Fuente: Catálogo de producto NIDAPLAST, empresa ETERNIT.</p>	



Figura B.764a – EJEMPLO DE REALIZACIÓN CON ESTRUCTURAS ALVEOLARES ULTRA-LIGERAS



Figura B.764b – PIEZAS ALVEOLARES ULTRA-LIGERAS (MARCA GEOLIGHT)

Figura B.764 – ESTRUCTURAS ALVEOLARES ULTRA-LIGERAS

Fuente: Les Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) en Assainissement Pluvial – Edit. CERTU, ICPC, Agences de l'EAV, 1998 ; p. 15, 24, 25, 68 y 70 y catálogo de productos, empresa NICOLL.

El mantenimiento preventivo consistirá en eliminar por aspiración – sin barrido – la contaminación de la superficie, el barrido hace que penetren los elementos finos de la contaminación en los vacíos del material.

Para el mantenimiento de este tipo de pavimentos lo más eficiente es utilizar aspiradoras urbanas instaladas en camiones que puedan reabrir los poros del pavimento, los cuales tienden a taparse por el polvo y la contaminación del medio ambiente exterior. Existen otras técnicas como el uso de chorro de agua a presión. Por lo que respecta a la estructura interna de los pavimentos que cumpla como función adicional, la regulación o la absorción se protegen con geotextiles que funcionan como filtros ya que permiten el paso del agua pero retienen las arcillas y los limos. A su vez se calculan con factores de seguridad muy altos que no toman en cuenta una importante superficie absorbente por su posible obturación a través del tiempo.

Los equipos utilizados para el desazolvado son máquinas específicas de tratamiento hidromecánico de superficie, máquinas que también podrán utilizarse para regeneración de las características de superficie de las capas de rodamiento.

Su principio de funcionamiento está basado en dos acciones simultáneas:

- a) Aspersión del agua a una presión regulable entre 15 y 40 MPa, y con un muy fuerte gasto, de 100 a 200 l/min, por medio de chorros, la mayor de las veces rotativos. La potencia de los chorros des-cohesionará el “sedimento” del azolvante y provocará su desprendimiento de la superficie sin que se presenten desprendimientos de gravas; lo anterior requerirá contar con un avance continuo y regular de la máquina.



Figura B.765a – ASPIRADORA utilizada para la limpieza de las superficies rugosas



Figura B.765b – MÁQUINA PARA LA LIMPIEZA Y EL DESAZOLVADO equipada con dos campanas de hidroyección

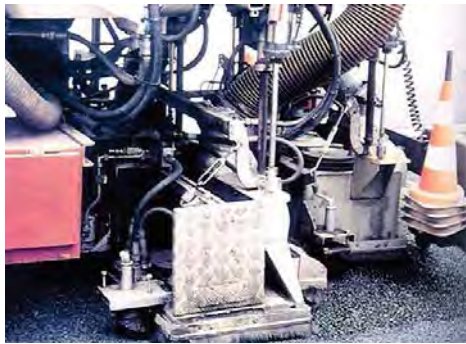


Figura B.765c – MÁQUINA PARA DESAZOLVAR



Figura B.765d – ASPIRADO DE LOS LODOS para el desazolvado



Antes | Después
Figura B.765e – DESAZOLVADO DE PAVIMENTOS POROSOS

Figura B.765 – MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS POROSOS

Fuente: Chaussées poreuses urbaines, CERTU, 1999, p. 102, 103, 105, 108.

13. SOBRECAPAS DE CONCRETO (Whitetopping y Ultrawhitetopping) Y DE ADOQUINES

En algunos proyectos de vivienda, en el caso de vialidades públicas de acceso o en el caso de la edificación de vivienda en fraccionamientos con vialidades terminadas, pero en ambos casos en condiciones degradadas por el uso a través de los años o por la circulación incrementada de camiones pesados para el suministro de materiales de construcción, surge la necesidad de rehabilitar los pavimentos.

Lo que se hace en primera instancia es un trabajo de bacheo cuyos resultados dejan mucho que desear ya que el acabado es totalmente inaceptable por su pésima ejecución y por el aspecto irregular que deja como consecuencia; adicionalmente, en el corto plazo, este arreglo se deteriora rápidamente y se dan nuevos baches que arreglar, principalmente por el efecto de las lluvias.

Cuando la cantidad de baches parchados es excesiva se hacen trabajos de re-pavimentación donde generalmente se escarifica la carpeta asfáltica, se coloca una nueva o, en el mejor de los casos, se recicla una parte. Esta solución re-establece la planeidad y la rectificación de pendientes de la capa de rodamiento pero no se mejora su estructura resistente.

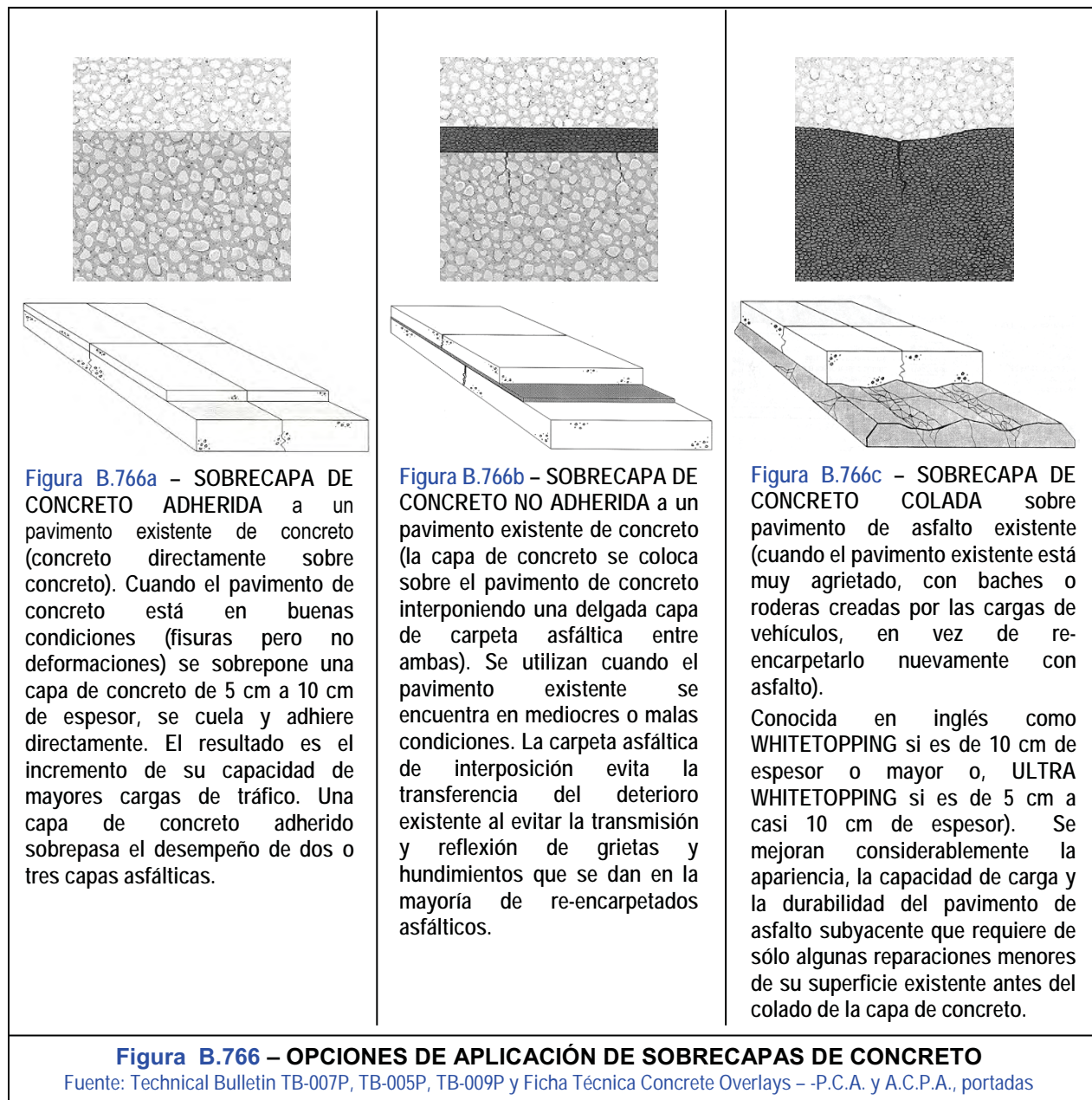
En la ejecución de estos trabajos siempre se olvida y se deja sin hacer la renivelación de coladeras, de brocales y de tapas y marcos de pozos de visita y de registros de todo tipo de instalaciones enterradas, lo cual genera hondonadas abruptas en la superficie circulable que llegan a generar accidentes y a dañar severamente la suspensión de los vehículos de todo tipo y tamaño.

Existe la solución denominada *sobrecapas delgadas de concreto* (con espesor de 9 cm a 12 cm) y hasta llegar a *sobrecapas ultradelgadas de concreto* (con espesores de hasta 5 cm) aplicables a casos de vialidades de baja intensidad de tráfico que se presentan en los proyectos de vivienda.

Las ventajas del empleo de sobrecapas delgadas sobre pavimentos pre-existentes son principalmente: mayor resistencia a sollicitaciones de tráfico y mayor vida útil de servicio, planeidad y confort para el manejo de los vehículos que la circulan, incremento en la seguridad por su durabilidad y permanencia sin baches y por ser altamente antiderrapante a través de su vida útil, versatilidad de aplicación tanto sobre pavimentos de concreto como sobre pavimentos de asfalto y, finalmente, puede considerarse como una alternativa económica y resistente que durará bastante más que un pavimento de asfalto al cual debe de considerársele gastos crónicos de mantenimiento que se inician desde el corto plazo.

Para vialidades con tráfico intenso de camiones pesados y para carreteras, se utilizan sobrecapas de hasta 20 cm de espesor, lo cual no se requiere en proyectos de vivienda.

Las sobrecapas pueden aplicarse sobre pavimentos de concreto hidráulico o sobre pavimentos con carpeta asfáltica.



Las *sobrecapas de concreto* colocadas directamente sobre un pavimento existente de concreto (directamente concreto sobre concreto) se llaman *sobrecapas adheridas*.

La *sobrecapa de concreto colada directamente sobre pavimento de concreto* se utiliza con objeto de mejorar las condiciones de monolitismo, la capacidad de carga vehicular incrementa sustancialmente, la vida útil, la seguridad y confort en el manejo (por planeidad y antideslizamientos) y el aspecto de superficie así como la luminosidad.

Una sobrecapa de concreto colada directamente y, por tanto, bien adherida a un pavimento de concreto pre-existente reduce los esfuerzos críticos transmitidos al suelo subyacente de su estructura.

En comparación con un re-encarpetado de asfalto, una sobrecapa de concreto proporciona una mejora estructural de casi el doble por cada 2.5 cm de espesor. Se requieren de 15 a 18 cm de re-encarpetado bituminoso para soportar el mismo desempeño estructural que una capa de concreto sobrepuesto de 7.5 cm.

Su vida útil puede llegar a más de 40 años siendo que un diseño normal considera un periodo de 15 a 25 años.

El empleo de la carpeta de asfalto necesita ser reparada o re-pavimentada varias veces para conservar sus características de uso de 15 a 25 años.

Antes del colado de la sobrecapa debe asegurarse, de manera prioritaria, que el soporte que da el pavimento existente sea uniforme debido al poco espesor de la sobrecapa que la hace depender de la adherencia y la confiabilidad que aporta el pavimento existente.

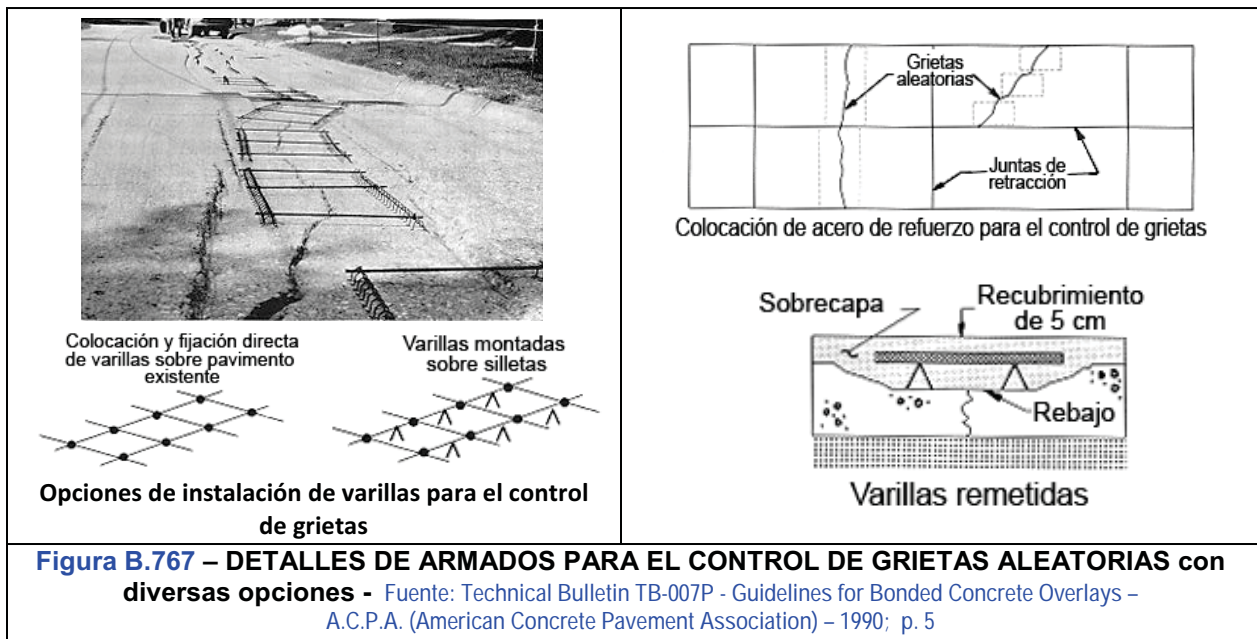
Para evitar que las grietas aleatorias del pavimento se transmitan a la sobrecapa, se deben colocar varillas de refuerzo sobre silletas ubicadas centrándolas sobre dichas grietas.

Se aplican sobre pavimentos que estén en buenas condiciones con objeto de incrementar su capacidad de carga (mayor tráfico pesado) y su durabilidad. Su espesor, en la mayoría de casos, va de 7 cm a 10 cm dependiendo del cálculo estructural obtenido. En algunos casos se han realizado sobrecapas de concreto de 2.5 cm de espesor empleando para su extendido y vibrado regla vibratoria; se ha determinado sin embargo que el mínimo espesor práctico para la ejecución con cimbra deslizante sea de 5 cm por la restricción de uso que tiene este equipo.

Generalmente la sobrecapa requiere de armado de acero a menos que tenga un espesor mayor a 10 cm. Este caso es muy poco común en proyectos de vivienda donde el tráfico no es pesado ni intenso. La preparación del pavimento existente es fundamental para asegurar un soporte uniforme para el buen desempeño de la sobrecapa.

Deberán llenarse los vacíos entre firme de concreto existente y sub-base con relleno fluido o mortero.

Sobre las fisuras aleatorias transversales se colocan varillas que absorben esfuerzos de tracción potencialmente reflejables a la sobrecapa como se muestra en la siguiente figura:



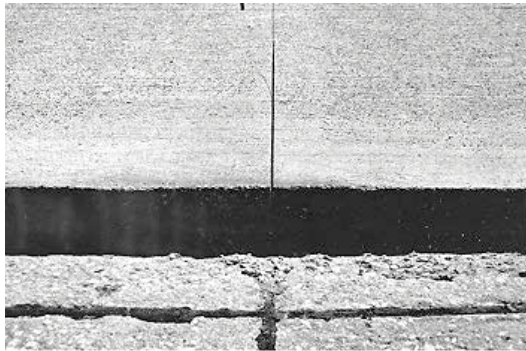
La adherencia es clave en esta opción y lograrla depende de dos factores de mayor influencia:

- 1.- La resistencia e integralidad del concreto existente
- 2.- La limpieza de la superficie.

Hay otros factores que coadyuvan al desarrollo de la resistencia de adherencia como la buena consolidación por vibrado de la sobrecapa, las buenas técnicas de junteo y del buen curado del concreto.

El colado de la sobrecapa se efectúa siguiendo las consignas normalmente utilizadas en pavimentos de concreto.

Las juntas de retracción y de expansión de la sobrecapa deben coincidir con las del pavimento existente y deben de sellarse siguiendo los mismos cuidados del junteo en pavimentos de concreto.



Junta con el corte completo de la sobrecapa

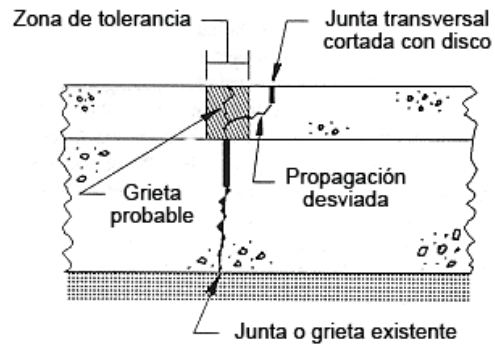


Figura B.768 – La DESVIACIÓN MÁXIMA DE FISURA PERMISIBLE EN JUNTAS DE SOBRECAPA CON RESPECTO A LA DEL PAVIMENTO EXISTENTE ES DE 10 cm, que puede eliminarse marcando un trazo cuidadoso de coincidencia.

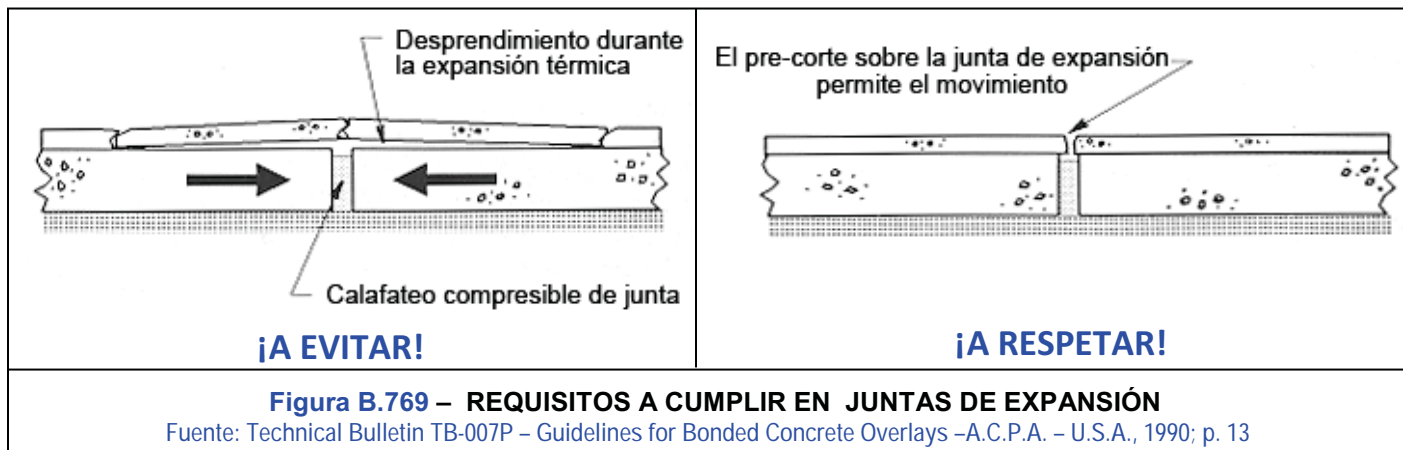
Fuente: Guidelines for Bonded Concrete Overlays – A.C.P.A., 1990; p.12.

Los requerimientos de las juntas se indican en la siguiente tabla del Boletín Técnico TB-007P de la A.C.P.A.

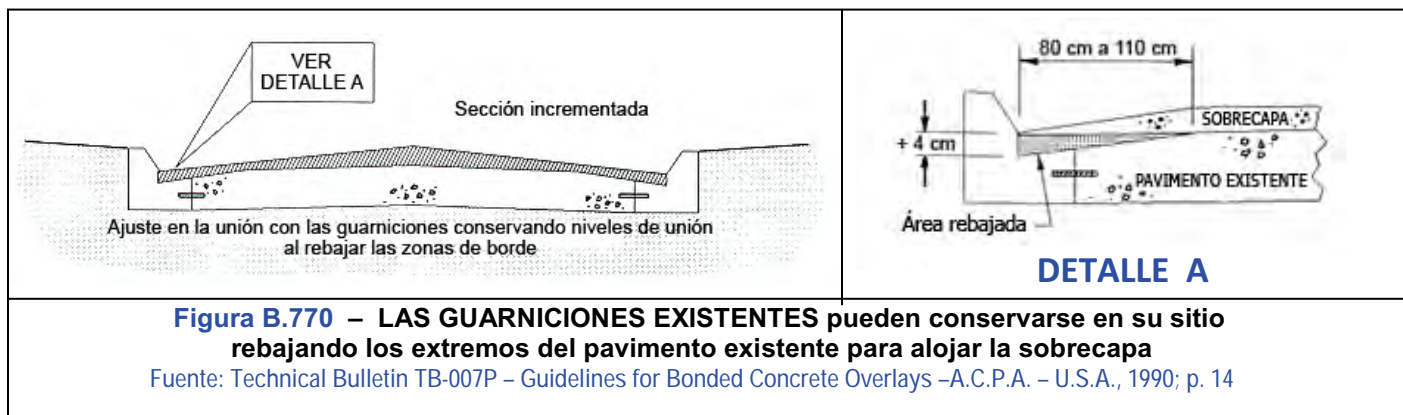
REQUERIMIENTOS DE CORTE DE JUNTAS

TIPO DE JUNTA	SOBRECAPA < 10 cm	SOBRECAPA > 10 cm
Transversal de contracción	Esesor nominal + 15 mm	1/3 del esesor nominal
Longitudinal	½ del esesor nominal	1/3 del esesor nominal
De expansión	Esesor nominal + 15 mm	Esesor nominal + 15 mm

- Todos los anchos de las juntas deben ser iguales.
- Se asegurará la coincidencia de ubicación y trayectoria entre pavimento existente y sobrecapa con la ayuda de reventones.
- Los incrementos de profundidad de corte en juntas con respecto al espesor de la sobrecapa se dan para no afectar la adherencia.



Para el respeto o ajuste de la nivelación transversal se debe rebajar el pavimento existente en sus extremos que rematan con las guarniciones para coincidir con los mismos niveles originales.



Esta primera opción mejora considerablemente la apariencia y la capacidad de carga de los pavimentos de concreto existentes en las vialidades de acceso a conjuntos habitacionales, transformándose incluso el acabado de superficie de un pavimento con otra textura y color (en caso de requerirse) logrando los mismos o mejores resultados con respecto a rehacer un nuevo pavimento con un mayor costo y tiempo de realización.

Esta opción puede llevar una capa asfáltica de acabado por su uso en carreteras y vialidades para tráfico pesado. *En el caso de vialidades para proyectos de vivienda es suficiente dejar la sobrecapa de concreto a la que incluso puede dársele un acabado aparente con color y textura.*

Las sobrecapas de concreto, desligadas por la interposición de una capa delgada de asfalto para evitar su adherencia, se utilizan cuando el pavimento existente está deteriorado y presenta condiciones de degradación importantes. La separación se hace con objeto de evitar que las fisuras y los indicios de desgaste se reflejen o se transmitan hacia la sobrecapa de forma parecida a cuando se tiende una carpeta sobre un pavimento de asfalto dañado, como de hecho sucede.

La separación entre pavimento existente y sobrecapa evita la transmisión o reflexión de grietas hacia esta última.

Las sobrecapas de concreto desligadas son particularmente efectivas para cubrir pavimentos existentes en malas condiciones.

Sobre pavimentos con avanzado estado de deterioro, las sobrecapas despegadas se mantendrán con desempeño adecuado a largo plazo y a costo competitivo con respecto a la opción generalmente utilizada de sobre-encarpetado con asfalto.

Al pavimentarse sobre subrasantes de baja resistencia, subrasantes saturadas o suelos compresibles, se pueden presentar dificultades constructivas que incrementan los tiempos de ejecución y una obra de repavimentación con deficiencias.

La ejecución de una sobrecapa es una opción que se ejecuta sobre el pavimento existente sin necesidad de removerlo ni de reparar la subrasante ni la sub-base lo cual ahorra tiempo y dinero.

Las sobrecapas de concreto desligadas (despegadas) del pavimento existente no desarrollan la transmisión de grietas y desperfectos que generalmente se dan en las sobrecapas de asfalto y que reducen significativamente su vida útil esperada.

La sobrecapa mejora la capacidad estructural y la planeidad para la circulación de autos así como su antideslizamiento convirtiendo a pavimentos dañados en nuevos y mejores.

Dependiendo de las cargas de diseño y de las condiciones de soporte, las sobrecapas pueden ser de concreto simple con o sin pasajuntas, con refuerzo parcial o totalmente reforzados. En el caso de accesos a proyectos de vivienda, la solución de concreto simple puede ser la más utilizada.

Las sobrecapas desligadas no requieren de procedimientos de construcción específicos ni de equipos y materiales especiales sino sólo las mismas consignas aplicables a un pavimento bien construido aprovechando la capacidad estructural remanente del pavimento pre-existente.

El medio de separación entre pavimento existente y sobrecapa no debe ser una membrana de polietileno, una membrana de curado o un impermeabilizante sino una carpeta asfáltica aplicada en caliente o en frío (slurry seal) con un espesor mínimo de 13 mm, siendo lo más recomendable un espesor nominal de 25 mm.

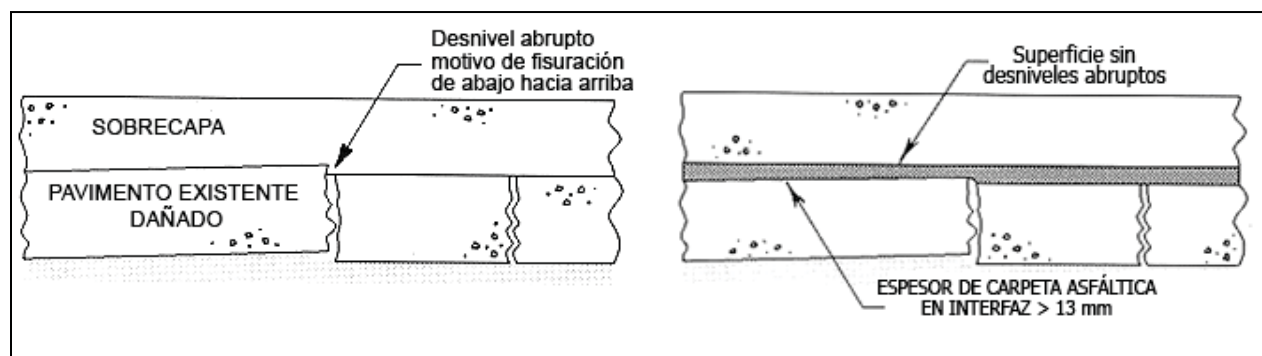


Figura B.771 – COMPARACIÓN ENTRE SOBRECAPAS DE CONCRETO LIGADA Y DESLIGADA A PAVIMENTO DE CONCRETO PRE-EXISTENTE

Fuente: Technical Bulletin TB-005P, Guidelines for Unbonded Concrete Overlays –A.C.P.A., U.S.A., 1990; p. 7

Debido al aislamiento que se da a la sobrecapa, por ser delgada, se presenta el fenómeno de abombado (cóncavo o convexo) como resultado de las diferencias de temperatura durante el día y de diferencias de humedad.

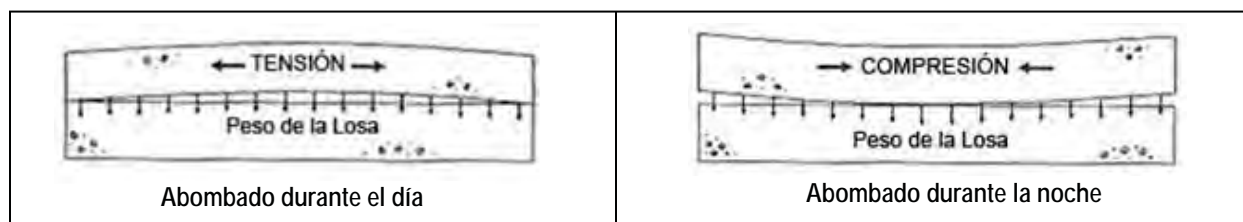


Figura B.772 – ABOMBADO DE UNA SOBRECAPA DESLIGADA SOBRE UN PAVIMENTO DE CONCRETO EXISTENTE

Fuente: Technical Bulletin TB-005P – Guidelines for Unbonded Concrete Overlays –A.C.P.A. – U.S.A., 1990; p. 3.

Reduciendo las distancias de separación de juntas en ambos sentidos y armando la sobrecapa se puede evitar o reducir la ocurrencia de esta tendencia.

Para sobrecapas desligadas sin ningún refuerzo, el espaciamiento máximo entre juntas debe ser de 21 veces su espesor y bajo ninguna circunstancia exceder 24 veces dicho espesor y debe ser menor de 3.00 m para cualquier espesor de una sobrecapa sin armado.

En algunos casos pueden incorporársele, al concreto de la sobrecapa, mallas electrosoldadas o parrillas de acero para controlar la fisuración con anchos reducidos y para mantener al agregado trabajando unido.

El armado de acero no evita la fisuración por diferencias de temperatura y no incrementa la capacidad estructural del pavimento. El porcentaje de acero que generalmente se usa en losas con acero electrosoldado va del 0.10 al 0.20%; en el caso de las sobrecapas, sin embargo, se debe especificar un mínimo de 0.17% para absorber los mayores esfuerzos provocados por la tendencia al abombado por su poco espesor.

Para decidir las características de diseño de las sobrecapas debe compararse el costo del uso de mallas electrosoldadas para colar paneles de mayores dimensiones y con menos juntas contra paneles más pequeños y mayor cantidad de juntas e incluso contra un diseño de refuerzo continuo.

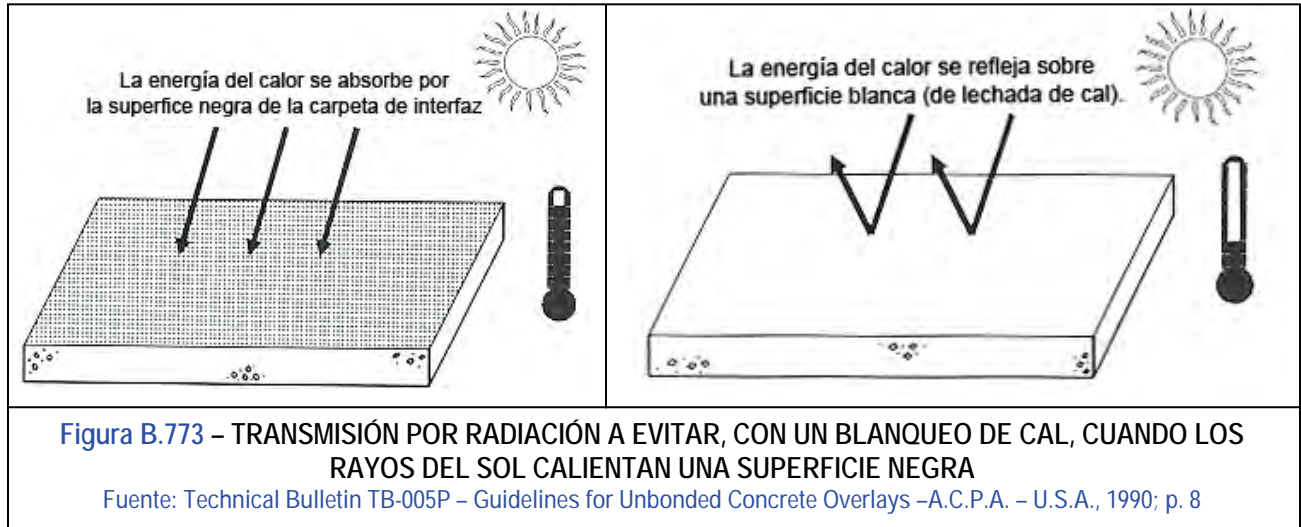
Para definir un diseño de sobrecapa se parte de la inspección visual y el levantamiento de las condiciones de daño del pavimento existente con objeto de determinar el tipo y la magnitud de la reparación previa y de estimar la resistencia potencial del pavimento con la sobrecapa previsible.

Los espesores mínimos recomendados de sobrecapas desligadas de su pavimento subyacente van de los 12 cm a los 15 cm y a veces hasta de 17 cm. *Para el caso de accesos a conjuntos habitacionales donde el pavimento existente sea de concreto y esté muy deteriorado, en principio, se ve que un espesor de 12 cm de sobrecapa es suficiente para la mayoría de casos.*

Las principales condiciones de daño severo que requieren de una reparación de reemplazo a profundidad y abarcando todos los elementos complementarios son: despedazados graves de la losa, deflexiones y efectos de bombeo (socavación de la base).

Con objeto de aprovechar el concreto despedazado como consecuencia del daño sufrido, se puede triturar y reciclar dicho material.

Una vez rehabilitado el pavimento y tendida la carpeta asfáltica como medio de separación, hay que cubrir a dicha carpeta color negro con una lechada de cal o con una membrana de curado color blanco con objeto de mantener a su superficie expuesta al sol sin exceder una temperatura de 40°C y evitar que se tengan problemas de falta de adherencia, choques térmicos y reblandecimientos en la carpeta que generan en el concreto grietas de interfaz y de retracción.



En el colado de la sobrecapa hay que asegurarse de dejarla con el espesor mínimo especificado al espesor nominal del diseño.

El colado se realiza respetando las prácticas especificadas para un pavimento de concreto nuevo.

Como acabado se puede dejar sin color o con color y siempre con una textura antiderrapante aceptada para vialidades de baja velocidad de circulación.

Inmediatamente después de haberse ejecutado el texturizado de la superficie hay que aplicar el compuesto de curado (color blanco) sobre toda la superficie incluyendo costados y bordes. En los casos de clima frío o caliente no hay que olvidar tomar las precauciones apropiadas para cada caso.

Deberán cortarse con disco las juntas transversales y longitudinales lo más pronto posible con objeto de aliviar esfuerzos iniciales. El corte de juntas asegura que las grietas se ubicarán en dichas juntas previstas para tal efecto.

La profundidad de las juntas transversales y longitudinales debe ser como mínimo de 1/3 del espesor nominal de la sobrecapa. Cuando en alguna zona el espesor real de la sobrecapa sea mayor a 2.5 cm al espesor nominal especificado, se deberá profundizar el corte.

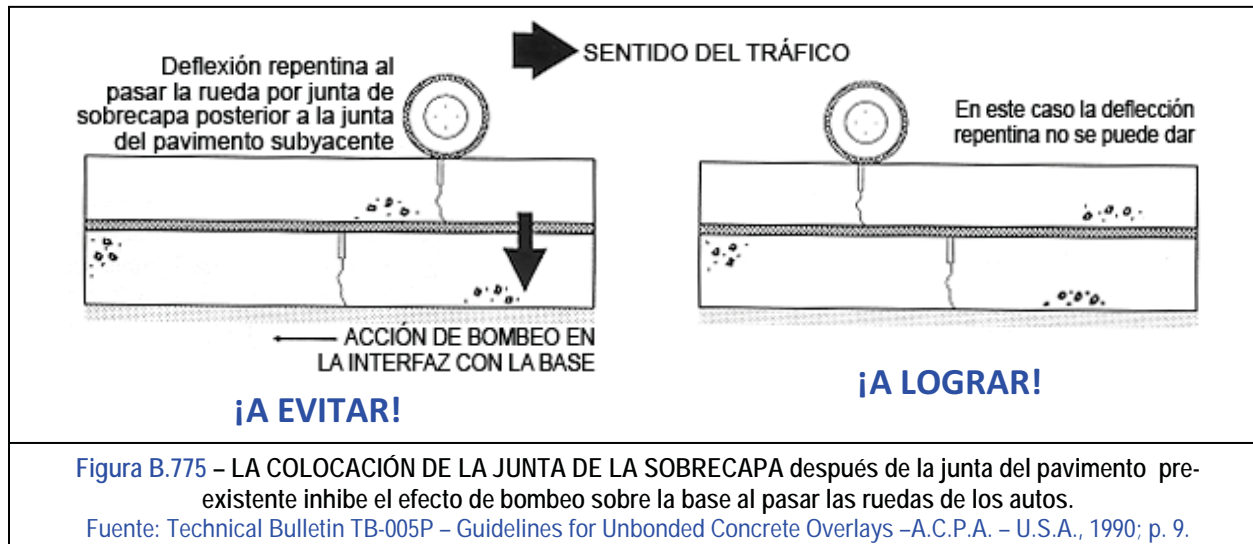
Las juntas de este tipo de sobrecargas deben tener un deliberado trazo de ubicación desfasado con respecto a las juntas del pavimento pre-existente ya que la no coincidencia de trayectoria de juntas en una sobrecapa desligada contribuye a una buena transferencia de cargas a través de las juntas (se da un comportamiento similar al del cuatrapeo que se especifica en muros de mampostería) donde cada junta queda localizada sobre o bajo concreto continuo que funciona como losa de apoyo.



Figura B.774 – DESFASE DE JUNTAS DE LA SOBRECAPA con respecto a las juntas del pavimento pre-existente que proporciona un apoyo continuo de la losa inferior y mejora la transferencia de cargas

Fuente: Technical Bulletin TB-005P – Guidelines for Unbonded Concrete Overlays –A.C.P.A. – U.S.A., 1990; p. 9

Para una máxima efectividad del desfase conviene ubicar las juntas de la sobrecapa antes de las juntas del pavimento pre-existente en base al sentido del tráfico previsto.



Es muy importante asegurar el trazo de juntas para definir y asegurar su ubicación conveniente. Las juntas deben sellarse con el material de respaldo y de sellado específico para este tipo de obras.

Durante el proceso de construcción debe desviarse el tráfico. Para su rápida ejecución y utilización es aplicable emplear los métodos de pavimentación de concreto denominados en "Fast-Track".

La sobrecapa de concreto que se cuela directamente sobre un pavimento de asfalto existente conocida como capa blanca o “whitetopping” en inglés, se utiliza cuando la carpeta asfáltica está severamente agrietada, llena de baches y con hondonadas o roderas provocadas por el peso y la intensidad del tráfico. Antes de la aplicación de la sobrecapa de concreto se necesita darle al pavimento de asfalto una reparación mínima a su superficie en caso de ser necesaria.

Una de las mayores ventajas de la técnica Whitetopping es su simplicidad de ejecución donde la preparación de la superficie es mínima y el trabajo puede hacerse con el equipo y los medios que todo constructor utiliza normalmente.

Antes de iniciar el diseño de la sobrecapa se debe tener un levantamiento de las condiciones existentes del pavimento dañado que servirá de soporte.

Las juntas transversales y longitudinales deben cortarse lo antes posible para liberar los esfuerzos iniciales de contracción.

Aunque muchos de estos proyectos se diseñan para una vida útil de 20 años, pueden llegar a durar 30 a 40 años con un mínimo mantenimiento.

Los factores causantes del deterioro del pavimento de asfalto existente necesitan reconocerse y corregirse en el diseño. Las fallas pueden atribuirse a problemas de drenaje, de tráfico, de las condiciones de la subrasante, de un espesor de pavimento insuficiente, de una ejecución deficiente, de una inadecuada proporción de materiales utilizados o de materiales de baja calidad sin cumplir normas.

El espesor de la nueva sobrecapa de concreto quedará determinado por el tipo y volumen de tráfico esperado, la resistencia del pavimento existente y las propiedades materiales del pavimento utilizado.

El concreto utilizado en la sobrecapa puede ser una mezcla normal (resistencia a los 28 días) o una mezcla tipo fast-track. Las mezclas fast-track se especifican cuando se requiere utilizar el pavimento después de 24 ó 36 horas.

Para la preparación de la superficie se deberá partir con la corrección de deformaciones, barrido de toda partícula suelta, los grandes baches que existan bajo la carpeta deberán rellenarse con grava y piedra triturada y compactarse a mano en el sitio para dejar un nivel de superficie razonable y evitar variaciones importantes en el espesor de la sobrecapa de concreto. Las roderas pronunciadas que tenga el asfalto en su superficie deberán retirarse cortando los tramos afectados y rellenarse a nivel para dejar una superficie uniforme.

El espesor de diseño de la sobrecapa será el mínimo aceptable en la obra por lo que todo ajuste de nivel será de espesor mayor.

La profundidad mínima de los cortes no debe ser menor que 1/4 ó 1/3 del espesor nominal de la sobrecapa. Se dará una mayor profundidad cuando el espesor de la sobrecapa varíe en rangos mayores a 2.5 cm sobre el espesor nominal.

La abertura al tráfico podrá calcularse a los 3 días después de que los cilindros de muestra den una resistencia a la compresión de 200 kg/cm².

El ultra-thin whitetopping es un producto de concreto reforzado con fibras sintéticas para rehabilitar pavimentos de asfalto con una adecuada estructura pero con una superficie dañada y con roderas.

El beneficio más significativo es que se puede circular después de 24 horas de terminada la construcción.

La preparación de la superficie implica escarificar rebajando el espesor de la futura sobrecapa.

El diseño de la mezcla incluye: cemento, agregados, inclusor de aire, aditivos (reductores de agua y plastificantes), fibras sintéticas y una baja relación de agua-cemento.

El espesor mínimo de la carpeta de soporte será de 7 cm para asegurar una base suficiente.

El espaciamiento de juntas no será mayor que 12 cm a 18 cm en ambos sentidos por cada 2 cm de espesor de sobrecapa.

Esta opción de sobrecapa es la que potencialmente puede ser más empleada en nuestro medio ya que los pavimentos existentes en México son mayoritariamente de asfalto y hay muy pocos casos que podemos encontrar en zonas habitacionales de pavimentos de concreto; además, es una opción integral más económica con respecto a los otros tipos de sobrecapas de pavimentos.

Su costo en la mayoría de los casos es menor con respecto a los usuales re-encarpetados que habitualmente se dan y, por tanto, en caso de presentarse la necesidad de rehabilitar un pavimento existente de asfalto, esta opción puede ser en muchos proyectos una posibilidad de optimización por costo, durabilidad, luminosidad y aspecto.

Este procedimiento de sobrecapa de concreto aplicada a pavimentos de asfalto deteriorados por el uso donde el espesor del concreto se especifica de 10 cm o más, se denomina Whitetopping (sobrecapa blanca) convencional y se conoce con el nombre en inglés de “Ultra-Thin Whitetopping” (sobrecapa blanca ultra delgada) a las sobrecapas de espesores reducidos que fluctúan entre los 5 cm y los 10 cm. En muchas ocasiones sólo se utiliza el término “Whitetopping” englobando todos los espesores de concreto posibles y “Whitetopping Convencional” al caso de espesores ≥ 10 cm. Su ejecución comprende la reparación y la rectificación de la superficie del pavimento de asfalto degradado y el colado de la sobrecapa.

Esta solución se ha estado utilizando muy ocasionalmente desde los años de 1918 y con mayor profusión desde 1991 en los E.E.U.U. y desde 1996 en Europa (Béton de ciment mince collé) en aeropuertos, autopistas, vialidades primarias, vialidades secundarias, en calles y áreas de estacionamiento con significativas mejoras a través del tiempo de aplicación. En el estado de Baja California (México) ha sido utilizado con excelente resultados; sin embargo, esta técnica no ha tenido en el país una mayor utilización por falta de difusión aunque es una opción bastante ventajosa en los casos de proyectos de vivienda donde se requiera la rehabilitación de pavimentos de asfalto existentes.

La sobrecapa de concreto proporciona mayor resistencia y durabilidad de superficie que el asfalto. El concreto también mejora las características de escurrimiento y drenado del agua de lluvia al no irse creando desviaciones y contrapendientes por la formación de roderas y remociones.

Las sobrecapas de concreto sobre asfalto proporcionan una superficie segura, estética y menos caliente de costo reducido de ejecución y de bajo mantenimiento con mayor tiempo de servicio.



Figura B.776 – CAPA DE CONCRETO (Whitetopping) sobre pavimento de asfalto donde se aprecia la mejora en durabilidad potencial y acabado de superficie así como un color claro que reduce la captación de calor radiante.

Ref. Whitetopping Project Upgrades Holiday In Parking Lot ACPA – U.S.A. RP349P.

La superficie de concreto reduce drásticamente el tiempo, los retrasos y molestias que acompañan al frecuente mantenimiento requerido en las superficies de asfalto.

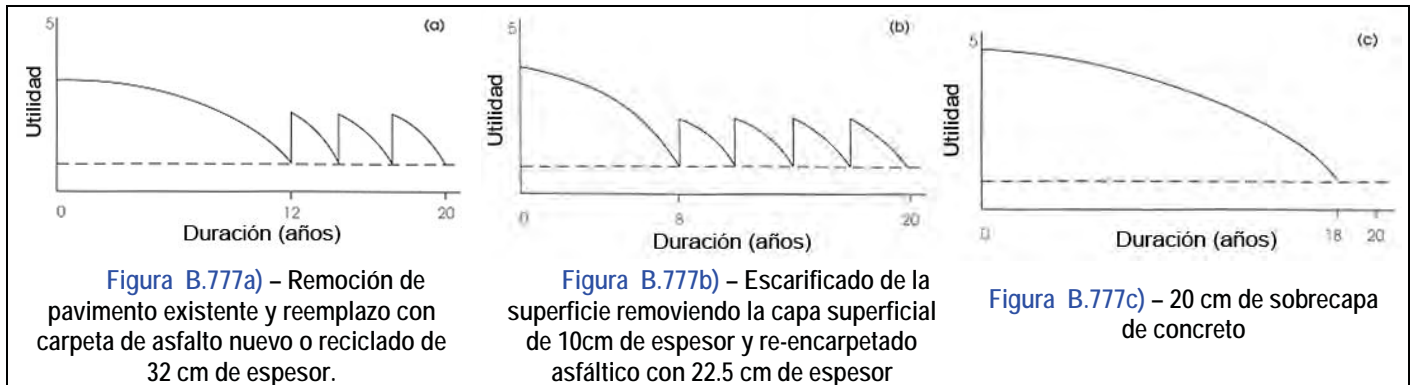


Figura B.777 - GRÁFICAS COMPARATIVAS DE TIPOS DE SOLUCIÓN más comunes de repavimentación con asfalto [caso a) y b)] contra una sobrecapa de concreto donde se aprecia la cantidad de intervenciones necesarias en las opciones con asfalto para llegar a la misma vida útil de 20 años y, la nula intervención en el caso de la capa de concreto. Este caso corresponde a vialidades con alta intensidad de tráfico y, por ello, sus capas especificadas son muy gruesas. Para el caso de proyectos de vivienda todos los espesores son menores pero su comportamiento comparativo es muy similar

Fuente: Technical Bulletin TB-009B – Guidelines for Concrete Overlays of Existing Asphalt Pavements; p. 3

Las ventajas del empleo de sobrecapas delgadas sobre pavimentos pre-existentes son principalmente: mayor resistencia a sollicitaciones de tráfico y mayor vida útil de servicio, planeidad y confort para el manejo de los vehículos que la circulan, incremento en la seguridad por su durabilidad y permanencia sin baches y por ser altamente antiderrapante a través de su vida útil, versatilidad de aplicación tanto sobre pavimentos de concreto como sobre pavimentos de asfalto y, finalmente, puede considerarse como una alternativa económica y resistente que durará bastante más que un pavimento de asfalto al cual debe de considerársele gastos crónicos de mantenimiento que se inician desde el corto plazo.

Cada familia de estructuras y de materiales para vialidades se caracteriza por un modo específico de funcionamiento que le confiere, a mayor o menor plazo, patologías particulares. En el caso de los pavimentos de asfalto, la formación de roderas, las deformaciones, los baches y los charcos de agua que se generan, el agrietado por temperatura, el acodrilamiento (agrietado por fatiga e intemperismo, encharcamientos), no sólo da un aspecto desagradable sino que se convierten en riesgosos accidentes potenciales para los usuarios (choques, atropellamientos por derrapones o por enfrenones intempestivos, daños a la suspensión o llantas de los vehículos, etc.) requieren de atención frecuente para el sellado de grietas, el bacheo y rectificado de superficies.



Figura B.778 – PATOLOGÍAS MÁS COMUNES DADAS EN LOS PAVIMENTOS DE ASFALTO. Deben investigarse todas las probables razones de deterioro de los pavimentos existentes y, seguidamente, deberán corregirse y/o considerarse en el diseño de la nueva capa de concreto

Fuente: Designing Whitetopped Parking Lots to Last. Larry Cole A.C.P.A. – U.S.A., 1994; p. 2; Design of Concrete Overlays (Whitotopping for Asphalt Parking Lots); p. 2 y Le béton de ciment mince collé “BCMC” – T.60; CIMBÉTON; p. 7.

El concreto puede colocarse directamente sobre el asfalto con roderas y hondonadas menores o iguales a 5 cm de profundidad. Las roderas y deformaciones con mayor profundidad y los baches deberán rellenarse con un material granular bien compactado o con relleno fluido antes de la aplicación de la capa de concreto.

Las sobrecapas de asfalto denominadas re-encarpetados se degradan rápidamente cuando se aplican sobre pavimentos diseñados y construidos deficientemente. Las capas subsecuentes de asfalto no tienen un buen comportamiento porque las fallas del pavimento original las transmiten rápidamente hacia arriba. Incluso cuando se especifica un encarpetado más grueso se transmiten con mayor intensidad las roderas que cuando se tiene uno delgado.

La re-hechura de un pavimento requiere de diversas y voluminosas operaciones de obra como la excavación y abertura de caja, rellenos compactados de sub-base y base, además de la carpeta asfáltica que no se necesitan cuando se hace una sobrecapa de concreto directamente sobre el pavimento asfáltico.

La superficie de concreto es durable y estable a través del tiempo y casi no requiere tiempos de mantenimiento ni recursos económicos para ello.

La sobrecapa blanca (whitetopping) es particularmente efectiva cuando no se tienen recursos económicos ni hábitos de mantenimiento y una necesidad de tráfico constante cuya interrupción no puede estarse tolerando.

La sobrecapa de concreto no desarrolla la típica degradación que se da en los re-encarpetados de asfalto donde se presenta de manera recurrente el mismo tipo de patologías incluyéndose la transmisión o reflejo de la fisuración del pavimento viejo. El concreto puede cubrir con uniformidad las roderas de asfalto y corregir el perfil de su superficie.

La estabilidad que da un firme de concreto permite puentear los problemas subyacentes del pavimento viejo que se hayan presentado y, por tanto, no se da la transmisión de grietas. Un firme de concreto sobre el pavimento de asfalto también transforma a un pavimento flexible en uno rígido y elimina los posibles problemas constructivos del asfalto incluso con bases y sub-bases de baja calidad, sub-bases saturadas o suelos débiles que generalmente causan dificultades constructivas e incrementan los tiempos de construcción.

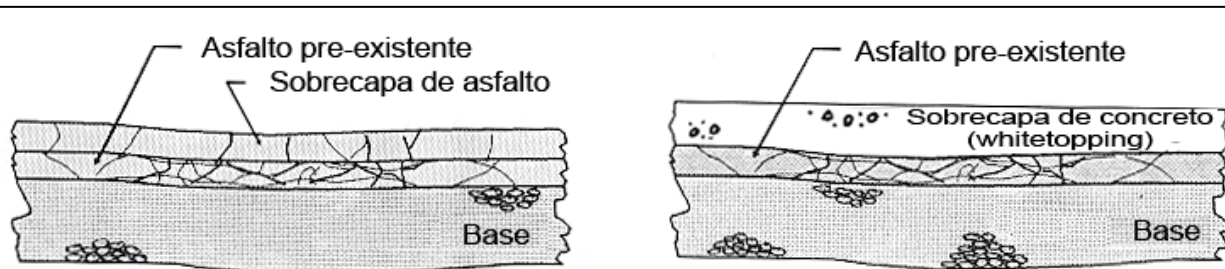


Figura B.779a) – El asfalto transmite los problemas existentes

Figura B.779b) – El concreto puentea los problemas

Figura B.779 – COMPARATIVOS DE COMPORTAMIENTO DE UNA SOBRECAPA DE ASFALTO Y UNA SOBRECAPA DE CONCRETO

Fuente: Technical Bulletin TB-009B – Guidelines for Concrete Overlays of Existing Asphalt Pavements (Whitetopping) A.C.P.A. – U.S.A., 1991; p. 4

Las sobrecapas de concreto pueden ser de concreto simple, estar reforzados con pasajuntas, con refuerzo de acero en las juntas, o pueden tener refuerzo continuo de acero cuando su espesor es mayor a 10 cm. También puede emplearse concreto reforzado con fibras cortas en espesores iguales o menores a 10 cm. El espesor puede determinarse siguiendo la metodología propuesta en el Manual de Diseño Específico para estos casos editado por la Asociación Americana de Pavimentos de Concreto (American Concrete Pavement Association) o por documentación técnica equivalente de origen europeo. Los espesores van de 5 a 10 cm para las capas denominadas como “ultra-thin whitetopping” y de 10 a 18 cm de espesor para las capas de whitetopping convencional.

En el caso de proyectos de vivienda, por tener en la gran mayoría de los casos una intensidad de tráfico baja y ligera, las sobrecapas que eventualmente se necesitan poner sobre pavimentos de asfalto existentes en mal estado (accesos, vialidades internas aprovechables, etc.) son de las más delgadas “Ultra-Thin Whitetopping” (UTW) también llamado a veces Flexcrete cuando se combina con colados en Fast-Track y se refuerzan con fibras de refuerzo, utilizado inicialmente en áreas de estacionamientos, vialidades residenciales con bajo volumen de tráfico de 5 a 10 cm, cuyas características adicionales son: reducción de distancia entre juntas para reducir esfuerzos y preferentemente un refuerzo del concreto utilizado con fibras cortas.

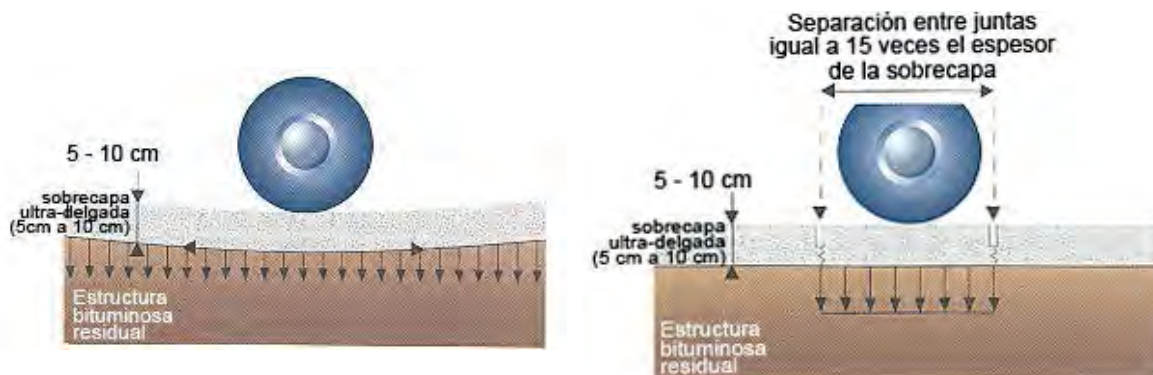


Figura B.780a) – Por falta de juntas de retracción cercanas, hay riesgo de fisuración anárquica del concreto y riesgo de aparición de escamas en la cara vista de la sobrecapa por el efecto de gradientes térmicos

Figura B. 780b) – Un espaciamiento reducido de las juntas reduce considerablemente los esfuerzos de tracción en la base de la sobrecapa de concreto.

Figura B.780 – INFLUENCIA VENTAJOSA DEL ESPACIAMIENTO REDUCIDO DE JUNTAS EN UNA SOBRECAPA E CONCRETO

Fuente: Le Béton de Ciment Mince Collé « BCMC », Une Solution durable contre l’orniérage – T.60 ; CIMBÉTON, Francia ; p. 25

No es práctico instalar pasajuntas o varillas de liga ni juntas machihembradas en pavimentos de 10 cm de espesor o menos. La transmisión de cargas se da con el trabajo del agregado el cual podrá incrementarse con la reducción del espaciamiento de las juntas y con el soporte del pavimento de asfalto subyacente. Comparando con los pavimentos convencionales, la transferencia de cargas no es tan crítica en las sobrecapas de concreto porque la estructura residual del pavimento proporciona un considerable soporte a las juntas.

A la fecha hay una amplísima cantidad de obras ejecutadas donde se ha demostrado que esta solución es ideal para calles de ciudad, intersecciones, vialidades locales o de poco volumen y áreas de estacionamiento cuyas características coinciden con las de las obras de urbanización que se hacen en conjuntos de vivienda y fraccionamientos.



Figura B.781 – SOBRECAPAS DE CONCRETO ULTRADELGADO utilizadas en vialidades de vivienda. Se puede apreciar en la figura el proceso de colocación de este tipo de obra con la secuencia del fondo hacia el frente.

- 1.- Pavimento existente de asfalto deteriorado
- 2.- Escarificado de la capa superior del asfalto para ajustar niveles.
- 3.- Sobrecapa delgada de concreto (ultra-thin whitetopping) con juntas despiezadas

Fuente: Le Béton de Ciment Mince Collé « BCMC » - T60 CIMBETON, Francia ; portada.

En el caso de colocación de sobrecapas sobre superficies importantes de pavimento, lo más conveniente es utilizar equipo de alta productividad (ollas con concreto premezclado y una finisher adaptada).



Figura B.782 – PROCESO DE EJECUCIÓN MECANIZADA DE SOBRECAPAS DE CONCRETO SOBRE PAVIMENTOS DE ASFALTO degradados a través del tiempo.

Ref. Whitetopping Project Upgrades Holiday Inn Parking Lot A.C.P.A. - RP349P – U.S.A.

Los factores que coadyuvan para obtener una obra de calidad con buenas prestaciones de resistencia mecánica y durabilidad son:

- La especificación de un espesor de sobrecapa acorde con los requerimientos de tráfico.
- Una estructura residual del pavimento asfáltico a cubrir de buena calidad donde a mayor espesor total mayor resistencia y durabilidad se obtendrá.
- Una buena adherencia entre la superficie, el pavimento de asfalto existente y la sobrecapa colada encima.
- Un diseño y un buen control de mezcla de concreto.
- Un espaciamiento reducido y despiece de juntas lo más equilibrado y uniforme posible.

Bajo una sobrecapa ultra delgada de concreto (de 5 cm a 10 cm de espesor, dependiendo de los requerimientos de tráfico), el pavimento de asfalto subyacente no debe tener menos de 7 cm de espesor para proporcionar una base de soporte suficiente a la sobrecapa y, evidentemente, entre mayor sea el espesor de la estructura residual de pavimento asfáltico degradado menores serán los esfuerzos aplicados a la sobrecapa.



Figura B.783 – INFLUENCIA DEL ESPESOR RESIDUAL DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO A CUBRIR POR LA SOBRECAPA DELGADA DE CONCRETO (SDC). Entre mayor sea el espesor de la estructura residual del pavimento de asfalto más se desplazará hacia abajo el eje neutro y, por tanto, más se reducirán los esfuerzos de tracción en la base de la sobrecapa delgada de concreto.

Fuente: Le Béton de Ciment Mince Collé « BCMC »– T60 CIMBÉTON, Francia, p. 9

La sobrecapa delgada de concreto simple o, en muchos de los casos, reforzado con fibras sintéticas, rehabilita generalmente a un pavimento de asfalto cuya estructura es suficiente pero que tiene una superficie degradada con roderas, baches, grietas y hondonadas.

La sobrecapa debe quedar eficientemente adherida a la superficie asfáltica de contacto para lograr una estructura compuesta monolítica donde la rigidez del concreto reparte las cargas y alivia así a la estructura de asfalto subyacente; el concreto también asegura una protección térmica de la estructura. Por ello es muy importante el monolitismo logrado con la buena adherencia.



Figura B.784 – INFLUENCIA DE LA ADHERENCIA SOBRE EL DIAGRAMA DE ESFUERZOS para una estructura bituminosa residual dada. El desplazamiento del eje neutro hacia abajo reduce los esfuerzos de tracción en la base de la sobrecapa de concreto, lo cual da la posibilidad de proponer una capa de concreto de menor espesor.

Fuente: Le Béton de Ciment Mince Collé « BCMC » – T60 CIMBÉTON, Francia, p.9

Con objeto de asegurar la buena adherencia entre la estructura residual de asfalto y la sobrecapa delgada de concreto, generalmente se desbasta o se escarifica la superficie de asfalto existente, se barre perfectamente y se deja limpia de todo material suelto. Pruebas de corazones en la obra terminada nos permiten constatar la adherencia necesaria.



Figura B.785 – CORAZÓN EXTRAÍDO DE UN PAVIMENTO ASFÁLTICO CON SOBRECAPA DE CONCRETO para comprobar la correcta adherencia en su interfase.

Fuente: Le Béton de Ciment Mince Collé « BCMC » – T60 CIMBÉTON, Francia,p.8

La opción de escarificar el asfalto o no puede ser para el total del área o sólo parcialmente y todo depende de los niveles finales deseados y de las irregularidades de la superficie existente así como de la rugosidad superficial del asfalto para permitir la buena adherencia con la sobrecapa de concreto. El espesor nominal de diseño de la sobrecapa debe ser considerado como mínimo dejándose un sobre-espesor en las hondonadas del asfalto.

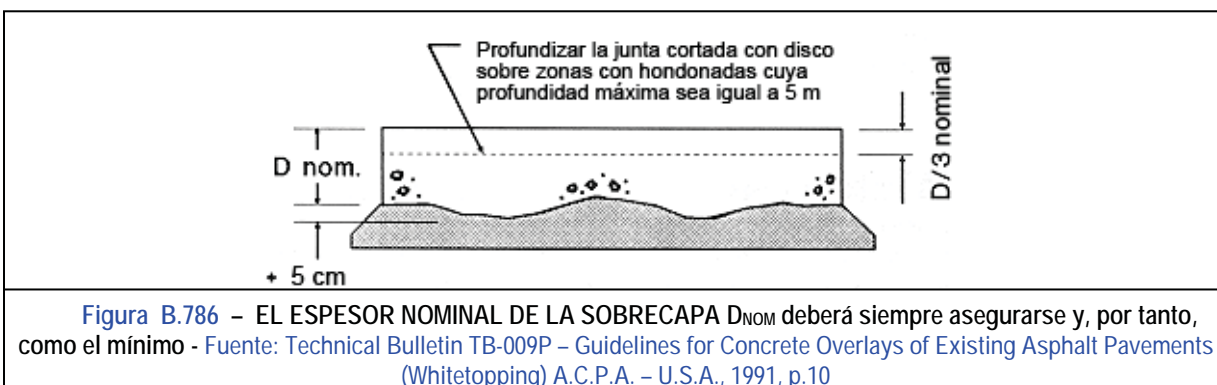


Figura B.786 – EL ESPESOR NOMINAL DE LA SOBRECAPA D_{NOM} deberá siempre asegurarse y, por tanto, como el mínimo - Fuente: Technical Bulletin TB-009P – Guidelines for Concrete Overlays of Existing Asphalt Pavements (Whitetopping) A.C.P.A. – U.S.A., 1991, p.10

Donde se tengan zonas con mayor espesor de sobrecapa deberá profundizarse el corte de la junta para conservar el $1/3$ de D .

La profundidad máxima de hondonada que puede admitirse es de 5 cm. En caso de profundidades mayores se tendrá que rectificar y renivelar el pavimento de asfalto.

El colado directo de la sobrecapa de concreto sobre el pavimento de asfalto existente (sin necesitarse escarificado ni desvastado) cuando las depresiones por roderas o asentamientos no excedan los 5 cm de profundidad máxima.

El control de la nivelación debe irse levantando de 7 a 9 niveles a perfiles transversales a cada 30 m de longitud de vialidad y en cruces. En vialidades curvas los perfiles transversales deben obtenerse a cada 7.50 m (Ver figura **B.787**).

