



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ACATLAN"

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA  
SUPERVISION DE OBRAS CIVILES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A N :  
JOSE LUIS QUINTANA MERCADO  
Y  
RICARDO VILLALOBOS MUNGUIA



M-0031240

MEXICO, D. F.

1980



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



ENEP ACATLAN  
COORDINACION DEL PROGRAMA  
DE INGENIERIA Y ACTUARIA

CAI-C-0190-79

SEÑORES:

JOSE LUIS QUINTANA MERCADO  
RICARDO VILLALOBOS MUNGUIA  
ALUMNOS DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
P R E S E N T E

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 16 de marzo de 1979, me complace notificarles que esta Coordinación tuvo a bien asignarles el siguiente tema de tesis: -- "Recomendaciones generales para la supervisión de obras civiles", el cual se desarrollará como sigue:

- I. Introducción.
- II. Necesidades de la supervisión.
- III. Objetivos y funciones de la supervisión.
- IV. Recomendaciones generales para supervisar los distintos tipos de obras.
- V. Conclusiones.

Asimismo fue designado como Asesor de Tesis el que -- suscribe.

Ruego a ustedes tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberán prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios-Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

A t e n t a m e n t e  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Sta. Cruz Acatlan, Edo. de México a 12 de julio de 1979

  
ING. IGNACIO LIZARRAGA G.,  
Coordinador del Programa  
ENEP - ACATLAN  
COORDINACION DE INGENIERIA Y ACTUARIA  
INGENIERIA Y ACTUARIA

R E C O N O C I M I E N T O S

Agradecemos muy especialmente:

AL SR. ING. IGNACIO LIZARRAGA GAUDRY

Quien nos dirigió y ayudó para la culminación  
de este trabajo.

Agradecemos a los señores:

ING. AGUSTIN NAVARRO H.

ING. SALVADOR ACEVEDO M.

ING. ALEJANDRO RAMIREZ S.

ING. FERNANDO RIVAS O.

Por su orientación y ayuda.

DEDICATORIA

A MI PADRE

Que siempre nos impulsa y apoya para sobresalir en nuestras tareas.

A MI MADRE

Cuyos sacrificios, amor y lágrimas hicieron germinar en mí el deseo de ser un hombre mejor, apoyándome y orientándome siempre a la conclusión de mis estudios.

A MIS HERMANOS

Tere  
Héctor  
Ignacio  
Javier  
Sergio  
Miguel  
Ma. Elena  
Antonio  
Ricardo

En reconocimiento al fraternal amor que siempre nos ha unido y a la ayuda que me han brindado.

A MIS SOBRINOS

Antonio, José Luis, Juan Carlos, Gerardo y Miguel Angel

A quienes exhorto y apoyo para la consecución de sus estudios.

JOSE LUIS

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MI PADRE

Fernando Villalobos Flores

Donde quiera que estés.

A MI MADRE

Amelia Munguía vda. de Villalobos

Por ser la que me diste la vida y guiaste por el  
buen sendero.

A MIS HERMANAS

María Teresa de Jesús

Concepción

Clara

María de los Angeles

Beatriz

Rosa

Amelia

Elena

Guadalupe

Lucina

A MIS HERMANOS

Daniel

Antonio

Fernando

Por la unión y el gran cariño que nos tenemos.

A MI NOVIA

Guadalupe

Por el apoyo e impulso desmedido que me das.

A LOS SEÑORES

José María González G.

Inés Estrada de González

Con gratitud.

A MIS AMIGOS

RICARDO

## C A P I T U L A D O

	Página
PROLOGO.....	1
CAPITULO I	
INTRODUCCION.....	4
Descripción de la encuesta y sus resultados.....	8
CAPITULO II	
NECESIDADES DE LA SUPERVISION	
Generalidades.....	17
I La Supervisión y el Supervisor.....	18
II Autoridad.....	20
III Responsabilidades.....	21
IV Relaciones con el contratista.....	25
V Comunicación.....	26
VI Bitácora.....	26
VII Diario de la obra.....	27
VIII Relaciones humanas.....	28
CAPITULO III	
OBJETIVOS Y FUNCIONES DE LA SUPERVISION.....	32
I Actividades previas a la ejecución de las obras	33
I.1. Trámites oficiales.....	35
I.2. Revisión del proyecto y especificaciones..	36
I.3. Evaluación del sitio.....	38
II Actividades durante la ejecución de la obra....	39
II.1. Control de calidad.....	39
II.2. Control de tiempo.....	44
II.3. Control del costo.....	46
II.3.1. Volúmenes de obra.....	47
II.3.2. Números generadores.....	48
II.3.3. Precios unitarios.....	51
II.3.4. Avances de obra.....	54
II.3.5. Estimaciones.....	56
III Actividades al finalizar la obra.....	59
III.1. Liquidación total.....	60

M-0031240

	III.2. Recepción de obras.....	61
CAPITULO IV		
RECOMENDACIONES GENERALES PARA SUPERVISAR LOS		
	DISTINTOS TIPOS DE OBRA.....	64
I	Topografía.....	65
	I.1. Planimetría.....	66
	I.1.1. Trabajos de campo.....	66
	I.1.2. Trabajos de gabinete.....	67
	I.2. Altimetría.....	68
	I.2.1. Trabajos de campo.....	68
	I.3. Perfiles y secciones transversales.....	71
	I.3.1. Trabajos de campo.....	71
	I.3.2. Trabajos de gabinete.....	72
II	Terracerías.....	72
	II.1.Desmonte y limpieza.....	72
	II.2.Despalme, excavación y nivelación.....	73
	II.2.1. Despalme.....	73
	II.2.2. Excavación.....	74
	II.2.3. Nivelación.....	74
	II.3.Corte y terraplén.....	75
	II.3.1. Corte.....	75
	II.3.2. Terraplén.....	75
	II.4.Base y sub-base.....	77
III	Agua potable y alcantarillado.....	83
	III.1. Trazo.....	85
	III.2. Ruptura de pavimentos.....	86
	III.3. Excavación de cepas.....	87
	III.4. Ademes.....	92
	III.5. Cama.....	93
	III.6. Bombeo.....	94
	III.7. Instalación de tubería.....	98
	III.8. Descargas domiciliarias.....	101
	III.9. Relleno de cepas.....	102
	III.10.Pozos de visita.....	103
	III.11.Tubería.....	105
	III.12.Acarreos.....	106
	Recomendaciones generales.....	107
IV	Pavimentos.....	116
	IV.1. Pavimentos asfálticos.....	116
	IV.2. Pavimentos de concreto asfáltico.....	122
	IV.3. Pavimentos de concreto hidráulico.....	126

V	Cimbras.....	143
	V.1. Clasificación de las cimbras.....	154
	V.2. Selección del sistema de cimbrado.....	155
	V.3. Costo del sistema de cimbrado.....	155
	V.4. Descimbrado.....	159
	V.5. Consideraciones en el diseño de cimbras...	161
	V.6. Presiones laterales.....	163
	V.7. Cimbras deslizantes.....	165
	V.8. Losas plegadas, cascarones y estructuras de grandes claros.....	170
VI	Concreto y acero de refuerzo.....	174
	VI.1. Equipo de pesado.....	174
	VI.2. Características de las arenas.....	174
	VI.3. Clasificación de agregados.....	175
	VI.4. Estado del cemento.....	175
	VI.5. Revisión del equipo.....	176
	VI.6. Previsión de interrupciones.....	176
	VI.7. Revisión de sitios de colado.....	176
	VI.8. Tiempo de mezclado.....	177
	VI.9. Transporte del concreto.....	178
	VI.10. Compactación del concreto.....	178
	VI.11. Revenimientos.....	179
	VI.12. Protección del concreto fresco.....	179
	VI.13. Curado del concreto.....	181
	VI.14. Superficies defectuosas.....	184
	VI.15. Aditivos.....	184
	VI.16. Juntas.....	186
	VI.17. Proporcionamiento.....	192
	VI.18. Piezas de concreto precoladas.....	192
	VI.19. Carga y descarga.....	195
	VI.20. Manejo y montaje.....	195
	VI.21. Acero empleado en estructuras de con- creto.....	198
VII	Estructuras metálicas.....	201
	VII.1. Secciones compuestas.....	203
	VII.2. Montaje de acero estructural.....	203
	VII.3. Montaje de edificios de varios pisos....	204
	VII.4. Montaje de edificios industriales.....	204
	VII.5. Montaje de puentes de armaduras.....	205
	VII.6. Montaje en voladizo para puente.....	205
	VII.7. Protección contra la corrosión.....	206
	VII.8. Tipos de sujetadores.....	206
	VII.9. Apriete con llaves calibradas.....	208

	VII.10. Apriete por el método del giro de la tuerca.....	210
	VII.11. Métodos de inspección en las soldaduras	211
	VII.12. Soldadura de penetración completa.....	216
	VII.13. Conexiones de acero estructural soldadas.....	217
	VII.14. Pintura.....	219
VIII	Cimentaciones.....	220
	VIII.1. Tipos de cimentaciones.....	225
	VIII.2. Pilotes y pilas.....	228
	VIII.3. Rellenos.....	229
IX	Demoliciones.....	231
X	Tolerancias.....	240
	X.1. Excavaciones.....	241
	X.2. Cimentaciones.....	242
	X.3. Muros de concreto.....	244
	X.4. Huecos y aberturas.....	245
	X.5. Tolerancias en colocación y dimensiones...	246
	CAPITULO V	
	CONCLUSIONES.....	249
	Bibliografía.....	i

## P R O L O G O

El motivo de la realización de este tema fue la imperiosa necesidad de elaborar una guía para la supervisión, el supervisor, empresas constructoras y todas las personas que se desenvuelven dentro de la obra civil, esencialmente por la escasez de bibliografía sobre el tema; escasez, que además, se encuentra dispersa, haciendo imposible su consulta a los interesados.

Lo que aquí se presenta, es un enfoque general de los aspectos más importantes de la supervisión, así como del comportamiento del supervisor y sus funciones.

En el capítulo primero se describe una encuesta que se realizó y en la que intervinieron diferentes personas, externando sus puntos de vista sobre lo que para ellos es la supervisión de una obra.

El capítulo segundo hace referencia a las necesidades de la supervisión.

En el capítulo tercero se mencionan los objetivos y funciones de la supervisión.

El capítulo cuarto, trata acerca de las recomendaciones generales para diferentes tipos de obra civil.

El capítulo quinto se refiere a las conclusiones obtenidas después de analizar las encuestas, entrevistas y documentos escritos, para la realización del presente trabajo de tesis.

Como se mencionó al principio, la bibliografía al respecto es poca y nuestra principal fuente de información radicó en las personas que han trabajado dentro del área de la construcción cuya experiencia adquirieron a través de las obras en que participaron.

# CAPITULO I

## *Introducción*

## CAPITULO I

## I N T R O D U C C I O N

El objetivo de esta tesis, es el de señalar en forma completamente general, los aspectos, características y funciones que en conjunto debe tener un supervisor. Además se busca que lo que aquí se presenta, sirva para aclarar y recomendar en los diversos tipos de obras civiles, en cada caso particular, aquellos puntos que estén incompletos o provoquen dudas. Se muestra en esta tesis una recopilación de los aspectos importantes investigados en las referencias bibliográficas más representativas que se hayan escritas al respecto, y en las ideas, consejos y experiencias, que algunas personas capacitadas en esta área nos transmitieron, para la elaboración de este trabajo, a través de una encuesta realizada para tales efectos.

El campo de la supervisión es muy amplio, inclusive si se contempla una sola área de la ingeniería civil. Entre los primeros en realizar grandes obras, estuvieron los egipcios, que para el año 3000 A.C. habían dominado el difícil arte de construir con piedra, llegando a cubrir, con

el tiempo, el Valle del Nilo de tumbas y templos, sin rival.

La Gran Pirámide de Gizé fue la tumba del rey Kufu o Keops y se construyó para satisfacer una creencia básica de los egipcios. Desde su base de 203.34 m. de lado, la pirámide se erige como un rascacielos de 40 pisos. Los dos millones y cuarto de bloques de piedra que forman sus hiladas o capas horizontales, pesan en promedio, más de dos toneladas. Hay bloques de piedra caliza de quince toneladas que cuadran a la perfección con sus correspondientes.

Todos los problemas de supervisión que tuvieron que resolverse en la construcción de la Pirámide fueron resueltos por Kufu-onek encargado de la obra. Este no tuvo ni rueda en la maquinaria y los caballos domésticos aparecieron en el Nilo ochocientos años después, lo cual significa que Kufu-onek no tuvo aparejos de poleas para transportar e izar, ni más fuente de poder que los músculos de miles de hombres que unían su esfuerzo común.

Kufu-onek fue el encargado de supervisar las diferentes etapas de construcción de la Pirámide. Para lograr que se cumpliera su cometido, él se puso a erigir la Pirámide, em-

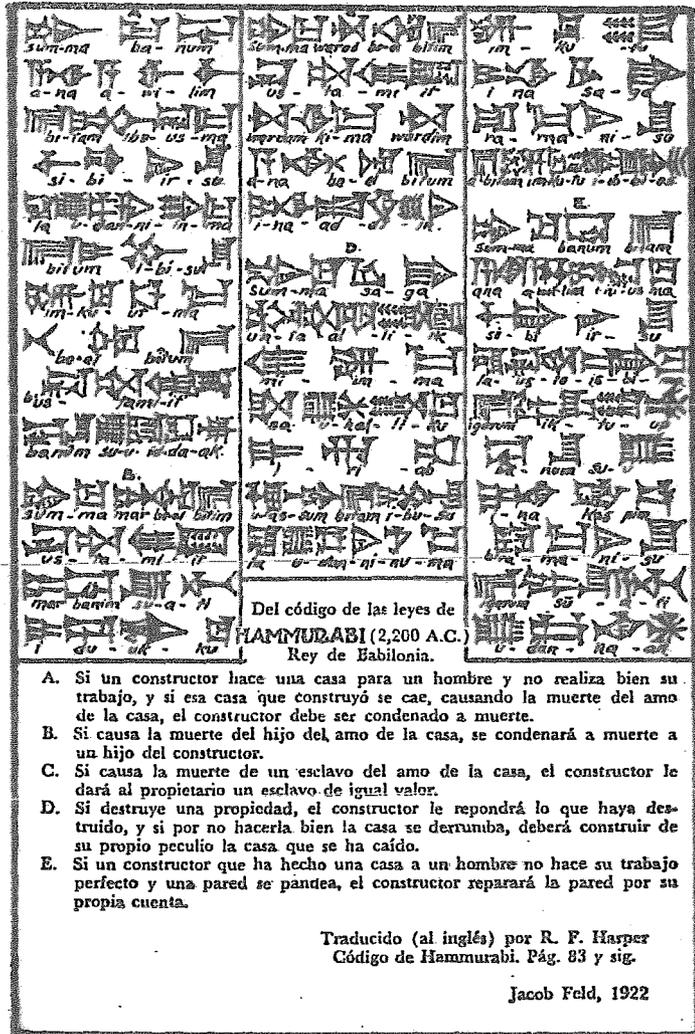


FIGURA 1.1 Código de Hammurabi (2 200 A.C.)

presa que le llevó veinte años.

Los egiptólogos calculan que la fuerza de trabajo llegó a sumar cuatro mil hombres; cada tres meses entraba un nuevo turno. La Gran Pirámide de Gizé fue terminada hacia el año 2600 A.C. y aún en nuestros días sigue siendo la fábrica más grande de piedra cortada.

