

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN.**



# **MANUAL DE LOS PREFABRICADOS.**

## **TESINA.**

**TRABAJO PROFESIONAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE ARQUITECTO.**

**PRESENTA:  
PAOLA FERRER VALENZUELA.**

**ASESOR:  
LAMBERTO GUSTAVO HERNÁNDEZ Y VERDUZCO.**

**FECHA: MAYO 2017**

Santa Cruz, Acatlán, Edo. de México



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.



## INDICE.

• AGRADECIMIENTOS.....	7
• INTRODUCCION.....	9
• ALCANCES. ....	12
• OBJETIVOS. ....	12
• HIPOTESIS. ....	13
• METODOLOGIA EXPLICATIVA. ....	13
CAPITULO I. ANTECEDENTES HISTORICOS. ....	15
• ¿QUES ES LA CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA? .....	17
• EVOLUCION HISTORICA DE LA CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA. .	17
CAPITULO II. PREFABRICACIÓN. ....	26
• MEDIOS DE PRODUCCIÓN. ....	28
• CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA VS CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL. ....	29
• ¿QUE ES PREFABRICACIÓN? .....	30
• VENTAJAS FUNCIONALES.....	31
• VENTAJAS DE DISEÑO.....	35
• VENTAJAS DE CONSTRUCCIÓN. ....	36
• VENTAJAS ECONOMICAS.....	37
• VENTAJAS DE TIEMPO.....	37
• DESVENTAJAS DE LA PREFABRICACIÓN. ....	38
• MATERIALES.....	39
CAPITULO III. MAQUINARIA.....	43
• PLANTA DE CONCRETO. ....	45
• MAQUINAS PARA VIGAS PRETENSADAS, SLIPFORMER EF 5000.....	46

• EQUIPOS DE TRANSPORTE ESPECIALIZADOS.....	48
• REGLAMENTOS Y SEGURIDAD.....	51
CAPITULO IV. MONTAJE DE LOS PREFABRICADOS.....	53
• MONTAJE. ....	55
• SELECCIÓN DE LA GRUA Y LOS EQUIPOS AUXILIARES. ....	56
• FASES DEL MONTAJE.....	58
CAPITULO IV. CLASIFICACION.....	61
• ELEMENTO SIMPLE.....	63
• ELEMENTO REFORZADO.....	64
• ELEMENTOS PRETENSADOS.....	64
• CONCEPTOS BASICOS DEL PRE ESFUERZO.....	65
• DIAGRAMA DE MOMENTOS FLEXIONANTES (COMO TRABAJA EL PRESFUERZO).....	66
• DEFORMACION TIPICA DE TRABES PRETENSADAS. ....	67
• CARACTERISTICAS DEL PRETENSADO.....	68
• PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PRETENSADO. ....	70
• ELEMENTOS POSTENSADOS.....	72
• CARACTERISTICAS DEL POSTENSADOS. ....	73
• PROCESO CONTRUCTIVO DEL POSTENSADO. ....	75
CAPITULO VI. MATERIALES. ....	77
• MATERIALES.....	79
• CONCRETO.....	79
• CARACTERISTICAS DEL CONCRETO. ....	81
• ACERO DE REFUERZO .....	82
CAPITULO VII. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS. ....	83
• ¿QUE ES UN PARAPETO? .....	85
• CARGAS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO.....	85
• ARMADO DE PARAPETO.....	86
• ARMADO DE PARAPETO.....	87

• ARMADO DE PARAPETO.....	88
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PARAPETOS .....	89
• .....	89
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PARAPETOS .....	90
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PARAPETOS .....	91
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PARAPETOS .....	92
 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PILOTES. ....	93
• ¿QUE ES UN PILOTE? .....	94
• ACCIONES QUE CONSIDERAR.....	95
• DIAGRAMA .....	96
• DETALLES DEL REFUERZO.....	96
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PILOTES.....	97
• PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE PILOTES.....	98
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PILOTES.....	99
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PILOTES.....	100
• TRABES DE DISTRIBUIDOR.....	101
• PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE TRABES DE DISTRIBUCION.....	102
• PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE LAS TRABES DE DISTRIBUCIÓN.....	103
• PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE LAS TRABES DE DISTRIBUCIÓN.....	104
• PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE LAS TRABES DE DISTRIBUCIÓN.....	105
 CAPITULO VIII. FACHADAS PREFABRICADAS.....	107
• CONCEPTO DE FACHADAS.....	109
• MATERIALES.....	110
• MOLDES.....	115
• TECNICAS DE PREFABRICACION.....	115
• ACABADO ANTES DEL MOLDEO.....	116
• ACABADOS DESPUES DEL MOLDEO.....	117
• ACABADO DESPUES DEL FRAGUADO.....	117

• ACABADOS EN SUPERFICIES RELATIVAMENTE UNIFORMES.....	117
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS. ....	119
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS. ....	120
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS. ....	121
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS. ....	122
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS. ....	123
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS. ....	124
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS. ....	125
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS. ....	126
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS. ....	127
• .....	127
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS. ....	128
• MANIPULACION ALMACEN Y TRANSPORTE.....	129
• DESPERFECTOS DAÑOS Y PREPARACIONES. ....	129
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS. ....	130
• PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS. ....	131
CONCLUSIONES.....	132
FUENTES DE CONSULTA.....	135

## **AGRADECIMIENTOS.**

Dedico de manera especial a mis padres ya que son mi principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentaron en mi la base de responsabilidad y deseos de superación, en ellos tengo el espejo en el que cual me quiere reflejar ya que sus virtudes son infinitas y su gran corazón me ha llevado a admirarlos cada día más.

A mi familia que son personas que me han brindado el amor, la calidez y su gran apoyo que me ha permitido ser una mejor persona día con día.

A mis profesores quienes se tomaron el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos, pero sobre todo han sido ellos quienes han sabido encaminarme por el camino correcto, y quienes me han ofrecido sus sabios conocimientos para lograr mis metas y todo lo que me he propuesto.

Mi agradecimiento también va dirigido a la empresa MECANO INMOBILIARIA por haber aceptado que realice mi tesis en su prestigiosa empresa

GRACIAS



## INTRODUCCION.

Primero que nada, para poder entender el título de esta investigación empecemos por definir que es un manual

“Entendemos por Manual a toda guía de instrucciones que sirve para el uso de un dispositivo, la corrección de problemas o el establecimiento de procedimientos de trabajo. Los manuales son de enorme relevancia a la hora de transmitir información que sirva a las personas a desenvolverse en una situación determinada. En general los manuales son frecuentes acompañando a un determinado producto que se ofrece al mercado, como una forma de soporte al cliente que lo adquiere. En este caso, el manual suele tener una descripción del producto y de la utilización que del mismo debe hacerse, ya sea para obtener un buen rendimiento de éste como para dar cuenta de posibles problemas y la forma de evitarlos”<sup>1</sup> (DEFINICION DE MANUAL, 2008).

Es importante considerar que esta investigación se denominó “Manual de los Prefabricados”, en virtud de que se elaboró con el fin de facilitar a los futuros proyectos en la rama de la construcción, ayudándolos a resolver los problemas que se presentan y dándoles soluciones alternas que resuelven las diferentes dificultades con las que se encuentran, a través de la aplicación de diversos procedimientos que permitan la utilización del más adecuado en su proyecto. Se denomina Manual ya que encontraremos una guía que permitirá conocer y aplicar diversos procedimientos en la rama de la construcción, obteniendo en una forma más sencilla, ágil y practica resolver diversos problemas que se pudieran encontrar.

Actualmente este sistema constructivo es muy utilizado en el ámbito de la ingeniera civil y muy poco conocido en el ámbito de la arquitectura por lo cual quise realizar esta investigación para dar a conocer este tipo de procedimiento y sus diferentes facetas de estos elementos, así como la aplicación de los mismos y cada vez es más utilizado en el ámbito de la construcción.

De acuerdo con el aumento poblacional y a los cambios surgidos en las diferentes formaciones económicas y sociales, es de conocimiento general que el desarrollo de las naciones es medida en gran parte por sus infraestructuras. Las condiciones del país determinan en parte importante el nivel de calidad de vida de la población, por

esta razón nace la inquietud de buscar formas constructivas que sean de factible aplicación para dicha necesidad.

En la construcción se ha tratado de optimizar en cuestiones de tiempo y economía, por lo que no es de extrañarse que la industria de los prefabricados se haya convertido en una opción muy atractiva en nuestra época actual. Por eso, surge la necesidad de proporcionar una orientación para que los arquitectos y futuros arquitectos tengan los conocimientos básicos sobre los sistemas constructivos prefabricados que pueden ser aplicables de forma óptima a su diseño.

Los sistemas constructivos industrializados tienen la potencialidad de operar con niveles inferiores de costos, si las escalas de producción fueran sensiblemente mayores, caso que actualmente no caracteriza la producción de edificaciones en los países en desarrollo.

La prefabricación es el único modo industrial de acelerar masivamente la construcción de edificaciones, para poder resolver un problema acumulado desde algunos años, pero la producción de materiales alternativos y los sistemas de bajo costo, son una opción en nuestras construcciones para el incremento del fondo de edificaciones destinadas a viviendas y oficinas en países en desarrollo.

En países en desarrollo, como lo son en su mayoría los de América Latina se requiere conocer más las tecnologías vanguardistas para las construcciones de vivienda social que sean compatibles con las necesidades habitacionales de la población, sus expectativas y sus condiciones socioeconómicas.

En el mercado, ya globalizado para algunos productos, hay una necesidad creciente de nuevas viviendas y en los países más desarrollados el costo de una vivienda construida por métodos tradicionales es cada vez más alto. La industria de la construcción debe ser capaz de hacer frente al reto de poner en el mercado la suficiente cantidad de viviendas, con una calidad adecuada y al mínimo costo posible.

Esto puede ser mediante la adaptación de los sistemas constructivos prefabricados. Uno de los sistemas con mayor versatilidad que pueden ser aplicados en la generalidad de países en vías de desarrollo podría ser de paneles prefabricados de concreto armado. Los cuales constituyen un procedimiento económicamente viable.

Los paneles prefabricados de concreto son sistemas estructurales más comunes. Como se ha mostrado en numerosas investigaciones, el análisis económico determina viabilidad aceptable en este tipo de sistema. El proceso de análisis es de carácter

dinámico, por lo que permite la adaptación de otros proyectos de configuración similar, para ser evaluados.

La estructura de costos de este sistema de construcción muestra como la producción de los elementos de concreto cubre más del 50 % de los costos de construcción, incidencia debida a las múltiples funciones que cumplen los paneles de concreto en la edificación. Además, gracias a la rapidez del sistema de paneles se obtiene una menor incidencia de los costos, indirectos y administrativos en la estructura de costos del proyecto.

Las propiedades térmicas, acústicas y de protección contra el fuego, la durabilidad de los elementos como consecuencia de la tecnología desarrollada en su diseño y construcción, y otras más que lo hacen el producto con mayor proyección hacia el futuro en materia de construcción.

La construcción con paneles permite incorporar en las viviendas parámetros como: la coordinación modular, seguridad antisísmica y contra incendios, además, de habitabilidad, durabilidad y belleza estética.

La progresividad en estos sistemas prefabricados solo es viable con el desarrollo de un mercado abierto que genere la demanda suficiente para comercializar individualmente este tipo de elementos.

El motivo por el cual esta investigación fue integrada de esta manera, es porque considere importante en primer lugar conocer los antecedentes históricos de los prefabricados y su evolución, explicando que es prefabricación, las ventajas y desventajas de su utilización y sus diferentes materiales, el tipo de maquinaria a utilizar tanto para su elaboración como en su aplicación, como se realizan los montajes, su clasificación y características, los materiales a utilizar, finalmente los diversos procedimientos constructivos y su aplicación. Mucha de esta información recopilada en esta investigación fue sacada de campo como los diferentes

procedimientos constructivos, el montaje de los mismos, las diferentes características de cada elemento prefabricado y fue apoyado y fundamentado en las diferentes fuentes de información consultadas.

## **ALCANCES.**

Se presentará el seguimiento que se dará, primero conociendo las clasificaciones de los prefabricados de concreto, el procedimiento de fabricación siguiendo un riguroso control de calidad que se tiene para su elaboración y una gran precisión en su geometría. Los elementos, su clasificación, los tipos de prefabricados de concreto y sus usos; las ventajas y desventajas que se tiene con este tipo de elementos en la industria de la construcción.

## **OBJETIVOS.**

Se mostrará los diferentes sistemas constructivos prefabricados y sus características enfocado a la construcción en países en vías de desarrollo, abarcando de manera general el aspecto constructivo y las necesidades del mismo, logrando tener una idea clara, del motivo por el cual la construcción entra en un proceso de industrialización.

Se conocerá los tipos de sistemas constructivos vigentes con el objetivo de orientar y dar bases concretas para la elección del sistema que convenga utilizar en países en vías de desarrollo. Se analizarán los avances tecnológicos en la prefabricación de componentes y en la elaboración de construcciones completas en fachadas de paneles de prefabricados. Se pretende sustentar una propuesta viable para el uso de sistemas constructivos prefabricados en edificaciones en países en desarrollo, haciendo hincapié en los pros y contras de ellos,

Permitirá a los profesionistas involucrados en esta materia conocer los diferentes sistemas constructivos prefabricados, con el fin de contar con herramientas necesarias para la aplicación de estos sistemas en sus futuros proyectos.

## **HIPOTESIS.**

Al utilizar procedimientos con prefabricados en las obras se logra economizar, al mismo tiempo reducir los plazos de ejecución, así como se mejora la calidad requerida.

## **METODOLOGIA EXPLICATIVA.**

Esta investigación está basada principalmente en dar a conocer sobre los diferentes procedimientos constructivos de los prefabricados, con el fin de ampliar los conocimientos de los nuevos procedimientos de construcción, se busca establecer los pros y contras que se encuentran detrás del mismo, así como las diferentes alternativas que el procedimiento ofrece por lo tanto se utilizó una metodología explicativa, ya que no solo se describe un hecho específico, si no que establece las causas que existen detrás de los diferentes métodos constructivos de los prefabricados.



## **CAPITULO I. ANTECEDENTES HISTORICOS.**



## ¿QUES ES LA CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA?

La industrialización se le conoce al sistema constructivo basado en el diseño de producciones mecanizadas de componentes y subsistemas elaborados en serie que, tras una fase de montaje, conforman todo o una parte de un edificio o construcción. En este tipo de edificios prefabricados su principal función en la obra es el montaje de los elementos ya que todas estas piezas están fabricadas en una planta aparte por el grado de complejidad.

“El grado de prefabricación de un edificio se puede valorar según la cantidad de elementos rechazables generados en la obra; cuanta mayor cantidad de residuos, menos índice de prefabricación presenta la construcción”<sup>2</sup> (M., 1974).

## EVOLUCION HISTORICA DE LA CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA.

Al paso del tiempo han ocurrido varios antecedentes de la prefabricación debido a la necesidad de la sociedad de acortar los tiempos y la eficiencia de los procesos constructivos. Una de sus mayores obras pioneras en el ámbito de la industrialización se remonta al siglo XVI, “cuando Leonardo Da Vinci recibió el encargo de planificar una serie de nuevas ciudades en la región de Loire. Su planteamiento consistió en establecer, en el centro y origen de cada ciudad, una fábrica de elementos básicos que permitieran conformar a su alrededor un gran abanico de edificios” (Salas, 2008, pág. 2). Estas construcciones habían sido diseñadas desde tiempo por el mismo para representar una gran diversidad de forma fluida y flexible con un mínimo de elementos constructivos comunes. Otro caso también importante que ocurrió en el mismo siglo es el acontecimiento durante la guerra entre franceses e ingleses, cuando el ejército de Francisco I y Enrique II organizó las batallas contra Inglaterra construyendo una nave de madera prefabricada donde albergaban a los soldados en combate. Pudiéndolas trasladar fácilmente por los medios de transporte en ese entonces como los barcos, así pudiéndolas montar y desmontar rápidamente por ellos mismo de tan manera estas naves cumplían su cometido funcional ya que fueron además de resistentes y confortables bastante fáciles de transportar.

Siguiendo estos pasos muy de cerca en 1578 también se imitó en Baffin Canadá una casa prefabricada de madera que había sido realizada en Inglaterra. “Así mismo en 1624, la Great House, una casa de madera panelizada y modular, construida por Edward Winslow en Inglaterra, fue trasladada y montada en Massachusetts, Estados Unidos”. (Salas, 2008, pág. 2). Estos últimos ejemplos en realidad no se pueden considerar unas construcciones prefabricadas al 100% ya que el modo de realización no fueron en serie sin embargo su diseño es bastante peculiar y bastante original para las obras realizadas en esos tiempos.

Pero a finales del siglo XVIII fue cuando se empezó hacer realidad la posibilidad de la industrialización en el continente europeo, fue cuando se comenzó a desarrollar la construcción de puentes y cubiertas con acero, material que posteriormente sería utilizado para la elaboración de vigas y columnas en los edificios. Al mismo tiempo del otro lado del mundo en Estados Unidos se llevó a cabo las obras de los edificios tipológicos Ballon Frame, conformados por listones de madera mandados hacer en una fábrica y ensamblados mediante clavos fabricados industrialmente.

Y hasta finales del siglo XIX fue cuando se volvió a retomar como material de construcción el concreto en edificaciones, pero no olvidemos que este material se empezó a emplear en la época de los romanos que eran utilizados junto con entramados de alambres, y así crearon una materia prima ideal para la prefabricación.

En 1889 se creó la primera patente de un edificio prefabricado cuyos módulos tridimensionales en forma de cajón fue ideada por Edward T. Potter. en Estados Unidos. Y dos años después se construyeron las primeras vigas de concreto armado para la edificación del Casino de Biarritz.

Pero no fue hasta la época de la Segunda Guerra Mundial cuando la industrialización toma un auge impresionante debido a la crisis que todo el mundo sufría tanto de mano de obra como materiales, y por consiguiente provocó los altos costos en las obras. Este hecho trajo consigo una atención muy especial en el método de la prefabricación de concreto pre esforzado como una solución de reducción de los costos, y por el contrario si seguían con el método tradicional como estaban acostumbrados implicaría seguir con las cimbras en las construcciones de concreto en sitio y eso provocaría un alto incremento en los costos de las obras

Muchas personas de la construcción se empezaron a preguntar ¿Por qué construir dos veces? ya que en el método tradicional primero es con madera y finalmente en concreto. En el periodo que comprende 1918 a 1939 la prefabricación solo se basaba en aquellas áreas más severamente atacadas por la guerra como fueron los países de Inglaterra, Europa Occidental y Rusia. Durante esta época muchas investigaciones sobre el modo de producción de estas piezas estándares prefabricadas, así como las más comunes usadas en las edificaciones, ductos de tuberías, puentes, etc. De esta forma hubo un gran avance notable en la prefabricación de piezas, pero ahora para construcciones más pequeñas como casas y condominios.

Como transcurría el tiempo la escasez de viviendas, mano de obra más especializada y materiales que existían en Europa, todo esto a causa de los grandes estragos que produjo la Segunda Guerra Mundial, produjo un gran cambio considerable en el desarrollo de los sistemas de construcción de la época.

En ciertos países de Europa como Francia, empieza a realizarse las primeras obras de la industrialización a causa de una necesidad de construir 250, 000 viviendas al año todo a causa de la guerra. Esto produjo la aparición de los primeros concursos para sistemas, entre ellos la operación Quaide Rotterdam a Estrasbourg que tenía 800 viviendas. Otro ejemplo claro es la fábrica de Montesson que fue la primera mundialmente en ofrecer un sistema industrializado y en 1952 obtuvo un contrato de 4,000 viviendas en paneles de prefabricación en cuales fueron 2,000 en paneles de prefabricación al anualmente.

En el periodo de 1953-1954 se realizó la operación Lopofa, cuya finalidad era desarrollar un conjunto de sistemas constructivos en los cuales se tratarían de realizar 36,000 viviendas anuales en donde grupos de 10 participantes tendría la meta de 1,200 viviendas cada uno. Provocando que en el lapso de 1952 y 1956, existiera ayuda gubernamental en la cual apoyaría este método de industrialización.