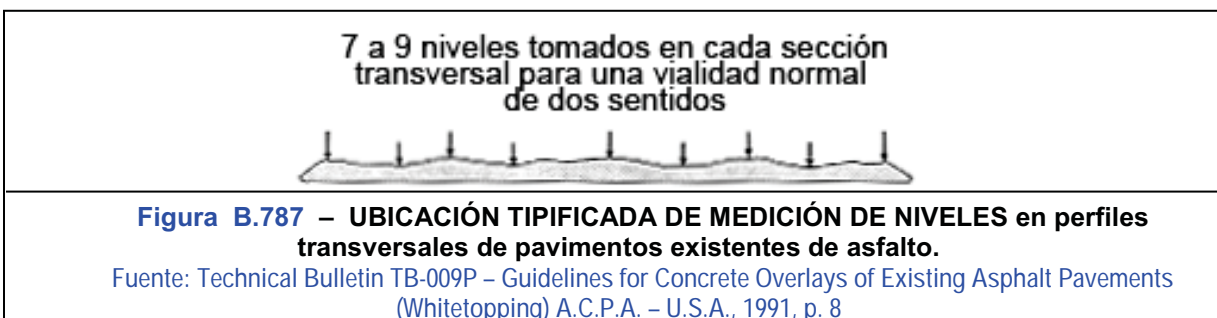


Figura B.787 – UBICACIÓN TIPIFICADA DE MEDICIÓN DE NIVELES en perfiles transversales de pavimentos existentes de asfalto.

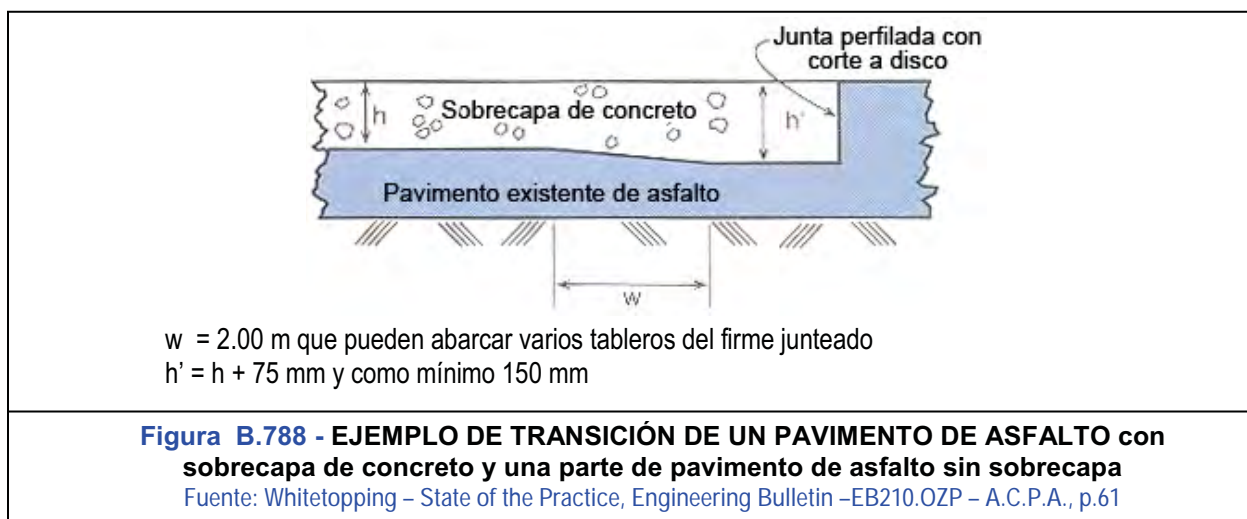
Fuente: Technical Bulletin TB-009P – Guidelines for Concrete Overlays of Existing Asphalt Pavements (Whitetopping) A.C.P.A. – U.S.A., 1991, p. 8

En la definición de niveles y pendientes, hay que aprovechar los medios de escurrimiento, desagüe y drenado existentes (pendientes, coladeras, alcantarillas, etc. confirmando su capacidad suficiente) renivelando, en caso necesario, los brocales de coladeras, registros y pozos de visita. La mínima pendiente de escurrimiento superficial hacia los puntos de desagüe es del 1%: Hay que asegurar todos estos aspectos reconstruyendo, en caso necesario, las mejoras requeridas antes del colado de la sobrecapa.

En muchos casos, el espesor de escarificado es equivalente al espesor de la sobrecapa para sólo reemplazar volúmenes de materiales, para no cambiar el nivel de superficie original del pavimento, aunque corrigiendo las deformaciones sufridas en el asfalto.

En otros casos sólo se desbasta y se limpia la superficie de asfalto y se cambian los niveles de superficie de la vialidad rebajándose sólo la zona de frontera con las guarniciones e incrementando el espesor de la sobrecapa en dicha zona así como en las juntas de construcción, de dilatación y de transición con otros pavimentos de asfalto o de otro tipo.

El espesor de la sobrecapa deberá incrementarse 7.5 cm o tener un mínimo de 15 cm (lo que resulte mayor) con una longitud de desarrollo aproximada de 2.00 m en estos bordes (ver figura B.788).



El diseño de la mezcla del concreto a emplear en la sobrecapa delgada normalmente incluye cemento, grava, arena, aditivo incluso de aire, aditivo reductor de agua y/o plastificante, fibras sintéticas y una baja relación agua/cemento.

- La resistencia del concreto mínima recomendada es de 250 kg f/cm^2 , la cual debe de incrementarse a 300 kg f/cm^2 en lugares de climas extremos donde la durabilidad puede reducirse por la acción del hielo y deshielo. La circulación de autos puede permitirse a partir de tres días siguientes al día del colado de la sobrecapa y la circulación de camiones y autobuses podrá iniciarse a los siete días posteriores al día del colado cuando no se tiene la necesidad urgente de utilizar la vialidad.

Cuando se necesite utilizar la vialidad diariamente para evitar la interrupción del tráfico, se requiere de una formulación de concreto para un endurecimiento rápido en Fast-Track; para ello, se emplea un mayor contenido de cemento y otros ajustes en la mezcla para producir un resistencia a la compresión superior a 200 kg/cm^2 a las 24 hrs.

Como referencia de formulación de un concreto de estas características se enlistan a continuación las siguientes cantidades por m^3 considerándose un peso total de $2,305 \text{ kg}$ y las proporciones a ser ajustadas en laboratorio.

○	Cemento	475 kg/m ³	20.58% ≈ 20%
○	Grava	1,015 kg/m ³	43.98% ≈ 44%
○	Arena	650 kg/m ³	28.17% ≈ 28%
○	Agua	166 kg/m ³	7.19% ≈ 7%
○	Fibras	1.80 kg/m ³	0.80% ≈ 1%
○	Superplastificante lo requerido		
	Total	2,307.80 kg/m³	100.72% ≈ 100%

El superplastificante será el necesario para obtener el revenimiento requerido.

Los resultados a pruebas hechas con la dosificación de referencia fueron los siguientes:

233.33 kg/cm² a las 23 horas

463.77 kg/cm² a los 7 días.

Lo cual permite la circulación vehicular a las 24 horas de terminado el colado de la sobrecapa de concreto.

- El revenimiento máximo admisible es de 10 cm (8 cm ± 2 cm).
- El tamaño máximo de agregado TMA no debe ser mayor a ¼ el espesor de diseño de la sobrecapa de concreto (1/2" ø para 5 cm de espesor a 1" ø para 10 cm de espesor).
- El contenido de aire incluido para obras en zonas de clima templado a utilizar es de 3% y se incrementará a un mínimo del 6% para climas severos donde haya condiciones predominantes de heladas y deshielo. Se requerirá de un aditivo incluso de aire para obtener esta característica.
- La relación agua/cemento (A/C) recomendada es de 0.35 a 0.40 y, por tanto, se requiere utilizar un aditivo plastificante o superplastificante para lograrlo, con el revenimiento especificado, cuya proporción será especificada por el fabricante del aditivo y corroborada con pruebas de laboratorio.
- Es también aconsejable el empleo de fibras sintéticas que permiten en principio incrementar la cohesión del concreto en estado fresco y ofrecerle mayor resistencia al desgaste y a los golpes particularmente a lo largo de las juntas por estar expuestas a despostillados.

El adecuado despiece que dé espaciamentos reducidos y proporciones de tableros lo más tendientes al cuadrado coadyuvan en la reducción de fisuras aleatorias y conforman el delineado de áreas de estacionamiento y los carriles de vialidades.

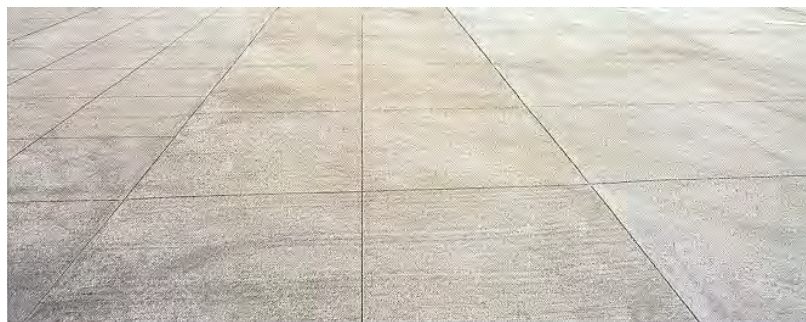


Figura B.789 – EJEMPLO DE DESPIECE DE JUNTAS en la sobrecapa de concreto para la formación de tableros aproximadamente cuadrados

Fuente: Le Béton de Ciment Mince Collé « BCMC » – Recueil de Références T61 CIMBÉTON, Francia, p.37

El diseño de un despiece requiere tomar en cuenta algunas reglas básicas:

- El espaciamiento máximo entre juntas no debe ser mayor a 15 veces el espesor de la sobrecapa de concreto (el cual es la mitad de lo habitual en pavimentos comunes de concreto).
- Las juntas deben formar una malla de tableros cuadrados. Cuando ello no sea posible pueden ser aproximadamente rectangulares si la dimensión larga no es mayor a 1.5 veces la dimensión corta.

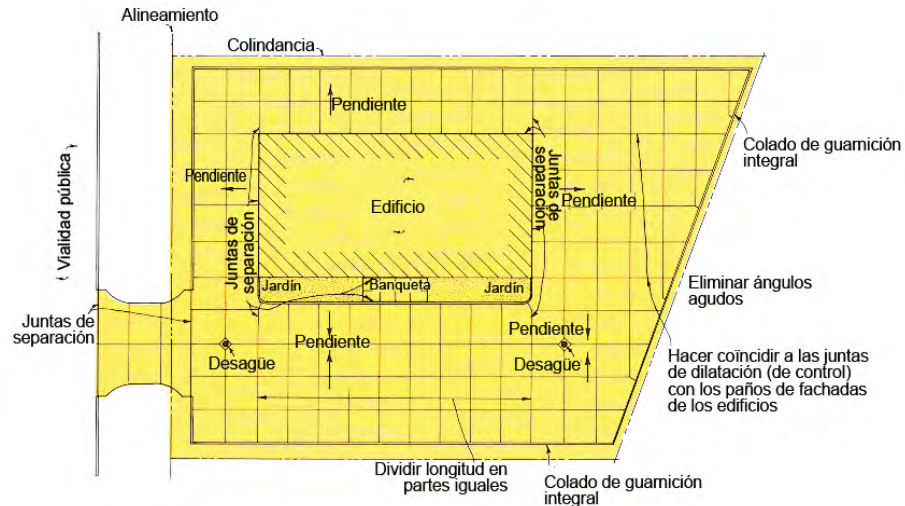


Figura B.790 – EJEMPLO DE DESPIECE DE JUNTAS en un área exterior pavimentada de estacionamiento.

Fuente: Design of Concrete Overlays Whitetopping for Asphalt Parking Lots.

Editores: PCA (Portland Cement Association) y NRMCA (National Ready Mixed Concrete Association) – U.S.A., p. 6



Figura B.791 – EJEMPLO DE DESPIECE DE JUNTAS en sobrecapa de concreto colada en glorietas

Fuente: Le Béton de Ciment Mince Collé (BMC) – Recueil de références – Cimbéton (Centre d'Information sur le Ciment et ses Applications) Francia, T61 p. 77.

- Las juntas transversales y longitudinales de retracción pueden ser llagueadas en fresco, premoldeadas con el inserto de un perfil plástico de junteo o cortadas con disco a una profundidad mínima de 1/3 el espesor de la sobrecapa de concreto. Las juntas cortadas con disco serán de 1 a 2 mm de ancho; las juntas de tal ancho no requieren calafatearse ni sellarse para lograr la calidad conjunta.
- Para separar a la sobrecapa de concreto de los objetos y las construcciones fijas o para absorber su expansión por gradientes de temperatura en trayectorias convenientes dentro de la superficie del pavimento.

- El despiece de las juntas debe tener trayectorias rectas, continuas y coincidentes hasta con las guarniciones coladas in situ y deben de coincidir con los paños de las fachadas como juntas de expansión o de separación).



Figura B.792 – EJEMPLOS DE DESPIECE DE JUNTAS para la conformación en tableros coincidentes con los límites de áreas jardinadas y arboladas y con las guarniciones
Fuente: Concrete Parking Áreas, A decision that lasts PCA, NRCA (Folleto)

- Las juntas de control deberán reubicarse hacia la superficie del pavimento un mínimo de 45 cm para evitar la formación de ángulos agudos o pequeños tableros de ajuste junto a las guarniciones (Ver figura).



Figura B.793 – El poner especial atención a los detalle en el junteo ayudará considerablemente en el control de grietas y asegurará un excelente desempeño de la sobrecapa de concreto. Hay que asegurarse que las intersecciones en los bordes del pavimento formen ángulos de 90° y que se mantengan rectas hacia adentro un mínimo de 45 cm con respecto al borde del pavimento.

Fuente: Designing Whitetopped Parking Lots to last – ACPA (American Concrete Pavement Association), p.2

Cuando hay pozos de visita, coladeras, registros, pequeños cimientos y otras estructuras construidas, las juntas deben resolverse en su despiece para conformar esquinas en dichos casos.

El corte en el concreto endurecido es una de las opciones de ejecución de juntas y debe efectuarse en el menor tiempo posible después de terminarse el colado y el acabado de superficie de la sobrecapa y sin despostillar los bordes del corte.

La prontitud en la ejecución del corte tiene como objeto evitar la aparición de fisuras anárquicas antes de poderlas encausar por las juntas previstas.

Las condiciones climáticas pueden provocar que la retracción del concreto, aún poco resistente, se fisure rápidamente y que la acción de corte al día siguiente sea ya demasiado tardía.

Los cortes convencionales con disco deberán efectuarse después de 4 a 12 horas después de haberse dado el acabado para evitar el despostillamiento durante el corte se utiliza chorro de agua para evitar la emanación de polvo y el sobrecalentamiento al cortar.

Existen cortadoras para hacer las juntas con cortes en seco en tiempos aún más cortos que por los medios convencionales que pueden realizarse desde una hora después del acabado de superficie del concreto hasta cuatro horas después.

La profundidad lograda por estas cortadoras denominadas SOFT-CUT puede llegar hasta 75 mm aunque el ACI302.IR.96 recomienda un mínimo de 25 mm. Hay buenos resultados de aplicación con profundidades de 13 mm empleando estas máquinas.

Los cortes son extremadamente angostos, los discos giran en sentido contrario para evitar ir dejando residuos del corte dentro de la junta y con una placa deslizante de guiado del disco de corte y de protección al concreto al cortarse se evita el despostillado.



Figura B.794 – CORTADORAS marca SOFF-CUT INTERNACIONAL para cortes a efectuarse el mismo día del colado a terminarse hasta en dos horas después del acabado de superficie del concreto sin provocar daños al acabado
Fuente: Le Béton de Ciment Mince Collé « BCMC » –T60 CIMBÉTON, Francia, p. 25

Las juntas también pueden efectuarse en fresco introduciendo la cuchilla de una llana o regla vibratoria de 8 mm de espesor o ahogando un perfil semirígido de plástico a la profundidad especificada.

Además de diferenciarse las juntas por sus condiciones de ejecución, en concreto endurecido y en concreto fresco, por su función se clasifican en juntas de control o de retracción (tratadas en los párrafos anteriores), juntas de construcción, juntas de dilatación y de aislamiento con respecto a elementos emergidos del suelo o a otros pavimentos. Se muestran a continuación las secciones que describen los tipos de juntas.

<p>Detalle A</p>	<p>Detalle B – Corte con disco</p>	<p>Detalle E</p>
<p>Detalle A – Alternativa</p>	<p>Detalle C – Junta llagueada en fresco</p>	<p>Detalle F</p>
<p>Detalle D – Junta con perfil plástico embebido</p>	<p>Detalle G</p>	
<p>*Nota: Para cargas ligeras y pavimentos de espesor menor de 13 cm se debe omitir el machimbre.</p> <p>Figura B.795a - JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN – LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES efectuadas longitudinalmente en las juntas de borde de pavimentación de carriles o transversalmente al</p>	<p>Figura B.795b – JUNTAS DE RETRACCIÓN O DE CONTROL – LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES. Tanto las juntas transversales como las juntas longitudinales pueden ejecutarse cortando con disco el concreto endurecido o llagueando en fresco la superficie con herramienta manual.</p>	<p>Figura B.795c – JUNTAS DE AISLAMIENTO Deben garantizar un ancho mínimo de 6 mm y máximo de 13 mm</p>
<p align="center">Figura B.795 – SECCIONES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE JUNTAS Fuente: Design of Concrete Overlays (Whitotopping) for Asphalt Parking Lots – N.R.M.C.A. y P.C.A. – U.S.A., p. 7</p>		

Aún respetándose todas las especificaciones en vigor enunciadas en los trabajos de sobrecapas ultradelgadas de concreto sobre pavimentos de asfalto (blanco sobre negro) se ha constatado en algunas obras, en todos los países que han utilizado esta solución, un riesgo de fisuración que aparece particularmente en las esquinas de los tableros. Aunque estas fisuras no perjudican el desempeño mecánico ni la durabilidad de la obra, se debe prever, con ensayos de conveniencia efectuados en obra, la eliminación de este riesgo principalmente en los casos de requerimientos estrictos sobre la apariencia estética.



Figura B.796 – RIESGO DE FISURACIÓN EN ESQUINAS DE TABLEROS DE SOBRECAPAS DE CONCRETO (Ultra White Topping)

Fuente: Le Béton de Ciment Mince Collé « BCMC » –T60 CIMBÉTON, Francia ; p. 10

La ejecución de los trabajos en obra puede llevarse a cabo con varios procedimientos que parten de la ejecución manual con herramienta y equipo menor como reglas de albañil, regla vibratoria y vibradores de inmersión o rodillo vibratorio (striker) hasta llegar a utilizar equipo mayor tipo cimbra deslizante.

El rodillo Striker es un nuevo equipo destinado al extendido y vibrado de una vialidad de concreto. Está formado por un tubo de acero arrastrado por rotación por medio de un motor de gasolina e hidráulico. Se apoya en las cimbras y guías extremas y dos obreros lo jalan manualmente. El peso del tubo y la rotación en sentido contrario al desplazamiento permite conferirle al concreto, por una parte, una compacidad óptima que garantiza resistencias mecánicas elevadas y, por otra parte, una homogeneidad del concreto en todo el espesor de la losa, permitiendo la obtención de un acabado homogéneo en el caso del concreto desactivado.



Figura B.797a – OPCIÓN RODILLO STRICKER; p. 125



Figura B.797b– OPCIÓN REGLA VIBRATORIA - EJECUCIÓN MANUAL CON EQUIPO MENOR; p. 23



Figura B.798 – EJECUCIÓN MECANIZADA CON CIMBRA DESLIZANTE; p. 23

Figura 3.797 y 3.798 – EJECUCIÓN MANUAL CON EQUIPO MENOR
Fuente: Le Béton de Ciment Mince Collé « BCMC » –T60 CIMBÉTON, Francia

Se selecciona el método a seguir en función de la dimensión de la obra y de la disponibilidad del equipo.

Con el equipo definido para la ejecución de los trabajos se debe de planear la secuencia y el plan de junteo para asegurar una operación de construcción diáfana. En pequeños trabajos la secuencia de colado de concreto no es crítica, pero en proyectos mayores puede ser más eficiente y conveniente colar el concreto por carriles alternados.

Independientemente del método seleccionado para el colado de la sobrecapa de concreto se deberán cuidar los siguientes aspectos.

- Asegurarse de que el pavimento tenga una pendiente mínima del 1% (preferentemente 2%) hacia los puntos y coladeras de desagüe.
- Verificar que la superficie existente de asfalto esté libre de basura y de materias sueltas. Es usual, aunque no necesario, humedecer la superficie del asfalto cuando las temperaturas sean extremadamente altas, sin embargo, el mojado tiene por objeto enfriar la superficie al evaporarse el agua pero no deben dejarse charcos y colar el concreto sobre agua libre que quede en la superficie de asfalto.
- Evitar repasar y pulir demasiado el acabado de la superficie de la sobrecapa de concreto. Generalmente, con el acabado de una llana larga (avión) el acabado logrado es suficiente. Como mínimo dar un acabado texturizado (cepillado, escobillado, etc.) antideslizante.



Figura B.799 – ESTRIADO CON CEPILLO para evitar el deslizamiento de los autos al frenar y los resbalones y caídas de los peatones en época de lluvia
Fuente: Le Béton de Ciment Mince Collé "BCMC" – T-60 CIBBETON, Francia ; p. 7



Figura B.800 – ACABADO DE SUPERFICIE LAVADO (desactivación previa del cemento superficial por la acción de un aditivo de superficie).
Fuente: Le Béton de Ciment Mince Collé "BCMC" – T-60 CIBBETON, Francia ; p. 7

Sin embargo, las superficies de concreto pueden recibir todos los procedimientos de tratamiento tradicionalmente utilizados en los pavimentos y firmes de **concreto hidráulico**. Se pueden considerar dentro de una concepción arquitectónica y estética integral, características específicas de superficie.

El escobillado, el cepillado, el estriado, la desactivación (lavado con agregado grueso visto), el devastado del concreto endurecido (más costoso) son las alternativas más comúnmente usadas.

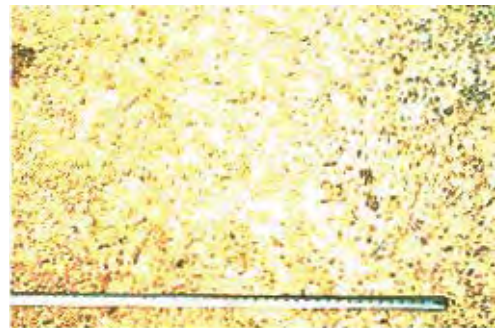


Figura B.801 – ESTRIADO CON CEPILLO para evitar el deslizamiento de los autos al frenar y los resbalones y caídas de los peatones en época de lluvia

Fuente: Le béton de ciment mince collé "BCMC" – T-60 CIMBETON, Francia ; p. 7

Hay otros acabados especiales como el clavado de agregado grueso sobre el concreto colado y alisado en estado fresco, concreto estampado (impreso), etc.



Figura B.802 – ACABADO ENGRAVILLADO - p. 9



Figura B.803 – ACABADO ESTAMPADO - p. 1

Fuente: Finishing Concrete Slabs with Color and Texture – Steven H. KOSMATKA, edit. Portland Cement Association (PCA), 1991, p. 1 y p. 9

También se pueden dar acabados combinados a las sobrecapas de concreto ultra ligera (Ultra-thin Whitetopping) aunque su costo y dificultad de ejecución son mayores que en el caso de pavimentos de concreto comunes por su poco espesor.



Figura B.804 – COMBINACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO con otro tipo de pavimentos como adoqueros y losetas - Fuente: Ficha AB-6, CIMBÉTON; p. 4



Figura B.805 – COMBINACIÓN DE ACABADOS DE PAVIMENTOS en sobrecapas de concreto convencionales

Esta solución para rehabilitar los pavimentos de asfalto es muy competitiva en costo y en tiempo de ejecución comparada con los re-encarpetados que año con año tienen que hacerse después de cada temporada de lluvias y que afectan el buen funcionamiento de las vialidades y aprovechan al pavimento de asfalto existente eliminando su talón de Aquiles (la degradación de su acabado de superficie) e incrementando su intensidad y capacidad de carga vehicular.

Para evitar la desecación de la superficie del pavimento de concreto bajo el efecto de los agentes atmosféricos (viento, lluvia, sol, variación de la higrometría, etc.) se procede inmediatamente después de la ejecución en obra del pavimento, a la protección del concreto. Esto puede realizarse colocando hojas de polietileno o, con la aspersión de un producto de curado.

El curado del concreto fresco de la sobrecapa con una membrana líquida color blanco es recomendado como el medio efectivo de curado obligado.



Figura B.806 – MEMBRANA DE CURADO DE CONCRETO POR ASPERSIÓN

Fuente: T57 - Voiries et aménagements urbains en béton, tome 2, mise en oeuvre - CIMBÉTON p. 129

Aunque hay poca información técnica y experiencias sobre la aplicación de *pavimentos de adoquines y de losetas como sobrecapas de pavimentos* existentes de asfalto o de concreto; ésta puede ser una opción en los casos que puedan presentarse algunos trabajos de rectificación de niveles y de escarificación de los pavimentos existentes. El costo de retirar un pavimento y de repavimentar será mayor que el de simplemente poner como sobrecapa adoquines o losetas asentadas con arena con las ventajas estéticas y funcionales de estas superficies sobre una estructura ya hecha suficientemente competente.

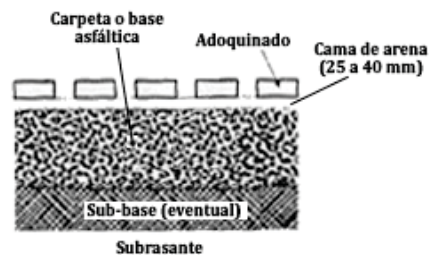


Figura B.807 – CAPA DE ADOQUINADO SOBRE PAVIMENTO ASFÁLTICO PRE-EXISTENTE

Fuente: Chaussées urbaines en béton - Guide technique MELTE CERTU, LCPC, IVF, edit. TEC et DOC, 1996, p. 61

Quando se coloque cama de arena y adocreto sobre pavimentos existentes de asfalto o concreto, deberán levantarse las tapas de registros y deberán colarse nuevos brocales renivelados a su alrededor. Cuando se renivelen, las tapas y marcos deberán revisarse para encontrar fracturas que puedan permitir la migración de la arena. Las fracturas deberán repararse. Deberá ser colocado un geotextil en la base.

14. CAPAS DE SUPERFICIE CON SUELO ESTABILIZADO

La utilización de *capas de superficie con suelo estabilizado* es muy común en andadores peatonales, áreas de juegos y estacionamientos de áreas exteriores jardinadas.

Este tipo de pavimentación rustica a base de materiales minerales naturales (tierra, arena y gravas) generalmente se especifica por motivos económicos aparentes o por intenciones arquitectónicas o estéticas.



Figura B.808 - EJEMPLOS DE PAVIMENTOS FORMADOS CON SUELO ESTABILIZADO EN SU CAPA DE SUPERFICIE

La utilización de este tipo de pavimentos implica una serie de condicionamientos técnicos y económicos que importa mucho conocer y aplicar principalmente por motivos de durabilidad y de resistencia mecánica con objeto de evitar altos costos de mantenimiento por intervenciones frecuentes con el riesgo de arruinar paulatinamente el aspecto estético inicial. Como estos materiales no son impermeabilizados por los medios clásicos de la técnica de vialidades y carreteras, las condiciones climáticas (sol, viento y lluvia torrencial) pueden influir notablemente en su duración de vida.

Conviene tomar con prudencia la utilización de suelos estabilizados utilizados en capas de superficie aparentemente más económicos.

El diseño técnico de este tipo de pavimentos implica la estabilización por compactación y, generalmente, por adición de aglomerantes hidráulicos (cal y/o cemento).

Se debe partir del conocimiento de los materiales utilizados apoyándose en análisis de laboratorio para determinar con precisión las modalidades de utilización.

Un material estable se mantiene en un mismo estado de manera durable y permanente. La estabilización tiene por tanto el objetivo de mejorar las características químicas y mecánicas de un suelo para hacerlo circulable.



Figura B.809 – SUELO ESTABILIZADO EN ÁREAS DE ESTACIONAMIENTO

Fuente. Utilisation des sols stabilisés en couche de surface, Serfice technique de l'urbanisme, Direction de l'architecture et de l'urbanisme, Mult. 1985 – p. 6

Las solicitaciones que generalmente tienen estas capas de superficie a base de suelo estabilizado son:

- Las *cargas verticales* que pueden ser ligeras (peatones, bicicletas) o pesadas (vehículos y cargas pesadas).
- Los *esfuerzos de fricción* que pueden ser muy altos en caso de enfrenones (de bicicleta, de motocicletas y de autos).
- Los *efectos climáticos*. La sequedad y el viento entrañan sobre ciertos suelos la creación de polvo y tolveneras. La lluvia puede tener efectos irreversibles que perturban gravemente la resistencia de los revestimientos.

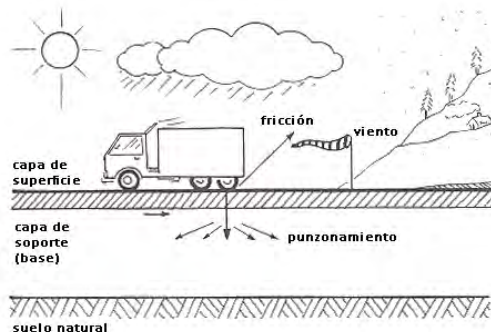


Figura B.810 – ESTRUCTURA DE PAVIMENTO CON CAPA DE SUPERFICIE ESTABILIZADA

Fuente. Utilisation des sols stabilisés en couche de surface, Serfice technique de l'urbanisme, Direction de l'architecture et de l'urbanisme, Mult. 1985 – p. 9

Un suelo estabilizado debe responder a las exigencias siguientes:

- *Uso agradable* (circulación en auto confortable flexible y sin ensuciar al circular sobre el y seguro para juegos).
- *Duración suficiente* (resistir en todo momento esfuerzos verticales y horizontales engendrados por la circulación de autos o de peatones).
- *Resistencia a los agentes climáticos* (erosión por el viento, que genera polvo, o por la lluvia (al formarse surcos por escurrimientos)).
- *Mantenimiento y reparación fáciles*.
- *Costos de inversión suficientemente atractivos* (esto se da cuando se utiliza el mismo suelo del sitio o material próximo al sitio y se requieren pocas cantidades de cal y/o de cemento).

Estos criterios u objetivos suelen ser a veces incompatibles entre sí y, por tanto, se deben escoger en cada caso algunas de las características del suelo en detrimento de otras.

Los usos de este tipo de suelos son de hecho dos:

- Para *circulación ligera* (peatonal y bicicletas así como áreas de juegos, no vehicular admitiéndose sólo el acceso a vehículos de servicio interno).
- Para *circulación vehicular* (estacionamientos y accesos, excluyendo motocicletas de neumáticos esculpidos).

La duración de servicio esperada en este tipo de superficies fluctúa de los 5 a los 10 años (período durante el cual no se tengan que efectuar trabajos de rehechura completa de la superficie), ello supone, sin embargo, un mantenimiento generalmente anual de la superficie del pavimento.

Los materiales que pueden utilizarse pueden ser: suelos naturales, sin transformación mecánica (sin triturar ni cribar); suelos elaborados (productos del triturado y cribado de rocas) o suelos artificiales provenientes de desechos industriales de origen siderúrgico o carbónico).

Se pueden utilizar suelos con arcillas, limos, arenas (arenas finas, medias y gruesas tanto limpias como contaminadas con otros diámetros), gravas (limpias y contaminadas con otras granulometrías).

La diferenciación del tipo de arenas a utilizar se da tomando como referencia los husos granulométricos mostrados en la siguiente gráfica.

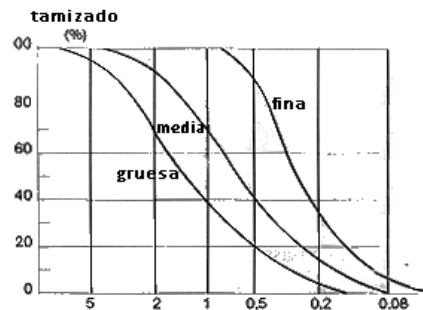


Figura B.811 – DIFERENCIACIÓN DE ARENAS GRUESAS, MEDIAS Y FINAS

Fuente. Utilisation des sols stabilisés en couche de surface, Serfice technique de l'urbanisme, Direction de l'architecture et de l'urbanisme, Mult. 1985 – p. 12

En la gran mayoría de casos los materiales a utilizar deben adecuarse con la corrección de su curva granulométrica para hacerla continua buscando obtener una curva cercana a la definida por las curvas de Talbot con objeto de facilitar y lograr su mayor compactación (reduciendo los vacíos lo más posible) en aras de una mayor resistencia mecánica de la capa de superficie. La compactación se define como la densificación de materiales con objeto de mejorar su resistencia.

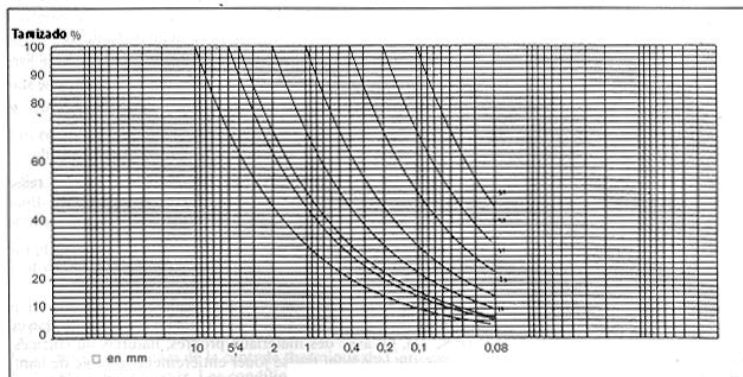


Figura B.812 – CURVAS DE TALBOT

Fuente. Utilisation des sols stabilisés en couche de surface, Serfice technique de l'urbanisme, Direction de l'architecture et de l'urbanisme, Mult. 1985 – p. 12

El respeto de la granulometría no es suficiente. La forma de los granos de los materiales es igualmente importante para la estabilidad del suelo. En particular los granos redondos similares a las canicas tienen mala estabilidad la cual puede mejorarse adicionándoles materiales angulosos (triturados). También, los materiales finos (arcillas y limos) favorecen, por succión capilar, la subida de agua hacia la superficie de revestimiento y lo conveniente por ello es utilizar materiales drenantes en la base y un geotextil de separación.

Para algunos casos puede obtenerse una estabilidad suficiente y durable cuando la granularidad es continua y cuando el contenido de finos que pasa a 80 micras es suficiente. La energía de compactación debe ser lo suficientemente importante para cerrar los granos y obtener una estabilidad que permita evitar durablemente la segregación de los elementos de superficie.

Los materiales que requieren corregir su granularidad necesitan generalmente, además de una compactación energética, la adición de un aglomerante. Los aglomerantes más utilizados son la cal y el cemento.

Cada caso se define con pruebas de laboratorio de estudio y de conveniencia pero, con objeto de dar una idea promedio de soluciones a las que se llega en varios casos, se dan las recomendaciones siguientes:

- Pendientes de escurrimiento en las superficies del 1% al 2% evitando la posibilidad de formación de retenciones de agua y de charcos. Es totalmente desaconsejable dar pendientes superiores al 4% para evitar erosión.
- La base debe de estar constituida por materiales permeables ya que no debe retener el agua y acumularla bajo la capa de revestimiento. Hay que asegurar el paso del agua hasta el suelo de soporte, sobre todo cuando éste sea permeable.
- En todos los casos, conviene asegurar un drenado suficiente del suelo de soporte por un drenado interno o por la creación de fosas.
- Para lograr una compactación adecuada de la capa superficial, el soporte (subrasante o base) debe ser suficientemente resistente, por lo cual, se necesita en la práctica efectuar un despalme de la tierra vegetal y el tendido de material limpio y compactado de 15 cm de espesor; como esta capa debe también funcionar como anticontaminante evitando la subida de arcilla hacia la capa de superficie, es muy conveniente utilizar un geotextil para asegurarla.
- Para la estabilización del material se utiliza a veces cal, a veces cemento y a veces cal y cemento; la cal se adiciona en dosificaciones que van del 2 al 3% y se incluye antes de la estabilización con cemento cuya dosificación puede variar del 2% al 8%. Las dosificaciones están dadas en peso. Debe tenerse especial cuidado en el respeto de las dosificaciones de aglomerante y de agua.
- El espesor mínimo de la capa de superficie estabilizada y compactada para andadores peatonales va de los 5 cm (caso de arenas) a los 15 cm (caso de limos y arcillas) y de 15 cm (caso de arenas y gravas) a 20 cm (caso de limos y arenas) para circulaciones vehiculares.
- En algunos casos, por motivos estéticos o para lograr una mayor compactación o una mayor rugosidad de superficie, se da un tratamiento de superficie con arena o grava clavada con el paso del equipo de compactación.
- En general, los trabajos de capas de superficie con suelos estabilizados se ven, tal vez por su apariencia, poco importantes con respecto a otros y, por ello, no se toma con el debido rigor durante la ejecución el respeto a todas las especificaciones técnicas necesarias para asegurar su buen comportamiento a través del tiempo; por ello, se ve indispensable remarcar y reforzar el control de un diseño bien fundamentado técnicamente y de una ejecución respetuosa.

ANEXO-C

Técnicas Sustentables Aplicables a Desarrollos de Vivienda

INTRODUCCIÓN

En este Anexo C se agrupan las diversas técnicas de diseño sustentables que pueden incluirse en los proyectos de vivienda.

Por su heterogeneidad se pueden perder de vista en un diseño la integridad y las relaciones e interacciones al ser aplicadas en un proyecto específico; por ello, es muy conveniente referirse reiteradamente al contenido de este anexo para seleccionar las soluciones específicas de sustentabilidad a utilizar en el diseño ejecutivo y a incluir en el estudio de impacto ambiental.

También hay que definir las medidas de mitigación contra la generación de ruido y polvo en los procesos de obra así como la protección del suelo, el agua, la fauna y los trabajadores además de las propiedades vecinas y del entorno, por ello, en este anexo se repasan propuestas de dichas medidas.

La sustentabilidad en la construcción se logra principalmente con el empleo de *tecnología ecológicas* donde se combina la tecnología con la naturaleza de entorno (priorizando lo natural con tecnología de soporte o de convivencia).

De las técnicas expuestas en este anexo se da un panorama de las más comúnmente utilizables en proyectos de vivienda.

CONTENIDO

	No. de página
INTRODUCCIÓN	1271
C-1 AHORRO DE ENERGÍA	1276
1.1 Electrodomésticos de bajo consumo	1276
1.2 Equipo electrónico y electromecánico de bajo consumo	1276
1.3 Unidades de iluminación de bajo consumo	1276
1.4 Dimensionamiento óptimo de conductores eléctricos	1277
C-2 CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA PLUVIAL	1277
2.1 Recuperación e infiltrado para recarga del subsuelo	1279
2.1.1 Pavimentos porosos con bases y sub-bases de regulación	1279
2.1.2 Fosas de absorción	1279
2.1.3 Fosas y tanques de almacenamiento	1280
2.1.4 Pozos de absorción	1280
2.1.5 Trincheras de absorción	1286
2.1.6 Parcelas de regulación y de absorción	1288
2.2 Recuperación y aprovechamiento del agua de lluvia (Riego de jardines, limpieza, lavado de autos, lavado de ropa, WCs)	1290
2.3 Uso de agua tratada	1292
2.4 Regulación de lluvia de tormentas	1293
2.4.1. Azoteas de almacenamiento de agua pluvial	1293
2.4.2. Tanques de excedencias	1294
2.4.3. Bados y hondonadas	1294
2.4.4. Lagos artificiales	1295
C-3 APROVECHAMIENTO DE AGUA SANITARIA	1296
3.1 Tratamiento de aguas servidas	1296
C-4 HERMETICIDAD EN SISTEMAS DE REDES SANITARIAS, POZOS Y REGISTROS	1298
4.1 Eliminación de contaminación del y al suelo	1298
C-5 AHORRO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE	1299
5.1 Grifería y accesorios de bajo consumo de agua	1300
C-6 APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA LIMPIA	1302
6.1 Energía solar térmica	1302
6.2 Energía solar fotovoltaica	1306

	No. de página
C-7 CALIDAD DE VIDA	1311
7.1 Ubicación	1312
7.1.1 Condiciones macroclimáticas	1312
7.1.2 Condiciones microclimáticas	1312
7.2 Iluminación natural	1313
7.2.1 Orientación	1313
7.2.2 Área de ventanas, cancelas, tragaluces, solariums, etc.	1313
7.3 Confort higrotérmico	1315
7.3.1 Inercia térmica	1315
7.3.2 Aislamiento térmico	1315
7.3.3 Conductividad térmica (coeficiente λ (lambda))	1319
7.3.4 Resistencia térmica (coeficiente R)	1320
7.3.5 Transmisión calorífica (coeficiente U, antiguamente K)	1320
7.3.6 Determinación del espesor óptimo de aislamiento	1320
7.3.7 Aislamiento, inercia térmica, temperatura de las paredes y confort térmico	1322
7.3.7.1 Capacidad térmica de un material	1323
7.3.7.2 Efusividad térmica de los materiales	1324
7.3.7.3 Puentes térmicos	1324
7.3.8 Higrotermia	1330
7.3.8.1 Análisis del comportamiento térmico de un monomuro	1332
7.3.8.2 Comportamiento de muros dobles	1334
7.3.8.3 Comportamiento de muros aislados	1334
7.3.8.4 Diagrama de Glaser	1337
7.3.9 Climatización	1338
7.3.9.1 Bomba de calor	1338
7.3.9.2 Sistemas reversibles	1339
7.4 Renovación de aire	1341
7.4.1 Ventilación pasiva tradicional	1342
7.4.2 Ventilación activa	1343
7.4.3 Evaluación de los tipos de ventilación y comentarios	1343
7.5 Fachadas ventiladas	1345
7.6 Opciones de protección solar	1345
7.7 Síntesis de técnicas sustentables	1346
7.8 Confort acústico	1347
7.8.1 El ruido	1347
7.8.2 El sonido	1347
7.8.3 El decibel dB	1348
7.8.4 Un ruido es un sonido de sonidos	1348

	No. de página
7.8.5 Adición de los decibeles	1349
7.8.6 El oído humano	1350
7.8.7 El dB(A)	1351
7.8.8 La transmisión de ruidos	1351
7.8.9 Encuentro de un ruido con una pared	1352
7.8.10 Tipos de ruido	1353
7.8.11 Ruidos normalizados	1353
7.8.12 Transmisión entre locales	1354
7.8.13 Índice de reducción acústica	1354
7.8.14 Mediciones de aislamiento	1355
7.8.15 La ley de masa y la ley de masa-resorte-masa	1355
7.8.15.1 Ley de masa	1355
7.8.15.2 Ley de masa-resorte-masa	1357
7.8.16 Transmisiones laterales	1360
7.8.17 Ruidos aéreos interiores	1360
7.8.18 Ruidos aéreos exteriores	1360
7.8.19 Ruidos de los equipos	1360
7.8.17 Los ruidos de impacto	1360
7.8.18 Principales soluciones contra el ruido de impacto	1361
7.8.19 Índice de eficacia contra los ruidos de impacto ΔL	1362
7.8.20 Corrección acústica	1362
7.8.21 Reflexión y absorción	1363
7.8.22 Reglamentación acústica	1363
C-8 FAVORECIMIENTO DE ÁREAS VERDES	1365
8.1 Azoteas verdes	1365
8.1.1 Vegetalización intensiva	1366
8.1.2 Vegetalización semi-intensiva	1367
8.1.3 Vegetalización extensiva	1367
8.1.4 Pérgolas	1370
8.2 Muros vegetalizados	1371
8.3 Jardines	1377
8.4 Arborización	1378
8.4.1 Plantación de árboles	1380
8.4.2 Protección de los árboles	1382
8.4.3 La conservación de los árboles existentes	1384
8.4.3.1 Las ramas	1384
8.4.3.2 El tronco	1385
8.4.3.3 Las raíces	1386

C-9 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	1387
9.1 Reducción de desechos	1387
9.2 Reciclaje de desechos	1390
9.3 Reducción de desechos	1391
9.4 Compostado y abono	1391
C-10 GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL EN LAS OBRAS	1394
10.1 Drenaje y escurrimientos de agua	1394
10.2 Operaciones de compactación con equipo mecánico	1396
10.3 Generación de lodos, polvo y agua lodosa	1396
10.4 Contaminación del aire	1396
10.5 Contaminación con productos derivados de petróleo	1397
10.6 Descarga a cuerpos de agua	1397
10.7 Depósito de desechos sólidos	1397
10.8 Productos de demolición y de renovación	1397
10.9 Servicios sanitarios para los trabajadores	1397
10.10 Protección de la vida silvestre	1398
10.11 Ruido	1398
10.12 Arqueología	1398
10.13 Reglamentación medioambiental	1398

C-1 AHORRO DE ENERGÍA

Los principales ahorros de energía en las viviendas se dan gracias al desarrollo de los nuevos equipos y de nuevas unidades de consumo como los electrodomésticos, el equipo electromecánico y las unidades de iluminación así como por nuevos métodos de cálculo y dimensionamiento de los conductores eléctricos.

1.1 Electrodomésticos de bajo consumo

Todos los modernos equipos electrodomésticos que se están comercializando (estufas, refrigeradores, hornos, calentadores de agua, etc.) están en constante reducción de energía eléctrica y de combustible lográndose cada vez más economía en los consumos.

1.2 Equipo electrónico y electromecánico de bajo consumo

Cada vez más la nueva tecnología de equipos electrónicos (radios, equipos de sonido, grabación, etc.) y equipos electromecánicos (de bombeo de generación de electricidad, etc.) usados en las viviendas consumen menos energía y combustible.

1.3 Equipo electrónico y electromecánico de bajo consumo

Las unidades de iluminación (focos, lámparas y accesorios) ofrecen soluciones para el logro de ahorro de energía eléctrica que parten con la sustitución por luminarias eficientes (foco por foco) de las unidades de iluminación que tradicionalmente consumen mucha electricidad y producen calor. El ahorro que puede lograrse por este cambio puede ir del 25% al 75%.

Por un buen diseño de la iluminación que considere los factores del área a iluminar, el arreglo y disposición de las luminarias y una mejor solución de productos, se puede ahorrar de un 10% a un 20%.

Con el uso de sensores de ocupación y de luz natural se puede llegar a ahorrar del 10% al 80% de energía.

Con el uso de tableros de control para controlar la iluminación de manera automática, se puede ahorrar del 5% al 20%.

El ahorro conjunto de energía eléctrica por la optimización buscada en el diseño de un edificio puede ser de hasta el 75% como se muestra en la figura siguiente:



Figura C.1– EJEMPLO DE PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA para iluminación en el caso de un edificio que incluya todas las opciones diversas - Fuente: Catálogo de empresa, COOPER LIGHTING -2011, p.1

En el caso de proyectos de vivienda, el eventual uso de sensores de ocupación y de luz natural así como de tableros de control puede ser conveniente solamente para las áreas comunes del conjunto (interiores y exteriores), sin embargo, para la iluminación de las viviendas el empleo de unidades de bajo consumo y un buen diseño de iluminación es suficiente para lograr ahorros que puedan fluctuar con la conjunción de optimizaciones buscadas del 60% al 75%.

1.4 Dimensionamiento óptimo de conductores eléctricos

El dimensionamiento óptimo de los conductores eléctricos busca reducir la pérdida de energía que normalmente se da cuando se efectúa el cálculo técnico de instalaciones eléctricas de manera tradicional.

Debido a su resistencia eléctrica, los cables disipan, en forma de calor, una parte de la energía transportada y, por tanto, no se puede obtener una eficiencia del 100%. La pérdida requiere la generación de energía adicional para condensarla, que contribuye al aumento de emisión de gases con efecto invernadero en la atmósfera cuando la generación eléctrica se logra mediante el consumo de combustibles fósiles.

A lo largo del ciclo de vida de los conductores, las emisiones más significativas de CO₂ se producen cuando los cables conducen la energía eléctrica, siendo relativamente pequeñas en la fase de fabricación y desecho de estos productos. Las emisiones de CO₂ importantes son resultantes de la generación extra de energía necesaria para compensar las pérdidas de calor en la conducción de corriente eléctrica por los conductores.

Es posible reducir la pérdida de energía y la consecuente emisión de CO₂ aumentando el calibre (la sección) del conductor aplicando un criterio de dimensionamiento óptimo.

El aumento de sección de los conductores eléctricos lógicamente implica la erogación de un mayor costo inicial el cual generalmente se recupera vía ahorro de energía eléctrica en los primeros 6 años de utilización y a los 20 años el costo acumulado de instalación y consumo es del 31% de una instalación calculada por el dimensionamiento técnico tradicional.

Como ventaja adicional de un dimensionamiento óptimo en el cálculo de conductores se incrementa la vida útil de la instalación al trabajar el cable a menor temperatura, además, el conductor presentará un mejor comportamiento en relación a las corrientes de sobrecarga y corto circuito.

El dimensionamiento óptimo de cables con ventajas medioambientales y ahorros indiscutibles pero a mediano y largo plazo, al incrementar los costos de construcción en lo referente a la partida de instalación eléctrica, no resulta conveniente para un desarrollador de vivienda.

Una búsqueda coadyuvante con el dimensionamiento óptimo de cables eléctricos está en un diseño que logre longitudes de trayectorias mínimas posibles y cercanía con los puntos de mayor consumo de energía, y ésta podrá compensar los costos para no perder competencia económica y, por el contrario, ofrecer un plus medioambiental y económico a los usuarios de las viviendas.

C-2 CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA PLUVIAL

Es un hecho que en época de lluvias se manifiestan los problemas de inundaciones, a veces catastróficas, y en época seca se da la escasez del vital líquido en las ciudades mexicanas.

El agua literalmente nos cae del cielo pero, por falta de obras e instalaciones adecuadas que permitan aprovecharla eficientemente, sufrimos los efectos de las lluvias en vez de beneficiarnos.

La manera más eficaz de aprovechar el agua de lluvia se da cuando se dispone de los medios de captación, almacenamiento y aprovechamiento al ser utilizada en riego de jardines, lavado de autos o empleo en Wcs y lavadoras de ropa o cuando, por infiltración, se asegura la recarga a los mantos acuíferos del subsuelo en cada vivienda y en la obra exterior de cada desarrollo.

Lo más conveniente se obtiene cuando se puede aprovechar al máximo el agua de lluvia y se puede infiltrar el agua excedente dada por tormentas que rebasen la capacidad de medios de almacenamiento y de regulación que se tengan instalados aunque ello implica mayor inversión inicial recuperable en el largo plazo.

En los casos de suelos impermeables que no absorben el agua de lluvia sólo se podrá almacenar con cisternas de mayor capacidad y aprovechar dejando un rebosadero con descarga a la red pública o a un arroyo para el agua excedente en caso de una fuerte tormenta.

Debido a la falta del agua de lluvia en época seca, es necesario prever una alimentación a las cisternas de almacenamiento para ser llenadas con una alimentación de agua potable o de preferencia con agua tratada comprada en pipa o conectada a la red pública de agua tratada en el caso de existir esta opción.

La impermeabilización excesiva de los suelos en zonas urbanas (por pavimentación y edificación) induce a una importante cantidad de materias que son conducidas hacia los colectores principales que se saturan y saturan a su vez a las plantas de tratamiento existentes.

Los pavimentos impermeables originan importantes flujos de escurrimiento de agua en tiempo de lluvias y sobredimensionamiento de redes para hacer frente a tormentas normales o extraordinarias cuyo costo es muy alto además de no ser suficientes para resolver el problema del agua de escurrimiento pluvial ni de forma técnica ni de forma económica.

Existen soluciones que permiten la penetración del agua directamente al suelo o que regulan el gasto de las canalizaciones para evitar la saturación de las redes y la desestabilización y atasco de las plantas de tratamiento y permiten aprovechar el agua de lluvia almacenada a través de la regulación para ser usada en riego, lavado de autos, Wcs y lavadoras de ropa, previa decantación y filtrado del fluido.

Estas soluciones denominadas “técnicas alternativas” consisten en ayudar a infiltrar las aguas de lluvia lo más cercano a su punto de caída o, a regular su gasto con mayor tiempo de desagüe a manera de evitar los atascos cuando sea indispensable su tratamiento.

La solución más interesante es la de evitar los colectores de escurrimiento pluvial, lo ideal sería el infiltrar de inmediato el agua de lluvia en una parcela para no tener que colectarla ni desaguarla (como de hecho se da en el medio natural).

Como solución complementaria se puede regular el gasto almacenando parcialmente el volumen excedente de agua permitiendo así dar más tiempo de infiltración o de desagüe.

Conviene tomar en cuenta tres factores para estas soluciones:

- La importancia de las cantidades de agua pluvial recibidas,
- La ubicación de las parcelas en relación al sistema de red de saneamiento,
- La capacidad de estas parcelas para absorber por sí mismas las aguas recibidas (para tal efecto, el suelo debe presentar un mínimo aceptable de permeabilidad).

Los diferentes tipos de infiltración podrían resumirse en:

- Pavimentos de adoquín de concreto porosos o huecos,
- Trincheras drenantes o porosas,
- Estructuras de pavimento porosas,
- Pozos de infiltración.

Y las diferentes soluciones de regulación, retención provisional y drenaje se pueden agrupar en:

- Estanques de retención,
- Superficies de rodamiento,
- Almacenamiento bajo andadores,
- Vialidades recipiente,
- Zanjas,
- Estanques cubiertos y canalizaciones sobredimensionadas,
- Techumbres y terrazas (diseñadas para funcionar como albercas de regulación).

Tanto la infiltración como la regulación suelen adoptarse en soluciones combinadas donde parte del agua de lluvia es absorbida por el suelo y la otra es momentáneamente retenida y después drenada por una red.

Bajo este inciso se han agrupado las soluciones para la recuperación e infiltrado para recarga del subsuelo, el aprovechamiento del agua de lluvia (para riego de jardines, limpieza, lavado de autos, lavado de ropa y llenado de WCs) y la regulación de lluvias de tormentas que pudiesen generar inundaciones.

Todas estas alternativas pueden combinarse o complementarse dependiendo de las condiciones del sitio y de los objetivos particulares de cada proyecto.

La recolección y conducción son las primeras etapas comunes a todas las demás técnicas de absorción y de aprovechamiento.

Las principales técnicas de absorción o de regulación por almacenamiento pueden ser principalmente: pavimentos porosos con una estructura que almacene el agua (base, sub-base y subrasante de nivelación), fosas de absorción o tanques de retención, pozos de absorción, trincheras de absorción, vados u hondonadas, azoteas de almacenamiento y parcelas de absorción.

2.1 Recuperación e infiltrado para recarga del subsuelo

Han sido ya tratados en el Anexo B varias soluciones de pavimentos permeables de adoquines, de losetas, de concreto poroso, de asfalto poroso y de adopasto o adograva de plástico con bases granulares o de plástico alveolar como estructura almacenadora de agua para su posterior aprovechamiento o para su absorción hacia el subsuelo. En este inciso se dan soluciones complementarias para estas funciones.

2.1.1 Pavimentos porosos con bases y sub-bases de regulación

Las estructuras de pavimento para el almacenamiento del agua de lluvia forman parte del abanico de soluciones compensatorias. Debido a su funcionamiento hidráulico, podrán dar protección contra el riesgo de inundación en caso de fuerte lluvia, gracias a tres funciones:

- la *recolección* del agua de lluvia: sin importar que la recolección se encuentre distribuida (a través de un recubrimiento drenante) o que sea localizada (recubrimiento impermeable), la estructura de pavimento absorberá la intensidad máxima de la lluvia o el gasto pico;
- el *almacenamiento temporal* del agua dentro de la estructura del pavimento; el volumen almacenado dependerá de la cantidad de la precipitación de agua y del gasto de salida que necesariamente se debió limitar.
- la *evacuación lenta* del agua almacenada la cual puede ser repartida (infiltrándola directamente al suelo de soporte) o localizada (restituyendo al agua almacenada hacia una red de saneamiento, hacia un pozo de absorción o hacia un arroyo o río por medio de drenes). También puede ser una solución combinada.

2.1.2 Fosas de absorción

Como solución similar existen las fosas de absorción generalmente disponibles en piezas moduladas de plástico lo cual permite su adecuación al dimensionamiento requerido así como su fácil y ligera transportación y colocación.

En las siguientes figuras se muestran ejemplos de este tipo de opciones.



Figura C.2 – RETENCIÓN Y DRENAJE DE AGUA PLUVIAL

Fuente: Catálogo de productos, empresa GRAF; p. 60

2.1.3 Fosas y tanques de almacenamiento

El drenaje mediante fosas o tanques de retención puede realizarse independientemente del tipo de terreno en que se instale. Dependiendo de las condiciones actuará como fosa de drenaje o como tanque de retención. El pozo de estrangulación es la solución ideal para la evacuación controlada a la red de aguas pluviales. De igual forma, el filtro también ofrece una solución de rebosadero. La combinación del sistema de drenaje con una zona de acumulación de agua es utilizada en Europa Central gracias a su acción de limpieza del agua pluvial.



Figura C.3 – DEPÓSITO DE DRENAJE A TAMAÑO MODULAR PARA UN AHORRO DE AGUA LOGÍSTICO Y ECONÓMICO

Fuente: Catálogo de productos, empresa GRAF; p. 58

2.1.4 Pozos de absorción

Los pozos de absorción evacúan las aguas pluviales directamente en el suelo drenando superficies de algunos miles de metros cuadrados. Esta técnica se aplica en zonas donde la capa superficial del suelo es poco permeable (por las obras de urbanización o porque el terreno superficial es impermeable) pero donde se tiene a la vez capacidades importantes de infiltración en las capas inferiores (más profundas) del suelo.

Del libro titulado: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial*, cuyos autores son: Y. AZZOUT, S. Barraud, Edit. Lavoisier Tec. et Doc, 1994, se ha entresacado parte de su información útil y práctica aplicable a desarrollos de proyectos de vivienda, la cual se expone a continuación.

El funcionamiento hidráulico de los pozos se efectúa por:

- La *recepción del agua pluvial y su introducción al pozo*, que puede efectuarse directamente desde la superficie o por medio de una red de tubería.



Figura C.4 – MODOS DE RECEPCIÓN DEL AGUA A LOS POZOS

Fuente: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial*, Choix, Conception, Réalisation et Entretien
Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994 ; p.198

- El *almacenado temporal del agua captada* cuyo volumen depende de la cantidad de lluvia y tipo de suelo principalmente. Los pozos pueden ser huecos y estar entibados o llenados con piedra (para evitar su colapso).

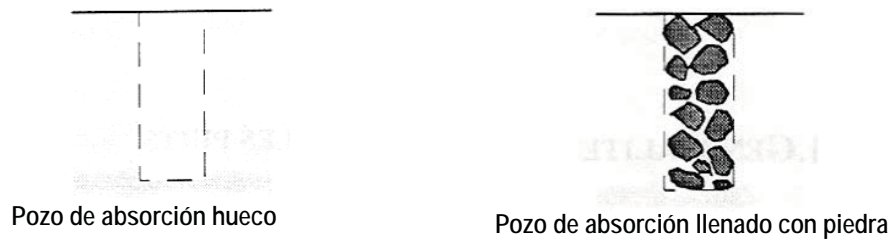


Figura C.5 – TIPOS DE POZOS

Fuente: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial*, Choix, Conception, Réalisation et Entretien
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994 ; p. 198

- La *evacuación del agua captada* la cual puede llevarse a cabo por infiltración o por inyección. Los pozos de infiltración conducen al agua atravesando una capa del suelo no saturada (sin nivel freático). Los pozos de inyección se ahogan parcialmente dentro de la zona saturada por el nivel freático.



Figura C.6 – POZOS DE INFILTRACION O DE INYECCION

Fuente: *Techniques alternatives en assainissement pluvial, choix, conception, réalisation et entretien*
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994 ; p. 199

Los pozos de absorción tienen como ventaja el ocupar poca superficie y discreción visual. Requieren de un mantenimiento constante para evitar su azolvado. Se pueden combinar con otras soluciones.

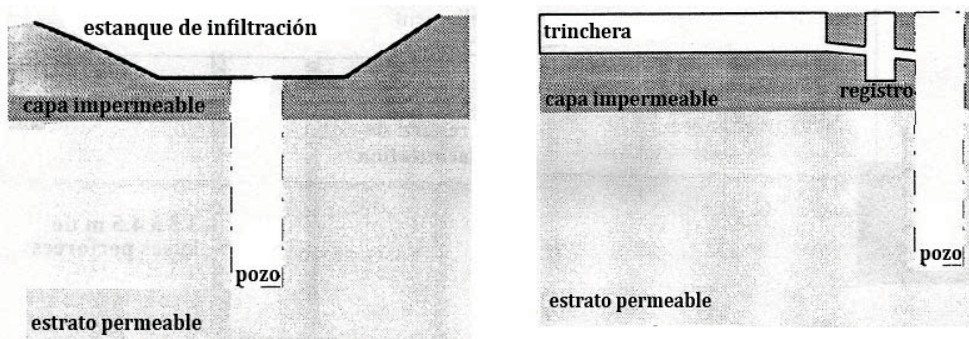


Figura C.7 – EJEMPLOS DE COMBINACIÓN DE OTRAS TÉCNICAS ASOCIADAS A LOS POZOS

Fuente: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial*, Choix, Conception, Réalisation et Entretien
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994 ; p. 207

También se pueden proponer soluciones de varios pozos de absorción dispuestos en serie.

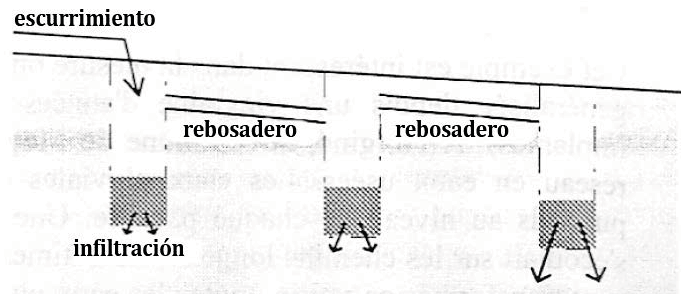


Figura C.8 – EJEMPLO DE POZOS DISPUESTOS EN SERIE

Fuente: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial*, Choix, Conception, Réalisation et Entretien
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994; p. 208

En proyectos de vivienda en condominio horizontal se utilizan generalmente pozos de 1.00 m de diámetro formados por anillos perforados de concreto o de plástico (o incluso tubos de lámina perforada para mayores profundidades) apilados uno sobre otro y provistos de un registro decantador. El fondo del pozo se llena con piedra o grava gruesa para permitir la infiltración. Estos pozos rara vez sobrepasan los 5.00 m de profundidad.

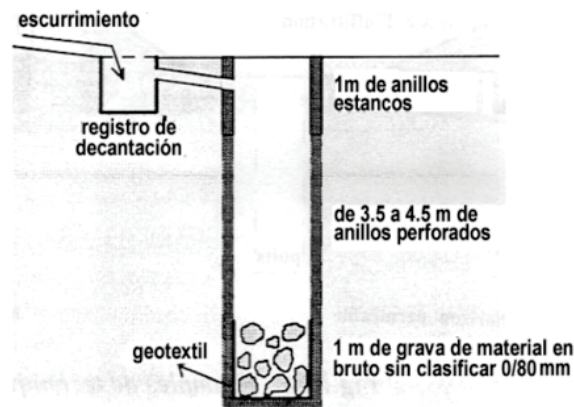


Figura C.9 – EJEMPLO DE POZO DE ABSORCIÓN DE POCA PROFUNDIDAD

Fuente: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial*, Choix, Conception, Réalisation et Entretien
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994; p. 199

Los pozos de absorción requieren protegerse contra el azolvado por medio de un registro previo de decantación y, en algunos casos, puede incluirse un rebosadero conectado a la red pública que evite su posible derrame hacia la superficie.