En la literatura hebrea existen algunas advertencias acerca de las construcciones hechas por los ingenieros constructores.

El Código de Hamurabi (año 2000 A.C.) es un documento típico de los reglamentos antiguos; impuso restricciones para que no se vieran afectados, por ningún motivo, los intereses de las personas. Es evidente que muy pocos ingenieros constructores tuvieron la oportunidad de aprender algo derivado de sus propios errores.

No se sabe si estas disposiciones pusieron fin a las fallas, pero fueron un freno, ya que eliminó los posibles errores en la construcción de las obras.

Así, se puede apreciar que la supervisión aplicada a la construcción es una inspección dinámica, en donde no só-

lo se investigan, examinan y verifican todas las actividades realizadas en una obra, se toman las medidas que se estimen convenientes para corregir en caso de algún defecto o error en cada tipo de obra; todo ello con el objeto de garantizar la calidad especificada.

La importancia de la supervisión reside en conjuntar una buena elección de los materiales, la mejor ejecución de la mano de obra, la óptima utilización de los tiempos y costos; todo ello sin soslayar el aspecto de las relaciones humanas de las personas que intervienen en la construcción.

Todo lo anterior se tratará a detalle en el desarrollo de esta tesis.

#### DESCRIPCION DE LA ENCUESTA Y SUS RESULTADOS

De la encuesta realizada a 65 personas de la industria de la construcción, como fueron ingenieros, arquitectos, personas que tienen una gran experiencia en el campo de la supervisión, se obtuvieron los siguientes puntos de vista para esta tesis:

Preguntas que formaron la encuesta y sus respuestas:

1. ¿Qué es para usted la supervisión?

- a) 17 contestaron: es la actividad que tiene que realizar el personal capacitado para controlar todos los factores necesarios, y que las obras se hagan según lo estipulado.
- b) 11 contestaron: es la parte esencial de cualquier obra civil, entendiéndose ésta de cualquier magnitud.
- c) 25 contestaron: es la debida observación que ayuda al buen funcionamiento de las obras civiles.
- d) 12 contestaron: ver con detenimiento la ejecución de la obra.

2. Desde su punto de vista, ¿Cuál es el objetivo de la supervisión?

- a) 31 contestaron: es el control de calidad de los materiales y el de la mano de obra calificada y el proceso constructivo.

b) 9 contestaron: garantizar que durante la ejecución de la obra, se respeten las normas y especificaciones.

c) 25 contestaron: llegar a concluir una obra sin ninguna anomalía.

3. ¿Cómo considera usted que se ha realizado la supervisión en las obras civiles?

a) 29 contestaron: se puede decir que bien, lo que pasa en ocasiones, por abaratar la obra y ganar un concurso, se colocan los materiales de menor calidad y en otras ocasiones, por falta de experiencia de los supervisores y por el mal pago de éstos.

b) 18 contestaron: desde el punto de vista humano, bien.

4. ¿En qué circunstancias considera necesaria la supervisión y por qué?

a) 53 contestaron: en cualquier circunstancia, porque es importante en las obras, ya que por pequeña que sea, siempre es indispensable que exista supervisión.

b) 12 contestaron: en todo tipo de obra, porque evita el fracaso completo.

5. Para usted, ¿Cuáles son las cualidades que debe tener un supervisor?
- a) 65 contestaron: ser humano, tener carácter, ser honesto, ser minucioso, conocedor del trabajo por realizar, ser eficaz y hábil.
6. ¿Qué ventajas tiene la supervisión y por qué?
- a) 33 contestaron: las ventajas son que reduce costos, se obtiene mejor calidad, se reduce tiempo.
- b) 15 contestaron: se ahorrarían costos en las obras, además la seguridad y el buen funcionamiento de las mismas.
- c) 17 contestaron: principalmente el de ahorrar tiempo, costo y dar mayor calidad.
7. ¿Qué desventajas tiene la supervisión y por qué?
- a) 30 contestaron: ninguna porque es la que precisa el buen funcionamiento de la obra.

b) 7 contestaron: sin ella se irían las obras al fracaso.

c) 28 contestaron: ninguna, esto depende del supervisor; si no toma decisiones seguras y firmes, las obras resultarían un fracaso.

8. ¿Cuáles son las funciones del supervisor?

a) 29 contestaron: tener en consideración tiempo, la calidad y el costo.

b) 13 contestaron: tener pleno conocimiento del proyecto que se desarrolle.

c) 23 contestaron: estar al tanto de sus avances como de los retrasos.

9. ¿Qué recomendaciones daría usted para llevar a cabo una buena supervisión en cada tipo de obra?

a) 22 contestaron: que sea la persona capacitada para detectar toda falla en la obra, que cuente con resultados de factibilidad, prioridades, presupuestos, programas de obra, proyectos, especificaciones, precios unitarios, etc.

b) 26 contestaron: que sea honesto, humano, activo y no trate de sobrepasarse de autoridad.

c) 17 contestaron: elegir a la persona capacitada y con experiencia suficiente para el tipo de obra que se trate.

10. ¿Cree usted que si existiera una buena supervisión, se ahorrarían costos en las obras, por qué?

a) 65 contestaron: si, porque estando al tanto de cada etapa, se van eliminando las posibles fallas y se economizaría.

11. ¿Qué bibliografía conoce al respecto?

a) 65 contestaron: desconocen bibliografía al respecto.

Como puede observarse, las preguntas son concretas, por lo que se deduce que:

La supervisión es la actividad que realiza el personal calificado y capacitado para controlar todos los factores ne-

cesarios de inspección minuciosa, que para su efecto se corregirán con detalle los defectos de acuerdo a las especificaciones y planos que requiera la obra por supervisarse.

El objetivo principal de la supervisión es vigilar que se cumpla con tres conceptos:

1. Control de calidad contra especificaciones.
2. Control de costos contra presupuesto.
3. Control de tiempo contra programa.

Por lo anterior, si se cumplen estos objetivos, el beneficiado será el dueño de la obra, dado que se ahorraría tiempo, ganaría en calidad y se disminuirían los costos. El supervisor quedaría con un conocimiento tal, que lo considerarían como una persona de gran capacidad, dado que la obra se había realizado bien y no se podría negar lo contrario; por lo que, en todo tipo de obra se hará indispensable contar con un supervisor. Este tiene que enfrentarse a los problemas de la obra, por lo cual tiene que ser capaz, tener carácter, pero sin que éste sobrepase un límite de cordura y razonamiento, y ser honesto.

Por lo antes expuesto, la supervisión en las obras civiles tiene ventajas, tales que si no existiera un buen su-

pervisor, las obras civiles no se ejecutarían bien.

Es función del supervisor estar al tanto de cada programa de obra, tanto de sus avances como de sus retrasos, dado que ahí se juega un papel muy importante, como es el de tener en cuenta el tiempo, la calidad y el costo, si no se cumple con lo programado, el supervisor está anulando sus funciones.

Es recomendable que el supervisor tenga pleno conocimiento de las funciones por desempeñar, tanto en el conocimiento del proyecto como en el dominio de las relaciones humanas y experiencia tanto en el diseño como en el campo. Deberá ser una persona capacitada para detectar toda falla en la obra. También es recomendable que el supervisor cuente con conocimientos de factibilidad, prioridades, presupuestos, programa de obras, proyectos, especificaciones, precios unitarios, etc.

Por la descripción anterior, podemos decir que en base a las once preguntas que contuvo la encuesta, las 65 personas que contestaron, ésta arrojó un resultado favorable a la supervisión.

## CAPITULO II

### *Necesidades de la supervisión*

## CAPITULO II

## NECESIDADES DE LA SUPERVISION

## GENERALIDADES

El tipo de supervisión que se requiere durante la construcción, varía considerablemente con el tipo de proyecto. Para un pequeño y compacto proyecto como una casa habitación la supervisión puede ser relativamente simple, mientras que para un proyecto grande, como una obra hidroeléctrica, un gaseoducto o un rascacielos, existirán muchos problemas de supervisión.

Las relaciones entre todos, desde la compañía contratista hasta el propietario del proyecto, pasando por el superintendente, sobrestante y cuadrilla de trabajadores deberán ser comprendidas perfectamente. El supervisor es el punto central que debe equilibrar dichas relaciones en una obra en donde se desempeñan muchos obreros, técnicos y profesionistas; existen muchas oportunidades para que se produzcan malos entendidos y falte la comunicación; todo ello afectando la jurisdicción de cada persona así como su autoridad. El supervisor deberá reconocer estos problemas cuando existan o, más aún, antes de que afloren

y tendrá la habilidad y autoridad suficiente para resolverlos.

Por lo anterior y por las razones que expondrán en este capítulo, se deja ver que el supervisor es un elemento clave para el buen desarrollo de una obra.

## I - LA SUPERVISION Y EL SUPERVISOR

La supervisión es un medio de asegurar un resultado satisfactorio, acorde a los planos y a las especificaciones, programas, presupuestos y organización humana. Las especificaciones deberán ser lo más claras y precisas posibles, la mayoría de las dificultades que se presenten en la construcción se deben principalmente a las diferencias de interpretaciones que resulten de especificaciones incompletas y poco claras. Estas no deben ser necesariamente voluminosas, pero si estar cuidadosamente escritas. El supervisor deberá revisar que contengan la calidad y dimensiones de los materiales, el procedimiento para el control de calidad, según las necesidades de la obra.

Los programas deberán ser lo más aceptables para que cumplan los tiempos de ejecución marcados en las rutas críticas de las diferentes etapas de la obra que se efec-

túe, así como también, se puedan tener buenos programas para los volúmenes de materiales, evitando costos que no se consideran dentro del presupuesto.

El presupuesto debe regirse por los precios que se encuentren establecidos en las zonas en las que se afectará una determinada obra civil. El supervisor deberá documentarse en los precios unitarios y tener bien calculados los factores de sobrecostos.

La organización humana es importante, en cuanto la comunicación de las personas que se encuentren en una determinada obra, es conveniente que haya comunicación para que se puedan llevar a cabo las diferentes etapas de la obra sin ningún percance de parte de todo el personal que labora en la obra, puesto que si no existe una buena comunicación, las obras presentan retrasos y problemas.

El costo de la supervisión es relativamente bajo si se tiene en cuenta el nivel de calidad de una obra supervisada con otra que no lo está. A menudo, el costo de la supervisión incrementa el costo de las obras, pero se puede considerar que cuando existe una supervisión competente, evita errores y permite eliminar los costos extras en las obras.

El supervisor debe ser una persona que además de tener integridad moral, tenga suficiente experiencia práctica, para conocer y entender los problemas principales de la obra que le ha sido asignada, debiendo saber cómo será realizado el trabajo y porqué será efectuado de determinada manera; asimismo, debe ser una persona muy observadora para detectar los problemas y resolverlos según su importancia.

Para lograr éxito, un supervisor debe tener carácter y personalidad, para infundir el respeto a su autoridad pero logrando simpatía y confianza hacia las personas que tratan en la obra. El supervisor debe ser firme en sus decisiones obrando con justicia y gran sentido de responsabilidad.

## II- AUTORIDAD

El supervisor será la única autoridad en las obras que represente al contratante, está facultado para:

1. Autorizar el inicio de los trabajos en la obra.
2. Autorizar los materiales, equipo o mano de obra que estén de acuerdo con las especificaciones.
3. Autorizar cambios en los materiales utilizados.

4. Autorizar las estimaciones de obra.
5. No permitir ningún tipo de colocación de cualquier material hasta que las condiciones previas se cumplan.
6. Suspender cualquier trabajo que no haya sido iniciado conforme a los planos o a las especificaciones.
7. Exigir la demolición o reparación de una construcción defectuosa o realizada sin haber sido supervisada.

Es importante señalar que en los puntos antes mencionados; el supervisor generalmente está autorizado a tomar una acción directa, reportando en forma inmediata cualquier decisión a su jefe. Esto quiere decir que el supervisor podrá suspender el trabajo cuando sea evidente que el tipo de material no cumpla con las especificaciones.

Aunque la construcción de obras civiles lleve muchas operaciones, el supervisor debe estar siempre pendiente y poner la adecuada atención de cada una de ellas.

### III- RESPONSABILIDADES

La responsabilidad de la selección de personal califi-

cado para la supervisión recaer sobre el contratante.

Con el fin de garantizar al contratante la correcta ejecución de las obras a través del cumplimiento de las normas, se establecen las responsabilidades sin llegar a imponer criterios rígidos con el objeto de que exista un nivel ejecutivo en su actuación:

1. El supervisor es responsable de que los trabajos se efectúen totalmente de acuerdo con los planos, especificaciones y el tiempo, excepto cuando se presente alguna variación, previa autorización de su jefe y deberá ser por escrito. Cualquier negligencia de su parte puede provocar fallas o defectos en las construcciones y en algunos casos, poner bajo condiciones de peligro la vida de los trabajadores. Por lo cual el supervisor deberá conocer perfectamente las especificaciones, los planos y el programa de obra.
2. El supervisor tendrá pleno conocimiento de las funciones propias de la supervisión.
3. El supervisor conocerá el contrato en todos sus aspectos.

4. El supervisor será responsable de que se lleve al corriente la bitácora de obra en la cual se anotará el avance de obra en las etapas importantes de la misma, los cambios permisibles en el proyecto, como pueden ser: modificaciones al proyecto estructural, arquitectónico, cambio de proceso constructivo, diferencia de volúmenes de obra o modificaciones en los materiales empleados. También las suspensiones de trabajo o demoliciones, accidentes de obra, visitas de inspección o visita del perito.
5. Es responsabilidad del supervisor habilitar el archivo de la obra plenamente identificado que contendrá: copia del contrato, del presupuesto, de la cuantificación, de los análisis de precios unitarios y de los documentos referentes a trámites de licencias y convenios establecidos.
6. El supervisor será responsable de las decisiones que tome y las órdenes que transmita a los contratistas, teniendo en cuenta el contenido y oportunidad de la información que le comuniquen, también será responsable por las omisiones en que incurran sus representantes en el cumplimiento de sus obli-

gaciones, así como la observancia de órdenes giradas por el contratante.

El supervisor deberá tener, para uso propio, un juego de los anexos del contrato, debidamente actualizado, como por ejemplo, para una obra de urbanización y edificación:

1. Especificaciones.
2. Presupuesto.
3. Análisis de precios unitarios.
4. Programa de obra.
5. Programa de flujo de estimaciones.
6. Paquete específico de planos para edificación.
7. Paquete específico de planos para infraestructura.

Para uso cotidiano, tendrá siempre en orden los siguientes documentos:

- Archivo de planos arquitectónicos.
- Archivo de planos estructurales.
- Archivo de planos de instalaciones.
- Archivo de investigación de terreno y estudios especiales.
- Archivo de comunicados con contratistas.

- Archivo de comunicados con asesorías.
- Archivo de control de suministros propios de la oficina.
- Archivo de control de documentos propios de la obra como son: contratos, presupuestos, análisis de precios unitarios, etc.
- Archivo de cuantificaciones.
- Archivo de estimaciones.
- Archivo de avances gráficos.
- Lista de documentos para control de informes.
- Libreta de diario.
- Libro de bitácora.
- Copia de los permisos o licencias, o en su caso, copia de la solicitud de los mismos.

#### IV- RELACIONES CON EL CONTRATISTA

Las relaciones con el contratista, consistirán fundamentalmente en el asesoramiento técnico que el supervisor proporcione para la correcta ejecución de la obra, procurando la mejor armonía resultante de la cooperación mútua, dentro de la más estricta ética.