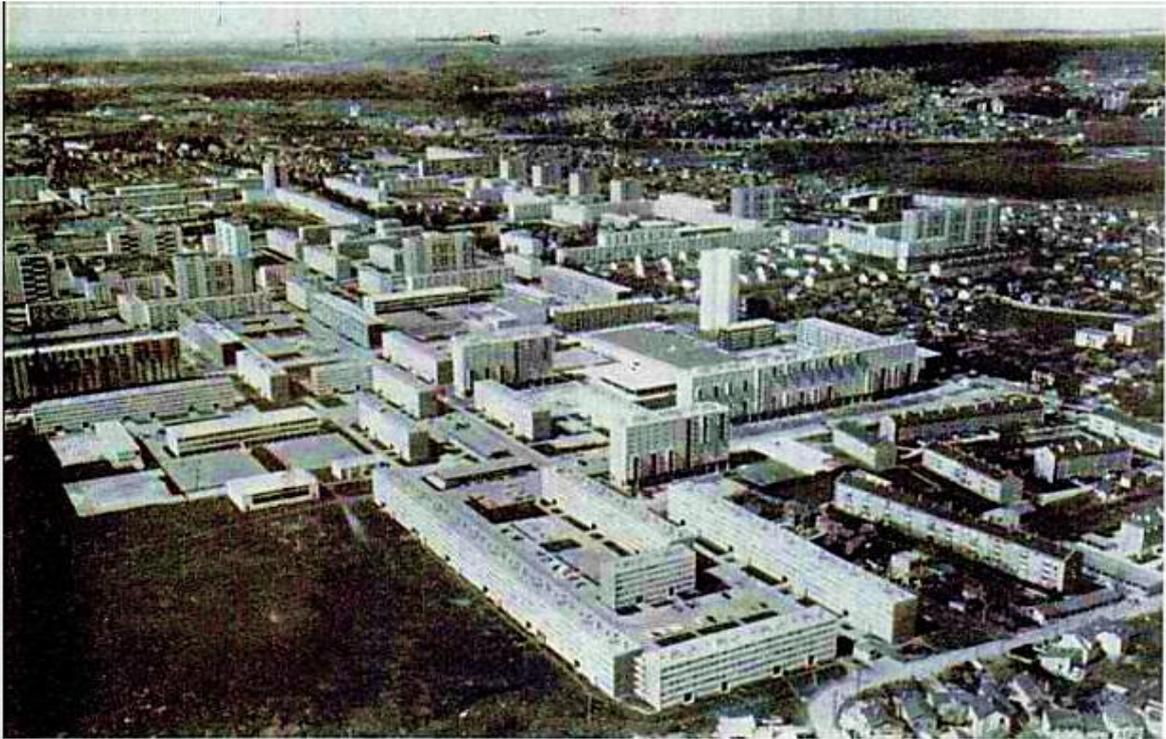


IMAGEN 1: CONJUNTO LOPOFA.



IMAGEN 2: CONJUNTO LOPOFA.

A mediados del siglo XX, Le Corbusier inspirado en el sistema productivo de Henry Ford para la industria automovilística, presenta en el Módulo los resultados de sus estudios basados en un trazado proporcional establecido por la medida humana, a usar como instrumento clarificador.

Durante el transcurso de dos décadas, el sistema de la prefabricación se basó principalmente en sistemas cerrados, en los cuales sus elementos principales eran grandes paneles de concreto; donde el continente europeo en especial en los países del este y los países escandinavos fue donde hubo más auge. Esto ocurrió debido a las consecuencias que trajo consigo la Segunda Guerra Mundial provocando una gran demanda de edificaciones residenciales y teniendo muy pocos recursos económicos para realizarlas.

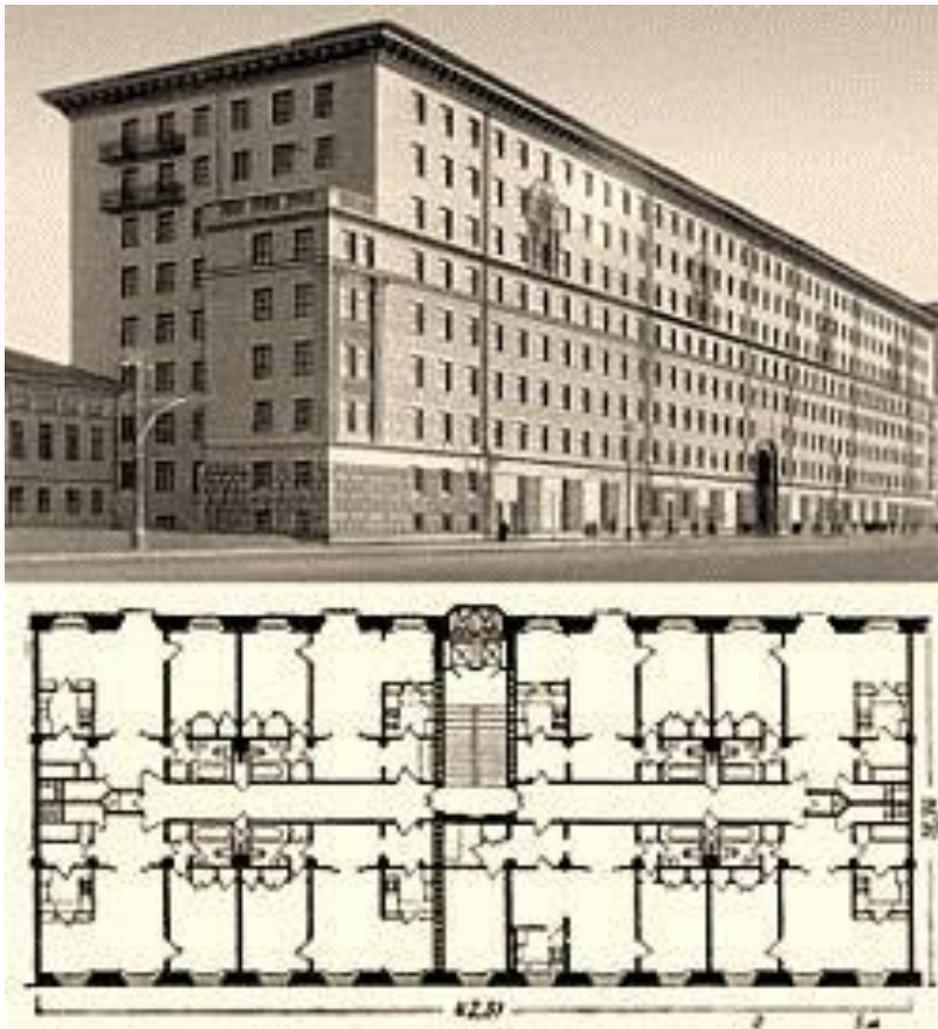


IMAGEN 3: EDIFICIO LAGUTENKO-POSOKHIN, MOSCOW.

Las principales características de este sistema de construcción industrializada se basaban principalmente en:

- Se requería un mínimo de mil viviendas agrupadas para intervenir con un sistema de prefabricación.
- Los proyectos tenían casi nulas variaciones en el aspecto formal del diseño que conllevaría el hecho de reducir el número de elementos diferentes.
- Era necesario contar con bloques de tipología lineal de gran frente, para evitar el cambio de las vías para las grúas-torre de montaje.
- Se requería luces mínimas de forjados, que cumplieran con los galibos de transporte limitando las medidas máximas del tamaño de las habitaciones.
- Era casi nula la flexibilidad de distribución del diseño en la planta: los tabiques se utilizaban en paneles portantes de concreto en las tipologías estructurales cruzadas.



IMAGEN 4: EDIFICIO LAGUTENKO-POSOKHIN, MOSCOW.

Normalmente, al encargado del proyecto se le obligaba utilizar el método de la industrialización como herramienta principal de la economía en la construcción ya que el sistema constructivo representaba un factor incompatible con la arquitectura.

A partir de 1970, en los países de la Unión Europea, **fue** decayendo a la demanda de viviendas en edificios verticales, y poco a poco fue sustituida por otro tipo de edificaciones como los edificios unifamiliares con una mejoría notable en cuestión de calidad. Los sistemas cerrados de viviendas a base de la prefabricación comenzaron a evolucionar, encontrando en la etapa de producción una mayor flexibilidad, elasticidad, experimentando series cortas y diferencias en el producto. Sentando las bases para las futuras mejoras del sistema de prefabricación abierto. Fue hasta finales del siglo XX cuando la construcción industrializada en el sistema cerrado quedó obsoleta.

La mayor parte de las construcciones con este sistema, fueron abandonadas o destruidas, y las construcciones con las cuales los reemplazaron como las viviendas verticales retomaron los antiguos sistemas tradicionales.



IMAGEN 5: CONJUNTO LA GRANDE BORNE, GRIGNY PARIS.

Sin embargo, comenzó a mejorar el sistema de la prefabricación en otros rubros públicos como, por ejemplo: escuelas, hospitales, oficinas, etc. Y en sectores industriales de la construcción se realizaban a base de grandes piezas de concreto. Las evoluciones tecnológicas que se fueron aplicando a este material permitieron realizar elementos estructurales y constructivos de diferentes formas y calidades que no se habían realizado hasta el momento.



IMAGEN 6: POLIGONO INDUSTRIAL SANTIAGA- PROVASA, BARBERA DEL VALLES, BARCELONA.



## CAPITULO II. PREFABRICACIÓN.



## MEDIOS DE PRODUCCIÓN.

Los medios de producción han evolucionado substancialmente gracias a las mejoras tecnológicas aplicadas a los materiales y a los sistemas productivos. El desarrollo de concretos especiales ha permitido a las plantas concreteras ofrecer una amplia gama de dosificación con una notable precisión.

Este hecho ha permitido el diseño y producción de diversas gamas de productos de concreto prefabricado con diferentes usos, tamaños y acabados.

Por otro lado, el desarrollo de la red de transporte y la proliferación de las plantas concreteras ha supuesto reducir los recorridos del concreto fresco, así como, mantener la oferta de productos prefabricados en caso de grandes demandas puntuales de elementos constructivos. Desde el punto de vista del propio sistema productivo, los avances realizados se concentran en el tratamiento del concreto en el proceso de fabricación de la pieza prefabricada.

Estos consisten principalmente en realizar una distribución homogénea del concreto en el molde, utilizar procedimientos capaces de reducir al máximo el tiempo de fraguado del concreto y concentrar la fase de curado en una o varias zonas aisladas para evitar pérdidas de calor.

Por último, cabe destacar el creciente uso de concreto auto compactantes para prescindir de la fase de vibrado. Este hecho aumenta de manera significativa la vida útil de los moldes de las piezas prefabricadas. Diferentes tipos de construcciones han sido determinantes para la evolución del sistema abierto de diseño.

Este hecho ha sido posible gracias a la mejora de la disposición funcional de los medios productivos, la automatización de tareas y al empleo de medios susceptibles de usos alternativos. De esta manera ha sido posible de dotar a los productos de un alto valor añadido, con el consecuente aumento de la calidad, tanto del elemento prefabricado, como del servicio prestado.

## CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA VS CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL.

El sector de la construcción, actualmente, es la actividad productiva menos eficiente que existe. El modo artesanal de producción origina graves consecuencias negativas: siniestralidad elevada, baja especialización, precariedad de las condiciones de trabajo, dilatados plazos de obra, altos costos por el elevado impacto de la mano de obra y defectos reiterados en la ejecución.

La alternativa a la construcción convencional es la externalización de los elementos constructivos en centros de producción, o lo que es lo mismo, la prefabricación. Con tal de justificar la evolución histórica de este proceso constructivo y sus retos para el futuro, se realiza una comparativa de las ventajas e inconvenientes que ofrece respecto al modo de construcción artesanal.

Debido a la crisis económica actual, la demanda de edificación residencial ha sufrido un descenso significativo. Este hecho ha afectado principalmente a empresas del sector de la construcción, en especial aquellas que utilizan un sistema de construcción convencional.

En cambio, se ha abierto un abanico de posibilidades para las empresas que realizan prefabricados de concreto. Estas dejaron apartado los sistemas cerrados de diseño y han apostado por una producción seriada o de catálogo de componentes o partes de edificios. Paulatinamente, los productores y la ingeniería han permitido una mayor flexibilidad en el diseño de edificios prefabricados, dando así respuesta a las demandas de calidad mínimas requeridas por el sector. La evolución de los procesos de producción de elementos prefabricados de hormigón se ha realizado a partir de dos aspectos claves: mejorar los medios de producción y optimizar la organización de la misma.

La construcción de edificaciones sigue siendo terriblemente artesanal, pero hay varios factores que están empujando de forma decisiva hacia una mayor e irreversible industrialización.

Algunos de estos factores son los siguientes:

La introducción de la cultura de cero defectos en todos los demás productos que adquirimos cotidianamente está provocando que quien compra una edificación destinada a vivienda, cada vez entienda menos que algo que cueste tanto dinero, tenga tantos defectos de acabados. Solo la industrialización de los procesos productivos puede acercarnos a los estándares normales en otros sectores.

El nivel de siniestros ocurridos en la construcción, mucho más alto que el de la industria, tiene también bastante que ver con la forma en la que se siguen ejecutando los procesos productivos.

El sector está acusado fuertemente de la falta de mano de obra calificada, y para ello es necesario valorizar el trabajo que hace la gente en la obra, lo cual será imposible mientras sus condiciones de trabajo sigan estando tan alejadas de las que disfruta un operario industrial.

Hoy en día ya existen sistemas de industrialización de muchos elementos de la construcción para edificaciones de viviendas y en la mayoría de empresas se están utilizando algunos de ellos habitualmente, como fachadas y cerramientos interiores, también se están utilizando otros menos extendidos, en especial en la estructura del edificio con columnas y vigas completamente industrializadas. El sector ofrece ya algunos elementos como escaleras y baños industrializados, estos últimos especialmente utilizados en hoteles

## ¿QUE ES PREFABRICACIÓN?

La prefabricación, es la producción de elementos de construcción fuera de su destino definitivo, tratándose de elementos que, en la construcción tradicional se realizarían en sitio este elemento puede no ser fabricado en la misma obra.

**PRECOLADO:** es un elemento constructivo que ha sido colado en un lugar diferente al de su posición final en la obra, se llamara también prefabricado, este puede ser de concreto simple, reforzado o preesforzado.

Puede decirse que mucho de lo que se emplea en las obras de construcción son elementos prefabricados, que incluso en aquellas obras tradicionales. Es conveniente aclarar que, al hablar de elementos prefabricados en la construcción, esto no solo se refiere al concreto, sino que existen diversos materiales prefabricados como es el plástico, la madera, el metal, etc. Aunque normalmente y en nuestro medio son de principal interés los que se refieren al concreto, por ser los más accesibles a nuestra tecnología, sistema económico es por esta razón por la que en este trabajo nos referimos específicamente a este en general.

En los elementos prefabricados es muy importante disponer de los materiales adecuados y del equipo necesario, para obtener un buen resultado. En lo que se refiere al equipo y a las instalaciones, esto es más claro, ya que no podría ni si quiera intentarse la elaboración de elementos prefabricados sin disponer de ellos. Sin embargo, es bueno que se aclare la necesidad de efectuar una revisión de equipo e instalaciones periódicamente para evitar problemas. En cuanto a los materiales, sobre todo en los casos de prefabricación debe tenerse un gran cuidado en su selección y elaboración, debido a los grandes esfuerzos a los que van sometidos.

Existen dos tipos de prefabricación:

- Los elementos prefabricados estructurales, (pretensados o postensados).
- Los elementos prefabricados arquitectónicos, (fachadas).

## VENTAJAS FUNCIONALES.

- **Capacidad estructural:** muros portantes y de soporte o elementos que hacen de encofrado y que quedan como parte integral del edificio.
- **Aislamiento eficiente del edificio,** protección frente a sus condiciones climáticas.

- **Propiedades térmicas:** pueden diseñarse para conseguir la capacidad térmica necesaria mediante el uso de materiales especiales de aislamiento en el interior de los paneles.
- **Aislamiento acústico:** es posible un control efectivo del ruido.
- **Durabilidad:** calidad superior frente a la intemperie.
- **Bajo mantenimiento:** se consigue un servicio libre de problemas.
- **Resistencia al fuego:** capacidad resistente al fuego inherente al material.
- **El tiempo de construcción:** es también una de las grandes ventajas de la prefabricación, representa una economía en todos los sentidos, los trabajadores permanecen menos tiempo en la obra y esto disminuye mucho los costos de la obra, por otro lado es una ventaja económica y social puesto que la obra puede ocuparse en menos tiempo y por lo tanto la inversión se amortiza más rápidamente ya sea debido a la ocupación de ella por el propietario o bien porque puede rentarse en menos tiempo que una obra convencional. Este ahorro en tiempo se logra debido a varias circunstancias, tales como la fabricación de los elementos constructivos aun antes de que se inicie la obra, ni si quiera los trabajos preliminares en el terreno a que pueden tenerse los elementos de la estructura antes de terminar la cimentación. En el sistema tradicional, normalmente se debe seguir un proceso continuo de edificación, y habrá que esperar a que se termine el determinado trabajo para continuar con la siguiente etapa.
- **El dimensionamiento:** de los elementos prefabricados se logra una reducción del volumen de la sección del elemento sobre todo si se utilizan sistemas de pretensados y pos tensados. A diferencia de los sistemas tradicionales al no existir este pre esfuerzo, las secciones de los elementos estructurales son más peraltadas y por consiguiente tienen un mayor aumento en el espacio muerto.
- **El control de calidad:** es más efectivo al efectuarse los trabajos en una planta, ya que puede dosificarse en mayor calidad al concreto, el fraguado y su resistencia son mucho mejores, están mejor controladas las condiciones de colado, vibrado y fraguado, y por consiguiente teniendo una mejor calidad, la

aparición y el acabado exterior tienen una mayor uniformidad. En un sistema tradicional, este punto es básico, pues la obra no cuenta con los elementos necesarios para garantizar que la calidad sea adecuada, el trabajador cuenta con menos supervisión, y por lo tanto puede llegar a tener una menor calidad.

- **Los accidentes en obra:** por muchas de las razones expuestas anteriormente, y con la principal razón que el personal con el que se trabaja es un personal especializado, disminuye el número de accidentes sufridos en las obras. Con los sistemas tradicionales, el grado de riesgo puede requerir pedazos de polín, vigas, barrotos o triplay, estos se obtienen de tramos completos, y al final de la obra se aprecia la cantidad desmedida de padecería de madera.
- **La mano de obra:** no se tiene como ya se dijo relativamente refiriéndose a la cimbra, no se tiene el habilitado y armado del refuerzo ni el gasto tan grande que representa un colado en cuanto a mano de obra. La colocación de prefabricados es casi siempre con medios mecánicos, así como su fabricación. La mano de obra, requerida para la preparación de armado, colado, descimbrado y acabado de las piezas prefabricadas, es personal de alguna manera especializada, capacitada y con una cultura propia para obtener los resultados esperados. Estos trabajadores podrán obtener mejores salarios por su trabajo, debido a su especialización. Solo el personal que se dedicara a la instalación será la que abandone las instalaciones, pero a su vez son de los trabajadores más especializados y cuidadosos. Tanto en la fabricación como en el montaje, el personal debe ser capacitado, por lo tanto, tendrá un mayor costo de la mano de obra, por un lado y por el otro en la dificultad para encontrar a ese personal especializado. A diferencia de los trabajadores del sistema tradicional, que son personas cuya única capacitación ha venido de la observación y la oportunidad de ejecutar algún pequeño trabajo, su mejoría económicamente viene, si se da, muy lentamente, pensando que muchos de ellos al principio ganan cerca del salario mínimo.

Es mucho mayor, pues muchas veces las protecciones, herramientas y espacios no son los apropiados para conseguir su propia seguridad.

•

- **La economía en cimbra:** es una de las ventajas más evidentes, ya que los elementos constructivos serán colocados ya fabricados, y los andamios se evitan en lo posible ya que como se trata de fabricar repetitivamente los elementos el costo de la cimbra puede ser amortizado más fácilmente. Esta ausencia de cimbra y obra falsa es una de las mayores ventajas de la prefabricación, y esto representa un claro ahorro en tiempo de obra, en madera, en mano de obra y en resanes posteriores, esto se ve aumentado cuando se tiene mayores claros y mayores alturas para la posición de los elementos. En un sistema tradicional, la cimbra utilizada que bien puede ser propia o rentada sufre a lo largo de la obra el deterioro y corte indiscriminado por parte de los trabajadores, debido a que se puede requerir pedazos de polín, vigas, barrotos o triplay, estos se obtienen de tramos completos, y al final de la obra se aprecia la cantidad desmedida de padecería de madera.



FOTOGRAFIA 1: MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.



FOTOGRAFIA 1: MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.

## VENTAJAS DE DISEÑO.

- Hay una extensa variedad de diseños que se pueden realizar sin ninguna restricción, salvo en la transportación de la pieza que debemos considerar los obstáculos tales como puentes, cables, etc.
- Control de calidad: los elementos se producen en fábrica según normas de calidad especificadas que pueden ser inspeccionadas antes de su instalación, por ejemplo: colados con peralte mínimo, control de anclaje, conexiones, distribución de agregados, etc.
- Plástica: es posible la realización de cualquier forma geométrica ilimitada y económica.
- Moldes: materiales más comunes para poder realizarlos son:
  - Yeso.

- Acero.
- Resina.
- Concreto.

## VENTAJAS DE CONSTRUCCIÓN.

- Instalación económica: el tiempo de montaje es menor y es posible en cualquier situación atmosférica.
- Programa: la fabricación combinada con el montaje rápido ahorra tiempo considerable durante la construcción.
- Bajo nivel de ruidos: importante en zonas donde el ruido excesivo debe de ser evitado (hospitales o escuelas).