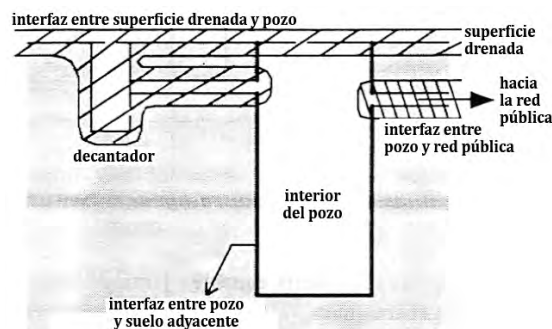


Figura C.10 – ESQUEMA DE LAS DIFERENTES PARTES BÁSICAS DE UN POZO DE ABSORCIÓN

Fuente: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial*, Choix, Conception, Réalisation et Entretien
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994; p. 219

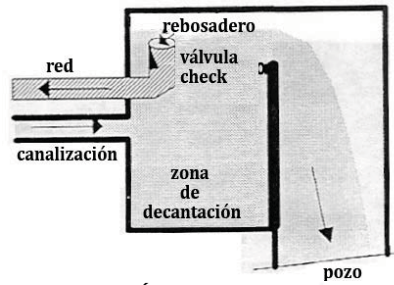


Figura C.11 – OPCIÓN DEL USO DE REBOSADERO

Fuente: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial*, Choix, Conception, Réalisation et Entretien
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994; p. 224

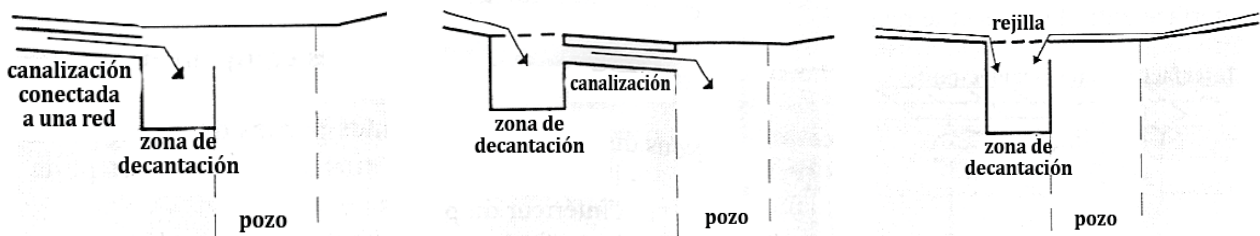


Figura C.12 – VARIANTES DE SOLUCIONES DE DISPOSITIVOS DE CAPTACIÓN DEL AGUA HACIA POZOS HUECOS DE ABSORCIÓN

Fuente: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial*, Choix, Conception, Réalisation et Entretien
 Autores : Y. Azzout, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994; p. 220

En los casos de sistemas de desagüe pluvial es fundamental disponer de medios de decantación y de retención de combustibles y lubricantes antes de su filtración, absorción y reuso.

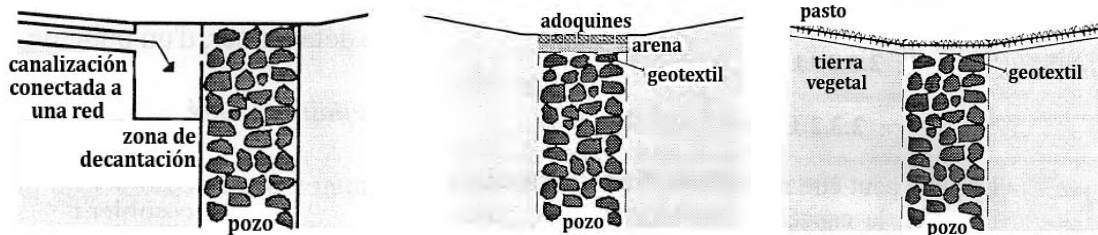


Figura C.13 – VARIANTES DE SOLUCIONES DE DISPOSITIVOS DE CAPTACIÓN DEL AGUA HACIA POZOS DE ABSORCIÓN LLENOS DE PIEDRA

Fuente: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial*, Choix, Conception, Réalisation et Entretien
 Autores : Y. Azzout, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994; p. 221

Los pozos de visita huecos tienen más capacidad de regulación de agua que los pozos de visita llenados con piedra aunque, de cualquier forma, la capacidad de almacenamiento de agua en ambos casos es reducida y, en caso de requerirse, debe combinarse con la adición de un receptáculo de gran capacidad.

Adicionalmente, al decantador puede incluirse un separador de aceites o grasas. En el caso de existir vegetación cercana a un pozo de absorción es importante colocar un sistema antiraíces para impedir que las raíces dañen y obturen al pozo.

El dimensionamiento de un pozo (profundidad y radio) puede fijarse o determinarse a priori en función de las características y condicionantes de la obra y de la formación geológica del suelo (estrato impermeable, estrato permeable, profundidad del nivel freático, etc.).

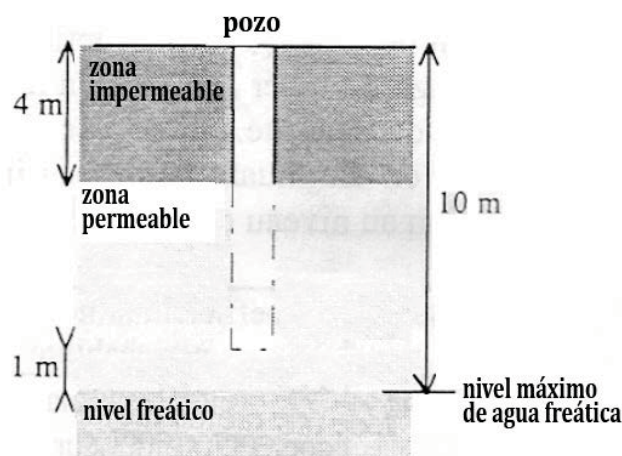


Figura C.14 – EJEMPLO DE IMPLANTACIÓN DE UN POZO

Fuente: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial*, Choix, Conception, Réalisation et Entretien
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994; p. 227

Igualmente, se puede fijar una sola dimensión (generalmente la profundidad) para enfocar al cálculo considerando al radio como dimensión a obtener.

Para la determinación del gasto o capacidad de infiltración se requiere conocer las características hidrodinámicas del terreno en el que se realizará. La infiltración considerándose principalmente la capacidad de absorción del suelo y las condiciones límite del medio absorbente (geometría, sustrato impermeable, etc.).

La determinación del gasto considerada constante se toma igual al producto de la superficie total del pozo que contribuye a la absorción multiplicado por la capacidad de absorción específica del suelo.

Siendo:

$$Q_s = S q_{as}$$

Q_s = Gasto en m^3/s
 S = Superficie interior del pozo concerniente por la infiltración en m^2 .
 q_{as} = Capacidad de absorción por unidad de superficie infiltrante en $m^3/s/m^2$

Para determinar la capacidad de absorción hay que hacer estudios previos de ensaye sobre el sitio a la profundidad considerada para el dimensionamiento.

Es posible determinar de manera muy general el gasto de absorción tomando la permeabilidad menor de las obtenidas en el estudio de factibilidad. El gasto se estima obteniendo el producto de esta permeabilidad por la superficie interior del pozo considerada para la infiltración.

Como el gasto Q_s tiende a disminuir por el paulatino azolvado, al resultado obtenido hay que afectarlo por un coeficiente de seguridad que disminuya la capacidad de absorción; por ello, para comenzar, no se toma en cuenta la superficie de la base del pozo la cual tiende a azolverse fácilmente.

Las siguientes figuras indican estas consideraciones.

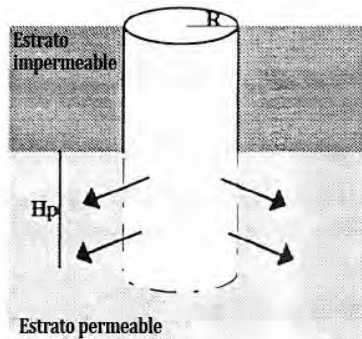


Figura C.15a – EJEMPLO DE EVACUACIÓN DE LA SUPERFICIE Sp; p. 229

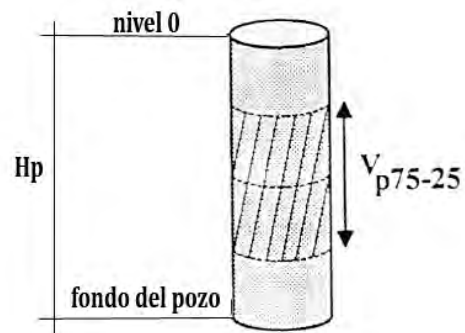


Figura C.15b – VOLUMEN DE AGUA A CONSIDERAR POR EL MÉTODO DE MEDICIÓN INGLÉS DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN - p. 215

Fuente: Techniques alternatives en assainissement pluvial, choix, conception, réalisation et entretien
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994

En la figura C.15a se diferencia y se descuenta la altura del pozo de absorción por estar en el estrato impermeable y se toma en cuenta solamente la altura H_p como dato para la obtención de la capacidad de absorción.

En la figura C.15b que se basa en el método inglés de cálculo de absorción de pozos (por ser más conservador y realista) indica la altura a medir del pozo para la obtención de su capacidad de absorción.

En Gran Bretaña la capacidad de absorción q_{as} se estima calculando el tiempo que le lleva al agua para que su nivel dentro del pozo pase del 75% al 25% de la profundidad real del ensaye.

Siendo:

V_{p75-25} = Volumen de agua comprendido entre el 75% y el 25% de la altura real del ensaye.

a_{p50} = Superficie interior del pozo hasta el 50% de la altura real del ensaye y excluyendo la base.

t_{p75-25} = Tiempo en el que el nivel de agua pasa del 75% al 25% de la altura real del ensaye.

$$q_{as} = \frac{V_{p75-25}}{a_{p50} t_{p75-25}}$$

Se aconseja efectuar al menos tres pruebas en el mismo día o durante tres días consecutivos. La capacidad de absorción será la del valor más bajo y dependerá de la permeabilidad del suelo.

Los suelos permeables tienen permeabilidades del orden de 10^{-5} m/s (arena fina) a 10^{-4} m/s y a veces más (arena con grava). Por debajo de 10^{-7} m/s los suelos se consideran muy poco permeables o prácticamente impermeables (limos, arenas arcillosas y arcillas).

Este mismo principio práctico de cálculo de absorción puede aplicarse a pavimentos permeables utilizándose la fórmula general:

Siendo:

α = Coeficiente de seguridad (que se toma generalmente igual a 0.1 ó a 0.5).

q_{as} = Capacidad de absorción por unidad de superficie infiltrante en $m^3/S/m^2$

S = Superficie de infiltración bajo la estructura de un pavimento permeable en m^2

$$Q_s = \alpha q_{as} S$$

Hay que hacer notar que para este tipo de estructuras una infiltración de 0.5 mm/h (1.4×10^{-7} m/s) corresponde a un suelo poco permeable.

2.1.5 Trincheras de absorción

Las *trincheras de absorción* son obras superficiales de una profundidad de alrededor de un metro y longitud variable que captan generalmente las aguas de escurrimiento perpendicularmente a su longitud para evacuarlas por infiltración o por conducción hacia una descarga (red, arroyo o pozo). Su funcionamiento incluye la recepción del agua, el almacenamiento temporal del agua dentro de su volumen y su evacuación por infiltración del suelo o por conducción hacia un drenaje de gasto regulado; por tanto, las trincheras pueden ser de infiltración (absorbentes) o de retención.

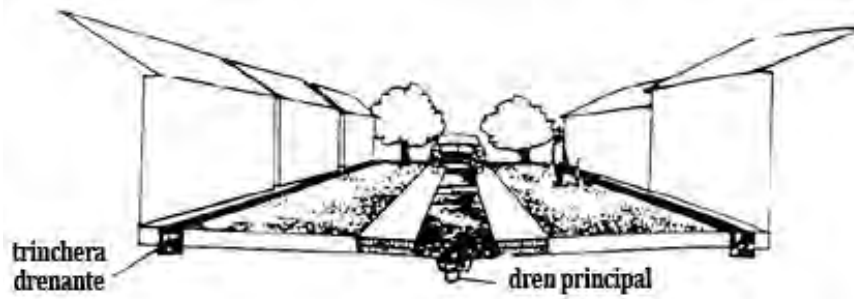


Figura C.16 – EJEMPLO DE SOLUCIÓN CON TRINCHERAS EN UN CONJUNTO DE VIVIENDAS
Fuente: *Techniques alternatives en assainissement pluvial, choix, conception, réalisation et entretien*
Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994; p. 248

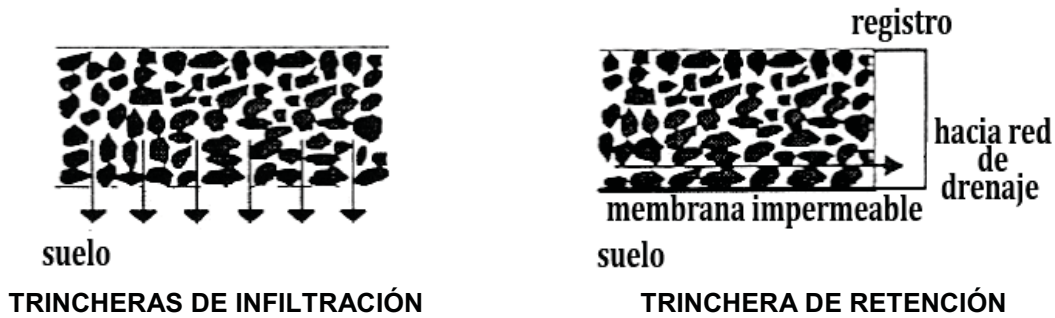


Figura C.17 – TRINCHERAS DE INFILTRACIÓN Y DE RETENCIÓN
Fuente: *Techniques alternatives en assainissement pluvial, choix, conception, réalisation et entretien*
Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994; p. 242

Las partes constitutivas y complementarias de una trinchera se muestran en la siguiente figura C.18.

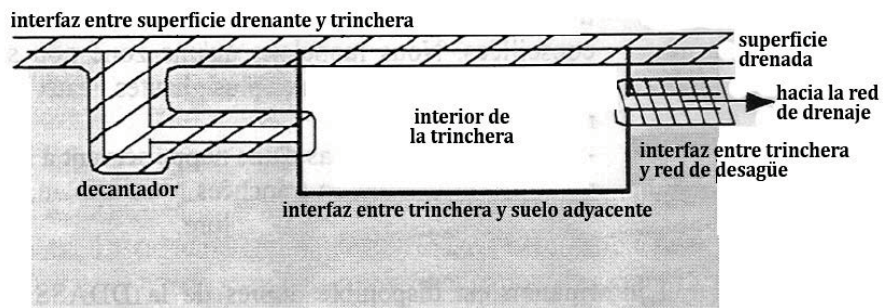
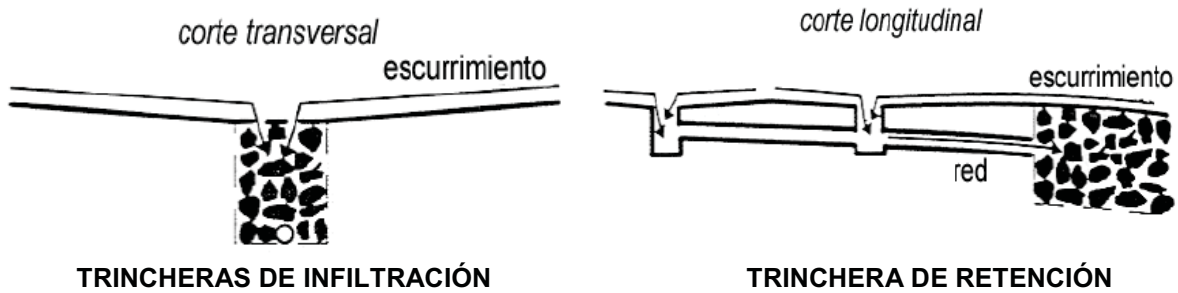


Figura C.18 – ESQUEMA DE LAS DIFERENTES PARTES CONSTITUTIVAS Y COMPLEMENTARIAS DE UNA TRINCHERA

Fuente: *Techniques alternatives en assainissement pluvial, choix, conception, réalisation et entretien*
Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994; p. 254

Para soluciones específicas, se pueden dar variantes en la forma de captación como las mostradas a continuación:



TRINCHERAS DE INFILTRACIÓN

TRINCHERA DE RETENCIÓN

Figura C.19 – MODOS DE CAPTACIÓN DE AGUA HACIA LAS TRINCHERAS

Fuente: *Techniques alternatives en assainissement pluvial, choix, conception, réalisation et entretien*
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994; p. 243

Para el caso de trincheras con captación directa es posible dejar aparente su material de filtrado o puede recubrirse con césped.

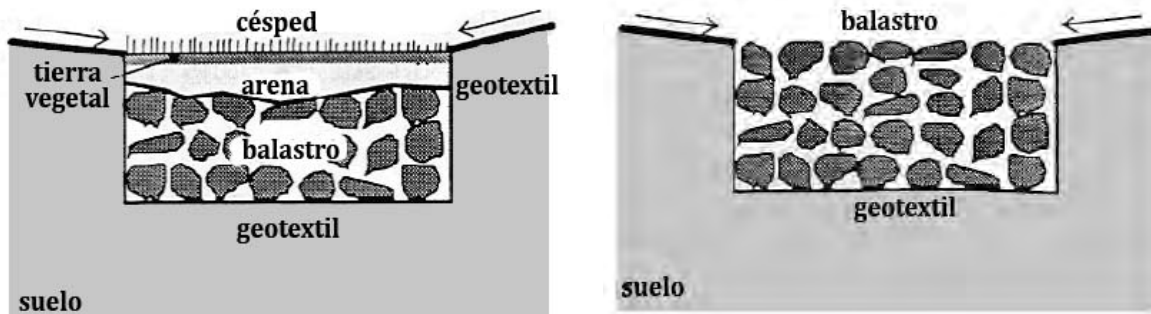


Figura C.20 – EJEMPLOS DE TRINCHERAS APARENTES O RECUBIERTAS

Fuente: *Techniques alternatives en assainissement pluvial, choix, conception, réalisation et entretien*
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994; p. 256



Figura C.21 – CASO DE TRINCHERA APARENTE

Fuente: *Techniques alternatives en assainissement pluvial, choix, conception, réalisation et entretien*
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994; p. 207 – fig. 6

Para lograr mayor capacidad de almacenamiento en las trincheras (el doble o más) pueden utilizarse cajas formadas por rejillas de plástico o módulos alveolares diseñados para tal fin (resistente a las cargas muertas y a las cargas vivas vehiculares) encapsuladas con geotextiles para evitar su azolvado.

Con este mismo principio aplicado a las trincheras se pueden conformar fosas de gran volumen y capacidad de almacenamiento de agua.

2.1.6 Parcelas de regulación y de absorción

Las parcelas de regulación y de absorción son soluciones equivalentes a los tanques de regulación que, en varios de los casos, se adiciona como ventaja a la infiltración al suelo.

En el capítulo 3 donde se ha dedicado una parte para describir las características generales de los pavimentos permeable con estructuras de soporte granulares, porosas o alveolares ultraligeras.

Las parcelas de absorción se ubican generalmente bajo áreas jardinadas o bajo áreas de estacionamiento. Se incluyen en las figuras siguientes la aplicación de esta solución en un conjunto habitacional de interés social de 11,000 viviendas denominado “Santa Bárbara” y ubicado en el Estado de México.

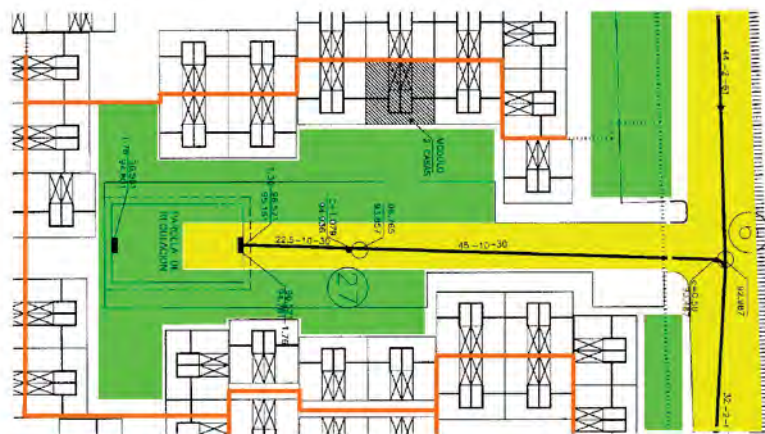


Figura C.22a – PLANTA DE UN CLAUSTRO TIPO DE VIVIENDAS indicando la ubicación de su parcela de regulación e infiltración

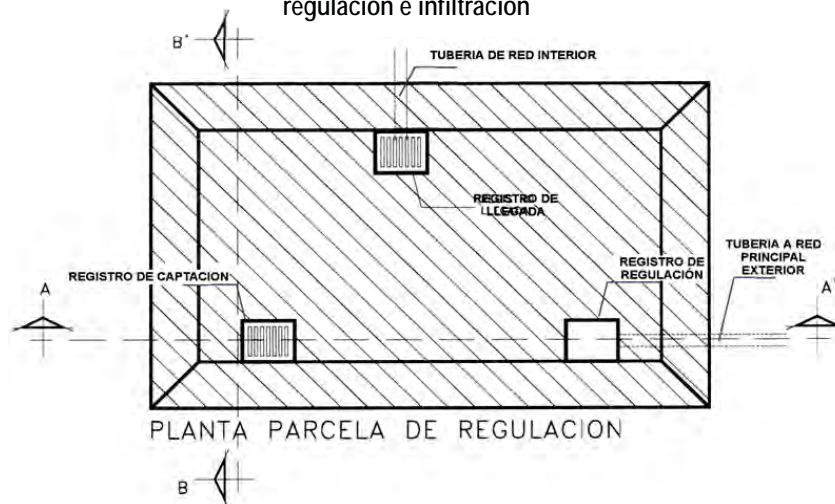


Figura C.22b – PLANTA DE PARCELA DE REGULACIÓN

Figura C.22-A – SOLUCIÓN DE PARCELAS DE REGULACIÓN utilizadas en la obra denominada “Santa Bárbara” de 11000 viviendas ubicada en el Estado de México y desarrollada por “Casas Geo”.

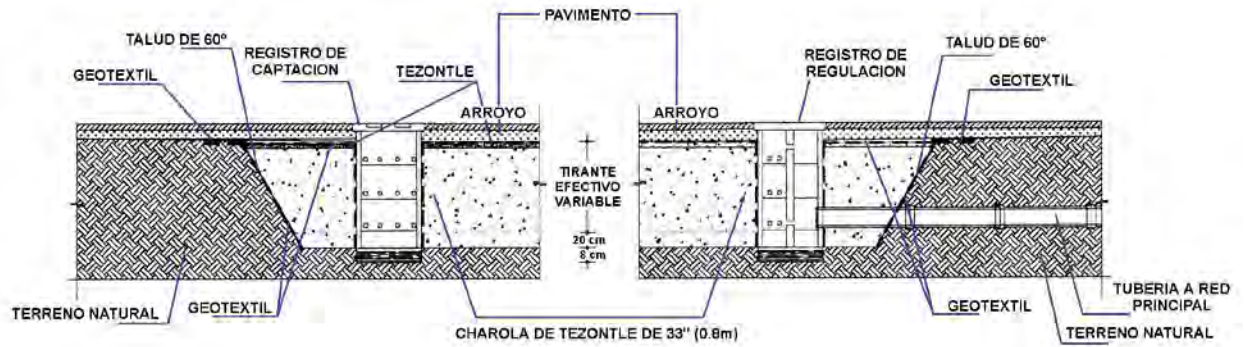


Figura C.22c –CORTE LONGITUDINAL A-A' DE PARCELA DE REGULACIÓN

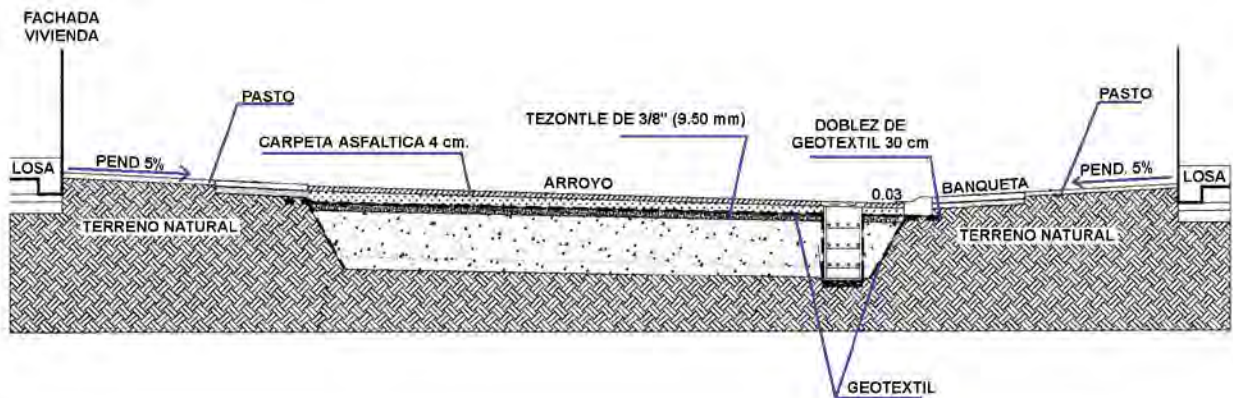


Figura C.22d –CORTE TRANSVERSAL B-B' DE PARCELA DE REGULACIÓN



Figura C.22e –INICIO DE EJECUCIÓN DE OBRA DE UNA PARCELA DE REGULACIÓN donde se aprecian los registros terminados, el tendido del geotextil y el inicio del relleno con material granular poroso (Tezontle)

Figura C.22-B –SOLUCIÓN DE PARCELAS DE REGULACIÓN utilizadas en la obra denominada “Santa Bárbara” de 11000 viviendas ubicada en el Estado de México y desarrollada por “Casas Geo”.

2.2 Recuperación y aprovechamiento del agua de lluvia (riego de jardines, limpieza, lavado de autos, lavado de ropa, WCs).

La *Recuperación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia* para riego de jardines, trabajos de limpieza, lavado de autos, lavado de ropa y llenado de los depósitos de los WCs se ha vuelto exigible por la Reglamentación de las grandes ciudades y muy recomendable para ciudades medianas y pequeñas con objeto de reducir la demanda de agua potable suministrada por los organismos operadores.

El aprovechamiento del agua de lluvia depende de las épocas de lluvia (cuando se puede captar) y de la capacidad de su almacenamiento en época seca y, una vez agotada la reserva almacenada del agua de lluvia, se vuelve necesario utilizar el agua potable suministrada por los servicios públicos o rellenar los depósitos comprando agua tratada en pipa.

Se incluyen a continuación las soluciones más comúnmente utilizadas; en el capítulo 3 se muestran también los diferentes recipientes de concreto y de plásticos empleados como componentes.

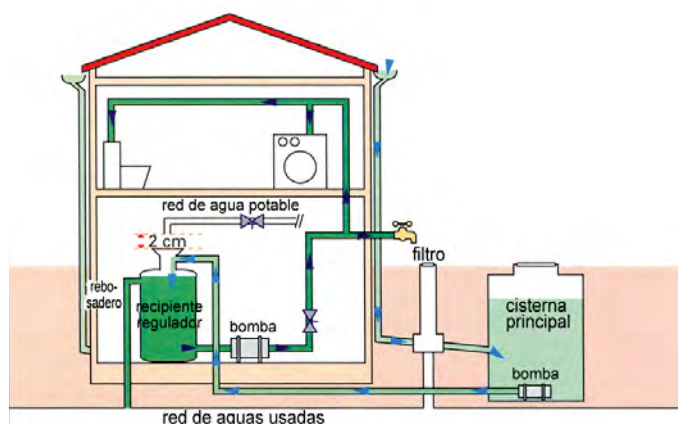


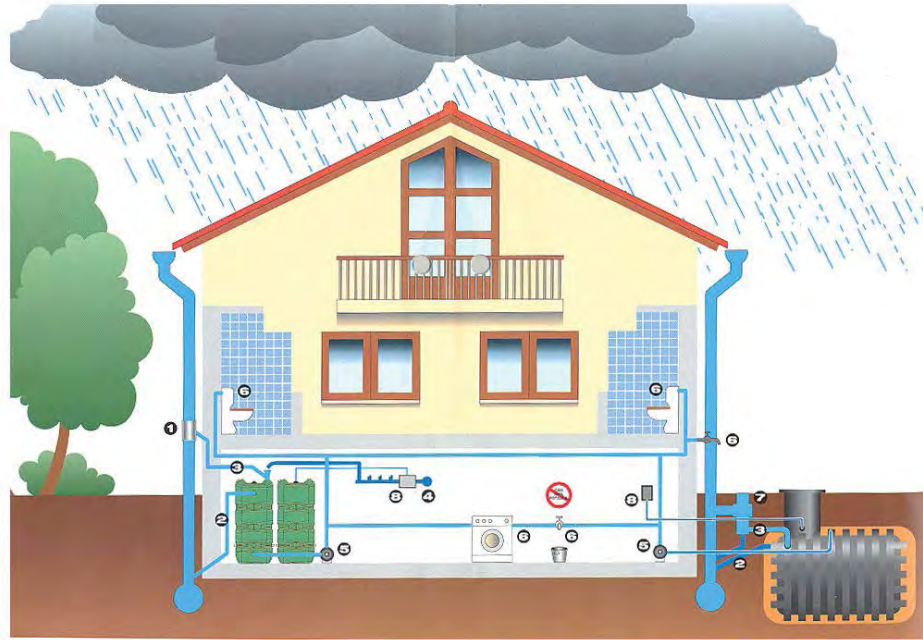
Figura C.23 – CORTE ESQUEMÁTICO DE SISTEMA DE APROVECHAMIENTO PLUVIAL

Fuente: Habitat performant, cahier technique et applications, énergies renouvelables et architecture bioclimatique, communauté urbaine de Lyon; p. 11



Figura C.24 – CISTERNA VERTICAL DE ALMACENAMIENTO DE AGUA PLUVIAL E INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN A MUEBLES HIDROSANITARIOS

Fuente: Catálogo técnico de productos, empresa 3P TECHNIK Filter System,, p. 14 y 15.



- | | |
|---------------------------------------|------------------------------------------|
| 1.-Filtro colector de aguas pluviales | 2.-Rebosadero |
| 3.-Bajada de agua pluvial | 4.- Conexión a tubería de agua potable |
| 5.-Bomba de agua | 6.- Bi-pass para agua de lluvia filtrada |
| 7.-Filtro de vórtice enterrado | 8.- Set de alimentación de agua potable |

Figura C.25 – ESQUEMA DE UNA RED DE RECUPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES
Fuente: Catálogo técnico de productos, empresa GRAF

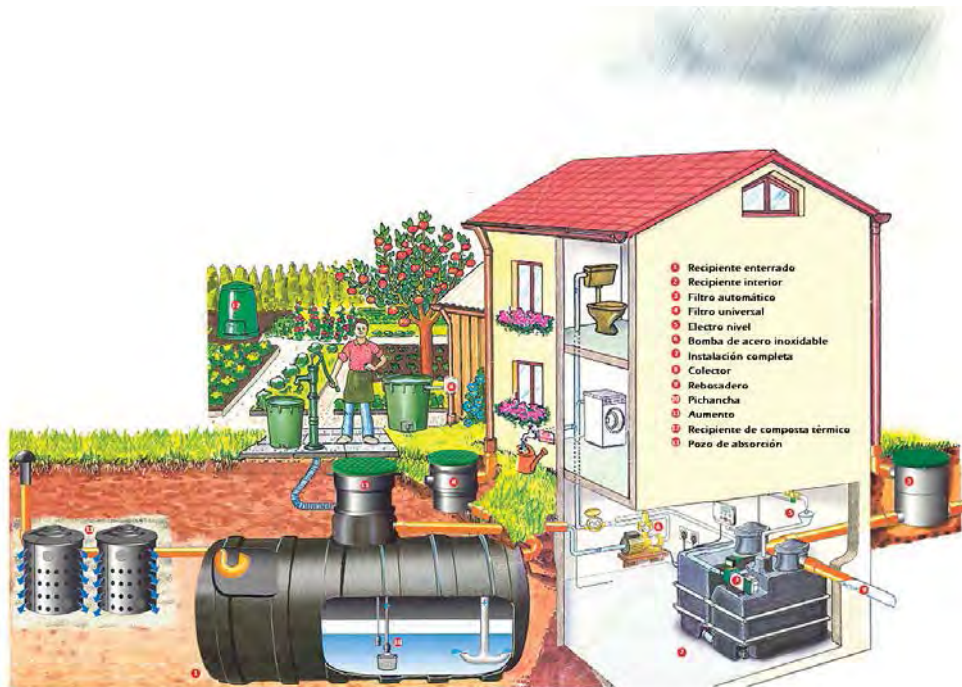


Figura C.26 – SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA PLUVIAL INTEGRAL que incluye gran número de componentes posibles
Fuente: Catálogo técnico de productos, empresa GRAF, p. 8 y 9

En los proyectos de aprovechamiento de agua pluvial, adicionalmente a la disposición de registros decantadores, es necesario instalar filtros para separar del flujo de agua a las hojas muertas de árboles que caen sobre las cubiertas y azoteas (los cuales se instalan en las bajadas de agua pluvial).



- Separa hojas y suciedad del agua que circula por la bajada.
- Para bajadas de 10 cm Ø
- Ideal para superficies con muchas hojas
- Sirve de prefiltro cuando hay mucha suciedad
- Autolimpiable y mínimo mantenimiento
- Fácil extracción de la superficie filtrante sin necesidad de desmontar el filtro.

Figura C.27 – SEPARADOR DE HOJAS en bajada de agua pluvial

Fuente: Catálogo de productos, empresa GRAFF p.49

También se requieren instalar registros-filtro con carbón activado y grava. El carbón activado remueve el cloro y la materia orgánica (causante del mal olor) y remueve materias orgánicas como los fenoles, pesticidas y herbicidas del agua. La activación del carbón produce una excelente superficie de filtración y le permite al carbón activado gran capacidad de absorción de impurezas del agua ya que la materia se adhiere a su superficie. También existen filtros embotellados o en recipientes de diferentes capacidades y formas con sistema de retrolavado.

Dependiendo de las condiciones de exposición y de servicio de cada proyecto es necesario considerar más dispositivos de tratamiento del agua de lluvia.

En las figuras anteriores se describen todas las partes que componen un sistema de aprovechamiento de agua pluvial.

Cuando la época de lluvias se termine (en época de estiaje) se requiere complementar el suministro de agua para jardines, limpieza, lavado de autos, WCs, etc. comprando agua tratada en pipas o aprovechando la redes de agua tratada (donde existan) conectándose a ellas para el llenado de los depósitos del sistema alternativo.

2.3 Uso de agua tratada

Para los casos particulares de tratamiento del agua de lluvia en áreas de estacionamiento donde se tiene contaminación de productos derivados del petróleo (combustibles y lubricantes) se tienen que considerar dispositivos especiales con control de calidad del agua y mantenimiento constante.

Se incluye en la siguiente figura un ejemplo de este tipo de soluciones con sus principales dispositivos de tratamiento.

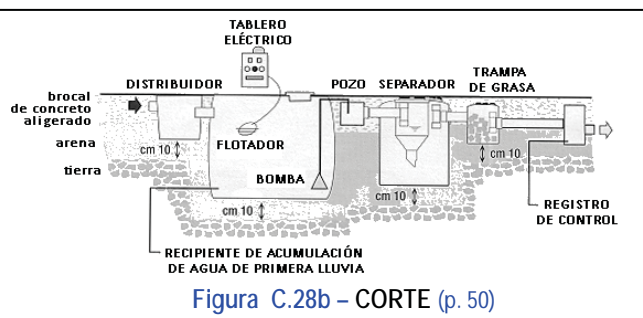
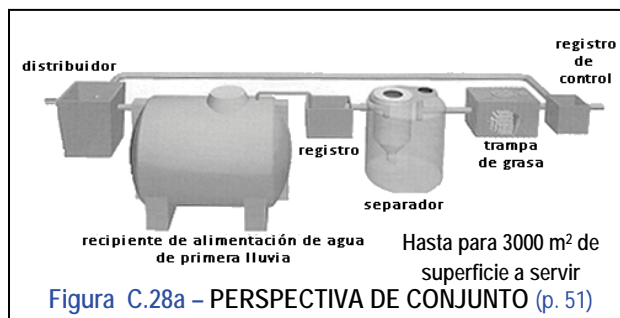


Figura C.28 – INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA ÁREAS DE ESTACIONAMIENTO

Fuente: Catálogo técnico de productos, empresa ISEA, p. 50 y 51

En todos los casos necesarios de redes de desagüe pluvial es fundamental disponer de medios de decantación y de retención de combustibles y lubricantes antes de su filtración, absorción y reuso.

Por lo que respecta a *la reutilización de las aguas grises a escala de una o de pocas viviendas, debido al alto costo que ello implica, salvo algunos casos, lo más conveniente es tratarlas conjuntamente con las aguas negras en una planta regional cuyo tamaño y escala convenga económicamente*. El empleo de biodigestores colocados dentro de la propiedad del conjunto de viviendas inmediatamente antes de la conexión del drenaje a la red pública coadyuva muy positivamente en el tratamiento de aguas servidas aunque requiere un mantenimiento regular por parte de los propietarios.

2.4 Soluciones complementarias para la regulación de lluvia de tormentas

La *Regulación de Lluvia de Tormentas* se puede lograr, como ya vimos, con las opciones de absorción y de regulación expuestas tanto en el capítulo 3 como en lo hasta ahora enunciado sobre este tema.

Existen soluciones adicionales de regulación como: las azoteas de regulación, los tanques de excedencias (de concreto con gran capacidad de almacenamiento) los vados y hondonadas superficiales y los lagos o estanques artificiales.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de principio de una azotea plana utilizada como estanque de regulación.

2.4.1 Azoteas de almacenamiento de agua pluvial

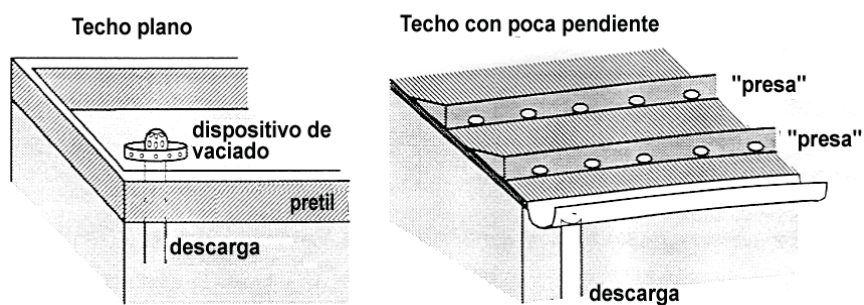


Figura C.29 – PRINCIPIO DE ALMACENADO DE AGUA EN TECHOS

Fuente: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial*, Choix, Conception, Réalisation et Entretien
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994 ; p. 294

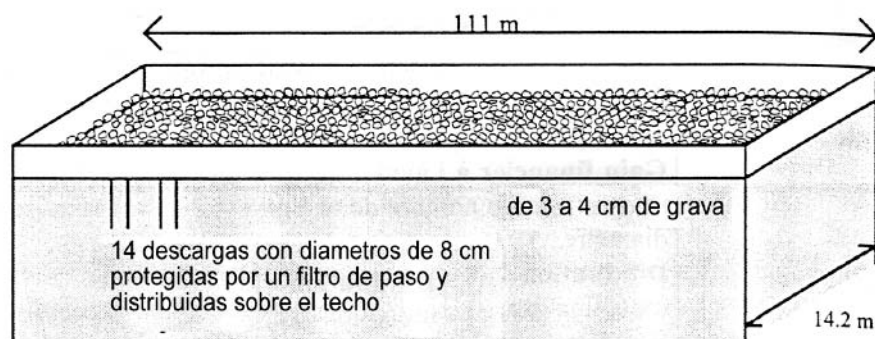


Figura C.30 – PRINCIPIO DE AZOTEA DE REGULACIÓN PARA AGUA DE LLUVIA

Fuente: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial*, Choix, Conception, Réalisation et Entretien
 Autores : Y. Azzout, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tec et Doc, 1994 ; p. 296

En este caso, el reducido diámetro de los tubos con el correspondiente reducido gasto permite lentificar el desaguado del agua acumulada.

2.4.2 Tanques de excedencias

Los tanques de excedencias son grandes cisternas de concreto armado enteradas, cimentadas y ancladas adecuadamente para evitar su emersión por flotación cuando se construyen en suelos con nivel freático alto.

2.4.3 Bados y hondonadas

Los vados o zanjas, hondonadas y fosas superficiales son una solución económica muy utilizada en varios países aprovechando áreas exteriores habilitadas como componentes importantes del diseño de paisaje.

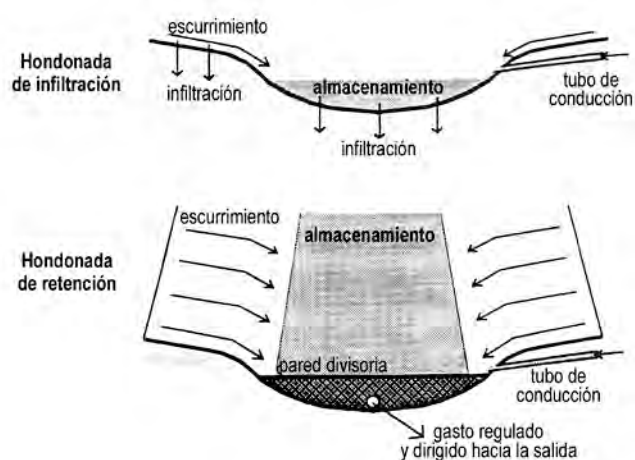


Figura C.31 – PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA FOSA

Fuente: Techniques alternatives en assainissement pluvial, choix, conception, réalisation et entretien
 Autores : Y. AZZOUT, S. Barraud, F.M. Crés y E. Alfakih – Editor: Lavoisier, Tech. et Doc., 1994 ; p. 272

Ejemplo de zanjas

Almacenaje de agua antes de desaguarse por el tubo (corte longitudinal)

3.00 m. aproximadamente

Vialidad

Corte transversal

Los vados o zanjas son obras que permiten regular el gasto de las aguas pluviales.

Figura C.32a – PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE REALIZACIÓN DE FOSAS, VADOS O ZANJAS DE REGULACIÓN DE AGUA PLUVIAL, formando parte del diseño de paisaje en los proyectos.

Fuente: Revista Le Moniteur, jun. 1996, dossier technique; p. 69



Fig. 10



p. 5



p. 7



Fig. 9

Figura C.32b – PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO Y EJEMPLOS DE REALIZACIÓN DE FOSAS, VADOS O ZANJAS DE REGULACIÓN DE AGUA PLUVIAL, FORMANDO PARTE DEL DISEÑO DE PAISAJE EN LOS PROYECTOS

Fuentes: Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales ; service technique de l'urbanisme, agence de l'eau ; edit. Tec et Doc ; Lavoisier, 1994.

2.4.4 Lagos artificiales

Para casos de altas probabilidades de inundación por la ocurrencia de fuertes tormentas y para uso recreativo adicional al aprovechamiento del agua, existe la solución de los estanques y lagos artificiales de regulación los cuales requieren un mantenimiento relativamente frecuente.



p. 4



p. 1



Figura C.33 – ESQUEMA DE PRINCIPIO Y EJEMPLOS DE ESTANQUES O LAGOS ARTIFICIALES DE REGULACIÓN que asegura una decantación primaria de materias en suspensión - Fuente: Revista Le Moniteur, Jun. 1996, dossier technique; p. 69

Se dan los casos de lagos o estanques que siempre tienen agua (a veces poca en época seca y a veces con mucha en época de lluvia) como en el caso de las presas. Hay otros casos en los que los estanques o lagos artificiales permanecen secos en época de estiaje y funcionan como áreas jardinadas o recreativas; en época de lluvias todas estas áreas secas jardinadas o superficies revestidas se convierten en lagos o estanques de regulación.

C-3 APROVECHAMIENTO DE AGUA SANITARIA (sistemas sanitarios de A.N. y A.P. separados)

3.1 Tratamiento de aguas servidas

El aprovechamiento de las aguas servidas (aguas negras) se da generalmente de manera indirecta infiltrando al subsuelo este tipo de agua previamente tratada para la retroalimentación a los mantos freáticos contribuyendo así a evitar el desalojo de agua de su área de incidencia por medio de redes urbanas.

Aunque en los casos de grandes proyectos se instalan plantas de tratamiento, en proyectos pequeños y medianos lo más común es el uso de biodigestores antes de conectarse a la red pública o de fosas sépticas complementadas con sus demás componentes y dispositivos para asegurar el buen funcionamiento de todo el sistema. En la siguiente figura C.34 se esquematizan las fases requeridas para el saneamiento del agua para terminar con la evacuación de agua en condiciones aceptables para ser infiltrada por medio de trincheras o pozos de absorción o vaciada a un arroyo o a una red pública.

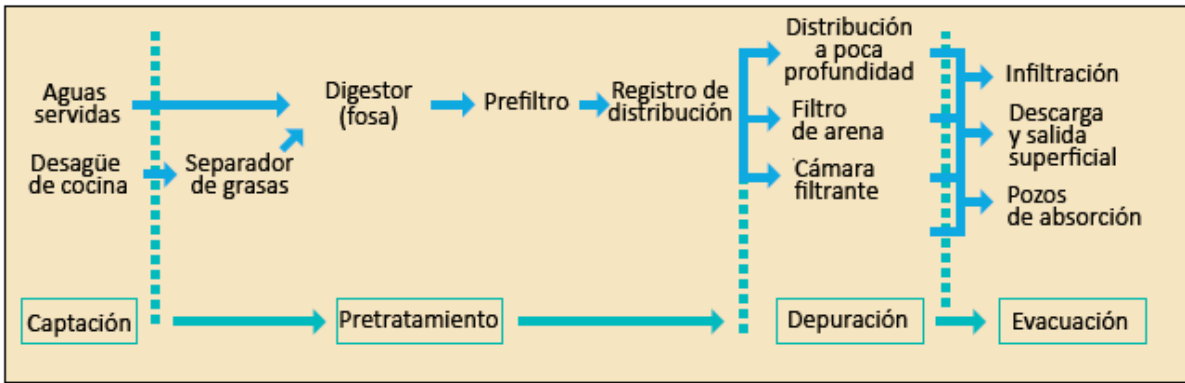


Figura C.34 – FASES DE SANEAMIENTO SÉPTICO

Fuente: Ouvrages d’assainissement en béton, T-94 ; CERIB, FIB, CIBÉTON ; p. 62

Los principales componentes del tratamiento séptico son la trampa de grasas y la fosa séptica; ambas pueden construirse en el sitio aunque, cada vez más, conviene comprarlas a un fabricante y sólo instalarlas y conectarlas. Aunque en el capítulo 3 se incluyeron varios diseños, como ejemplo se incluye en la siguiente figura información adicional sobre este tipo de componentes.

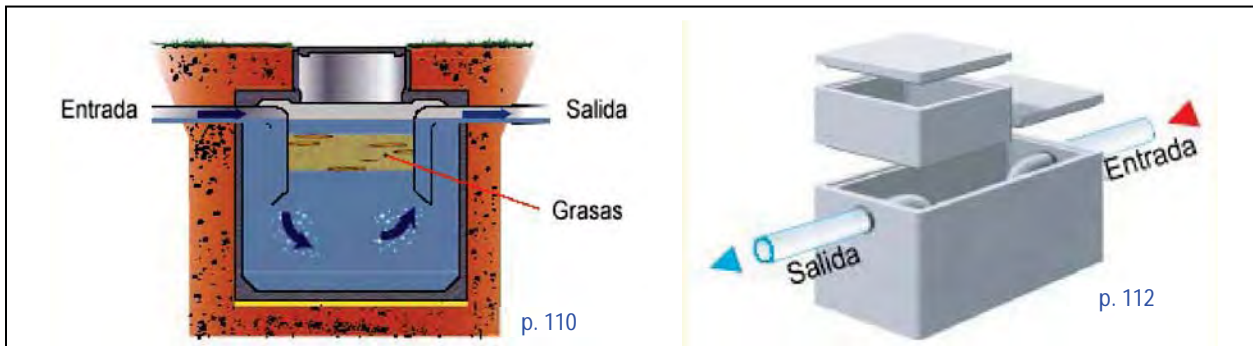
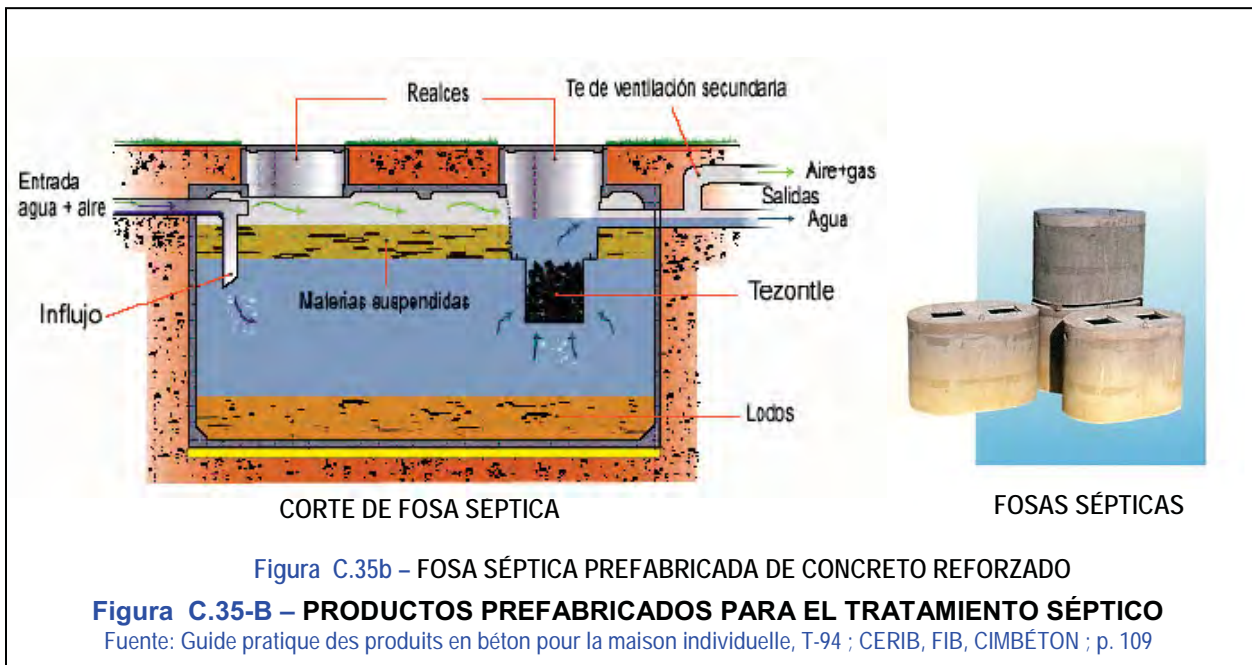


Figura C.35a – TRAMPA DE GRASAS PREFABRICADA DE CONCRETO REFORZADO

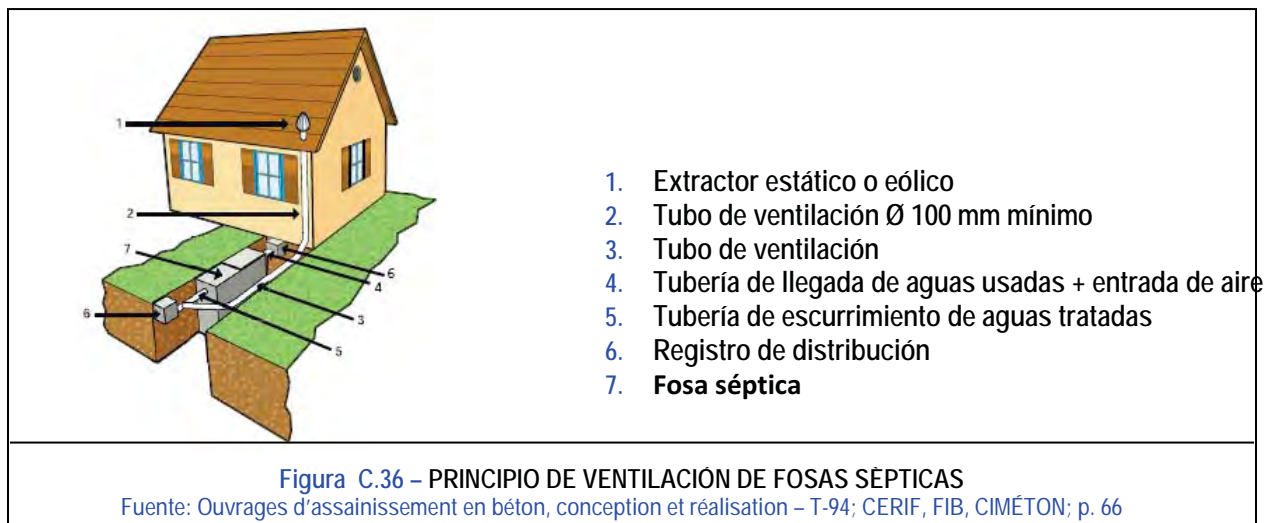
Figura C.35-A – PRODUCTOS PREFABRICADOS PARA EL TRATAMIENTO SÉPTICO

Fuente: Guide pratique des produits en béton pour la maison individuelle, T-94 ; CERIB, FIB, CIBÉTON ; p. 110 y 112

La colocación eventual de trampas de grasa o de otras materias también colabora en el mejoramiento del funcionamiento de las plantas regionales.



Las fosas sépticas prefabricadas son de uso común; sin embargo, los separadores o trampas de grasas aún no son muy tomados en cuenta para su comercialización en nuestro medio. Estos recipientes permiten separar grasas y aceites de origen animal y vegetal (de cocinas, cocheras, etc.). En Europa, los separadores de grasas y aceites están regidos por la norma EN 1825 partes 1 y 2.



En proyectos de vivienda de mayor tamaño eventualmente se utilizan con mayor frecuencia plantas de tratamiento de lodos activados utilizándose también recipientes prefabricados para estos efectos (Ver figura C.37).

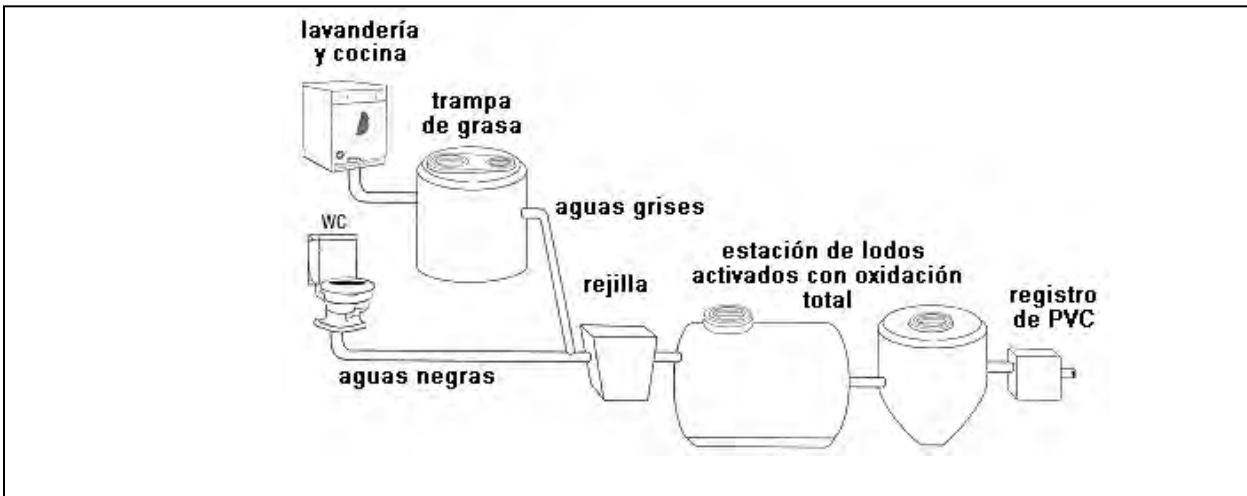


Figura C.37a – ESQUEMA GENERAL DE INSTALACIÓN TIPO; p.11

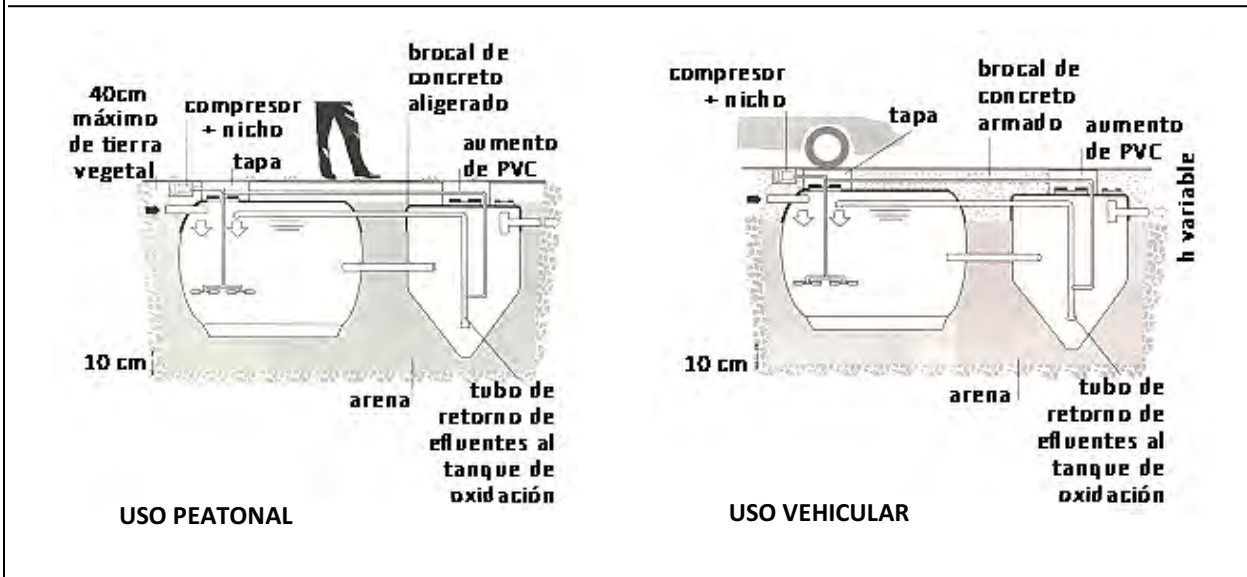


Figura C.37b – CORTES DE INSTALACIÓN; p. 10

Figura C.37 – PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS
Fuente: Catálogo de productos para profesionales de empresa ISEA (Italia); p. 10 y 11

C-4 HERMETICIDAD EN SISTEMAS DE REDES, POZOS Y REGISTROS

4.1 Eliminación de contaminación del y al suelo

La *Hermeticidad de los Sistemas de Redes Sanitarias* aseguradas por los anillos y juntas de estanqueidad de hule descritos en el capítulo 3 impide la contaminación y el intercambio de fluidos del suelo hacia las redes y viceversa. Es prioritario adoptar estas técnicas muy establecidas y conocidas en países desarrollados para lograr la mejora medioambiental necesaria y evitar desperdicios y daños por contaminación y desestabilización del comportamiento esperado de las soluciones dadas.

C-5 AHORRO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE

El agua que se saca de los mantos acuíferos y su restitución en las redes de los nuevos proyectos de vivienda es cada vez menor por la impermeabilización de las áreas urbanas ocupadas por edificios y vialidades.

Por tanto, para preservar las reservas disponibles de agua, se requiere implementar, en todos los nuevos proyectos de vivienda, sistemas alternativos que permitan la infiltración del agua de lluvia en suelos absorbentes y el aprovechamiento en zonas con suelos impermeables adoptando las técnicas ya descritas; también hay que rehabilitar las redes públicas eliminando fugas, evitando el despilfarro y optimizando su gestión.

Adicionalmente, hay que establecer un control anual o bianual que mida el consumo de agua antes y después de un período de no utilización con objeto de detectar posibles fugas.

Resumiendo lo hasta ahora expuesto, podemos decir que se puede llegar a ahorrar entre el 20% y el 40% de consumo anual por habitante y por año sin necesidad de sobrecostos de instalación importantes y sin sacrificar el confort (40 a 50 m³/año/habitante se puede reducir a 25 ó 35 m³/año/persona).

Las aguas pluviales pueden recuperarse para ser usadas en WCs, limpieza de las edificaciones, lavadoras de ropa, riego para jardines y lavado de autos. Se requiere contar con cisternas para el almacenamiento del agua pluvial que es captada de las azoteas, cubiertas, terrazas y pavimentos exteriores, y, conducida por tubería independiente a la del drenaje sanitario.

Las cisternas de agua pluvial generalmente tienen una capacidad que va de los 1000L a los 10,000L por vivienda. Las cisternas deben ser opacas, cerradas y aseguradas con el fin de evitar el calentamiento del fluido y la generación de bacterias; adicionalmente es necesario incluirle un sistema de filtración a base de canastillas en las coladeras de bajadas y rejillas en canalones y registros, dispositivos de separación de hojas y partículas sólidas y, sobre todo de filtros con carbón activado y/o tezontle.

Para la utilización del agua pluvial debe haber también una total independencia entre la red de agua potable y la red de agua de lluvia para evitar todo riesgo de contaminación; al mismo tiempo, es importante poder vaciar agua potable a la red de agua pluvial cuando, por no ser temporada de lluvias, el nivel almacenado de agua pluvial se haya bajado considerablemente (para no tenerse que instalar dos redes independientes); esto se logra previendo una alimentación de agua potable descargando en la parte más alta de la cisterna del agua pluvial.

Para el dimensionamiento de una instalación de recuperación de aguas pluviales, hay que tomar en cuenta varios parámetros como: La superficie de exposición, la zona geográfica y su pluviometría anual así como los coeficientes de escurrimiento que toman en cuenta la absorción de los materiales y la forma de los techos para obtener el volumen técnico de agua recuperable, a sabiendas de que el volumen real a recuperar representa el 50% ó el 60% de esa cantidad.

En la utilización de los muebles sanitarios, se puede economizar agua con el empleo de grifería y de dispositivos ahorradores de agua.

5.1 Grifería y accesorios de bajo consume de agua

Utilizados para el uso de lavabos, regaderas, fregaderos, etc. así como los Wcs ahorradores han venido desarrollando su tecnología para reducir la cantidad de agua requerida hasta sólo el 40% (60% menos de agua que los productos convencionales) sin que ello implique una pérdida de confort.

Un consumo de agua menor significa una menor necesidad de energía, menores emisiones de CO₂ y menores costos.

La regadera representa el 40% del consumo total utilizado con un consumo de 15 a 20 litros de agua en promedio y se pueden lograr economías importantes utilizando limitadores de gasto de agua o colocando un regulador de gasto; hay también accesorios con una toma de aire y una garganta que provoca un incremento de velocidad de flujo del agua y varios otros sistemas de regulación y reducción del gasto en valores que van de 8 a 12 litros.



Figura C.38 – REGADERA ECONOMIZADORA

Fuente: Catálogo de productos (referencias internacionales) Empresa HANSGROHE

Los WCs representan aproximadamente el 20% del consumo de agua en una vivienda donde ha sido posible utilizar mecanismos de 3 litros y 6 litros de consumo por descarga.

Los lavabos pueden contar con aireadores en las llaves que pueden reducir el gasto medio a 6, 8 ó 10 L/min. Los aireadores regulados aseguran un gasto constante independientemente de la presión de agua de entrada. Recientemente, los aireadores están integrando dispositivos para modular el gasto o botones de presión para disminuirlo hasta un 50%. Las últimas normas aplicables a la grifería indican una nueva clasificación ECAU (**E** por el gasto mínimo, **C** por la regulación de la temperatura y el gasto, **A** para limitar el nivel acústico y **U** para resistir al desgaste).