## V - COMUNICACION

El supervisor establecerá el sistema de comunicación que permita recoger o transmitir la información veraz, oportuna, objetiva y adecuada, para que el contratista conozca en forma adecuada, ordenada y periódica los detalles que requiera sobre el desarrollo y ejecución de las obras.

Para separar la información que oportunamente el supervisor debe enviar a su inmediato superior, será preciso elaborar formas que simplifiquen el comunicado. El deberá llevar un registro y archivo ordenado de estas comunicaciones a su superior y transmitirá a los contratistas lo que proceda mediante anotaciones en la bitácora de la obra o mediante copias de las comunicaciones, según el caso.

## VI- BITACORA

El objetivo de la bitácora es conjuntar o reunir los asuntos sobresalientes que en alguna forma afecten al proyecto, al programa, al costo o a la ejecución de la obra.

La bitácora permanecerá en la oficina de campo del supervisor, quien será responsable de su guarda y deberá ponerla a disposición de la persona autorizada para reci-

bir las comunicaciones y firmar. Esta deberá estar foliada para evitar malos manejos en ella.

Las anotaciones en la bitácora tratarán puntos relacionados con:

1. Aclaraciones, dudas o soluciones de detalle del proyecto.
2. Demoliciones.
3. Rechazo de material por no tener la calidad especificada.
4. Rechazos de trabajos mal ejecutados.
5. Registro de diferencia de volúmenes de obra.
6. Avances con relación al programa de obra mensual.
7. Cambios de proyecto arquitectónico o estructural.
8. Registros de visitas del director responsable de la obra.
9. Fechas de iniciación de las etapas importantes.
10. Incidentes y accidentes.

#### VII - DIARIO DE LA OBRA

El diario de la obra es la memoria escrita, relacionada con la obra, que el supervisor lleva. Será la fuente de información para tener al día los avances de la obra,

tiene como objetivo anotar, además de las observaciones de bitácora, las siguientes:

1. El control adecuado del programa de la obra.
2. El control de estimaciones del contratista.
3. La demanda de implementación a los contratistas con relación a materiales, mano de obra, equipo y personal técnico.
4. El control de lo estipulado en los datos de proyecto y para evitar retrasos en la obra.

Este diario constituirá las bases para derivar las anotaciones de la bitácora. No todas las observaciones de bitácora se derivarán del diario.

#### VIII- RELACIONES HUMANAS

Las relaciones humanas en las obras civiles deben considerarse como un enfoque de la psicología del trabajo. Se debe partir del principio de que el comportamiento del hombre es completamente diferente cuando se encuentra aislado o forma parte de un grupo.

Dada su naturaleza social, el hombre nunca puede actuar totalmente sólo, siempre lo hace dentro de un grupo

humano, aunque sea muy reducido.

Para subsistir, debe adaptarse irremisiblemente a la sociedad de la que forma parte, pero además de los seres humanos que lo rodean y que son personas como él desde el instante de nacer, ya encuentra ciertas formaciones.

Se entiende por relaciones humanas, la cooperación que el supervisor siempre dé, con la mira de terminar el trabajo al más bajo costo posible, pero bajo las especificaciones marcadas. El supervisor no debe de causar retrasos innecesarios al contratista, ni interferir con los métodos de éste, a menos que sea evidente que no se esté realizando un buen trabajo.

Cualquier recomendación y observación del supervisor será dada sólo a representantes autorizados por el contratista, que por lo general es el superintendente, debiendo darse en forma de alerta e indicando que no se está cumpliendo con las especificaciones.

Como principio general de supervisión, recomendamos que el supervisor no forme hábitos en su trabajo, debido a que en cualquier momento el personal se lo puede detectar, por lo que la supervisión de cualquier actividad de-

be realizarse en intervalos irregulares, pero sin adoptar en ningún momento, la actitud de detective, tratando de descubrir algo deshonesto.

# CAPITULO III

## *Objetivos y funciones de la supervisión*

### CAPITULO III

#### OBJETIVOS Y FUNCIONES DE LA SUPERVISION

Los objetivos primordiales de la supervisión en las obras, son los de garantizar que éstas obtengan la funcionalidad y la calidad requerida con un costo y tiempo mínimo. Para que ésto suceda, la supervisión de la obra deberá cumplir con ciertas funciones derivadas de estos objetivos. Estas funciones a realizar son principalmente prevenir, planear, organizar, dirigir y controlar todos los procesos y elementos de la obra.

Entiéndase que el supervisor de la obra no es un polizone en la obra, que va en busca de fallas, sino que al contrario está con el fin de prevenir que estas no ocurran y en el caso que existieran, corregirlas y al mismo tiempo, dar instrucciones para que no se vuelvan a presentar.

Las actividades de la supervisión no empiezan con la ejecución de la obra, sino que deberá de realizar actividades previas a la ejecución de éstas, con el fin de prevenir riesgos y conocer a fondo el proyecto para planear, organizar y poder iniciar la construcción dentro de los

objetivos fijados.

Durante toda la ejecución de la obra, el supervisor controlará la calidad, el tiempo y costos de la misma, con el fin de obtener los objetivos fijados mediante la medición de los resultados, previamente canalizados al fin, dando por consecuencia la obtención de lo esperado.

Al finalizar la obra, el supervisor recibirá ésta, comprobando la calidad, costo y tiempo realizado dentro de lo establecido, para así entregar al cliente la obra como esperaba.

Por lo anterior, hemos dividido este capítulo en tres fases que son:

- I - Actividades previas a la ejecución de las obras.
- II - Actividades durante la ejecución de la obra .
- III - Actividades al finalizar la obra.

#### I - ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCION DE LAS OBRAS

El supervisor realizará actividades previas a la ejecución de la obra, que le serán de gran utilidad para lograr los objetivos que requiere ésta, dichas actividades

son las siguientes:

Deberá verificar si el contratista gestiona y obtiene ante las autoridades correspondientes, en el plazo previamente establecido, las licencias y autorizaciones que se requieran; también deberá realizar la revisión del proyecto y especificaciones con el fin de informarse con todo detalle de las diversas partes y características del proyecto, así como detectar algunas fallas de éstos y dar las soluciones requeridas; asimismo deberá conocer el sitio de la obra y sus características, donde va a realizar la ejecución del proyecto, para determinar, preveer y dar las soluciones e instrucciones necesarias, con el fin de no afectar los tiempos programados, que a su vez repercute en el costo y calidad.

Todo esto con el objeto primordial de informarse al detalle de las diversas partes y características del proyecto, así como detectar posibles incongruencias y omisiones del mismo.

En base a todos los aspectos mencionados anteriormente, tendrá los suficientes elementos para llevar a cabo una completa evaluación de riesgos y problemas posibles y de esta manera, planear las alternativas de solución o

solicitar un cambio de proyecto, procedimiento de construcción, materiales, etc., logrando así iniciar la obra con un alto grado de confiabilidad.

### I.1. Trámites oficiales

Con el fin de no tener interrupciones en la obra, es de suma importancia verificar si el contratista gestiona y obtiene de las autoridades correspondientes, en el plazo que se establece, las licencias y autorizaciones que se requieran, para la ejecución de las obras.

Existen diversos trámites oficiales, dependiendo de la obra a realizar y del lugar. Enseguida enunciaremos algunos de ellos:

- ° Obra de urbanización y vivienda.
  - . Licencia de construcción.
  - . Autorización del suministro de agua potable.
  - . Autorización de descarga sanitaria.
  - . Autorización de electrificación y alumbrado público.
  - . Licencia como fraccionamiento.
  - . Autorización de la red telefónica.
  - . Autorización del proyecto contra incendio.

- . Autorización de línea de gas.
- . Requerimientos necesarios para cumplir con las disposiciones del estado, del municipio y localidad.
- . Registro del sindicato.
- . Inscripción al seguro social.

Hacemos notar en este tema que el supervisor verificará si han sido indemnizados los propietarios de los terrenos afectados y si no se ha efectuado, deberá gestionar para que esta indemnización se efectúe, ya que es muy común que esto ocurra en obras públicas, que hace que los propietarios de éstos no dejen entrar al contratista a ejecutar la obra, por lo tanto afecta al tiempo, costo y calidad.

## I.2. Revisión del proyecto y especificaciones

La revisión del proyecto y especificaciones es otra de las actividades previas a la ejecución de la obra, que el supervisor deberá realizar antes de ejecutar los trabajos de supervisión en campo. El objeto fundamental de esta revisión, es de informarse con todo detalle de las diversas partes y características del proyecto, así como determinar si el proyecto es ejecutivo o nó, para poder iniciar las actividades de obra con un alto grado de con-

fiabilidad y que éstas se realicen con un mínimo de modificaciones; en caso de ocurrir cambios, que no afecten sustancialmente los costos y tiempos de terminación planeados.

Muy frecuentemente se encuentra con incongruencias entre el proyecto y la topografía del sitio; falta de correspondencia entre los diferentes conceptos del proyecto; cambios del proyecto por falta de una correcta congruencia con el sitio; falta de integración entre especificaciones particulares con reglamentaciones locales, etc.

Es por ésto, que los principales objetivos que se persiguen al efectuar la revisión del proyecto y todos sus componentes son:

- a) Obtener un conocimiento profundo del proyecto y de todos sus componentes.
- b) Corregir y complementar todas las incongruencias faltantes o desapegos existentes entre los componentes del proyecto, así como su adaptación al sitio en el cual se va a llevar a cabo.
- c) Contar con un proyecto ejecutivo que permita realizar la obra de acuerdo con la calidad, el costo y el tiempo programados y con un mínimo de cambios

en el desarrollo de las obras.

### I.3. Evaluación del sitio

La evaluación del sitio será determinante para el logro de un adecuado proyecto, como primer objetivo para el desarrollo correcto de la obra.

El conocimiento profundo de la zona, así como su problemática, facilitará el proceso de la construcción de la misma, ya que conociendo las características del sitio, el supervisor las tomará en cuenta para toma de decisiones y procesos constructivos, puesto que las condiciones del lugar son factores primordiales en los tiempos de ejecución, y éstos a su vez, en costos y calidad.

He aquí la importancia de la evaluación del sitio: Según el tipo de obra a ejecutar, se hará la evaluación de zona. Por ejemplo, en una obra de urbanización y edificación, los puntos a estudiar serían:

- a) Planes maestros de desarrollo.
- b) Infraestructura de servicios.
- c) Topografía y mecánica de suelos.
- d) Climatología y meteorología.

- e) Entomología.
- f) Materiales y procesos constructivos.
- g) Disponibilidad de mano de obra.

## II - ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA

### II.1. Control de calidad

El control de calidad tiene por objeto verificar que los requisitos especificados para cierto producto se cumplan dentro de tolerancias previamente establecidas.

El control de calidad debe ser un proceso preventivo y no correctivo o destructivo; supone una acción anticipada a la ocurrencia de los defectos o errores constructivos. Para lograr este objetivo, es necesario establecer mecánicas de revisión que permitan la detención de posibles procesos erróneos antes de que se lleven a cabo.

Surgirá sin embargo, la necesidad eventual del ajuste en algún procedimiento constructivo sobre la marcha misma de la construcción de la obra, debiéndose evaluar estos ajustes en confrontación con los costos, repercusión en programas y sobre todo en cuanto a la calidad esperada para determinar su uso.

Los controles de calidad a establecer, son:

- a) De materiales.
- b) De mano de obra.
- c) De procedimientos de construcción.
- d) De coordinación de laboratorio de ensaye.

Se recomienda el siguiente procedimiento para el control de calidad:

- 1o. Conocer el proyecto y sus especificaciones, que le permitirá determinar "la congruencia de lo planeado y calidad resultantes deseadas". Se harán también en el momento de inicio de obra las indicaciones necesarias al contratista, en cuanto a variación de especificaciones de materiales, en cualquier proceso constructivo de la obra.
- 2o. Habiéndose hecho entrega de proyectos y especificaciones al contratista, así como indicaciones y modificaciones de los mismos, se procederá durante todo el tiempo de ejecución de la obra, a la revisión o verificación selectiva de los procedimientos constructivos indicados, corrigiendo cuando sea necesario, anomalías ocurridas con la

finalidad de depurar lo más posible estos procedimientos que en última instancia serán las causas primordiales del buen funcionamiento de la obra, así como la calidad resultante.

3o. El proceso de la obra arrojará resultados, todos ellos componentes de la misma. La calidad de la obra será el resultado de sus componentes o elementos resultantes. Aún cuando los elementos resultantes arrojados traen en sí el control de sus procedimientos constructivos, no siempre la calidad es la deseada.

4o. Cuando han sido aprobados los elementos de la obra gruesa, se procederá a la aplicación de los elementos de acabados; éstos serán igualmente muestreados, tanto en los procedimientos de ejecución, como en los materiales empleados y la calidad lograda del producto resultante. La importancia que reviste el hecho del control de calidad en los acabados es tal, que habrá ocasiones en las que después de haber ejercido un buen control durante el proceso de la obra gruesa, con un resultado de buena calidad, tanto estructural como apariencia, si sus acabados carecen

de un adecuado control, la calidad resultante será mala, tanto en apariencia como en estabilidad de los mismos, constituyendo la calidad total del producto.

50. Se llevará a cabo muestreos selectivos en conceptos determinantes para el logro de una buena calidad. El alcance o frecuencia de estas revisiones selectivas, se determinará tomando en consideración la complejidad de la obra, siendo esta determinación, función exclusiva de la supervisión de la obra.

Es muy recomendable elaborar concienzudamente el programa de verificaciones selectivas de manera que éstas sean lo más representativas de la calidad general de la obra, ya que de este aspecto dependerán las acciones correctivas posteriores, las cuales deberán evitarse lo máximo en la recepción final, para no impactar el programa de terminación y entrega de la obra.

Si la obra tiene instalaciones, ya sean hidráulicas, sanitarias, eléctricas, de gas, etc., el aspecto fundamental del buen funcionamiento de

ésta lo constituye precisamente el funcionamiento de sus instalaciones. El control selectivo de las instalaciones se efectuará desde el inicio de la construcción de la obra y supervisadas las pruebas que se especifiquen para cada una de las instalaciones, en cuanto a sus procesos de ejecución, que deben ser vigilados de la misma forma que los procedimientos constructivos de la obra civil, para evitar asimismo alternaciones en su funcionamiento.

El control de calidad también proporciona información para:

- Efectuar la acción correctiva:
  - . Cuando no se cumple con la calidad especificada:
    - Rechazar o aceptar el producto.
    - Establecer sanciones por incumplimiento en la calidad.
    - Mejorar o corregir las especificaciones para los nuevos proyectos.

## II.2. Control de tiempo

Es una función del supervisor vigilar que se cumplan debidamente los programas de construcción, de suministro y de erogaciones por parte de los contratistas, así como coordinarse con los mismos, para evitar posibles interferencias o incompatibilidades en la ejecución de las obras.

El supervisor asesorará a los contratistas en la elaboración de los programas generales de la obra, revisando la secuencia y duración de cada actividad para determinar el plazo real de ejecución fijado por el contratante.

Existen varios métodos como los siguientes, para la elaboración del programa de obra, C.P.M., P.E.R.T., R.A.M. S.P., cuyas variaciones no son otra cosa que una herramienta de trabajo para la programación. Ahora bien, estos métodos indudablemente no desechan el programa de barras de GRANTT, simplemente lo mejoran para hacer de él la resultante de una programación lógica que cuando una obra se encuentra retrasada, sea de fácil comprensión, en donde se encuentran los factores de ese atraso.