IMAGEN 7: DEMOSTRACION DE LA VELOCIDAD EN OBRA DEL PROCESO DE LA PREFABRICACION.

## VENTAJAS ECONOMICAS.

Las ventajas económicas de la prefabricación principalmente se dan en la rapidez en la que se efectúa la obra, aumenta la productividad y el montaje de muros completos, ayuda a reducir el trabajo de la obra. La disminución de los prefabricados en obra ayudara a estabilizar el costo total del edificio terminado. Los costos de financiamiento se reducirán con el tiempo más corto de construcción.

## VENTAJAS DE TIEMPO.

- Instalación económica: el tiempo de montaje es menor y es posible en cualquier situación atmosférica.
- Programa: la fabricación combinada con el montaje rápido ahorra tiempo considerable durante la construcción.
- Bajo nivel de ruidos: importante en zonas donde el ruido excesivo debe de ser evitado (hospitales o escuelas).



FOTOGRAFIA 3: MONTAJE DE LA RAPIDEZ DE LAS FACHADAS PREFABRICADAS, CENTRO COMERCIAL VIA VALLEJO.



FOTOGRAFIA 4: MONTAJE DE LA RAPIDEZ DE LAS FACHADAS PREFABRICADAS, COMPLEJO CITY SANTA FE.

## DESVENTAJAS DE LA PREFABRICACIÓN.

- El alto costo del equipo e instalaciones es una de las primeras objeciones que pueden ponerse a la prefabricación, sobre todo en un país de escasos recursos económicos, los equipos e instalaciones que se requieren para la prefabricación son generalmente muy costosos.
- El transporte de las piezas prefabricadas es muy costoso y ofrece muchas dificultades y peligros, tanto que en algunos casos se hace imposible. Por lo tanto, las piezas prefabricadas deben calcularse para resistir esfuerzos eventuales durante el transporte y la colocación en obra.

Se observa que las ventajas anotadas, superan en número a las desventajas, pero esto no quiere decir que nos tomemos en cuenta las desventajas por el contrario debemos considerar ambas ya que ambas tienen la misma importancia, además la presencia de ventajas y desventajas depende de la obra en particular y de muchos factores más.

En forma reiterativa debe decirse que es indispensable hacer un análisis de ventajas y desventajas del uso de la prefabricación, para cada obra en particular y solamente entonces emitir un juicio definitivo. Claro que hay obras en las cuales definitivamente no es aconsejable el uso de elementos prefabricados y otras en las cuales sus ventajas son muy claras.

## MATERIALES.

Los materiales prefabricados deben cumplir con las normas de calidad especificadas, ya que la resistencia de la estructura depende totalmente de la calidad que tengan los materiales empleados para su construcción, así como el manejo adecuado de estos.

- **CEMENTO:** referente a los prefabricados se puede decir que el requerimiento es del mismo tipo de cemento en las construcciones convencionales.
- **FINURA:** entre mayor sea la finura del cemento mayor rapidez de hidratación, acelerando de esta forma la adquisición de su resistencia. La finura mejora también la maleabilidad del concreto con una menor cantidad de agua.
- **FIRMEZA:** es la capacidad que tiene una pasta de cemento de conservar su volumen después de haber fraguado.
- **TIEMPO DE FRAGUADO:** se refiere al tiempo que el concreto se encuentra en estado plástico para facilitar su manejo durante el colado.
- **AGREGADOS:** el reglamento afirma que los agregados que cumplan con las especificaciones no siempre están económicamente disponibles y que en ciertos casos. Aquellos materiales que no cumplen con las especificaciones pueden permitirse, mediante una aprobación especial cuando se presente una evidencia aceptable de comportamiento satisfactorio. Siempre que sea

disponible deben utilizarse agregados que cumplan con las especificaciones establecidas. Las limitaciones en el tamaño de los agregados se proporcionan con el fin de evitar la segregación.

- **AGUA:** casi cualquier agua natural que esté libre de sabor o de olor marcado resulta satisfactoria como agua de mezclado en la elaboración del concreto. Cuando son excesivas las impurezas en el agua puede afectar no solo el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y la estabilidad del volumen, si no también puede provocar corrosión en el refuerzo. Siempre que sea posible debe evitarse el agua con altas concentraciones de sólidos disueltos.

Las sales o algunas otras sustancias nocivas que se derivan del agregado o de los sitios, deben sumarse a la cantidad que puede contener agua, una concentración de sólido disuelto menor de 2000 partes por millón. Estas cantidades adicionales, deben tomarse en consideración al hacer la evaluación respecto a la aceptabilidad del total de impurezas que puede resultar nocivas, tanto para el concreto como para el acero.

- **ACERO DE REFUERZO:** el acero de refuerzo en elementos Preforzado, es el mismo que se utiliza en el sistema convencional, propiedades del acero de refuerzo (no Preforzado) las siguientes cifras son valores característicos para el acero no pre forzado que se utiliza tanto para la flexión, la tensión como para el cortante (estribos), etc. Resistencia mínima especificada a la fluencia  $f_y=2,800, 3,500, 4,200, \text{ kg/cm}^2$ .

El acero de pre fuerza es de suma importancia para este sistema, ya que en el radica toda la función de transmitir el esfuerzo de compresión al concreto, para que esto se lleve a cabo de la mejor forma, el acero de pre fuerza debe cumplir:

especificaciones muy estrictas (la calidad debe estar certificada por el fabricante por lo que se sugiere que se le hagan pruebas), el acero de pre fuerza debe ser acero de alta resistencia. El acero de pre fuerza es de alta

resistencia por que se estira y después se suelta con el objeto de aplicar una fuerza de compresión previa al concreto.

Los tipos de acero del preesfuerzo son los siguientes:

- **ALAMBRE REDONDOS:** los alambres redondos que se usan en la construcción de concreto pre forzado, pos tensado y ocasionalmente en obras pretensadas se fabrican en forma tal que los requisitos de la especificación ASTM A421.
- **VARILLA DE ACERO:** las varillas se fabrican de manera que cumplan con las especificaciones ASTM A722.
- **TORON:** es de uso más común en elementos pretensados y a menudo se utiliza en construcción pos tensado. El torón se fabrica de acuerdo con la especificación ASTM A416. Es fabricado con siete alambres firmemente torcidos alrededor de un séptimo ligeramente mayor. Para la fabricación del torón se usa el mismo tipo de alambre redondo que se utiliza en los alambres individuales de presfuerzo. Los cables pueden obtenerse entre un rango de tamaños que van desde 0.25 pulgadas hasta 0.60 pulgadas de diámetro, se fabrican en dos grados 1720 y 1860 Nmm<sup>2</sup>, estando basadas en el área nominal del cable. Existen dos tipos básicos de torón uno que se forma por 9 alambres y otro por 7. El más utilizado es el de 7 alambres por las siguientes propiedades:
  - Su fabricación es más sencilla.
  - El manejo es más sencillo

El torón de mayor uso es de ½", con un peso aproximado por metro lineal de 0.78 kg/m

EL almacenamiento del acero de pres fuerza, como el acero de refuerzo, mejora sin lugar a duda la calidad del producto terminado, de tal forma se garantiza la conservación de sus propiedades, trayendo un mejor trabajo de los aceros en conjunto con el concreto. No deben estar en contacto con el agua, para evitar la corrosión

Existen otros tipos de materiales que no se les clasifica como básicos, ya que no son utilizados en grandes volúmenes, son utilizados en la elaboración del elemento prefabricado:

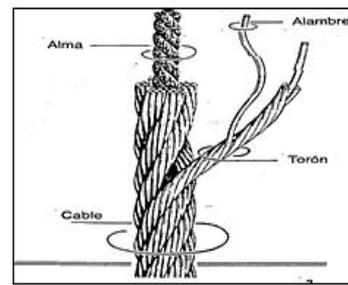
- Placa 8 para accesorios de los elementos prefabricados).
- Soldadura.
- Poliducto y son tubo.
- Algunos perfiles estructurales (ángulos, soler, etc.).
- Madera.



VARILLA DE ACERO



ALAMBRES REDONDOS



TORONES.



PLACA 8



SOLDADURA

IMAGEN 8: MATERIALES DE ACERO



SONOTUBO



POLIDUCTO.

IMAGEN 10: MATERIALES PLASTIFICADOS.

## CAPITULO III. MAQUINARIA.



El procedimiento constructivo por emplear en la ejecución de un proyecto determina el tipo y cantidad de equipo y maquinaria que se utilizara en el transcurso de la ejecución de la obra. El uso del equipo mecánico en la construcción incide en una reducción en los tiempos de ejecución y permite cumplir con los trabajos en el tiempo previsto.

## PLANTA DE CONCRETO.

Las centrales de concreto son una sólida base para un sistema completo de producción de concreto prefabricado y para los fabricantes de los componentes prefabricados. El concreto prefabricado requiere unas exigencias especiales en las centrales concretaras debido a la extrema precisión que se necesita para obtener una calidad homogénea. Están disponibles diversos tipos de centrales de concreto con diversas capacidades y para diversos propósitos dependiendo del producto del cliente y de las condiciones de la fábrica.



FOTOGRAFIA 5: PLANTA CONCRETERA MECANO.

## MAQUINAS PARA VIGAS PRETENSADAS, SLIPFORMER EF 5000.

La máquina deslizante totalmente eléctrica trabaja con concretos semi secos obteniendo una compactación uniforme que garantiza resistencias superiores a las exigidas por la normativa.

La SplipformerEF-5000 es la unidad de producción ideal para las losas pretensadas, placas alveolares, placas TT, placas de pared, vigas T con una anchura de 2.4m o 2x1.2m. La potente doble vibración permite una adherencia integral del hormigón a los cables, sin grietas ni fisuras, con una excelente calidad de acabado. La velocidad de fabricación depende, por supuesto, de la sección de los productos, siendo esta 1.5-2 metros71 minuto.



FOTOGRAFIA 6: SLIPFORMER EF 5000.



FOTOGRAFIA 7: VIGAS PRETENSADAS.



FOTOGRAFIA 8: VIGAS PRETENSADAS.

## EQUIPOS DE TRANSPORTE ESPECIALIZADOS.

Al seleccionar el proceso constructivo, es necesaria la correcta evaluación del transporte. Esta evaluación decide si los elementos serán fabricados en planta fija, en planta móvil o a pie de obra.

La incidencia del costo del transporte en el costo total de la obra es directamente proporcional a la distancia por recorrer y a la complejidad del flete.

Existen 2 tipos de fletes: los que por sus características de peso y dimensiones se ejecutan con equipos de transporte ordinario y los que exceden el peso y dimensiones permitidos en las normas y reglamentos locales para lo cual se requiere equipos de transporte especializado.



FOTOGRAFIA 9: GRUA DE TRANSPORTE.



FOTOGRAFIA 10 : GRUA DE TRANSPORTE.



FOTOGRAFIA 11: GRUA DE TRANSPORTE.



FOTOGRAFIA 12: GRUA DE TRANSPORTE.



FOTOGRAFIA 13 ELEMENTO PREFABRICADO MONTADO EN: GRUA DE TRANSPORTE.

## REGLAMENTOS Y SEGURIDAD.

Dependiendo de la ruta a tomar, el transportista deberá respetar las normas y reglamentos. Entre las más importantes están:

- Los transportes podrán tener horarios restringidos.
- Las combinaciones vehiculares especiales no podrán transitar en convoy.
- Las rutas deben estar previstas señaladas en el permiso.
- Dependiendo de las dimensiones deben llevar una o dos unidades piloto, las cuales deben conducir, abanderar ya apoyar la logística del transporte.
- En condiciones climatológicas adversas, el transporte debe detenerse en un sitio seguro hasta que estas sean favorables para continuar.
- Todas las unidades deberán transitar con las circulinas y los faros principales encendidos.
- Dependiendo de la combinación vehicular y del tipo de carreteras, se especifican velocidades máximas y cargas máximas por llanta y por eje.

IMAGEN 14: ASEGURAMIENTO DE LA CARGA.



IMAGEN 11: TRACTO DE SEMIREMOLQUE ACOPLADO.



IMAGEN 12: TRACTO DE SEMIREMOLQUE UNIDO A LA VIGA.



IMAGEN 13: PLOTEO O TRASTEADO UNIDAD PILOTO.



## **CAPITULO IV. MONTAJE DE LOS PREFABRICADOS.**



## MONTAJE.

Solo se deberá emplear trabajadores calificados adecuadamente entrenados para manejar y montar elementos de concreto arquitectónico. Todo el elemento de concreto prefabricado se montará a nivel, a plomo, a escuadra y verdaderamente dentro de las tolerancias permisibles. Deben colocarse de tal forma que no se permita la acumulación de errores dimensionales. Se alinearán correctamente las juntas verticales y horizontales y se mantendrán unas anchuras de junta uniformes a medida que progrese el montaje.

Cada elemento se fijará en sitio de forma segura como se indique en los planos de taller aprobados. Los ajustes o cambios en las uniones que puedan producir esfuerzos adicionales en los elementos o en las uniones no se permitirán sin la aprobación del arquitecto / ingeniero.

Los elementos se montarán en el orden indicado en los planos.

- Las exigencias estructurales pueden influir en el orden del montaje.
- Puede ser necesario establecer la responsabilidad de suministro del equipo en obra.
- Los giros necesarios de los elementos deberían hacerse en el aire y no darles la vuelta en el camión o sobre el suelo.
- Los elementos prefabricados deben colocarse de tal forma, que se sostengan con seguridad en su posición desde el momento de depositarlos.
- El montador protegerá los elementos de los posibles daños causados por la soldadura en obra u operaciones de oxicorte, y facilitará protecciones no combustibles cuando sean necesarias durante estas operaciones.
- Todas las soldaduras estructurales las hará un soldador diplomado de acuerdo con los planos de montaje que especificaran claramente el tipo, extensión, secuencia y situación de las soldaduras.



FOTOGRAFIA 14: MONTAJE DE VIGAS.

## SELECCIÓN DE LA GRUA Y LOS EQUIPOS AUXILIARES.

Este sistema está principalmente diseñado a partir de un dispositivo que consta de una estructura metálica a base de módulos, que permite tomar directamente traveses desde el vehículo de carga, desplazándolos longitudinalmente y transversalmente hasta colocarlos en su lugar definitivo.

Este sistema de montaje es utilizado en lugares inaccesibles por su altura, topografía o cauces de ríos. Recomendado para el montaje de traveses y dovelas metálicas de dimensiones de 12 hasta 24 metros y un peso hasta de 90 toneladas.

La selección de la grúa y los equipos o útiles auxiliares del montaje es una etapa importante y decisiva por su influencia en el resto de las etapas y en los resultados finales de la calidad del trabajo.

Deben analizarse los siguientes factores:

- Posibilidad de utilizar grúas Torre (GT) ya que es de gran eficacia en el montaje de elementos prefabricados en la construcción de edificios de gran altura.
  - Una vez conocida dimensiones de los elementos (largo, ancho, espesor, peso, etc.) más pesados se escoge la grúa en función de los parámetros de radio y alcance a los puntos de almacenamiento.
- Seleccionamos todas las grúas que reúnan las condiciones requeridas y más tarde se selecciona entre ellas, aquella que mejor se ajuste a las exigencias y posibilidades reales.
- Se precisan los parámetros de operación requeridos (longitud de pluma, altura y capacidad máxima de carga, radios máximos y mínimos de alcance, etc.
- Hacer un esquema para valorar el comportamiento del esquema para métrico de la grúa frente al esquema modular de la estructura del edificio.
- Deben valorarse especialmente los puntos críticos o condición especial de la obra, tales como líneas aéreas de energía eléctrica, construcciones existentes, arboles u obstáculos verticales, etc.
- Desde el punto de vista de la rapidez en el montaje, lo más conveniente es que la grúa pudiera trabajar sin el empleo de los apoyos hidráulicos y con una longitud de pluma constante. Pero eso no siempre es posible por la necesaria estabilidad de la grúa y la máxima seguridad en su uso y operación.



FOTOGRAFIA 15: MONTAJE DE VIGAS.

**FASES DEL MONTAJE.**

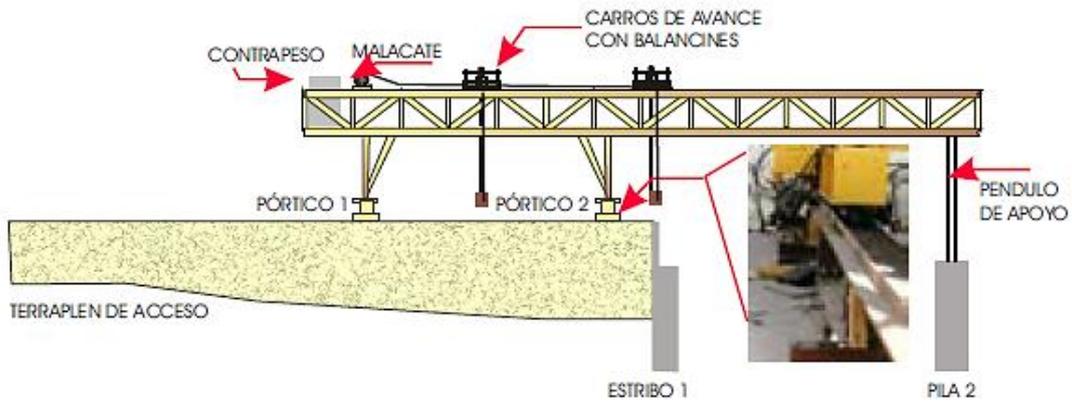


IMAGEN 15: “FASE 1.- Armado del dispositivo con pórticos y balancines de corrimiento longitudinales.”<sup>3</sup> (MEXPRESA, 2010, pág. 3)

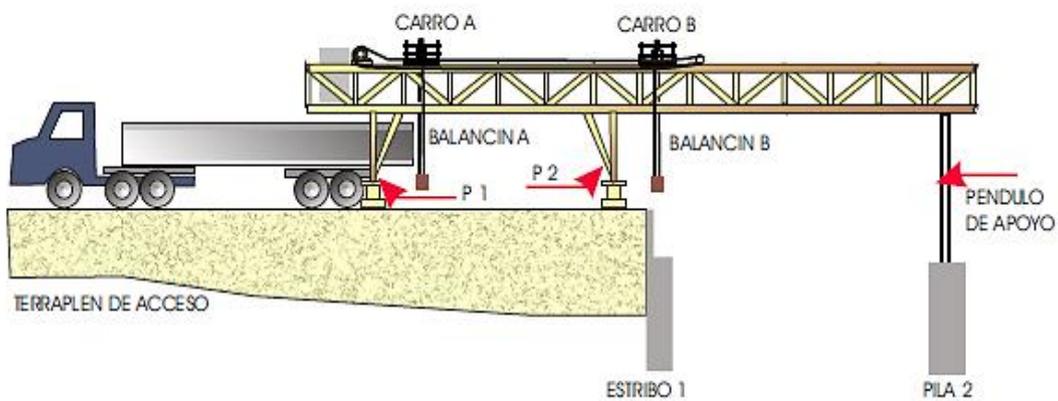


IMAGEN 16: “FASE 2.- Alimentación de traves con el auxilio de un Dolly”<sup>4</sup>

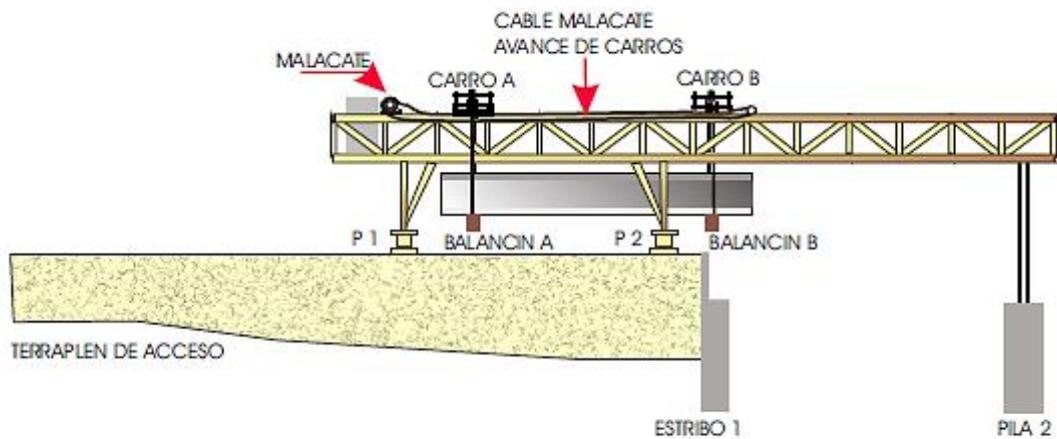


IMAGEN 17: “FASE 3.- “Sujeción de traveses con balancines y corrimiento longitudinal a través del dispositivo”<sup>5</sup>.