Figura C.39 – MEZCLADORA ECONOMIZADORA

Fuente: Catálogo de Productos (referencias internacionales) Empresa HANSGROHE

Para el caso de vivienda de interés social se elaboró un estudio de ahorro de consumo de agua utilizando grifería con ahorradores de agua tomando como referencia la ficha técnica del fabricante.

De dicho análisis se elaboró el diagrama siguiente aplicable a 1000 viviendas.



Figura C.40 – DIAGRAMA ANALÍTICO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO DE AGUA empleando ahorradores marca DETREX para proyectos de vivienda de interés social, elaborado por el Arq. Alberto NIEVES DEL TORO

Si para 1000 viviendas se logra un ahorro de consumo de agua al año de $130,862 \text{ m}^3$, por cada vivienda hay un ahorro de 130 m^3 anuales equivalentes a 356 litros diarios o sea el 32% lo cual no es nada despreciable.

Los productos de grifería de última generación que llegan a ahorros de hasta el 40% en el consumo de agua justifican totalmente a mediano plazo su costo de adquisición.

Por la escasez creciente de oferta del agua en las ciudades y por el correspondiente incremento en sus costos, se ha vuelto obligatorio y reglamentario el diseño de soluciones conducentes al uso económico, higiénico y eficiente del agua en las ciudades y, por tanto, en los proyectos de vivienda.

C-6 APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA LIMPIA

Como la energía solar, la energía eólica, energía hidráulica, la biomasa, etc., es la energía solar la que más se ha estado utilizando en vivienda. Las fuentes y medios de aprovechamiento energético se aplican generalmente a gran escala de carácter industrial.



Figura C.41 – EDIFICIO CON MEDIOS DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA INTEGRADOS A SU DISEÑO

Fuente: Revista Le Moniteur, Marzo 2008 p. 73

6.1 Energía solar térmica

La energía solar en vivienda se utiliza para obtener agua caliente utilizable para ducharse o como fluido calorígeno en instalaciones de calefacción hidrónica; a este tipo de empleo se le denomina *energía solar térmica*.

Hasta ahora las instalaciones requeridas para esta utilización implican una inversión inicial costosa aunque cada vez más se está utilizando gracias a estímulos fiscales e hipotecarios que han venido implementando.

Los colectores solares para la producción de agua caliente de uso doméstico, para la calefacción de viviendas o para el calentamiento de albercas están utilizándose cada vez más.

Un calentador solar cubre hasta el 80% de las necesidades de agua caliente permitiendo economizar del 50% al 80% de consumo y pago de combustible o de energía eléctrica reduciendo a su vez emisiones de CO₂.

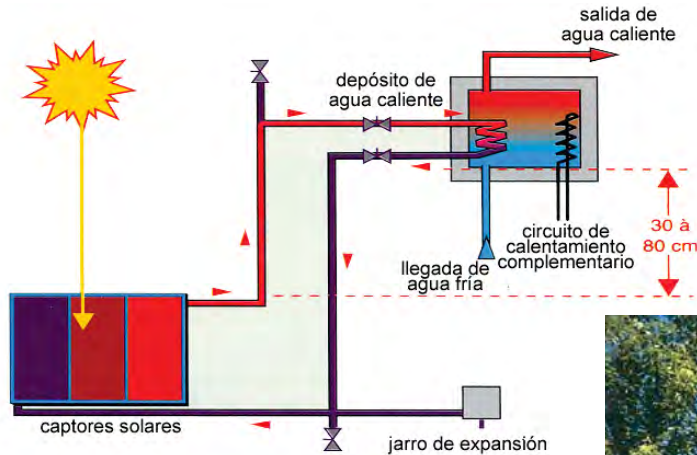
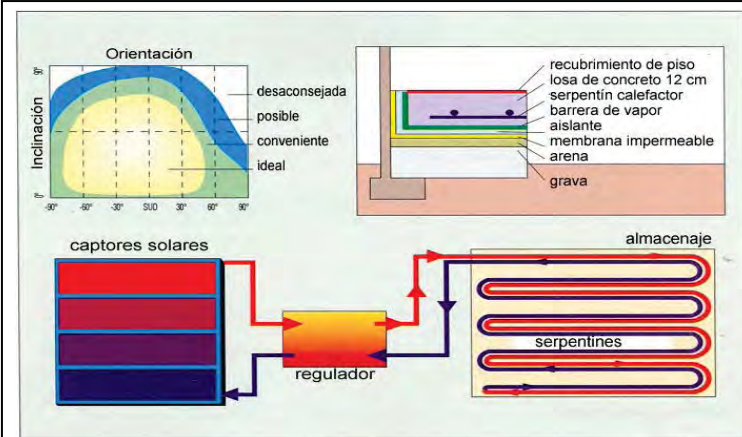


Figura C.42 – ENERGÍA SOLAR TÉRMICA – Principio de funcionamiento para producción de agua caliente sanitaria

Fuente: Habitat performant, cahier technique et applications, énergies renouvelables et architecture bioclimatique; communauté urbaine de Lyon; p. 7 y 27

Economía y recuperación del agua



Técnica simple, fiable y de sencillo mantenimiento.

Hay que considerar para este caso aproximadamente 8 m² de superficie de captadores por vivienda para una orientación Sur ± 20° (Azimut)/ángulo de inclinación de 45° a 70°.

Esta solución permite un ahorro que va del 40% al 60% en consumo de gas o electricidad.

Composición:

- Captadores solares que transforman la radiación solar en calor.
- Una losa dentro de la cual, por un serpentín de tubos, circula agua calentada por los captadores.
- Un regulador que controla la calefacción y la producción de agua caliente.



ENERGÍA SOLAR TÉRMICA (para calentamiento de agua)

Figura C.43 – CALEFACCIÓN SOLAR DIRECTA (principio básico para producción de agua caliente y para calefacción hidrónica)

Fuente: Habitat performant, cahier technique et applications, énergies renouvelables et architecture bioclimatique; communauté urbaine de Lyon; p. 4 y 5

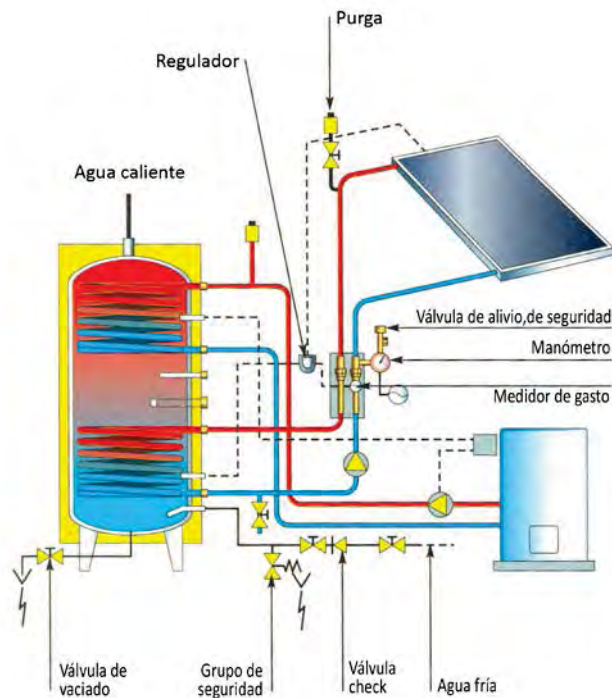


Figura C.44 – EJEMPLO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR

Fuente: CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL- Conception, Mise en Oeuvre et Entretien, Guide Pratique – Développement Durable ; Dominique CACCAVELLI y Franck Cheutin, CSTB, 2009, p. 44

La circulación del agua dentro del sistema se realiza gracias al fenómeno de convección natural denominada termosifón donde el agua caliente, más liviana que el agua fría sube generando una circulación natural sin necesidad de utilizar una bomba y, por tanto, sin necesidad de consumos energéticos ni costos de mantenimiento mecánico; al estar equipados con un acumulador eficazmente aislado se conserva el agua caliente durante varios días. El calentador de gas tradicional en este caso se utiliza solamente como equipo complementario de apoyo para condiciones de poco asoleamiento.

Existen propuestas mixtas como “La Bomba Solar” que combinan a la energía solar y la termodinámica aplicada en una bomba de calor. Esta solución puede proporcionar agua caliente a temperaturas mayores a los 55°C durante todo el día independientemente de las condiciones ambientales ya que capta calorías en el sol, la lluvia y el viento.

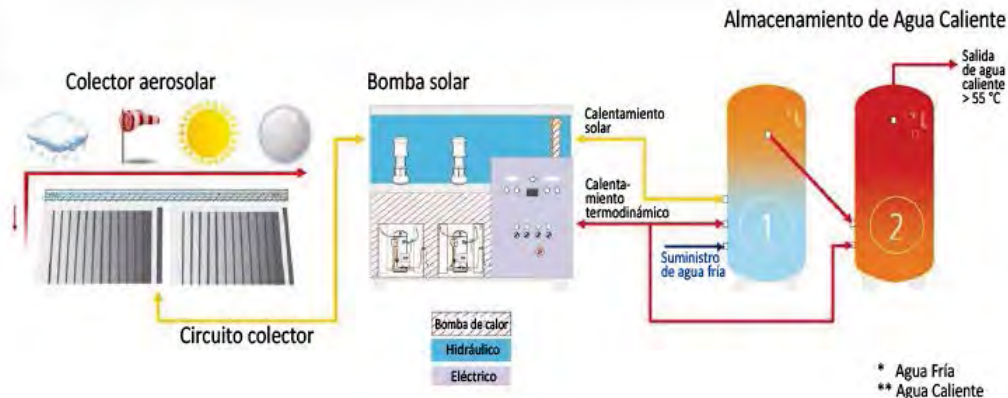


Figura C.45 – DIAGRAMA DE PROCESO DEL SISTEMA DENOMINADO “BOMBA SOLAR”

Fuente: Publicidad Técnica de Empresa GIORDANO Industries

Esta solución es más conveniente en instalaciones colectivas y puede aprovecharse para calefacción y puede contribuir en instalaciones de aire acondicionado (como una bomba de calor).

Los captosres solares necesitan ubicarse y orientarse en las partes de las edificaciones donde se dé un mayor tiempo de exposición al sol durante todos los días del año.



Pueden colocarse integrados a las cubiertas inclinadas o sobre un bastidor inclinado en azoteas planas. En algunos casos pueden integrarse al diseño de fachadas cuya orientación asegure un largo tiempo de exposición al sol duran el día y a su vez sirva de parteluz a las ventanas del edificio.

Figura C.46 – CAPTORES SOLARES con función de parteluces en fachadas
Fuente: Catálogo publicitario, empresa VIESSMANN

6.2 Energía solar fotovoltaica

La *energía solar fotovoltaica* contribuye en la mejora del desempeño energético de las edificaciones nuevas o existentes por aprovecharse la fuente inagotable y no contaminante de iluminación solar.



Figura C.47 – CUBIERTA SOBRE ÁREA DE ESTACIONAMIENTO DE VEHÍCULOS FORMADA POR PANELES MODULARES DE CELDAS FOTOVOLTAICAS para la transformación de energía solar en energía eléctrica - Fuente: Folleto de patrocinadores de France Green Tech, México 2012, empresa SOLAR ELECTRIC; p. 18

La energía solar fotovoltaica no debe confundirse con la energía solar térmica que produce calor a partir de la radiación solar infrarroja con el fin de calentar el agua o el aire. La energía fotovoltaica convierte directamente a la energía luminosa en energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos compuestos de celdas solares (fotopilas). Recientemente se ha dado el desarrollo de paneles fotovoltaicos que a la vez son paneles térmicos para la producción de agua caliente comercializados por empresas como SYSTAIC, SISTOVI y ABCD.

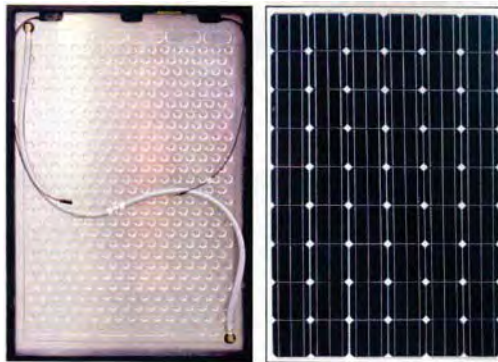


Figura C.48 – PANEL HÍBRIDO DENOMINADO DUALSUN CON CÉLULAS FOTOVOLTAICAS Y CON UN DELGADO INTERCAMBIADOR DE ALUMINIO DE 5.5 mm DE ESPESOR para el calentamiento de agua.

Fuente: Revista Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment de Abril 2012, p. 60

Dependiendo de las necesidades de la electricidad producida, puede utilizarse para la alimentación de un sitio aislado sin el servicio público o puede venderse toda o parte de ella a la red de distribución, lo cual es muy común en varios países industrializados.

Es importante conocer los aspectos técnicos del funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos con objeto de dominar la rentabilidad de una instalación.

Las células fotovoltaicas están compuestas por materiales semi-conductores que producen una corriente eléctrica bajo el efecto de fotones luminosos.

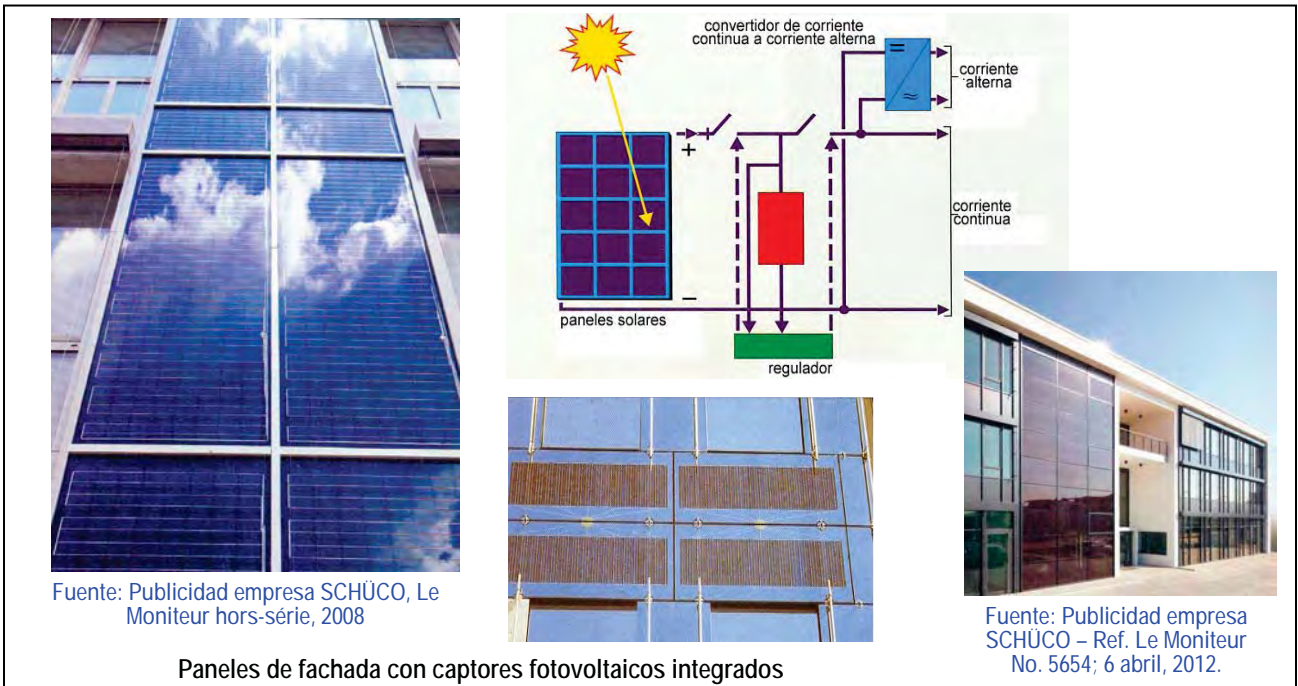


Figura C.49-A – ESQUEMA DE PARTES CONSTITUTIVAS Y DE FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS SOLARES para producción de energía eléctrica y aplicaciones en fachadas.

Fuente: Habitat performant, cahier technique et applications, énergies renouvelables et architecture bioclimatique, communauté urbaine de Lyon; p. 14

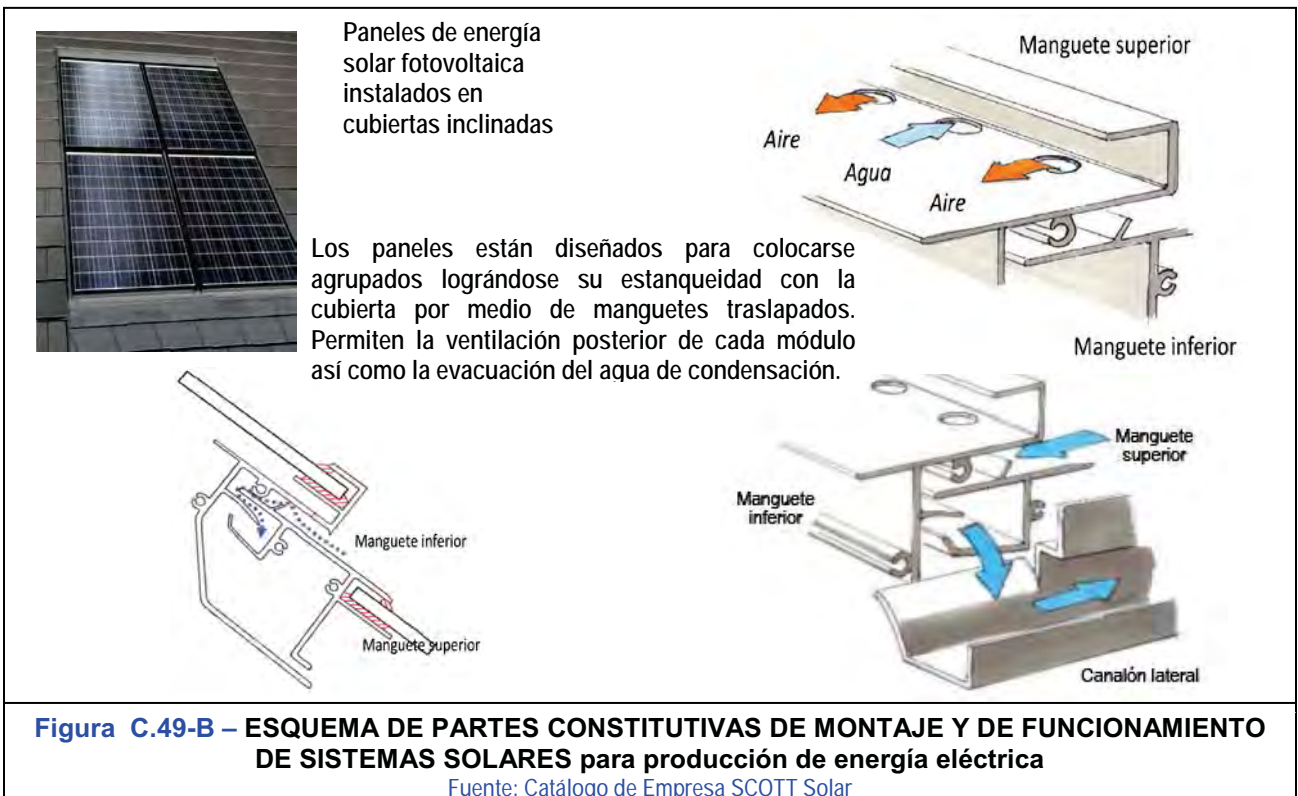


Figura C.49-B – ESQUEMA DE PARTES CONSTITUTIVAS DE MONTAJE Y DE FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS SOLARES para producción de energía eléctrica

Fuente: Catálogo de Empresa SCOTT Solar

Las celdas fotovoltaicas se conectan entre sí para formar módulos fotovoltaicos que pueden convertir en electricidad aproximadamente el 15% de la energía solar recibida. Un panel de 1 m² proporciona una potencia de 100W y produce de 80 a 150 Kwh/año.

Su impacto sobre el medioambiente es mínimo con un tiempo de retorno energético bajo: dependiendo de la tecnología utilizada, un captor fotovoltaico requiere entre 1.5 y 3 años para producir la energía necesaria para su fabricación, lo cual es despreciable en relación a su duración de vida útil que se estima entre 25 y 35 años por sus fabricantes.

La corriente continua suministrada por los módulos fotovoltaicos se transforma en corriente alterna por medio de un ondulador y se transfiere a las redes del edificio y/o del distribuidor o, alimenta una batería para el almacenado de la energía. La cantidad de energía producida por la instalación fotovoltaica depende de: su superficie, la orientación y la inclinación de los paneles así como de la intensidad de la radiación solar.

Hay muchas técnicas desarrolladas a la fecha para la realización de células fotovoltaicas cuyos grados de madurez, de desempeño y de duración son muy diferentes.



Ref. Producto empresa VIESMANN; revista: Les cahiers techniques du bâtiment No. 252, mayo-2005; p. 65



Teja tipo canal de material sintético que integra un módulo fotovoltaico de celdas policristalinas, protegido con una hoja plástica de refuerzo. Se integra a la cubierta al reproducir la forma y el color de la teja tradicional. Su estructura está reforzada con un rigidizador para permitir camina sobre la teja.

Fuente: Empresa Techtile Energy, REM S.p.A.



Revista: Les cahiers techniques du bâtiment No. 279, mayo 2008; p.5



SOLUCIÓN EN AZOTEAS PLANAS - Fuente: BIOSOL PV de CENTRO SOLAR – Revista: Les cahiers techniques du bâtiment No. 279, mayo 2008; p. 97



Fuente: Tuiles photovoltaïques de SOLAR COMPOSITES Cahiers techniques du bâtiment No. 279, mayo 2008 ; p. 96

Figura C.50 – CELDAS FOTOVOLTÁICAS AGRUPADAS EN DIFERENTES PRESENTACIONES: Paneles, tejas y bandas sobre azoteas planas

Las principales tecnologías industrializadas en serie hasta el día de hoy son: el silicio mono o poli-cristalino y el silicio amorfo en capa delgada.

Existen dos tipos de instalaciones fotovoltaicas: la instalación autónoma y la instalación conectada a una red pública de distribución eléctrica.

Los criterios de dimensionamiento a respetar en este tipo de instalaciones, independientemente de si son autónomas o conectadas a una red de distribución pública, son principalmente: la búsqueda del mayor compromiso entre las necesidades de electricidad y el costo de la inversión y de la mayor cantidad de energía posible a producir en función de la superficie disponible y de la disponibilidad de inversión del desarrollador. Para reducir los elevados costos del Watt solar que aún tienen estas tecnologías, es deseable evitar el sobredimensionamiento del sistema fotovoltaico.

Hay que tomar en cuenta la potencia, la tensión de los aparatos así como la duración de utilización por día.

Generalmente, se utilizan módulos fotovoltaicos enmarcados y diseñados para colocarse en el exterior sin protección y con solamente un soporte que resista todas las condiciones meteorológicas.

Las consideraciones a tomar en cuenta para el montaje de toda el área fotovoltaica o térmica son: la orientación de los paneles, las exigencias de seguridad, la fiabilidad de los soportes, las normas y especificaciones aplicables relativas al montaje y a la utilización de los paneles fotovoltaicos.

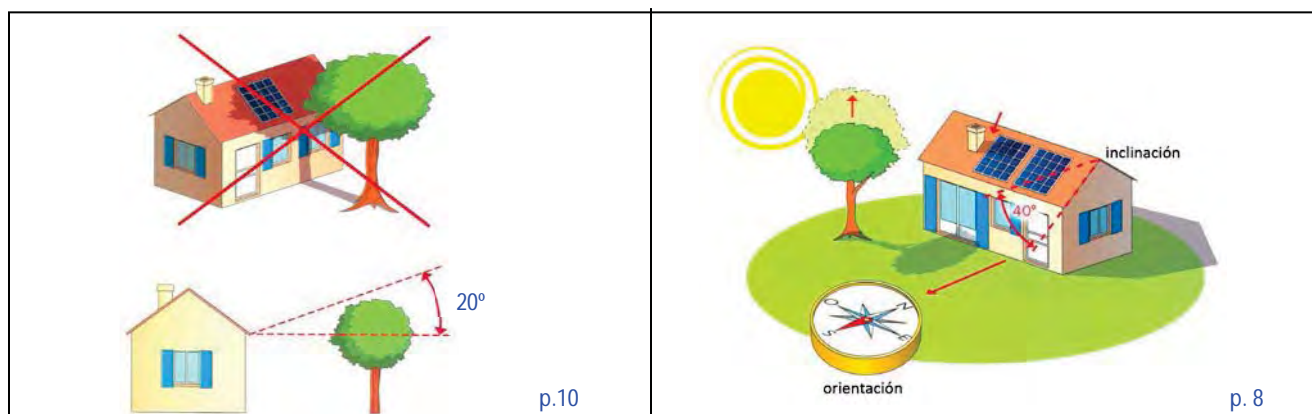


Figura C.51 – UBICACIÓN DE PANELES SOLARES evitando sombras proyectadas que perjudiquen la eficiencia captora.

Fuente: Guide pratique développement durable, Chauffe-eau solaire individuel; Dominique CACCAVELLI, Franck Cheutin; CSTB, 2009; p. 8 y 10

Un montaje inapropiado no sólo puede ser el origen de daños o de la destrucción del panel fotovoltaico sino que puede causar también daños corporales.

Hay soportes fijos y soportes móviles, los soportes móviles que siguen automáticamente al sol (buscando siempre una posición perpendicular con respecto a los rayos solares) a todo lo largo de la jornada permiten aumentar su eficacia con respecto a los paneles fijos de un 40%, lo cual hace muy ventajosa a esta opción.

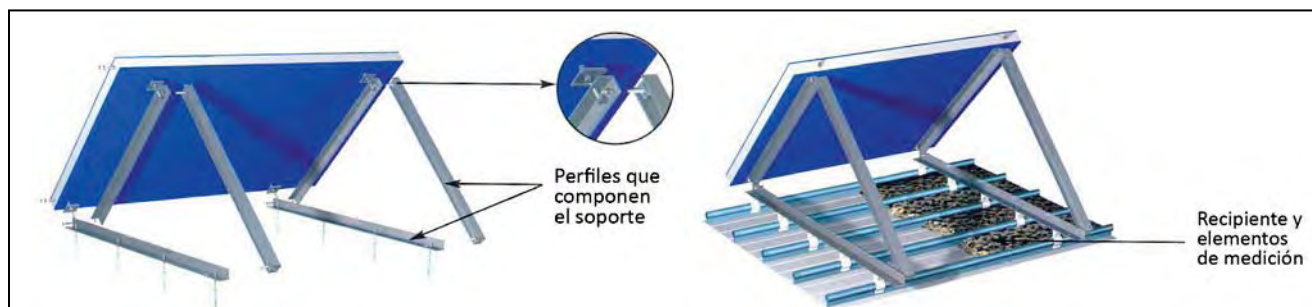


Figura C.52 – COLOCACIÓN DE PANELES SOLARES SOBRE AZOTEAS PLANAS

Fuente: Guide pratique développement durable CAUFFE-EAU-SOLAIRE individuel; Dominique CACCAVELLI, Franck Cheutin; CSTB, 2009; p. 21



Ref., Le Moniteur hors-série, construire, durable, 2008; p. 172



Ref. Revista Science et Vie, hors-série, p. 78



Ref. Revista Science et Vie, hors-série, p. 79



Ref. Les cahiers techniques du bâtiment, SEP. 2005 No. 254; p. 95

Figura C.44 – PANELES DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA



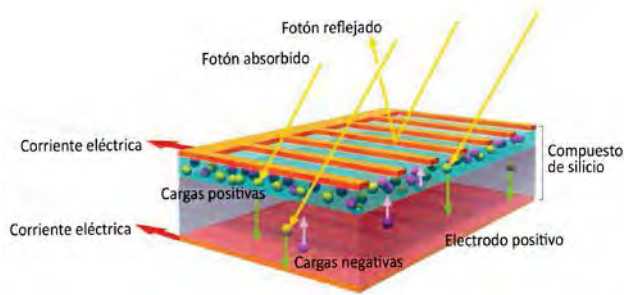
Sobre azoteas planas - Ref. Le Moniteur hors-série, 2008; p. 142



Ref. Le Moniteur hors-série, construire durable, 2008, p. 138

Funcionamiento de una celda solar:

Dos capas de silicio absorben los fotones de la luz y éstos a su vez liberan cargas eléctricas produciendo una corriente en los electrodos.



Ref. Revista Science et Vie, hors-série, p. 78



Sobre azoteas inclinadas

Ref. Revista Science et Vie, hors-série, p. 84

Figura C.53 – PANELES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTÁICA

C-7.- CALIDAD DE VIDA

Mencionada para este caso tiene un alcance limitado a la definición de las características medioambientales de una vivienda óptima que responda a las necesidades de confort de sus ocupantes en términos de *ubicación, luminosidad en toda época del año y transparencia con vistas agradables asociada a un equilibrio higrotérmico y a un control solar adecuado que permita realizar economías en el consumo de energía sustanciales.*

Otras dos características importantes a tomar en cuenta con igual importancia son: El *confort acústico* y la *calidad del aire* (sin ruidos indeseables, sin contaminación atmosférica y sin malos olores) para lograr en su conjunto el concepto de “casa sana”.

Las necesarias características de funcionalidad de espacio y de uso así como de seguridad estructural, contra sismos, incendios, inundaciones, etc., son la base obligatoria sobre la que se apoya la calidad de vida en una vivienda.

La *Ubicación* de los desarrollos de vivienda dentro del tejido urbano de las ciudades tiene repercusiones a primera vista imperceptibles pero de suma importancia económica, social y medio ambiental.

7.1 Ubicación

Ubicación, ubicación y ubicación es el slogan de los comercializadores de vivienda en varios países quienes enfatizan la gran importancia de este punto.

En efecto, no pueden seguirse desarrollando grandes conjuntos habitacionales cada vez más alejados de servicios urbanos, de las fuentes de trabajo y de centros de diversión y esparcimiento, de los servicios comunes de la ciudad, de las relaciones familiares y sociales, aunado a la falta de medios de transporte eficiente.

Una baja calidad de vida genera costos sociales importantes, tiempos perdidos en transporte (no productivos), fatiga en las personas, baja productividad general y alta contaminación.

Para una ubicación de los desarrollos habitacionales que coadyuve en la calidad de vida y en el mejoramiento económico y social de sus adquirentes, necesitan buscarse las siguientes características:

- No ubicados en zonas de riesgo,
- Con plusvalía y mejoramiento potencial (que no sean colonias o zonas endecadencia social y económica),
- Cerca de vialidades importantes pero no lindando con ellas (de preferencia en calles o zonas tranquilas pero con servicios viales importantes cercanos),
- Servicios urbanos e infraestructura suficientes y aprovechables,
- Transporte público cercano,
- Con seguridad urbana (con vigilancia, vecindario no hostil, etc.),
- Cercanía a centros de trabajo, a servicios públicos y sociales, y a equipamientos, a centros de esparcimiento y a espacios para la convivencia,
- Cercanía o facilidad de transporte a los centros y servicios comunes que brinde la ciudad,
- Imagen urbana del entorno congruente y estética.

El logro de todas estas características a buscar generalmente implica mayor inversión aunque ello no necesariamente es una regla y puede más bien ser todo lo contrario si se consideran los ahorros totales de la vida útil de los proyectos.

Las viviendas que ofrezcan mayor calidad de vida implican menos cantidad de viviendas por proyecto aunque con mayor densidad en el uso del suelo, promueven el reciclamiento de zonas en desuso o poco aprovechadas y la ocupación de suelos intraurbanos para integrarse mejorando el tejido urbano actual, y la imagen urbana del entorno considerando, en caso dado, la preservación y respeto al patrimonio del valor construido así como a las condiciones de las construcciones vecinas existentes para no afectarlas negativamente.

Desde un punto de vista estrictamente medioambiental la *ubicación* determina las condiciones climáticas que inciden sobre las edificaciones, dichas condiciones se pueden dividir en condiciones macroclimáticas y microclimáticas.

7.1.1 Condiciones macroclimáticas

Las *condiciones macroclimáticas* se dan por la latitud y las características regionales en las que un proyecto se encuentre. Los principales datos a obtener de dichas condiciones son: Las temperaturas máximas, mínimas y medias; la pluviometría, la radiación solar incidente y la dirección de los vientos dominantes y sus velocidades máxima y media.

7.1.2 Condiciones microclimáticas

Las *condiciones microclimáticas* se dan por las características geográficas locales que pueden modificar a las condiciones macroclimáticas de forma significativa. Dichas características son principalmente: la topografía del terreno (principalmente cuando existen pendientes en el terreno), la existencia cercana de elementos elevados (edificios ya construidos, montañas, árboles, etc.) que pueden actuar como barrera contra el viento o la incidencia de rayos solares, la existencia de masas boscosas y la existencia de cuerpos de agua (arroyos, ríos, lagos, etc.) por su influencia para reducir las variaciones bruscas de temperatura y para incrementar la humedad ambiente.

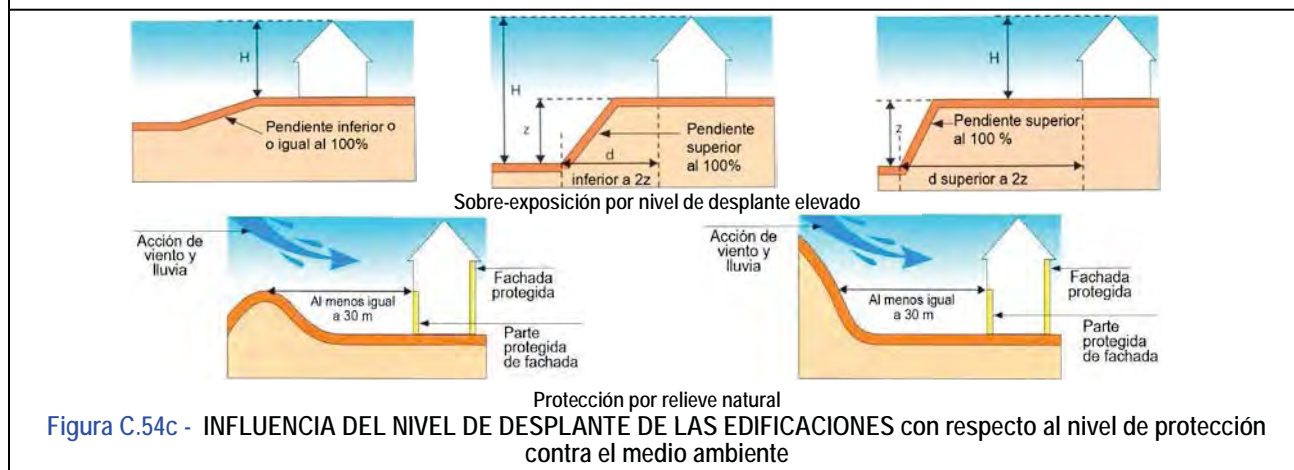
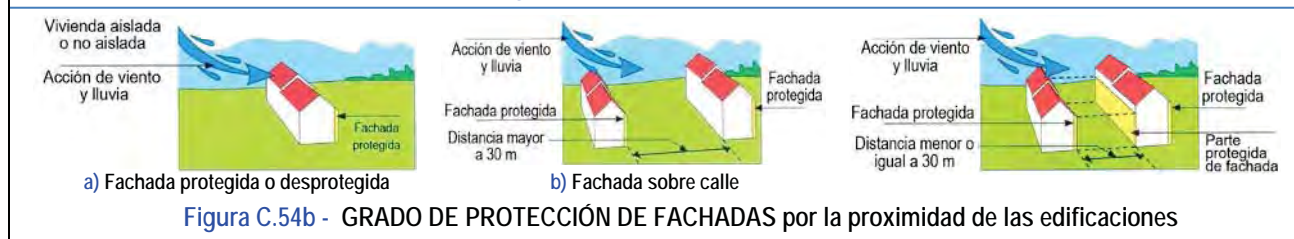
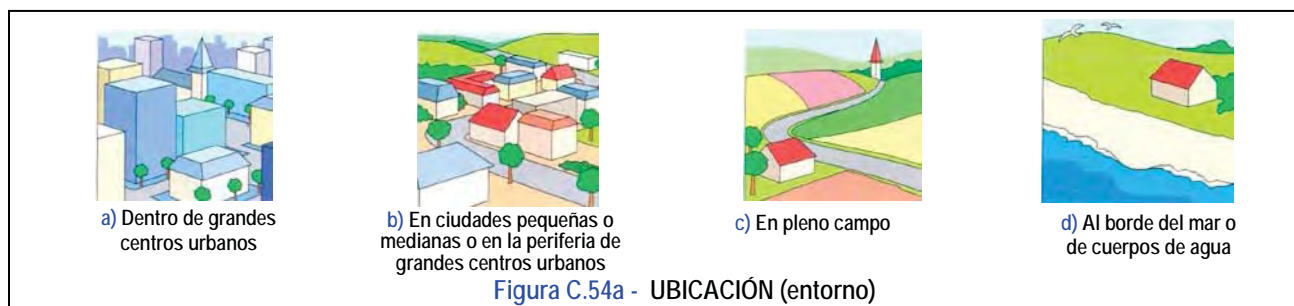


Figura C.54 – PRINCIPALES CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS A TOMAR EN CUENTA EN EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE LAS EDIFICACIONES

Fuente : Guide pratique, ouvrages en plaques de plâtre, Jean-Daniel MERLET et Jean Pierre Klein, edit CSTB, 2008 ; p. 144, 145 y 146

La ubicación que se dé a las edificaciones de vivienda es tan importante como el diseño mismo de la vivienda desde el punto de vista medioambiental.

Por ubicación y disponiendo o quitando elementos externos (corrigiendo el entorno) podemos modificar o definir las condiciones microclimáticas.

7.2 Iluminación natural

7.2.1 Orientación

La forma y la orientación quedará optimizada por las siguientes consideraciones:

- La menor superficie posible de fachadas y cubierta sumadas (lo más cercana al cubo) sin entrantes y salientes, y la menor altura posible para reducir la resistencia al viento bajo condiciones frías,
- La mayor altura posible para incrementar la ventilación natural en climas cálidos.

La forma de las cubiertas y la existencia de salientes o entrantes diversos influye también en la dinámica del viento.

Conociendo las direcciones de los vientos dominantes de invierno y de verano se puede lograr la disminución de infiltraciones en invierno y el incremento de la ventilación en verano.

La orientación solar: Normalmente se considera para captar la mayor energía para conservar y aprovechar el calor en invierno. Para el verano se busca el empleo de elementos que generen sombra y de otras técnicas para reducir la radiación.

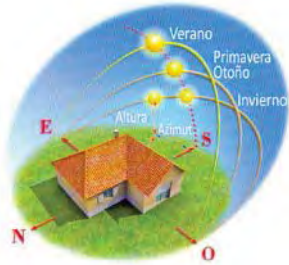


Figura C.55 –TRAYECTORIA SOLAR a tomar muy en cuenta basándose en la gráfica solar correspondiente al sitio del proyecto.

Fuente: Guide de la fermeture et de la protection solaire – Collection recherche développement Métier ; editor: SNFPA, FFB, 2010; p. 12

En las latitudes que tenemos, lo ideal es proponer un edificio rectangular. Conviene orientar el lado más largo de una vivienda compacta y alargada hacia el Norte-Sur disponiendo la mayor cantidad de ventanas hacia el Sur.

7.2.2 Área de ventanas, cancelos, tragaluces, solariums, etc.

Hacia el Norte, el Este y el Oeste hay que reducir la existencia de ventanas puesto que no son muy útiles para la captación solar aunque pueden serlo para ventilación e iluminación.

En los casos en los que, por varios motivos o situaciones condicionantes del terreno no se pueda lograr una orientación y una geometría adecuada de las edificaciones, se puede recurrir al uso de tragaluces que permitan iluminar y calentar naturalmente espacios que lo requieran.

La ventaja de los tragaluces está dada en su tiempo de captación de iluminación y calor solar durante todo el día y no sólo a determinadas horas.

Las ventanas, cancelos y superficies transparentes deben tener doble vidrio para lograr el aislamiento y el control del confort térmico necesario.

Aunque hay proyectos que buscan integrar varias fuentes de energía y soluciones sustentables, la energía solar es la fuente principal de energía para la climatización pasiva de una vivienda confortable, su captación se realiza aprovechando el propio diseño de la edificación sin necesidad de utilizar sistemas mecánicos. La captación se logra a través del llamado efecto invernadero porque permite que la radiación penetre a través de los vidrios de las ventanas y cancelos calentando los materiales de la construcción que delimitan y confinan los espacios interiores. Los materiales calentados por la radiación solar retienen el calor y lo van liberando paulatinamente dependiendo de su inercia térmica.

Los muros gruesos y losas, etc. que conforman la construcción de un edificio con demasiado material, al tenerse que calentar captando el calor solar para igualar la temperatura interior, retienen más calor que las paredes y losas delgadas y ligeras al irse adecuando en más tiempo a la temperatura de su entorno inmediato evitando con ello que el calor de los espacios interiores se incremente rápidamente (primero se van calentando los materiales de construcción y después el aire interior de las edificaciones); por ello, las antiguas construcciones (catedrales, castillos, palacios, etc.) con muros extremadamente gruesos, mantienen una temperatura estable aunque la temperatura exterior varíe mucho durante el día o sea muy extrema durante el año; a esta característica se le llama inercia térmica.

Las construcciones modernas hechas con materiales pesados y más en contacto con el suelo (losas de cimentación y sótanos semi-enterrados o enterrados) tienen más inercia térmica que las construcciones ligeras hechas de madera y/o de paneles delgados y despegados del suelo por medio de un vacío sanitario muy utilizados en los Estados Unidos de América.

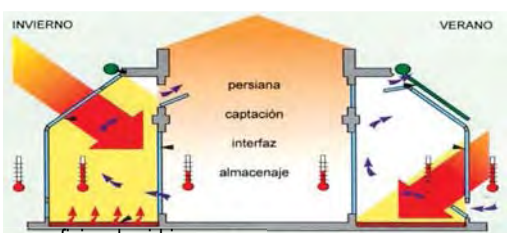
Para una mejor adecuación a las condiciones variables de incidencia solar es aconsejable disponer de elementos de protección móviles (persianas, postigos, etc.) que puedan cerrarse por la noche para evitar pérdidas de calor por conducción y convección a través del vidrio de las ventanas en climas fríos o que puedan extenderse (toldos, cortinas, etc.) para protegerse de los rayos de sol en climas calientes.

Para la protección contra climas fríos, los postigos, las persianas, las cortinas y paneles son bastante eficaces utilizados para aislar el interior de las edificaciones durante las noches pudiéndose quitar durante el día para permitir la penetración de la radiación solar como calefacción gratuita. En el capítulo tercero y sus anexos se han expuesto las características técnicas de estas soluciones.

La *captación y acumulación* del calor solar puede hacerse de manera **directa** dejando penetrar los rayos solares a través de los vidrios de las ventanas previendo masa térmica de acumulación de calor en los materiales donde incide la radiación (suelo, losas, paredes, etc.) (inercia térmica).

Adicionalmente, de manera *semi-directa* puede adosarse un solárium como espacio intermedio entre el exterior y el interior, de esta manera, la energía acumulada en este espacio intermedio se hace pasar a voluntad al interior a través de una puerta o compuerta móvil. El solárium puede utilizarse también como espacio habitable.

La siguiente figura muestra las principales características y funciones de los solariums o de espacios de uso semejante.



INVIERNO

Las superficies de vidrio captan la radiación.
La ventilación interna distribuye el aire caliente
La capacidad térmica acumula y restituye el calor.

VERANO

Las protecciones solares limitan la exposición.
La ventilación limita la acumulación de calor
La capacidad térmica limita el sobrecalentamiento

Etiquetas en el diagrama: persiana, captación, interfaz, almacenaje

Composición:


- Estructura metálica o de madera (cedro rojo es lo más usual)
- Doble vidrio de baja emisividad para limitar las pérdidas de calor hasta en un 30%.
- En algunos casos se instala una sonda para registrar la transferencia de calor.
- Da un 5% de ahorro adicional.

Estos espacios y elementos arquitectónicos contribuyen a la estética del proyecto ofreciendo un espacio complementario ventajoso para el usuario.

Favorece la captación de la energía solar y de luminosidad.

Por vivienda se recomienda considerar una superficie de desplante de 8 m² o un mínimo de 4.5 m² y una superficie vidriada de 10 a 15 m².

Este espacio reduce hasta 15% los pagos por consumo de energía.



SOLARIUM o VERANDA

Figura C.56 – ESPACIOS VIDRIADOS (Solariums, terrazas, cubiertas, techos vidriados, etc.) - Fuente: Habitat performant, cahier technique et applications, énergies renouvelables et architecture bioclimatique ; communauté urbaine de Lyon ; p. 8 y 9

La captación *indirecta* se realiza a través de un elemento de almacenamiento dispuesto inmediatamente detrás del cristal (a pocos centímetros) al que se encuentra anexo el interior de la vivienda.

El calor almacenado pasa al interior por las tres formas de transmisión de calor (conducción, convección y radiación). El elemento de almacenamiento puede ser un paramento de alta capacidad calorífica (depósito de agua, muro de piedra, etc.) y puede ser una de las paredes o losas o incluso el suelo. Un caso prototípico de esta solución es el llamado muro trombe que tiene compuertas en la parte superior e inferior para controlar la transferencia de calor.

7.3 Confort higrotérmico

7.3.1 Inercia térmica

La masa térmica (muros y losas de material pesado) debe ubicarse estratégicamente para recibir y almacenar el calor solar durante el día para luego liberarlo por la noche en clima frío y para realizar la función inversa de almacenar el calor del interior de la edificación durante el día (manteniéndola por tanto fresca) y liberarlo por la noche evacuándose mediante ventilación en clima caliente.

El calor guardado puede quedar almacenado en los materiales de la construcción hasta por varios días para mitigar las condiciones de frío en días nublados o viceversa.

Como ya se dijo, las construcciones con elevada masa térmica mantienen una temperatura agradable sin variaciones bruscas.

7.3.2 Aislamiento térmico

El *aislamiento térmico* se logra interrumpiendo la transmisión del calor que se da por convección (desplazamiento del aire), por conducción (contacto entre partículas de un material dado) y por radiación (por exposición a los rayos infrarrojos) (Ver figura C.58).



Figura C.57 – PRINCIPIO DE INTERCAMBIO DE CALOR EN SUPERFICIES CON DOS PAREDES EXTREMAS Y UN ESPACIO DE AIRE ENTRE ELLAS (Vg. Doble vidrio en ventanas)

Fuente: Les Cahiers techniques du bâtiment No. 199, 1999, p.41

Por conducción convección y radiación se tienen numerosos intercambios térmicos entre las superficies separadas, entre el espacio de aire central y el medio exterior (o de superficie a superficie) en un espacio de aire interior de un centímetro de espesor; teóricamente el flujo total intercambiado permite calcular la resistencia térmica global de dicho espacio R que anda por los $0.11 \text{ m}^2\text{K/W}$. Esto equivale a 4 mm de un aislante (del tipo lana mineral) de una conductividad λ de 0.04 W/M.K .

El desempeño aislante se puede mejorar:

- Limitando los intercambios radioactivos utilizando superficies de baja emisividad o disponiendo de pantallas (cortinas) intermedias sin contacto con las superficies. El desempeño se sube hasta un tope de $0.22 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ que equivale a 8.7 mm del mismo aislante de lana mineral.
- Disminuyendo los intercambios por conducción y por convección en el espacio de aire interior interponiendo un espacio poroso que bloquee el desplazamiento de moléculas de aire y limite la convección (sin suprimir la conducción dentro del aire). El desempeño logrado de esta manera llega a $0.38 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ que equivale a un espesor de 15 mm de aislante de lana mineral.
- Suprimiendo todo intercambio por conducción y convección en el interior del espacio de aire lo cual se obtiene fácilmente con superficies de baja emisividad. Se logra dar de esta manera el equivalente de 36 cm de aislante de lana mineral pero para lograrlo hay que formar vacío (en vez de aire) asegurándose de que con el tiempo no se pueda perder.

La transmisión de calor por convección y por conducción son las que principalmente pueden reducir los aislantes.

Para disminuir la transmisión de calor por radiación se procura utilizar en los recubrimientos de fachadas colores claros (blanco de preferencia) y en algunos casos pantallas de materiales reflejantes.

Para evitar la transmisión de calor, el mejor aislante es el vacío (empleado de manera común en los termos) lo cual es difícil de aplicar en las grandes superficies de muros o losas.

Afortunadamente, el *aire inmóvil* ES GRATUITO Y ES UN MUY BUEN AISLANTE.

El objeto de todos los aislantes consiste en inmovilizar el aire al aprisionarlo dentro de una red de fibras (caso de las lanas de vidrio, de roca, de paja, etc.) o encapsulándolo en cavidades porosas estancas (pequeñas burbujas totalmente herméticas (es el caso de los principales aislantes sintéticos).



Figura C.58 – TRANSMISIÓN DEL CALOR POR UNA PARED

Fuente: L'isolation écologique, conception matériaux, mise en oeuvre – Autor : Jean-Pierre OLIVA
Edit. Terre Vivante ; p. 17 y 18

El poliestireno expandido es el material aislante más usado y se fabrica a partir de perlas de polímeros que se inflan y se sueldan entre sí, confiriéndoles así una estructura alveolar. El poliestireno extruido, más resistente y más aislante por su proceso de fabricación, es una variante.

El poliuretano es muy eficaz pero es caro. Existen también aislantes porosos fabricados a partir de rocas como la perlita (roca volcánica), la vermiculita (mica) y la arcilla expansiva.

Recientemente está surgiendo en el mercado como nuevo material el sílice nanoporoso cuyo principio es el mismo de formación de burbujas estancas (con aire encapsulado o incluso con algo de vacío) pero llevado al máximo. Al ser más pequeñas estas burbujas que las de los aislantes comunes, sus dimensiones microscópicas van reteniendo al calor más reiteradamente ya que los poros de este sílice sólo tienen unas decenas de nanómetros (milésimas de micra).

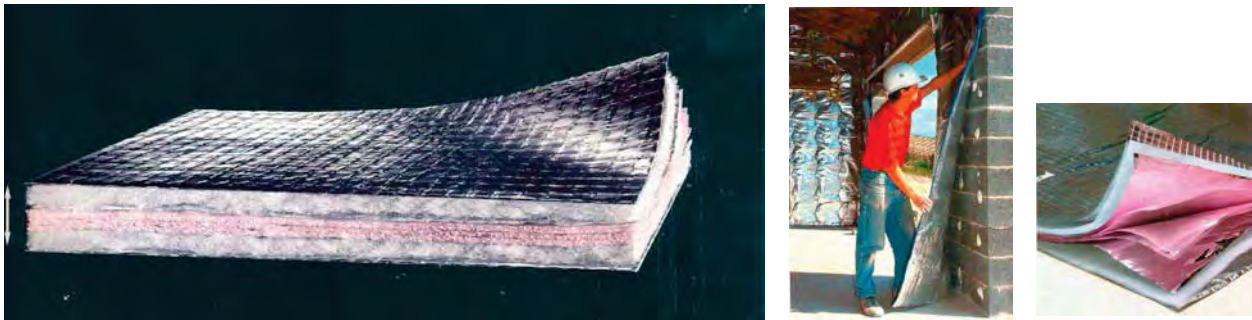


Figura C.59 – APLICACIÓN DE AISLANTES DELGADOS BASADOS EN NANOTECNOLOGÍA

Fuente: Revista : Science et Vie – Hors série - Révolution de la maison individuelle, p. 57 e información publicitaria, empresa ACTIS

Al ser el sílice nanoporoso más eficaz que los aislantes clásicos, se pueden utilizar aislamientos de poco espesor que dejan de ocupar una superficie interior no despreciable que, en algunos casos, puede equivaler a un espacio habitable adicional a ganar, principalmente en proyectos de vivienda de dimensiones reducidas. Su precio a la fecha es elevado (aproximadamente diez veces el costo de un aislante común), sin embargo, en zonas donde el costo por metro cuadrado de terreno es muy alto, es justificable su utilización; en un futuro seguramente los costos de estos productos se volverán más competitivos.

Como otra innovación en materia de aislantes están comenzando a darse a conocer los materiales de cambio de estado. Aunque es relativamente fácil conservar el calor dentro de las viviendas en invierno, se dificulta resistir un flujo continuo de calor en verano incluso empleándose los mejores aislantes.

Por inercia térmica, son los muros y las cubiertas quienes comienzan a calentarse y, posteriormente, el aire interior. Por ello, como ya se mencionó, se busca utilizar muros con mucha masa y de gran espesor que tarden mucho tiempo en calentarse y es notorio apreciar estas ventajas de inercia térmica en las construcciones antiguas como las iglesias, los castillos y las casas antiguas; sin embargo, es difícil, costoso e impráctico en la actualidad utilizar espesores tan grandes y tanto material en las viviendas y edificaciones modernas por tanta área y espacio que ocupan entre otras desventajas.

Una nueva opción muy prometedora para obtener las ventajas de la inercia térmica recurre a los *materiales que cambian de estado*: se inspiran en el fenómeno bien conocido de cambio de estado (de sólido a líquido, de líquido a gaseoso y viceversa, conocidos como fundición (derretido), evaporación o condensación y congelación o solidificación respectivamente).

Se requiere bastante más energía calorífica para derretir o para evaporar a un sólido que para sólo calentarlo. Potencialmente es suficiente una pared delgada con un material que se evapore o se funda para obtener la misma inercia térmica que un grueso muro de piedra.

Esta idea no es nueva, desde hace siglos ha sido común apreciar que los muros hechos de adobe usados en las construcciones de pueblos o en edificaciones antiguas, dan la sensación de dar más frescura interior que los muros de concreto debido a que la mezcla de tierra cruda arcillosa y paja con la que están hechos los adobes retiene la humedad. La avidez de los ladrillos de barro por el agua y el hecho de retenerla en su masa también hace que los muros hechos con estas piezas den mayor sensación de frescura que los muros de block o de concreto.

En Andalucía España es tradicional mojar las enredaderas y plantas colocadas en los balcones de ventana para propiciar frescor y reducción de temperatura al abrir las ventanas para dar una ventilación cruzada.

En varios países africanos, las viviendas con techumbres de lámina metálica ondulada, muy sensibles al calor se recubren con piedras volcánicas porosas que almacenan la humedad; al llegar las horas de mayor calor, el agua se evapora retrasando la elevación de temperatura.

Gracias al surgimiento de nuevos materiales, en lugar de agua a evaporar se puede utilizar parafina mezclada con un solvente que la funde. Dependiendo del contenido de solvente, se puede regular casi al gusto, su temperatura de fusión (vg. De 24 a 26°C que es el rango de confort en verano). Cuando la temperatura sobrepasa este límite, la parafina absorbe el sobrecalentamiento fundiéndose. Para deshacerse del calor acumulado puede sólo esperarse a que en la noche se disipe en los casos de edificios de oficinas, pero en los casos de edificios de vivienda y en otros géneros de edificios, estos materiales deben combinarse con otros medios de regulación térmica; por ejemplo, una ventilación durante la noche, impedirá que la temperatura suba permitiendo así que se generen ciclos de intercambio calorífico.

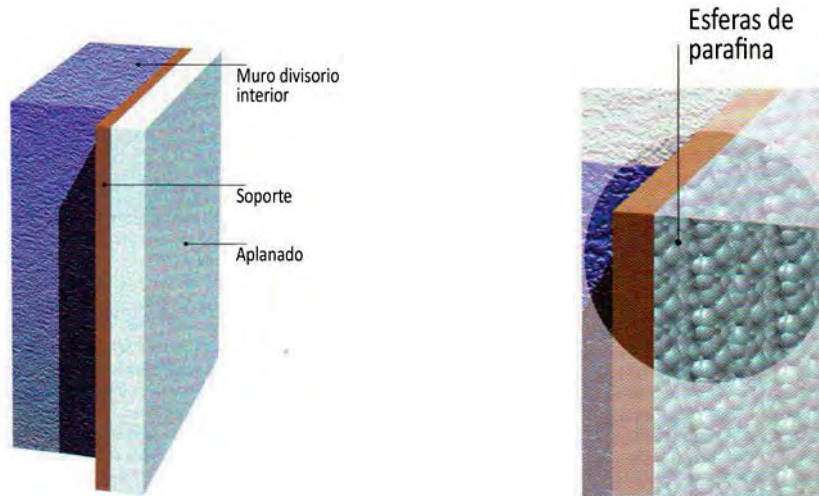


Figura C.60 – AISLAMIENTO A BASE DE PEQUEÑAS BURBUJAS DE PARAFINA

Fuente: Revista : Science et vie, hors de série, La révolution de la maison individuelle ; p. 56

La parafina utilizada como aislante se agrega al yeso en forma de microgramos protegidos por cápsulas de polímero lo cual, aumenta la superficie de intercambio con la consecuente mayor eficacia.

Una edificación aislada participa a su escala con la preservación del medio ambiente en la medida que logra economías de energía para calefacción o climatización y reduce el consumo de energía no renovable.

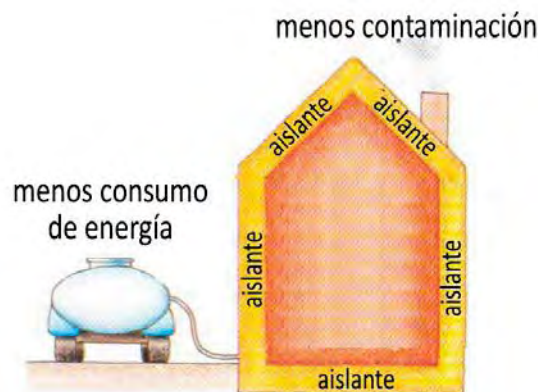


Figura C.61 – CONTRIBUCIÓN ECOLÓGICA DEL AISLAMIENTO TÉRMICO

Fuente: L'isolation écologique, conception, matériaux, mise en oeuvre
 Autor : Jean-Pierre OLIVA – Edit. Terre Vivante, 2001 ; p. 18

Adicionalmente se cuida el ciclo de vida de estos materiales desde su producción hasta su eliminación.

En cuanto a la colocación del aislamiento, hay principalmente tres tipos:

- La *colocación por el interior* (la más simple y la más común) llamada en inglés insulation que incluso facilita el alojamiento oculto de la instalación eléctrica,
- El llamado *monomuro* donde el muro en sí mismo es aislante hecho de ladrillos multiperforados con muchísimos alveolos o el block de concreto celular (su ventaja es que de esta manera el interior queda en contacto directo con el muro que tiene mucha inercia térmica y, por tanto, se amortiguan mejor las diferencias de temperatura.
- La *colocación por el exterior* denominada *muro abrigo* y llamada en inglés outsulation que consta de un revestimiento aislante sobre las fachadas del edificio es más bien utilizada para aislar edificaciones existentes renovadas evitando con ello tener que afectar instalaciones eléctricas, pintura u otros recubrimientos interiores. Es una opción más cara por la necesidad de usar materiales resistentes a la intemperie pero tiene como ventajas la reducción significativa de puentes térmicos y el respeto del área interior útil.

La tendencia de mejora en la tecnología de aislantes térmicos se enfoca en hacerlos más delgados y más eficaces.

Por la interposición de espacios de servicio como el garaje, el solárium y el desván se pueden aislar los espacios habitables. Para aprovechar su aislamiento, se pueden colocar en la fachada Norte (fría en invierno) o en la fachada Oeste (cuando el sol del atardecer molesta de forma intensa).

Para el uso óptimo de los aislantes en las edificaciones es importante conocer y utilizar las bases de termodinámica que le aplican; por ello, se incluye a continuación una breve pero necesaria explicación de las características físicas que se requieren conocer así como las propiedades que deben revisarse en las paredes de envolvente aisladas.

El término de “pared” se refiere tanto a todas las capas que conforman un muro, un piso, una losa o una cubierta que aislen al edificio del clima de su entorno.

7.3.3 Conductividad térmica

La CONDUCTIVIDAD TÉRMICA: Coeficiente ℓ (lambda) es la propiedad que tienen los cuerpos de transmitir el calor por conducción. Se mide por el coeficiente ℓ . Entre mayor sea lambda ℓ más conductor es el material; entre menor sea ℓ más aislante será el material.

La conductividad térmica ℓ de un material es el *flujo de calor* que atraviesa un metro cuadrado de una pared de un metro de espesor cuando la diferencia de temperaturas entre las dos caras de esta pared es de un grado centígrado.

λ se expresa en Watts por metro y por grado Celsius ($W/m^{\circ}C$) o por grado Kelvin.

λ aumenta con la temperatura (en proporción despreciable) pero sobre todo con la humedad contenida en el material. El agua tiene una conductividad 25 veces superior a la del aire, si lo reemplaza en los poros del material, por condensación por ejemplo, afecta gravemente su desempeño.

	Cobre	380	W/m°C
	Acero dulce	52	W/m°C
	Concreto	1.50	W/m°C
	Vidrio	1.15	W/m°C
	Agua	0.60	W/m°C
	Abeto	0.12	W/m°C
	Aislantes comunes	0.04	W/m°C
	Aire seco inmóvil	0.024	W/m°C
Mampostería	Ladrillo	0.30 a 0.96	W/m°C
	Concreto	1.6 a 1.2	W/m°C
	Piedra no porosa	3.5	W/m°C
	Piedra porosa	0.55	W/m°C

Figura C.62 – ALGUNOS VALORES PROMEDIO de

□ a 20°C aproxi

Fuente: L'isolation écologique, conception, matériaux, mise en oeuvre
 Autor : Jean-Pierre OLIVA – Edit. Terre Vivante, 2001 ; p. 19

7.3.4 Resistencia térmica (Coeficiente R)

El flujo de calor que atraviesa una pared depende de su espesor e y de su conductividad térmica λ .

$$R = e/\lambda \text{ (expresada en metro cuadrado, grado Celsius por Watt: m}^2\text{°C/W)}$$

Entre mayor sea R más aislante será el material.

En la práctica, una pared está constituida de muchas capas de materiales de espesores y de conductividades térmicas diferentes. En este caso las Rs de cada capa se van adicionando.

Para obtener la R total de la pared hay que considerar también dos resistencias suplementarias a nivel de las superficies interiores y exteriores de la pared debidas a la existencia de dos finas capas de aire casi inmóviles.

Este valor **R superficial** depende de la inclinación de la pared y está dado por los textos reglamentarios (DTUs: Documentos Técnicos Unificados).

7.3.5 Transmisión calorífica (Coeficiente U, antiguamente K)

R expresa la resistencia de la pared al paso del calor; de hecho, para caracterizar a una pared, se utiliza su inverso U, llamado coeficiente de transmisión superficial (antiguamente simbolizado como Ks).

$$U = 1/R \text{ (en Watts por metro cuadrado, grado Celsius: W/m}^2\text{°C)}$$

Entre menor sea U la pared será más aislante.

Por comodidad de cálculo hay que determinar R antes de obtener U.

7.3.6 Determinación del espesor óptimo del aislamiento

La instalación de un aislante en una pared permite reducir pérdidas térmicas y por consecuencia gastos de calefacción (o de acondicionamiento de aire). Entre mayor sea el espesor de los aislantes, más se reducirán las pérdidas térmicas pero este incremento de espesor tiene también un costo creciente y, sin embargo, son los primeros centímetros del aislante los que son más útiles.

La siguiente figura muestra la curva de pérdidas medias anuales de un m² de muro en función del espesor del aislante.

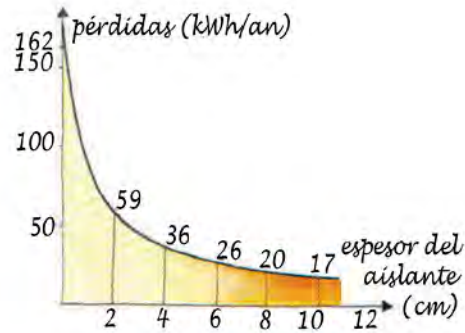


Figura C.63 – CURVA DE PÉRDIDAS MEDIAS ANUALES DE UN M² DE MURO EN FUNCIÓN DEL ESPESOR DEL AISLANTE - Fuente: L'isolation écologique, conception, matériaux, mise en oeuvre - Autor : Jean-Pierre OLIVA Edit. Terre Vivante 2001 ; p. 22

Se constata que los dos primeros centímetros de aislante tienen un rendimiento de 34 veces más a los dos centímetros situados entre los 8 y 10 cm.