El método de la ruta crítica o C.P.M., es el más comúnmente usado en la industria de la construcción. Este método es un sistema de programación y control que permite conocer las actividades que definen la duración de un pro-

ceso productivo, el cual consta de tres fases:

- 1o. Planeación: es el enunciado de las actividades  
- que constituyen el proceso y el orden en que deben efectuarse (secuencia).
- 2o. Programación: es la elaboración de tablas o gráficas que indiquen los tiempos de iniciación, de terminación, y por consiguiente, de duración de cada una de las actividades que forman el proceso, en forma independiente.
- 3o. Control: Este se realiza mediante la elaboración de tablas o gráficas que permiten conocer las consecuencias de un atraso o un adelanto en cualquier actividad de un proceso productivo y tomar las correspondientes decisiones.

Las ventajas de este método son:

- a) Se distinguen las actividades importantes.

- b) Permite conocer cuáles son las actividades que controlan el tiempo de duración de un proceso.
- c) Dá a conocer los recursos requeridos para cualquier momento de la ejecución del proceso.
- d) Permite analizar el efecto de cualquier situación imprevista y sus consecuencias en la duración total del proceso.
- e) Dá facilidad de deslindar responsabilidades de los diferentes organismos que intervienen en un proceso.
- f) Se puede programar más lógicamente.

### II.3. Control del costo

El control del costo es una función del supervisor, cuyos objetivos están enfocados básicamente al aspecto económico de la obra, como las metodologías establecidas para controlar, verificar, cuantificar y evaluar la obra construída, en cada uno de los períodos en los cuales deberán contemplar volúmenes de obra, estimaciones y avances.

El control del costo evita que se dupliquen pagos o que se pague más de lo contratado, tanto en los diferen-

tes períodos del proceso constructivo como a la terminación total de la obra; y conocer la relación periódica entre avance de obra y pagos efectuados, a fin de detectar y corregir cualquier desviación en el momento que se presente.

### II.3.1. Volúmenes de obra

Las cubicaciones de volúmenes de obra también es un punto importante a realizar, ya que representan las cantidades de materiales y trabajos a ejecutar en la obra, por lo que el supervisor realizará con sumo cuidado este trabajo, para esta actividad recomendamos que lleve un control de éstos, llevando una secuencia de conceptos con respecto a los catálogos de partidas y conceptos, ya que al llevar la secuencia de éstos, evitará confusiones y duplicidad en cantidades o volúmenes de obra. Más adelante presentamos una forma de control de cantidades que recomendamos llevar. Esta misma, como se muestra, nos servirá para llevar un control de estimaciones logrando así saber en cualquier período el volumen pagado y por lo tanto, el volumen por pagar o ejecutar y no erogar de menos ni de más.

### II.3.2. Números generadores

Con los números generadores se muestran claramente las cubicaciones o volúmetrías completas del trabajo ejecutado, permitiendo al contratista estimar aquéllos que deberán presentar realmente la cantidad de la obra realizada.

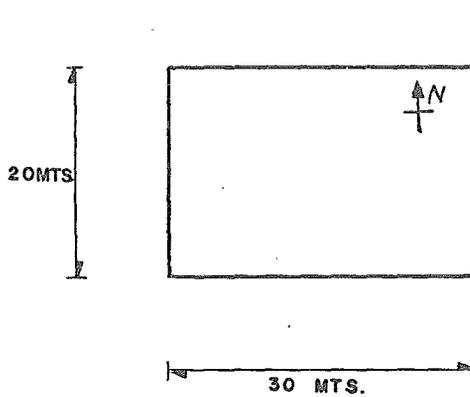
Los números generadores son los que muestran la localización, dimensiones y en todo caso, croquis explicativo y cubicaciones de volúmenes.

Enseguida damos a conocer en forma sucesiva los cuatro puntos que deben cubrir los números generadores:

- a) Descripción exacta (concepto) del trabajo realizado.
- b) Localización exacta del área en cuestión.
- c) Croquis del trabajo realizado con todas sus cotas.
- d) Cubicaciones exactas.

El supervisor deberá confrontar los números generadores con los del contratista que deberán reunir las características antes mencionadas. En cualquiera de los

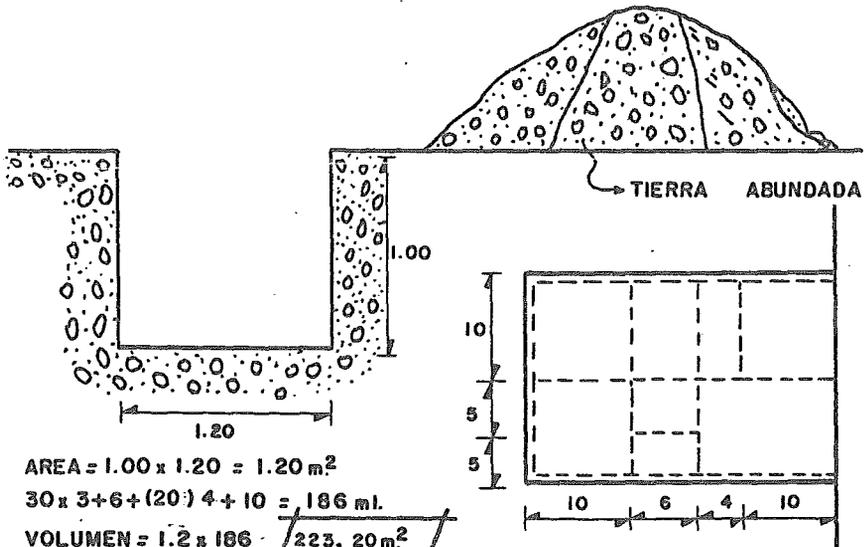
C-001- TRAZO y LIMPIA EN TERRENO PLANO.



$20 \times 30 = 600 \text{ m}^2$

600 m<sup>2</sup>

C-002 EXCAVACION A MANO EN TERRENO CLASE I(100-0-0) DE 0.00m A 150m. SIN CONSIDERAR ACARREO.



AREA =  $1.00 \times 1.20 = 1.20 \text{ m}^2$

$30 \times 3 + 6 + (20) 4 + 10 = 186 \text{ ml.}$

VOLUMEN =  $1.2 \times 186 = 223.20 \text{ m}^2$

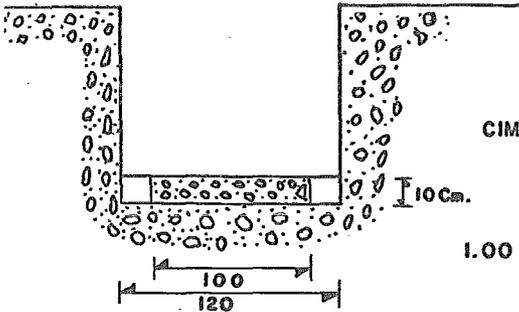
C-003 ACARREO DE TIERRA EN CARRETILLA A 20 MTS.

$$223.20 - 108.81 = 114.39$$

$$114.39 \times 1.25 = 143 \text{ m}^3$$

143 m<sup>3</sup>

C-004 PLANTILLA DE CONCRETO  $F_c = 90 \text{ Kg/Cm}$ . AGREGADO MAXIMO  
 $\emptyset 1\frac{1}{2}$  DE ESPESOR DE 10CM.

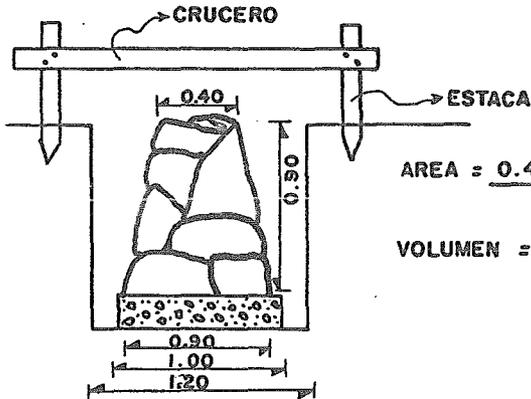


CIMBRA DE FRONTERA y MAESTRA  
(POLIN DE 4" 1/2 4")

$$1.00 \times 186 = 186 \text{ m}^2$$

186 m<sup>2</sup>

C-005 MAMPOSTERIA DE PIEDRA BRAZA DE SECCION DE 40x90cm



$$\text{AREA} = \frac{0.40 \times 0.90 + 0.90 \times 0.90}{2}$$

$$\text{VOLUMEN} = 0.585 \times 186 = 108.81$$

108.81 m<sup>3</sup>

dos casos y con el fin de detectar errores, recomendamos al supervisor revisar aleatoriamente las cubicaciones y los números generadores, por lo que deberá conocer perfectamente el proyecto con la profundidad y extensión enunciada con anterioridad.

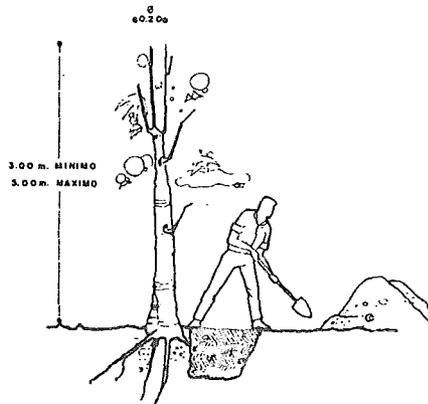
### II.3.3. Precios unitarios

El catálogo general de precios unitarios, es el documento que contiene todas las descripciones, especificaciones y materiales básicos para el análisis de precios unitarios y de los conceptos que intervienen en la construcción de la obra en general.

El estudio de los precios unitarios es realizado generalmente, por uno de los departamentos independientes de la supervisión de la obra, creado para esta función; y los supervisores de obra únicamente transmiten la información requerida (de campo), en apoyo del departamento mencionado; sin embargo, el supervisor debe conocer la metodología general, para la elaboración y análisis de los precios unitarios.

Paralelamente a una modificación de proyecto se señalará el cambio de especificación, trabajo adicional o ex-

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CONCEPTO	DESTRONQUE Y DESENRAICE DE ARBOLES CON ALTURA DE 3.00 a 5.00 m. (d = 20 cm).	Número			
ESPECIFICACION	Se procederá al destronque y desenraice utilizando pico y pala; siendo el rendimiento por jornal de 0.333 pieza.				
ELEMENTOS BASE					
ANALISIS DE COSTO					
MATERIAL Y MANO DE OBRA		UNIDAD	CANTIDAD	P.U.(BASE)	P. U.
Mano de obra peón		J.	1,200	35.47	\$12.56
			Costo por pieza		\$42.56



tra y se presentará un presupuesto con su análisis de costo, elaborado por las constructoras y que se suman finalmente al presupuesto global.

Estos análisis de costo deben revisarse en el departamento correspondiente y de ahí partir a su aprobación o rechazo; es obligación del supervisor, proporcionar información básica para el análisis de los mismos como son: los rendimientos reales de la obra de mano y en algunos casos, investigación de suministro de materiales y similares de la zona.

La información de campo requerida para la elaboración de precios unitarios es la siguiente:

- a) Estudio y análisis del proyecto completo, de las especificaciones y del catálogo particular de conceptos.
- b) Investigación general de mercado de materiales y salarios de la zona.
- c) Elaboración y análisis de los precios unitarios, teniendo en cuenta: rendimientos, desperdicios, indirectos y utilidades.

Debe tenerse especial cuidado en el estudio y análisis

sis de los sistemas y procedimientos constructivos, a fin de verificar la realidad o concordancia con la zona de la obra, asimismo, con los materiales especificados para la obra.

#### II.3.4.AVANCES DE OBRA

Se entiende por avance de obra el total de trabajos realizados por el contratista en un determinado tiempo.

El objeto del levantamiento del avance de la obra es el de valorar los trabajos ejecutados, autorizar o limitar los montos de las estimaciones presentadas por el contratista y conocer si el volumen ejecutado se apega al programa de tiempo; y en casos de desviaciones, tomará las medidas necesarias para recuperar los tiempos perdidos y alcanzar la meta establecida, según programa de obra.

Para cumplir con estos objetivos, el supervisor deberá realizar periódicamente levantamientos físicos, balances de pago de los avances de obra y comparaciones entre el avance económico y el avance programado. En el levantamiento físico de los avances de construcción, deben tomarse únicamente los trabajos que estén bajo el apego de la calidad con respecto a las especificaciones; en cuan-

to a los diferentes aspectos que intervienen en los trabajos, como son: los materiales, la obra de mano y procedimientos constructivos auxiliado con los registros del laboratorio. Tampoco se tomarán en cuenta para avance, por sus efectos negativos, las obras fuera de secuencia, ya que la alteración del orden lógico de ejecución, trae como consecuencia deterioros y pérdidas de la obra, obstruccionando las labores que deben estar en secuencia y provocando zonas abandonadas, distrayendo recursos de la empresa, atrasando la obra y menguando la calidad final. Este avance debe hacerse lo más ordenado posible y siguiendo siempre el catálogo de conceptos y presupuestos de la obra.

Los trabajos extras desarrollados, deben de aparecer lógicamente en el avance de la obra, pero sólo aquéllos que hayan sido ordenados por el supervisor con la autorización de las normas del contratante.

La evaluación económica del avance registrado se efectúa con el objeto de conseguir el cumplimiento de los programas por las compañías constructoras, facilitar las estimaciones y agilizar los pagos.

Esta evaluación económica se hace una vez teniendo

los datos del levantamiento del avance físico de la obra se aplican los precios a los diferentes conceptos, obteniendo la comparación con el monto total del porcentaje realizado en la obra, que así nos dará a conocer el cumplimiento de los programas y realizar las estimaciones con suma facilidad y dar en su caso la solución a resultados no obtenidos y a su vez tener información cuando lo requiera el contratante.

#### II.3.5. Estimaciones

Las estimaciones de la obra son el procedimiento mediante el cual las constructoras requieren el pago por parte del contratante, de trabajos ejecutados en un período determinado.

Son la consecuencia lógica de una etapa o período de trabajo y es obligación del supervisor revisarlas detalladamente, verificando y certificando su estricto apego a especificaciones, conceptos o paquetes completos y consecuentemente en el monto del importe total.

Existen actualmente los siguientes tipos de estimaciones:

- a) Estimación normal.
- b) Estimación de trabajos "extras".
- c) Preestimaciones.
- d) Estimación de ajuste.

a) Estimación normal.- Es la estimación más común, y en ella se especifican básicamente el avance logrado en un período y su importe; siempre está basada en el presupuesto general de la obra.

b) Estimación de trabajos extras.- En este tipo de estimación se especifican únicamente los trabajos extras que no están considerados en el presupuesto general de la obra y que deben fundamentalmente ser modificaciones de proyecto, omisiones, cambio de especificaciones, tipos de sueldos y factores climatológicos, etc.