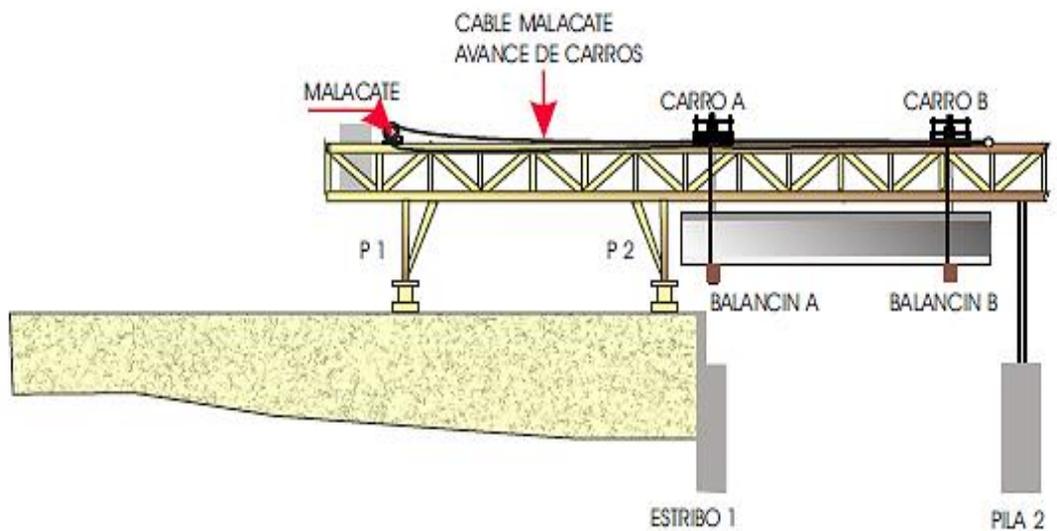


IMAGEN 18: “FASE 4.- “Descenso y posicionamiento de traveses a sus ejes”<sup>6</sup>.

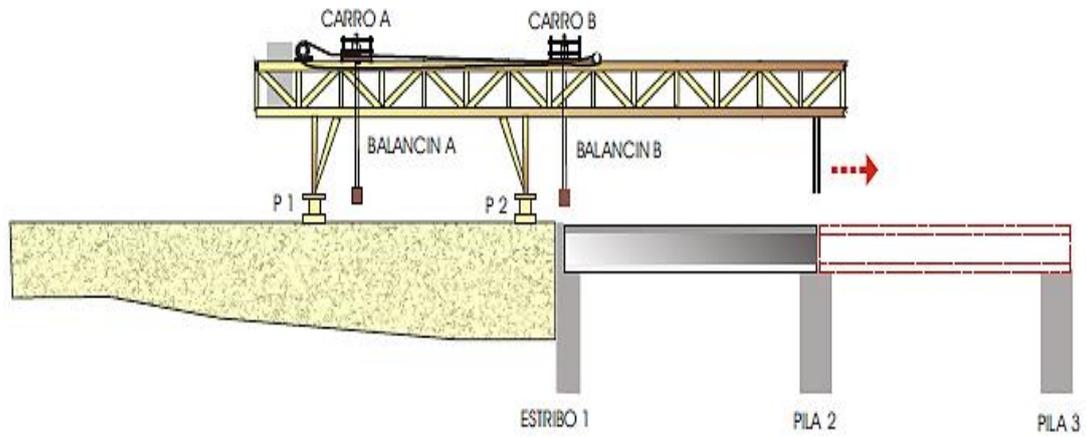


IMAGEN 19: “FASE 5.- “Terminado con el número total de travesaños, claros y colado de la losa de superestructura se traslada el dispositivo al siguiente claro y se repiten las secciones de trabajo”7

## **CAPITULO IV. CLASIFICACION.**



La clasificación que se les da a los prefabricados va de acuerdo con el uso que se le vaya a dar, el cual define su fabricación, teniendo:

### **ELEMENTO SIMPLE.**

Es un prefabricado que no lleva ningún tipo de refuerzo, es un elemento de concreto como si fuera una losa siendo de dimensiones menores a los de otros elementos prefabricados. Ya que el material que va a contener se confina y le ayuda a recibir las cargas y los esfuerzos que se dan tanto en el elemento como en el mismo material haciendo que se trabaje conjuntamente.

Por lo cual se puede decir que la utilización de este elemento es para uso en muros de contención, lo cual ayuda a evitar que la tierra se deslave esto es para puentes en la parte inicial etc., la altura del elemento ya terminado puede ser de grandes dimensiones considerando las especificaciones del proyecto.



**IMAGEN 20: MURO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO MODULAR.**

## ELEMENTO REFORZADO.

Es el que se le aplica esfuerzos internos, a fin de reducir los esfuerzos potenciales de tensión derivados de las cargas que resulten en dicho concreto.



IMAGEN 21: MURO DE CONTENCIÓN REFORZADO.

## ELEMENTOS PRETENSADOS.

El método de pres fuerza o método de pres fuerza de liga, en el cual los cables se tensan antes de la colocación del concreto. Este proceso es el más utilizado en el campo de la prefabricación, ya que permite una producción en serie logrando que este proceso sea más económico.

El método de pretensado consiste básicamente en dar un preesfuerzo al elemento que se esté fabricando, pres fuerza es otorgarle al elemento esfuerzos contrarios a los que va a estar sujeto bajo cargas de servicio, en este caso se le otorgan esfuerzos de comprensión a la pieza que se produzca.

Al dar esfuerzos se consigue tensado unos tendones antes de vaciar el concreto, y una vez que el concreto adquiere cierta resistencia se sueltan, los cuales tratan de recuperar su longitud inicial, la cual no es posible ya que la adherencia que tienen con el concreto no lo permite, además de que se presenta un fenómeno de cuña.

Los tendones son los elementos que se tensan para transmitir el preesfuerzos a los elementos pre forzados, estos pueden ser alambres individuales estirados en frio, varillas o torones, siendo los más utilizados estos últimos.

## **CONCEPTOS BASICOS DEL PRE ESFUERZO.**

- El concreto pre forzado consiste en crear deliberadamente esfuerzos permanentes en un elemento estructural para mejorar su comportamiento de servicio y aumentar su resistencia.
- Gracias a la combinación del concreto y el acero de pre fuerza es posible producir en un elemento estructural, esfuerzos y deformaciones que contrarresten total o parcialmente a los producidos por las cargas gravitacionales que actúan en un elemento, lográndose así diseños más eficientes.

**DIAGRAMA DE MOMENTOS FLEXIONANTES (COMO TRABAJA EL PRESFUERZO).**

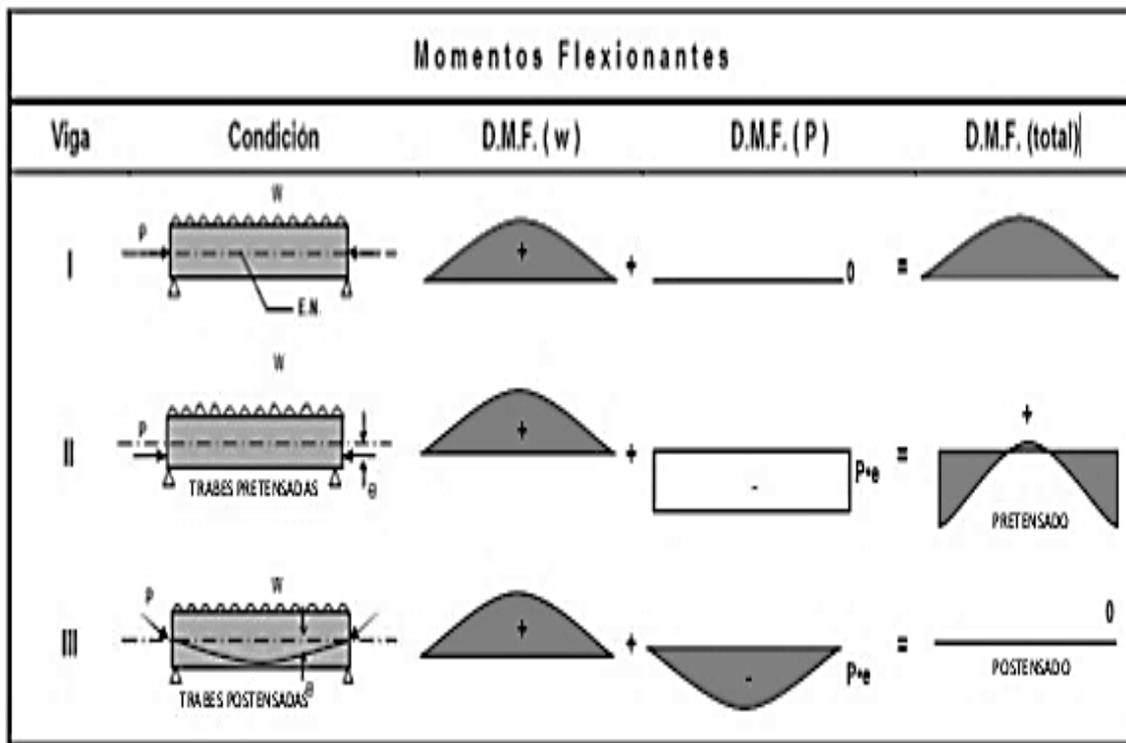
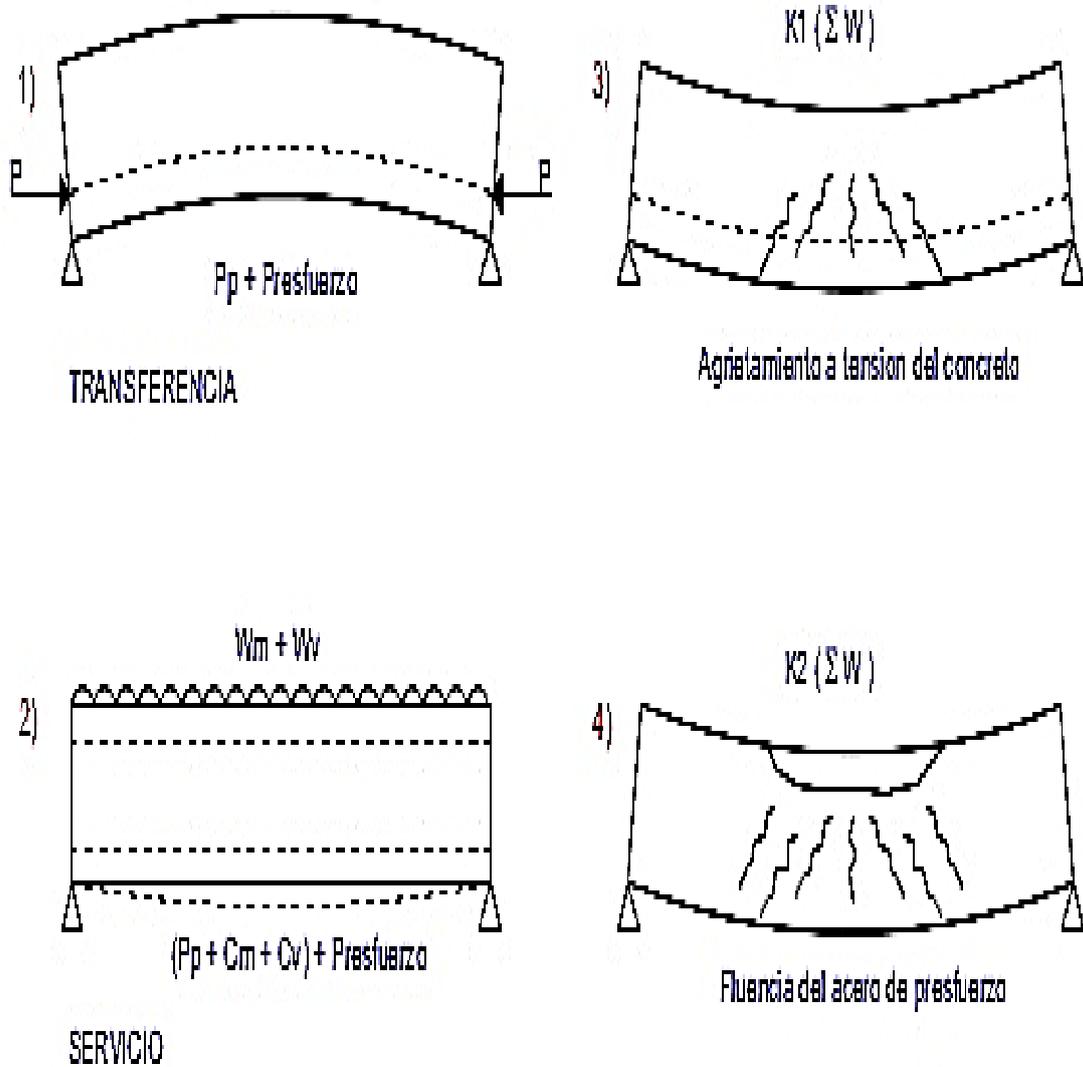


IMAGEN 22: DIAGRAMA DE MOMENTOS FLEXIONANTES

**DEFORMACION TIPICA DE TRABES PRETENSADAS.**



$P_p$  = Peso propio

$W_m$  = Carga muerta

$W_v$  = Carga viva

$K_1(\Sigma w)$  = Suma de cargas factorizadas

$K_2(\Sigma w)$  = Cargas incrementadas

IMAGEN 23: DEFORMACIONES DE TRABES PRETENSADAS.

## CARACTERISTICAS DEL PRETENSADO.

- **Producción en serie.**
- **CARACTERISTICAS**
  - Se tensan los torones antes del colado.
  - Se requieren de muertos de anclaje o moldes auto tensables.
  - Se aplica a producción en serie en plantas prefabricadas.
  - Se reutilizan moldes e instalaciones.
  - El anclaje se da por adherencia.
- **Aplica a :**
  - Trabes de puentes y edificios, losas extruidas, viguetas, losas T, TT, TTV.



IMAGEN 24: ELEMENTOS PRE TENSADOS.

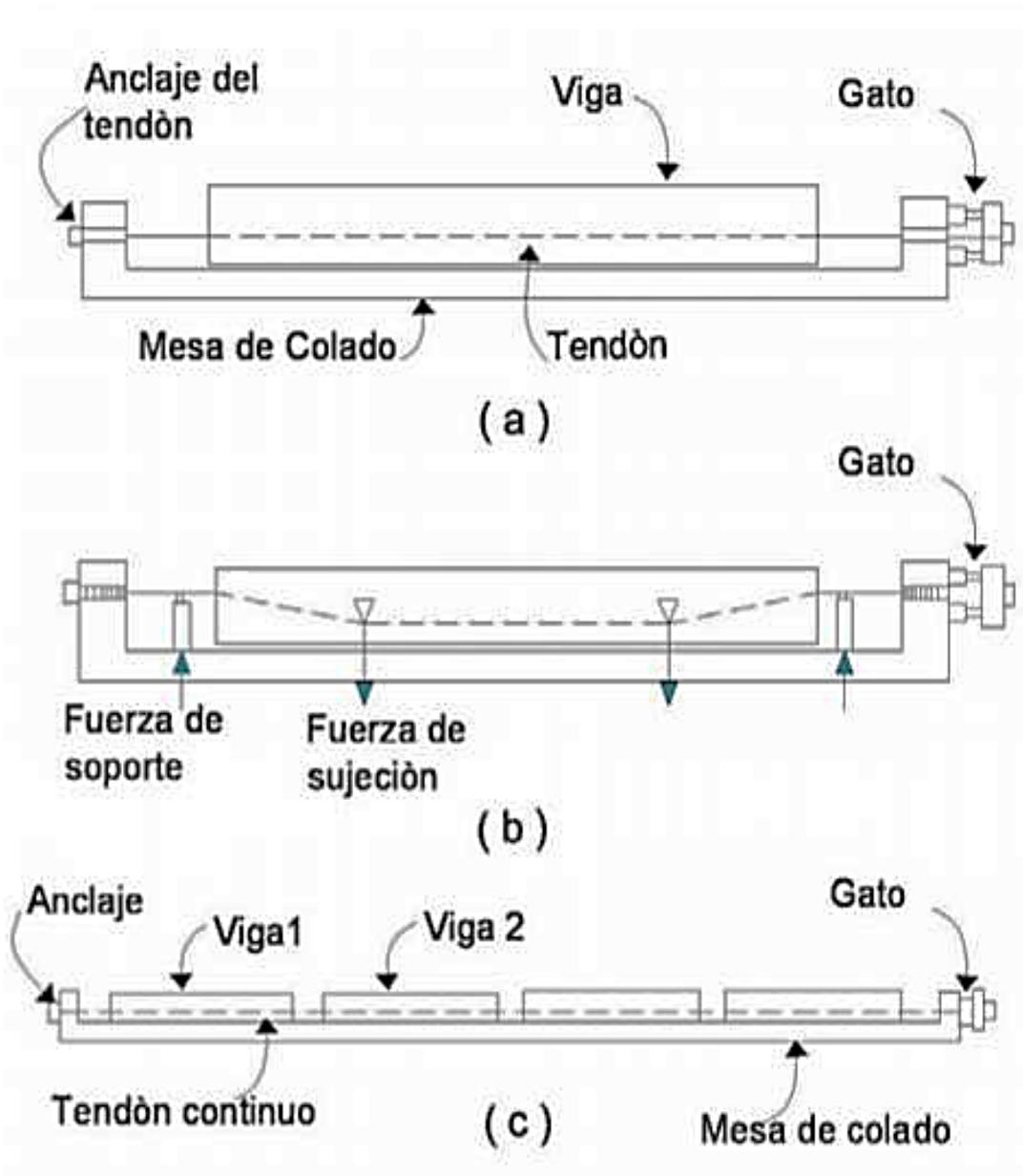


IMAGEN 24: PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION PRETENSADO.

## PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PRETENSADO.

El concreto reforzado es el más popular y desarrollado entre los materiales de construcción, ya que aprovecha en forma muy eficiente las características de una buena resistencia a la compresión, durabilidad, resistencia al fuego y maleabilidad, junto con las de alta resistencia en tensión y ductilidad del acero, para formar un material compuesto que reúne muchas de las ventajas de los dos materiales componentes.

Actualmente se están utilizando los prefabricados pres forzados que como su nombre lo indica, significa la creación intencional de esfuerzos permanentes en una estructura o conjunto de piezas, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia.

Los principios y técnicas del pre forzado se han aplicado a estructuras de muchos tipos y materiales, la aplicación más común ha tenido lugar en el diseño del concreto estructural.

El esfuerzo de pre esfuerzo se puede transmitir al concreto de dos formas:

- Mediante armaduras pretensadas generalmente varillas o alambres, método utilizado constantemente en elementos prefabricados.
- En este método se vierte alrededor de tendones tensados. El cual produce un buen vínculo entre el tendón de la oxidación, y permite la transferencia directa de tensión. El concreto curado se adhiere a las varillas, y cuando la tensión se libera, es transferida hacia el concreto en forma de compresión por medio de la fricción.
- Sin embargo, se requieren fuertes puntos de anclaje exteriores entre los que el tendón se estira y los tendones están generalmente en línea recta. Por lo tanto, la mayoría de elementos pretensados de esta forma son prefabricados en planta y deben de ser transportados al lugar de construcción, lo que limita su tamaño.

Los elementos pretensados más usados son. Losas de entepiso, vigas, columnas o pilotes.



FOTOGRAFIA 16: TRABES TRONCALES



FOTOGRAFIA 17: TRABES TRONCALES MONTAJE

## ELEMENTOS POSTENSADOS.

El proceso del pos tensado presenta una ventaja muy grande en comparación con el pretensado. Como el preesfuerzo se da después de colado del elemento, permite que el preesfuerzo tenga la trayectoria igual a la elasticidad, gracias a la facilidad de dejar ductos que deben estar perfectamente sellados para que no se introduzca concreto en ellos, y fijarlos de tal forma que se respete la trayectoria de la elasticidad. Es importante garantizar que los ductos no se muevan con el vaciado de concreto, ya que, de lo contrario, el efecto del preesfuerzo no será el deseado. Una vez que el concreto ha adquirido la resistencia necesaria para poder soportar el tensado de los tendones, se aplica el preesfuerzo por medio de gatos hidráulicos, se mide la tensión de cada tendón, así como la elongación.

Cabe mencionar la importancia de seguir la secuencia del tensado, es decir realizar el tensado tal como lo diga el ingeniero que diseño la pieza, ya que de lo contrario se lograrán situaciones diferentes a las deseadas, dañando incluso el elemento que se esté fabricando.

En este proceso, los tendones en su principio no tienen adherencia con el concreto, por lo que es necesaria la colocación de accesorios elaborados en los extremos de la pieza para anclar los tendones al elemento. Dichos accesorios deben ser capaces de detener y soportar la fuerza del preesfuerzo. Después de tensarlos y anclarlos a los accesorios, se debe inyectar la lechada a los ductos. La inyección de lechada tiene dos objetivos fundamentales: evitar la corrosión de los cables y darles adherencia a los cables a lo largo de la pieza. Así como tiene una gran ventaja el proceso de pos

tensado, tiene otros factores que no le favorecen en comparación con la prefabricación.