Para el conjunto de una habitación, la curva es similar y la efectividad tiende hacia cero si se sobrepasa un cierto espesor de aislante ya que siempre hay pérdidas incomprensibles debidas a los puentes térmicos y a la renovación del aire.

Se puede determinar teóricamente un espesor óptimo para un contexto económico dado.

La determinación del umbral pasa por la evaluación de un costo anual del conjunto de energía de calefacción (o de refrigeración).

Más amortización del costo del aislamiento y de la instalación del equipo de calefacción (o de acondicionamiento de aire).

Para un cierto espesor de aislante denominado espesor razonable de aislamiento (ER) la suma de gastos anuales (consumo + amortización) pasa por un mínimo.

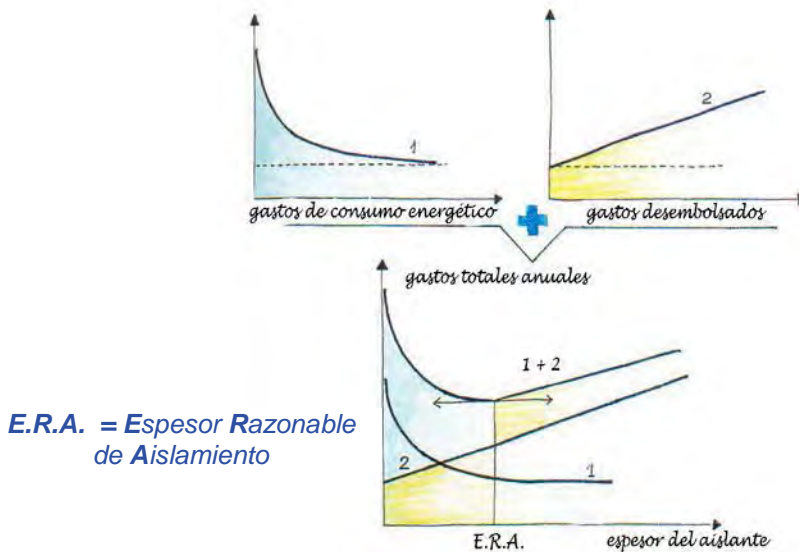


Figura C.64 – OBTENCIÓN DEL ESPESOR ÓPTIMO DE AISLANTE

Fuente: L'isolation écologique – Conception, matériaux, mise en oeuvre Autor : Jean-Pierre OLIVA - Edit. Terre Vivante, Francia, 2006 ; p. 23

En la práctica este espesor será mayor entre mayor sea el costo de la energía (electricidad o gas, por ejemplo) y menor sea el costo del aislamiento y entre más extremo sea el clima (muy frío como en zona de montaña o muy caliente como en playa, por ejemplo).

En esos casos precisos todo sobrecosto de aislamiento es rentable a un cierto plazo.

Por el contrario, la inversión en doble o triple vidrio de ventanas de alto desempeño en una casa bioclimática al borde del mar, posiblemente nunca se amortizará.

7.3.7 Aislamiento, inercia térmica, temperatura de las paredes y confort térmico

Las paredes de temperatura más fría que la del aire interior provocan una sensación de frío.

El nivel de aislamiento de las paredes y sobre todo la ubicación de este aislamiento en la pared juegan un papel determinante en este fenómeno.

Los siguientes esquemas muestran la curva de reducción de temperaturas en tres muros:

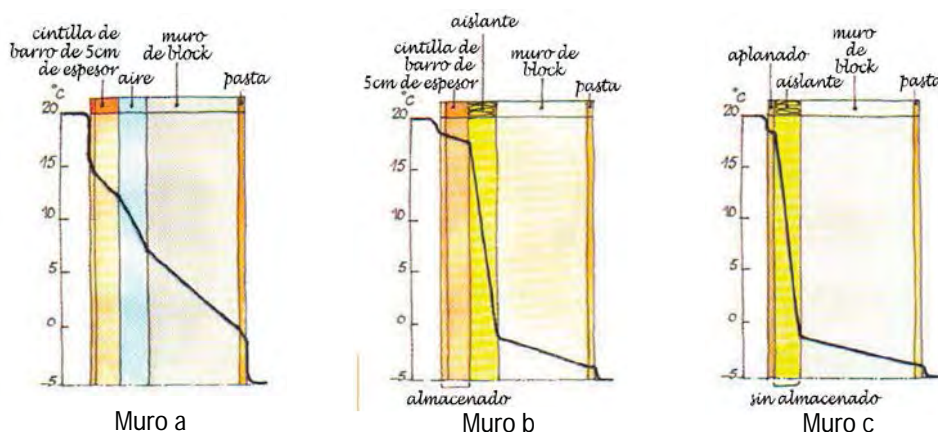


Figura C.65 –CURVAS DE REDUCCIÓN DE TEMPERATURAS

Fuente: L'Isolation Ecologique – Conception, matériaux, mise en œuvre
 Autor : Jean-Pierre OLIVA - Edit. Terre Vivante, Francia, 2006; p. 23

Estos esquemas muestran la curva de bajada de temperaturas en tres muros:

Muro a: Muro de block de concreto vibrocomprimido de 20 cm sin aislamiento con espacio de aire de 6 cm y fachada ventilada a base de ladrillo macizo de 5 cm de espesor.

Muro b: Mismo muro que el **a** pero con el espacio de aire sustituido por un aislante de corcho expandido de 6 cm ($\lambda = 0.04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$).

Muro c: Mismo muro que el muro **b** (por tanto igual resistencia global e igual U) pero con el aislamiento directamente ubicado en el lado interior.

COMENTARIOS

- El muro **a** no es confortable, incluso con un aire calentado a 20°C ya que la temperatura de la pared interior de 15.5°C es inferior en más de 3 °C a la del aire, por tanto, hay que

aumentar la temperatura del aire; por otra parte, su pared interior sólo puede difícilmente calentarse ya que pierde rápidamente sus calorías hacia el exterior.

- El muro **b** es confortable con un aire interior de 20°C ya que la temperatura de la pared (18.6°C) está cercana a la del aire. Si se deja de calentar el aire durante un cierto tiempo, su temperatura va a descender pero lentamente ya que la pared de ladrillos va a restituir, hacia el interior de la habitación, la mayor parte de calorías almacenadas. Simultáneamente durante esta fase de enfriamiento, el muro permanece durante más tiempo más caliente que el aire, permite continuar asegurando un cierto confort por radiación.
- El muro **c** con la misma temperatura de superficie que el muro **b** y la misma temperatura del aire a 20°C procura la misma sensación instantánea de confort pero, si se deja de calentar al aire para mantenerlo a 20°C, su temperatura se baja rápidamente ya que el aislante no puede almacenar ninguna caloría, la temperatura de la superficie baja también rápidamente y, por tanto, será necesario volver a comenzar a recalentar al aire rápidamente.

La diferencia de comportamiento entre estas tres paredes se explica por la capacidad de almacenamiento térmico de ciertos materiales que las componen (inercia térmica), esta capacidad térmica determina su inercia; entre más elevada sea el material es más capaz de almacenar y de restituir cantidades importantes de calor (o de fescor en verano).

Por otra parte, entre más fuerte sea la inercia, más tardará el material en calentarse o de enfriarse y, por el contrario, entre menor sea su inercia térmica más rápidamente se calentará o se enfriará.

La inercia térmica es la característica de un material capaz de acumular energía calorífica durante un aporte de calor, para restituirla posteriormente en un tiempo más o menos largo.

La inercia térmica de un material en general es proporcional a su densidad y a su masa (peso) e inversamente proporcional a su conductividad térmica; por ello, entre más pesado y grueso sea un muro de mampostería mayor será su inercia térmica.

La capacidad de los materiales de almacenar el calor es un criterio esencial y, sin embargo, es raramente tomada en cuenta.

7.3.7.1 Capacidad térmica de un material

La *capacidad térmica de un material* es su capacidad de acumular al calor en relación a su volumen, se define por la cantidad de calor necesario para elevar en 1°C la temperatura de 1m³ de material; depende de tres parámetros:

- la conductividad térmica del material (λ) la cual es la inversa de su poder aislante (mientras menos aislante sea el material, mayor capacidad de almacenamiento térmico tendrá).
- el calor específico del material que es su capacidad de almacenar al calor en función de su peso. Está definido por la cantidad de calor a proporcionarle a 1 kg de material para elevar su temperatura 1°C.
- la densidad o masa volumétrica del material. Por regla general, entre más pesado sea su peso, más aumentará su capacidad térmica.

La capacidad térmica (símbolo: S) del material es el producto del calor específico por la densidad del material. Se expresa en kilojoules por m³ y por °C (KJ/m³°C).

La inercia térmica es una de las principales herramientas de la arquitectura bioclimática para regular tanto los aportes solares como los de calefacción (o de enfriamiento). La ventaja de una fuerte inercia térmica es la de atenuar los picos de temperatura. En invierno, el pico más frío se produce al final de la noche; una fuerte inercia térmica lentifica a la baja temperatura. Cuando la temperatura se eleva nuevamente gracias a los aportes solares, el calor se va almacenando y la

condición térmica se va progresivamente reconstituyendo. En ciertas paredes de muy fuerte inercia, un efecto entre estaciones puede aminorarse retrasando el periodo del inicio del uso de la calefacción en otoño (o viceversa).

En regiones con fuertes variaciones de temperatura entre día y noche, la inercia térmica permite protegerse tanto del calor excesivo durante el día y del enfriamiento importante durante la noche.

La desventaja de una inercia térmica demasiado fuerte afecta básicamente a géneros de edificios como escuelas, oficinas, no llegan a dar una temperatura de confort en los horarios de uso; cuando se necesita pero no afecta significativamente a las viviendas.

7.3.7.2 Efusividad térmica de los materiales

A veces llamada *calor subjetivo* esta propiedad de los materiales no se toma en cuenta en las evaluaciones térmicas, sin embargo, es un parámetro no despreciable para el confort térmico y, por tanto, de necesidades y de gastos energéticos aunque es útil, como contrapeso de los inconvenientes que puede representar una gran inercia térmica.

La efusividad térmica mide la rapidez con la cual la temperatura superficial de un material se calienta.

El coeficiente E_f indica cuantos kilojoules han penetrado en 1m^2 de superficie del material un segundo después de que ha estado en contacto con otra superficie de 1m^2 más caliente que ella en 1°C .

E_f es la raíz cuadrada del producto de S (capacidad térmica) por λ (conductividad térmica).

Si E_f es elevado, el material absorbe rápidamente mucha energía sin calentarse significativamente; por el contrario, si E_f es muy baja, el material se calienta más rápido; por ejemplo, en una habitación de igual volumen, de igual aislamiento, con una instalación de misma potencia de calentamiento donde sólo cambian los recubrimientos de su superficie, se requieren para pasar de 5°C a 10°C para: El corcho: 10 minutos ($E_f = 0.14 \text{ RJ/M}^2\text{S}^\circ\text{C}$), la madera: 80 minutos ($E_f = 0.56$), la cerámica: 330 minutos ($E_f = 1.1$).

Los materiales cuyo valor E_f es inferior o igual a 0.33 son subjetivamente calientes, su temperatura se adapta instantáneamente a la de una superficie vecina.

Los materiales cuyo valor E_f está comprendido entre 0.33 y 0.67 son todavía considerados como calientes ya que se armonizan rápidamente con su entorno.

Para un valor de E_f entre 0.67 y 1.25, los materiales dan una impresión que va de neutra a fresca, aún se adaptan suficientemente rápido a las variaciones de temperatura.

Si el valor E_f es superior a 1.25 los materiales se perciben como fríos.

Los materiales que se calientan rápidamente se enfrían igual de rápido si el flujo se invierte.

En la práctica, los materiales que tienen un E_f bajo y por ello un buen calor subjetivo son aislantes. Los materiales que tienen un E_f elevado y representan un frescor subjetivo son materiales de buen comportamiento térmico. Para manejar el confort térmico y no perder los efectos esperados de la inercia, conviene escoger recubrimientos delgados con una E_f adecuada a las habitaciones y a la utilización que se le dé y según sean las paredes. Por ejemplo, para un clima frío en una recámara de planta alta, un piso de madera con calor subjetivo elevado da una impresión bastante más agradable, a temperatura de superficie igual, que un piso de loseta cerámica sobre una losa.

En un clima caliente, los recubrimientos con un E_f elevado que aporten frescura subjetiva son preferibles (aplanados minerales, azulejos, etc.).

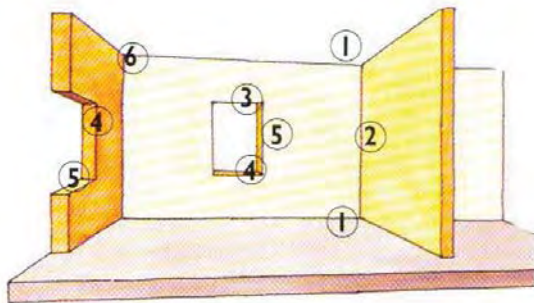
7.3.7.3 Puentes térmicos

Los *puentes térmicos* son parte de la envolvente de una edificación donde la resistencia térmica, uniforme en general, es sensiblemente reducida por una ausencia o una degradación local del aislante y da lugar a importantes fugas de calor hacia el exterior.

Los puentes térmicos son las zonas de paso de calorías (o frigorías) que se ubican generalmente en las uniones de muros con muros, de muros con losas, de muros con vanos de puertas, cancelas y ventanas.

Los puentes térmicos pueden ser lineales, integrados y puntuales.

Los puentes térmicos lineales se dan generalmente en la unión entre una losa y un muro aislado por el interior. La interrupción del aislamiento constituye un camino facilitado para la fuga del calor (o del frío) hacia el exterior de la edificación.



1. Unión entre muro y losa de cimentación, losa de entrepiso y/o muro y losa de cubierta.
2. Unión entre muros interiores (perpendiculares) y muros de fachada
3. Dinteles.
4. Repisones de vanos.
5. Uniones entre marcos de ventanas y vanos.
6. Esquinas de muros.

Figura C.66 – PRINCIPALES PUEBOS TÉRMICOS DE UN MURO

Fuente: L'Isolation écologique – Conception, matériaux, mise en œuvre
 Autor : Jean-Pierre OLIVA - Edit. Terre Vivante, Francia, 2006 ; p. 17

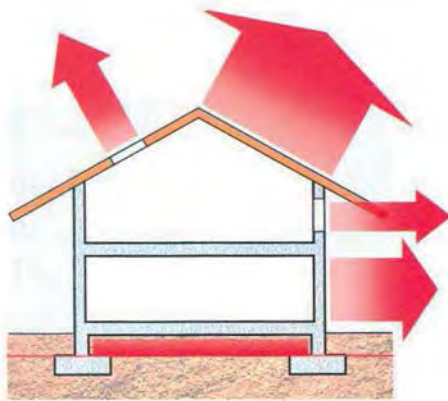


Figura C.67a – Edificación no aislada: importantes fugas de calor a través de los muros interiores

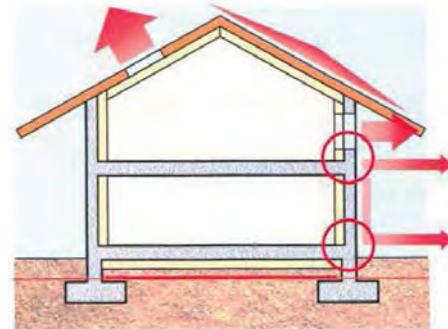


Figura C.67b – Edificación aislada en la actualidad: Fugas reducidas a través de los muros pero fuertes pérdidas de calor a través de los puentes térmicos.

Figura C.67 – FUGAS DE CALOR A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

Fuente: Guide pratique: Les ponts thermiques dans le bâtiment; edit. Salem FARKH; edit. CSTB, 2007; p. 4

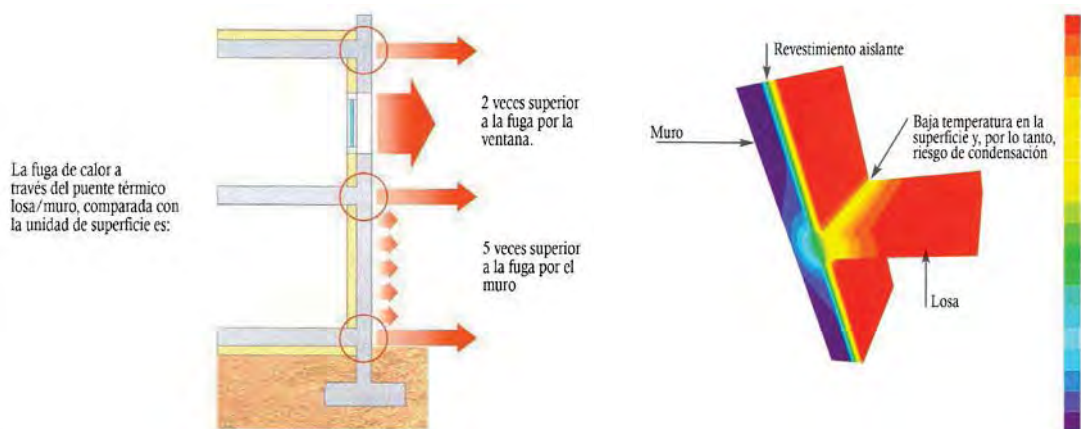


Figura C.68 – FUGAS DE CALOR A TRAVÉS DE LOS PUENTES TÉRMICOS

Fuente: Les ponts thermiques dans le bâtiment, guide pratique, Salem FARKH, edit. CSTB, CSTB, 2007 ; p. 10 y 11

Los puentes térmicos integrados se generan por la interrupción o la degradación del aislante sobre la pared y generalmente son causados por los elementos de fijación del aislante o por los bastidores de apoyo. Su impacto debe tomarse en cuenta en el cálculo del coeficiente de transmisión térmica de la pared, U ($W/m^2\text{°C}$)

Los puentes térmicos puntuales como un taquete y tornillo de fijación de muebles o de cuadros que atraviesan al aislante. Se cuantifican por un coeficiente puntual x expresado en $W/\text{°C}$ ó W/K .

Los impactos de los puentes térmicos son de dos tipos: El impacto energético que tiene por consecuencia pérdidas de calor (o de frío) que obligan a mayor consumo de energía y los impactos que son causas de patologías diversas en perjuicio de la construcción (humedad, manchas, moho, etc.).

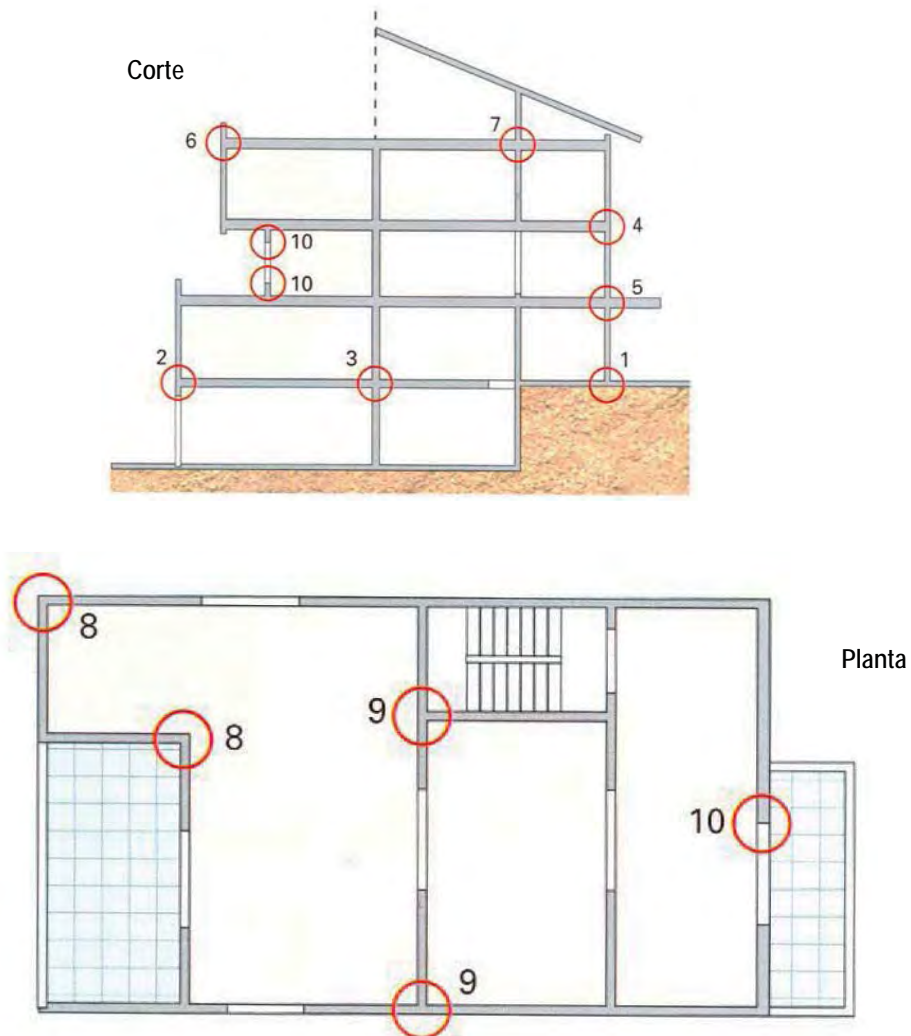


Figura C.69-A – PUENTES TÉRMICOS EN LAS EDIFICACIONES

Fuente: Les ponts thermiques dans le bâtiment, guide pratique, Salem FARKH, edit. CSTB, CSTB, 2007 ; p. 18

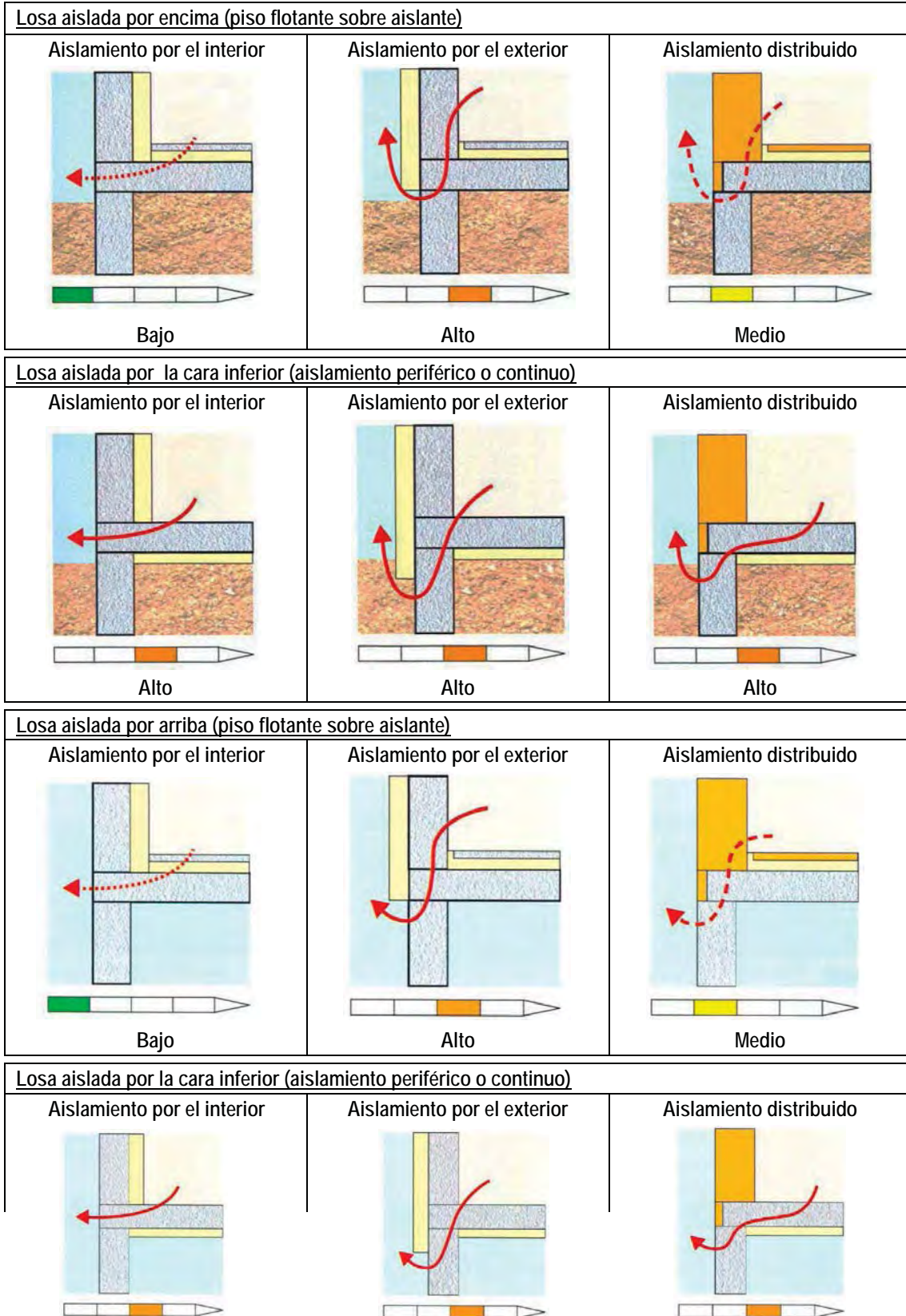
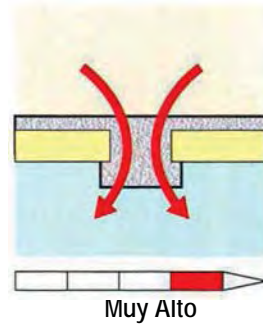
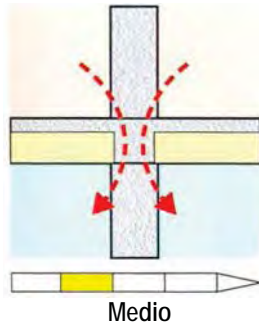




Figura C.69-B – PUENTES TÉRMICOS EN LOSA DE CIMENTACIÓN Y FIRMES

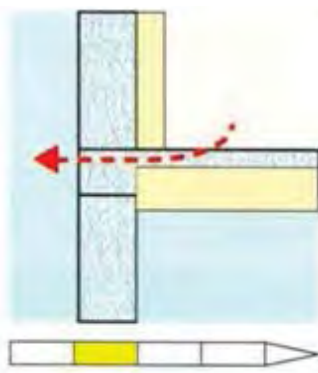
Fuente: Les ponts thermiques dans le bâtiment, guide pratique, Salem FARKH, edit. CSTB, 2007 ; p. 19 y 20

Losa aislada por bovedillas de poliestireno

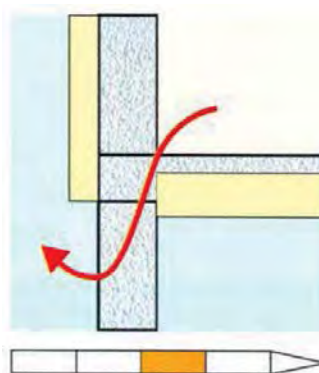


Losa aislada por bovedillas de poliestireno

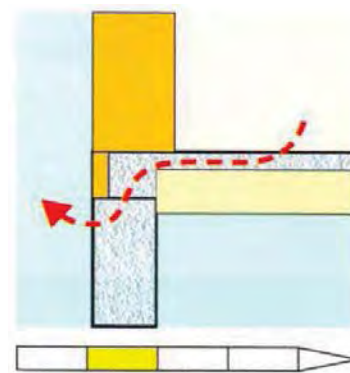
Aislamiento por el interior



Aislamiento por el exterior



Aislamiento distribuido

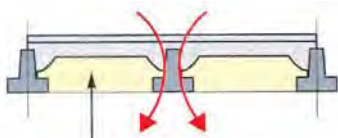


Medio

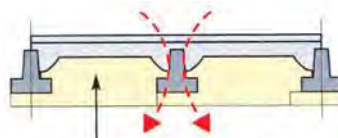
Alto

Medio

Aislamiento integrado

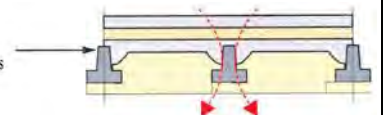


Bovedillas aislantes sin pestañas:
puentes térmicos integrados no tratados



Bovedillas aislantes con pestañas:
puentes térmicos integrados tratados

Bovedillas aisladas con pestañas y
piso flotante sobre aislamiento:
doble tratamiento de los puentes térmicos
integrados



Aislamiento integrado combinado con aislamiento adicional

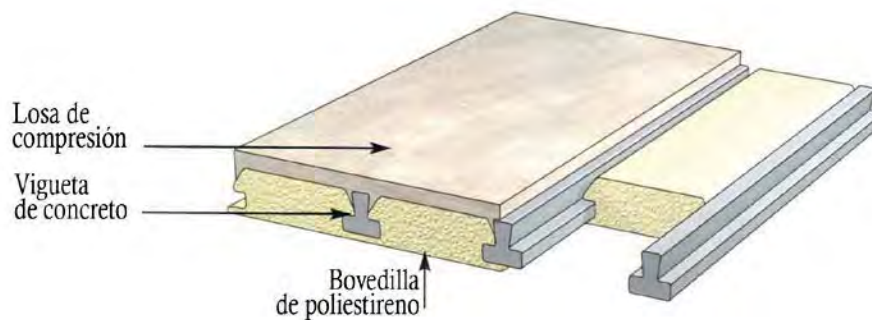


Figura C.69-C – PUENTES TÉRMICOS A TRAVÉS DE PISOS Y ENTREPISOS

Fuente: Les ponts thermiques dans le bâtiment, guide pratique, Salem FARKH, edit. CSTB, 2007 ; p. 20, 21, 28 y 46.

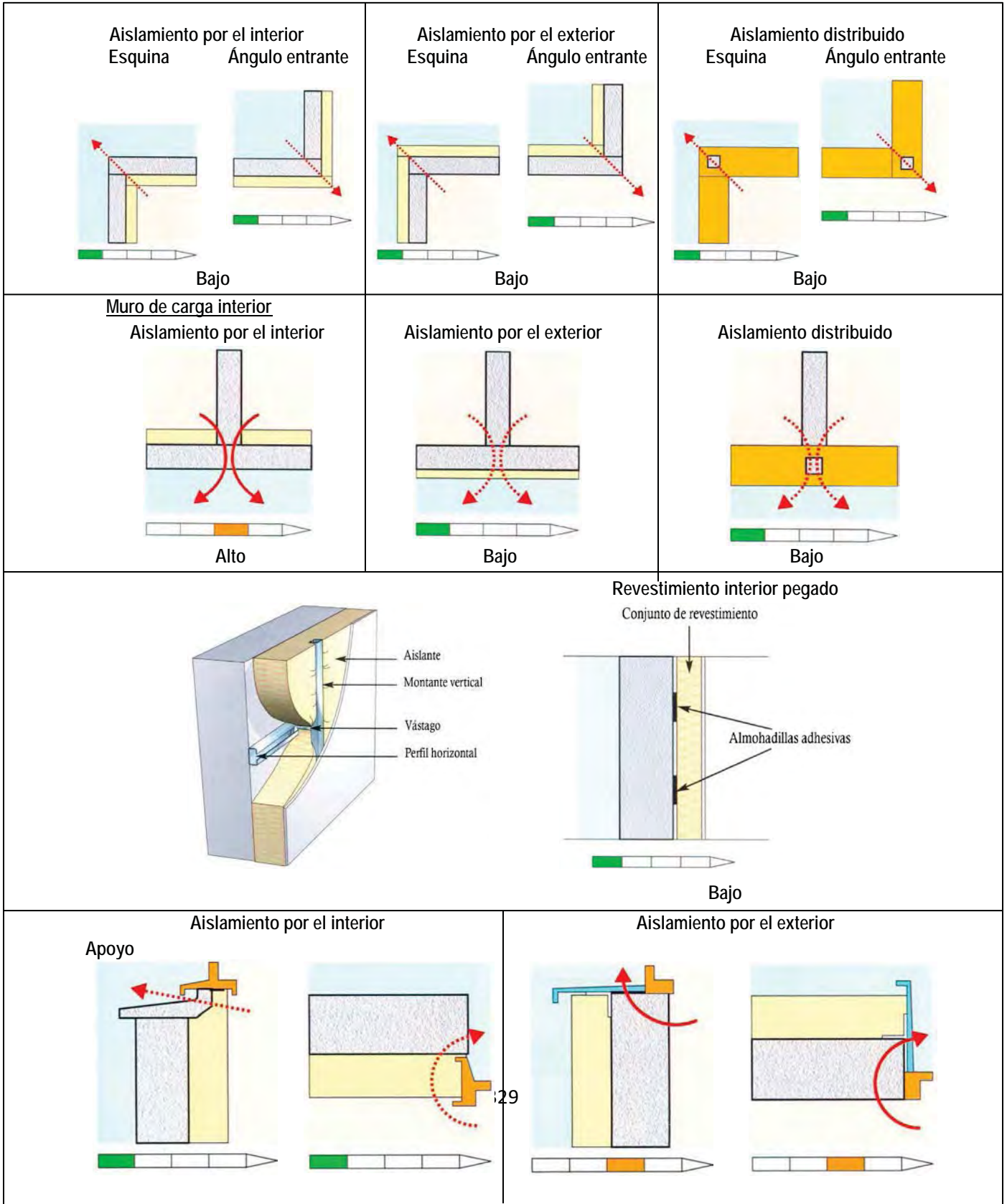


Figura C.69-D – PUNTES TÉRMICOS A TRAVÉS DE MUROS Y MURETES DE FACHADA

Fuente: Les ponts thermiques dans le bâtiment, guide pratique, Salem FARKH, edit. CSTB, 2007 ; p. 24, 25 y 47

7.3.8 Higrotermia

La *Higrotermia en la Edificación* es estudiada por los problemas de condensación que frecuentemente se dan al aislarse el interior de las viviendas de climas muy fríos. La condensación en muros y losas de envolvente es un problema que hay que evitar totalmente.

Para la visualización y cálculo de la transmisión térmica y de la humedad a través de las paredes se utilizan varios tipos de diagramas siendo el diagrama psicrométrico el más empleado.

Los cálculos psicrométricos pueden efectuarse y visualizarse fácilmente con la gráfica psicrométrica que evidencia las propiedades del aire húmedo; incluye varias curvas de humedad relativa que van de 0 a 100% (punto de rocío).

Contiene información sobre cantidad de humedad, volumen específico del aire seco, entalpía específica de saturación de vapor de agua, etc. y toda ella está interrelacionada a través de las temperaturas de bulbo seco y húmedo.

El aire es una mezcla de diversos gases, dentro de ellos el oxígeno (además de eventuales gases contaminantes) y de vapor de agua en proporciones variables.

La cantidad de vapor de agua que puede contener el aire está limitado en función de su temperatura; para una temperatura dada por arriba de una cantidad máxima de vapor de agua contenido en el aire se da la saturación, el excedente de vapor se condensa inmediatamente generando rocío o neblina sobre las paredes más frías.

Al umbral de temperatura donde se satura el aire de vapor de agua o, dicho de otra manera, cuando se llega al grado higrométrico del 100% de humedad relativa se le llama “**punto de rocío**”.

Para una temperatura de 20°C una masa de 1 kg de aire seco se saturará con 14.4 gramos de vapor de agua (ver Figura C.70).

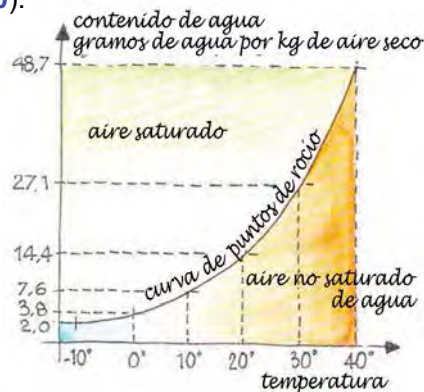


Figura C.70 - VARIACIÓN DEL CONTENIDO MÁXIMO DE AGUA POR KILOGRAMO DE AIRE SECO EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA.

Fuente: L'isolation écologique; Conception, matériaux, mise en oeuvre - Jean-Pierre OLIVA, edit. Terre Vivante, 2001; p. 32

Se puede decir así que si la cantidad de vapor de agua en una habitación acondicionada a 20°C es de 7 gramos, el grado higrométrico es de $7/14.4 = 49\%$ de humedad relativa.

Para una temperatura fluctuando en los 20°C, el grado higrométrico de confort se sitúa entre el 30% y el 70% de humedad relativa.

Generalmente en invierno esta cifra es de aproximadamente 50% en el interior de los espacios habitables de las viviendas y de 70% a 80% en las cocinas y los baños.

Las fuentes de vapor de agua en una casa provienen de la cocina, de los baños y de la respiración de los ocupantes; una familia de 4 personas emite hasta 10 litros de vapor de agua al día.

Un aire demasiado seco no es sano (para la piel, las mucosas y las vías respiratorias); un aire demasiado húmedo también es a menudo el signo de un aire del interior de una vivienda no renovado con ventilación y, por tanto, contaminado pero los mayores inconvenientes del vapor de agua en exceso afectan a la edificación.

El aire caliente contiene más vapor de agua pero igualmente ejerce una presión atmosférica superior al aire frío. En una vivienda calentada en invierno este aire cargado de vapor de agua busca el punto de equilibrio con el aire exterior y conlleva consigo al vapor de agua que contiene. Los materiales porosos que constituyen las paredes, los cuales en gran parte son los aislantes, son atravesados. En la medida en la que el aire se aproxima al exterior, su temperatura baja así como su capacidad de contenido de vapor de agua (tasa de saturación). El valor de agua excedente se condensa (pasando al estado líquido) cuando llega al punto de rocío.

La humedad que se acumula dentro del espesor de las paredes es la fuente de numerosas degradaciones en los edificios como la formación de salitre o el deterioro de los recubrimientos, desmoronamiento de los aplanados, moho y deformación de maderas, fisuraciones en caso de congelación, etc.

La humedad también es causa de una reducción importante de la eficacia de los aislantes; la conductividad térmica del agua ($\lambda = 0.6 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$) es 25 veces superior a la del aire ($\lambda = 0.024 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$) y, por ello, la resistencia térmica de una pared húmeda es considerablemente inferior a la de una pared seca, este fenómeno se acentúa más si el agua se congela (para el hielo $\lambda = 2.3 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$) haciendo a un muro húmedo un verdadero conductor de calorías en vez de un aislador.

Para solucionar el problema de condensación dada dentro del espesor de una pared lo convencional es el uso de una barrera estanca al vapor de agua y también del aire la cual es conocida como "*barrera de vapor*" la cual generalmente se especifica colocar del lado más caliente de la pared.

Una barrera de vapor es una membrana impermeable al vapor de agua; las mejores barreras de vapor son láminas muy delgadas de aluminio.

El empleo de una barrera de vapor no siempre es la mejor solución. El vapor de agua, así como el aire que lo contiene es un fluido. Bajo el efecto de la presión atmosférica interior este fluido busca todos los puntos débiles para escaparse (como lo hace el agua en un recipiente perforado o el vapor de una olla Presto) donde una barrera de vapor, incluso totalmente estanca sobre su superficie, se coloca en obra con una gran cantidad de uniones (juntas entre hojas, uniones con los vanos de ventanas y las diferentes paredes interiores, pasos de ductos y de tuberías, etc.); cada uno de estos puntos se suman a los deterioros o rasgaduras hechas por perforaciones posteriores diversas y todos ellos constituyen embudos por donde se escapa el vapor de agua.

Como consecuencia, la condensación se concentra en puntos particulares de la pared en vez de repartirse uniformemente en su totalidad, los daños son igualmente concentrados y amplificados.

Los problemas debidos a los "puentes de vapor" se amplifican por dos fenómenos que se dan:

- La sobreposición de la mayoría de rupturas de continuidad de la barrera de vapor con los puentes térmicos del edificio canaliza al vapor de agua hacia ellos. Los puentes térmicos por su temperatura inferior son catalizadores de las condensaciones.
- La imposibilidad de regreso del agua hacia el interior a causa del corte de la capilaridad dado por la misma barrera de vapor (entre los materiales que recubre y la superficie de paredes interiores).

Hay que forzosamente extraer el vapor de agua excedente del aire interior con una ventilación mecánica controlada ya que las paredes estancas no tienen ninguna posibilidad de absorber el excedente de vapor de agua cuando el aire esté demasiado húmedo y de restituirlo cuando esté demasiado seco. La calidad del aire interior (su contenido de vapor de agua así como el gas

contaminante que contenga) depende totalmente de los sistemas de ventilación principalmente mecánicos.

Una casa con el interior revestido con una barrera de vapor se comporta como el cuerpo de una persona a la que se le hubiera pintado totalmente con una pintura estanca o se le hubiera cubierto con un recubrimiento plástico. Los poros de la piel son un medio de respiración vital y, para evitar la asfixia, se debe recurrir a una inhalación adicional de los pulmones (respiración asistida). Se dependerá por tanto en el caso de las edificaciones de una ventilación pasiva o una ventilación mecánica controlada como soluciones de supervivencia suficientes pero no satisfactorios.

La opción de *muros respirantes* se ha desarrollado en países nórdicos y germánicos donde el clima obliga a las personas a vivir durante un gran periodo del año en el interior de habitaciones con temperaturas exteriores comúnmente rigurosas y, por tanto, a dar una atención muy particular al funcionamiento del clima interior.

Las viviendas tradicionales no tienen paredes con barreras de vapor y todos los materiales utilizados son porosos con gran capacidad higroscópica donde la diferencia de presión interior-exterior hace transitar al aire lentamente dentro de los muros con los cuales cambia poco a poco sus calorías y su agua excedente. Dado el importante volumen y peso de los muros así como la ausencia de puentes térmicos que concentren las zonas de humedad, el agua uniformemente repartida no causa daños; una parte alcanza al medio exterior a través de aplanados porosos de fachada o la permeabilidad de la cubierta y la otra parte regresa hacia el interior por capilaridad y se evapora nuevamente.

Las diferencias de temperaturas interiores, según las zonas de la vivienda, crean fenómenos de convección que ponen a ciertas paredes no calentadas en ligeras depresiones y les permiten aspirar lentamente el aire exterior. La poca estanqueidad al aire de las ventanas y los conductos de humos a fuego abierto complementan los límites del sistema.

Las exigencias de confort modernas (temperatura más elevada y mejor repartida, eliminación de corrientes de aire parásitas, necesidad de regulación en relación con las diferencias aleatorias de las condiciones climáticas exteriores) han conducido a racionalizar este "*sistema respiratorio*" rústico que funcionaba empíricamente.

El sistema de *paredes respirantes* funciona a partir de la base de una ventilación natural para la necesidad acelerada momentáneamente y localmente hacia los puntos de producción concentrada de vapor de agua.

Los materiales que constituyen las paredes son materiales porosos como madera, derivados de madera, vegetales, tierra cruda o cocida, piedra, cal, yeso, etc.; tienen todos una capacidad higroscópica que va de media a elevada.

El conjunto de materiales que constituye las paredes son permeables al vapor de agua con una reducción de la resistencia al paso de este vapor del interior hacia el exterior a manera de que el agua pueda salir más rápidamente del muro al que haya entrado.

Los aplanados de los paramentos interiores se escogen en función de su resistencia a la difusión del vapor de agua. El empleo de membranas de *frenado de vapor* aumenta esta resistencia.

Los aplanados y paramentos exteriores siempre se estudian para ofrecer una alta permeabilidad a la difusión del vapor de agua (aplanados de cal y arena sin aditivos hidrofugantes, fachadas ventiladas, etc.). Las membranas o paneles de protección contra la lluvia sobre los techos o sobre las paredes exteriores son muy permeables al vapor de agua (no se aconseja utilizar las membranas denominadas microperforadas cuya permeabilidad no ha sido estudiada para ser empleadas bajo estas condiciones).

Prácticamente, el cálculo de las diferentes capas de una pared que respete esta estratificación de resistencias al vapor de agua no debería presentar problemas, cada fabricante indica sus valores en sus fichas técnicas.

7.3.8.1 Análisis del comportamiento higrotérmico de un monomuro (con aislamiento repartido utilizando el diagrama convencional de paredes)

Muchos muros de construcciones antiguas y tradicionales (muros de piedra, de adobe, en tapial, de barro recocido, macizo, de tabicón, etc.) están constituidos por una masa generalmente importante de materiales destinados a asegurar tanto la estabilidad como a proporcionar por su espesor la protección climática y térmica.

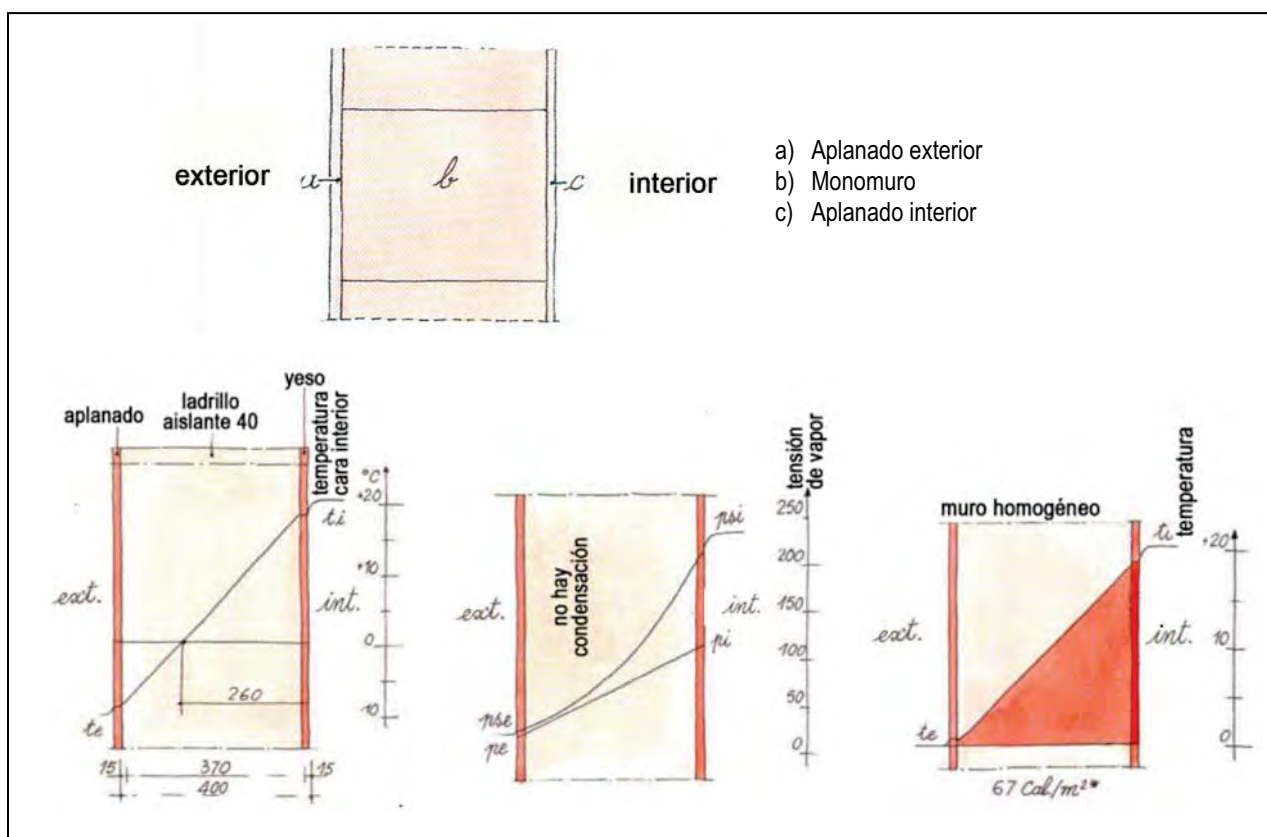
Estos muros han estado siendo sustituidos por la solución de piezas multiperforadas para reducir cantidad de material, de peso y de mano de obra requerida y para mejorar su desempeño térmico para adaptarse a las necesidades contemporáneas.

Se han venido desarrollando otras técnicas bajo el mismo principio de pared homogénea en todo su espesor asegurando tanto la función mecánica como climática.

- La función mecánica se ha mejorado por la utilización de una estructura portante de concreto armado colado en el sitio o de mampostería reforzada (block o ladrillo).
- La función climática se ha mejorado también por el empleo de materiales aligerados (huecos, multiperforados o de concreto celular) gracias al refuerzo estructural de estos muros.

Como ejemplo de esta opción se menciona el comportamiento higrotérmico de un monomuro de cerámica (barro extruido) en las siguientes figuras:

- Temperaturas: La curva de descenso de temperaturas a través del muro es uniforme.
- La curva de tensión de vapor de agua de saturación (P_s = cantidad de vapor de agua admisible por el aire a una cierta temperatura) nunca desciende más que la curva de tensión de vapor difuso (p = presión decreciente del aire cargado de vapor de agua que atraviesa al muro) y, por tanto, no hay condensación en el muro.
- La inercia térmica es importante.



a) Temperaturas

b) Tensión de vapor

c) Inercia térmica

Figura C.71 - MURO CON AISLAMIENTO INTEGRADO EN SU MATERIAL

Fuente: L'isolation écologique; Conception, matériaux, mise en oeuvre - Jean-Pierre OLIVA, edit. Terre Vivante, 2001; p. 116 y 117.

7.3.8.2 Comportamiento de muros dobles con aislamiento ubicado en la parte central de su espesor

Algunos muros de edificios europeos antiguos tienen utilizado este principio; por ejemplo, los muros de mampostería de piedra donde los dos paramentos están unidos por sólo algunas piedras atravesando todo el espesor para dejar la parte central rellena con una mezcla de tierra, de sobrantes de la talla de la piedra, de paja, etc.

Esta opción ha sido mejorada por la utilización de elementos industrializados o por el empleo de procesos constructivos que predisponen un vacío central para alojar el elemento aislante.

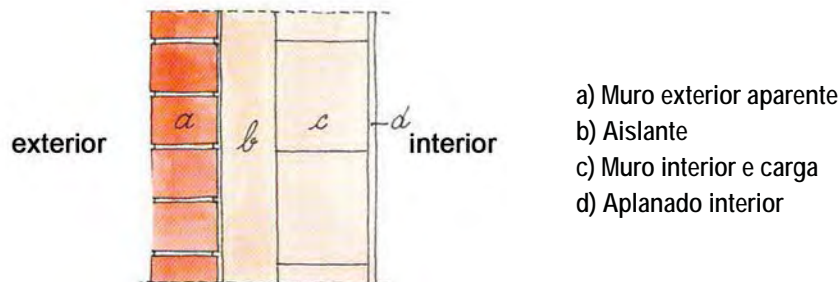


Figura C.72 – MURO DOBLE CON AISLAMIENTO CENTRAL

Fuente: L'isolation écologique; Conception, matériaux, mise en oeuvre - Jean-Pierre OLIVA, edit. Terre Vivante, 2001; p. 115.

Los sistemas de aislamiento repartido en todo el espesor del muro (monomuro) o con un aislante en la zona central de su espesor, en la gran mayoría de casos, son satisfactorios desde el punto de vista higrotérmico. Permiten construir al conjunto de muros con una sola operación (se ahorran procesos posteriores).

Estos procedimientos, generalmente recientes, permiten lograr la eliminación casi total de puentes térmicos. También permiten, salvo contadas excepciones, una buena transferencia del valor de agua y la ausencia de compensación dentro del espesor del muro.

Su criterio de selección debe considerar adicionalmente su costo y su apariencia estética al compararse con otras opciones.

7.3.8.3 Comportamiento de muros aislados por el interior o por el exterior

El análisis del comportamiento de muros aislados se realiza empleando los diagramas convencionales de paredes.

La Técnica de *Aislamiento por el interior* es usada a veces para aislar muros de edificios antiguos con objeto de reducirles su emanación fría y es muy usada en edificios de vivienda nueva.

La búsqueda de un buen desempeño técnico por este medio se intensificó con rapidez como consecuencia de la crisis energética por los años 70_s del siglo XX.

La solución de *Aislamiento de muros por el exterior* ha sido el fruto de investigaciones enfocadas al diseño bioclimático de las paredes. La búsqueda del manejo de los aportes solares en invierno y el mantenimiento del frescor en verano le atribuyen a los muros una función de acumuladores. El aislamiento por el exterior cumple la función de recipiente de calorías (o de frigorías).

Se incluye en las siguientes figuras las dos opciones de ubicación de aislamiento en el muro: por el interior y por el exterior.

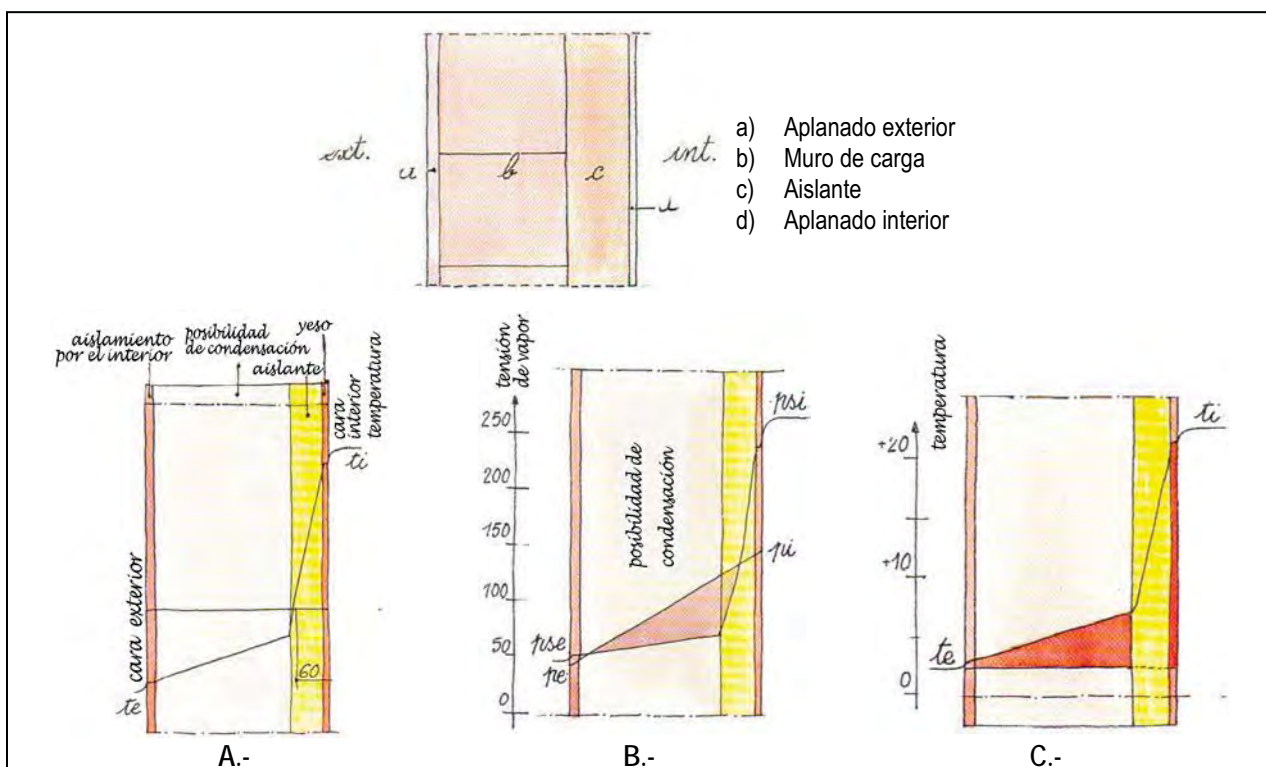
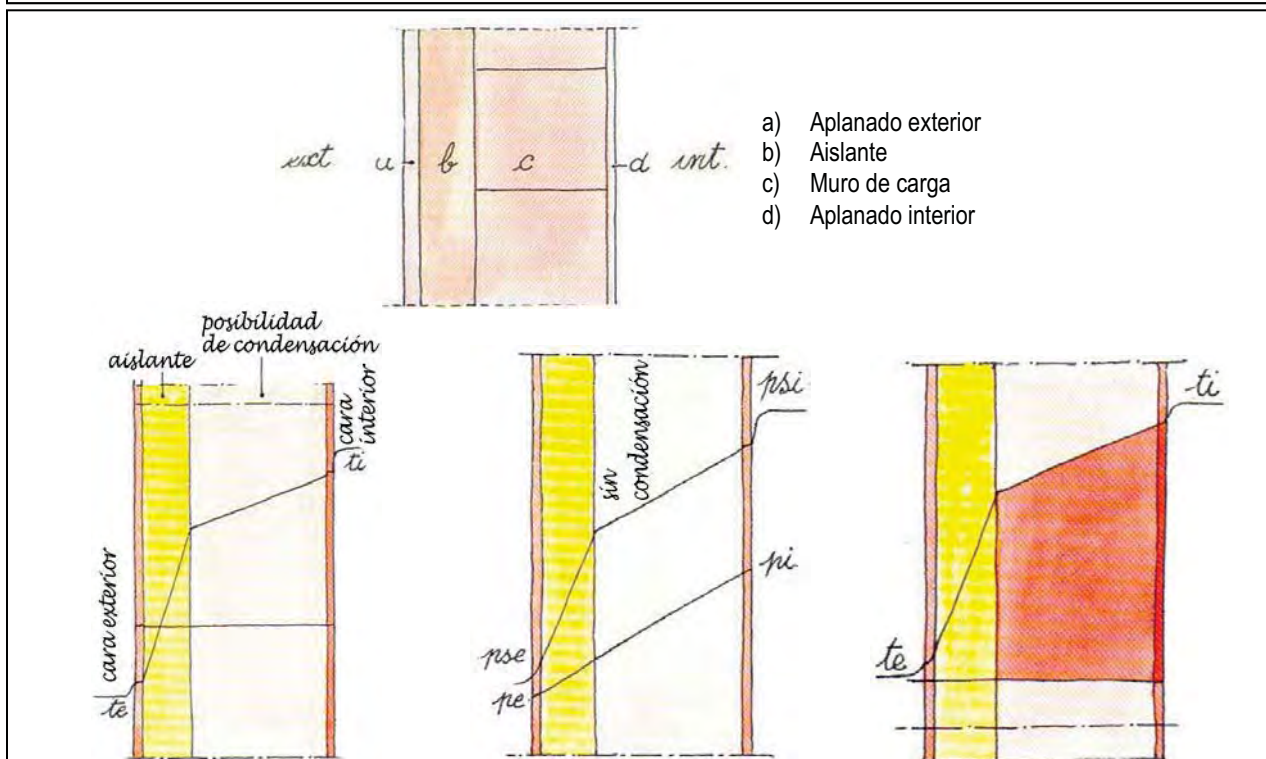


Figura C.73 – MURO AISLADO POR EL INTERIOR

Fuente: L'isolation écologique; Conception, matériaux, mise en oeuvre - Jean-Pierre OLIVA, edit. Terre Vivante, 2001; p. 116 y 119



A.-

B.-

C.-

Figura C.74 – MURO AISLADO POR EL EXTERIOR

Fuente: L'isolation écologique; Conception, matériaux, mise en oeuvre - Jean-Pierre OLIVA, edit. Terre Vivante, 2001; p. 119

En la figura mostrada se aprecian los comportamientos higrotérmicos comparados entre un muro aislado por el exterior y un muro aislado por el interior donde se pueden notar las siguientes diferencias:

- A. La curva de descenso de temperaturas a través de los muros es inversa.
- B. En el muro aislado por el interior, la curva de tensión de vapor de agua saturada (P_s = cantidad de vapor de agua admisible por el aire a una cierta temperatura) desciende por debajo de la curva de tensión de vapor difusa (p = presión decreciente del aire cargado de vapor de agua que atraviesa al muro); por tanto, hay riesgo de condensación en el muro. En el muro aislado por el exterior este riesgo no existe.
- C. La inercia térmica es nula en el muro aislado por el interior y es muy importante en el muro aislado por el exterior e incluso superior a la del monomuro de arcilla cocida mostrado en la figura C.74.

Las principales ventajas del *aislamiento ubicado por el interior* son:

- Un calentamiento (o enfriamiento) rápido del aire interior.
- Se puede realizar rápida y fácilmente.
- Puede realizarse en cualquier época del año.
- Permite una selección variada de aislantes.

Y los inconvenientes de esta opción son:

- Poca inercia térmica.
- Deja varios puentes térmicos sin solución.
- Deja a la estructura del muro vulnerable por quedar expuesta a choques y cambios térmicos abruptos.

Las ventajas del *aislamiento colocado por el exterior* son:

- Fuerte inercia térmica.
- Reduce un número importante de puentes térmicos.
- Protege al muro de estructura contra choques térmicos y por ello le asegura mayor durabilidad.
- Reduce las infiltraciones de aire.
- Puede acoplarse a una renovación de fachada en caso requerido.
- Puede adaptarse a cada orientación de muros en su espesor.
- No se tiene interacción con otros trabajos a realizarse en el interior o incluso en el caso de aislar una vivienda habitada.

Y los inconvenientes son:

- Trabajos especializados y difíciles de realizar en invierno.
- Gama reducida de productos de aislamiento.

- Posibles problemas en caso de humedad intersticial en los muros a aislar si el sistema de aislamiento no es suficientemente respirante.

Los casos mostrados son aplicados para climas fríos en el exterior de los muros muy común en países y regiones con inviernos de bajas temperaturas.

Para los casos de climas cálidos de playa o de zonas tropicales, las menos bajas temperaturas se dan en el interior de las viviendas por la climatización aplicada y, por tanto, el comportamiento de la ubicación del aislante se invierte.

Para el *Aislamiento Integrado a una Losa* de vigueta y bovedilla, el empleo de bovedillas de poliestireno expandido con talón de cubrimiento al patín de las viguetas es una excelente solución que puede dimensionarse en espesores convenientes para cada caso en particular. Los manuales técnicos de fabricantes internacionales de esos productos así como las normas de referencia permiten calcular y especificar sus características para cada caso en particular.

Para el aislamiento de losas macizas de concreto o de losas de vigueta y bovedilla con bovedillas de concreto, se recurre a la colocación de aislantes sobre la losa o fijada bajo la losa como parte del falso plafón. Para identificar las características de aislamiento, de comportamiento higrotérmico y de inercia térmica se aplican los mismos análisis que a los muros.

Existe otro tipo de análisis higrotérmico de paredes como el Diagrama de Glaser.

7.3.8.4 Diagrama de Glaser

El *Diagrama de Glaser* es un modo de representación comparada del espesor de una pared donde se indica la variación de la presión de saturación P_s (hay tablas que dan esos valores) y de la presión parcial P conforme a las diferencias de temperatura. Permite determinar las eventuales zonas de condensación (caso de encimado de las dos curvas).

Es una variación del método del punto de rocío, se utiliza principalmente en Europa. El Diagrama de Glaser está basado en la siguiente ecuación y definiciones:

$$W = (\delta/\mu')\Delta p/d$$

Siendo: δ = coeficiente de difusión del vapor de agua en el aire S.

μ' = factor de resistencia de difusión del material.

La única diferencia entre el Diagrama de Glaser y el método convencional de punto de rocío radica en el eje horizontal del diagrama donde, en vez de indicarse el espesor de los materiales, el Diagrama de Glaser indica la resistencia a la difusión del vapor; por ello, los materiales con mayor resistencia se indican de mayor dimensión. La ventaja de esta representación es la conversión de los perfiles de presión de vapor en líneas rectas.

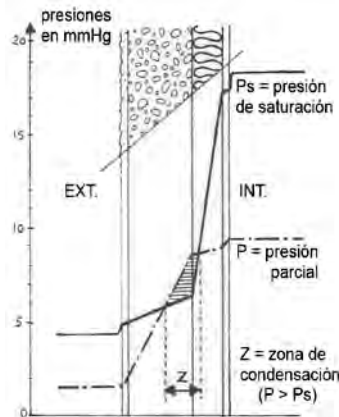


Figura C.75 – EJEMPLO DE DIAGRAMA DE GLASER – Pared con aislamiento del lado interior donde se evidencia una zona de riesgo de compensación - Fuente: DICOBAT (Dictionnaire général du bâtiment); Jean de VIGAN; edit. Arcature, 1993; p. 418.