En las estimaciones extras, es muy importante detectar, desde la etapa de cubicación de volúmenes, si proceden o nó, y consecuentemente, según levantamiento de avance de obra, estaremos en condiciones de autorizarla o rechazarla inmediatamente. Asimismo, debemos verificar que los precios unitarios de cada uno de los conceptos enunciados en el trabajo extra, han sido revisados y apro-

bados por el contratante, con la anticipación necesaria, a fin de que no sea causa de retraso en la aprobación de estimaciones y en el cierre final del presupuesto.

c) Preestimaciones.- Estas estimaciones se crearon a fin de conseguir el cumplimiento del programa de tiempo, ya que en períodos determinados, el contratista no tiene forma económica de seguir con la ejecución de la obra, entonces este tipo de estimación se hace con el fin de que éste siga ejecutando la obra sin ningún retraso, por tal motivo el supervisor deberá tener al día sus avances de obra, ya que esta preestimación será comprobada con una estimación normal, la que, como sabemos, tiene especificado tanto los conceptos como cantidades y precios unitarios; o sea la preestimación es como un préstamo al contratista con respecto al avance de la obra mientras se elabora la estimación total.

d) Estimación de ajuste.- Este tipo de estimación se elaboró de las preestimaciones por los problemas derivados al existir diferencias entre el avance real y programa inicial. Esta diferencia se refleja lógicamente entre la estimación previamente elaborada y el avance real, sugiriendo la necesidad de un ajuste.

Estas estimaciones pueden ser adictivas (por haber realizado más trabajos de los programados) o deductivas (por no haber llegado a ejecutar los trabajos como estaban previamente programados). Esto es posible que suceda debido a los sistemas constructivos utilizados por las constructoras, que alteran el orden de conceptos entre las diferentes partidas, según se adapten a sus necesidades o procesos constructivos.

Todo el proceso de autorización de estimaciones debe realizarse en un mismo tiempo y transmitirlos oportunamente e inmediatamente para su pago, ya que la falta de fluidez y retraso de este trámite puede ocasionar la falta de fondos a las constructoras y por consiguiente un retraso en la ejecución de las obras.

### III - ACTIVIDADES AL FINALIZAR LA OBRA

La función última del supervisor de obra es la recepción de la misma. Esta actividad significa de manera implícita, la aprobación de lo ejecutado para que en ese estado pase directamente a la operación para la cual fue ejecutada.

La recepción de la obra como concepto, significa el

momento de aprobación de lo construido pero como proceso comprende una serie de acciones durante la construcción que culmina con la recepción propiamente dicha.

Es en esta actividad donde se refleja en forma general, la labor del supervisor durante toda la obra, tanto en control de calidad, tiempo y costo, como hemos notado que son los tres factores principales en toda construcción.

Recomendamos al supervisor que antes de realizar la recepción de la obra, realice con el contratista una revisión final para que en esta se verifique la funcionalidad de la obra y calidad para reparar en el caso que hubiere que corregir algún elemento de ésta y así llegar a la recepción de ella sin ninguna corrección. Al mismo tiempo, realizar la liquidación total de ella para no tener ninguna reclamación posterior.

### III.1. Liquidación total

La liquidación total del proyecto se debe hacer por lo general en la última estimación normal, para evitar trámites de reclamación. En esta liquidación total, el supervisor deberá de cerrar la operación del pago del pro-

yecto, en base a la recomendación que dimos en el control de costo, el cual es llevar un control de estimaciones mediante el catálogo de conceptos. He aquí la importancia de este control que si no es llevado, se tendría que estar buscando en un papeleo desorganizado con el riesgo de cometer errores de pago de menos o de más en algunos conceptos, que reflejaría la mala organización por parte del supervisor, error que se comete por lo general.

Como es lógico que al terminar una actividad se reflejará en sí todo el trabajo realizado, por lo que cabe mencionar el dicho "lo que bien empieza, bien acaba", dando a entender que esta función es de gran facilidad si se lleva a cabo la recomendación que dimos en base a pagos a contratistas, sin ésta sería una actividad que el supervisor tendría que invertir gran tiempo para realizarla.

### III.2. Recepción de obras

La recepción de obras es la actividad límite que determina la importante transición entre el proceso de construcción y el producto terminado y aprobado.

La recepción de obra como concepto, significa el monto de aprobación de lo construído pero como proceso com-

prende una serie de acciones durante la construcción propiamente dicha.

Ya que la recepción de la obra es la aprobación de lo construido y se realiza por lo tanto al finalizar ésta; entonces en realidad la recepción de la obra empieza al iniciar la ejecución de las actividades, o sea que se necesita estar conscientes de todas las etapas de la obra para así dar al término de ésta, la aprobación. Por lo anterior, se trata de un sistema que está integrado de varios componentes.

Recomendamos que antes de efectuar esta actividad, se realice con el contratista una revisión final, ésta se hará en el momento en que el contratista dé por terminadas sus actividades de construcción, en el momento de llevar a cabo la revisión final de la obra, es cuando podemos valorizar los efectos de controles ya que la calidad lograda finalmente en la obra, es resultado de todo el proceso que hemos enunciado anteriormente.

No obstante, la revisión final de una obra arrojará siempre algunos detalles negativos en sus acabados o en el funcionamiento de sus componentes, que será necesario, desde luego, corregir para que al llegar a realizar la recepción de la obra, ésta se encuentre como se espera.

# CAPITULO IV

*Recomendaciones generales  
para supervisar los distintos  
tipos de obra*

## CAPITULO IV

### RECOMENDACIONES GENERALES PARA SUPERVISAR LOS DISTINTOS TIPOS DE OBRA

Este capítulo trata el aspecto de las recomendaciones para supervisores en diferentes obras de la ingeniería civil, estando enfocadas principalmente a lo que son: terracerías, topografía, agua potable y alcantarillado, concreto y acero de refuerzo, estructuras de acero, pavimentos, cimbras y cimentaciones.

Es muy importante que el supervisor tenga todo lo indispensable en cuanto a los conocimientos de la obra en la cual vaya a desempeñar sus funciones, a fin de que no surjan contratiempos en el desarrollo de la misma.

En todo momento el supervisor debe hacer que se cumplan las especificaciones marcadas y probablemente pueda consultar las notas que a continuación se presentan.

## I - TOPOGRAFIA

Un factor fundamental para el desarrollo de cualquier proyecto urbanístico, y en general en todas las obras de ingeniería, así como en un proceso constructivo y la supervisión del mismo, es la topografía.

En general, la supervisión topográfica se divide en dos partes que son: planimetría y altimetría, para los cuales el trabajo se divide en trabajos de campo y de gabinete.

Por lo anterior, es fundamental que el supervisor de obra debe, necesariamente, conocer topografía, ya que la veracidad de este trabajo dependerá en gran parte del éxito del proyecto y construcción del mismo, así como en los objetivos de calidad.

Enseguida daremos recomendaciones generales para la supervisión de este concepto.

Recomendaciones generales para la supervisión  
de trabajo de topografía

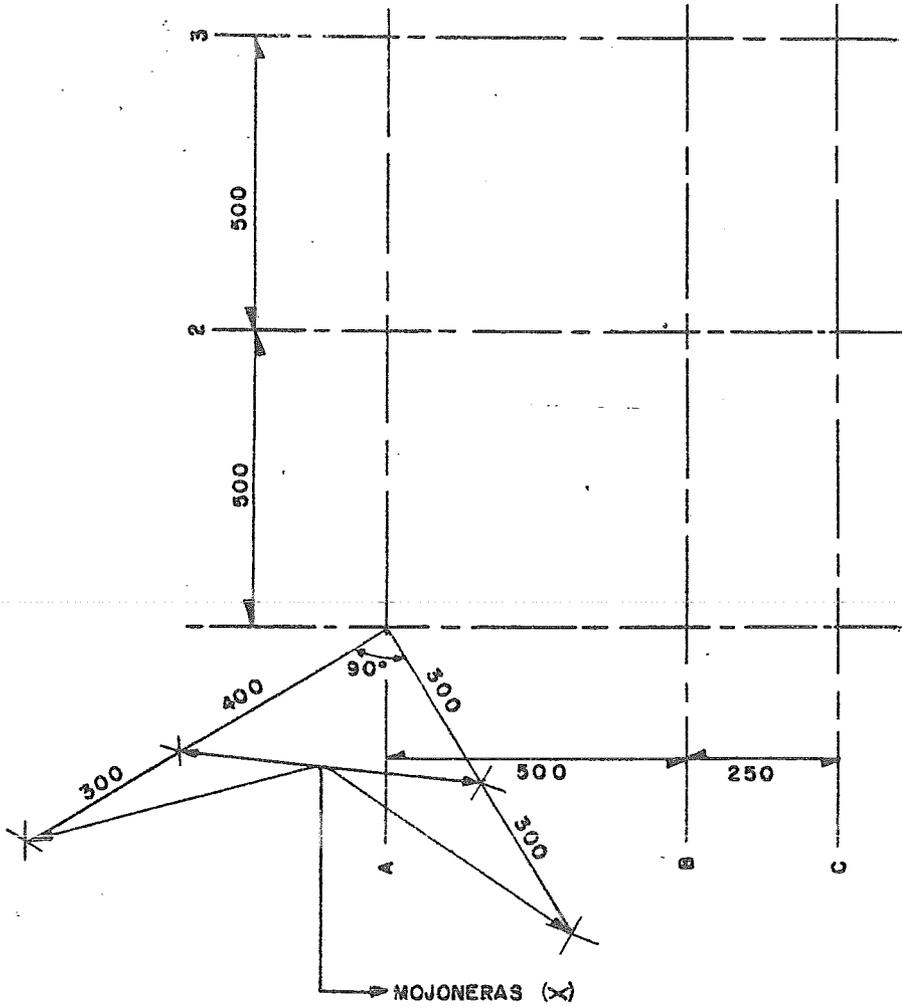
## I.1. PLANIMETRIA

### I.1.1. Trabajos de campo

- 1o. Exigir el uso de equipo topográfico adecuado, además que el personal dedicado a estas tareas, cuente con la experiencia y conocimientos necesarios en este tipo de actividad.
- 2o. Que los registros se lleven en libretas adecuadas, escritas con claridad, con detalles suficientes, sin borrones y sigan un orden cronológico.
- 3o. Localizar en el campo los ejes que marca el proyecto, refiriéndolos tanto en ángulo y distancia a puntos fijos de fácil identificación y fuera del área de trabajo, construyendo en estos puntos (mojoneras), como se muestra en el croquis.

### I.1.2. Trabajos de gabinete

- 1o. Una vez realizados los trabajos de campo y contando con los datos de las libretas, se variarían los puntos de referencia en el plano



MOJONERAS

del proyecto. El objeto de esta recomendación es la obtención de los ejes en campo con suma facilidad y confiabilidad de su localización.

- 2o. Verificar ángulos y distancias de los ejes trazados por el contratista con los del proyecto.

## I.2. ALTIMETRIA

### I.2.1. Trabajos de campo

- 1o. Siembra de bancos de nivel.- Con el objeto de tener un banco de apoyo para el desarrollo de todo trabajo de altimetría, es necesario fijarlo y marcarlo en un lugar perfectamente visible y accesible, sin que interfiera el proceso de la construcción.

La supervisión para este trabajo, verificará lo siguiente:

- a) Deberá tener siempre en cada obra, un banco de nivel de base, llevado a la obra de un patrón de los bancos de la localidad, exigiendo, a través de las libretas de campo su com-

probación de cierre por medio de su regreso al lugar de origen; sugiriéndose una tolerancia no mayor de 5mm. por Km. o por lo especificado en el proyecto.

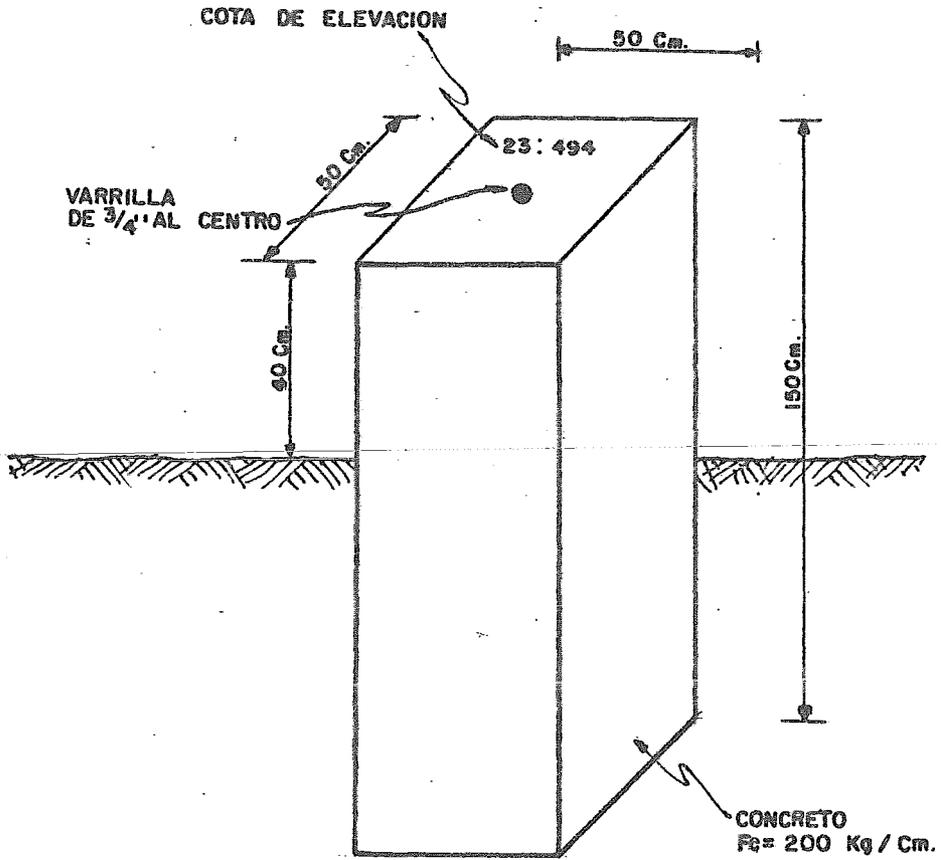
b) El banco de nivel base deberá ser construido con las especificaciones siguientes:

b.1. Una sección de 50x50cm. y una profundidad de empotre de 1.50 mts., sobresaliendo de la superficie del terreno natural 40 cm.

- Se colocará una varilla al centro de 3/4"Ø.
- Se colocará un concreto de  $f'c=200$  Kg/cm.<sup>2</sup>
- Marcar con pintura de aceite su cota al milímetro.

c) Una vez recibido el banco de nivel de base, se procederá a la siembra de bancos secundarios en lugares que no sean afectados por la obra. Estos bancos secundarios al igual que

### BANCO DE NIVEL



el banco base, deberán ser chequeados periódicamente para asegurar su confiabilidad.

### I.3. PERFILES Y SECCIONES TRANSVERSALES

#### I.3.1. Trabajos de campo

La supervisión tendrá cuidado en revisar lo siguiente:

El trabajo de nivelación será completado por medio de perfiles y seccionamiento transversal en los cadenamientos previamente definidos, tomando como base el eje de la vialidad en el caso de la construcción de caminos y un eje de apoyo en caso de construcción de edificación, seccionándose tanto a la derecha como a la izquierda, registrándose todos los accidentes topográficos notables y tomando estos accidentes también su seccionamiento transversal.

Este trabajo debe ejecutarse antes y después del movimiento de tierras, para así obtener el nivel de la rasante requerido en el proyecto, así como

también tener el volumen efectuado para su pago al contratista.

### I.3.2. Trabajos de gabinete

Se vaciarán los datos tomados en el campo en un plano para obtener tanto el perfil como las secciones. Una vez teniendo las secciones dibujadas y revisadas, se procederá a cubicar el volumen total de corte y terraplen efectuando esta evaluación con la ayuda del planímetro, recomendándose tomar dos lecturas como mínimo ya que sabemos que este método es aproximado.