- Se necesita de mayor cantidad de acero de refuerzo.
- Se requiere del ducto a todo lo largo de la pieza.
- Se requiere inyectar lechada en los tendones, encareciéndose el proceso.
- Su fabricación es más lenta, ya que el tensado es pieza por pieza.

- Se requiere de accesorios para sujetar los tendones.

Cabe aclarar también que muchas veces no hay opción y el preesforzado debe ser pos tensado, esto se da en claros muy largos en donde ya no es posible transportar los elementos. Es importante entender que tanto; el pretensado como el pos tensado son pres forzados, ya que a los elementos se les otorga un esfuerzo antes de estar sujetos a sus cargas de servicio. Básicamente se busca con el preesfuerzo que los elementos de concreto no trabajen a la flexión para que presenten grietas por tensión, en las fibras inferiores.

### CARACTERISTICAS DEL POSTENSADOS.

- Se tensan los torones una vez que se ha realizado el colado.
- Se realiza en obra principalmente.
- Se requiere dejar ductos ahogados y ubicados según las trayectorias de cálculo.
- Una vez colocados y tensados los torones se requiere inyectar los ductos con mortero para proteger a los torones.
- La acción del pos tensado se ejerce externamente por medio de anclajes especiales.
- 
- **Aplica a:**
  - Dovelas y trabes para puentes, losas con pre esfuerzo bidireccional, diafragmas de puentes, vigas hiperestáticas.



IMAGEN 24: VIGAS HIPERISTATICAS.

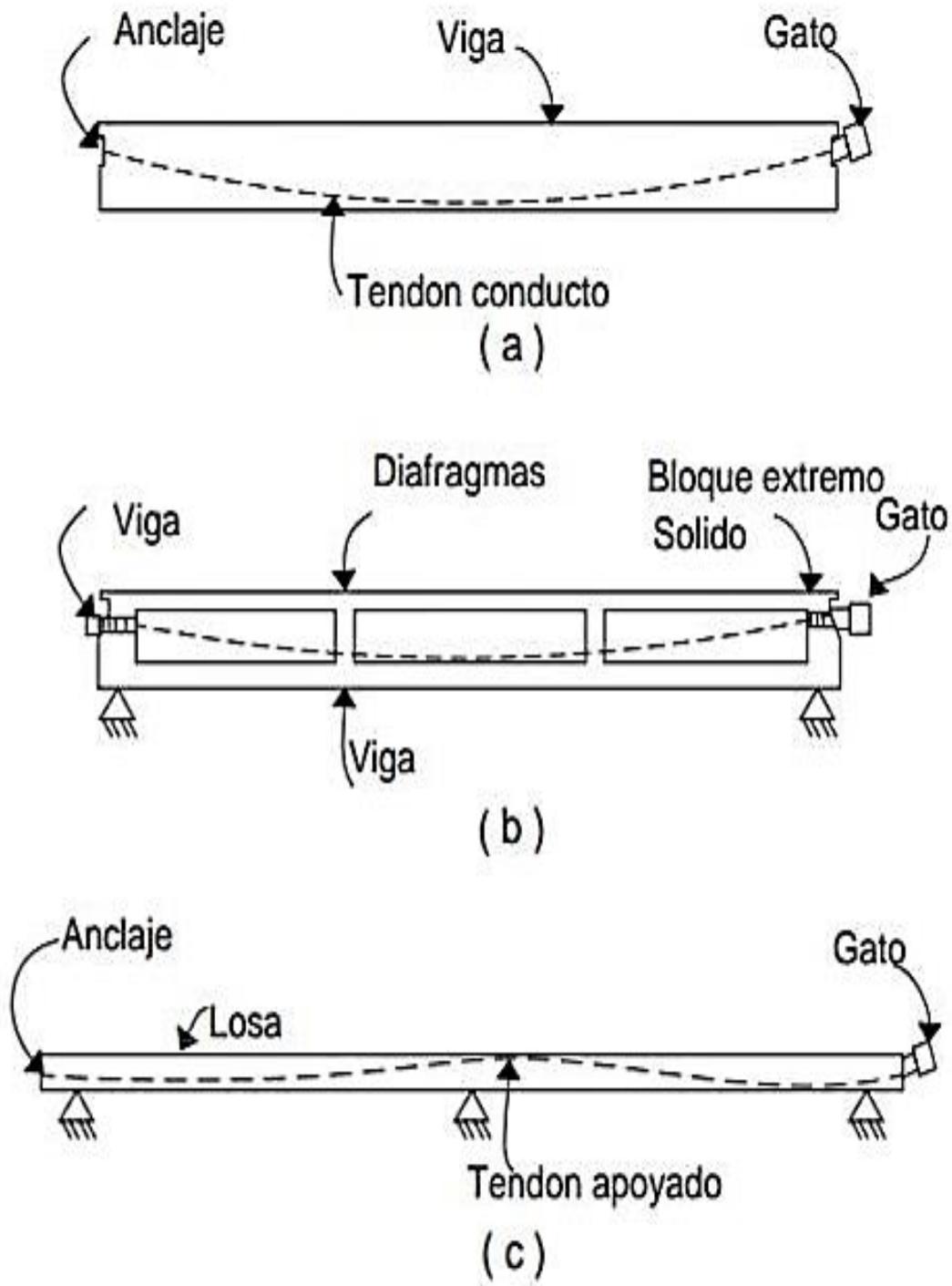


IMAGEN 25: PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE VIGAS

## PROCESO CONSTRUCTIVO DEL POSTENSADO.

- Mediante armaduras postensadas generalmente torones, o grupos de cables, utilizadas en piezas de concreto en sitio. Este término es aplicado a la compresión, tras el vertido y posterior proceso de secado en sitio.
- En el interior del molde de concreto se coloca una capa de plástico, acero o aluminio, para seguir el trazado más conveniente en el interior de la pieza, siguiendo la franja del elemento de otra manera se restringirían tracciones en el elemento de estructura.
- Una vez que el concreto se ha endurecido, los tendones se pasan a través de los conductos. Después dichos tendones son tensados mediante gatos hidráulicos que reaccionan contra la propia pieza del concreto.
- Cuando los tendones se han estirado lo suficiente, de acuerdo con las especificaciones de diseño, estos quedan atrapados en su posición mediante cuñas u otros sistemas de anclaje y mantienen de la tensión después de que los gatos hidráulicos se retiren, transfiriendo así la presión hacia el concreto. El conducto es rellenado con grasa o lechada de cemento para proteger los tendones de la corrosión.



IMAGEN 26: ESTRUCTURAS POSTENSADAS.



## CAPITULO VI. MATERIALES.



## MATERIALES.

- Concretos tipos.
- Valores de diseño y modulación de elasticidad.
- Torón, E,Fpu.
- Acero de refuerzo.
- Acero estructural.
- Malla electro soldada

## CONCRETO.

- **SIMPLE:** Resistencia a la compresión, pero débil a la tensión.
- **REFORZADO:** Para resistir tensiones se emplea acero de refuerzo, el acero restringe el desarrollo de grietas originadas por la poca resistencia a la tensión. También el refuerzo aumenta la resistencia del elemento, para reducir las deformaciones debidas a las cargas de larga duración y para proporcionar confinamiento.
- **PRES FORZADO:** Es la modalidad el concreto reforzado, en la que se crea un estado de esfuerzos a compresión ante la aplicación de las cargas. De este modo, los esfuerzos de tensión y producidos por las acciones quedan contrarrestados o reducidos.

El concreto que se usa para pres forzar se caracteriza por tener mayor resistencia con respecto al utilizado en las construcciones ordinarias. Los valores comunes se encuentran de  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  a  $f'c = 500 \text{ kg/cm}^2$ .

Se requieren tales resistencias para poder hacer las transferencias del preesfuerzo cuando haya alcanzado un  $f'ci = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

RESISTENCIA F'c Kg/cm <sup>2</sup>	CONCRETO CLASE	f'c 0.8 f'c Kg/cm <sup>2</sup>	F'c 0.85 f'c Kg/cm <sup>2</sup>	E= 14,000 √f'c Para concretos con agregado grueso de Caliza Kg/cm <sup>2</sup>	E=11,000 √f'c Para concretos con agregado grueso Basáltico Kg/cm <sup>2</sup>
300	I	240	204	242,487	190,525
350	I	280	238	261,916	205,791
400	I	320	272	280,000	220,000
450	I	360	306	296,984	233,345
500	I	400	340	313,049	245,967

f'c = Resistencia del concreto para diseño con una probabilidad del 2% de que no cumpla con la resistencia especificada.  
E = Módulo de elasticidad.

IMAGEN 27: TABLA DE VALORES PARA EL DISEÑO DE ACUERDO A LAS NTC CONCRETO.

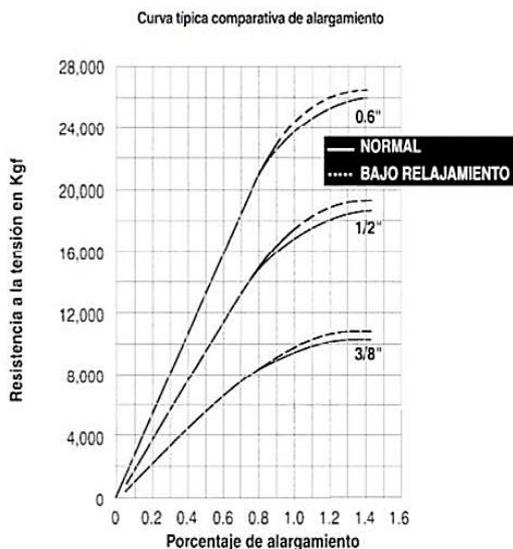
Región	f'c Kg/cm <sup>2</sup>	Agregado grueso	K	E (Kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad Kg/m <sup>3</sup>
Puerto Peñasco	264	Calizo	13,760	223,961	2,500
Hermosillo	276	Calizo	16,930	281,457	2,600
San Luis Potosí	337	Calizo	19,513	358,077	2,700
Manzanillo	428	Calizo	13,060	270,316	2,500
Guadalajara (1)	372	Calizo	16,910	327,359	2,600
Guadalajara (2)	556	Basáltico	9,150	215,735	2,400
Veracruz (1)	277	Calizo	14,260	237,359	2,450
Veracruz (2)	305	Andesítico	9,370	163,684	2,350
Cancún	309	Calizo	12,510	219,908	2,200

Fuente: Holcim- Apasco

IMAGEN 28: TABLA DE VALORES MEDIDOS DE MODULO DE ELASTICIDAD E=K RAIZ (f'c).

## CARACTERISTICAS DEL CONCRETO.

- **EFFECTO DE LA RELACION AGUA CEMENTO:** La resistencia del cemento depende de la relación agua/cemento; a mayor relación del agua/cemento, menor resistencia.
- **CONTRACION POR SECADO:** Uno de los efectos de fraguado del concreto es la disminución del volumen del mismo, esto es por la evaporación del agua excedente de la que se requiere para la hidratación del cemento. Esta contracción es proporcional a la cantidad de agua empleada en la mezcla, si se requieren contracciones mínimas, la relación agua-cemento debe ser mínima.
- **RELACION DE POISSON:** La relación entre la deformación transversal y la longitudinal y su valor varia de 0.15 a 0.20.
- **DEFORMACION POR FLUJO PLASTICO:** Debido a la presencia de esfuerzos permanentes, las partículas que forman el concreto sufren un reacomodo que modifica las dimensiones de los elementos. Depende de la magnitud de las cargas permanentes; de las mezclas; de las condiciones de curado y de la edad en que el concreto empieza a ser cargado



El esfuerzo de fluencia se calcula con la deformación unitaria del 1%.

Para el torón de diámetro de  $\frac{1}{2}$ " = 17,000 a 17,500 kg/cm<sup>2</sup> para acero normal y de baja relación.

$E = 2,000,000 \text{ KG/CM}^2$ .

$Fsr \text{ ó } Fpu = 19,000 \text{ kg/cm}^2$ .

$A$  (torón de  $\frac{1}{2}$ " ) = 0.987 cm<sup>2</sup>.

El esfuerzo máximo al que se tensan es igual a 0.8 fsr para torón de  $\frac{1}{2}$ " = 15,200 kg/cm<sup>2</sup>.

Se utilizan principalmente aceros de baja relación ó LO-LAX.

## ACERO DE REFUERZO

Es común el uso de acero de refuerzo en elementos de concretos preesforzado para tomar los esfuerzos cortantes y de torsión, los esfuerzos por temperatura, los esfuerzos de tensión durante la transferencia, los esfuerzos durante el transporte y dar confinamiento.

- **ACERO ESTRUCTURAL:** Se emplea el acero A-36 para accesorios metálicos que sirvan para diafragmas metálicos, conexiones en edificaciones  $f'c = 2,530$  kg/cm<sup>2</sup>.
- **MALLA ELECSTRO SOLDADA:** Por su fácil colocación se usa principalmente como armado en losas de trabes de cajón, trabes T, TT y TTV.  $F'c = 5,000$  kg/cm<sup>2</sup>.

ACERO DE REFUERZO $f_y = 4,200$ kg/ cm <sup>2</sup>				
VARILLA Nº	DIAMETRO NOMINAL		AREA NOMINAL EN cm <sup>2</sup>	PESO EN Kg/m
	mm	pulg.		
2 (alambón)	6.35	¼"	0.32	0.25
3	9.5	⅜"	0.71	0.56
4	12.7	½"	1.27	1.00
5	15.9	⅝"	1.99	1.56
6	19.1	¾"	2.87	2.25
8	25.4	1"	5.07	4.00
10	31.8	1¼"	7.94	6.23
12	38.1	1½"	11.40	8.94

IMAGEN 30: TABLA DE ACERO DE REFUERZO.

## **CAPITULO VII. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.**



## ¿QUE ES UN PARAPETO?

Los parapetos se prevén en los bordes de las aceras o directamente de las calzadas para proteger a los peatones o a los vehículos. En algunos casos se prevén parapetos; vehiculares entre la calzada y la acera y al borde de la acera postes y pasamanos peatonales. Cuando el propósito de la vía es para uso exclusivo de vehículos, se debe prever en el puente parapetos de hormigón, metal o madera o una combinación, de forma tal que garantice que el vehículo no salga del puente y asimismo sufra mínima, para la que es aconsejable darte continuidad y buenos anclajes, cuidando la estética del puente.

## CARGAS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO.

- **PESO PROPIO.** - Esta es una carga que debe ser definida previo al pre dimensionamiento de la estructura y en ningún caso debe ser menospreciada y tampoco exagerada ya que la limitación de longitud de vanos fundamentalmente se debe al peso muerto de las estructuras.
- **CARGA MUERTA.** - La carga muerta de la superestructura generalmente está constituida por las vigas, la losa y los diafragmas que constituyen lo que propiamente se denomina las cargas muertas permanentes y complementarias a estas se tienen: Las aceras, los postes, los pasamanos, la capa de rodadura, tuberías, cables y otros servicios públicos.

ARMADO DE PARAPETO.

LISTA DE VARILLAS										
LOC.	VAR. No.	∅	CANT. (PZAS.)	LONG. (CM)	CROQUIS	a	b	c	d	PESO (kg)
GUARNICION Y FALDÓN (MÓDULO—300)	A	4c	8	326		280	16	7	4.5	26
	A1	4c	6	66		20	16	7	4.5	4
	B	6c	2	332		262	24	11	7	15
	C	4c	20	224		39	55	38	-	45
	D	4c	20	80		18	8	12	21	16
	E	4c	20	68		18	21	19	-	14
ACCESORIO A-1	F	6c	2X6=12	45		45	-	-	-	12
	G	3c	2X3=6	166		30	25	6	10	6
TOTAL =										138 kg.

IMAGEN 31: PLANO ESTRUCTURAL DE PARAPETOS.

**ARMADO DE PARAPETO.**

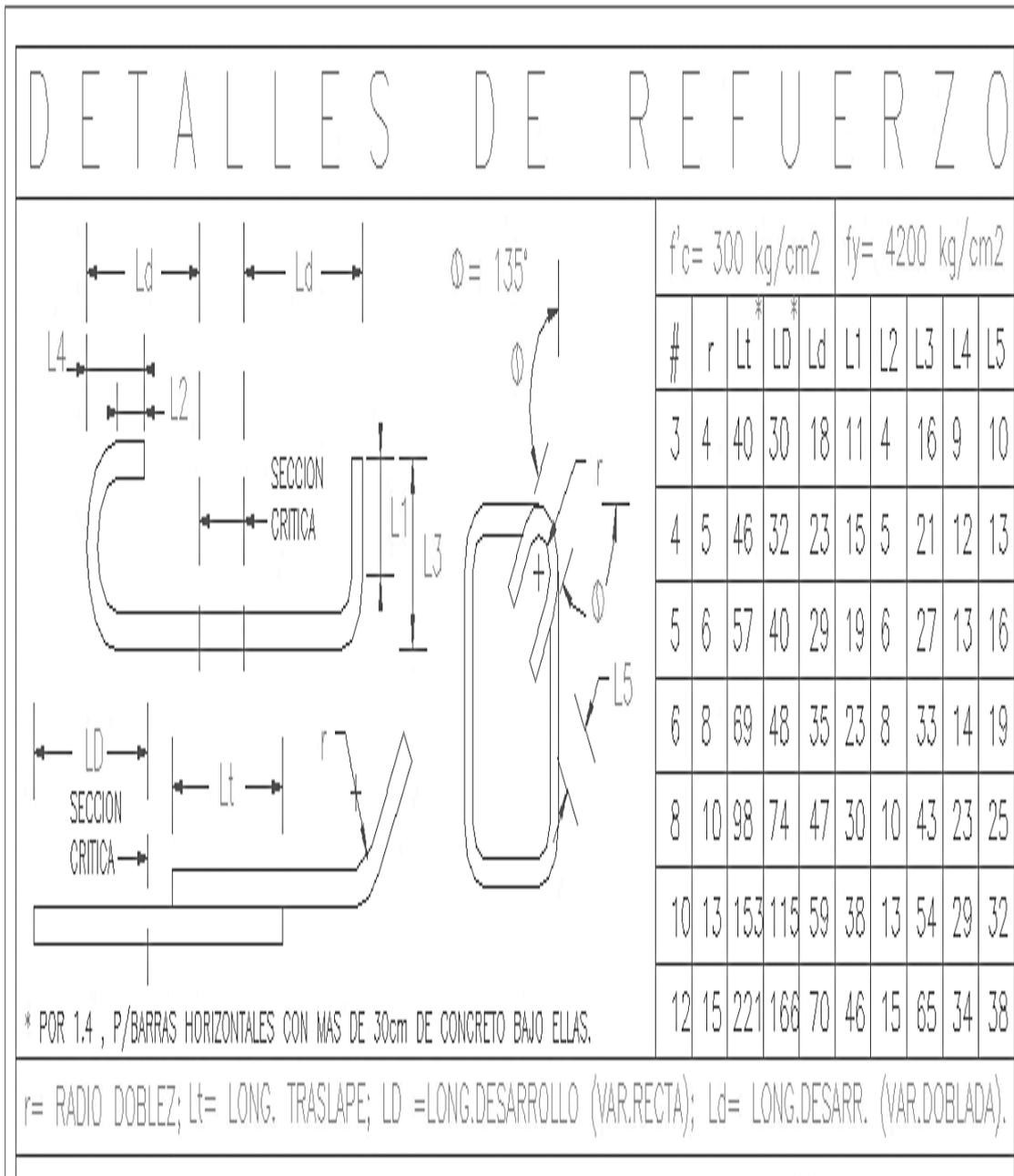


IMAGEN 32: PLANO ESTRUCTURAL DE PARAPETOS.