Otra representación gráfica es el Diagrama de Kieper que, al igual que el método del punto de rocío y que el Diagrama de Glaser, se basa enteramente en la teoría de la difusión de vapor.

Tiene como ventajas: a) usar el mismo diagrama para diferentes configuraciones de muros, siempre y cuando las condiciones internas y externas no varíen, y b) el cálculo no necesita repetirse si se indica condensación.

Más que la graficación de presiones de vapor y de presiones de saturación, el Diagrama de Kieper usa dos parámetros x y y que representan a las propiedades térmicas y a las propiedades de difusión del vapor de los materiales que integran el muro respectivamente.

7.3.9 Climatización

En climas extremos (con temporadas muy frías y/o muy cálidas) además del buen aislamiento de envolvente en las edificaciones se requiere recurrir a instalaciones de climatización o calefacción.

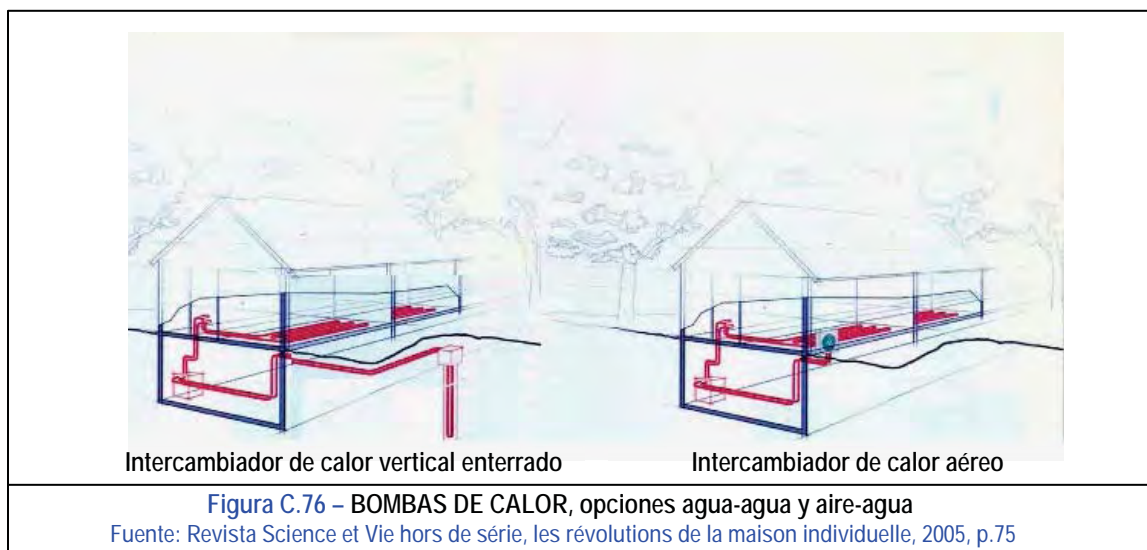
Es normal el empleo de unidades y ductos de aire acondicionado cuya producción de frío es dada por compresión mecánica.

Para la producción de calor lo más utilizado es la calefacción hidrónica consistente en calentadores o calderas de agua que se hace circular por medio de tuberías hacia calefactores ubicados generalmente sobre los muretes inferiores de las ventanas (calefacción hidrónica) o por medio de calefacción eléctrica distribuida por serpentines alojados en las losas de piso.

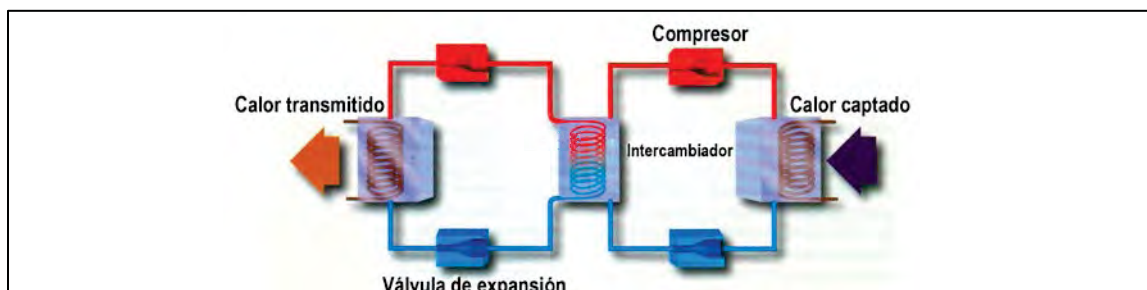
7.3.9.1 Bomba de calor

Últimamente se ha venido incrementando el empleo de las bombas de calor de nueva generación cuyo funcionamiento se adapta con toda flexibilidad a la demanda.

Se indica en la siguiente figura algunas de las opciones de instalación para bombas de calor.



La bomba de calor tradicionalmente utilizada genera bajas temperaturas (30 a 35°C) con respecto a lo que se genera con una caldera de calefacción hidrónica (75°C). La nueva generación de bombas de calor llegan a temperaturas de 60°C a 70°C gracias al empleo de ciclos en cascada (ver figura C.77)



Para poder llegar a altas temperaturas (de 60°C a 75°C) la solución de ciclos en cascada consiste en colocar dos bombas de calor en serie.

Figura C.77 – BOMBAS DE CALOR con ciclos en cascada

Fuente: Revista Science et Vie hors de série, les révolutions de la maison individuelle, 2005, p.76

En este caso las dos bombas de calor en serie implican un sobreconsumo y, por tanto, un sobrecosto de energía eléctrica por tener que estar funcionando permanentemente.

Existe otra solución más ingeniosa: es la denominada de inyección intermedia o EVI (por sus siglas en inglés: **E**nhaned **V**apor **I**njection) donde, después de la salida del condensador, se deriva una parte del líquido a alta presión hacia el compresor. Antes de llegar al compresor, el fluido es soltado, evaporado y reinyectado al compresor mezclándose con el vapor que viene del evaporador.

La ingeniosidad de esta opción se debe a que el vapor inyectado que viene del ramal frío del circuito enfría al conjunto de los gases comprimidos; de golpe, la mezcla puede ventajosamente comprimirse sin sobrepasar la temperatura máxima soportada por el fluido y el lubricante la cual es de 140°C aproximadamente.

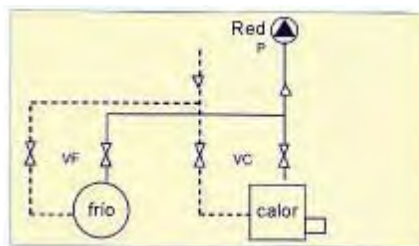
A temperatura igual, la presión lograda por un compresor adecuado al “EVI” es por tanto superior a la de un sistema convencional. Esta presión adicional permite al fluido almacenar más energía y, por tanto, restituir ventajosamente al circuito de calefacción de la habitación servida y al llegar a 65°C en este circuito. La ventaja de la inyección intermedia con respecto al ciclo en cascada es que se adapta más fácilmente en su funcionamiento a la demanda.

7.3.9.2 Sistemas reversibles

Para el confort térmico de las viviendas, se están utilizando cada vez más otras opciones de las que destaca la del piso o losa flotante reversible (calefactor y refrescante).

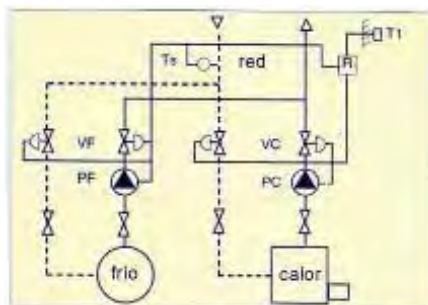
Consta de una o dos bombas de calor para la producción de agua caliente en época de clima frío y para la producción de agua fría en época de clima cálido.

La siguiente figura nos muestra las características de este sistema de climatización.



- V_f: Válvula de separación del fluido frío
- V_c: Válvula de separación del fluido caliente
- P: Circulador verano-invierno (bomba de calor)

- Con una sola bomba: las válvulas se colocan antes de la bomba y del expansor.



- T₁: Termostato selector exterior verano/invierno
 - R: Transferencia verano/invierno
 - V_f: Válvula de derivación fluido frío
 - P_f: Circulador de asistido a V_f
 - V_c: Válvula de derivación fluido caliente
 - P_c: Circulador de asistido a V_c
 - T_s: Termostato de control de temperatura de agua de retorno
- 1339 (cierre de V_f)

- Con dos bombas (una para el calor y otra para el frío), las válvulas de aislamiento se colocan después de la bombas.

Figura C.78 – EJEMPLOS DE ECOSISTEMAS REVERSIBLES DE CALEFACCIÓN - ENFRIAMIENTO

Fuente: Catálogo de productos, empresa ACOME (THERMACOME); p. 8

Un termostato exterior T_i tipo inversor de zona neutra selecciona el régimen caliente (para invierno) o frío (para verano) en función de la temperatura exterior.

Selecciona “invierno” cuando la temperatura es superior a 25°C . La zona neutra queda entre 18°C y 23°C .

Este termostato controla los juegos de transferencia verano e invierno que asegura el balanceo de las válvulas de motor V_f y V_c . Los recirculadores respectivamente asisten a la abertura total de las válvulas correspondientes.

Es importante controlar la temperatura de seguridad en la temperatura de retorno del fluido para:

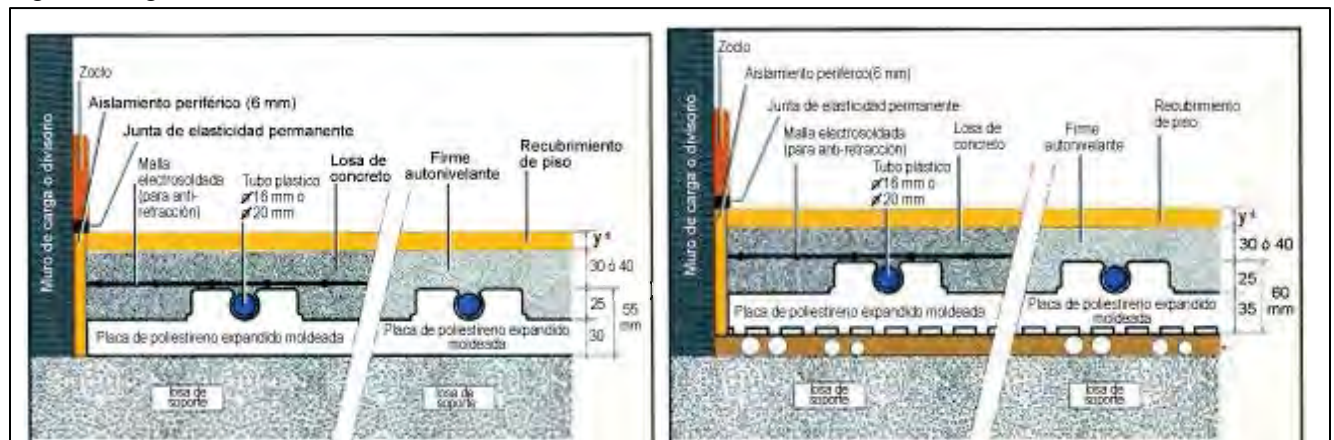
- verificar antes de la puesta en servicio del fluido que esta temperatura de retorno sea suficientemente baja (inferior a 20°C por ejemplo) para evitar el envío del agua corriente al evaporador del grupo frigorífico.
- Controlar permanente esta temperatura de retorno. Cuando llegue al valor mínimo determinado por el cálculo en función de las condiciones climáticas del lugar de la instalación, se parará el grupo de producción de frío.

Es posible así evitar toda condensación dentro del suelo o la losa por la función de la sonda T_s que debe estar conectada al regulador, interruptor, distribuidor de conmutación R_i pero también al control de marcha del grupo de producción de frío.

El arreglo de los serpentines de distribución y difusión del fluido calefactor o enfriador debe respetar las trayectorias que aseguren la mayor homogeneidad distributiva (ver figura 3.79) conforme a los siguientes esquemas de colocación.



La solución técnica del sistema de losa para alojar la tubería de distribución se muestra en la siguiente figura C.80.



*La cota 1 está en función del tipo y del espesor del recubrimiento del piso adherido o asentado.
Los conduits eléctricos o los tubos hidráulicos se alojan dentro o van debajo de la losa de soporte.

*La cota 1 está en función del tipo y del espesor del recubrimiento del piso adherido o asentado.
Los conduits eléctricos o los tubos hidráulicos se alojan sobre la losa de soporte y se recubren con un firme de concreto.

Figura C.80 – EJEMPLOS DE DETALLES EN CORTE DE LOSA CON SERPENTÍN DE ACCIÓN REVERSIBLE (calefacción-enfriamiento) – Fuente: Catálogo de producto; empresa ACOME (THERMACOME), p. 6



Colocación de serpentín y disposición en losa de piso de una vivienda.

Figura C.81 – LOSAS DE SOPORTE CON SERPENTINES REVERSIBLES INCORPORADOS - Fuente: (1) Les cahiers techniques du bâtiment No. 253, 2005, p. 38 y (2) catálogo de productos, empresa ACOME (THERMACOME), portada

Ventilación natural (calidad del aire)

La *ventilación* es importante y necesaria por varios motivos como: La renovación del aire para mantener las condiciones higiénicas respetando un mínimo de ventilación. El movimiento del aire para acelerar la disipación del calor del cuerpo humano; de igual modo el aire en movimiento remueve al calor acumulado en muros, pisos y techos por convección cuando la temperatura del aire es lo más baja posible, por ello, es útil propiciar la circulación en las noches de verano cuando el aire es más fresco.

7.4 Renovación del aire

Desde el punto de vista del confort y del balance térmico de las viviendas, las infiltraciones parásitas de aire exterior o provenientes de partes aledañas (áticos o cocheras) así como vanos que hay que buscar reducir, se consideran como fuentes de perjuicio por formar puntos débiles de la envolvente.

Desde el punto de vista higiénico, la ventilación de espacios cerrados y habitados, sobretudo en invierno, es indispensable la evacuación y la renovación del aire viciado por la respiración, el humo, el vapor de agua, los iones positivos, el gas radón, etc.

Una ventilación permanente se ha vuelto obligatoria en los reglamentos oficiales.

Para los locales habitables el equilibrio entre gastos energéticos y la calidad del aire se obtendrá, en función de las condiciones climáticas, mediante diversas soluciones de ventilación más o menos pasivas o activas pero controladas.

Las viviendas requieren de la estanqueidad al aire. Los puntos de pérdida son múltiples y tienen una influencia nada despreciable sobre el balance térmico.

La diferencia constatada de pérdidas de aire con respecto a lo que se requiere genera una sensación de falta de confort debida a las corrientes de aire parásitas y a la necesidad de recalentar los espacios para equilibrar.

Los principales puntos débiles son:

- Las juntas y holguras de puertas, ventanas, ventilas y cancelas exteriores y las chimeneas sin compuerta de control. Para solucionar estos casos hay que colocar juntas y umbrales sobre el conjunto de las hojas que abran, cuidando una buena colocación y controlar su eficacia y su posicionamiento a través del tiempo.
- Con respecto a la envolvente de las edificaciones se dan defectos de unión entre las paredes, entre muros y losas, entre muros y ventanería, donde se dejan a veces varios puntos por donde pasa el aire.
- Las canalizaciones y cajas eléctricas y ramaleos de tubería. Las soluciones a estos problemas potenciales deben darse tanto en el diseño como en la ejecución de obra.
- El aislamiento por el exterior es más estanco al aire que el doblaje por el interior. El calafateo sistemático de las uniones en las paredes limita las pérdidas.

En verano o en climas cálidos una mala estanqueidad al aire del plafón provoca penetraciones de aire caliente hacia la vivienda; un gasto de 100 m³ por hora de aire caliente puede generar una ranura de 1 mm de ancho sobre la longitud de una fachada que provoca un incremento muy sensible de temperaturas máximas al interior de la vivienda (en verano, una cubierta fría no aislada y no bien ventilada funciona como un captor térmico).

Como solución hay que asegurar la estanqueidad de los muros que separan a la vivienda de los locales sobrecalentados por el clima o atemperar estos locales con una fuerte ventilación hacia el exterior.

Para la *ventilación de las viviendas* el suprimir o reducir las penetraciones de aire parásito permite un control térmico del microclima interno que implica una renovación controlada del aire por razones de higiene y para evitar daños debidos a la humedad que pueda afectar a la construcción.

La actual reglamentación europea fija gastos máximos (para reducir las pérdidas) y mínimos (para el saneamiento de los espacios) en m³/hora en función del número de espacios habitables; por ejemplo, para una vivienda de 4 piezas, el gasto fluctúa entre 90 y 185 m³/hora; puede modularse en función de la ocupación pero el gasto medio horario se sitúa entre el 30 y el 60% del volumen global de la vivienda.

- La extracción de aire se hace por las piezas de servicio húmedas (cocina, baño, etc.) y la introducción de aire nuevo por las piezas principales secas.
- El aire nuevo debe poder circular libremente de las piezas principales hacia las piezas de servicio desde donde el aire viciado se extrae.
- Los tres métodos de ventilación son: La ventilación pasiva tradicional, la ventilación activa permanente y la ventilación razonada bioclimática.

7.4.1 Ventilación pasiva tradicional

La *ventilación pasiva tradicional (o ventilación natural)* es el sistema más simple pero el más difícil de controlar.

Tradicionalmente las entradas de aire se sitúan en las fachadas y son autoregulables lo cual da como resultado gastos que las atraviesan relativamente independientes de presiones y de depresiones que se dan entre el interior y el exterior.

La extracción se realiza por el efecto de tiro a partir de la diferencia de densidad entre el aire frío entrante y el aire caliente saliente.

La evacuación se hace por medio de ductos que desembocan en los techos.

Como ventajas, esta opción es un sistema simple y básico que no genera ruidos de equipos y dispositivos y funcionan sin energía exterior, son muy convenientes para climas templados.

Como inconvenientes tienen un mal control de gastos; el tiraje depende directamente de las condiciones meteorológicas, es máximo en invierno (incremento de pérdidas) y nula en verano, salvo en caso de viento.

Realización de una ventilación natural

La extracción natural se obtiene por: ductos verticales cuadrados, rectangulares o redondos con un máximo de dos desviaciones permitidas que no excedan 20°

Estos ductos deben aislarse térmicamente si salen del volumen calentado. Cada ventilación debe tener su ducto independiente de otros.

Las rejillas son módulos de 50 x 100 (con dispositivo de regulación manual) para el baño principal y para el WC si sólo hay uno. El módulo de 50 (sin dispositivo de regulación) para baños secundarios con WC.

Una o varias salidas sobre el techo que sobresalgan al menos 40 cm por arriba de la cumbrera provista(s) de su capuchón.

Un conducto de ventilación se define por su sección y su altura de tiro "Ht" (ver figura). Las alturas mínimas se indican en la siguiente tabla.

Ubicación de los Ductos	Altura de Tiro (M)	Sección de Ductos Rectangulares (cm ²)	Diámetro de Conductos Circulares (CM)
Cocina	2.5 A 3.5	500 a 600	24 a 36
	más arriba	350 a 450	20 a 22.5
Baño con WC	2.5 a 3.5	175 a 225	14 a 16
	más arriba	120 a 150	11 a 13

Figura C.82 – SECCIONES Y ALTURAS DE DUCTOS Y TIROS

Fuente: L'isolation écologique ; Jean-Pierre OLIVA, edit. Terre Vivante, 2006; p. 30

7.4.2 Ventilación activa

La *ventilación activa permanente* es la opción donde la extracción se realiza por un extractor eléctrico y una red de ductos que parten de las piezas húmedas (baño, cocina, lavado y plancha) creando una depresión controlada (por ello se denomina VMC: Ventilación Mecánica Controlada).

La toma de aire autoregulada se efectúa por las habitaciones secas y puede conllevar muchos gastos dependiendo de la contaminación.

La VMC de flujo simple (VMC 1) saca simplemente al aire viciado al exterior.

La VMC de doble flujo (VMC 2) recupera una parte de las calorías del aire extraído en un intercambiador de calor para precalentar el aire nuevo introducido. Con relación a una VMC de flujo simple el ahorro es del 40% al 50% de pérdidas por renovación del aire.

7.4.3 Evaluación de los tipos de ventilación y comentarios

La VMC de flujo simple higroregulable (VMC 3) consiste en adaptar el gasto del aire nuevo a cantidades de humedad real de la vivienda que, como en su contaminación, depende de su ocupación. La entrada de aire y la extracción se regulan con un dispositivo y una sonda que reacciona con la humedad.

Sus ventajas son: el buen control de entradas y de gastos de aire (VMC 3), el reciclaje de calorías, lo que se aprecia en climas muy rigurosos o donde se necesita un largo período de calentamiento cuando el costo del energético es caro (VMC 2). En Europa del Norte, las casas de bajo consumo energético tienen instalado este tipo de ventilación.

Como principales inconvenientes se tienen: la extracción de calorías (en VMC1 y 3); consumo eléctrico con dependencia energética exterior y permanente del equipo con riesgos de descomposturas (VMC 1, 2 y 3), costo alto importante (VMC 2 y 3) de amortización lenta para un clima templado y una vivienda climáticamente bien diseñada; necesidad de mantenimiento regular raramente efectuado lo cual afecta su eficacia para expulsar al aire tóxico (VMC 1, 2 y 3).

La *ventilación mecánica razonada* es generalmente la mejor opción. Esta ventilación retoma los principios de entrada por las habitaciones secas y de extracción por las piezas húmedas pero esta extracción se efectúa puntualmente en cada pieza por medio de controles independientes (como las unidades de iluminación). Estos controles pueden igualmente acoplarse con la iluminación con la posibilidad de programar sus encendidos y paros diferidos.

Esta solución parece ser la mejor opción. Permite un mínimo de control de gastos y ocasiona poca o ninguna dependencia del equipo. El usuario toma conciencia del funcionamiento de la renovación de aire y puede suplir a las descomposturas en caso necesario.

Para esta opción de ventilación razonada, la domótica propone sistemas de *ventilación inteligente* que se sujetan a las necesidades por medio de un sistema de sondas y de timers.

En una concepción bioclimática, este tipo de ventilación puede también conjugarse con dispositivos específicos como el *pozo canadiense* que toma el aire nuevo enterrado a 3.00 m de profundidad sobre una longitud de 50 m que procura un aire de 14°C aproximadamente tanto en verano como en invierno. En este caso hay que evitar el uso del PVC (por la presencia de órganos tánicos) y preferir el grés barnizado. Los ventiladores trabajan por aspiración (para poder extraer).

La ventilación mecánica *razonada* es el complemento ideal de las paredes realizadas con materiales ecológicos de eficiencia higroscópica elevada (absorción y restitución de la humedad del aire) así como permeables al vapor de agua (paredes respirantes).

La *ventilación natural* debe controlarse reduciendo al mínimo las infiltraciones (ventilación no deseada).

Las principales formas pasivas de ventilar son: la ventilación natural y la ventilación convectiva.

La *ventilación natural* es la que tiene lugar cuando el viento crea corrientes de aire en la edificación al abrirse las ventanas. Para que la ventilación sea lo más eficaz posible, las ventanas deben colocarse en fachadas opuestas, sin obstáculos entre ellas y en fachadas que sean transversales a la dirección de los vientos dominantes.

La *ventilación convectiva* se da cuando el aire caliente asciende y es reemplazado por aire más frío. Durante el día se pueden crear corrientes de aire, aunque no haya viento, provocando aberturas en las partes altas de la edificación por donde pueda salir el aire caliente; si en dichas partes altas se coloca un dispositivo que provoque un mayor calentamiento del aire mediante radiación solar (chimenea solar) el aire saldrá con mayor rapidez. Es importante prever de donde provendrá el aire más frío de sustitución y a qué ritmo debe ventilarse para evitar la introducción eventual de aire caliente del exterior que reduciría la eficacia de esta solución.

El aire de renovación puede provenir de un patio fresco (sombreado), de un sótano o de tubos enterrados en el suelo, no se debe ventilar a mucha velocidad de forma tal que consuma al aire fresco de renovación y se anule la efectividad de los dispositivos instalados.

En invierno (en caso de regiones con clima extremo) los dispositivos deben estar cerrados para evitar el enfriamiento no deseado.

Aún en invierno se requiere un mínimo de ventilación para la higiene de las edificaciones y muy particularmente si son habitacionales, especialmente en ciertos espacios como la cocina donde es necesaria la salida de olores y humos de la estufa o del gas quemado así como para los registros de seguridad para la instalación de gas. También es necesario ventilar los baños por los malos olores. Para disminuir las pérdidas de calor de los espacios interiores en invierno conviene tener la mayor parte de la instalación de gas en el exterior y colocar los espacios necesitados de ventilación en la periferia del edificio o instalar un extractor para forzar la ventilación sólo cuando sea necesario.

7.5 Fachadas ventiladas

Las fachadas ventiladas son también un tipo de ventilación convectiva ya que existe una delgada cámara abierta en ambos extremos creada por la separación de paneles de los muros exteriores del edificio que provoca un movimiento convectivo ascendente que ventila a dichos muros evitando su calentamiento excesivo. En invierno, esta cámara de aire, aunque abierta, también ayuda a aislar térmicamente al edificio.

7.6 Opciones de protección solar

Para la *protección contra la radiación de verano* además de los dispositivos diversos que se pueden colocar en los edificios (aleros, postigos, toldos, etc.) la *vegetación exterior* puede contribuir muy ventajosamente.

Una pérgola con vegetación de hoja caduca que deja pasar parcialmente la luz tiene como ventaja perder las hojas en invierno, dejando pasar la luz a través de sus largueros mientras que en el verano las hojas tupen el techo completamente contra el paso de los rayos del sol ya que el ciclo de vida de las plantas de hoja caduca coincide con el verano real.

En el caso de los árboles, se pueden utilizar varias estrategias.

Cualquier tipo de árbol colocado cerca de la zona Sur de una fachada refrescará el ambiente por evapotranspiración, por otra parte, se puede buscar que el árbol dé su sombra sobre la fachada sur y sobre parte de la cubierta si es suficientemente alto y está suficientemente cerca.

En invierno, al incidir el sol más abajo sólo se proyectará la sombra del tronco mientras que en verano, será la sombra de la copa del árbol la que se proyecte sobre la fachada sur y parte de la cubierta.

Un árbol de hoja caduca da mayor flexibilidad en lo concerniente a su posición relativa con respecto a la edificación ya que en invierno nunca podrá proyectar la sombra de un follaje macizo.

Algunas técnicas anteriores son también válidas para proteger muros y no sólo ventanas y fachadas de vidrio. Las mejores técnicas son, en este caso, la utilización de plantas trepadoras

sobre los muros y la utilización de colores claros, preferentemente el color blanco, ya que son poco absorbentes de la radiación.

Como ya se explicó, la evaporación del agua refresca el ambiente. Si se utiliza la energía solar para evaporar el agua paradójicamente se estará utilizando el calor para enfriar.

Hay que tener en cuenta que la vegetación durante el día transpira agua, refrescando así el ambiente.

En un patio, una fuente refrescará su entorno y, a su vez, puede refrescar espacios colindantes. El efecto será mejor si hay vegetación.

La existencia de vegetación y/o de pequeñas fuentes o estanques en la periferia de la edificación, especialmente si dan a la fachada sur, mejorará el ambiente en verano; sin embargo, un exceso de vegetación puede crear un exceso de humedad y, combinado con el calor, disminuirá la sensación de confort; también, en invierno habrá algo más de humedad.

El riego esporádico alrededor de la edificación o la aspersión de agua sobre fachadas y techos lógicamente también refrescará a la construcción y al ambiente.

En el Anexo B y en sus anexos se han descrito y complementado las características técnicas y las soluciones más comunes relacionadas con los conceptos tratados en este tema incluyendo el cuidado en la calidad del aire

7.7 Síntesis de técnicas sustentables aplicables a los diseños de vivienda

Con objeto de sintetizar visualmente al conjunto de técnicas sustentables aplicables a desarrollos de vivienda se incluye en la siguiente figura, de manera integral, la aplicación de instalaciones y adecuaciones expuestas en esta parte.

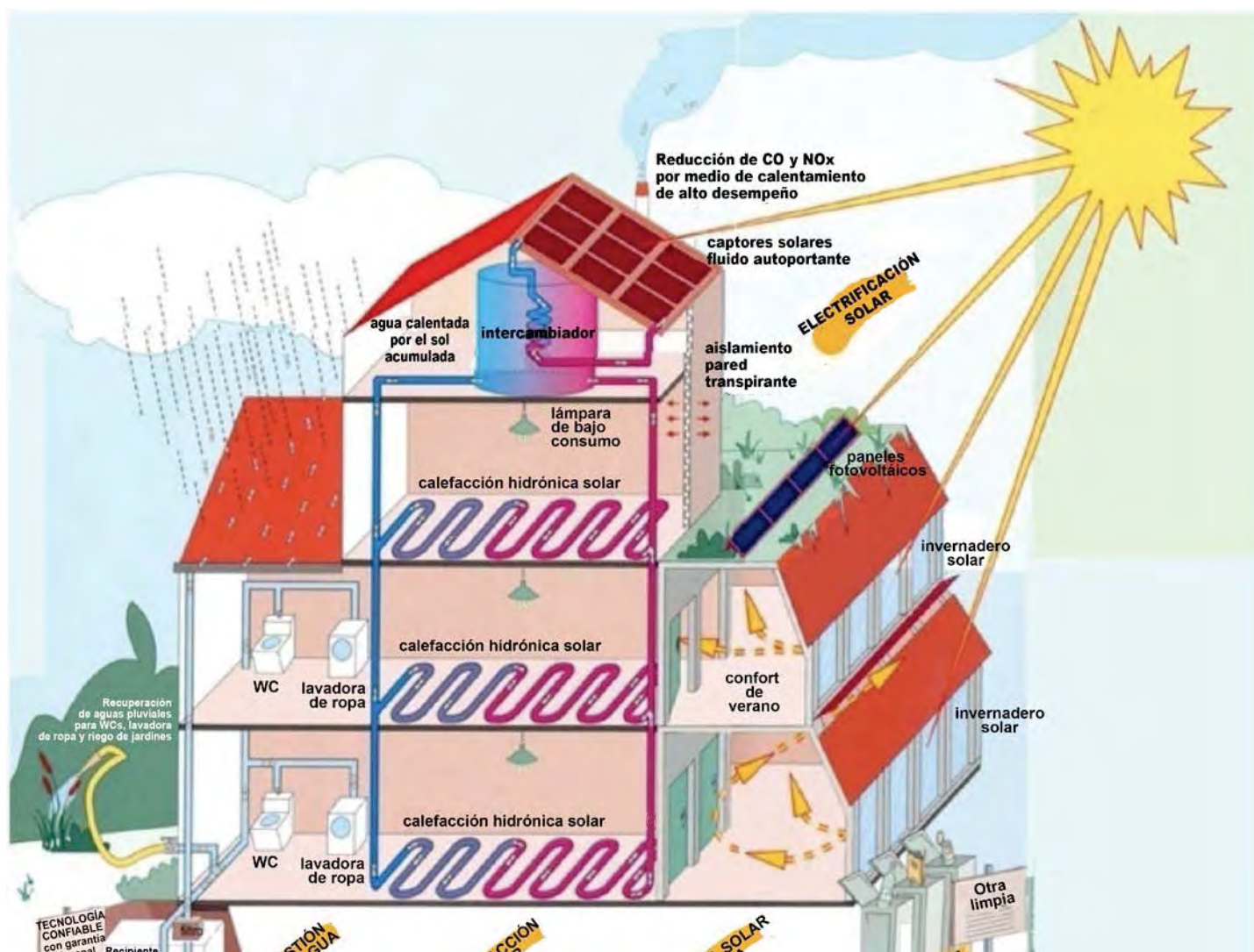


Figura C.83 – CORTE PERSPECTIVADO INDICATIVO DEL CONJUNTO DE SISTEMAS SUSTENTABLES (Aprovechamiento del agua de lluvia, calentamiento solar para agua, producción solar de energía eléctrica, aislamiento térmico, captación solar y gestión de desechos) - Fuente: *Habitat performant, actions pour un développement durable, énergies renouvelables et architecture bioclimatique*; Communauté urbaine de Lyon; re-start; p. central.

7.8 Confort acústico

Los objetivos de este capítulo son dar un repaso de conceptos básicos a comprender de los fenómenos acústicos, sensibilizarnos sobre los elementos clave a considerar antes del diseño y la ejecución de un proyecto y de describir varias soluciones seguras y simples para los casos más comunes que se puedan presentar.

Todo el contenido está soportado por la normatividad actual, por ello, de manera tabular se presentan en resumen las exigencias de confort acústico mínimas a respetar para los casos generales.

Toda solución específica no contenida en tales requisitos debe basarse en las recomendaciones y exigencias vertidas en una gran cantidad de información disponible a nivel global.

Se ha buscado dar una información lo más práctica posible a pesar de la diversidad de ruidos agresivos y de la complejidad de sus modos de transmisión.

Aunque en el anexo B, junto con las propuestas constructivas, se incluyeron varios conceptos de confort y aislamiento acústico, en este capítulo se incluye un repaso resumido de los principales tópicos sobre acústica y se comentan las soluciones más utilizables en la edificación de vivienda.

Estos tópicos y soluciones han sido entresacados de la información técnica titulada “Nuit et Jour, les solutions contre le bruit” de la empresa FIBRAVER.

7.8.1 El ruido

Es una mezcla de sonidos a los que se asocia la noción de molestia porque generalmente es desagradable o indeseable, ya sea que se trate de una cuestión de preferencia musical o, más grave, de un nivel sonoro intolerable que puede romper los tímpanos.

El ruido puede ocasionar efectos a largo plazo sobre la salud del ser humano (estrés, insomnios, problemas cardiovasculares, ansiedad, efectos psicomotores, sordera, etc.).

Lamentablemente, el oído no tiene párpados y no puede cerrarse como los ojos ante los ruidos; por tanto, hay que protegerse, por ello, es necesario tener una buena comprensión del sonido como principal componente del ruido.

7.8.2 El sonido

Es una sensación auditiva producida por una variación rápida de la presión del aire. El origen de esta variación es típicamente la vibración de un cuerpo (altavoz, cuerdas vocales, etc.) que ponen a vibrar a las moléculas de aire del entorno. Así se crea una sucesión de zonas de presión y de depresión que constituye la onda acústica.

Cuando esta onda es transmitida por las moléculas adyacentes, llega al oído y hace vibrar al tímpano, lo cual nos hace percibir al sonido.

El sonido tiene dos características: su frecuencia y su presión acústica (nivel sonoro). En un punto dado de la onda acústica, la presión del aire oscila alrededor de la presión atmosférica un cierto número de veces por segundo.

Este número de oscilaciones por segundo define la frecuencia o altura de un sonido y se expresa en Hertz (Hz). Se distinguen tres tipos de frecuencias: la baja (sonidos graves), media (sonidos medios) y alta (sonidos agudos).

El nivel sonoro de un sonido se define por la relación de la presión acústica con respecto a una presión de referencia que corresponde al umbral mínimo audible por el oído humano. Se mide en decibeles (dB) y permite distinguir a los sonidos fuertes de los sonidos bajos.

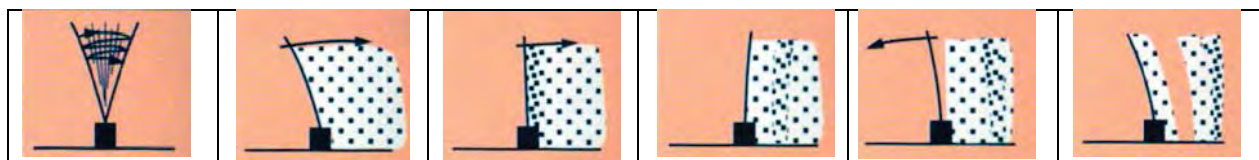


Figura C.84 – FORMACIÓN DE ONDAS DE PRESIÓN Y DE DEPRESIÓN

Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 6

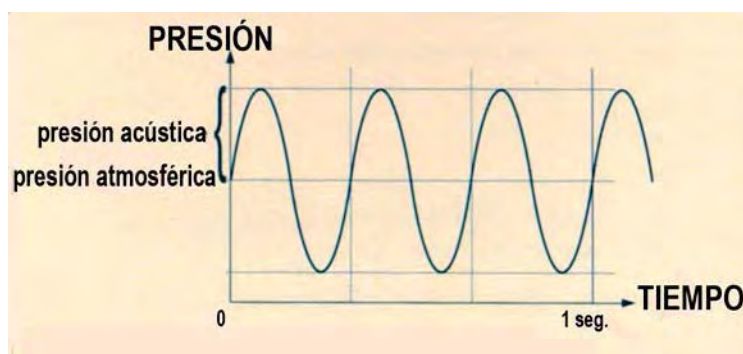


Figura C.85 – CON TRES FLUCTUACIONES POR SEGUNDO LA FRECUENCIA ES DE 3 Hz

Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 6

7.8.3 El decibel dB

La presión acústica de un ruido se mide en Pascales (Pa). El oído es sensible a presiones que van de 0.00002 Pa a 20 Pa, o sea una relación de 1 a 1.000.000.

Para traer esta amplia escala de presión, expresada en Pascales, a una escala más reducida y por tanto más práctica para su utilización, se ha adoptado la notación logarítmica y se ha creado por ello al decibel o dB.

El decibel describe a la relación que hay entre una intensidad sonora dada (proporcional al cuadrado de la presión acústica) y la intensidad más pequeña que el oído pueda escuchar.

El oído humano percibe los sonidos que van de 0 a 130 dB, que es el umbral del dolor.

Adicionalmente, la percepción de los sonidos no corresponde a su intensidad. La sensación varía como el logaritmo de la excitación (ley de Fechner), es decir, que la variación de sensación es independiente de la intensidad y sólo depende de su variación relativa de la manera siguiente:

Variación de la intensidad	10	100	1 000	10 000
Sensación auditiva	1	2	3	4

La tabla mostrada proporciona a la escala de niveles sonoros expresados en decibeles y su correspondencia con las impresiones subjetivas.

El objeto de estos ejemplos es el asociar un valor en decibeles a una sensación de ruido conocido, como la de un martillo romperocas (100 dB) o de un jardín en calma (30 dB).

7.8.4 Un ruido es un sonido de sonidos

El ruido es una mezcla de sonidos diferentes donde cada uno tiene su frecuencia y su nivel sonoro. Para analizarlo hay que evaluar el nivel sonoro de cada una de las frecuencias que componen a ese ruido.

Este análisis permite identificar la preponderancia de los componentes en frecuencias graves, medias y agudas.

A la gráfica que representa el nivel sonoro (en dB) para cada frecuencia (en Hz) se le llama “espectro sonoro” del ruido.

En el campo de la edificación no es necesario efectuar un análisis extremadamente fino del nivel de presión acústica para toda la gama de frecuencias.

La reglamentación toma en cuenta sólo las frecuencias de 100 a 5,000 Hz reagrupadas en seis bandas de octava centradas sobre 125, 250, 500, 1 000, 2 000 y 4 000 Hz.

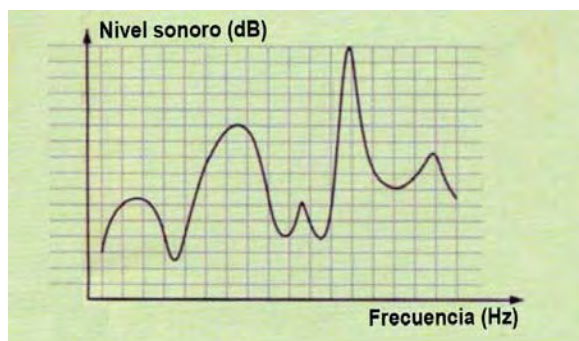


Figura C.86 – EJEMPLO DE UN ESPECTRO SONORO - Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 7

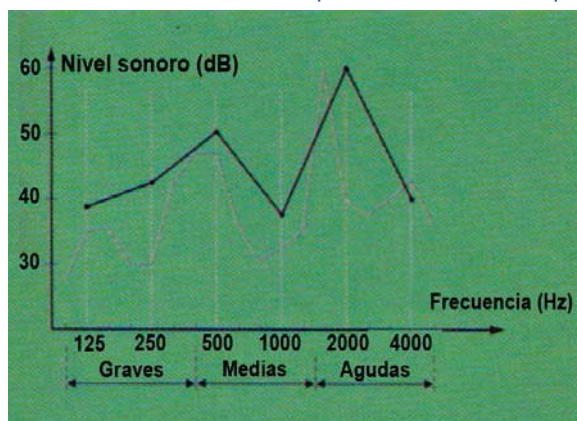


Figura C.87 – ANÁLISIS POR BANDAS DE OCTAVA - Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 7

7.8.5 Adición de los decibeles

Por la escala logarítmica no se pueden sumar aritméticamente los decibeles de los ruidos simultáneos para llegar al nivel sonoro global.

Conviene utilizar dos reglas simples:

1. Para dos ruidos de niveles muy diferentes (diferencia superior a 10 dB) el ruido más fuerte cubre completamente al menor.
2. Para dos ruidos de niveles cercanos (diferencia inferior o igual a 10 dB) hay que calcular la diferencia en dB y aumentarle al nivel más elevado el valor correspondiente (en dB) conforme a la tabla siguiente:

Diferencia entre los dos niveles sonoros	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valor en dB a incrementar al nivel más fuerte	3	2.6	2.1	1.8	1.5	1.2	1	0.8	0.6	0.5	0.4

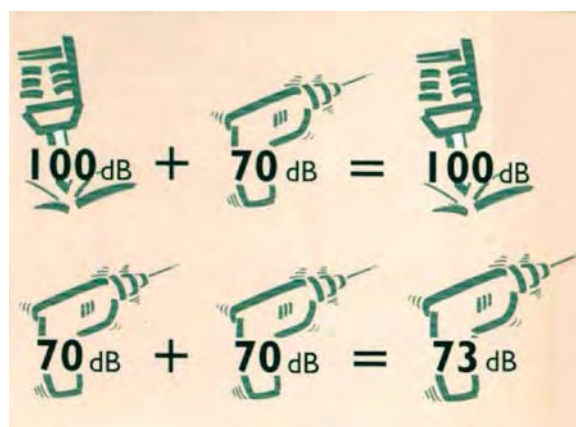


Figura C.88 – EJEMPLOS DE ADICIÓN DE DECIBELES

Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 8

Utilizando este método sucesivamente para cada una de las bandas de octava de un ruido se llega a caracterizar al ruido con una sola cifra denominada *nivel global dB*.

7.8.6 El oído humano,

transforma a las presiones sonoras en sensaciones auditivas pero con una sensibilidad limitada y variable según la frecuencia y el nivel del sonido.

El oído no percibe más que los sonidos cuya frecuencia se sitúa entre 20 Htz (sonidos graves) y 15 000 Hz (sonidos agudos).

Es bastante más sensible a los sonidos medios y agudos que a los sonidos graves. Por ejemplo, si el oído recibe un sonido de 40 dB a 1 000 Htz, tendrá la misma impresión que si escucha un sonido de 47 dB a 125 Hz. Para cada sensación auditiva se determina empíricamente una curva que une a los *pares frecuencia/nivel sonoro* que producen la misma sensación.



Figura C.89 – CURVA DE IGUAL SENSACIÓN DEL OÍDO

Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 8

7.8.7 El dB(A) o decibel “A”

Es la unidad utilizada para caracterizar los niveles de ruido en las edificaciones de vivienda. Contrariamente al dB, unidad física, el dB(A) es una unidad llamada psicológica porque corrige los niveles sonoros en función de la sensibilidad diferente del oído a los sonidos agudos (más fuerte) y a los sonidos graves (más bajo).

Esta corrección se efectúa con la ayuda de un filtro A de un sonómetro.

Para traducir a “*las unidades físicas (dB) en unidades psicológicas [dB(A)]*” conviene ponderar los niveles sonoros. El resultado de esta ponderación representa lo que se percibe por el oído humano y se expresa en dB(A). Ejemplo:

Frecuencia	125	250	500	1000	2000	4000
Nivel sonoro en dB, ruido físico	60	66	78	75	72	70
Ponderación en dB	-16	-8	-3	0	+1	+1
Nivel sonoro en dB(A), ruido percibido por el oído	44	58	75	75	73	71
Nivel global en dB(A)	80					

Esta unidad ponderada está siempre presente en el campo de la acústica de las edificaciones. El desempeño a esperar, la medida de control y la característica acústica de un producto y de un sistema se expresan todas en dB(A).

Los dB(A) al igual que los dB siguen una escala logarítmica y se adicionan de la misma manera.

El dB(A) debe utilizarse con prudencia. Dos sonidos pueden tener el mismo nivel sonoro expresado en dB(A) teniendo, sin embargo, espectros muy diferentes, pudiendo uno de ellos ser más molesto o dañino que el otro.

La utilización del dB(A) se justifica sobre todo para verificar las exigencias de la reglamentación y para apreciar el orden de magnitud de los niveles de ruido o de aislamiento.

7.8.8 La transmisión de ruidos

Toda emisión sonora dentro de un local pone en vibración, por intermediación de las moléculas de aire, a todas las paredes de ese local. Estas paredes en sí generan una variación de la presión del aire en los locales vecinos; de esta manera, el ruido ha atravesado las paredes (ruido aéreo).

De la misma manera, una pared sometida a un golpe entra en vibración (ruido sobre elementos sólidos) y un ruido aéreo en los locales vecinos.

Cuando no hay obstáculo que se encuentre, la onda sonora se propaga en línea recta a partir de la fuente y se reduce en la medida en la que se aleja.

A partir de un metro, el ruido percibido decrece 6 dB cada vez que se duplica la distancia entre la fuente sonora y el receptor.

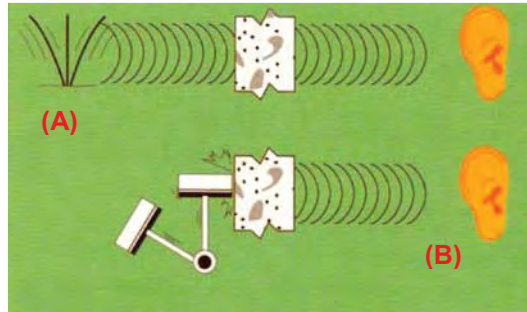


Figura C.90 – RUIDO AÉREO (A) Y RUIDO POR GOLPE A ELEMENTOS SÓLIDOS (B)
 Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 9

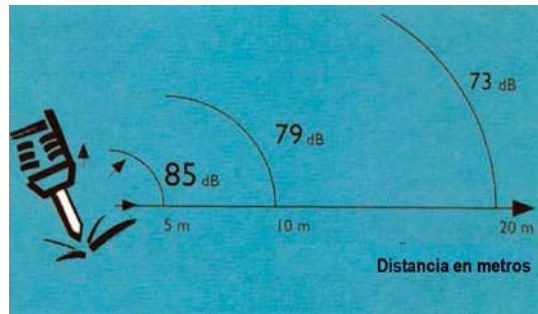


Figura C.91 – DISMINUCIÓN DEL NIVEL SONORO EN CAMPO LIBRE
 Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 9

7.8.9 Encuentro de un ruido con una pared

Cuando una onda sonora se encuentra contra una pared, su energía incidente se divide en tres partes:

1. La energía transmitida que atraviesa la pared.
2. La energía absorbida por la pared y disipada en forma de calor.
3. La energía reflejada hacia el local de origen.

El aislamiento acústico se enfoca en la energía transmitida por la pared.

Esta energía es prácticamente independiente del carácter más o menos absorbente de los paramentos.

Las partes absorbidas y reflejadas son del dominio de la corrección acústica.

Estas dos nociones requieren de técnicas muy diferentes.



Figura C.92 – (1) TRANSMISIÓN, (2) ABSORCIÓN Y (3) REFLECCIÓN DE UN SONIDO POR UNA PARED
 Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 9

7.8.10 Tipos de ruido

Se distinguen cuatro tipos de ruido:

1. *Ruidos aéreos interiores* que se emiten en un local y que se propagan en el aire (música Hi-Fi, televisión, conversación fuerte, etc.).
2. *Ruidos aéreos exteriores* que se emiten en el exterior del inmueble y que se propagan en el aire (circulación, trenes, aviones, etc.).
3. *Ruidos de impacto* que se emiten por una pared sometida a vibración (pasos, taconazos, caídas o desplazamiento de objetos, etc.).
4. *Ruidos de equipos* que se emiten por los aparatos e instalaciones situadas en la vivienda receptora (lavadora de ropa, lava-vajillas, calentador, etc., o fuera de la vivienda receptora (elevadores, tuberías, extractores, ventiladores, bombas de agua, etc.).

El aislamiento acústico contra los ruidos de los equipos comienza por la selección de aparatos silenciosos y buscando que los locales de emisión se ubiquen lo más lejos posible de los locales de recepción.

Seguidamente, las paredes de separación deben tener los índices de reducción acústica suficientes; finalmente, para las vibraciones generadas por los equipos, es importante desligar los aparatos y los conductos (tuberías, ductos, etc.) de la estructura de la edificación utilizando juntas, forros, fijaciones flexibles y soportes antivibratorios.

7.8.11 Ruidos normalizados

Para permitir una comparación directa entre todas las mediciones, se han definido espectros de ruido de emisión estándar para el ruido rosa, el ruido de carretera y el ruido de impacto.

El *ruido rosa* es un ruido normalizado. Simula a los ruidos aéreos emitidos dentro de las edificaciones y es igualmente utilizado para representar los ruidos de los aviones.

El *ruido de carretera* es un ruido normalizado que simula los ruidos aéreos emitidos por el tráfico de carretera. Este ruido es más rico en sonidos graves con respecto al ruido rosa.

Como consecuencia, las mediciones de aislamiento acústico con emisión de un ruido de carretera siempre son menores que con la emisión de un ruido rosa bajo las mismas condiciones y bajo la misma situación.

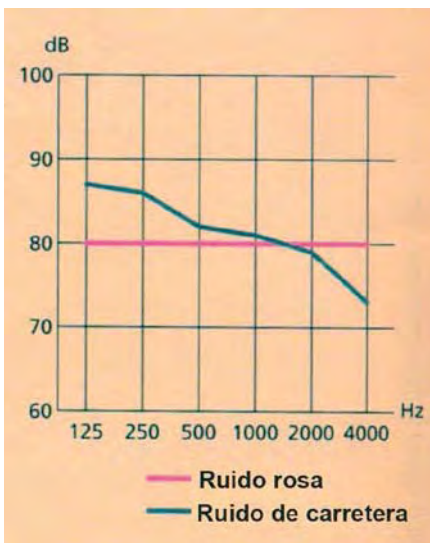


Figura C.93 – ANÁLISIS POR BANDA DE OCTAVA DE RUIDOS ROSA Y DE CARRETERA

Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 10

7.8.12 Transmisiones entre locales

Los ruidos se transmiten de un local de emisión a un local de recepción por dos vías principalmente:

- 1) La transmisión directa
- 2) Las transmisiones laterales

La cantidad de energía acústica transmitida por cada uno de estos medios depende respectivamente de:

1. El tipo de pared de separación y de sus defectos eventuales.
2. Del tipo de paredes laterales (losas de entrepiso y de techo, fachadas, muros de carga) y del tipo de uniones entre las paredes.
3. Del tipo y de la cantidad de uniones de los muros de distribución que separan a los locales.

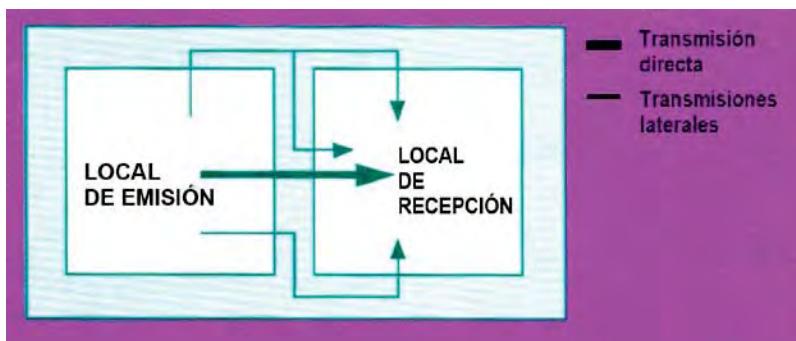


Figura C.94 – TRANSMISIÓN DIRECTA Y TRANSMISIONES LATERALES

Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 11

7.8.13 Índice de reducción acústica R

Este índice caracteriza la calidad acústica de una pared de construcción (muro, muro divisorio ligero, losa, plafón, ventana, puerta, etc.). se mide únicamente en laboratorio y sólo toma en cuenta la transmisión directa de un ruido aéreo. A mayor magnitud de R más elevado será el aislamiento acústico de la pared.

El R dB(A) es el índice de reducción acústico adoptado en Europa, es el resultado de la aplicación de la ponderación "A" a cualquier ruido.

El índice R_w expresa igualmente, con una sola cifra, el resultado de nivel de aislamiento. Se utiliza en muchos países europeos.

Los valores se dan en decibeles en la curva de referencia a 500 Htz después de un desfase conforme al método indicado en la norma ISO717. El índice retenido deberá ser el R_w con dos términos de adaptación que permiten encontrar aproximadamente los índices R rosa y R de carretera.

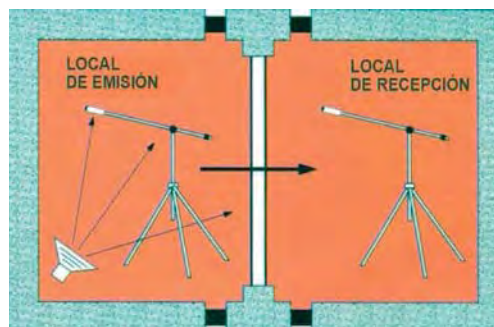


Figura C.95 – MEDICIÓN EN LABORATORIO DEL ÍNDICE R

Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 11

7.8.14 Mediciones de aislamiento D y Dn

El aislamiento bruto D es la diferencia de nivel del ruido entre dos locales adyacentes; el de emisión y el de recepción. Se mide en el sitio (en obra) con la ayuda de una cadena de mediciones con un sonómetro y toma en cuenta la totalidad del ruido que llega al local de recepción; es decir, por transmisión directa, por las transmisiones laterales, etc.

Como incluye a todas las transmisiones, el aislamiento bruto D debe ser siempre inferior al índice de reducción acústica R.

Para escalonar las diferencias de tiempo de reverberación en los locales de recepción de volumen y de estado de superficie diferentes, se utiliza el aislamiento normalizado Dn. Se corrige al aislamiento bruto en función de la relación entre la duración de reverberación real medida en el local de recepción y 0.5 de segundo. Dn también debe de ser siempre inferior a R.

En general y para una construcción bien concebida con materiales de obra que respeten las reglas del arte, la diferencia entre R y Dn es del orden de 5 a 8 dB(A).

Para obtener un Dn de 54 dB(A) habrá entonces que escoger una pared con un R de 61 dB(A) en ciertos casos.

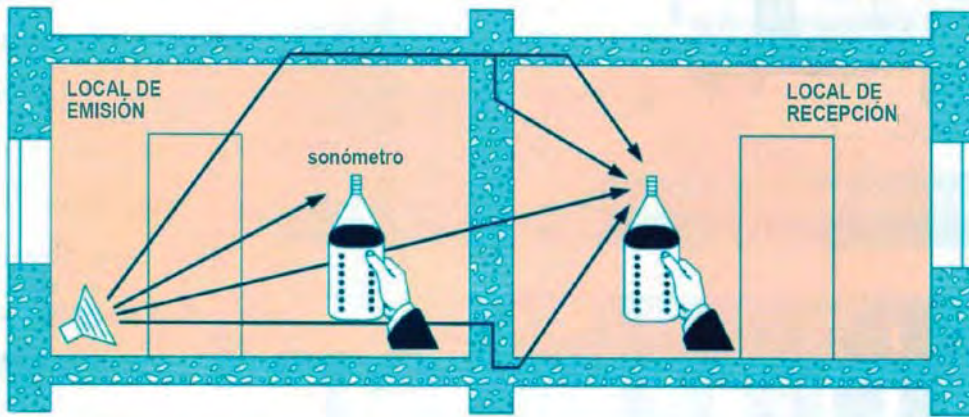


Figura C.96 – MEDICIÓN IN SITU DEL ÍNDICE D

Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 12

7.8.15 La ley de masa y la ley de masa-resorte-masa

Son las dos leyes que rigen el aislamiento acústico de las edificaciones.

La ley de masa consiste en aumentar al máximo la masa de la superficie de las paredes; el mejor resultado de ello se obtiene con un gran espesor de un material muy denso como el concreto.

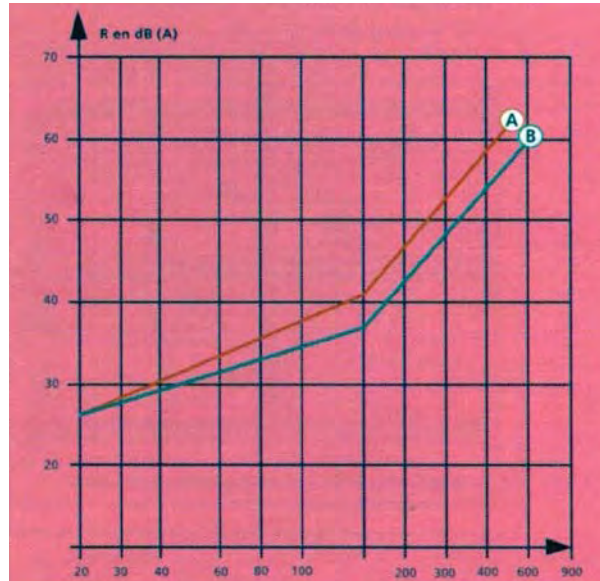
7.8.15.1 Ley de masa

A las paredes simples se aplica la ley de masa.

Dichas paredes están compuestas por un sólo material (ejemplo: concreto, mampostería de barro, etc.) o por la yuxtaposición de varios materiales (ejemplo: aplanado de yeso + concreto + aplanado de cemento). El índice de reducción R de una pared simple depende esencialmente de su masa superficial (kg/m^2), de la rigidez del material y de su espesor.

Entre más pesada es la pared mayor será su índice de reducción de ruido R.

La ley de masa se refleja en la utilización de la siguiente figura C-97 que permite determinar rápidamente el valor de una estructura simple; por ejemplo, para obtener un índice de reducción de ruido R de 59 dB(A) en ruido rosa, se requiere una pared con una masa superficial de más de 400 kg/m^2 .



Ley de masa experimental para un ruido rosa



Ley de masa experimental para un ruido de carretera

Figura C.97 – LEY DE MASA - Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 13

Se puede aumentar la masa superficial de una pared con el fin de obtener un mejor índice de reducción R. Lamentablemente, esta solución tiene el gran inconveniente de incrementar el peso de las estructuras de las edificaciones.

Para una pared de una masa dada, la ley de frecuencia muestra que el índice de reducción R aumenta 4 dB cada vez que la frecuencia se duplica y adicionalmente, cada pared tiene su propia frecuencia crítica f_c por la cual el índice de reducción R cae. (Ver figura C-98)

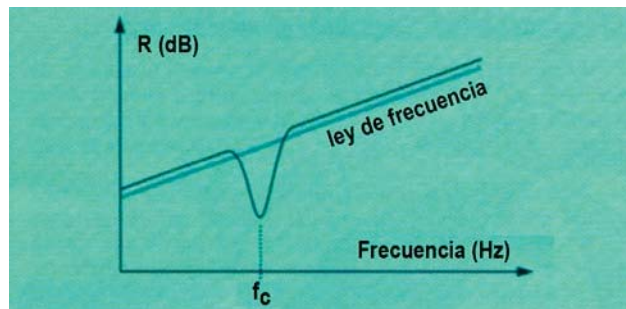


Figura C.98 – FRECUENCIA CRÍTICA – Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 13

Esta frecuencia crítica depende de la masa volumétrica del material, del espesor de la pared y de su rigidez, esto significa que para los materiales más comúnmente utilizados (ladrillos, concreto, block de concreto, etc.) se sitúa generalmente en el rango de un ruido simple de conversación y crea un “hueco” en el aislamiento acústico a la frecuencia crítica.

La degradación del índice de reducción puede llegar a los 5 a 10 dB(A) dependiendo si el material tiene pérdida interna elevada o baja; el concreto, el yeso y la madera son materiales con pérdidas internas medias.

7.8.15.2 Ley de masa-resorte-masa

La ley de masa-resorte-masa juega con el tipo y el espesor de los materiales que constituyen la pared; sirve de base para el diseño de dobles-paredes y de paredes con doblaje que horizontalmente se logran con losas flotantes o bajo-pisos flotantes y, verticalmente, con doblajes adheridos y doblajes sobre bastidor. En este caso la pared es bastante más ligera que la constituida por concreto, pero presenta más desempeños muy interesantes para un peso diez veces menor.

Las *paredes dobles que conforman un sistema de masa-resorte-masa* están constituidas por dos elementos simples separados por un espacio vacío o llenado con un material absorbente (ejemplos: doble vidrio, muro de tablaroca, etc.) el conjunto se comporta acústicamente como un sistema aislante del tipo masa-resorte-masa.

El aire y la lana de vidrio juegan un papel de resorte, la lana de vidrio interviene además como un amortiguador. En un vidrio doble, el aire juega solamente el papel de resorte.

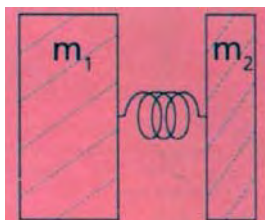


Figura C.99 – ESQUEMA DE UN SISTEMA MASA-RESORTE-MASA – Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 13

La utilización de una pared doble permite lograr aislamientos muy superiores a los previstos por la ley de masa y, por tanto, a las soluciones de una pared simple de igual peso superficial.

El índice de reducción R de una pared doble depende de:

1. La masa de los elementos rígidos (M_1 y M_2).
2. De su frecuencia crítica f_c .
3. Del espesor del espacio de aire y el del aislante que se coloque entre los paramentos.
4. De la frecuencia de resonancia f_r del conjunto.

Para mejorar el aislamiento acústico de una pared doble con paramentos ligeros hay que:

- Determinar el tipo de paramentos, su espesor y su número con objeto de encontrar la mejor relación entre el efecto de masa de los paramentos y la posición de cada uno en relación a su frecuencia crítica.

Hay que preferir las frecuencias críticas menos castigadas para el resultado global.

- Aumentar el espesor del espacio de aire y de la lana de vidrio para atenuar el defecto de aislamiento por las frecuencias de resonancia del espacio de aire y para posicionar la frecuencia de resonancia del sistema en una de las zonas donde para el oído sea la menos sensible (fuera del espectro audible de ser posible).

Si la ley de masa se aplica a los paramentos, en ningún caso implica a los productos aislantes de lana mineral ya que su estructura no es rígida y no es estanca al aire.

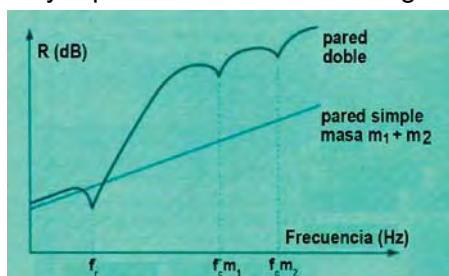


Figura C.100 – COMPARACIÓN ENTRE EL AISLAMIENTO DE UNA PARED DOBLE CON EL DE UNA PARED SIMPLE DE LA MISMA MASA – Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 13

Con el fin de ayudar a los especificadores y diseñadores para fijar valores, se dan a continuación algunos ejemplos de apreciación de utilizadores en función del aislamiento.

Aislamiento	Apreciación del utilizador
35 dB(A)	“Se escucha todo”
40 dB(A)	“Se escuchan voces pero es difícil de comprender lo que se dice”
45 dB(A)	“Las conversaciones de voz fuerte se escuchan pero son poco entendibles”
50 dB(A)	“No se escucha ninguna de las conversaciones”

Esta apreciación puede variar en función del ruido del ambiente; entre menor sea éste, es más fácil de percibirse ruidos a través de un muro divisorio.