## II - TERRACERIAS

### II.1. Desmonte y limpieza

Todo el trabajo deberá efectuarse en forma completa y eficiente, apegándose a los reglamentos vigentes de las autoridades locales y federales que tengan jurisdicción; se deberá tener especial cuidado en conservar, en todo tiempo, las pendientes necesarias para el flujo natural de agua.

El supervisor deberá tener a la mano los permisos para cortar árboles y quemar basura. Todos los árboles (excepto los marcados), todas las raíces, maleza, arbustos, matorrales, pasto y otras superficies con vegetación, el supervisor deberá de revisar que sean removidos completamente.

Esta remoción de todos los desperdicios de basura y otros materiales desechables, así como las operaciones de carga y descarga, se ejecutarán conforme a las especificaciones del proyecto en ejecución.

El supervisor debe checar que haya cunetas provisionales para los drenajes, protecciones temporales, barreras y señales.

## II.2. Despalme, Excavación y Nivelación

II.2.1. Despalme.- El supervisor deberá de inspeccionar todo el terreno sobre el cual se depositará material de relleno, deberá ser cortado a una profundidad suficiente con el objeto de eliminar todo el material inadecuado. Dicho material incluirá tierra orgánica y hojarazca, raíces, material ve-

getal y cualquier otro material desechable que pudiera impedir la obtención de una adherencia adecuada entre el relleno y el terreno base o que por cualquier otra razón pudiera considerarse desechable.

II.2.2. Excavación.- Recomendamos al supervisor verifique cuando los niveles finales de la base o sub-base, según el caso, se encuentren por abajo del nivel del terreno existente, que la excavación en tierra consista también en la remoción de cualquier material inadecuado, de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

II.2.3. Nivelación.- Se checará que las excavaciones se hagan de acuerdo con los trazos y niveles indicados en los planos, cualquier excavación en exceso o fuera de las líneas establecidas, el contratista deberá de rellenar y compactar con material adecuado por cuenta de él mismo.

El supervisor verificará que las excavaciones ejecutadas, a elevaciones preliminares terminen a los niveles especificados, con una tolerancia de

±5 cms. El supervisor deberá verificar que el contratista efectúe todas las nivelaciones requeridas para que se obtengan las especificadas en los planos.

Taludes.- Recomendamos que los taludes en los límites de las áreas de excavación sean formados con una relación de 1:1 con el fin de evitar deslizamientos de material.

### II.3. Corte y terraplén

II.3.1. Corte.- Recomendamos que dependiendo del tipo de material que se extraiga, se use la siguiente maquinaria:

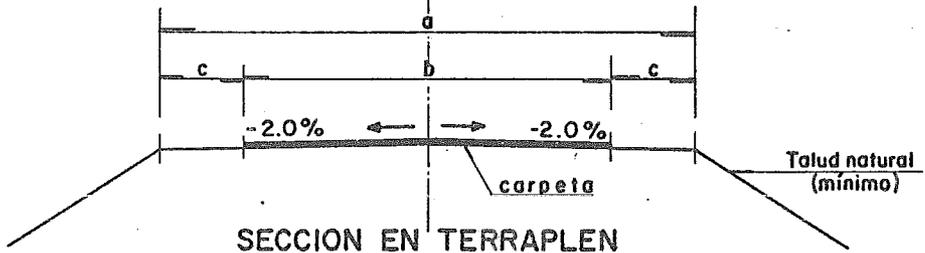
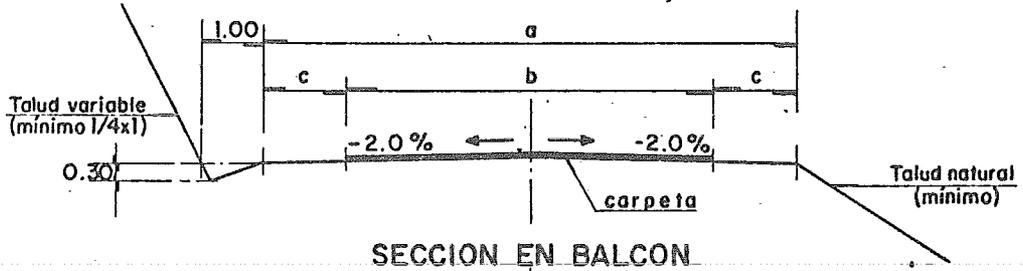
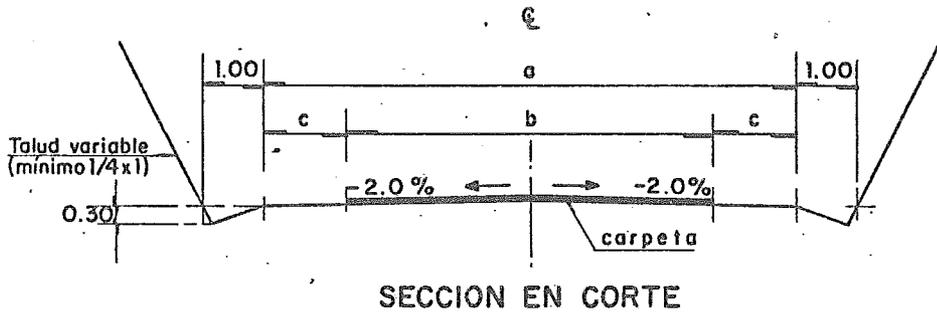
Material A: tractor D<sub>6</sub> hasta D<sub>9</sub>

Material B: tractor con arado (Riper)

Material C: explosivos de 150-250 g/m<sup>3</sup>

El corte podría ser para formar terraplenes o para depresiones. El supervisor deberá tener una vigilancia para verificar los acarreos que producen los cortes, ya sean cortos, medios o largos.

II.3.2. Terraplén.- Recomendamos que si es un terraplén



	Plano y ondulado	Montañoso	Muy accidentado
a	8.00	7.00	6.00
b	6.00	6.00	5.50
c	1.00	0.50	0.25

compactado, se inspeccione la compactación y humedad, según las especificaciones.

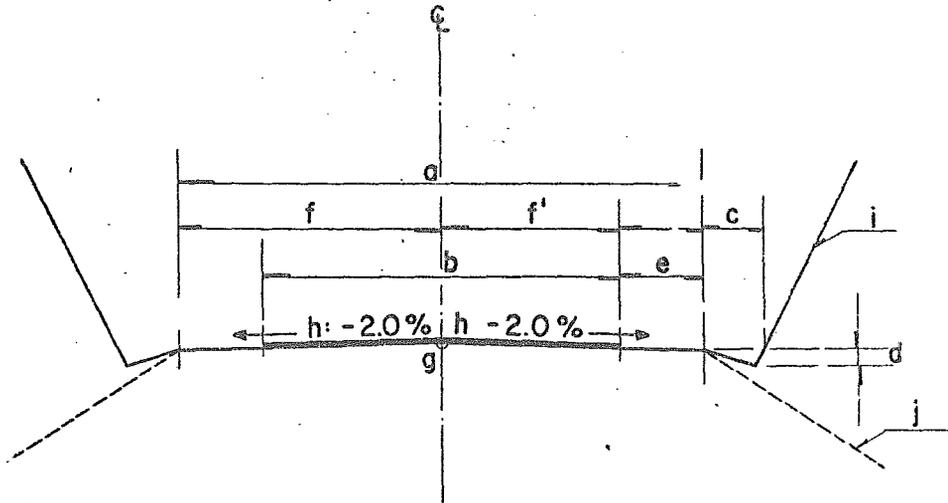
Si es acomodado que se haga cuando el material sea procedente de roca, la capa no será mayor que el tamaño de la roca que se obtenga.

Si es por volteo, que éste se haga cuando el material sin compactar de la máquina no pueda llegar hasta donde se forma la primera capa del terraplen.

Es importante que el supervisor realice pruebas de compactación, puesto que si ésta es defectuosa, el terraplen se asentará por la acción del tránsito sin que pueda precisarse cuanto tiempo tardará en llegar a su posición definitiva y perjudicarán a las capas del pavimento.

#### II.4. Base y Sub-base

Recomendamos que tanto los materiales de base como los de sub-base sean compactados a un peso volumétrico alto, con el fin de asegurar una estabilidad adecuada.



- a , ancho de corona
- b , ancho de carpeta
- c , ancho de cuneta
- d , profundidad de cuneta
- e , ancho de acotamiento
- f , carril en camino revestido
- f' , carril en camino asfaltado
- g , proyección del eje del camino
- h , bombeo
- i , talud en corte
- j , talud en terraplén

Al distribuir el material sobre la capa subrasante, se deben tomar las debidas precauciones y cuidados con el objeto de asegurarse la uniformidad de la capa y evitar de esta manera un exceso en la segregación.

Si la construcción se efectúa durante los meses intermedios del verano, será necesario que se agregue agua al material y en algunos casos hasta cloruro de calcio, obteniéndose con ésto, un mínimo de evaporación.

Para las bases de macadam, en primer lugar se debe compactar completamente la capa subrasante antes de que se coloque la roca triturada. Esta base tiene que ser por lo general de un espesor de 15 cms. o más, después de que son sometidas a la compactación, se puede colocar una capa de finos o arena sobre la capa subrasante antes de poner la base, siempre y cuando no se vaya a emplear la sub-base; esto se hace con el objeto de contrarrestar la intrusión de la capa subrasante dentro de la base. En ciertas ocasiones, se aplica la capa de finos aún cuando se coloque la sub-base. Esta capa lleva un espesor que puede variar entre 2.5 cms. y 7.5 cms., ya sea com-

pactándola o dejándola tal y como se coloca.

El siguiente procedimiento a realizar consiste en colocar y compactar la roca triturada, para lo cual recomendamos emplear rodillos lisos o bien de vibración. Entonces se coloca una capa de finos que al vibrarse y rodillarse penetra dentro de los huecos que dejan las partículas gruesas.

En el caso de macadam, tratado por medio de agua, el material grueso se liga con los desperdicios finos de la trituración, se añade agua hasta que tenga lugar la saturación y enseguida se compacta toda la masa, dándole un número de pasadas tal, que todos los huecos se llenen con la mezcla fina y se observa la formación de ondas frente al compactador.

El material para la base deberá colocarse con capas de espesor uniforme no excediendo el espesor especificado de acuerdo con el tipo de compactación que se use.

El aplanado final se ejecutará con una aplanadora lisa que pese no menos de lo especificado. Recomendamos que el supervisor ponga especial cuidado duran-

te la compactación de la última capa, puesto que esta deberá mantener una superficie lisa uniforme libre de depresiones que pudieran retener agua superficial.

La compactación y conformación deberá continuarse hasta que la base llegue a estar dura, de acuerdo con el trazo, a los niveles especificados y apegándose a las secciones del diseño, no debiendo haber segregación entre las partículas gruesas y finas.

El contenido de humedad del material al tiempo de aplanado, deberá estar comprendido dentro del 4% de la humedad óptima, según la norma ASTM-D698.

El supervisor deberá de observar que el contratista añada el agua que sea necesaria para elevar el contenido de humedad, si las condiciones lo requieren. Si los materiales están muy húmedos, el supervisor deberá de impedir que el contratista proceda a las operaciones de compactación hasta que el contenido de humedad haya sido reducido.

La compactación recomendada es el 95% de la densidad Proctor establecida por las normas ASTM-D698 "Rela-

ción de humedad-Densidad para suelos utilizando un émbolo de 5.5 lbs. con caída de 12 cms."

Recomendamos que las superficies estén de acuerdo con los niveles establecidos y no deberán tener una variación de más de 1.5 cms. en 3.0 m., tanto para los perfiles como para las secciones transversales.

### EQUIPO

Todas las herramientas, máquinas y cualquier otro equipo usado en el manejo de estos materiales y que ejecuten cualquier parte del trabajo, deberán ser aprobadas por el supervisor o el representante del dueño y deberán mantenerse en condiciones satisfactorias de trabajo.

A menos que se especifique lo contrario y que sea permitido expresamente por el supervisor o el representante del dueño, recomendamos que el equipo para compactar los materiales de la base se apeguen a los tipos siguientes:

- a) Para compactar capas de 10 cms. se deberá usar aplanadoras con llantas de hule; deberán tener no menos de 9 ruedas en dos ejes. Las aplanadoras

deberán cargarse para desarrollar una presión mínima de 10.5 Kgs. por pulgada de ancho de llanta.

- b) Para compactar capas de 5 cms. o menores, recomendamos usar aplanadoras con rodillo de acero tipo "tandem" de 5 a 10 toneladas.

### III - AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

#### A - Trabajos de gabinete

- 1o. Revisión del proyecto y estudio de los planos con objeto de familiarizarse con su simbología y con las especificaciones propias del proyecto a fin de interpretarlos debidamente. Hecho esto, es conveniente establecer contacto con el proyectista para hacer los comentarios correspondientes.
- 2o. De acuerdo con el programa de la obra, determinar el número de frentes que deberán ser atacados.
- 3o. Verificar si el programa de entrega de tuberías es congruente con el programa general de la obra.

40. Checar, en el caso de que haya cruces con vías de ferrocarril, viaducto, carretera, oleoductos, etc., si ya se tienen las licencias correspondientes.
50. Investigar ante las oficinas de agua potable, compañía de luz, Comisión Federal de Electricidad, Petróleos Mexicanos, Compañía de Teléfonos, etc., si no existen instalaciones subterráneas de estas dependencias que interfieran con la obra a realizarse.

---

B - Trabajos de campo

10. Reconocimiento del terreno, punto de descarga (en el caso de alcantarillado) y bancos de nivel que servirán de base al proyecto en cuestión.
20. Verificación de obstáculos. Al mismo tiempo que se hace el reconocimiento del terreno, deberá checarsé si a simple vista no hay obstáculos que impidan la ejecución de esta obra y que no estén consignados en el proyecto.

- 3o. Marcar en el plano los sentidos de las calles para el estudio de la señalización que vaya a necesitarse, coordinando esta acción con las autoridades de tránsito, sobre todo cuando vaya a requerirse de algún libramiento.
- 4o. Determinar y marcar en el plano los sentidos más adecuados para la descarga de tuberías, con objeto de indicarles a los proveedores las zonas donde depositen éstos.

### III.1. Trazo

- III.1.1. El trazo deberá apegarse al proyecto, a menos que exista una incongruencia con éste y el terreno, o bien que hubiera alguna otra alternativa, que a juicio del supervisor mejorara la obra; si esto no ocurriera, se deberá informar al coordinador y consultarse con el proyectista.
- III.1.2. Verificar físicamente si la cota del punto de carga coincide con la cota del proyecto, si ésta es correcta, se continuará el trazo, de lo contrario, deberá consultarse con el proyectista, ya que si la discrepancia es grande puede cambiar

todo el proyecto.

III.1.3. Verificar el perfil del proyecto, marcando cada cruce y referenciándolo a puntos fijos, tanto su cota como su localización.

III.1.4. Checar la distancia entre cruces y entre pozos de visita según sea el caso.

III.1.5. Verificar si con las pendientes del proyecto y las distancias obtenidas entre cruces o pozos de visita, no hay error en las cotas de los mismos.

III.1.6. Verificar si los colchones de la tubería que resulten del proyecto son adecuadas para cada caso.

### III.2. Ruptura de pavimentos

Se entiende por ruptura de pavimentos el trabajo de demoler y remover éstos, previo a la excavación de la cepa.