**ARMADO DE PARAPETO**

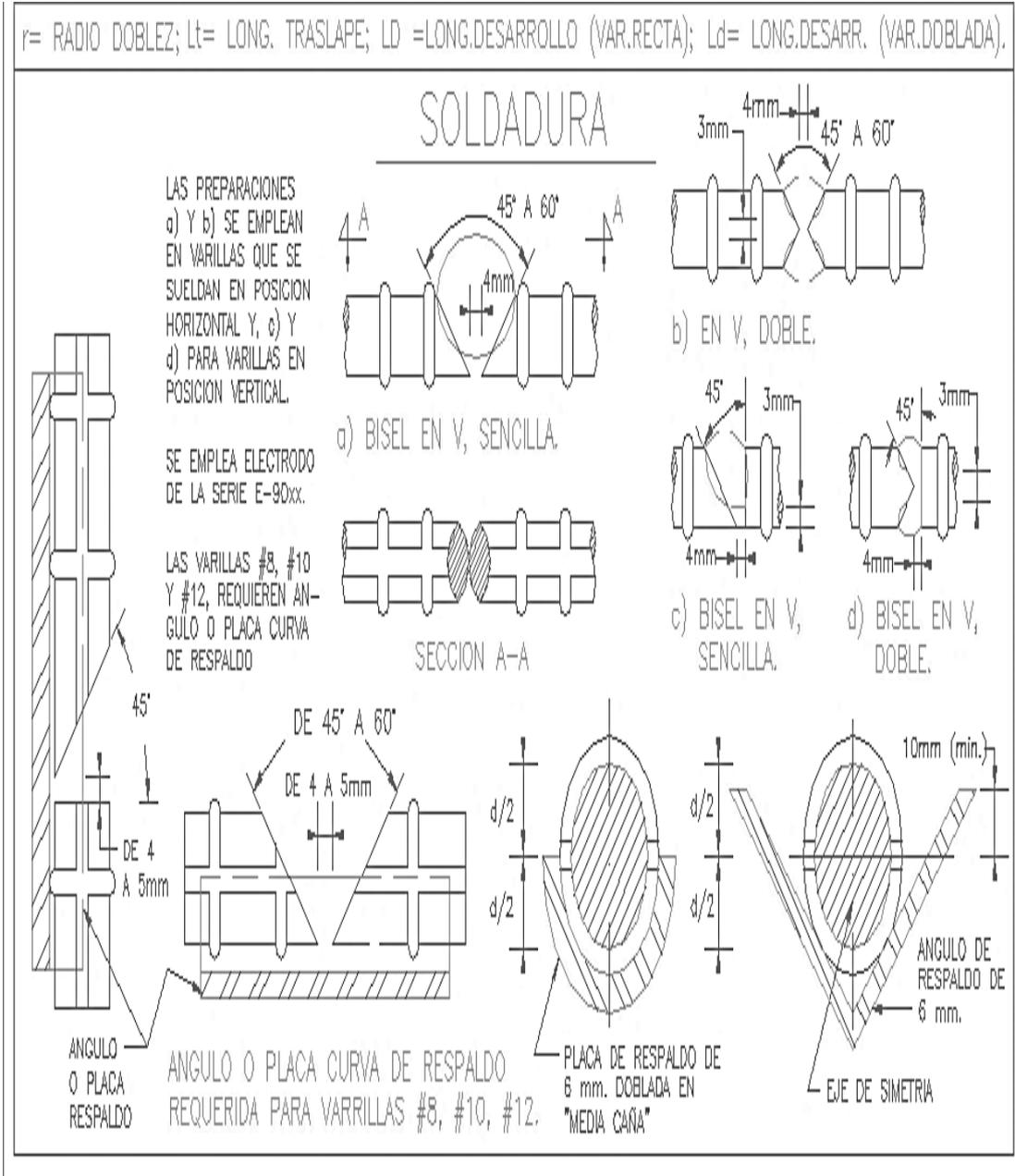


IMAGEN 33: PLANO ESTRUCTURAL DE SOLDADURA DE PARAPETOS.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PARAPETOS



FOTOGRAFIA 18: CIMBRADO DE PARAPETOS.



FOTOGRAFIA 19: ENGRASADO DE CIMBRA PARA PARAPETOS.



FOTOGRAFIA 20: ENGRASADO DE CIMBRA PARA PARAPETOS.



FOTOGRAFIA 21: TERMINADO DE ARMADO DE PARAPETO.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PARAPETOS



FOTOGRAFIA 22: COLOCACION DE ALIGERANTE EN EL PARAPETO



FOTOGRAFIA 23: ACOMODO DE ARMADO EN LA CIMBRA EN EL PARAPETO



FOTOGRAFIA 24: ACOMODO DE ARMADO EN LA CIMBRA EN EL PARAPETO



FOTOGRAFIA 25: ACOMODO DE ARMADO EN LA CIMBRA EN EL PARAPETO

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PARAPETOS



FOTOGRAFIA 26: PRUEBA DE REVENIMIENTO.



FOTOGRAFIA 27: PRUEBA DE REVENIMIENTO.



FOTOGRAFIA 28: COLADO DE PARAPETOS.



FOTOGRAFIA 29: VIBRACION DE PARAPETOS.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PARAPETOS



FOTOGRAFIA 30: TERMINACION DE COLADO DE PARAPETOS.



FOTOGRAFIA 31: DECIMBRADO DE PARAPETOS.



FOTOGRAFIA 32: DECIMBRADO DE PARAPETOS.



FOTOGRAFIA 33: DECIMBRADO DE PARAPETOS.

## **PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PILOTES.**



## ¿QUE ES UN PILOTE?

El pilote prefabricado resuelve la cimentación profunda de cualquier estructura de una forma rápida y limpia. Se trata de un pilote de desplazamiento, introducido por hincas en el terreno, lo que redundará en la compactación del mismo a la vez que evita la generación de detritus de excavación. El alto rendimiento de los equipos de hincas acorta enormemente los plazos de ejecución y la posibilidad de empalme de las piezas permite alcanzar los estratos resistentes a grandes profundidades. Se trata de una solución idónea en casos de circulación de agua subterránea para terrenos con problemas de agresividad y permiten absorber esfuerzos horizontales inclinando pilotes o utilizando pilotes pretensados.

La fabricación en planta hace que este producto esté sometido a rigurosos controles de calidad, con materiales de alta resistencia y juntas de empalme garantizadas (producto registrado con marcado NTC).

Los pilotes prefabricados se podrán construir aislados siempre que se realice un arrastramiento en dos direcciones ortogonales y que se demuestre que los momentos resultantes en dichas direcciones son nulos o bien absorbidos por el armado del pilote.

## ACCIONES QUE CONSIDERAR.

Además de las acciones de la estructura sobre la cimentación se tendrá en cuenta que los pilotes puedan estar sometidos a efectos parásitos inducidos por acciones derivadas por el movimiento del propio terreno de cimentación.

Debe considerarse la forma y dimensiones del encepado a fin de incluir su peso, así como el de las tierras o aquello que pueda gravitar sobre este, en el cómputo de las acciones.

En su caso, se especificará el nivel del terreno alrededor del pilotaje. En aquellos casos en los que pueda existir socavación habrá que considerar al menos, con carácter accidental, la situación correspondiente a la máxima prevista.

DIAGRAMA

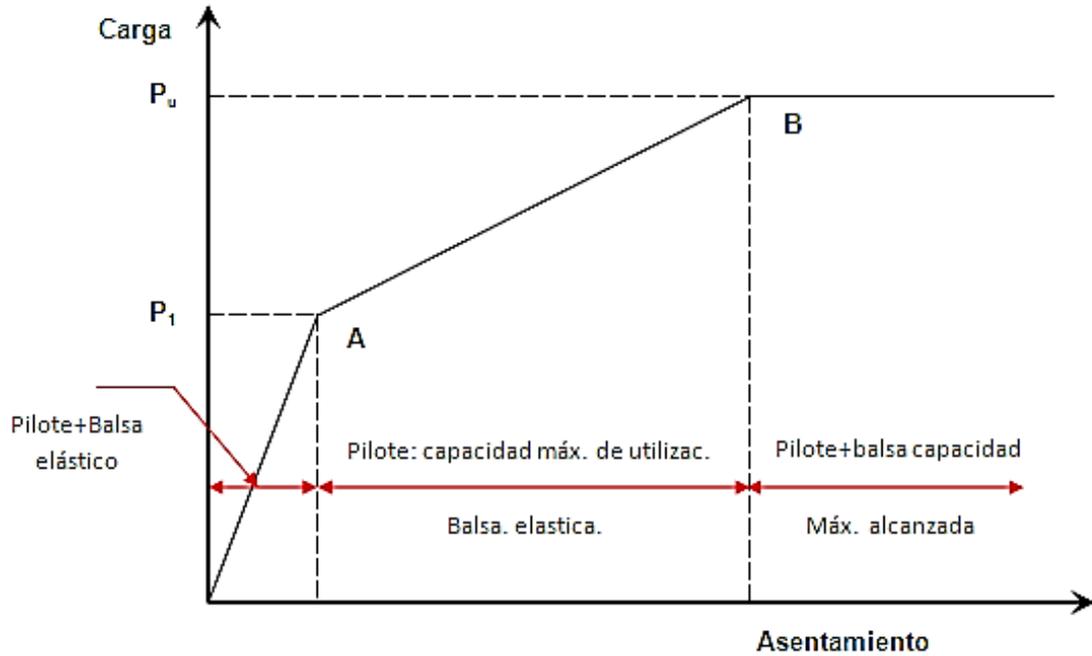


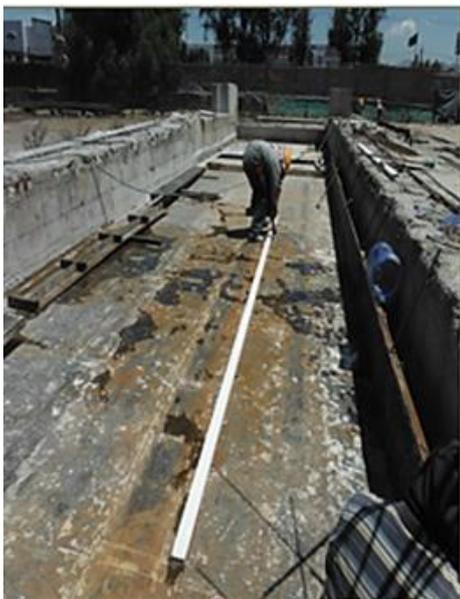
IMAGEN 34: DIAGRAMA DE ELASTICIDAD DEL PILOTE.

DETALLES DEL REFUERZO

DETALLES DEL REFUERZO					
	DIAM.	a	b	d	e
	3C	7	18	9	40
	4C	9	24	11	60
	5C	12	31	12	65
	6C	14	36	14	85
	8C	18	47	18	120
	10C	29	63	25	160
12C	42	82	35	180	
EN NINGUN CASO SE PERMITIRA EMPALMAR, EN UNA MISMA SECCION MAS DEL 50 % DE LAS VARILLAS					

IMAGEN 35: DETALLE DE REFUERZO PILOTE.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PILOTES.



FOTOGRAFIA 34: TRAZO Y NIVELADO DE MOLDE DE LOS



FOTOGRAFIA 35: TRAZO Y NIVELADO DE MOLDE DE LOS



FOTOGRAFIA 36: ELABORACION DE MOLDE DE LOS PILOTE.



FOTOGRAFIA 37: ELABORACION DE ARMADO DE LOS PILOTE.

## PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE PILOTES.



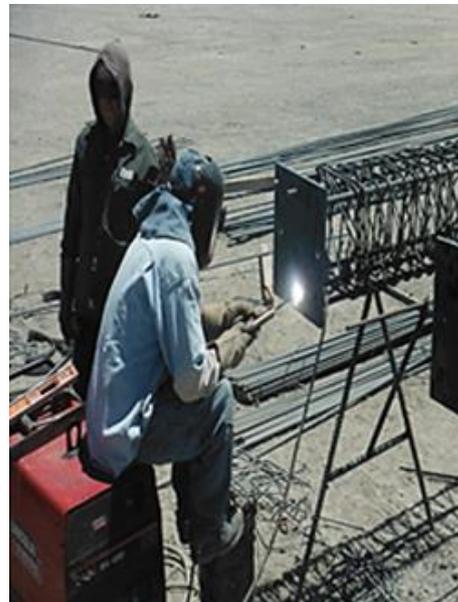
FOTOGRAFIA 38: AVANCE DEL ARMADO DE LOS PILOTES.



FOTOGRAFIA 39: TERMINADO DE ARMADO DE LOS PILOTES.



FOTOGRAFIA 40: COLOCACION DE PLACA DE ACCESORIO DE PILOTES.



FOTOGRAFIA 41: SOLDADURA DE PLACA DE ACCESORIOS DE PILOTES.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PILOTES.



FOTOGRAFIA 42: SOLDADURA DE PLACA DE ACCESORIOS DE PILOTES.



FOTOGRAFIA 43: COLOCACION DEL ARMADO EN EL MOLDE.



FOTOGRAFIA 44: COLOCACION DE CIMBRA EN EL ARMADO.



FOTOGRAFIA 45: COLOCACION DE CIMBRA EN EL ARMADO.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PILOTES.



FOTOGRAFIA 46: PRUEBA DE REVENDIMIENTO



FOTOGRAFIA 47: PRUEBA DE REVENIMIENTO.



FOTOGRAFIA 48: COLADO DE PILOTES.



FOTOGRAFIA 49: COLADO Y VIBRADO DE PILOTES.

### TRABES DE DISTRIBUIDOR.

Se denomina concreto presforzado a la tecnología de construcción de elementos estructurales de concreto sometidos intencionalmente esfuerzos de compresión previos a su puesta en servicio. Dichos esfuerzos se consiguen mediante barras, alambres o cables de alambres de acero que son tensados y anclados al hormigón.

Esta técnica se emplea para superar la debilidad natural del concreto frente a esfuerzos de tracción, el objetivo es el aumento de la resistencia a tracción del concreto, introduciendo un esfuerzo de compresión interno que contrarreste en parte el esfuerzo de tracción que producen las cargas de servicio en el elemento estructural. El concreto pretensado se coloca acero tensado (activo) que pre comprime el concreto permitiendo así que los elementos estructurales tengan una gran resistencia a la tracción con la ventaja de impedir el agrietamiento del concreto.

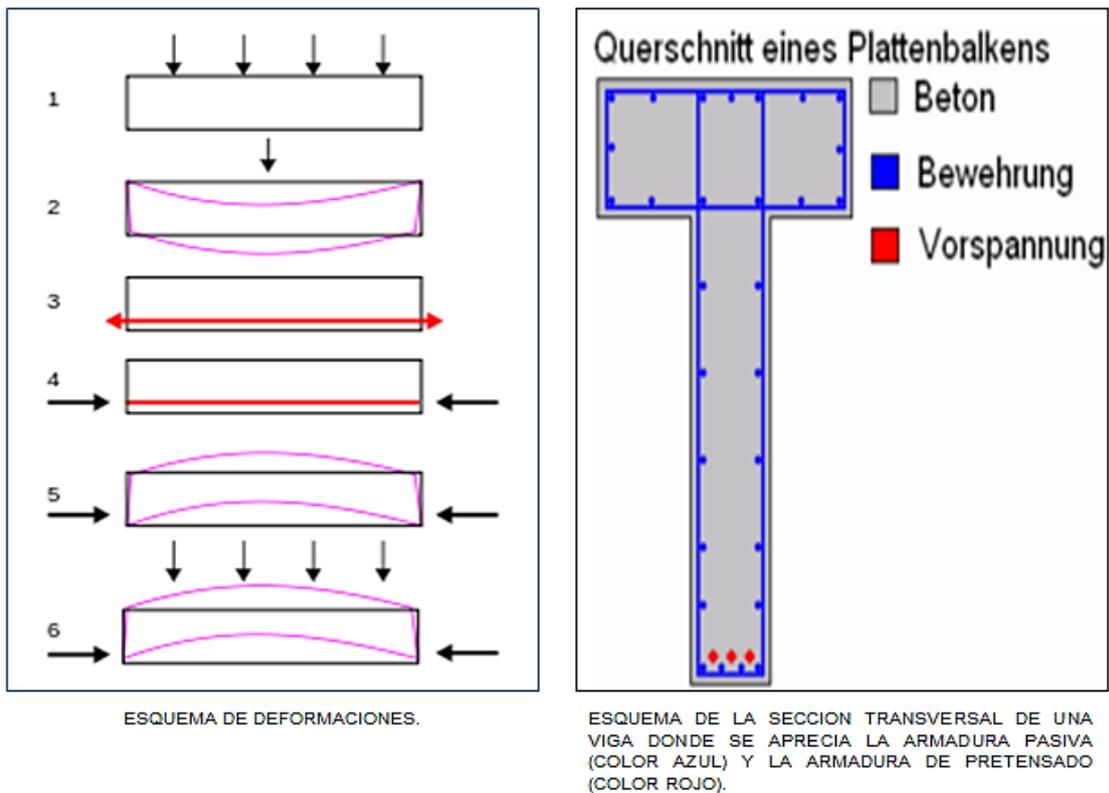


IMAGEN 35: ESQUEMA DE DEFORMACION DE TRABES DE DISTRIBUIDOR.

## PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE TRABES DE DISTRIBUCION.



FOTOGRAFIA 50: TRAZADO DE MOLDES.



FOTOGRAFIA 51: ELABORACION DE MOLDES.



FOTOGRAFIA 52: ENGRASADO DE MOLDES.



FOTOGRAFIA 53: ENGRASADO DE MOLDES.

## PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE LAS TRABES DE DISTRIBUCIÓN.



FOTOGRAFIA 54: INICIO DE ARMADO DE TRABES DE DISTRIBUCION.



FOTOGRAFIA 55: ARMADO LONGITUDINAL DE TRABES DE DISTRIBUCIÓN.



FOTOGRAFIA 56: ARMADO TRANSVERSAL



FOTOGRAFIA 57: AVANCE DE ARMADO.

## PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE LAS TRABES DE DISTRIBUCIÓN.



FOTOGRAFIA 58: TENSADO DE TORONES.



FOTOGRAFIA 59: TENSADO DE TORONES.



FOTOGRAFIA 60: PRUEBAS DE REVENDIMIENTO.



FOTOGRAFIA 61: COLADO DE TRABES DE DISTRIBUCION.

## PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE LAS TRABES DE DISTRIBUCIÓN.



FOTOGRAFIA 62 COLADO DE LAS TRABES DE DISTRIBUCION.



FOTOGRAFIA 63: FRAGUADO DE LA PIEZA DE TRABES DE DISTRIBUCION.



FOTOGRAFIA 64: TRABES DE DISTRIBUCION TERMINADA.



FOTOGRAFIA 65: NOMENCLATURA DE LA PIEZA.



## **CAPITULO VIII. FACHADAS PREFABRICADAS.**



## CONCEPTO DE FACHADAS.

La fachada constituye uno de los elementos arquitectónicos más importantes, porque juega un papel primordial en la determinación de la imagen exterior de la edificación; cuando una fachada no está bien trabajada, puede constituir una agresión al entorno urbanístico, la fachada debe ir ligada a la función del edificio.

Las fachadas de una construcción son por lo general un elemento muy complejo. En la fachada es en donde se pueden apreciar las corrientes arquitectónicas de la época, porque en ella los arquitectos utilizan todos los medios disponibles; logrando así el aspecto deseado.

No solo se utilizan elementos materiales, sino que también juegan con luces, sombras colores, tonos, etc.; además en la mayor parte de los casos, en las fachadas se encuentran volúmenes sustraídos, salientes, balcones, instalaciones aparentes.

Es por eso que en las fachadas se observan diversos materiales, formas o texturas; se pueden ver desde fachadas ciegas, con grandes ventanales, fachadas suspendidas, o fachadas corridas, fachadas bioclimáticas, por mencionar algunas.

Para poder lograr una buena composición se debe de conocer las características de cada uno de los materiales, y como se aplican para conseguir los efectos deseados.

Actualmente existen en las fachadas muchos materiales de distinta naturaleza. Un ejemplo de los materiales más tradicionales pueden ser los revestimientos continuos con mortero, terminaciones de ladrillo, chapados de piedra, chapados con placas cerámicas, entre otros; y entre los más contemporáneos se encuentran los prefabricados metálicos, de P.V.C., el aluminio, el vidrio, etc.

Al referirse a revestimientos se habla de los materiales que se aplican sobre otro, con el objeto de darle cualidades al soporte, o para mejorarlo, en caso de que ya cuente con ellas. Esta envoltura debe ser como una capa protectora contra los cambios atmosféricos, por su función estética, o por ser aislantes acústicos. Como se mencionó, las fachadas pueden servir como aislante térmico; se pueden formar cámaras de aire para dar una ventilación natural entre revestimiento exterior y el aislante térmico, permitiendo también la expulsión de agua y vapor sin dañar la capa

aislante. Esta función se puede dar por medio de parasoles traslucidos integrados a la fachada o por láminas de aluminio prensadas por mencionar algunos.

Además de actuar como muros exteriores, los paneles prefabricados para fachadas pueden realizar otras funciones: ser portantes, servir como cimbra para elementos estructurales, utilizarse para incorporar aislamientos, utilizarse como acabado exterior e interior; servir para contener servicios mecánicos, etc. Algunas veces los paneles de fachadas prefabricadas se utilizan como cimbra para exteriores, esto proporciona ventajas económicas y estructurales, así como estéticas a la obra. En este caso se deberá determinar cómo y donde serán soportados los paneles de fachadas prefabricadas.

Es recomendable cuando los paneles prefabricados van a servir como cimbra para elementos estructurales, que, para evitar riesgos de derrame de concreto en su interior, estos deberán tener un acabado de fácil limpieza, o bien deberán ser protegidos o envueltos en plásticos o algo similar.

Los paneles pueden ser utilizados como muros de arrostramiento, esto significa que recibirán cargas horizontales, y así se aprovechan todas las ventajas inherentes a la resistencia de los elementos prefabricados de fachadas, estas fuerzas pueden ser debidas al viento o a los sismos.