Se obtiene un valor R rosa de 65 dB(A) en el caso de una pared de concreto de 26 cm de espesor (masa de superficie = 600 kg/m²) mientras que dicho valor será de 67 dB(A) para una doble-pared ligera compuesta por dos placas de tablaroca en cada lado al interior de estos dos paramentos, dos espesores de lana mineral de 7 cm separados por un espacio de aire; la masa superficial de este sandwich de 22 cm de espesor es sólo de 60 kg/m².

La clave del sistema de masa-resorte-masa reside en el dominio de la frecuencia de resonancia que depende de los componentes que conforman el sandwich y de su ordenamiento. Se observa que cuando esta frecuencia es inferior a la octava 125 Hz, el desempeño acústico será más eficaz; entre más bajo sea a partir de esta octava, los resultados serán mejores ya que hacia abajo la pared se comporta siguiendo las reglas comparables a la ley de masa.

Hay que precisar el rol técnico de las lanas minerales en los sandwiches acústicos de pared y medir su función de amortiguador, de resorte, de atenuador y de disipador de estos productos.

Las placas de tablaroca con dos capas de lana de roca de 4 cm de espesor o de lana de vidrio de 4.5 cm de espesor van separadas por un espacio de aire fijadas a dos bastidores (uno para cada cara de la pared) separados entre sí, sin ningún contacto. La ganancia de aislamiento es independiente de la masa (del peso) volumétrico de la lana mineral, varía más bien en función del espesor ya que cuando la calidad se amortigua de manera óptima la octava 125 es de 10 dB y la ganancia global de 15 dB (A). La presencia de dos espesores de 7 cm de lana de vidrio desplaza la posición de la frecuencia de resonancia hacia los infrasonidos de aproximadamente un tercio de octava modificando al módulo de elasticidad del aire.

El rol del resorte.

Si los paramentos de tablaroca están independientes del aislante, éste juega un rol de amortiguador. La lana de vidrio disminuye la amplitud de un movimiento ondulatorio y reduce la intensidad de la transmisión sonora. Para esta función las lanas minerales más elásticas y más ligeras son las de mejor desempeño.

En función de su destino, las paredes presentan características de desempeño diferentes por su composición. Las paredes de distribución de bastidor simple pueden dar una ganancia de aislamiento máxima de 6 a 8 dB(A) en función de la liga del bastidor metálico con la placa de paramento, en cambio para los muros divisorios de separación la ganancia de aislamiento puede llegar a 15 dB(A); finalmente, en el caso de paredes dobles ligeras, el desempeño acústico será superior cuando tengan una doble línea de bastidores.

En el caso en el que el aislante asegure una fijación mecánica entre los paramentos, éste juega el rol de resorte. La lana de vidrio reduce la energía sonora gracias a sus propiedades de elasticidad pero su densidad deberá ser mayor al tomarse en cuenta las funciones mecánicas requeridas.

Para que el aislante sea eficaz, el aire que contiene debe poder circular libremente.

Los productos de células cerradas no son adecuados para este tipo de utilización.

Cuando el aislante se utiliza solo o con un solo paramento, funciona como atenuador y reduce la transmisión sonora utilizando sus propiedades intrínsecas de reducción acústica. Estas resistencias son: su resistencia específica al paso del aire y su espesor.

Para reducir el ruido en el interior de un local la lana mineral juega el papel de un disipador acústico ya que reduce el tiempo de reverberación por sus cualidades de absorción y disminuye el nivel sonoro.

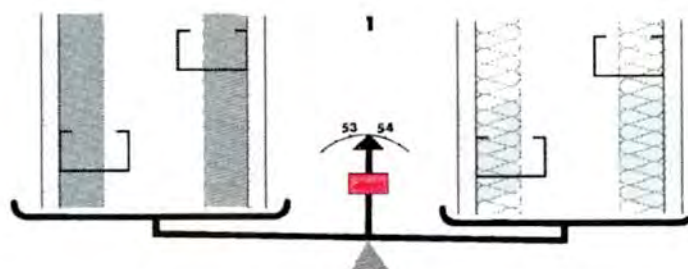


Figura C.101a – A desempeños iguales, las paredes masa-resorte-masa son diez veces más ligeras para una ganancia de aislamiento acústico superior

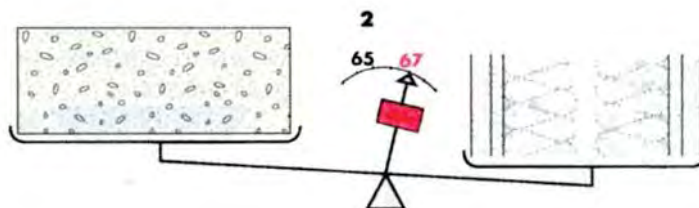


Figura C.101b – El tipo o naturaleza de la lana mineral no influye en el resultado

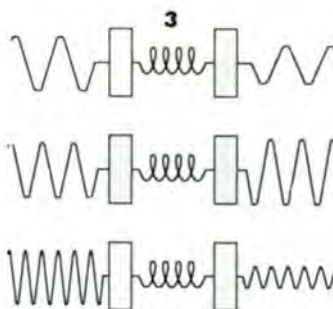


Figura C.101c – La ley de masa-resorte-masa sólo es válida para la frecuencia de resonancia

Figura C.101 – LEY DE MASA-RESORTE-MASA
Fuente: Revista Le Moniteur, Nov. 1991, Autor: Bernard ALDEBERT; p. 117

7.8.16 Transmisiones laterales

En los locales de emisión, la fuente sonora hace vibrar a todas las paredes y no solamente a la pared que la separa de la pieza de recepción. La energía acústica se transmite entonces de un local al otro por:

- Transmisión directa de la pared separadora.
- Transmisiones indirectas de todas las paredes comunes a los dos locales (muros y losas).
- Transmisiones indirectas por irradiación por las paredes interiores.

Las transmisiones indirectas a través de las estructuras representan una parte importante de la energía sonora. Para minimizar las transmisiones indirectas por irradiación de las paredes ligeras de distribución puestas en vibración por las paredes laterales o divisorias, habrá que dar preferencia a las paredes de bajo factor de irradiación o paredes de masa elevada.

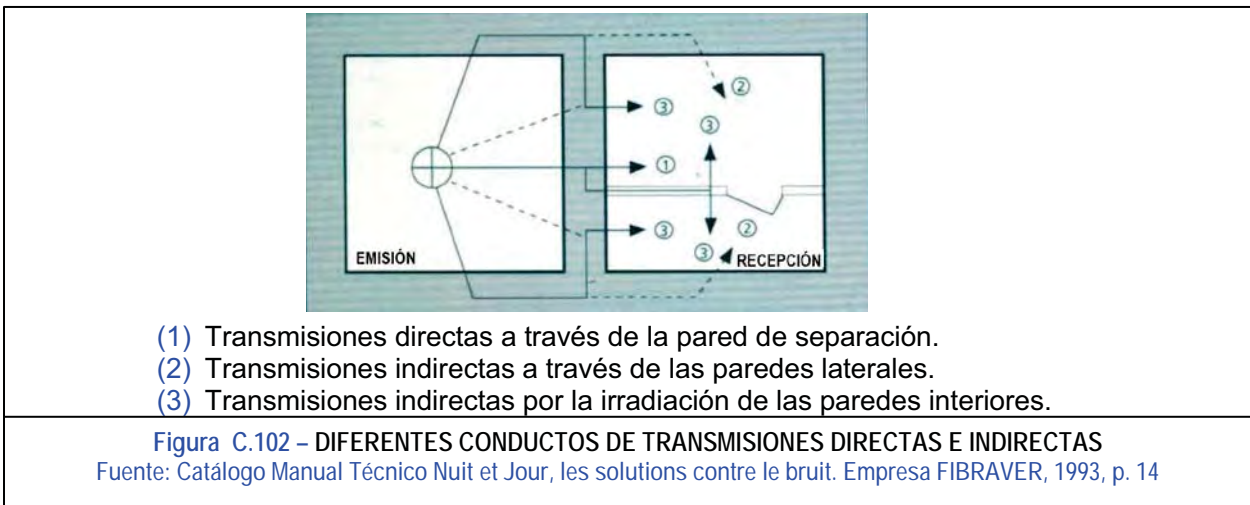
Si la estructura de la edificación es homogénea (caso de muros y losas de concreto), las transmisiones laterales son del orden de 5 dB(A).

En ese caso, para obtener un aislamiento de 51 dB(A) la pared divisoria debe tener un índice de reducción de ruido de al menos 56 dB(A).

Si los muros ligeros y rígidos (muros de ladrillo delgado, de yeso, tablaroca, etc.) son de superficie grande y están unidos solidariamente con la pared del local del lado de la recepción, las transmisiones laterales son más importantes y pueden llegar a 8 ó 9 dB(A).

La presencia de un aislante rígido en el aislamiento interior de los muros de fachada puede incrementar las transmisiones laterales y reducir el aislamiento acústico entre locales juxtapuestos o sobrepuestos.

Es importante repetir que $D_{\eta} = R - 5$ a 8 dB(A). Para obtener en obra el aislamiento acústico buscado, las paredes deberán tener índices de reducción acústica "R de laboratorio" superiores a 5 a 8 dB(A) con respecto al resultado D_{η} medido in situ.



7.8.17 Ruidos aéreos interiores

El aislamiento acústico entre dos locales es igual al índice de reducción acústica al cual hay que sustraer las transmisiones laterales [5 a 8 dB (A)] que dependen del número y del tipo de paredes que conforman al muro de separación.

Los **aislantes térmicos** adheridos a un panel de tablaroca influyen en el índice de reducción acústica de la siguiente manera:

- **Los aislantes rígidos** pueden reducir este índice (fenómeno de resonancia que amplifica el ruido transmitido).
- **Por el contrario, los aislantes flexibles a base de lana de vidrio** mejoran el aislamiento acústico de la pared.

Un aislamiento térmico colocado por el interior hecho con un aislante rígido puede degradar al aislamiento acústico entre locales yuxtapuestos o sobrepuestos.

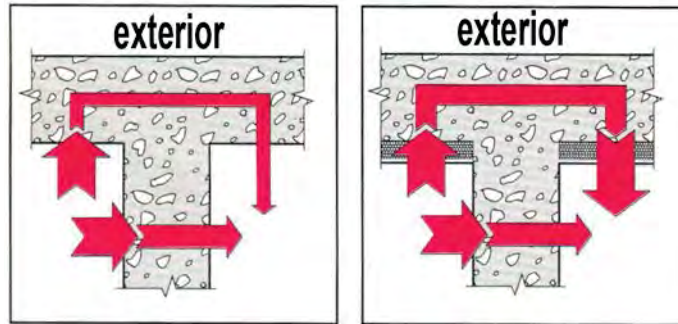


Figura C. 103 – EL AISLANTE RÍGIDO amplifica la transmisión del ruido por el muro de fachada

7.8.18 Ruidos aéreos exteriores

- Para los desarrollos proyectados en zonas ruidosas, el parámetro acústico debe tomarse en cuenta a nivel de planta de conjunto y bajo todas las situaciones del diseño arquitectónico.

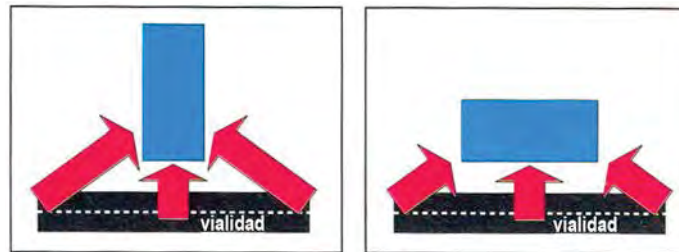


Figura C.104 – OPCIONES DE SIEMBRA EN PLANTA DE CONJUNTO

- Para la planta de viviendas, el principio general consiste en colocar a los espacios principales del lado de la zona de menos ruido, tomando en cuenta los otros criterios y en particular el asoleamiento.
- El aislamiento acústico de fachadas está principalmente ligado a la proporción de superficies con vidrio, a la calidad de las ventanas y a las entradas de aire de ventilación.

Ciertas soluciones arquitectónicas integran a volúmenes con vidrio tales como los solariums cerrados los cuales son ventajosos desde el punto de vista térmico y acústico.

- El espesor de la lana de vidrio será determinante para el aislamiento acústico de los locales.

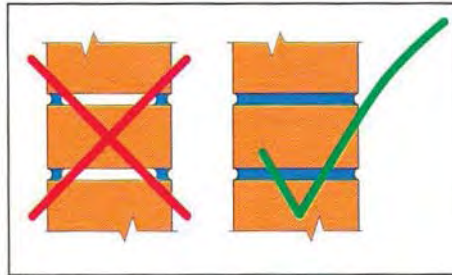


Figura C.105 – Las JUNTAS ENTRE ELEMENTOS DE MAMPOSTERÍA deben rellenarse en todo el espesor de la pared (las paredes deben ser estancas al aire).

- En todos los casos, los aislantes deben colocarse lo más unidos entre sí (sin dejar separaciones en las juntas) para evitar puentes acústicos.

7.8.19 Ruidos de los equipos

Los **equipos** deben responder a **tres reglas de oro**:

1.- La buena ubicación y colocación

- Buscar espacios tapón intermedios (áreas de guardado, baño, etc.) que alejen a los equipos colectivos de los espacios habitables (de estar y de dormir).
- Los equipos sanitarios deben colocarse correctamente. Se ubicarán principalmente contra una pared pesada.
- La tina debe despegarse de la estructura (muros y losas) y de sus recubrimientos por medio de un material flexible para evitar transmitir a la estructura de la edificación las vibraciones generadas por el llenado, el uso o el vaciado del agua.

2.- El buen dimensionamiento

Por ejemplo, la red de conducción de extracción del aire viciado y el ventilador deben estar suficientemente dimensionados y provistos de tomas de calidad.

El extractor debe montarse sobre un soporte antivibratorio.

3.- La buena calidad acústica del equipo

Por cada equipo, hay que tomar en cuenta sus cualidades acústicas intrínsecas, como por ejemplo, considerando la clasificación E.A.U. de la marca MF para la selección de la grifería.

7.8.20 Los ruidos de impacto

Son el resultado de una pared (generalmente la losa de entrepiso) que se pone en vibración por un golpe directo. Las fuentes habituales en las viviendas son las caídas de objetos, y los desplazamientos de personas y de muebles.

Contrariamente a los ruidos aéreos, los ruidos de impacto tienen una energía incidente elevada (ello a causa del golpe directo sobre una superficie muy pequeña) y la transmisión de esta energía no es sensible a la masa de la pared. Si un ruido aéreo en general sólo molesta a los ocupantes de los locales vecinos al local de emisión, un ruido de impacto puede escucharse en todo el inmueble. La transmisión puede ser vertical, diagonal u horizontal.

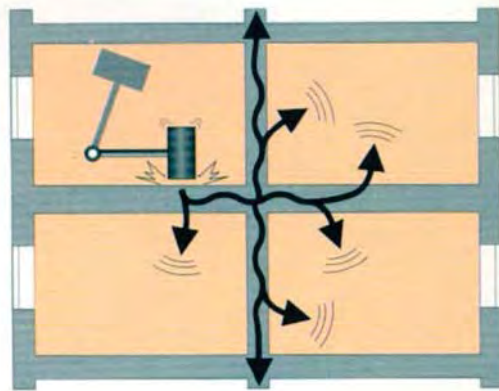


Figura C.106 – TRANSMISIONES VERTICALES, DIAGONALES U HORIZONTALES DE UN RUIDO DE IMPACTO
Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 14

7.8.21 Principales soluciones contra el ruido de impacto

Para disminuir el ruido aéreo creado bajo la losa por un ruido de impacto existen tres posibilidades:

<p>(1) Meter un recubrimiento de piso sobre la cara superior de la losa para reducir la cantidad de energía provista (solución no durable a través del tiempo por desgaste o por cambio posible por un recubrimiento de menor desempeño).</p>	<p>(2) Prever un piso flotante donde el corte material de la estructura de la edificación impedirá la propagación de ondas de vibración (solución durable).</p>	<p>(3) Realizar un doblaje de plafón con un sistema masa-resorte-masa dentro de la pieza situada bajo el local donde se produce el ruido de impacto (solución dada al afectado pero solamente por la pieza tratada, aunque puede ser una solución completa de plafón).</p>
<p>Figura C.107 – ATENUACIÓN DE UN RUIDO DE PISADAS EN LA FUENTE (1) SOBRE PISO SUPERIOR, (2) PRINCIPIO DE UN PISO FLOTANTE O LOSA FLOTANTE Y (3) PRINCIPIO DE UN DOBLAJE DE PLAFÓN Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 14</p>		

Hay que notar que además de las losas o pisos flotantes, como solución en las piezas de recepción de donde se producen los ruidos aéreos y los ruidos de impacto, está la utilización de un sistema masa-resorte constituido por un plafón con una o dos placas de tablaroca fijadas sobre una estructura, de ser posible, independiente a la losa a tratar (autoportante de muro a muro) y soportando una lana de vidrio de 60 a 120 mm de espesor.

Según el caso, un doblaje de tipo lana de vidrio + yeso habrá que prever sobre las paredes verticales ligadas a la losa a separar en las piezas de recepción.

Ejemplo: Losa existente a base de vigueta y bovedilla con capa de compresión de 4 cm de concreto.

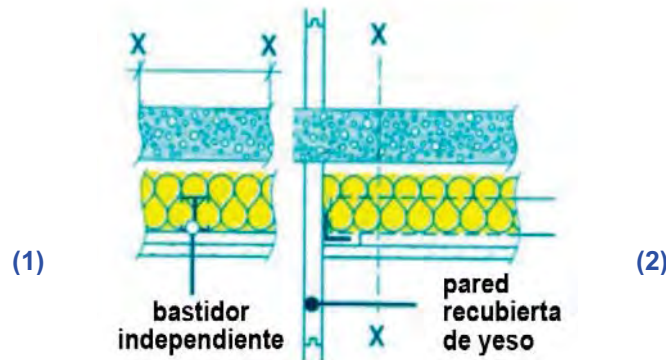


Figura C.108 – (1) DOBLAJE DE 2 PANELES DE TABLAROCA DE 13 mm DE ESPESOR MÁS 80 MM DE ESPESOR DE LANA DE VIDRIO y (2) BASTIDOR INDEPENDIENTE – Reducción de ruidos aéreos 15 dB(A) – reducción de ruidos de impacto 21 dB(A)

Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 26

7.8.22 Índice de eficacia contra los ruidos de impacto ΔL

Se mide el aislamiento contra los ruidos de impacto utilizando una máquina de golpes normalizada sobre la losa del local de emisión y se mide con sonómetro el nivel sonoro en las piezas situadas al lado y abajo.

La eficacia de un recubrimiento de piso o de un piso flotante se caracteriza por el índice ΔL medido en laboratorio y se expresa en dB(A). Es igual a la diferencia entre el nivel sonoro percibido bajo una losa simple (sin recubrimientos) de 14 cm de concreto y el nivel percibido bajo la misma losa recubierta con el producto aislante o incorporándole el procedimiento a ser probado.

Se puede hablar igualmente del nivel sonoro L_{η} de la losa cuando es golpeada con la máquina de golpes normalizada.

Estas dos medidas se ligan por la ecuación:

$$\Delta L = 83 \text{ dB(A)} - L_{\eta}$$

Entre mayor sea ΔL o menor sea L_{η} mejor es el aislamiento de la losa contra el ruido de impacto.

Nota importante: el desempeño de cualquier solución de aislamiento queda reducido considerablemente si, por cualquier motivo (paso de instalaciones, cajas de registro eléctricas, botiquines, etc., en posición fondo con fondo, fijaciones, etc.) se dejan perforaciones en las paredes, en sus aislamiento o en todo el espesor del muro ya que el ruido pasará a través de dichas perforaciones.

7.8.23 Corrección acústica

La corrección acústica trata de mejorar el ambiente sonoro de un espacio donde se encuentra al mismo tiempo la fuente de ruido y los ocupantes que lo escuchan.

Según sea el uso del espacio, los objetivos son o mejorar las cualidades de escucha (salas de espectáculos, de conferencias, de clase, etc.) o disminuir el nivel sonoro (vestíbulos de acceso, talleres, oficinas, etc.) o también, el crear una acústica específica (salas de deportes, restaurantes, etc.).

Las cualidades acústicas de un espacio están en función de su forma, su volumen y de la naturaleza de sus paredes. La forma y el volumen son datos generalmente dados.

Como se puede jugar para dosificar la intensidad sonora percibida y adaptarla a la utilización del espacio es adecuando las características de reflexión y de absorción de los materiales que constituyen las paredes.

7.8.24 Reflexión y absorción

Cuando una onda sonora se topa con una pared, dos partes de la energía incidente tienen una influencia sobre la acústica del local de emisión y, por tanto, se toman en cuenta en la corrección acústica: la energía reflejada y la energía absorbida por la pared.

La tercera parte, la energía transmitida por la pared, no queda afectada por la corrección acústica y debe ser tratada por el aislamiento acústico.

Las reflexiones se perciben desde que la fuente de ruido se para; producen un arrastre sonoro llamado reverberación la cual será más importante entre mayor sea el volumen del espacio y las paredes más pesadas, rígidas y lisas.

Colocando un material fibroso sobre la pared se incrementa la energía absorbida en decremento de la energía reflejada. Su estructura porosa deja penetrar la energía y la dispersa dentro de su espesor antes de convertirla en calor. *Nótese bien que esta acción no tiene ninguna influencia sobre la energía transmitida a través de la pared y no constituye una solución para el aislamiento acústico del local adyacente.*

La utilización de un material absorbente tiene por consecuencia hacer al espacio más “sordo” ya que la reverberación llega a ser de muy corta duración.

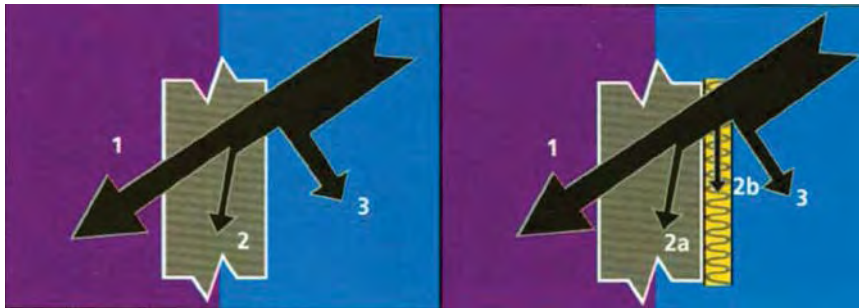


Figura C.109 – EL MATERIAL FIBROSO DISMINUYE LA CANTIDAD DE ENERGÍA REFLEJADA (3) Y NO TIENE NINGÚN EFECTO SOBRE LA ENERGÍA TRANSMITIDA (1)

Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 16

7.8.25 La reglamentación acústica

Para las verificaciones de vivienda se trata de forma separada a los ruidos interiores y a los ruidos exteriores.

El aislamiento acústico contra los ruidos exteriores está definido por los valores mínimos de aislamiento acústico a respetar.

Los casos de viviendas expuestas al ruido de transportes terrestres deben estudiarse de manera particular para adecuarse a las exigencias normativas.

Se han probado y evaluado con materiales y los productos de construcción con objeto de establecer los principios y los objetivos de las últimas reglamentaciones acústicas.

La siguiente tabla resume los principales requisitos a cumplir para el logro de un nivel adecuado de confort acústico.

TIPO DE RUIDO	NUEVA REGLAMENTACIÓN ACÚSTICA (NRA)	CONFORT ACÚSTICO CON ETIQUETA DE ALTA CALIDAD
Ruidos aéreos (aislamiento acústico normalizado entre dos viviendas)	54 dB(A)	59 dB(A)
Ruidos de impacto Con recubrimientos de piso (nivel de presión acústica percibida en cada pieza).	61 dB(A)	56 dB(A)
Corrección acústica De circulaciones comunes (A, área de absorción equivalente total de los productos absorbentes)	Colocación de requerimientos absorbentes donde $A = \frac{1}{4}$ sobre la superficie del piso de circulaciones comunes ⁽¹⁾	Colocación de requerimientos absorbentes donde $A = \frac{1}{4}$ sobre la superficie del piso de circulaciones comunes ⁽¹⁾
Ruidos de equipos (nivel de presión acústica)	En la vivienda receptora: 35 dB(A) en piezas principales y 50 dB(A) en cocinas ⁽²⁾ Fuera de la vivienda receptora 30 dB(A) en piezas principales y 35 dB(A) en piezas de servicio ⁽³⁾	En la vivienda receptora: 30 dB(A) en piezas principales y 45 dB(A) en cocinas ⁽²⁾ Fuera de la vivienda receptora 25 dB(A) en piezas principales y 35 dB(A) en piezas de servicio ⁽³⁾
Ruidos exteriores (aislamiento acústico mínimo contra los ruidos exteriores)	30 dB(A)	30 dB(A)
Opciones	•	Aislamiento día-noche, pieza con aislamiento acústico reforzado
Tolerancia	(en revisión)	(en revisión)
<p>(1) El área de absorción equivalente A de un producto se calcula a partir de su índice de evaluación de la absorción α_w ($A = \alpha_w \cdot \text{Superficie del producto}$).</p> <p>(2) Se consideran los aparatos individuales de calefacción y de producción de agua caliente, los climatizadores y la ventilación mecánica controlada (VMC).</p> <p>(3) Se consideran todos los equipos.</p>		
Fuente: Catálogo Manual Técnico Nuit et Jour, les solutions contre le bruit. Empresa FIBRAVER, 1993, p. 18		

C-8 FAVORECIMIENTO DE ÁREAS VERDES

En los proyectos de vivienda es un plus importante o incluso necesario de un diseño y una aportación positiva que en conjunto se vuelve significativo para el medioambiente de las ciudades.

Las áreas verdes generan espacios ennoblecidos que forman parte importante de un buen diseño ya que contribuyen a mejorar la vista y el confort de las personas al mantener una temperatura más estable además de coadyuvar en el equilibrio ambiental ya que la vegetación inyecta oxígeno a la atmósfera y absorbe el bióxido de carbono (CO₂) que contamina la atmósfera a través de la fotosíntesis enriqueciendo y limpiando el aire que respiramos.

Al anclar el suelo con sus raíces evitan deslaves y avalanchas de lodo en terrenos con pendientes pronunciadas.

Las áreas verdes también amortiguan el golpe de la lluvia por la flexibilidad de las hojas de su fronda y superficie que cubren y la encauzan suavemente hasta el suelo evitando con todo ello la erosión.

El tejido vegetal amortigua el ruido en carreteras, calles, parques y jardines si se planta en arreglos especiales alineados o en grupos. Las cortinas de árboles pueden llegar a absorber entre 6 y 10 decibeles.

Las plantas reducen la velocidad del viento y de la lluvia de tormenta y, al disipar su fuerza, mejoran el ambiente al retener a su vez polvo y demás impurezas que arrastra el viento.

Particularmente, los árboles y arbustos dan sombra y protección contra los rayos del sol.

Existen varias alternativas de diseño de áreas verdes siendo el jardín tradicional, privado o público, lo más comúnmente utilizado así como la arborización que define espacios de sombra con características estéticas propias y microclimas de gran aportación medioambiental y bajo costo cuando corresponden a un diseño integral bien pensado.

Recientemente se ha recurrido al empleo de azoteas verdes y de muros vegetalizados aunque existen casos de estas soluciones desde hace siglos en la historia de la arquitectura de diferentes regiones (Babilonia, Italia renacentista, Escandinavia, Suiza, Noruega, etc.).

8.1 Azoteas verdes

La *vegetación de azoteas y cubiertas* constituye un recurso adicional y positivo que aporta ventajas estéticas y ambientales: aumenta la durabilidad de la impermeabilización al protegerla de los rayos UV, mejora el aislamiento térmico y acústico, regula el confort térmico, reduce el gasto puntual (provocado por la lluvia intensa) de las redes de saneamiento y los volúmenes de agua a tratar, favorece la integración de las edificaciones al entorno urbano y, forma un ecosistema en circuito cerrado que produce pocos desechos haciendo su mantenimiento moderado.

La vegetación revaloriza a las edificaciones al modificar su apariencia a veces árida y triste por entornos jardinados concebidos creativa y profesionalmente. Los efectos secundarios positivos como la climatización natural y la consecuente reducción de costos de energía así como el incremento de la durabilidad de las construcciones deben aprovecharse en los proyectos de vivienda.

Este conjunto de soluciones de azoteas y muros verdes conforman espacios vegetalizados complementarios en las zonas urbanas que contribuyen al incremento de valor estético y económico donde a mayor vegetación el valor de los inmuebles se incrementa.

El alto rendimiento de los microjardines multiformes en los conjuntos habitacionales y residenciales o sobre sus balcones mismos conjuga economía, ecología y estética para una mayor calidad de vida.

Tanto en la técnica de azoteas verdes como de muros vegetalizados, se distinguen tres tipologías denominadas: *vegetalización intensiva* (aplicables a azoteas), *vegetalización semi-intensiva* (aplicables a azoteas y cubiertas) y *vegetalización extensiva* (aplicable a azoteas, cubiertas y muros).

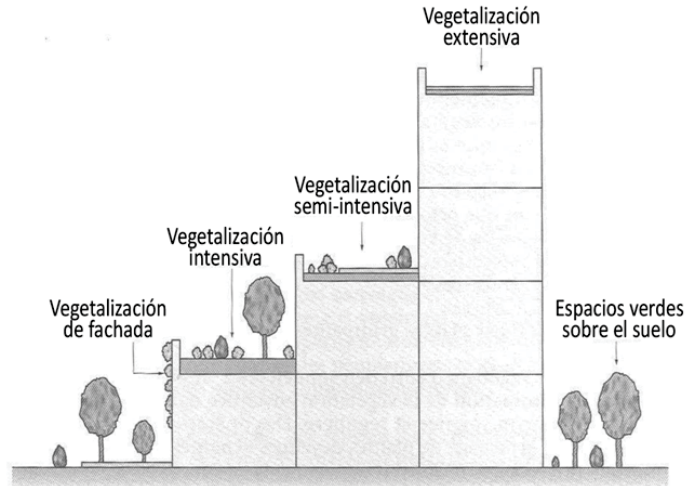
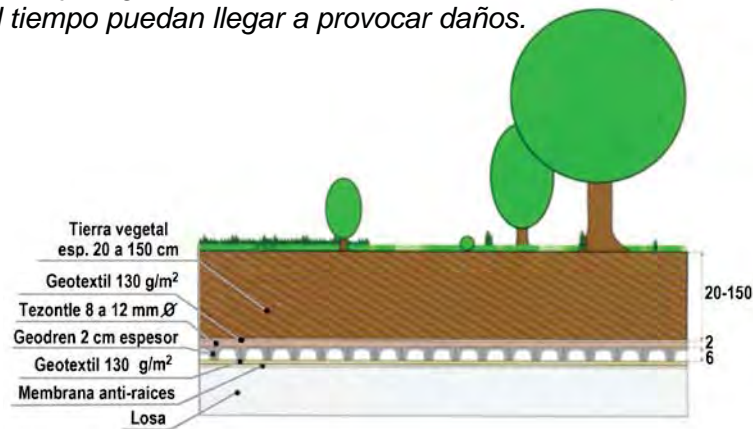


Figura C.110 –TIPOS DE CONFORMACIONES DE ÁREAS VERDES
 Fuente: Végétalisation extensive des terrasses et toitures, Françoise LASSALLE, Le Moniteur 2003, p.25

8.1.1 Vegetalización intensiva

La *vegetalización intensiva* consta generalmente de plantaciones de arbustos, árboles y plantas vivaces de medio y alto porte con enraizamiento profundo así como de pasto con diferentes profundidades de sustratos de tierra para alojar sus raíces. Se utilizan de la misma manera que en los casos de jardines sobre el suelo natural. Se pueden combinar plantas de diferente profundidad de raíces disponiendo macetones o jardineras altas o con mayor profundidad disponible.

La vegetalización intensiva requiere de grandes espesores de capa de tierra lo cual implica sobrecargas mayores a la losa de azotea con respecto a los otros tipos de vegetación (de 250 a 2000 kg/m²). *Sus necesidades de riego artificial y de mantenimiento son elevadas o muy elevadas, conforme lo requieran las plantas sembradas. La eliminación de maleza debe realizarse cuidadosa y regularmente; deben también efectuarse podas y deshierbes de plantas que con el tiempo puedan llegar a provocar daños.*



ESPESOR DE TIERRA VEGETAL	TIPO DE VEGETACIÓN IDÓNEA	COEFICIENTE DE DRENAJE	
		INCLINACIÓN < 15°	INCLINACIÓN > 15°
30	Arbustos grandes y pequeñas plantas	0.2	> 0.5
50	Árboles de altura < 10 m	0.1	> 0.5
80	Árboles de altura entre 10 y 16 m	0.1	> 0.5
> 100	Árboles de altura > 16 m	0.1	> 0.5

Figura C.111 – PARTES CONSTITUTIVAS DE UN JARDÍN INTENSIVO

Fuente: Catálogo de productos, empresa GEODRAIN

8.1.2 Vegetalización semi-intensiva

La *vegetalización semi-intensiva* está constituida por plantas de semilla, plantas vivaces y arbustos cubresuelo o de poca altura. Se utilizan de preferencia especies de gran desarrollo y densidad (persistentes o semi-persistentes). Los monocultivos deben evitarse por su fragilidad con objeto de eliminar graves daños, al igual que la vegetalización extensiva, la vegetalización semi-intensiva se realiza sobre grandes superficies aunque se ejecutan después de definirse objetivos precisos de mantenimiento que preceden a la configuración del sitio y a las diferenciaciones de color, de superficies y de alturas deseadas.

Las vegetalizaciones principalmente de semilla densas y altas que no pueden mantenerse de manera durable sin mantenimiento regular, se clasifican como vegetaciones semi-intensivas.

Las vegetalizaciones semi-intensivas se realizan sobre sustratos de tierra generalmente de poco espesor y, por ello, su utilización aún es posible sobre azoteas con poca o mediana capacidad de carga admisible.

Las necesidades de mantenimiento son mayores con respecto a las vegetalizaciones extensivas pero menores que para las vegetalizaciones intensivas. *Se requieren operaciones regulares para estabilizar el desarrollo de la vegetación que comprenden en primer término a los riegos de agua; también, se debe cuidar siempre el retiro de maleza y plaga.*

8.1.3 Vegetalización extensiva

La *vegetalización extensiva*, aplicable a azoteas planas, a cubiertas inclinadas y a muros verdes, está constituida por la asociación de vegetales lo más naturales de la región que se siembran con objeto de lograr un funcionamiento autónomo. *Constan de agrupamientos vegetales cerrados de poca altura cuyo desarrollo es tipo alfombra, a base de plantas suculentas, vivaces, naturales del sitio y de semilla.* La aparición de especies provenientes del entorno próximo forman parte de la dinámica natural de la vegetación; estas especies, sin embargo, no deben ser muy invasivas ni deben provocar transformaciones de su composición inicial.

Se deben utilizar prioritariamente especies particularmente adaptadas a las condiciones de sequía extrema (meses de noviembre a mayo en México) así como de excesos de lluvia de temporal; deben ser poco ávidas de nutrientes y poseer un alto poder de regeneración. No conviene utilizar cactáceas o provenientes de suelos secos que tienden a buscar fisuras para enraizarse.

La vegetación extensiva sobre azoteas, cubiertas inclinadas o muros conllevan sobrecargas admisibles ligeras y *su mantenimiento se reduce a sólo un control anual y a la eliminación de maleza.*

La disposición de soluciones técnicas conforme al espesor y la composición de la capa de tierra (sustrato) y de la capa de dren, por un lado, y el asoleamiento y la evaporación por el otro, son de capital importancia; ello define el tipo de vegetación a utilizar y su durabilidad y comportamiento a través del tiempo.

Se tiene un particular interés por preferirse la vegetalización extensiva por motivos técnicos (sobrecargas a la estructura y espesores de sustratos reducidos), ecológicos (retienen agua de lluvia, mejoran el microclima urbano y aportan eficiencia ecológica real) y económicos (implican costos reducidos de estructura, de instalación y de mantenimiento).

Hay que tomar muy cuidadosamente la selección del tipo de vegetación a utilizar para lograr con éxito una vegetalización extensiva económica, duradera y estética.

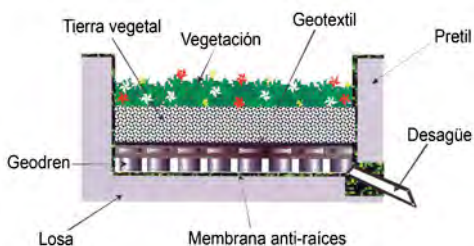
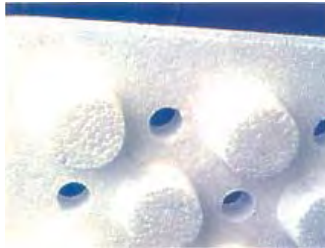
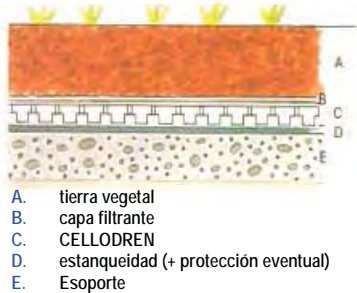


Figura C.112 – CONFORMACIONES DE ÁREAS VERDES EXTENSIVAS

Fuente: Catálogo de productos, empresa GEODRAIN

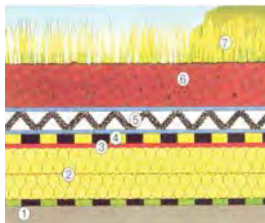


Figura C.113a – ASPECTOS DE AZOTEAS COMBINADAS – Fuente: Catálogo de producto ENKADRAIN; empresa AKZO



Por la gran cantidad de proyectos efectuados se tiene un amplio conocimiento técnico que asegura los resultados esperados.

Figura C.113b – DREN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO MOLDEADO
 Fuente: Catálogo de producto CELODRAIN; empresa ISOBOX HENRY



1. Aislante del vapor
2. Aislamiento térmico
3. Lienzo de separación no tejido (según sea necesario, dependiendo del tipo de estanqueidad)
4. Estanqueidad anti-raíces
5. Enkadrain
6. Sustrato 70 mm (tierra vegetal, arcilla expandida, etc.)
7. Vegetación (musgos, crasuláceas y gramíneas).

Peso total aproximado: 125 kg/m² (saturado de agua)



Figura C.113c – DREN DE FILTRO GEOSINTÉTICO COMPUESTO - Fuente: Catálogo de producto, empresa AKZO-SIKA

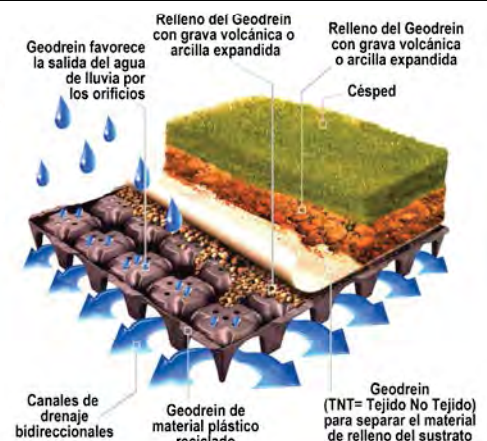
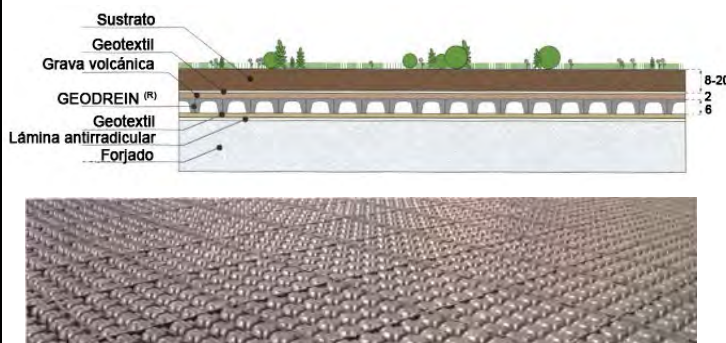


Figura C.113d – DREN A BASE DE MÓDULOS DE PLÁSTICO MOLDEADO ENSAMBLABLES
 Fuente: Catálogo de producto, empresa GEODRAIN

Figura C.113 – DIFERENTES TIPOS DE CONFORMACIÓN DE SUBCAPAS EN JARDINES SOBRE LOSAS DE AZOTEA

Es importante tomar en cuenta los rangos de espesor de tierra vegetal en función de los tipos de vegetalización; para tal objeto, se incluye a continuación una tabla que indica los rangos de espesor recomendables para los diferentes tipos de vegetalización.

TIPO DE VEGETALIZACIÓN	RANGO DE ESPESORES DE TIERRA VEGETAL (cm)	ESPEJOR PROMEDIO DE TIERRA VEGETAL (cm)
Vegetalización intensiva	De 30 a 100	50
Vegetalización semi-intensiva	De 15 a 40	25
Vegetalización extensiva	De 5 a 25	10

Figura C.114a – RANGOS DE ESPESORES DE TIERRA VEGETAL PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE VEGETALIZACIONES
Fuente: Guide technique, végétalisation extensive des terrasses et toitures; François LASSALLE; Edit. Le Moniteur, 2006; p. 33

Para el mantenimiento optimizado de los diferentes tipos de vegetalizaciones e recomienda considerar lo indicado en la siguiente figura:

TIPO DE VEGETALIZACIÓN	RIEGO	(1) FRECUENCIA Y DURACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO
*Vegetalizaciones intensivas	indispensable	importante
Vegetalizaciones semi-intensivas	indispensable	Moderada
Vegetalizaciones extensivas	no necesario	reducida

(1) Salvo en regiones con veranos secos y calientes de larga duración se requiere de un riego copioso cada 3 ó 4 semanas utilizándose de preferencia plantas suculentas y bulbosas.

Figura C.114b – MANTENIMIENTO RECOMENDADO PARA DIFERENTES TIPOS DE VEGETALIZACIONES
Fuente: Guide technique, végétalisation extensive des terrasses et toitures; François LASSALLE; Edit. Le Moniteur, 2006; p. 33

Para proteger a las edificaciones (casco de azoteas y de muros de soporte de jardines verticales) y a las obras de urbanización, (ductos, registros y tuberías enterradas, cimientos, cisternas, fosas sépticas, andadores, banquetas y vialidades) contra el crecimiento invasivo y dañino de raíces vegetales, se deben de utilizar membranas antiraíces.

Las raíces tienden a atravesar la impermeabilización y a fisurar y abrir pavimentos y estructuras.

Las membranas antiraíces no actúan en contra de las raíces sino que impiden su desarrollo penetrante en la impermeabilización y las estructuras.

Este tipo de membranas se realizan sobre una armadura de poliéster no tejido cuya masa bituminosa contiene un aditivo de la familia de esteras de ácidos grasos fenólicos repulsivo para las raíces que actúa como barrera antiraíces.

Este tipo de sustancia, prácticamente insoluble al agua, no puede ser tomada por osmosis; no es volátil ni tóxica y debe de permanecer estable bajo temperaturas de ejecución de obra. No es por tanto un veneno para las raíces y no provoca la muerte de las plantas.

Adicionalmente a la buena protección contra las raíces, es importante recordar que la protección contra la humedad de las edificaciones debe efectuarse con especial cuidado dando el espesor adecuado de las membranas impermeables y su traslapado mínimo de 15 cm así como cuidando las pendientes de desagüe (recomendable del 4%) y evitando su perforación accidental o negligente. La siguiente figura esquematiza el cubrimiento impermeable en las zonas expuestas al agua de una edificación.

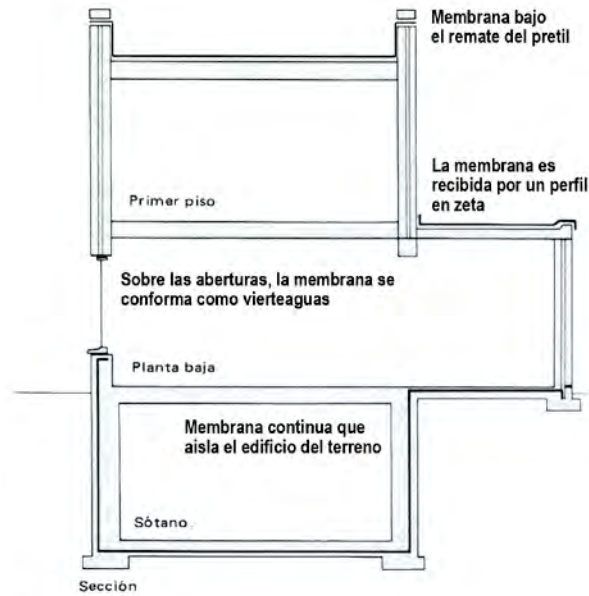


Figura C.115 – PRINCIPALES ZONAS DE PROTECCIÓN CONTRA LA HUMEDAD EN UNA EDIFICACIÓN

Fuente: Paredes, Autor: Robert FISHER, edit. Blume – Biblioteca básica de la Construcción, 1976, p. 58

8.1.4 Pérgolas

Como variante de cubiertas vegetalizadas existen las conocidas y muy tradicionales pérgolas cuya estética y funcionalidad es ampliamente reconocida ya que crea una capa de aire que aísla y evita el calentamiento excesivo que da la radiación directa del sol.



Figura C.116 – PERGOLAS que permiten el tamizado de la luz solar por medio de vigas espaciadas que eventualmente sirven de soporte y guía a plantas trepadoras.

Fuente: Catálogo de producto, empresa IDB, S.A.; p. 34

8.2 Muros vegetalizados

Los *muros vegetalizados* no solamente embellecen y dan un carácter más residencial a las fachadas y los espacios exteriores delimitados por ellas sino que también aportan ventajas funcionales apreciables como las ya mencionadas de protección solar a las ventanas y cancelas y mejora de las condiciones climáticas (mayor frescura en climas cálidos y aislamiento en climas fríos).



Figura C.117 – VEGETALIZACIÓN DE MUROS CON EL EMPLEO DE PLANTAS TREPADORAS

Fuente: Fotografías tomadas en París y La Loire - Francia

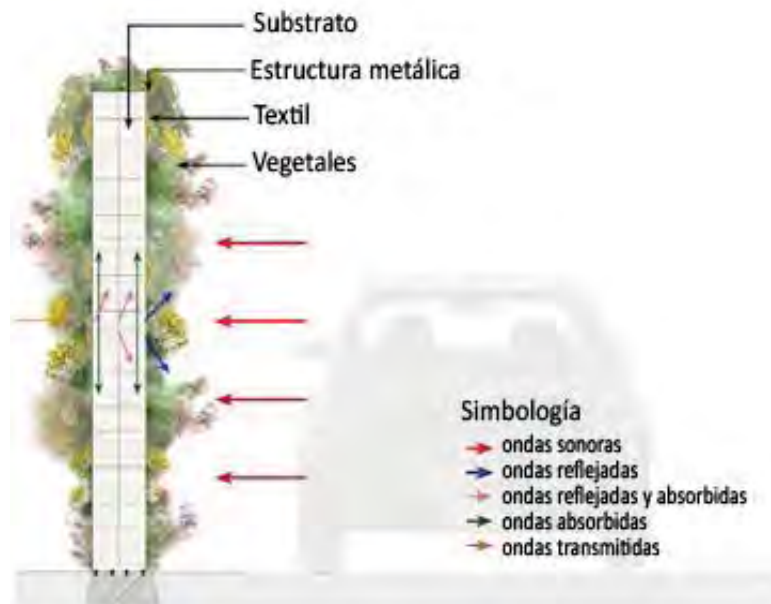
El tipo de vegetación utilizada en estos casos es el de plantas trepadoras y puede ir desde un solo guiado con alambres o cables para cubrir el muro hasta verdaderas estructuras tipo gavión cubiertas con la vegetación que funcionan como un sistema completo de fachada ventilada donde se incluyen respaldos de sustrato y redes de riego controlado automáticamente.

Las ventajas de la formación del colchón de aire en sentido vertical que se da en las fachadas vegetalizadas son la atenuación de variaciones extremas de temperaturas y la reducción de costos de instalación y de consumo de aire acondicionado o de calefacción.

Una cortina de vegetación estudiada técnicamente constituye un escudo natural contra el golpe de la lluvia y los rayos ultravioleta, lo cual aumenta la durabilidad de la fachada, además, el espacio que queda entre la fachada y la vegetación asegura un clima regulado y una ventilación óptima con condiciones incluso mejores que las aportadas por una fachada ventilada a base de materiales pétreos.

Con los mismos elementos de muro verde pueden proponerse bardas vegetalizadas, no sólo concebidas con el alcance de malla ciclónica con enredaderas sino como *muros vegetalizados anti-ruído* utilizables para la protección sonora y contra la vista inconveniente en proyectos que colindan o están próximos a vialidades de medio o alto tráfico.

La absorción acústica que se logra con esta solución puede llegar a 20 dB ó a 32 dB.



Resultados certificados por el CSTB para un muro de 34 cm

- 32 db de atenuación (Clasificación B3)
- 20 db de absorción (Clasificación A4)

Figura C.118 - EJEMPLO DE MURO ANTI-RUIDO

Fuente: Información Técnica, Empresa CANEVAFLOR de presentación digitalizada.

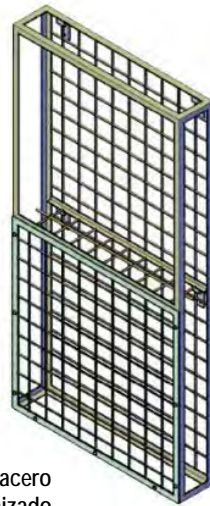
La integración de áreas verdes, enriquecidas con las opciones de azoteas, cubiertas verdes y de muros vegetalizados en la arquitectura moderna abre amplias posibilidades de innovación al diseño que puedan aportar nuevos desempeños funcionales de gran utilidad y la definición de nuevas dimensiones en el arte de construir.



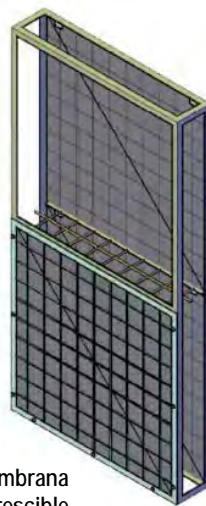
Fuente: Catálogo de productos JAKOB® INOX LINE G-1, Suiza; p.4 y 40

Fuente: Folleto Empresa BRUGG DRAHTSEIL GRIMP 2000, cables de acero, Suisse Romande; portada

Figura C.119a – RAÍCES EN EL SUELO O EN MACETA Y GUIADO DE PLANTAS TREPADORAS O ENREDADERAS SOBRE EL MURO



Estructura de acero galvanizado



Membrana imputrescible

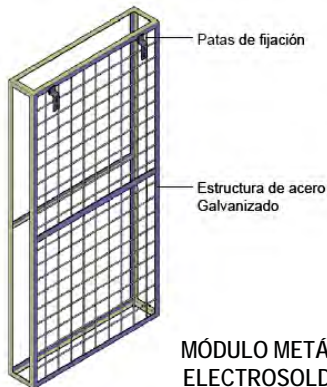


Estructura vegetalizada

Figura C.119b – PLANTAS SEMBRADAS SOBRE SOPORTE TEXTIL FIJADO A ESTRUCTURAS METÁLICAS

Figura C.119 – PRINCIPALES TIPOS DE MUROS VEGETALIZADOS

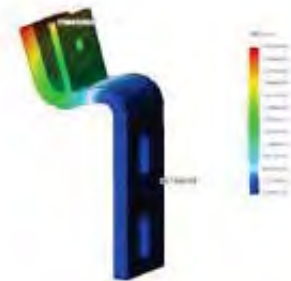
Presentación digitalizada CANEVAFLOR, Francia



MÓDULO METÁLICO ELECTROSOLDADO



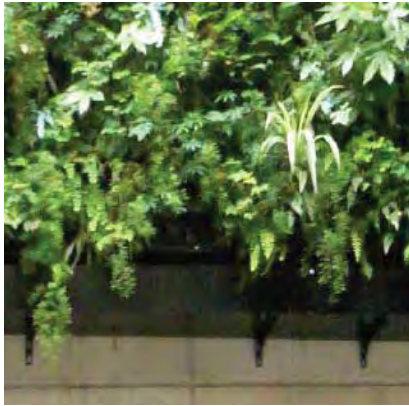
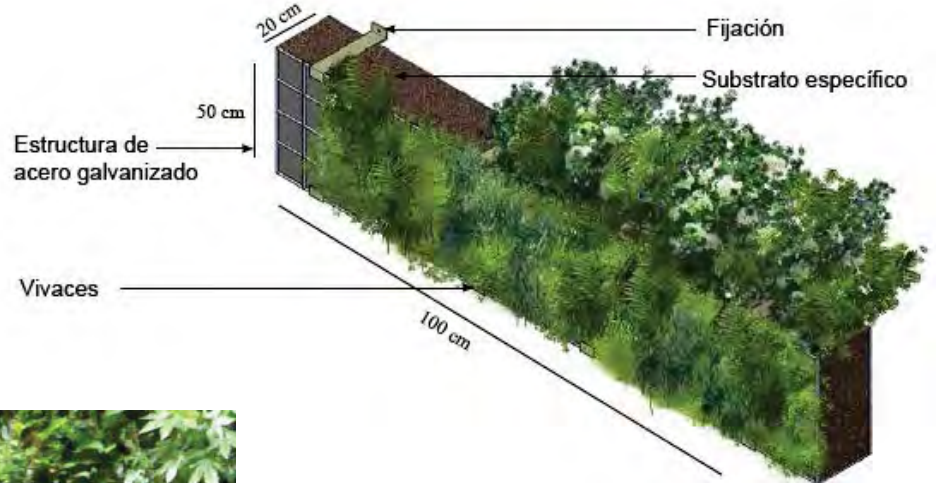
FIJACIÓN DE LAS CÉLULAS METÁLICAS EN EL MURO APOYO



RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN

Figura C.120a – DETALLE DE PATAS DE FIJACIÓN A MURO DE SOPORTE

Fuente: Presentación digitalizada, empresa CANEVAFLOR, Francia



FAJA VEGETAL

RECIPIENTE RECUPERADOR DEL AGUA
DEBAJO DE LA PARED SUSPENDIDA
(o debajo del piso de desplante)

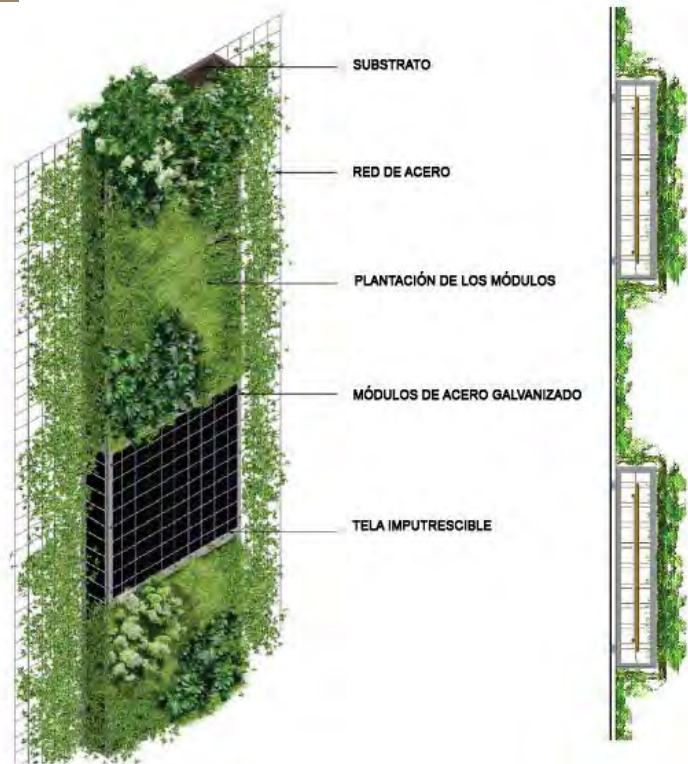
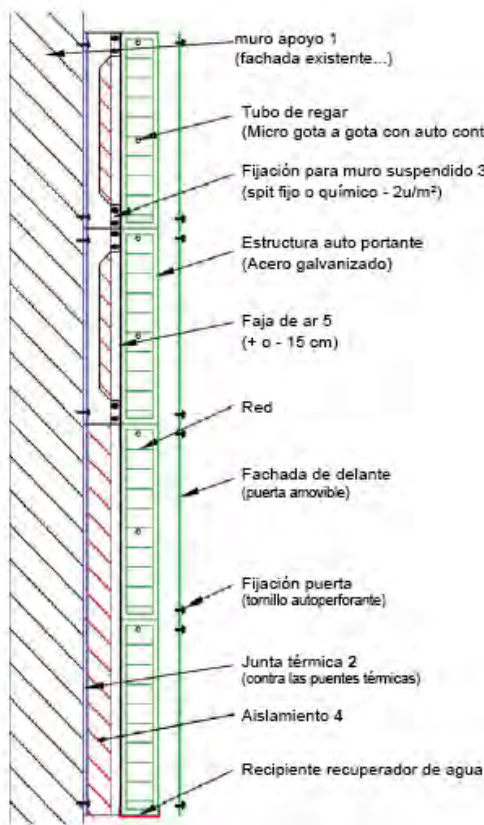
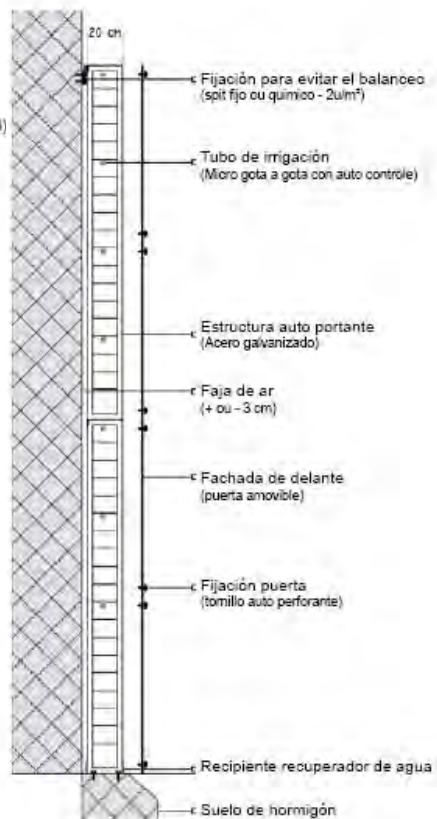


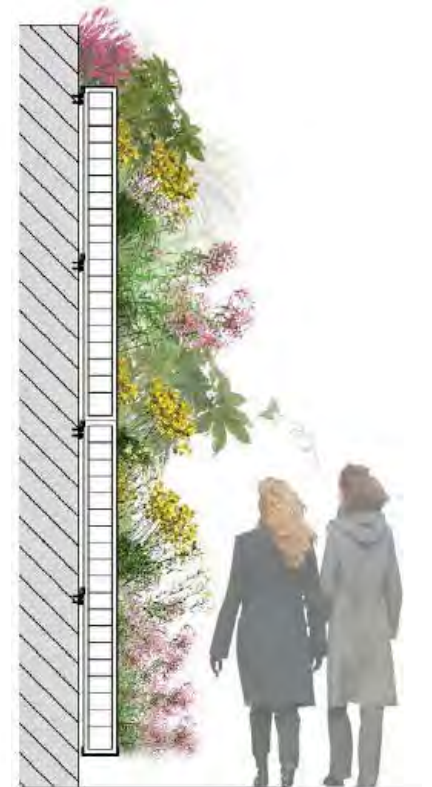
Figura C.120b – MURO CON VEGETALIZACIÓN EXTENSIVA
Fuente: Presentación digitalizada, empresa CANEVAFLOR, Francia



SISTEMA CON AISLAMIENTO EXTERIOR



SISTEMA AUTOPORTANTE



SISTEMA SUSPENDIDO

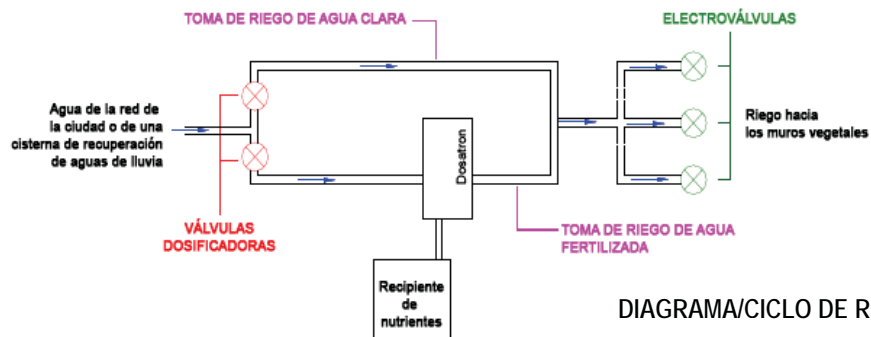


SISTEMA EN FRANJAS SUSPENDIDAS

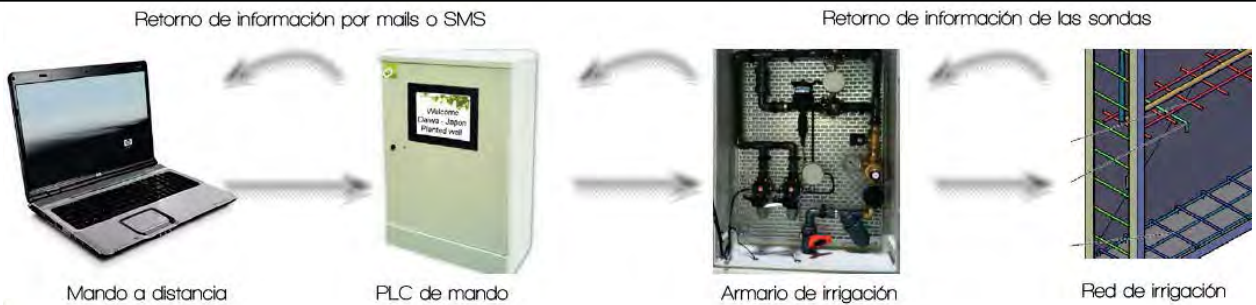
Figura C.120c - MURO CON VEGETALIZACIÓN EXTENSIVA
Fuente: Presentación digitalizada, empresa CANEVAFLOR, Francia



ABERTURAS PARA VENTANAS Y PUERTAS



DIAGRAMA/CICLO DE RIEGO



PRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UN SISTEMA DE IRRIGACIÓN AUTOMATIZADO

Figura C.120d – Fuente: Presentación digitalizada, empresa CANEVAFLOR, Francia

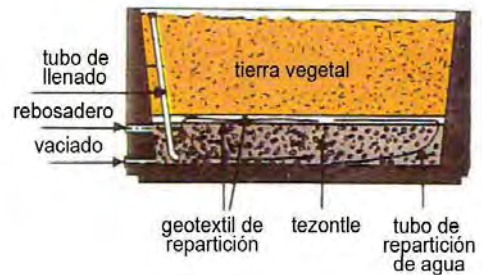
8.3 Jardines

Los *Jardines* sobre el suelo son las soluciones más comunes en las viviendas y pueden ser jardines privados para cada vivienda (muy apreciados por los usuarios) y jardines en áreas comunes. Es importante que en ambos casos las áreas jardinadas cumplan una función espacial específica.



Figura C.121 – JARDINES EN INTERIORES Y EXTERIORES DE VIVIENDAS

De manera complementaria y a veces como parte del mobiliario urbano en áreas exteriores comunes hay propuestas de jardineras con formas, dimensiones y aspectos integrados al particularismo urbano y regional que refuerzan el carácter arquitectónico del sitio y de zonas floreadas que, aunque no ocupan grandes superficies, mejoran considerablemente el entorno visual como puede apreciarse en los siguientes ejemplos



CORTE DE JARDINERA con preparación para reserva de agua
Fuente: Catálogo publicitario, empresa RENZI – Jardinières



Figura C.122 – JARDINERAS EN ESPACIOS URBANOS

8.4 Arborización

La *arborización* es otro recurso medioambiental de gran valor potencial para los desarrollos de vivienda pero deben tomarse en cuenta varios cuidados técnicos para evitar desórdenes contraproducentes.