III.2.1. Los pavimentos de concreto asfáltico o hidráulico, antes de romperse deben ser cortados con sie-

rra de disco haciendo una ranura de 1 a 2 cms. de profundidad, marcando el ancho de la cepa, con objeto de que el corte quede definido dentro de 2 líneas paralelas y sea más fácil su reposición.

III.2.2. Cuando el pavimento sea de adoquín o empedrado, este material deberá removerse con cuidado y conservarse para reposición posterior.

III.2.3. Reposición de pavimentos. Deberán ser del mismo material y características del pavimento original, debiendo quedar al mismo nivel que el pavimento existente; por lo que las cepas al rellenarse deberán tener la compactación adecuada, para recibir el nuevo pavimento.

### III.3. Excavación de cepas

Las excavaciones de cepas podrán ser con taludes verticales o inclinados, según se especifique en el proyecto, siguiendo el trazo del mismo, para alojar en ella la tubería.

III.3.1. Ancho de cepas. Los anchos de las cepas serán de

acuerdo al diámetro de las tuberías que se vayan a instalar. Cuando estos anchos no estén especificados en el proyecto, se tomarán los siguientes:

Diametro de tuberías	ancho de cepa
0.20	0.60
0.30	0.75
0.38	0.90
0.45	1.00
0.60	1.20
0.76	1.50
0.91	1.75
1.07	1.90
1.22	2.00
1.37	2.20
1.52	2.50
1.83	2.70
2.13	2.80
2.44	3.20

Fuente: Curso de actualización para supervisores en obras de agua potable y alcantarillado del Centro de Educación Continua de la UNAM.

La tabla anterior nos da los anchos mínimos necesarios para poder trabajar. Estos deberán variar cuando se vayan a colocar ademes para el sostenimiento de los taludes o en función de la profundidad de la cepa.

III.3.2. Cuando los paramentos de las cepas sean vertica-

les, éstos deberán quedar sensiblemente a plomo y entre dos ejes paralelos, conservando su ancho en toda su altura; se podrán permitir tolerancias en salientes de 5 cms. cuidándose de que este error no sea sistemático.

Es conveniente afinar a mano los taludes sobre todo si se va a colocar ademes. Los anchos de las cepas se medirán en el fondo de la excavación.

III.3.3. Fondo de las excavaciones. Para este tipo de obra es de vital importancia que el fondo de las cepas sea afinado con herramienta de mano minuciosamente, siguiendo la pendiente del proyecto, con el objeto de que el espesor de la plantilla que se coloque posteriormente, nos quede uniforme y la tubería quede a la profundidad especificada y con la pendiente requerida.

III.3.4. Es adecuado que la excavación de cepas de 0 a 2 mts., se haga con herramienta de mano (pico y pala), para no dañar las instalaciones existentes, como descargas domiciliarias, tomas de agua, instalaciones de teléfonos, etc. Se deberá hacer la localización de estas instalaciones previamente.

te a la excavación de cepa y marcarlas en las guarniciones o paramentos de las casas o edificios, a fin de que al ir excavando se extremen las precauciones en estos sitios.

III.3.5. Las instalaciones existentes deberán recibirse con puentes a base de vigas de madera o viguetas metálicas, las que tendrán capacidad adecuada, cuidando que sus apoyos no produzcan una sobrecarga a la cepa.

III.3.6. Cuando la excavación sea de profundidad mayor de 2 m. y se vaya a realizar a mano, deberá usarse tarimas para el traspaleo del producto de la excavación. Si se decide prolongar la excavación con máquina, deberá tomarse en cuenta la sobrecarga que la máquina produce y ademar adecuadamente.

III.3.7. Si el material producto de la excavación es de buena calidad y se decide usar como relleno, se deberá acamellonar a un lado de la cepa dejando un pasillo de 60 cms. para no interferir con los trabajos posteriores y se depositan preferentemente del lado contrario a donde esté colocada

vaya rellinando la cepa. Habrá casos en que se tendrá que dejar el ademe perdido, cuando se tengan instalaciones o edificaciones en peligro de colapso.

### III.5. Cama

Se entenderá por cama, la capa de tezontle que se coloca en el fondo de las cepas para formar una plantilla de apoyo al lomo inferior de los tubos.

III.5.1. La cama será con grava de tezontle del tamaño máximo de 1 1/2" y mínimo de 1/4", colocándola en todo el ancho de la cepa.

III.5.2. Espesores de la cama. El espesor de la cama variará de acuerdo con el diámetro de la tubería a colocarse; cuando el proyecto no especifique los espesores de la cama se podrán tomar los siguientes:

Diámetro del tubo	Espesor de la cama
de 30 a 60 cm.	15 cm.
de 76 a 1.20 cm.	20 cm.
de 1.52 a 1.83 cm.	25 cm.
de 2.44 a 3.00 cm.	40 cm.
de 3.50 a 500 cm.	40 a 60 cm.

Fuente: Curso de actualización para supervisores en obras de agua potable y alcantarillado. Centro de Educación Continua de la UNAM.

III.5.3. Las camas de tezontle deberán ser compactadas con pizón de mano hasta lograr el rebote de éste; teniendo especial cuidado que se siga la pendiente de la tubería que se vaya a colocar. (usar escantillón de madera).

### III.6. Bombeo

Cuando se tenga agua en las cepas será necesario extraerla por medio de bombeo, con objeto de poder afinar el fondo de la excavación, colocar la cama de tezontle e instalar la tubería en seco. Por ningún motivo se deberá permitir colocar la cama y la tubería con agua.

- III.6.1. Cárcamos de bombeo. Para recolectar el agua de las cepas se drenará ésta hacia los cárcamos de bombeo que se construirán lateralmente a la cepa teniendo su fondo más profundo que ésta, donde se instalará la bomba.
- III.6.2. Las bombas pueden ser de diferentes tipos, las más usadas en nuestro medio son las centrífugas, autocebantes con motor de gasolina. Existen otras bombas inatascables que operan con aire. (Willden). La elección de la bomba dependerá de la cantidad de agua a bombear y del contenido de arcilla en suspensión.
- III.6.3. El agua deberá de canalizarse antes de afinar el fondo de la cepa con el objeto de no remover la arcilla y producir lodo, que será mucho más difícil de sacar, ya que de no hacerlo contaminará la cama.
- III.6.4. En colectores de diámetros mayores de 1.52 m. es común que se coloque abajo de la cama de tezon-  
tle un tubo perforado de concreto de 10 a 15 cm. de diámetro para que sirva de dren. Este tubo deberá estar rodeado en todo su contorno

por una cama de tezontle y descargará en los cárcamos para de ahí bombear el agua.

- III.6.5. Cuando el agua bombeada se pueda descargar a una alcantarilla, ésto deberá ser a través de un arenero que se construirá exprofeso para no asolvar el drenaje. Cuando no se tenga alcantarilla, deberá desalojarse lo más distante de la zona de trabajo.

### III.7. Instalación de tubería

Una vez terminada y nivelada la cama de tezontle, se procederá a instalar la tubería.

- III.7.1. Bajada de tubos. La bajada de tubos deberá hacerse con todo cuidado, evitando golpearlos, debiendo hacer uso de la herramienta y equipo adecuado. El bajado de la tubería puede hacerse en forma manual, con ayuda de un cable de henequén para diámetros pequeños; o bien, con el uso de marco de madera o metálico, provisto de malacate para diámetros intermedios y para diámetros mayores con grúa o draga. En el supuesto caso que el tubo sufra desperfectos en esta maniobra, de-

berá ser repuesto por cuenta del contratista.

III.7.2. La instalación de la tubería se hará colocando las campanas o cajas, hacia aguas arriba y el sentido de su colocación, siempre será de aguas abajo hacia aguas arriba.

III.7.3. Niveles. Cuando se habló del trazo, se dijo que en cada crucero o pozo de visita se tendría fija la cota del mismo; corresponderá al contratista y deberá checarla el supervisor, correr la nivelación entre crucero y crucero, o bien entre pozo de visita y pozo de visita.

Procedimiento para correr niveles: Estos niveles se marcan sobre crucetas colocadas expofeso sobre la cepa. Colocando sobre ellas un cordón (hilo) que nos representará físicamente una línea paralela a la pendiente que deberá tener la tubería; a partir de éste con un escantillón de madera que se apoye a lo largo del eje longitudinal de la tubería, se verifique la pendiente de ésta.

III.7.4. Alineación. La tubería deberá quedar alojada en

el centro de la cepa y su eje longitudinal deberá coincidir con el eje que une centro a centro los cruceros y pozos de visita correspondientes a cada tramo. Se pueden permitir tolerancias en la alineación de las tuberías de 5mm. en tubos de diámetros mayores, siempre y cuando estos errores no sean sistemáticos.

III.7.5. Soporte de tubería. Cada tubo deberá quedar apoyado en toda su longitud sobre la cama de tezon-  
tle; no se permitirá que la tubería quede sobre calzas de madera o calzas de piedra o cualquier otro elemento. Cuando se instale tuberías de macho y campana se deberá de rebajar la cama en las zonas de la campana, para lograr que el tubo apoye en toda su longitud.

III.7.6. Juntas. Previamente a la inserción de cada tubo se deberán limpiar con cepillo de alambre, tanto el macho como la campana o espiga y caja, según sea el caso, y humedecerse perfectamente. Una vez realizada esta operación se llenará la semicircunferencia inferior de la campana o caja de tubo ya colado y la semicircunferencia superior del macho o espiga del tubo por colocarse, con

mortero, cemento y arena en proporción 1-4, formando una capa suficiente para llenar la junta. Acto seguido, se insertarán los tubos de tal manera que el macho o espiga penetre en la campana o caja totalmente, botando la parte sobrante del mortero.

El mortero excedente en el interior del tubo se limpiará y se llenarán los huecos que hubiere con el mismo mortero. En la parte exterior se llenarán también los huecos que hubiere y en los tubos de campana se hará con el mortero un chaflán a 45° con la campana; y en los de caja se formará un anillo con el mortero cubriendo la junta.

III.7.7. Deberá checarsé que las superficies interiores de la tubería queden razantes en el interior.

III.7.8. Acostillado. Una vez colocados, nivelados, alineados y junteados varios tubos, se procederá a acostillarlos en forma simultánea en ambos lados del tubo, para evitar que éstas se desalinen, haciendo esta operación por etapas, según sea el diámetro del tubo, apizonando por capas no mayores de 20 cms. con pizón de mano o neumático cuando ésto sea factible y usando siempre

material de muy buena calidad. Cuando se requiera hacer una prueba hidrostática, deberán dejarse libres las cajas o campanas al acostillarse.

- III.7.9. En los sitios donde se vaya a construir pozos de visita de caída o cajas, se dejarán separados los tubos. La distancia que especifique el proyecto para estas estructuras.
- III.7.10. Prueba de impermeabilidad de los tubos de concreto y sus juntas.
- III.7.11. Prueba hidrostática accidental. Consiste en dar la tubería en la parte más baja del tramo a probar una carga de agua que no exceda de 2 mts., con objeto de verificar si no existen fugas en las juntas, en caso de existir ésta, se ordenará su reparación y se repetirá la prueba. Esta prueba se hará cuando la supervisión tenga sospechas fundadas de que las juntas son de mala calidad.
- III.7.12. Prueba hidrostática sistemática. Esta prueba se hará en todos los casos, siempre y cuando no se haya hecho la prueba accidental. Consiste en vaciar en el pozo de visita de aguas arriba del

M-0031240

tramo que se vaya a probar, el contenido de agua de un camión tanque de 6 mts.<sup>3</sup> de capacidad a través del tramo de tubería a probarse. En el pozo de visita de aguas abajo del tramo de prueba, se colocará un tapón y una bomba para achicar esta agua y evitar que se forme un tirante. Mediante esta prueba se comprobará si no existen fugas en las juntas de la parte inferior de la tubería. En caso de existir éstas, el contratista las reparará a entera satisfacción de la supervisión.

La supervisión solamente recibirá tramos de tuberías totalmente terminadas, entre pozo y pozo de visita, comprobando que se encuentran limpios y libres de obstáculos.

### III.8. Descargas domiciliarias

Estas se instalarán en los sitios marcados expreso en los paramentos de las casas o de acuerdo con el cadenamiento previsto.

Tanto las descargas domiciliarias como las coladeras pluviales se conectarán al lomo del tubo de la alcanta-

rilla, usando para ello un slant y un codo de 90° y a partir de este punto se colocará el tubo de albañal del diámetro fijado, hasta el parámetro del predio; la pendiente será de 1% cuidando de que el albañal tenga un colchón mínimo de 90 cms. de relleno.

Las descargas domiciliarias formarán con la tubería de alcantarillado un ángulo de 90° en planta.

### III.9. Relleno de cepas

El relleno de cepas propiamente dicho, se hará después de haber efectuado la prueba y terminado el acostillado de las juntas.

III.9.1. Deberá tenerse especial cuidado de recibir todas aquellas instalaciones que se hubieran suspendido a lo largo de la cepa.

III.9.2. La compactación del relleno, deberá satisfacer los requisitos de la prueba "Proctor" con un porcentaje del 90% como mínimo.

### III.10. Pozos de visita

Construcción de pozos de visita de caída o cajas. Los pozos de visita son las estructuras diseñadas para permitir el acceso a las tuberías para su inspección y limpieza; también se usan para efectuar deflecciones en las tuberías y conectar 2 ó más líneas.

III.10.1. Estas estructuras se construirán de acuerdo al proyecto y plano correspondientes.

III.10.2. La construcción de la cimentación de las estructuras deberá realizarse antes de la colocación de la tubería para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos de la misma y puedan desalinearse o desnivelarse.

III.10.3. Los pozos de visitas se harán de mampostería a base de tabique recocado de 28 cms. de espesor, colocando a tizón, dejando juntas de 1.5 cms. Cada hilada horizontal deberá trasplantarse con respecto al anterior, con el objeto de que las juntas verticales no sean coincidentes.

III.10.4. Al construirse la base de los pozos de visita se harán en ellas los canales o medias cañas

del diámetro mayor del tubo que conecten.

- III.10.5. La media caña también puede hacerse con la mitad de tubo, en este caso el tubo pasará corrido y después se romperá para formar la media caña.
- III.10.6. Se deberán construir esas estructuras inmediatamente después del tendido de la tubería, terminándose totalmente y colocando su brocal y tapa para evitar que las llenen de basura y piedra. El brocal y tapa deberán de quedar al mismo nivel del pavimento existente. La instalación de brocales deberán quedar debidamente ancladas según las especificaciones.
- III.10.7. Para diámetros mayores de 1.07 mts. y en lugar de pozos de visita, se construirán cajas de concreto reforzado; estarán debidamente especificadas en el proyecto.
- III.10.8. El relleno de estas estructuras deberán hacerse en forma semejante al de la tubería.

### III.11. Tubería

Dependiendo del diámetro y las condiciones de trabajo, la tubería puede ser de concreto simple o reforzado, según se especifiquen en el proyecto.

Previo a la recepción de la tubería, se deberá entregar al proveedor un plano de la obra donde marquen los sitios donde ésta se deberá depositar.

III.11.1. La descarga de la tubería deberá ser a través de un plano inclinado o con equipo mecánico; no deberá aceptarse que la tubería se descargue tirándola sobre llantas, montones de tierra o arena.

III.11.2. Una vez colocada la tubería en el sitio indicado deberá hacerse una inspección ocular de cada tubo, en la que se verifique que los planos de sus extremos sean perpendiculares a su eje longitudinal, que estén libres de burbujas, grietas o superficies rugosas que presenten salientes en su interior.