## **MATERIALES.**

La posible utilización de materiales tan variados para la fabricación de las fachadas prefabricadas, dan como resultado una gama muy amplia para conseguir el aspecto deseado por el proyectista. Estos mismos materiales combinados en distintas formas, así como utilizando herramientas y equipos variados, darán también una variedad de acabados y texturas, será la exigencia del proyectista lo que haga que el fabricante experimente las distintas combinaciones hasta lograr el aspecto deseado, las que mostrara con modelos reales, para poder definir formas, colores y texturas.

Se recomienda dentro de lo posible se debe asegurar que este suministro sea suficiente y oportuno, esto dará como resultado un ahorro de fletes de materias

primas, y permitirán el desarrollo de distintas regiones de nuestro país. Una adecuada selección de materiales puede ser muy útil para la consecución del concepto de calidad y de economía, así como de la forma, textura y color. Esto incluye desde la selección del tipo de cemento, los agregados finos y gruesos, aditivos, etc.

- **CEMENTO:** Se mejora la uniformidad del color con cemento gris especificado que el suministro provenga de una sola fábrica, pero esto no puede conseguirse siempre. Deberán seleccionarse los cementos para conseguir una resistencia y durabilidad predecible, así como un color adecuado. Deberán investigarse las características de ciertos cementos especiales antes de utilizarlos, para estar seguros de que no presentan características indeseables.
- **CONCRETO:** el concreto es un material de la mayor variabilidad, que puede adaptarse, eligiendo el tipo y la composición de la mezcla a las más distintas exigencias. Debe tomarse en cuenta, las limitaciones de estos materiales naturales con respecto a la uniformidad y los requisitos de uniformidad del producto prefabricado debiendo ajustarse a estas limitaciones los requisitos de uniformidad del producto prefabricado.
- **AGREGADOS:** los agregados finos y gruesos, deben ser de una sola fuente de suministro (cantera o mina), el arquitecto deberá seleccionar el tamaño, color y calidad de los agregados que se vayan a utilizar. Esta elección deberá basarse en una inspección visual de una muestra de concreto preparada por el fabricante, y en una valoración de los informes de los ensayos realizados. El fabricante deberá exigir al suministrador en calidad, granulometría y color. Cuando los agregados vayan a quedar visibles, puede ser necesario obtener una granulometría de los agregados muy estudiada a partir de las muestras de ensayos.
- **ADITIVOS:** todos los aditivos exigen un control adecuado de la dosificación, y comprobaciones frecuentes del aire incluido resultante, necesarias para

asegurar que se obtiene el resultado adecuado. Se podrán utilizar acelerantes o retardantes de fraguado de concreto para lograr los resultados esperados, los acelerantes para conseguir que el concreto de la pieza prefabricada resista el esfuerzo de desmolde, y retardantes superficiales para conseguir los acabados

de agregados expuestos o lavados. La dosificación será de acuerdo con las especificaciones del material, procurando que la marca del producto sea siempre la misma, esto para evitar cambios de color o de apariencia.

**AGUA:** no deberá contener materias nocivas que pueda inferir en el color, fraguado o resistencia del concreto, para el lavado de las piezas con acabado expuesto, se sugiere el reciclaje de esta, a base de cisternas y bombas para.

- rebombeo de este líquido, esta no será necesaria que sea completamente potable, sino simplemente limpia, ahorrando así, este vital líquido.
- **PIEZAS METÁLICAS:** las placas y ángulos utilizados como piezas metálicas en las piezas mismas, así como las piezas dejadas en la obra que recibirán las fachadas prefabricadas serán de acero, unas se pintarán en taller, y otras pintadas en obra una vez que la pieza ha quedado colocada. Las piezas embebidas, pernos y otros accesorios estarán hechas de materiales no corrosivos. Se recomienda checar con cierta frecuencia si es que estas piezas no sufren con el tiempo oxidaciones, si esto ocurriera, será necesario limpiar adecuadamente las piezas metálicas y luego volver a pintarlas.
- **COLORANTES:** los pigmentos u otros agentes colorantes, cuando sean necesarios utilizarlos, serán resistentes a la cal. La cantidad y tipo del agente colorante que se utilice no afectará a la calidad del concreto por debajo de lo especificado. Las propiedades de los pigmentos u otros agentes colorantes y sus efectos en la resistencia del concreto deberán ser valoradas por el fabricante antes de hacer la selección definitiva. La uniformidad de color deberá determinarse mediante un ensayo a escala reducida o en un elemento

prefabricado. Deberá de estudiarse la posibilidad de usar agregados finos coloreados para añadir color a la masa en lugar de pigmentos, si se utilizan pigmentos, estos deberán dosificarse en las piezas muestras, y una vez aceptado el tono de color, se deberá respetar minuciosamente la dosis para evitar cambios de tono de una pieza a otra. Se requiere que, durante todo el proceso de fabricación, que la marca comercial de estos pigmentos, siempre sea la misma, pues de una marca a otra existen grandes diferencias que pueden significar que nuestras piezas no tengan un color uniforme.

- **AISLAMIENTO:** los materiales comunes para aislamiento en la construcción de paneles sándwich incluyen espuma plástica (poliuretano y poli estireno), vidrio celular, fibra de vidrio, concretos celulares. Se deberá experimentar en muestras, los espesores de estos aislantes, pues un excesivo grosor de material aislante puede hacer que las piezas prefabricadas tengan un excesivo grosor total o bien que queden sumamente frágiles.
- **DISEÑO DE COLOR Y TEXTURA:** la técnica de fabricación de los elementos arquitectónicos para fachadas en cuanto al concreto no se limita a unidades de un solo color y una forma lisa. Al poder conseguir agregados tanto gruesos como finos de distintos bancos de materias primas con diversos colores, proporcionan al arquitecto una variedad de colores que se presten más a su obra. En cuanto al cemento, no solo se puede utilizar de color gris, sino se puede echar mano de cemento blanco o puzolanico que darán otro tono a nuestras piezas prefabricadas. Es posible agregar texturas al concreto arquitectónico de diversas maneras y, si se combinan texturas y color, las posibilidades de expresión con este material son casi ilimitadas. Con frecuencia se utiliza una combinación de técnicas de exposición para proporcionar contrastantes adicionales a la superficie, al diseñar el exterior, deben tomarse en cuenta las esquinas y las juntas verticales y horizontales además de las texturas. De igual manera, también es posible crear diversos efectos de texturas de acabados de los pre colados con laminados plásticos que se colocan como cimbras o con moldes no repetitivos trabajados en espuma de estireno para lograr el relieve que se desee.

- **DISEÑO DE JUNTAS Y UNIONES:** desde el inicio del proyecto se debe considerar que la fachada estará formada de una serie de piezas, y que la unión entre una pieza y otra formará una serie de juntas, esta retícula de juntas deberá de formar parte del diseño de la fachada, nunca se deberá pretender ocultarla, sino por el contrario hacerla parte del diseño. Aparte del diseño habrá que considera otros aspectos de las uniones como las que a continuación se mencionan. Las juntas y uniones se pueden decir que son elementos clave en la construcción, aseguran la estabilidad, transmiten los esfuerzos, para que la construcción trabaje como si fuera monolítica y dotan de continuidad a toda la obra. En localidades con problemas de origen sísmico, presentan mayores problemas y por ello mismo su solución es más importante, una buena solución de juntas y uniones deben reunir varios aspectos, entre ellos los que a continuación se enuncian, para que se logre una solución adecuada tanto técnicamente como económicamente.
- **MUESTRAS:** deberán someterse al arquitecto un numero estipulado de muestras (mínimo 3) de cada tipo de acabado, para la aprobación del color y textura antes de comenzar la fabricación. Una de las muestras aprobadas se devolverá al contratista general y otra al fabricante, antes de la fabricación. Todas las muestras aprobadas serán marcadas por el arquitecto. Si la cara posterior de un elemento prefabricado va a ser vista, deberán obtenerse muestras de la ejecución, color y textura de la cara posterior igual que para la cara anterior. Cuando se exijan muestran grandes además de las muestras señaladas anteriormente, el arquitecto deberá indicar el tamaño y numero en los documentos del contrato. La fabricación deberá de comenzar una vez aprobada la textura y el color. Estas muestras más grandes deberán confeccionarse con los mismos materiales que vayan a utilizarse en la producción real.

## MOLDES.

Otro aspecto básico en la producción de piezas prefabricadas es el molde. Al tener el molde un costo significativo dentro de la producción, este aspecto es importante desde el inicio del proyecto de la pieza, se debe considerar cual es el molde que se requerirá para la fabricación de determinada pieza, este deberá ser lo más fácil de construir, ya que puede ser utilizado como referencia con solo muy pocas modificaciones, para poder servir en otro tipo de piezas posteriormente.

## TECNICAS DE PREFABRICACION.

Representación de acabados en los planos de trabajo: el diseñador de los detalles arquitectónicos deberá dar suficientes detalles o descripciones en sus planos para

indicar claramente todas las superficies expuestas de los elementos y sus acabados respectivos.

El color y la textura pueden obtenerse en fases diferentes de la prefabricación. Estas fases se describen en la secuencia de las operaciones de prefabricación:

**ANTES DEL MOLDE:** El acabado se fija antes de que el concreto este moldeado.

**DESPUES DEL MOLDEO:** Se consigue el acabado después de que el concreto este moldeado, pero durante las operaciones de fabricación.

**DESPUES DEL FRAGUADO:** El acabado se ejecuta después de que el concreto ha fraguado.

La versatilidad del concreto permite que el color, la forma y la textura se consigan durante cualquiera de estas tres fases. La decisión final debe basarse en los resultados que se desean y en la economía de la operación de prefabricación.

## ACABADO ANTES DEL MOLDEO.

Este es el acabado de concreto prefabricado cuando el elemento se saca del molde. No se requiere tratamiento superficial adicional excepto un posible lavado o limpiado.

- **UNIFORME LISO:** El concreto prefabricado uniforme liso normalmente se moldea utilizando moldes no porosos (madera sellada, concreto sellado, acero, fibra de vidrio, etc.).
- **UNIFORME CON FIGURAS GEOMETRICAS:** Estas pueden ser acanaladas, acabado en tablero, o impresiones en las superficies del molde, etc.
- Puede conseguirse una variedad de formas atractivas moldeado contra recubrimientos en relieve del molde.
- **IMPRESIONES ESPECIALES:** Las plasticidades del concreto permite técnicas especiales, pueden crearse diseños en espuma plástica, armagas, arena, piedras, piedra labrada, etc.
- **ACABADO DE DESMOLDEO CON RELIEVE:** Para producir una textura creada por materiales distintos de los componentes normales del concreto se colocan a mano en el fondo de molde agregados de gran tamaño, piezas cerámicas, etc.
- **ACABADOS DE DESMOLDEO LABRADO:** Puede fabricarse paneles labrados a base de cerámica o de piedra, colocando una baldosa cerámica o piedra labrada en el fondo del molde. La losa o la piedra pueden cubrir toda la superficie expuesta o tan solo parte de ella.

## ACABADOS DESPUES DEL MOLDEO.

- **CARA INFERIOR:** Se utilizan retardantes químicos para exponer los agregados sobre la cara inferior y laterales del concreto prefabricado durante el proceso de fabricación. Los retardantes se aplican sobre las superficies del molde y el concreto se moldea contra ellas. Los acabados obtenidos varían desde un ataque muy ligero hasta una profundidad mayor.
- **CARA SUPERIOR:** Se pueden conseguir muchos efectos decorativos diferentes sobre la cara superior del elemento prefabricado durante la fabricación:
  - Agregado expuesto o visto.
  - Cara superior decorativa
  - Acabado uniforme.

## ACABADO DESPUES DEL FRAGUADO.

El acabado se ejecuta después de que el concreto ha conseguido casi su resistencia definitiva.

## ACABADOS EN SUPERFICIES RELATIVAMENTE UNIFORMES.

- **PULIDO:** La pulimentación de las superficies de concreto produce lo que se conoce como superficie pulida. Estas superficies muestran agregados alisados por este proceso.

La abrasión mecánica continuada con un grado más fino, seguido de un tratamiento especial que incluye el relleno de todos los agujeros superficiales y el frotamiento, producirá una superficie altamente pulida. Por razones de economía, solo deberían pulirse las superficies que puedan rectificarse con máquinas que puedan pasar sobre rodos los parámetros horizontales o inclinados. Se consiguen acabados atractivos dejando resaltantes o surcos en el acabado uniforme o de concreto expuesto. El pulido del concreto es una técnica que exigen un personal altamente calificado.

- **PINTURA:** Al ser concreto prefabricado, un concreto durable de alta resistencia, no se necesita pintarlo. Si se pinta, por razones puramente decorativas, el arquitecto deberá especificar la pintura adecuada para aplicar al concreto en estricto acuerdo con las recomendaciones del fabricante de pinturas.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS.



FOTOGRAFIA 66: DESMOLDE DE LA PIEZA, FACHADA ARCHIVO GENERAL DE LA NACION.



FOTOGRAFIA 67: DESMOLDE DE LA PIEZA, FACHADA ARCHIVO GENERAL DE LA NACION.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS.



FOTOGRAFIA 67: DESMOLDE DE LA PIEZA, FACHADA ARCHIVO GENERAL DE LA NACION.

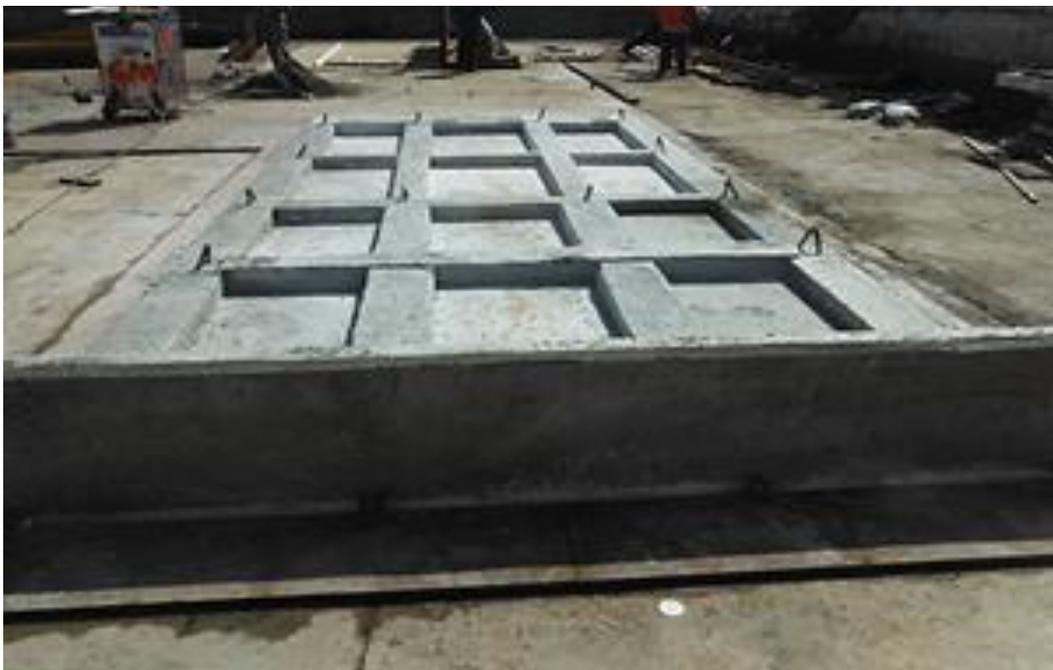


FOTOGRAFIA 69: DESMOLDE DE LA PIEZA, FACHADA ARCHIVO GENERAL DE LA NACION.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS.



FOTOGRAFIA 70: ACCESORIO DE LA PIEZA, FACHADA ARCHIVO GENERAL DE LA NACION.



FOTOGRAFIA 71: ACCESORIO DE LA PIEZA, FACHADA ARCHIVO GENERAL DE LA NACION.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS.



FOTOGRAFIA 72: PULIDO DE LA PIEZA, FACHADA ARCHIVO GENERAL DE LA NACION.



FOTOGRAFIA 73: PULIDO DE LA PIEZA, FACHADA ARCHIVO GENERAL DE LA NACION.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS.



FOTOGRAFIA 74: MOLDE DE LA PIEZA, FACHADA ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN.



FOTOGRAFIA 75: MONTAJE DE LAS PIEZAS, FACHADA ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS.



FOTOGRAFIA 76: MONTAJE DE LAS PIEZAS, FACHADA ARCHIVO GENERAL DE LA NACION.



FOTOGRAFIA 75: ACCESORIOS DE LAS PIEZAS, FACHADA ARCHIVO GENERAL DE LA NACION.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS.



FOTOGRAFIA 76: MONTAJE DE LA FACHADA, COMPLEJO CITY SANTA FE.



FOTOGRAFIA 77: MONTAJE DE LA FACHADA, COMPLEJO CITY SANTA FE.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS.



FOTOGRAFIA 78: MONTAJE DE LA FACHADA, COMPLEJO CITY SANTA FE.



FOTOGRAFIA 79: MONTAJE DE LA FACHADA, COMPLEJO CITY SANTA FE.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS.



FOTOGRAFIA 80: MONTAJE DE LA FACHADA, COMPLEJO CITY SANTA FE.



FOTOGRAFIA 81: MONTAJE DE LA FACHADA, COMPLEJO CITY SANTA FE.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS.



FOTOGRAFIA 82: MONTAJE DE LA FACHADA, COMPLEJO CITY SANTA FE.



FOTOGRAFIA 83: MONTAJE DE LA FACHADA, COMPLEJO CITY SANTA FE.

## MANIPULACION ALMACEN Y TRANSPORTE.

Una vez fabricadas las piezas, el siguiente paso será como manipularlas, y en donde se almacenarán. Todos los elementos prefabricados se manipularán en posición de acorde con su forma de diseño. Los elementos se elevarán y sostendrán durante las operaciones de fabricación, almacenamiento, transporte y montaje tan solo en los puntos de elevación o apoyo, o ambos.

Los procedimientos de manipulación, incluyendo el tipo y la colocación de las uniones, deberán ser competencia del fabricante, y los dispositivos de unión deberían estar localizados e identificados en los planos de taller.

## DESPERFECTOS DAÑOS Y PREPARACIONES.

Las superficies de todos los elementos precolados deben ser revisadas y todos los huecos o burbujas y otro tipo de defectos reparados, de acuerdo con la apariencia final deseada y tomando en cuenta la resistencia y durabilidad del elemento. Al llegar a la obra, si hubo daños durante el transporte, el personal de producción debe ser el encargado de las reparaciones para evitar malos trabajos.

El montador será responsable de cualquier, fisura, grieta u otro desperfecto de los elementos después de la entrega a pie de obra. Después de finalizar el montaje, cualquier daño posterior es responsabilidad del contratista general.



FOTOGRAFIA 84: MANIPULACION DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS, CENTRO COMERCIAL VIA VALLEJO

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS.



FOTOGRAFIA 85: MONTAJE DE LA FACHADA, CENTRO COMERCIAL VIA VALLEJO.



FOTOGRAFIA 86: MONTAJE DE LA FACHADA, CENTRO COMERCIAL VIA VALLEJO.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE FACHADAS PREFABRICADAS.



FOTOGRAFIA 87: MONTAJE DE LA FACHADA, CENTRO COMERCIAL VIA VALLEJO.



FOTOGRAFIA 88: MONTAJE DE LA FACHADA, CENTRO COMERCIAL VIA VALLEJO.



## CONCLUSIONES

La gran demanda actual de vivienda, en especial del rango de la vivienda de interés social, los altos costos de construcción, la calidad cuestionable de las obras destinadas a personas de escasos recursos, son razones por las cuales se hace necesario generar soluciones a corto plazo.

La utilización de estructuras prefabricadas como parte del proceso constructivo en la edificación resulta ser el camino a seguir gracias a las ventajas constructivas y organizaciones que brinda, las cuales se ven reflejadas en su duración y costo final.

Al implementar el sistema prefabricado se abren nuevas posibilidades desde el punto de vista constructivo a diferentes tipos de obras civiles que anteriormente solo se trabajan en concreto en sitio o en mampostería.

El estilo de métodos y alternativas de construcción, diferentes a las conocidas tradicionalmente, debe impulsar el desarrollo de una nueva etapa en la construcción de cada país en vía de desarrollo, permitiendo incorporar y adaptar nuevas tecnologías que mejoren la calidad de vida de los pobladores, a través de la solución del problema de vivienda.

Existen diferentes sistemas de construcción prefabricada, muchas de estas de aplicación frecuente en países desarrollados. Es de vital importancia el recopilar estas experiencias y extrapolarlas a la construcción de edificaciones en los países en vías de desarrollo.

Si bien es cierto, cada país tiene sus peculiaridades aun estén dentro de la categoría de país en vías de desarrollo, como cultura, localización geográfica, etc. Esto puede afectar en mayor o menor proporción la aplicación de uno u otro sistema de prefabricación.