El árbol es uno de los componentes de paisaje con numerosas cualidades, sin embargo, debe insertarse armoniosamente en su entorno respetando las reglas de ubicación con el fin de no ocasionar daños por su presencia y desarrollo.



Figura C.123a – Árboles altos al centro de un espacio exterior



Figura C.123b – Árboles altos a los lados de un camino



Figura C.123c – Árboles plantados y podados para conformar delimitaciones con espacios exteriores sombreados

Figura C.123 – DIFERENTES SOLUCIONES DE ARBORIZACIÓN EN ÁREAS EXTERIORES

REGLAS DE UBICACIÓN con respecto a las construcciones

Plantaciones y propiedades

Las distancias reglamentarias de plantación de un árbol de tronco alto y de arbustos se precisan a continuación:

- Distancia de 2.00 m de la barda medianera para el caso de árboles.
- Distancia de 0.50 m de la barda medianera para los arbustos de hiedra.

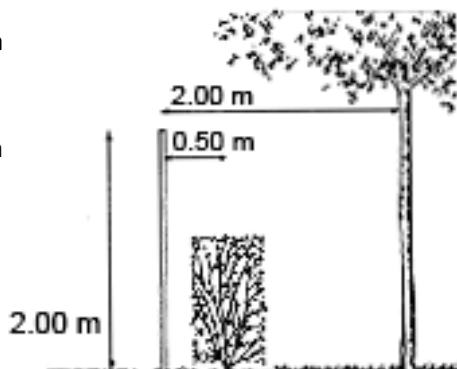


Figura C.124 – DISTANCIAS DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS CON RESPECTO A BARDAS Y EDIFICIOS

(ver información complementaria en anexo correspondiente al capítulo 3)

Fuente: Les Guides Pratiques – Écologie Urbaine – L'Arbre dans la Ville, Didier LARUE -Edit. SANG DE LA TERRE, 1996, p. 132.

Árboles y redes de instalaciones

Lo ideal es que exista una distancia mínima de tres metros entre los árboles y las redes de instalaciones enterradas existentes e incluso más para las instalaciones aéreas.

Para evitar la propagación incontrolada de raíces se puede instalar en el foso de plantación un dispositivo que limite su desarrollo (sistema anti-raíces tipo geotextil).

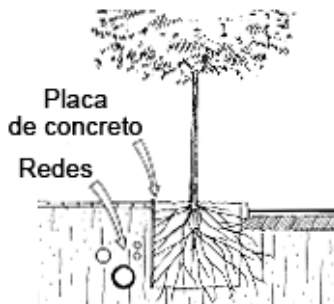


Figura C.125 – DISTANCIAS DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS CON RESPECTO A BARDAS Y EDIFICIOS

Fuente: Les guides pratiques – Écologie Urbaine – L'Arbre dans la Ville, Didier LARUE - Edit. SANG DE LA TERRE, 1996, p. 133.

Árboles y entronques viales

Las plantaciones en los entronques viales deben considerar la visibilidad para los automovilistas, ciclistas y peatones para su seguridad.

Se recomiendan las distancias siguientes:

- Remetimiento de 3.00 m para los arbustos de una altura máxima de 80 cm.
- 8.00 m de remetimiento para los árboles. Estas distancias aumentan en función de la intensidad del tráfico.

Árboles y circulación

Los troncos de árboles deben plantarse a una distancia de al menos:

- 1.00 m de la banqueta para una avenida urbana,
- 4.00 m para una carretera,
- 10.00 m de la guarnición para autopistas.

Cuando estas distancias no puedan respetarse, será obligatorio utilizar un dispositivo de protección (barrera de deslizamiento, guarnición alta, etc.).

Árboles y edificaciones

Los árboles próximos a los inmuebles pueden causar daños a la construcción por sus raíces. Las hojas pueden tapar las coladeras, canalones y bajadas y su sombra puede oscurecer a las viviendas.



Figura C.126 – ALEJAMIENTO DEL RADIO DE ACCIÓN DE LOS ÁRBOLES CON RESPECTO A LAS EDIFICACIONES EN ESPACIOS EXTERIORES

La selección de la clase de árbol es importante y ciertos árboles deben evitarse cerca de las edificaciones, de las vialidades y de las banquetas o andadores; por ejemplo, el álamo es un indudable levantador de pavimentos.

Un volumen de tierra vegetal insuficiente en la fosa de plantación es el origen de desórdenes, las raíces del árbol se dispersan alejándose del tronco para buscar nutrirse.

Se puede, sin embargo, plantar o conservar un árbol muy cerca de una edificación si se considera que su encanto, su belleza y su sombra prevalecen sobre el inconveniente de las hojas en las azoteas que implica su limpieza constante. En estos casos hay que asegurarse de evitar daños estructurales a las edificaciones.

8.4.1 Plantación de los árboles

Los períodos de plantación de árboles recomendados son:

- Del 1º. de noviembre al 31 de marzo para árboles latifoliados,
- Del 15 de octubre al 15 de abril para las coníferas.

El suelo de plantación deberá indispensablemente estar rico en elementos nutritivos (materia orgánica) suficientemente aireado (estructura compuesta de elementos granulares de dimensión variable) y sano para no transmitir enfermedades o daños a las raíces.

En los casos en los que sea el suelo no propio para la plantación habrá que aportarle al árbol tierra en cantidad y calidad suficiente.

La fosa de plantación o cepa no necesita ser muy profunda ya que el 95% de las raíces que nutren al árbol están contenidas dentro de los 1.30 m de profundidad.

Se distinguen dos casos extremos de plantación: en suelo bueno con un entorno no mineralizado y en una tierra de aporte dentro de un suelo urbano contaminado con materia mineral.

Con la plantación en suelos buenos, el árbol se nutrirá del suelo existente lo cual permite limitar su fosa al volumen necesario para alojar sus raíces; esta fosa bajo ningún caso podrá ser inferior a 1m^3 ($1 \times 1 \times 1$). Un suelo aflojado en un volumen mayor es muy favorable para el desarrollo rápido de las raíces.

Con la plantación en suelos de aporte, el árbol sólo se podrá beneficiar del volumen de tierra aportado como soporte nutritivo; por tanto, hay que asegurar que el volumen de buena tierra vegetal sea suficiente para aportarle al árbol una alimentación orgánica durante muchos años.

Un volumen óptimo de 10 m^3 es necesario con un mínimo de 1.50 m de lado mínimo de la fosa.

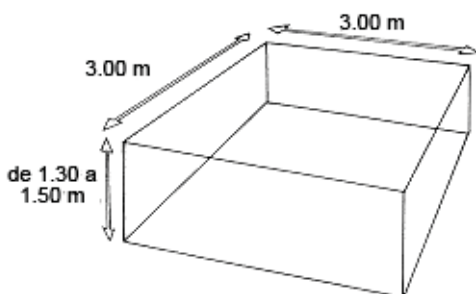


Figura C.127a - FOSA CUADRADA: Ideal cuando no se dispone de espacio

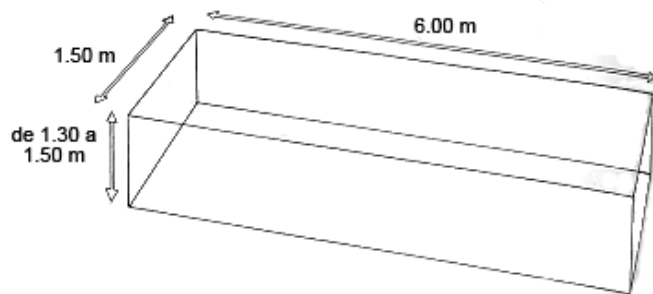


Figura C.127b - FOSA RECTANGULAR: Adaptada a las vialidades, una fosa continua es excelente para una plantación alineada a la calle.

Fuente: Les Guides Pratiques – Écologie Urbaine – L'Arbre dans la Ville, Didier LARUE - Edit. SANG DE LA TERRE, 1996, p. 98.

Hay que prever un drenado del fondo de las fosas de plantación con una cama de grava no calcárea (20 a 30 mm \varnothing) de 20 a 30 cm de espesor, aislada de la tierra vegetal de aporte por medio de un geotextil con objeto de evitar el riesgo de asfixiar a las raíces en el eventual caso de llenarse la fosa con agua. En ciertos casos extremos, un sistema de evacuación del agua debe implementarse instalando una red de drenaje para este objeto.



Figura C.128 - FOSA CUADRADA: Ideal cuando no se dispone de espacio. Fuente: Les Guides Pratiques – Écologie Urbaine – L'Arbre dans la Ville, Didier LARUE -Edit. SANG DE LA TERRE, 1996, p. 99.

El llenado de la fosa de plantación requiere considerar su abudamiento de al menos el 20%, por ello, se debe colocar un volumen de relleno que forme un montículo en la fosa y que la tierra se coloque con al menos un mes de anticipación con respecto a la plantación del árbol con objeto de que el árbol no se hunda con el tiempo y quede muy por abajo con respecto al nivel de piso terminado, dejándose por tanto el cuello enterrado cuando se nivele el suelo posteriormente.

Para evitar este problema hay que colocar al árbol cuidando que su cuello quede un poco más alto que el piso terminado.

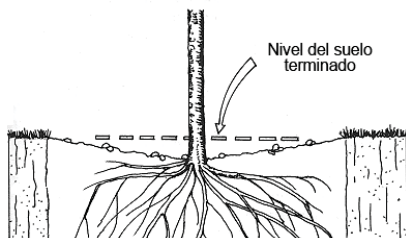


Figura C.129 - Este árbol se plantó muy abajo y su cuello quedará enterrado cuando la tierra vuelva a colocarse al nivel del suelo circundante.

Fuente: Les guides pratiques – Écologie Urbaine – L'Arbre dans la Ville, Didier LARUE ; Edit. Sang de la Terre, 1996, p. 99.

Se recomienda instalar un tubo-dren anillado incorporado en la fosa de plantación con el fin de facilitar el riego y el aporte de abono.

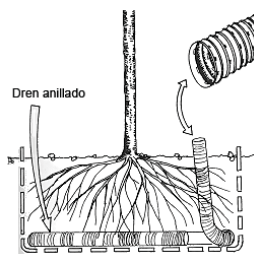


Figura C.130a - CORTE

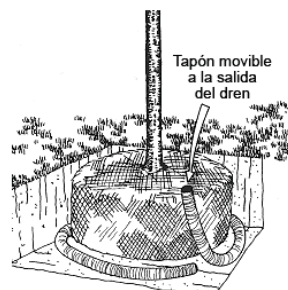


Figura C.130b - PERSPECTIVA

Figura C.130 – COLOCACIÓN DE TUBO-DREN para facilitar la distribución del agua en sus raíces.

Fuente: Les guides pratiques – Écologie Urbaine – L'Arbre dans la Ville, Didier LARUE - Edit. Sang de la Terre, 1996, p. 105.

Hay aún más consignas a seguir para asegurar una buena plantación de árboles que deben especificarse puntualmente en los diseños de jardinería. En este alcance sólo se mencionan algunas de las indicaciones a seguir más significativas con objeto de sensibilizar su importancia.

8.4.2 Protección de los árboles

El árbol puede causar daños a su entorno pero él mismo es frágil y sufre numerosas agresiones que pueden serle fatales, principalmente en entornos urbanos.

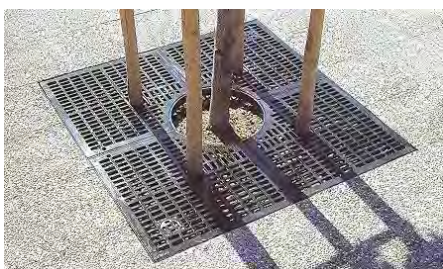
Los árboles en áreas urbanizadas tienen poca tierra vegetal para alimentarse, la superficie de contacto con el aire es reducida y azolvable. El agua superficial puede ser contaminante y, por ello, puede matar a un árbol. Los troncos están expuestos a golpes de vehículos y a mutilaciones que favorecen el desarrollo de enfermedades y putrefacción.

Los árboles jóvenes son poco visibles y de tallo reducido, por ello, los efectos del pie del árbol y del tronco es un elemento importante para llegar al logro de objetivos del paisaje deseado y para que los árboles puedan desarrollarse.

Para el pie del árbol los objetivos son:

- Aportarles agua no contaminada,
- Permitir su riego,
- Favorecer un intercambio de gases tierra-aire,
- Evitar el azolve y las superficies lodosas.

Existen diversos diseños de rejillas de árboles (de hierro fundido, de acero, de concreto) que cumplen perfectamente este rol ofreciendo diversidad estética como respuesta a toda situación (ver figura C.131); se puede diseñar un modelo propio y mandarlo fabricar en casos especiales.



REJA DE HIERRO FUNDIDO CON HUECOS para colocar tutores de madera

Fuente: Catálogo de productos, empresa SINEOGRAFF; p. 41



REJA CON PIEZAS DE CONCRETO CON COLOR



REJA DE CONCRETO PRECORADO. El tutor se ubica en el centro al lado del árbol

Fuente: Aménagements urbains et produits de voirie en béton, conception et réalisation, collection technique CIMBÉTON, p. 83

Figura C.131 – ALCORQUES CON REJAS DE PROTECCIÓN DE DIVERSOS MATERIALES Y DISEÑOS

Las rejillas de árbol son costosas y se justifican cuando los árboles se integran en una superficie pavimentada. Las dimensiones mínimas no deberán ser inferiores a 1.50 m x 1.50 m. La colocación de grava gruesa intercalada entre la tierra y la rejilla permite evitar el apelmazamiento superficial y evita la acumulación de detritus bajo la rejilla. Ciertos modelos de rejillas de árbol tienen previsto un espacio para el paso de tutores, el destapado del dren de riego e incluso la integración de una unidad de iluminación. En algunos casos se puede proponer un recubrimiento poroso como: adoquines de concreto alveolares (adopastos) o porosos y gravas aglomeradas con resina.

Para evitar el escurrimiento de agua contaminada hacia la fosa de plantación se puede prever un borde mínimamente sobresalido.

El tronco del árbol

Los tutores de dos y tres patas le aseguran a un árbol joven una buena protección contra los golpes y el rodeado del tronco con un tejido que protege la corteza.

Cuando los tutores ya no sean necesarios se colocarán protecciones definitivas.

El tradicional corset de árbol metálico refuerza el carácter urbano en las vialidades. Las otras opciones como alcorques, muretes, huacales o protecciones metálicas y bancas pueden utilizarse como protecciones de los troncos de árboles.

Las hojas muertas, ramas y frutos

Los árboles vivos producen madera, hojas, flores y frutos que, en su medio natural, se vienen a descomponer sobre el suelo para enriquecerlo creando humus.

En un entorno urbano estas producciones vegetales caen sobre las banquetas y las vialidades así como sobre las cubiertas y azoteas que pueden tapar canalones y coladeras que requieren importantes trabajos de recogida de basura.

Por otro lado, el polen de algunos árboles puede generar alergias a algunas personas.

La selección de especies a plantar en las ciudades toma cada vez más en cuenta estos problemas y se prefieren especies estériles que no dan fruto, especies de hoja ligera y con ramas que no se caigan; por otra parte, los desechos vegetales deben recogerse cuidadosamente para hacer composta a utilizarse para fertilizar las plantas, lo cual es un buen caso de reciclaje inteligente que reduce las necesidades de abonos químicos y que transforma un residuo en materia aprovechable.

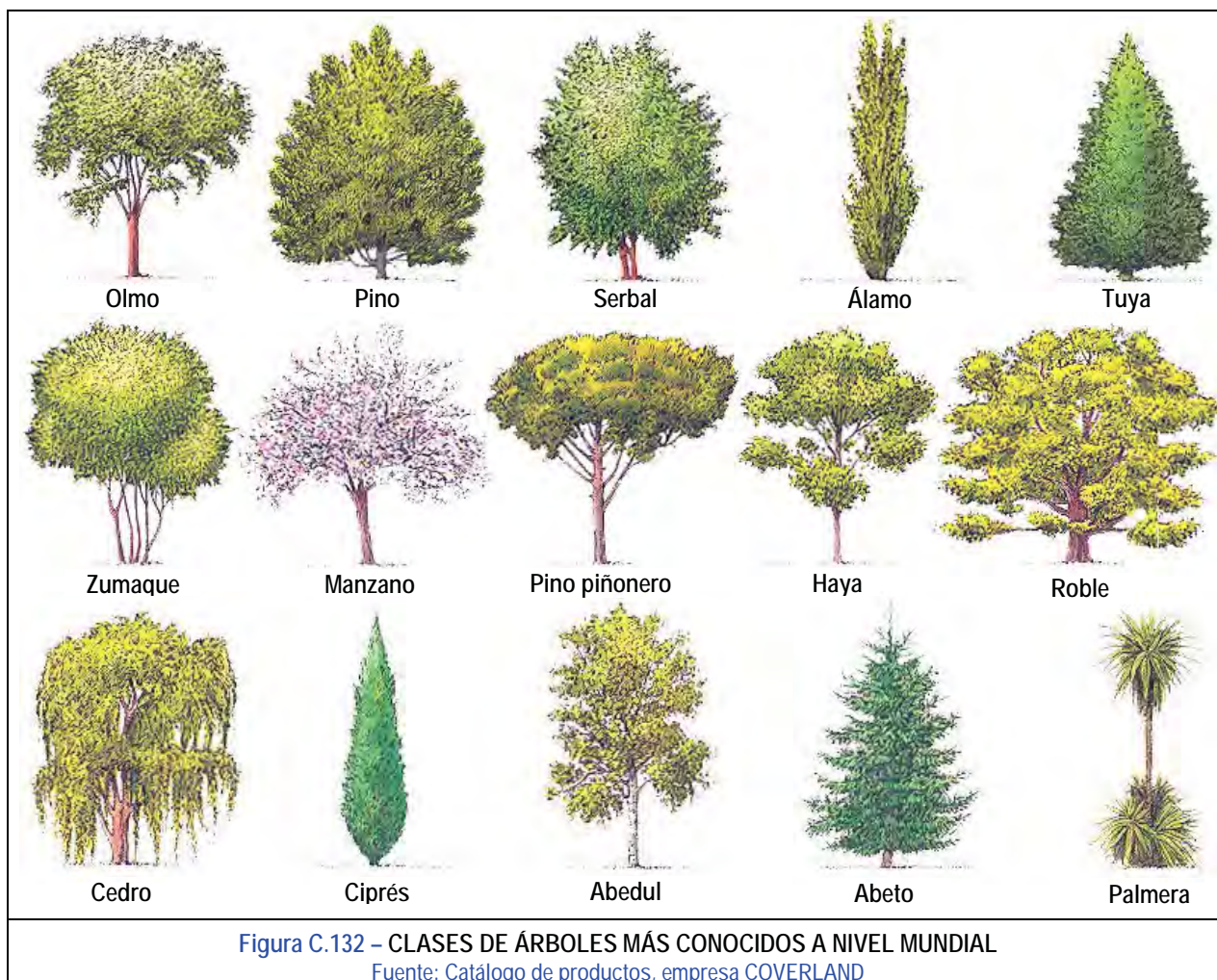


Figura C.132 – CLASES DE ÁRBOLES MÁS CONOCIDOS A NIVEL MUNDIAL
Fuente: Catálogo de productos, empresa COVERLAND

En México son usuales también la jacaranda, el álamo plateado, la casuarina, el trueno, el colorín, etc., los cuales conviene evaluar y seleccionar para reducir problemas de raíces, hojas secas, etc. que encarecen el mantenimiento y dañan obras periféricas.

En muchos países, se han desarrollado tipos de árbol con características cada vez más adaptables al medio urbano lográndose especies de raíz pequeña, resistencia elevada contra las condiciones difíciles del entorno urbano, volumen de follaje y de floración controlable, etc., permitiéndose igualmente un mejor manejo de la silueta y del volumen de los árboles respetando su crecimiento saludable.

8.4.3 La conservación de los árboles existentes

Hay que buscar conservar a los árboles existentes en el terreno de un nuevo proyecto buscando su integración en el mismo. Es indispensable tomar precauciones particulares para mantenerlos en buenas condiciones de vida y de desarrollo.

Se buscará organizar el proyecto a manera de que los árboles existentes sean incluidos en los espacios sin modificar completamente su medio ambiente.

A veces se deseará salvar árboles jóvenes que tengan todas las posibilidades de desarrollarse posteriormente más que de conservar un árbol viejo con riesgo de dañarlo.

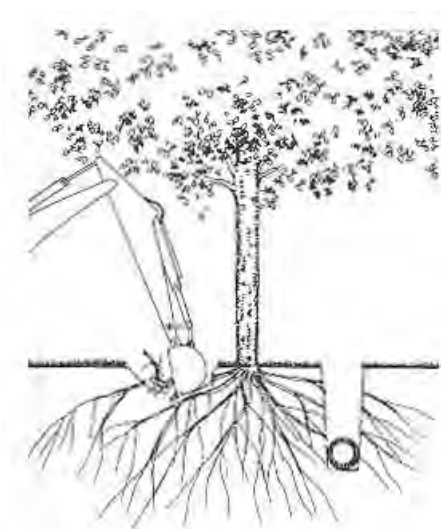


Figura C.133– EVITAR EXCAVACIONES EN ZONAS OCUPADAS POR LAS RAÍCES DE ÁRBOLES

Fuente: Les guides pratiques – Écologie Urbaine – L'Arbre dans la Ville, Didier LARUE
Edit. Sang de la Terre, 1996 ; p. 61

Precauciones a tomar

8.4.3.1 Las Ramas

Exceptuando la supresión de ramas muertas o mal dispuestas, un árbol sano no tiene ninguna necesidad de ser podado; en su medio, el árbol establece un equilibrio entre su corona y sus raíces y un podado mal controlado puede destruir este equilibrio.

Los peligros del cortado de ramas para un árbol generalmente se agravan por una mala ejecución de poda sin tomar en cuenta las capacidades del árbol para soportarla, la cual es muy variable según sea la especie.

La poda puede ser necesaria también para restablecer el equilibrio entre follaje y raíces de un árbol cuando una parte haya sido cortada por el paso de una zanja o por tenerse que cortar ramas de árbol estorbosas o peligrosas.

8.4.3.2 El tronco

El tronco es sobretodo sensible a los golpes que mutilan y arrancan su corteza.

La circulación de la savia puede perturbarse pero, sobre todo, son las enfermedades y los hongos que se desarrollan en sus heridas los que ponen en peligro la vida del árbol. Hay por tanto que proteger el tronco de los árboles más expuestos durante toda la duración de las obras; por ejemplo, usando una palizada sencilla rodeando al tronco hasta una altura de 3.00 m aproximadamente. Puede ser suficiente utilizar 4 polines alrededor formando un cuadro de 1.50 x 1.50 m alrededor del árbol para protegerlo.



Figura C.134 – PROTECCIÓN AL TRONCO DEL ÁRBOL

Fuente: Les guides pratiques – Écologie Urbaine – L'Arbre dans la Ville, Didier LARUE
Edit. Sang de la Terre, 1996 ; p. 61

Un árbol tiene varias zonas muy sensibles con riesgo de sufrir por las transformaciones de su medio; las ramas son frecuentemente cortadas brutalmente, el tronco recibe golpes ocasionados por las máquinas de obra y las raíces son cortadas por las zanjas o los dispositivos enterrados bajo la carpeta asfáltica.

El cuello del árbol es la zona situada justo sobre el suelo como límite entre el tronco y las raíces; es particularmente sensible a los golpes y sobre todo a quedar enterrado. En caso de trasplante hay que cuidar escrupulosamente que el cuello quede justo al ras del suelo tomando en cuenta su asentamiento. Esta parte del árbol es comúnmente maltratada por las podadoras permitiendo que hongos y parásitos ataquen al árbol y lo maten con el tiempo.

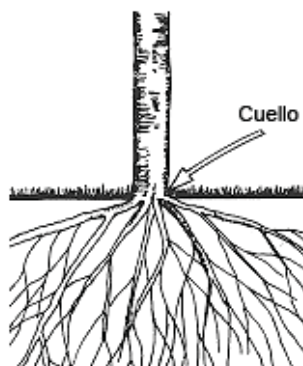


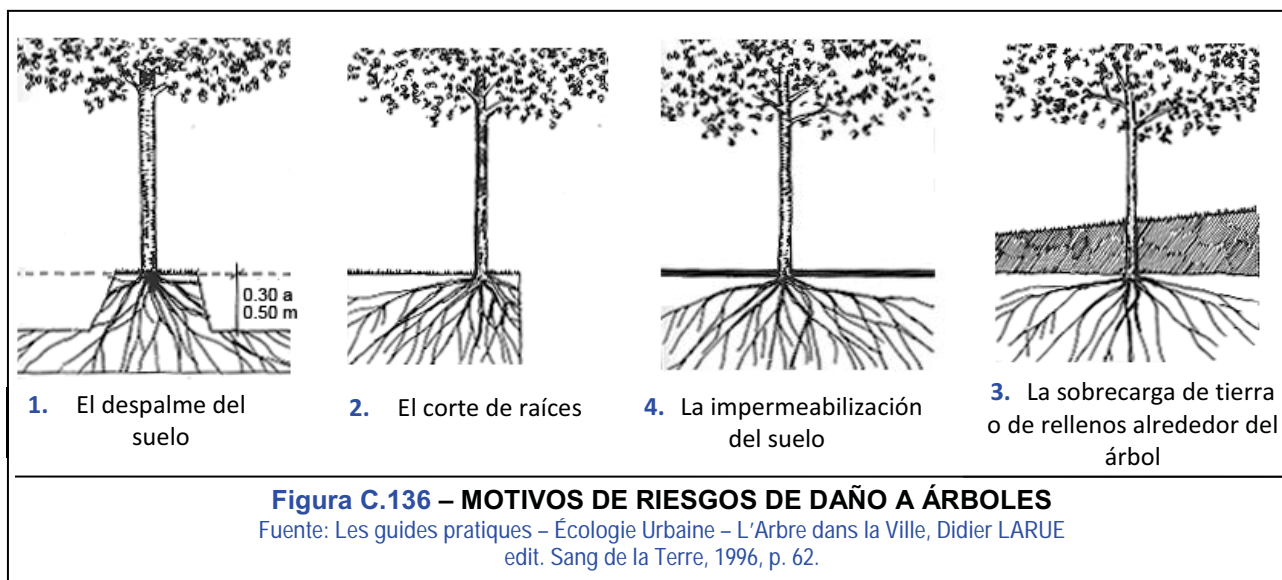
Figura C.135 - RESPETO DEL CUELLO DE LOS ÁRBOLES

Fuente: Les guides pratiques – Écologie Urbaine – L'Arbre dans la ville, Didier LARUE
Edit. Sang de la Terre, 1996 ; p. 62.

8.4.3.3 Las raíces

El punto más delicado a tratar en el mantenimiento de los árboles de un proyecto es seguramente la preservación de sus raíces que es la parte invisible y, sin embargo, fundamental de su existencia.

Un árbol se expone al peligro cuando se efectúan las cuatro operaciones siguientes:



En cada caso el árbol puede desmejorarse en proporción a la cantidad de raíces cortadas. (casos 1 y 2) lo cual es menos grave a largo plazo que cuando se impermeabiliza el suelo (caso 3) o cuando se modifica la nivelación del suelo (caso 4) donde se puede llegar a provocar la muerte de los árboles.

Muy comúnmente se dispone una pequeña plaza centrada alrededor de un bonito árbol existente que lo desmejora a lo largo de los años por el corte de sus raíces, en 30 cm aproximadamente, por la realización de vialidades y cimientos donde se deja de tener intercambios de agua y aire a través del recubrimiento.



C-9 MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de residuos relacionado con los desarrollos de vivienda necesita considerarse primeramente para las obras en construcción y en segundo lugar para los ocupantes de las viviendas durante su vida diaria.

En lo referente al manejo y aprovechamiento de residuos sólidos en las obras de construcción de vivienda y trabajos periféricos de urbanización, infraestructura y equipamiento son dos de los principales lineamientos referidos a este tema a respetar:

- I.- Limitar y reducir a su mínima cantidad los desperdicios y sus consecuentes residuos.
- II.- Favorecer el reciclaje y la re-evaluación de los residuos sólidos.

9.1 Reducción de desechos

Las *principales consignas para limitar al mínimo posible el desperdicio de materiales* implican tomar conciencia del gasto económico y de la energía requerida para la obtención, elaboración, transporte y colocación de los materiales de construcción, para buscar la utilización inteligente y la protección al medio ambiente de estos recursos bajo los siguientes criterios:

- Elaboración de proyectos despiezados en todos sus componentes constructivos y complementados con piezas especiales de ajuste y de remate en base a la coordinación modular, con objeto de eliminar cortes de materiales y sus correspondientes piezas o pedacerías sobrantes (este criterio puede aplicarse a piezas de mampostería, viguetas, bovedillas, tablaroca, losetas, parquets, etc.).
- Reducción de componentes constructivos con formas geométricas complicadas que requieren moldes complejos y uso improvisado de materiales.
- Reducción de multiplicidad de materiales de obra, buscando también que todos puedan reciclarse fácilmente en la misma obra preferentemente.
- Búsqueda de colocación de materiales en seco utilizando lo menos posible agua para su preparación y colocación.
- Empleo de sistemas constructivos libres de cimbras salvo algunos casos donde se buscan cimbras y apuntalamientos de marca patentada y de larga vida (fábrica móvil) para evitar desperdicio de madera, alambre y clavos.
- Desarrollo de materiales durables para un reducido mantenimiento y alargamiento de su vida útil disminuyendo a la vez sus tiempos o ciclos de reciclado.
El despiezado permite también que los materiales y componentes utilizados puedan re-emplazarse en un futuro (no sólo componentes de fácil desmontaje como las puertas y ventanas, sino muchas piezas de la obra negra como el block, el tablaroca o la teja y de obras de urbanización como los adoquines, losetas y adopastos colocados sobre cama de arena).
- Estudio detallado de nivelaciones de los terrenos para reducir en el diseño movimientos de tierra. Como consecuencia de este criterio se buscan terrenos planos para el desarrollo de los proyectos y, en caso de no lograrse, se procura compensar los rellenos y excavaciones para reducir los acarrees fuera de obra y la importación de material térreo de banco.
En caso necesario, se debe buscar estabilizar el suelo con cal y/o con cemento mezclado con agua tratada o de lluvia, en vez de sustituirlo, cribando el producto de despulme para separar el desecho vegetal de la tierra y reducir los acarrees (en muchos casos se ha llegado a reducir hasta el 100% de material a sacar de la obra).
- Empleo de instalaciones provisionales fácilmente desmontables y reutilizables (talleres de obra, oficinas, almacenes, pavimentos, etc.).
- Utilización de equipo multifunciones para la manipulación de insumos reduciendo daños significativamente y roturas que se dan con la manipulación manual.
- Reducción de material de embalaje; utilizar concreto premezclado y mortero premezclado.
- Paletización y contenerización de materiales para reducir el desperdicio y la contaminación por manipulación.

Además de los palets, artesas, tolvas y contenedores recomendados para ser utilizados para el transporte, elevación y procuración de todos los materiales de obra por medios mecánicos, hay que considerar medios similares para el consumo y empleo de combustibles y lubricantes, agua tratada, agua potable u otros líquidos y materiales a granel (tierra, cascajo, arena, grava, etc.).

Para el almacenamiento de combustibles, lubricantes y aditivos, por ser inflamables y contaminantes, se utilizan medios de estiba que retienen a los líquidos para evitar la contaminación del suelo (tinajas de depósito) preparaciones para ser cargados y transportados con horquillas de montacargas.

Existen también contenedores que ofrecen mayor seguridad protectora contra posibles incendios y explosiones.

La siguiente figura muestra algunas opciones de este tipo de dispositivos.

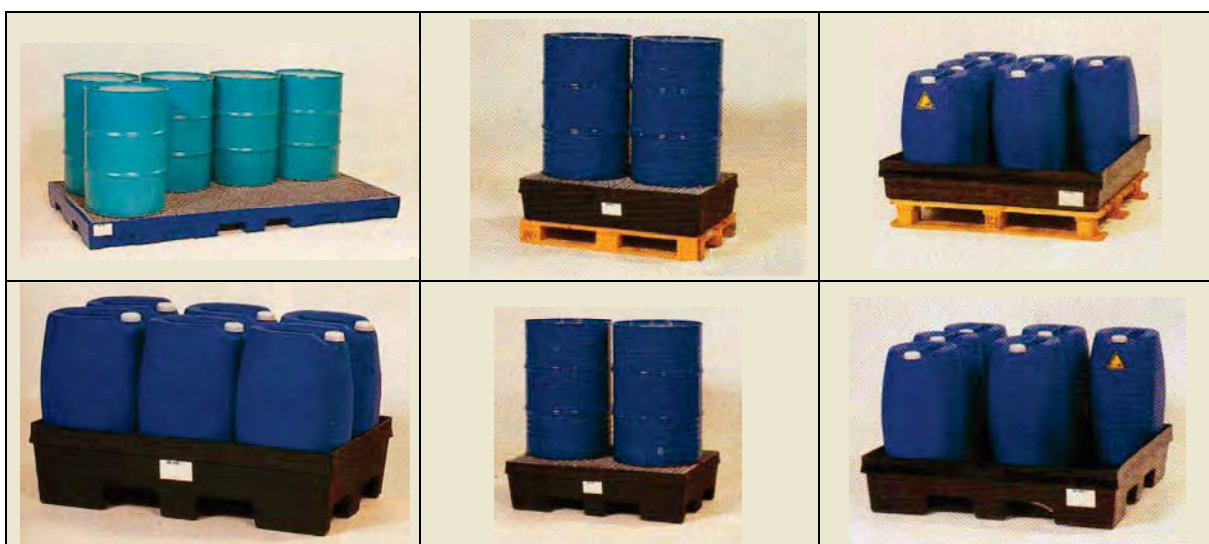


Figura C.138a – Plataformas y tinajas metálicas y de plástico para apoyar sobre ellas los depósitos de líquidos contaminantes.



Figura C.138b – Contenedores de protección de acero pintado y acero galvanizado para la colocación de depósitos de combustibles, lubricantes y otros fluidos derivados del petróleo.

Figura C.138 – DIFERENTES OPCIONES PARA EL ALMACENAMIENTO Y MANEJO EN OBRA DE LÍQUIDOS INFLAMABLES – Fuente: Catálogo de productos, empresa PyD Eco-systèmes; p. 5, 9 y 10.

Para el almacenamiento de combustibles así como de agua tratada, agua pluvial y agua potable para uso en obra, es sumamente práctico el empleo de contenedores de plástico de 1 m³ de capacidad cuya base tiene entradas para horquillas de montacarga (ver figura C.139).



Fuente: Catálogo de productos EP68-IV, empresa: SOTRALENTZ Habitat, p. 2



Fuente: Publicidad de productos, empresa ROMIX PRECAST Inc., edit. Revista Precast Concrete Association, ene/feb 2013, p. 30

Figura C.139 – RECIPIENTES DE PLÁSTICO DE 1m³ DE CAPACIDAD provistos de base para horquillas, tapón de boca de llenado, válvula de cierre de salida (en parte inferior) y malla de protección contra golpes. En el caso de ser usados para el almacenamiento de combustibles deben tener una tina de protección contra derrames con entradas para horquillas de montacargas.

Cuando se requiere almacenar material a granel para ocupar menos espacio, para poder cuantificar de forma directa su volumen, para evitar la contaminación entre materiales y para mantener la obra en las mejores condiciones de limpieza posibles, es de gran utilidad el empleo de bolsas plásticas de alta resistencia con una capacidad de hasta 800 l y de fácil manipulación con los medios mecánicos (Figura C.140).



Poco voluminoso para su guardado, pesa sólo 4 kg.



Su llenado puede hacerse a mano o con máquinas y durante éste se requiere mantenerlo abierto con la ayuda de 4 piquetas que tengan sus tirantes. Una vez llenadas se unen y amarran los tirantes entre sí para su cierre.



Fácil de manipular con equipo de obra provisto de horquillas o gancho (.90 x .90 x .80 ó .90 x .90 x 1.00 m)



Fácil de vaciarse al poderse desfondar al tirar un cordel a distancia. Al desfondarse la bolsa debe estar apoyada sobre su soporte (suelo, plataforma de camión, etc.) para no dejar caer el material con el riesgo de provocar un accidente y de dispersar polvo.



Figura C.140 – BOLSAS O SACOS DE TELA DE ALTA RESISTENCIA MECÁNICA (carga máxima 1250 kg) E IMPUTRESCIBLE DE 650 a 800 l de capacidad para contener materiales a granel. Están provistas de bandas de señalización fluorescente y pueden llevar un letrero o anuncio específico. Su vida útil es de 2 a 3 años usadas en condiciones normales. Son 100% reciclables.

Fuente: Catálogo de producto Taliasac, empresa: TALIAPLAST

9.2 Reciclaje de desechos

Para el *reciclaje y re-evaluación de desechos* hay que buscar materiales cuyo proceso de reciclado no sea complicado y que, en la mayoría de los casos, se pueda hacer el reciclaje en la misma obra contando con equipo de trituración para hacer este trabajo.

- Para reciclar el material de desperdicio de productos precolados y vibrocomprimidos, así como del concreto y mortero endurecido, es de gran utilidad un molino de martillos o de un cucharón triturador para su reciclaje en obra.
El material contaminado con arcilla del mismo suelo se separa y se utiliza una vez estabilizada para mejorar las condiciones de circulación de los caminos de obra o las bases de pavimentos.

Para recoger de la obra el material a reciclar hay que disponer de contenedores, bolsas o recipientes de 1m³ de capacidad, distribuidos estratégicamente en la superficie de la obra y transportados por el equipo multifunciones disponible para la distribución de materiales. Mantener las obras limpias sin lodo, polvo, materiales o herramientas y lo mejor nivelado posible.

En obras de mayor magnitud se pueden utilizar cajas abiertas (open top) para el almacenado del material de obra a reciclar, a reutilizar o a regenerar separando: agregados de demolición, acero, papel y cartón, plásticos, vidrio o especiales en su caso.



Figura C.141 – CAJAS DE ACERO TRANSPORTABLES CON CAMIÓN PARA DEPÓSITO DE DESECHOS SEPARADOS
Fuentes: Revista : Les Cahiers Techniques du Bâtiment – Abril 2005 No. 251 ; p. 12 y Le Moniteur hors-série, Construire Durable, Marzo 2008 ; p. 118

Eliminar acarreo fuera de obra innecesarios y reutilizar adecuadamente el material del suelo y el material triturado.

- Despiezar el refuerzo del concreto en tramos submúltiplos de sus medidas de fabricación. Los eventuales cortos tramos de varilla que se den pueden usarse como silletas o calzas del acero, como separadores o, si las medidas lo permiten, como bastones de refuerzo. Mucho del acero también se recicla en la fabricación de precolados.
- Instalación de puestos de trabajo o talleres para la rehabilitación de palets de madera así como la adquisición de palets de plástico de larga duración.
- Utilizar el aceite hidráulico de las máquinas de obra (que ya no puede centrifugarse para quedar con la calidad requerida) como desmoldante de moldes de piezas precoladas y vibrocomprimidas y cimbras así como para proteger contra la incrustación de concreto las tolvas de volquetes y las bachas de concreto.

- El poliestireno sobrante se regresa al fabricante para el reciclaje en su producción de bovedillas y paneles (puede utilizarse hasta un 25% de material reciclado en su fabricación), se puede triturar y utilizarse como relleno aislante de huecos en los bloques de fachada o como agregado en la fabricación de morteros aislantes de relleno para dar pendientes en cascos de azoteas planas.
- En los casos en los que se inicia la construcción donde existan ya edificaciones o construcciones antiguas, se hace un levantamiento de dichas obras con objeto de planear su desmantelamiento y demolición con el aprovechamiento o reutilización de sus materiales en obras exteriores de urbanización o de ornato en sitios estratégicos del proyecto. Se puede reutilizar, por ejemplo, sillares de piedra o de tepetate en bardas de escuelas. Se ve también si estas construcciones pueden aprovecharse antes de su demolición como instalaciones provisionales (oficinas, almacenes, etc.).
- Siempre se busca conservar separados los diferentes materiales y evitar la contaminación del suelo o un mezclado controlado.

9.3 Reducción de desechos

Las políticas sobre reducción de desechos y aprovechamiento de residuos, al igual que las de seguridad e higiene, deben aplicarse como rutinas y hábitos de trabajo cuya implantación requiere tiempo y constancia así como la integración de nuevas y abiertas actitudes de los cuadros técnicos y de los trabajadores de obra.

La competitividad de las empresas mexicanas dedicadas a la construcción depende, entre otras cosas, de la reducción de sus costos a través de la reducción de desperdicios y el reciclaje productivo de sus desechos.

En las obras todos los residuos sólidos, por ser inertes o de origen vegetal (material de despalle), son reciclables, reusables o regenerables.

Los residuos sólidos generados por los trabajadores de la obra deben depositarse en recipientes separados de orgánicos e inorgánicos y entregarse al servicio público de limpieza diariamente.

9.4 Compostado y abono

El *Compostado* de los restos orgánicos puede transformarse en abono para las plantas del jardín, al apilar residuos orgánicos, éstos se descomponen por la actividad de microorganismos bajo ciertas condiciones de oxigenación; al producto final de este proceso se le denomina composta.

La composta es ideal para mejorar las propiedades del suelo de los jardines y sirve de abono para las plantas.

A diferencia de la simple fertilización mineral, la composta ayuda a conservar y mejorar la fertilidad de la tierra.

Como efecto positivo se da el aprovechamiento de desechos domésticos pudiéndose reducir residuos hasta en un 30%; por ello, el promover que cada usuario de su vivienda haga su propia composta es una buena contribución a la reducción de basura y a la mejora ecológica.

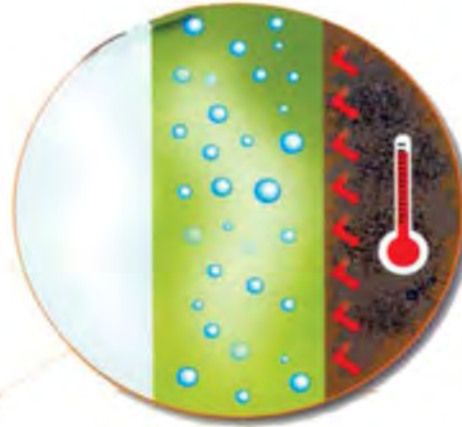
Existen en el mercado compostadoras de plástico de 400 L a 600 L de capacidad para ser utilizadas en viviendas. Las capacidades de las compostadoras se determinan en función del número de habitantes. Las compostadoras de 400 L se recomiendan para viviendas de dos o tres habitantes y las de 600 L para tres o más habitantes.

Una compostadora se coloca directamente sobre el terreno para facilitar su acceso de gusanos y microorganismos. Para evitar la entrada de roedores u otros pequeños animales se instala una base con rejilla.

Gracias a sus paredes termoporosas, ofrece las mejores condiciones de aislamiento.

El calor generado permanece dentro de la compostadora y acelera el proceso de descomposición.

Es un material resistente a la radiación UV y condiciones exteriores.



Ajuste de la tapa

Fácil llenado a través de dos amplias aberturas

La tapa permite la evacuación de aire húmedo generando unas condiciones térmicas ideales dentro de la compostadora.

Fácil extracción del compost a través de dos grandes puertas

Sistema de fácil cerrado
Montaje sin herramientas

Rápida descomposición sin olores gracias a las rejillas inferiores y laterales

La base en forma de rejilla permite el acceso de micro-organismos a la compostadora y la proteje de roedores y otros animales. Las partes de la base se ensamblan entre sí.

Figura C.142 – COMPOSTADORA DE PLÁSTICO – Fuente: Catálogo de productos, empresa THERMO-KING; p. 22

Las Normas Mexicanas separan a los residuos sólidos como *inorgánicos* (plásticos, vidrios, metales, papel, cartón y varios), de *manejo especial* (pilas, aceites, solventes, pinturas) y *orgánicos* (huesos, restos de carne, pan, sopa, cascarones de huevo, servilletas y pañuelos desechables usados, filtros de papel de cafetera y café, cáscaras de frutas y verduras, animales muertos, heces, pasto seco, hojarasca, poda, flores).

Puede instrumentarse para las obras un plan de reducción de desperdicios y de reciclaje o reuso detallado con importantes ahorros directos e indirectos.

En lo referente a los residuos orgánicos pueden utilizarse como composta para jardín los residuos de fruta, vegetales, café, cascarones de huevo, flores, hojas, pasto y restos de plantas tanto generados en la obra como generados por los ocupantes.

El proceso de compostaje es más efectivo si la compostadora se coloca en un sitio soleado. El calor del sol es necesario para la evaporación de la humedad contenida en los desechos, aunque no debe secarse nunca completamente. La compostadora debe situarse también en una zona protegida de vientos fuertes aunque siempre debe mantenerse con circulación de aire.

Conviene colocar el material orgánico voluminoso, como por ejemplo, ramas de poda, en la base y el material más menudo de materia orgánica del jardín y la cocina, bien mezclado entre sí, en la parte superior con objeto de facilitar la entrada de aire a la composta y la evacuación del agua en exceso.



Figura C.143 – UBICACIÓN DE COMPOSTADORA CON PAVIMENTO LATERAL
Fuente: Catálogo de empresa THERMO-KING; p. 21

Entre más se mezclen los residuos más fácil y rápida será la descomposición. Al principio no se debe de llenar la compostadora al máximo, sólo se va llenando con los residuos orgánicos que se generen día a día.

Los residuos de la cocina tienen un alto contenido de agua y ello necesita asegurar una fuente de oxígeno suficiente por medio de una buena ventilación. Deben mezclarse bien los materiales húmedos con los secos así como los grandes con los finos.



Figura C.144 – LLENADO DE COMPOSTADORA
Fuente: Catálogo de empresa THERMO-KING; p. 23

Los materiales a compostar pueden ser los restos de fruta y vegetales, de café, cáscaras de huevo, restos de plantas, tierra de macetas y hojas de árboles.

No se debe poner en la compostadora carne, productos derivados de la carne, pescado, restos de comida, pan, queso, huesos, plantas enfermas, cenizas de barbacoa, cigarrillos, bolsas de plástico y basura de la calle (tierra, heces, etc.).

C-10 GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL EN LAS OBRAS

El impacto de los procesos de construcción sobre el medio ambiente se presenta en diferentes formas que incluso inciden en la selección de materiales y productos medioambientalmente seguros aplicables al proyecto.

El diseño arquitectónico y lo previsto en el plan de obra pueden alterar la conformación del terreno, el drenado, la vegetación y la vida silvestre dando como consecuencia impactos del proyecto a largo plazo, como por ejemplo: el azolvado de presas de regulación o efectos dañinos para peces y otros animales así como la erosión en zonas altas y secado en las zonas bajas.

Hay que poner especial atención a los impactos medioambientales de las actividades durante la planeación, el diseño y la operación del proyecto así como durante la ejecución de la obra siendo esta última la que se comentará a continuación.

La administración de la construcción hoy en día está sujeta a una gran variedad de leyes y reglamentos relativamente recientes que estipulan la manera en que deben llevarse a cabo varias acciones para minimizar los impactos al medioambiente; adicionalmente, debemos concientizarnos de la obligación ética de protección del medio ambiente.

Los rubros sujetos a ser monitoreados y controlados por el responsable de la obra son generalmente los siguientes:

1. Drenaje del agua y escurrimientos,
2. Operaciones de compactación con equipo mecánico,
3. Generación de lodo, polvo y agua lodosa adherida a los neumáticos,
4. Contaminación del aire,
5. Contaminación con productos derivados de petróleo y otros derrames,
6. Descargas a cuerpos de agua,
7. Depósito de desechos sólidos,
8. Productos de demolición y de renovación,
9. Servicios sanitarios para los trabajadores,
10. Especies en peligro,
11. Protección de la vida silvestre,
12. Ruido,
13. Hallazgos arqueológicos

10.1 Drenaje y escurrimientos de agua

Como el suelo queda expuesto y removido, la erosión del suelo puede incrementarse notoriamente. La configuración del terreno puede alterarse y parte del suelo puede ser conducido hacia los cursos de agua. Es a veces necesario instalar barreras de retención de azolve o presas (ver figura C.145).

Incluso, si no se da un incremento de erosión, las trayectorias del drenado pueden alterarse con los consecuentes impactos negativos hacia los terrenos adyacentes; por ello, es conveniente en estos casos hacer zanjas temporales de drenaje para dirigir al escurrimiento a las direcciones convenientes durante las operaciones de construcción.



Figura C.145a – BARRERA DE RETENCIÓN DE AZOLVE de 40 cm de altura al borde de la construcción de una vialidad

Fuente: Storm Water Pollution Control, second edition, autor: Roy D. DODSON, P.E. Mc Graw Hill, 1998, p. 371

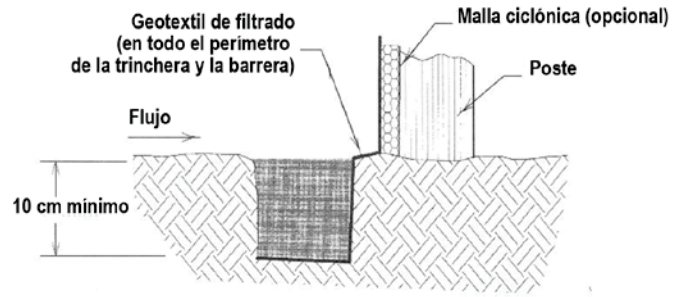


Figura C.145b – DETALLE CONSTRUCTIVO DE BARRERA DE RETENCIÓN DE AZOLVE

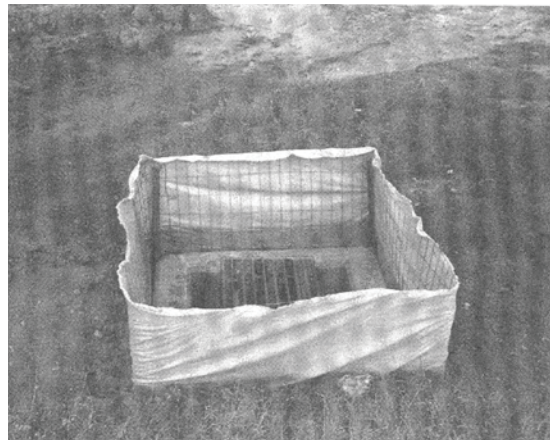


Figura C.146 – DRENADO POR FILTRADO CON GEOTEXTIL HACIA REGISTRO

Fuente: Storm Water Pollution Control, second edition, autor: Roy D. DODSON, P.E. Mc Graw Hill, 1998, p. 377

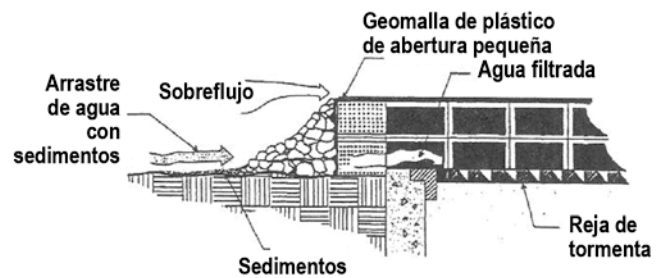
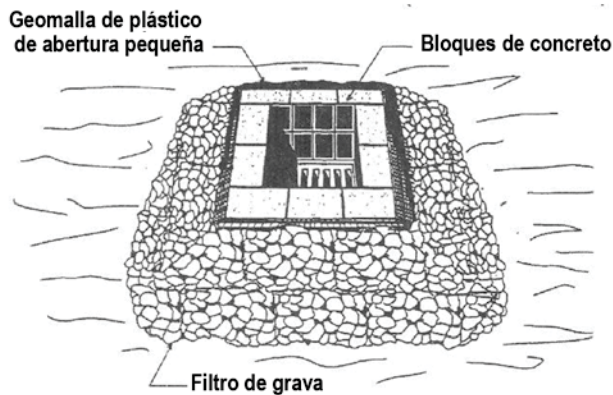


Figura C.147 – FILTRADO Y PROTECCIÓN DE REGISTROS Y REJILLAS CON SOBRE-ELEVACIÓN DADA CON BLOQUES DE CONCRETO Y GRAVA

Fuente: Storm Water Permitting, a guide for builders and developers, editor NAHB (National Association of Home Builders), 2006; p. Apéndice A p. 31

10.2 Operaciones de compactación con equipo mecánico

La circulación de camiones y equipo de construcción sobre el suelo puede causar su compactación incrementando su impermeabilidad y causando que el agua de lluvia se estanque sobre su superficie hasta que pueda llegar a evaporarse; para evitar esto, es posible que se requieran hacer trabajos provisionales de drenado y la reconfiguración de pendientes de los caminos de acceso y circulación para desalojar al agua hacia fuera de la obra o hacia un pozo de absorción previsto para esta situación.

10.3 Generación de lodos, polvo y agua lodosa

Otro impacto por la lluvia y por el uso del agua en la obra es la formación de roderas y la acumulación de grandes cantidades de lodo o de agua con lodo esparcidas sobre las circulaciones y otras áreas exteriores a la obra (vialidades) dando como resultado el azolvado de las redes de drenaje, la generación de polvo y condiciones del sitio desagradables. La reducción de dicha contaminación sobre las vialidades y caminos locales requieren de una escrupulosa limpieza de los neumáticos del equipo antes de salir de la obra o restringir los trabajos sobre superficies secas, estabilizadas con cal o cemento o recubiertas con placas protectoras del suelo (ver figura C.148).



Fuente: Revista Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment – Matériels – Special Intermat 2012, p. 108



Fuente: Catálogo de productos, empresa Altec-Francia

Figura C.148 – PLACAS DE RODAJE ANTIDERRAPANTES PARA LA PROTECCIÓN DE SUELOS EN ACCESOS Y CIRCULACIONES DE OBRA. En vez de estar rociando y consumiendo constantemente agua sobre la superficie del suelo para evitar la generación de polvo por la circulación de equipo y por la acción del viento, la colocación de estas placas sobre el suelo previamente humedecido evita la pulverización y el ensuciado del ambiente, del equipo y de la obra avanzada. En época de lluvias, una vez estabilizada y drenada la superficie del suelo, con la protección dada por las placas, se evita la remoción del suelo y la formación de lodo cuyas roderas formadas dificultan o atascan el movimiento de las máquinas.

10.4 Contaminación del aire

El polvo no sólo puede producirse por los neumáticos del equipo sino también por cualquier operación efectuada sobre el terreno como la excavación para cimentaciones o la compactación de plataformas o bases. Regularmente, se debe efectuar uno o más acarrees para rociar de agua la superficie del suelo con objeto de minimizar la producción de polvo. Otras fuentes de contaminación del aire son las mezcladoras para producir concreto al vaciar el cemento o los agregados secos al trompo.

Se pueden utilizar bolsas o filtros para retener las partículas y evitar que se puedan esparcir en la atmósfera. Los molinos de trituración de material reciclado así como las cortadoras de disco y pulidoras también generan polvo y, por ello, el mojado persistente del material mientras se tritura o se corta o el empleo de aspiradoras para succionar el polvo adaptadas al equipo por el mismo fabricante son medidas indispensables a tomar.

10.5 Contaminación con productos derivados de petróleo

Los derrames de los recipientes de combustibles, lubricantes y aditivos así como sus dispositivos de alimentación y descarga pueden fluir hacia el agua del subsuelo o hacia cuerpos de agua. Debe disponerse de charolas o contenciones dispuestas abajo y en el contorno de los depósitos o áreas de almacenamiento para contener los derrames hasta que puedan ser removidos.

Se emplean también membranas impermeables bajo los dispositivos de llenado y vaciado o de distribución con contenciones en su alrededor con el mismo propósito.

Se debe prever también un plan de contingencia contra derrames sobre el suelo y hacia el agua. Para contener y limpiar derrames al agua se requerirán de barreras separadoras y contenedoras equipadas con bomba para remover productos derivados del petróleo. Los derrames al suelo requerirán la separación de dicho suelo contaminado seguido de su remoción y depósito en un lugar donde pueda ser incinerado o tratado de manera eficiente.

10.6 Descargas a cuerpos de agua

Las descargas de agua a arroyos o redes (por medio de tubería o de canales y zanjas) o a cuerpos de agua, deberán previamente pasar por un dispositivo de eliminación de contaminantes.

Se consideran como contaminantes de manera muy general pero específicamente los más comunes los siguientes: desechos dragados, desechos sólidos, residuos de incineración, aguas negras, basura, desechos químicos, materia biológica, materiales radioactivos, rocas, arena, suciedad almacenada y desechos industriales, municipales y agrícolas. Varias de estas sustancias, aunque no todas, pueden dejar las operaciones de construcción y, por ello, hay que tener la previsión para separar y tratar a todos estos contaminantes.

10.7 Depósito de desechos sólidos

A pesar de los esfuerzos para ser eficiente en el uso de los materiales, toda operación de construcción produce importantes cantidades de desechos sólidos como madera, metales, plásticos, papel, piedra, concreto, yeso y hule.

Antiguamente muchos de estos desperdicios se quemaban en la obra pero implica contaminar el aire y, por tanto, dichos desperdicios se transportan a tiros autorizados para su reciclado.

Los camiones que transportan dichos desechos deben disponer de lonas para cubrirlos durante el flete y circulación por vialidades urbanas.

Desde la obra se deben separar los diversos tipos de desechos para su depósito a diferentes clases de tiros.

10.8 Productos de demolición y de renovación

Se debe de dedicar especial atención para la extracción y el manejo del producto de demoliciones y renovaciones de construcciones existentes.

Específicamente, hay que separar los productos de asbesto y de otros materiales peligrosos.

10.9 Servicios sanitarios para los trabajadores

Se debe de disponer de los servicios sanitarios y de higiene para los trabajadores respetando las exigencias del reglamento de construcciones.

Durante la duración de la obra todas estas instalaciones deben mantenerse limpias y funcionando por medio de un mantenimiento rutinario.

Debe de prohibirse estrictamente orinar o defecar en el área de trabajo.

10.10 Protección de la vida silvestre

Aunque la vida silvestre no está considerada en peligro, se debe de cumplir con la reglamentación que restringe sus afectaciones restringiendo las acciones de obra y exigiendo medios de protección a implementar en el sitio.

En ocasiones se restringen, en ciertas épocas del año, operaciones de extracción de suelo, tendido de tuberías enterradas para adecuarse a las migraciones de ciertas especies y al desarrollo estacional de la vegetación

Se debe tener especial atención con la fauna nociva, estableciendo su fumigación controlada.

10.11 Ruido

Se dan muchas fuentes de ruido en las obras en construcción como los dados por: barrenadoras, martillos rompe-rocas, trituradoras, generadores de electricidad, compresores, equipo mayor de obra (cargadoras, retroexcavadoras, manipuladores telescópicos, grúas, etc.).

El requisito indispensable: respetar los niveles de decibeles permitidos por los reglamentos locales. Generalmente los niveles mayores de ruido permitidos se dan durante las horas regulares de trabajo y se reducen significativamente en tempranas horas de la mañana, en la tarde avanzada y en la noche.

Debe de cuidarse la reducción del ruido que pueda crear molestias a los vecinos, principalmente en las horas en que estén en sus casas.

10.12 Arqueología

Algunas veces, durante la excavación para una edificación o durante el movimiento de tierra para un proyecto dado, se pueden descubrir restos arqueológicos, incluyendo, además de objetos y vestigios, restos humanos.

En dado caso, debe definirse un procedimiento a seguir para el tratamiento de lo descubierto y su efecto sobre los trabajos de obra implicando las afectaciones en tiempo y costo. Generalmente se debe de notificar a las autoridades correspondientes para seguir sus instrucciones al respecto.

La afectación de un descubrimiento arqueológico puede llegar a afectar de manera significativa a un proyecto llegándose, en algunos casos, al paro total de los trabajos y a la demolición de lo iniciado antes del descubrimiento.

Será imprescindible analizar la probabilidad de ocurrencia de la existencia de ruinas y vestigios arqueológicos y los riesgos consecuentes para un proyecto que se pretenda realizar en centros históricos o en sus cercanías o en zonas de las que se tenga el conocimiento de acontecimientos o hechos históricos antiguos.

10.13 Reglamentación medioambiental

Las autoridades exigen, en algunas obras con características muy definidas en las leyes y reglamentos, estudios específicos de impacto ambiental y programas de protección civil los cuales deben cumplirse rigurosamente.

En todas las obras en proceso, aunque no lo requieran las autoridades, es conveniente implementar las medidas de higiene, seguridad y salud, así como las de carácter medioambiental.

El alcance de un programa de protección civil incluye: señalización de seguridad previsiones contra incendio, explosión y sismo principalmente.

Desde la fase de diseño y muy principalmente en el plan de obra, deben tenerse previstos para todas las etapas del proceso constructivo, los medios de apuntalamiento y los cuidados a tomar en andamios y en la obra incompleta y fresca para resistir las sorpresivas acciones de tormentas, vientos fuertes y sismos, así como las previsiones para evitar incendios, corto-circuitos y electrocuciones, explosiones, derrumbes, etc.

Para el *proceso de obra*, deben incluirse al Reglamento de la Obra las consignas de mitigación ecológica aunadas a las de higiene y de seguridad generalmente mostradas en dibujos animados para una comprensión sencilla y amigable.

Las consignas y las disposiciones consideradas desde la fase de diseño deben respetarse escrupulosamente cuando el proyecto debe cumplir con su dictamen de impacto ambiental en el que, además de las exigencias administrativas se debe de documentar el control del manejo de residuos sólidos, prohibiéndose la quema de basura y prender fogatas; evitando afectar a la flora y a la fauna presente en la zona y áreas colindantes al predio y manteniendo sistemáticamente la limpieza de toda la obra.

Se debe disponer de tinas para depositar el derrame de sustancias líquidas de cualquier tipo y principalmente combustibles, lubricantes, plaguicidas y productos similares, evitando totalmente su vertido al suelo.

En el inicio de obra se habilitará primeramente, en lo posible y conveniente, el sistema alternativo de aprovechamiento y/o absorción de agua pluvial (almacenando el agua de lluvia en la(s) cisterna(s) previstas en su caso, para ser aprovechada durante los trabajos de obra) así como la conexión de aguas negras a la red pública para desaguar las aguas servidas de los servicios sanitarios de obra con objeto de no descargar aguas residuales al subsuelo.

Para la mitigación del ruido generado por los trabajos de la obra, se deberá ejecutar primeramente la barda o el tapial perimetral con objeto de aprovecharlos como barrera acústica.

Toda descarga de material realizada en vía pública debe cumplir con un rango de horario y un máximo de ruido.

Se deben tener en la obra recipientes para el depósito de los residuos sólidos generados. Los residuos sólidos orgánicos se depositarán en recipientes color verde para residuos orgánicos, color gris para materiales inorgánicos reciclables con su correspondiente letrero indicativo.

Se mantendrá la superficie del terreno humedecido con el agua de lluvia almacenada o con agua tratada comprada para evitar la generación de polvo. Es muy recomendable el empleo de esteras de plástico para la circulación del equipo de obra. En los casos de excesiva saturación del suelo en las zonas de circulación se utilizará cal para el mezclado y la estabilización de su superficie. La última generación de cementantes limita la generación de polvo.



Figura C.149 – COMPARACIÓN ENTRE CEMENTOS TRADICIONALES MUY PULVERULENTOS Y CEMENTOS DE NUEVA GENERACIÓN SIN CREACIÓN DE POLVO VOLÁTIL

Fuente: Revista: BTP Magazine No. 196, Abril 2006; p. 163

Se buscará aprovechar el material producto de excavación por la ejecución de cimientos como relleno o base para dar niveles bajo firmes o acabados de piso y así evitar acarreo fuera de obra.

Se cuidará que los camiones de transporte de material a granel dispongan de una lona de protección para evitar una eventual caída de residuos y polvo al circular en la vía pública. Así mismo, deberán limpiarse sus neumáticos al salir de la obra para no ensuciar las vialidades de uso público.

El empleo de mortero predosificado suministrado en bultos de 50 kg y de concreto premezclado suministrado en olla concretora, hace innecesaria la compra de agregados a granel sustituyéndose así el suministro con camiones de volteo