Según lo dicho, para una mejor aplicación de los sistemas constructivos prefabricados sería necesaria definir la problemática específica de cada país atendiendo a las mismas y hacer una comparativa de que tan eficiente es una propuesta ante otra



## FUENTES DE CONSULTA.

### FUENTES ELECTRONICAS.

- Empresa Mexpresa [www.mexpresa.com/](http://www.mexpresa.com/)
- CITA 1: <https://definicion.mx/manual/>
- CITA 3, 4,5,6 y 7: Empresa Mexpresa, Fuentes Electrónicas, Recuperado de: <http://grupos.unican.es/gidai/web/montaje-de-prefabricados.pdf>
- **IMAGEN 1: CONJUNTO LOPOFA.** Christian Escrig Pérez, Conjunto Lopofa, Fuentes Electrónicas, Recuperado de : <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8398/Evoluci%F3n+de+los+sistemas+de+construcci%F3n+industrializados+a+base+de+elementos+prefabricados+de+hormig%F3n.pdf;jsessionid=DF33E511A0FA803F65589A08CF3F8F50?sequence=1>
- **IMAGEN 2: CONJUNTO LOPOFA:** Christian Escrig Pérez, **Conjunto Lopofa**, Fuentes Electrónicas, Recuperado de: <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8398/Evoluci%F3n+de+los+sistemas+de+construcci%F3n+industrializados+a+base+de+elementos+prefabricados+de+hormig%F3n.pdf;jsessionid=DF33E511A0FA803F65589A08CF3F8F50?sequence=1>
- **IMAGEN 3: EDIFICIO LAGUTENKO-POSOKHIN, MOSCOW:** Ing. Joel A. Novas Cabrera, Edificio Lagutenko-Posokhin, Moscow,2010 ,Fuentes Electrónicas, Recuperado de : <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8398/Evoluci%F3n+de+los+sistemas+de+construcci%F3n+industrializados+a+base+de+elementos+prefabricados+de+hormig%F3n.pdf;jsessionid=DF33E511A0FA803F65589A08CF3F8F50?sequence=1>
- **IMAGEN 4: EDIFICIO LAGUTENKO-POSOKHIN, MOSCOW:** Christian Escrig Pérez, **Edificio Lagutenko-Posokhin, Moscow**, Fuentes Electrónicas, Recuperado de: <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8398/Evoluci%F3n+de+los+sistemas+de+construcci%F3n+industrializados+a+base+de+elementos+prefabricados+de+hormig%F3n.pdf;jsessionid=DF33E511A0FA803F65589A08CF3F8F50?sequence=1>

- **IMAGEN 5: CONJUNTO LA GRANDE BORNE, GRIGNY PARIS:** Christian Escrig Pérez, **Conjunto “La Grande Borne”, Grigny-Paris**, Fuentes Electrónicas, Recuperado de:  
<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8398/Evoluci%F3n+de+los+sistemas+de+construcci%F3n+industrializados+a+base+de+elementos+prefabricados+de+hormig%F3n.pdf;jsessionid=DF33E511A0FA803F65589A08CF3F8F50?sequence=1>
- **IMAGEN 6: POLIGONO INDUSTRIAL SANTIAGA- PROVASA, BARBERA DEL VALLES, BARCELONA:** Christian Escrig Pérez, **Edificio industrial, Polígono Ind. Santiga-Provasa, Barberà del Vallès (Barcelona)**, Fuentes Electrónicas, Recuperado de:  
<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8398/Evoluci%F3n+de+los+sistemas+de+construcci%F3n+industrializados+a+base+de+elementos+prefabricados+de+hormig%F3n.pdf;jsessionid=DF33E511A0FA803F65589A08CF3F8F50?sequence=1>
- **IMAGEN 7: DEMOSTRACION DE LA VELOCIDAD EN OBRA DEL PROCESO DE LA PREFABRICACION.**
- **IMAGEN 8: MATERIALES DE ACERO:** Fotografía de Edgar Méndez, Elementos de Acero, Fuentes Electrónicas, Recuperado de:  
[https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP\\_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5LHTAhVnxlQKHTPqCFIQ\\_AUIBigB&biw=1366&bih=662#imgrc=7v1QPqd8r3u3xM](https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5LHTAhVnxlQKHTPqCFIQ_AUIBigB&biw=1366&bih=662#imgrc=7v1QPqd8r3u3xM):
- **IMAGEN 9: MATERIALES DE ACERO:** Medios Electrónicos, Recuperado de:  
[https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP\\_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5LHTAhVnxlQKHTPqCFIQ\\_AUIBigB&biw=1366&bih=662#tbm=isch&q=soldadura&imgdii=ldrbt4aw2lQRWM:&imgrc=P-CW7Pvc1DeJZM](https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5LHTAhVnxlQKHTPqCFIQ_AUIBigB&biw=1366&bih=662#tbm=isch&q=soldadura&imgdii=ldrbt4aw2lQRWM:&imgrc=P-CW7Pvc1DeJZM):
- **IMAGEN 10: MATERIALES PLASTIFICADOS:** Medios Electrónicos, Recuperado de:  
[https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP\\_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5LHTAhVnxlQKHTPqCFIQ\\_AUIBigB&biw=1366&bih=662#tbm=isch&q=poliducto&imgrc=gT9ld\\_sH-3PIPM](https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5LHTAhVnxlQKHTPqCFIQ_AUIBigB&biw=1366&bih=662#tbm=isch&q=poliducto&imgrc=gT9ld_sH-3PIPM):

- **IMAGEN 11, 12, 13 y 14: TRANSPORTE DE LOS PREFABRICADOS.**
- **IMAGEN 15, 16, 17, 18 Y 19: FASES DEL MONTAJE DE LA PREFABRICACION:** Empresa Mexpresa, Fuentes Electrónicas, Recuperado de: <http://grupos.unican.es/gidai/web/montaje-de-prefabricados.pdf>
- **IMAGEN 20: MURO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO MODULAR:** Empresa Geomega, Muro de Contención de Concreto Modular, Medios Electrónicos, Recuperado de: [https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP\\_esMX722MX722&espv=2&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5LHTAhVnxlQKHTPqCFIQ\\_AUIBigB&biw=1366&bih=662#tbm=isch&q=muro+prefabricado&imgc](https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP_esMX722MX722&espv=2&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5LHTAhVnxlQKHTPqCFIQ_AUIBigB&biw=1366&bih=662#tbm=isch&q=muro+prefabricado&imgc)
- **IMAGEN 21: MURO DE CONTENCIÓN REFORZADO.** [https://www.google.com.mx/search?q=ELEMENTOS+REFORZADOS&rlz=1C1JZAP\\_esMX722MX722&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjbi\\_PpYLUAhXLSCYKHdH5AJ4Q\\_AUICigB&biw=1366&bih=662#q=MURO+DE+CONTENSION+DE+CARRETERAS&tbm=isch&tbs=rimg:Cd4Jd8o6jyBQIji5qrS3FauS7H81yXFzE0O9yY9I6SsM4dXiEQgwh\\_1tyF9r2KD4U1pt\\_1MKINUdWO9rsewErYPD\\_1\\_1SoSCbmqLcVq5LsEVj2hLU\\_1pRWKhIjzXJcXMTQ70R9HYI2Jp4GVUqEgnJj2XpKwzh1REmBO0rT75zNSoSCeIRCDCH\\_163IEfbUf2vSo9bDKhIJX2vYoPhTWm0RYf0R5x4z\\_1HUqEgn8wqU1R1Y72hEdMX\\_1pwIMhmSoSCex7AStg8P\\_19EXZCA2cMeDo0&imgc=3gl3yjqPIFCyHM](https://www.google.com.mx/search?q=ELEMENTOS+REFORZADOS&rlz=1C1JZAP_esMX722MX722&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjbi_PpYLUAhXLSCYKHdH5AJ4Q_AUICigB&biw=1366&bih=662#q=MURO+DE+CONTENSION+DE+CARRETERAS&tbm=isch&tbs=rimg:Cd4Jd8o6jyBQIji5qrS3FauS7H81yXFzE0O9yY9I6SsM4dXiEQgwh_1tyF9r2KD4U1pt_1MKINUdWO9rsewErYPD_1_1SoSCbmqLcVq5LsEVj2hLU_1pRWKhIjzXJcXMTQ70R9HYI2Jp4GVUqEgnJj2XpKwzh1REmBO0rT75zNSoSCeIRCDCH_163IEfbUf2vSo9bDKhIJX2vYoPhTWm0RYf0R5x4z_1HUqEgn8wqU1R1Y72hEdMX_1pwIMhmSoSCex7AStg8P_19EXZCA2cMeDo0&imgc=3gl3yjqPIFCyHM)
- **IMAGEN 22: DIAGRAMA DE MOMENTOS FLEXIONANTES:** Diagrama de Momentos Flexionantes del Reforzado, Fuentes Electrónicas, Recuperado de: [https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP\\_esMX722MX722&espv=2&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5](https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP_esMX722MX722&espv=2&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5)
- **IMAGEN 23: DEFORMACIONES DE TRABES PRETENSADAS:** Deformación Típica de Trabes Pretensada, Fuentes Electrónicas, Recuperado de: [https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP\\_esMX722MX722&espv=2&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5LHTAhVnxlQKHTPqCFIQ\\_AUIBigB&biw=1366&bih=662#tbm=isch&q=DEFORMACION+TIPICA+DE+TRABES+PRETENSADAS.&imgc=MXvm4Wrb\\_WhBK M](https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP_esMX722MX722&espv=2&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5LHTAhVnxlQKHTPqCFIQ_AUIBigB&biw=1366&bih=662#tbm=isch&q=DEFORMACION+TIPICA+DE+TRABES+PRETENSADAS.&imgc=MXvm4Wrb_WhBK M)
- **IMAGEN 24: VIGAS HIPERESTÁTICAS.**
- **IMAGEN 25: PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE VIGAS**

- **IMAGEN 26: ESTRUCTURAS POSTENSADAS.**
- **IMAGEN 27: TABLA DE VALORES PARA EL DISEÑO DE ACUERDO A LAS NTC CONCRETO:** Normas Técnicas Complementarias del Concreto, Fuentes Electrónicas, Recuperado de:  
[https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP\\_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqJD5LHTAhVnXlQKHTPqCFIQ\\_AUIBigB&biw=1366&bih=662#q=VALORES+PARA+DISE%C3%91O+DE+ACUERDO+A+LAS+NTCCONCRETO&tbm=isch&tbs=ri mg:CfjnobRy5kxLljhDkSPTey0Ez7IEmongCc8C2WwA8tvqPhmK-IE2vwhcjqmQ55JMYcv8o7ntviN-ExZ-GRPPYCwe5ioSCUORI9N7LQTPEXvaeKJyHJq0KhIJuUSaieAJzwlRrbGmUm umw9wqEgnZbADy2-o-GRErL1W-iheJbyoSCYr4gTa\\_1CFyOEY6stSx1L9ZpKhJqZDnkkxhy\\_1wRPWe\\_1X9ARLU AqEgmjue2-I34TFhGOrLUsdS\\_1WaSoSCX4ZE89gLB7mEWfcrFfooxbG7&imgrc=-OehtHLmTEtm\\_M:](https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqJD5LHTAhVnXlQKHTPqCFIQ_AUIBigB&biw=1366&bih=662#q=VALORES+PARA+DISE%C3%91O+DE+ACUERDO+A+LAS+NTCCONCRETO&tbm=isch&tbs=ri mg:CfjnobRy5kxLljhDkSPTey0Ez7IEmongCc8C2WwA8tvqPhmK-IE2vwhcjqmQ55JMYcv8o7ntviN-ExZ-GRPPYCwe5ioSCUORI9N7LQTPEXvaeKJyHJq0KhIJuUSaieAJzwlRrbGmUm umw9wqEgnZbADy2-o-GRErL1W-iheJbyoSCYr4gTa_1CFyOEY6stSx1L9ZpKhJqZDnkkxhy_1wRPWe_1X9ARLU AqEgmjue2-I34TFhGOrLUsdS_1WaSoSCX4ZE89gLB7mEWfcrFfooxbG7&imgrc=-OehtHLmTEtm_M:)
- **IMAGEN 28: TABLA DE VALORES MEDIDOS DE MODULO DE ELASTICIDAD  $E=K$  RAIZ ( $f'c$ ):** Normas Técnicas Complementarias del Concreto, Fuentes Electrónicas, Recuperado de:  
[https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP\\_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqJD5LHTAhVnXlQKHTPqCFIQ\\_AUIBigB&biw=1366&bih=662#q=VALORES+PARA+DISE%C3%91O+DE+ACUERDO+A+LAS+NTCCONCRETO&tbm=isch&tbs=ri mg:CfjnobRy5kxLljhDkSPTey0Ez7IEmongCc8C2WwA8tvqPhmK-IE2vwhcjqmQ55JMYcv8o7ntviN-ExZ-GRPPYCwe5ioSCUORI9N7LQTPEXvaeKJyHJq0KhIJuUSaieAJzwlRrbGmUm umw9wqEgnZbADy2-o-GRErL1W-iheJbyoSCYr4gTa\\_1CFyOEY6stSx1L9ZpKhJqZDnkkxhy\\_1wRPWe\\_1X9ARLU AqEgmjue2-I34TFhGOrLUsdS\\_1WaSoSCX4ZE89gLB7mEWfcrFfooxbG7&imgrc=-OehtHLmTEtm\\_M:](https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqJD5LHTAhVnXlQKHTPqCFIQ_AUIBigB&biw=1366&bih=662#q=VALORES+PARA+DISE%C3%91O+DE+ACUERDO+A+LAS+NTCCONCRETO&tbm=isch&tbs=ri mg:CfjnobRy5kxLljhDkSPTey0Ez7IEmongCc8C2WwA8tvqPhmK-IE2vwhcjqmQ55JMYcv8o7ntviN-ExZ-GRPPYCwe5ioSCUORI9N7LQTPEXvaeKJyHJq0KhIJuUSaieAJzwlRrbGmUm umw9wqEgnZbADy2-o-GRErL1W-iheJbyoSCYr4gTa_1CFyOEY6stSx1L9ZpKhJqZDnkkxhy_1wRPWe_1X9ARLU AqEgmjue2-I34TFhGOrLUsdS_1WaSoSCX4ZE89gLB7mEWfcrFfooxbG7&imgrc=-OehtHLmTEtm_M:)
- **IMAGEN 29: CURVA ESFUERZO DEFORMACION DE TORÓN (diferentes diámetros):** Curva de Esfuerzo de Deformación el Torón, Fuentes Electrónicas, Recuperado de:  
[https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP\\_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqJD5LHTAhVnXlQKHTPqCFIQ\\_AUIBigB&biw=1366&bih=662#tbm=isch&q=CURVA+ESFUERZO+DEFORMACION+DE+TOR%C3%93N+\(diferentes+di%C3%A1 metros\).&imgrc=lg6dQ0EANKp\\_5M:](https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqJD5LHTAhVnXlQKHTPqCFIQ_AUIBigB&biw=1366&bih=662#tbm=isch&q=CURVA+ESFUERZO+DEFORMACION+DE+TOR%C3%93N+(diferentes+di%C3%A1 metros).&imgrc=lg6dQ0EANKp_5M:)

- **IMAGEN 30: TABLA DE ACERO DE REFUERZO:** Tabla Acero de Refuerzo, Fuentes Electrónicas, Recuperado de: [https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP\\_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5LHTAhVnxIQKHTPqCFIQ\\_AUIBigB&biw=1366&bih=662#tbn=isch&q=tabla+acero+de+refuerzo&imgdii=MgRthhAiAONOQM:&imgsrc=fOKNeeCd0M7AyM](https://www.google.com.mx/search?q=VARILLA+DE+ACERO&rlz=1C1JZAP_esMX722MX722&espv=2&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqjJD5LHTAhVnxIQKHTPqCFIQ_AUIBigB&biw=1366&bih=662#tbn=isch&q=tabla+acero+de+refuerzo&imgdii=MgRthhAiAONOQM:&imgsrc=fOKNeeCd0M7AyM)
- **IMAGEN 35: ESQUEMA DE DEFORMACION DE TRABES DE DISTRIBUIDOR.**

### INFORMACION DE CAMPO.

- **IMAGEN 31, 32 y 33: PLANO ESTRUCTURAL DE PARAPETOS:** PLANOS ESTRUCTURALES PROPORCIONADOS POR LA EMPRESA MECANO INMOBILIARIA.
- **IMAGEN 34 Y 35: PLANO ESTRUCTURAL DE PILOTES:** PLANOS ESTRUCTURALES PROPORCIONADOS POR LA EMPRESA MECANO INMOBILIARIA.
- **FOTOGRAFIA 1: MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.**

Fotografía de Paola Ferrer. (Centro Comercial Vía Vallejo.2015).

- **FOTOGRAFIA 2: MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.**

Fotografía de Paola Ferrer. (Centro Comercial Vía Vallejo.2015).

- **FOTOGRAFIA 3: MONTAJE DE LA RAPIDEZ DE LAS FACHADAS PREFABRICADAS, CENTRO COMERCIAL VIA VALLEJO.**

Fotografía de Paola Ferrer. (Centro Comercial Vía Vallejo.2015).

- **FOTOGRAFIA 4: MONTAJE DE LA RAPIDEZ DE LAS FACHADAS PREFABRICADAS, COMPLEJO CITY SANTA FE.**

Fotografía de Gustavo Verduzco. (Complejo City Santa Fe .2008).

- **FOTOGRAFIA 5: PLANTA CONCRETERA MECANO.**

Fotografía de Paola Ferrer. (Planta Inmobiliaria Mecano.2015).

- **FOTOGRAFIA 6: SLIPFORMER EF 5000.**

Fotografía de Paola Ferrer. (SLIPFORMER EF 5000, Planta Mecano Inmobiliaria.2015).

- **FOTOGRAFIA 7 y 8: VIGAS PRETENSADAS.**

Fotografía de Paola Ferrer. (Vigas Pretensadas, Planta Mecano Inmobiliaria.2015).

- **FOTOGRAFIA 9, 10,11, 12 y 13: GRUA DE TRANSPORTE.**

Fotografía de Paola Ferrer. (Grúa, Planta Mecano Inmobiliaria.2015).

- **FOTOGRAFIA 14 Y 15: MONTAJE DE VIGAS.**

Fotografía de Paola Ferrer. (Montajes de Vigas Pre tensadas Centro Comercial Vía Vallejo.2015).

- **FOTOGRAFIA 16 y 17: ELEMENTOS PRE TENSADOS.**

Fotografía de Paola Ferrer. (Losas Spancret, Vigas TT, Mecano Inmobiliaria.2015).

- **FOTOGRAFIA 18-33: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LOS PARAPETOS.**

Fotografía de Paola Ferrer. (Procedimiento Constructivo de Parapetos en la Empresa Mecano Inmobiliaria.2015).

- **FOTOGRAFIA 34- 49: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LOS PILOTES.**

Fotografía de Paola Ferrer. (Procedimiento Constructivo de los pilotes en la Empresa Mecano Inmobiliaria.2015).

- **FOTOGRAFIA 50- 65: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LOS TRABES DE DISTRIBUCION.**

Fotografía de Paola Ferrer. (Procedimiento Constructivo en trabes de distribución en la Empresa Mecano Inmobiliaria.2015).

- **FOTOGRAFIA 66-75: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LAS FACHADAS PREFABRICADAS DEL ARCHIVO GENERAL DE LA NACION.**

Fotografía Proporcionada por la Empresa Mecano Inmobiliaria. (Fachada Archivo General de la Nación).

- **FOTOGRAFIA 76-83-: PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE LAS FACHADAS PREFABRICADAS DEL COMPLEJO CITY SANTA FE.**

Fotografía de Gustavo Verduzco. (Montaje de la Fachada del Complejo City Santa Fe.2008).

- **FOTOGRAFIA 84: MANIPULACION DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS, CENTRO COMERCIAL VIA VALLEJO.**

Fotografía de Paola Ferrer. (Centro Comercial Vía Vallejo.2015

- Empresa Mecano Inmobiliaria <http://www.mecano.mx/>.

## **BIBLIOGRAFIA.**

- Memoria del III Congreso Nacional del Presfuerzo y Prefabricación ANIPPAC, Tomo I, 1977.
- Aguiló Alonso, M., et alt. Prefabricación: Teoría y práctica. Editores Técnicos Asociados. Barcelona, 1974. (CITA 2).
- Salas, J. “De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico”. Informes de la construcción, Vol. 60, 512, 19-34. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid, octubre-noviembre 2008.
- Introducción al Concreto Presforzado. A:H: Alien, IMCYC, 1978
- Introducción al Concreto Presforzado. A:H: Alien, IMCYC, 1978
- Proyecto y Control de Mezclas de concreto. Portland
- Introducción al Concreto Presforzado. A:H: Alien, IMCYC, 1978
- Proyecto y Control de Mezclas de concreto. Portland
- Fachadas prefabricadas de Hormigón Herman Blume Ediciones Rosario, 17M adrid-5 Architectural Precast Concrete 1973.
- Productos Prefabricados de Concreto. Concrete Craft Notebook J. G. Richardson Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A. C México 1981.