III.11.3. Deberá checar con el proveedor cuál es la altura máxima del relleno para el cual fue calcu-

lado el tubo en cuestión y verificar que no tengan rellenos mayores que éste en la obra; de lo contrario, deberá solicitarse tubo especial para el relleno.

III.11.4. Es conveniente que la tubería esté en la obra antes de iniciar las excavaciones. No deberán colocarse tuberías frente a la entrada de vehículos y deberá troquelarse debidamente para que no las muevan.

III.11.5. Deberá tenerse especial cuidado de volver a hacerse una inspección ocular a cada tubo antes de colocarse con objeto de verificar de que haya sido golpeado en el tiempo transcurrido entre su recepción y su colocación.

### III.12. Acarreos

Acarreos del producto de las excavaciones. Es muy importante localizar lo más cerca posible un tiradero, ya que el concepto de acarreo puede influir considerablemente en el costo de la obra.

III.12.1. Una vez elegido el tiradero, deberán estudiarse

todos sus accesos para elegir la ruta más corta, indicándosela al contratista y obteniendo su kilometraje.

### RECOMENDACIONES GENERALES

figura

1 Al hacer la conexión del albañal con la atarjea, muchas veces no se utilizan las dos piezas especiales denominadas codos y slant, lo que provoca la dislocación de ambos tubos en la inserción, además interfiere en los trabajos de limpieza de la red y origina una descarga perpendicular al escurrimiento del agua en la atarjea. (Ver lámina 1).

! Cuando se conectan dos albañales, uno frente a otro y ambos son de 0.15 mts. de diámetro y la atarjea de 0.30 m. de diámetro, se origina un debilitamiento en esta última y si en uno de ellos, la descarga se hace por bombeo, provoca un taponamiento en ese punto. En tal caso es recomendable la instalación de un pozo de visita con sus respectivos espolones para encausar el agua tangencial al escurrimiento de la atarjea. (Ver lámina 1).

figura

- 3 Cuando se conecta un albañal de 0.30 mts. de diámetro es necesario construir en ese lugar un pozo de visita, ya que la tubería se debilita por el orificio requerido para tal instalación, de no llevarse a cabo la construcción de este accesorio, con el tiempo y debido al tránsito de vehículos el tubo se romperá. (Ver lámina 1).
  
- 4 No se debe permitir instalar la preparación exterior de un albañal domiciliario para un determinado predio, si no se tiene definido el punto de salida del albañal interior. (Ver lámina 1).
  
- 5 En todas las obras que se realicen en la vía pública y especialmente en la banqueta deberá tenerse cuidado con los albañales domiciliarios, ya que estos son frecuentemente cortados por las instalaciones que llevan a cabo las compañías de luz, teléfonos de México, Petróleos Mexicanos, etc. Por tal motivo es muy urgente que se reglamenten estas instalaciones dándole prioridad a las redes de alcantarillado que trabajan por gravedad. (Ver lámina 1).
  
- 6 No se puede permitir que los albañales domicilia-

figura

rios sean conectados a las coladeras pluviales.  
(Ver lámina 1).

- 7 En todos los pozos de visita la tubería deberá llegar hasta el ras del muro de tabique y continuar en el muro opuesto y dentro del pozo construir adecuadamente las medias cañas y los espolones. (Ver lámina 2).
- 8 Se deberán instalar al nivel de la rasante del pavimento; cuando las calles presenten fuertes pendientes, se instalarán rejillas de piso en serie o bocas de tormenta con su respectiva canaletas. (Ver lámina 2).
- 9 Se debe cuidar que el diámetro de la tubería entre pozos de visita de caída o especiales sea constante. (Ver lámina 2).
- 10 En cada cambio de dirección de un colector o subcolector es forzoso que haya un pozo de visita teniendo en consideración que en la parte inferior se construyan las medias cañas, así también los espolones y además desalojar el escombros. (Ver lámina 2).
- 11 Tanto las coladeras como los brocales de pozo de

figura

visita, deberán estandarizarse para evitar pérdidas de tiempo y altos costos. (Ver lámina 2).

- 12 Los registros, pozos decantadores de fango y arenos de las coladeras pluviales, deberán tener bajo la plantilla del albañal, una profundidad de 0.20 a 0.30 mts. para provocar la sedimentación de los materiales que arrastra el agua; los albañales además deberán tener su plantilla ya que en muchas ocasiones la compañía que los construye no realiza este trabajo. (Ver lámina 2).
- 13 Es necesario que se exija el cumplimiento del Reglamento de Construcciones con el fin de que el registro que señala se construya a un metro del parámetro de fachada en el interior del predio, ya que en muchas ocasiones por falta de este accesorio se presentan problemas cuando el albañal se azolva. (Ver lámina 3).
- 14 Los albañales domiciliarios deberán conectarse perpendicularmente a la red municipal (atarjea, subcolector o colector), con el fin de facilitar su localización cuando ésta se requiera, ya sea para su limpieza o reconstrucción. (Ver lámina 3).

figura

- 15 Las tuberías de una red de alcantarillado trabajan por gravedad, se debe tener especial cuidado con las demás instalaciones subterráneas ya que frecuentemente dichas tuberías son cortadas. (Ver lámina 3).
- 16 Al hacer la conexión del albañal a la red municipal, el orificio deberá ser igual al diámetro interior de albañal ya que de lo contrario se presentarán problemas de operación. (Ver lámina 3).
- 17 Cuando la conexión del albañal se hace a la red municipal y ésta es de concreto armado, deberán cortarse las varillas para evitar problemas de taponamiento. (Ver lámina 3).
- 18 Es recomendable que en los albañales de instalaciones como hoteles, restaurantes, gasolineras, establos, etc., en las cuales se genera un determinado tipo de azolve, se instalen registros especiales a fin de retener el máximo volumen posible. Para que se logre este objetivo es necesario que dichos registros se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento. (Ver lámina 3).
- 19 En muchas ocasiones la compañía contratista no

figura

conecta la coladera pluvial a la tubería de servicio público (atarjea, subcolector, colector) por medio del albañal respectivo y en otras ocasiones instala el albañal y no hace la perforación respectiva en la red municipal. (Ver lámina 4).

- 20 Los pozos de visita deben instalarse en:
- cruceros,
  - cambios de dirección,
  - cambios de pendiente,
  - cambios de diámetro, y;
  - conexiones especiales.

A una distancia de 50 a 70 mts. como máximo lo anterior se debe a que el equipo de limpieza con que actualmente se encuentra, se ve afectado en muchos aspectos por no cumplir con estas recomendaciones. (Ver lámina 4).

- 21 Deberá compactarse bien el relleno de la cepa toda la red de alcantarillado de acuerdo a las especificaciones correspondientes. (Ver lámina 4).
- 22 En la parte inferior del pozo deberán de construirse lo mejor posible las medias cañas, así como los espolones, además de extraer todo el

figura

escombros que resulte de su construcción para evitar obstrucciones posteriores. (Ver lámina 4).

23 La comprobación de que toda la red está interconectada, se deberá hacer donde el diámetro permita efectuar inspecciones físicas y otros puntos introduciendo equipos de limpieza, así como también se tendrá la seguridad de que todos los conductores están libres de material y además tener la certeza de que no falte tubería entre un accesorio y otros. (Ver lámina 4).

24 Los pozos de visita deberán tener sus escalones con el fin de que el personal pueda introducirse fácilmente. (Ver lámina 4).

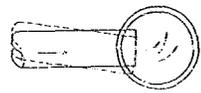
25 La colocación de brocales deberá estar centrada, con respecto a la corona del pozo, ya que en muchas ocasiones esto no se lleva a cabo e impide la introducción del personal y la herramienta. (Ver lámina 5).

26 En los registros de las coladeras de banquetas generalmente se realizan tubos de 0.38 mts. de diámetro, no se permitirá instalar tubería de menor diámetro pues la herramienta que se utili-

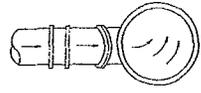
figura

za para su limpieza no entraría. (Ver lámina 5).

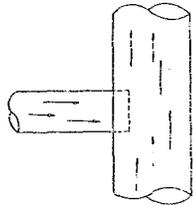
27. En ocasiones la compañía contratista instala los registros de las coladeras sobre otros ductos, lo que impide posteriormente realizar la limpieza de estas instalaciones. (Ver lámina 5).
28. Se debe cuidar que estos accesorios se aplanen con mortero de arena y cemento perfectamente, ya que en su interior se genera mucha humedad, se destruyen fácilmente al no existir este recubrimiento. (Ver lámina 5).
29. En la mayoría de los pozos especiales, al colar la caja del colector, el contratista se olvida de quitar la cimbra de la caja provocando taponamientos. (Ver lámina 5).
30. Las coladeras pluviales se instalarán en los puntos más bajos y a distancias que varían entre 20 y 30 mts. procurando que la calle tenga bombeo transversal y pendiente longitudinal. (Ver lámina 5).
31. No se debe permitir la instalación de coladeras pluviales fijas, es decir, que no tengan acceso



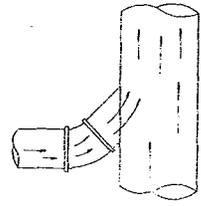
PERFIL



PERFIL

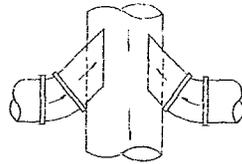


PLANTA  
INCORRECTA

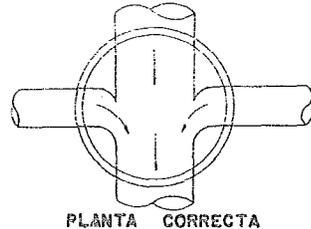


PLANTA  
CORRECTA

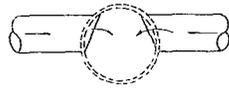
FIG. Nº 1



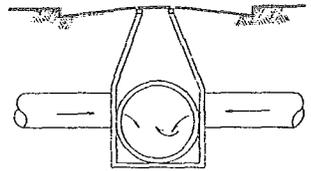
PLANTA  
INCORRECTA



PLANTA  
CORRECTA

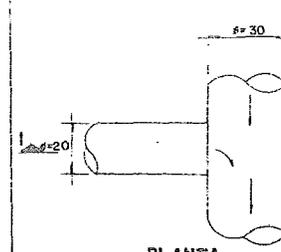


PERFIL

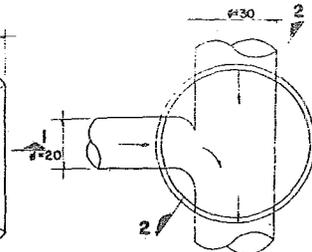


PERFIL

FIG. Nº 2



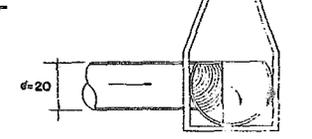
PLANTA  
INCORRECTA



PLANTA  
CORRECTA

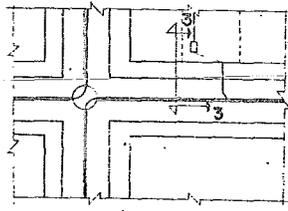


CORTE 1-1

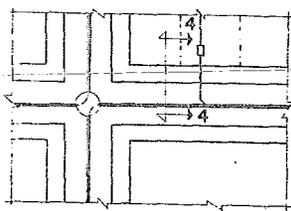


CORTE 2-2

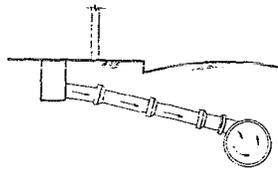
FIG. Nº 3



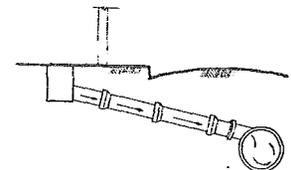
PLANTA  
INCORRECTA



PLANTA  
CORRECTA

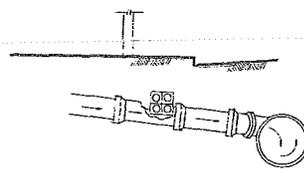


CORTE 3-3

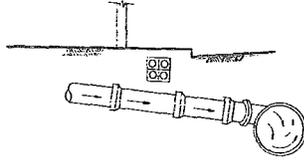


CORTE 4-4

FIG. Nº 4

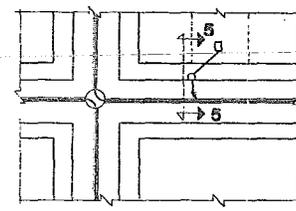


CORTE  
INCORRECTO

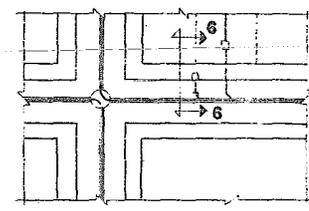


CORTE  
CORRECTO

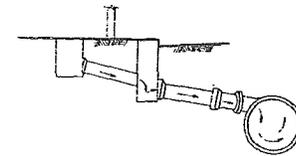
FIG. Nº 5



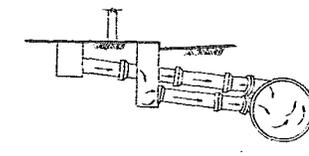
PLANTA  
INCORRECTA



PLANTA  
CORRECTA



CORTE 5-5



CORTE 6-6

FIG. Nº 6

U. N. A. M.  
E. N. E. P. A C A T L A N  
RECOMENDACIONES GENERALES  
DE ALCANTARILLADO

Jose Luis Quintana Mercado  
Ricardo Villalobos Munguia

Lamina Nº 1

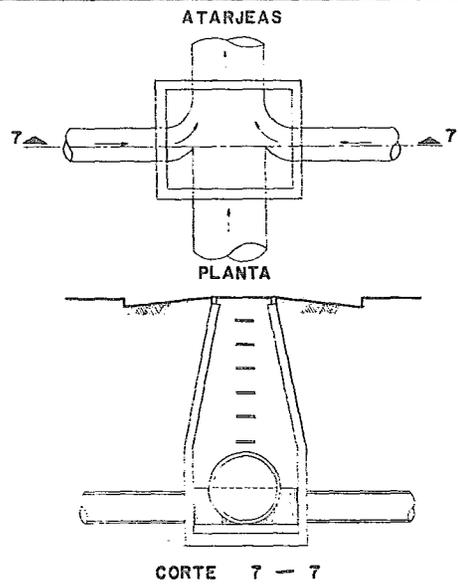


FIG. N° 7

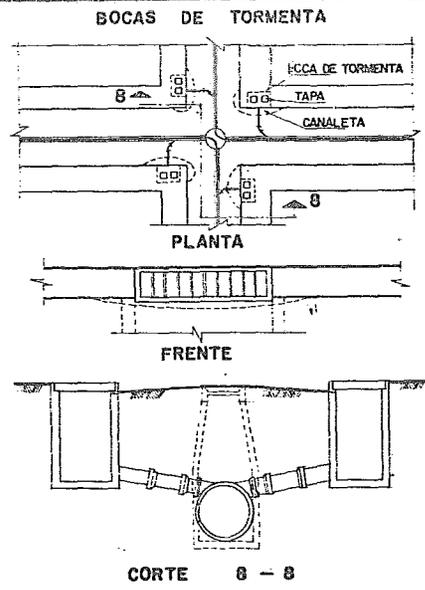


FIG. N° 8

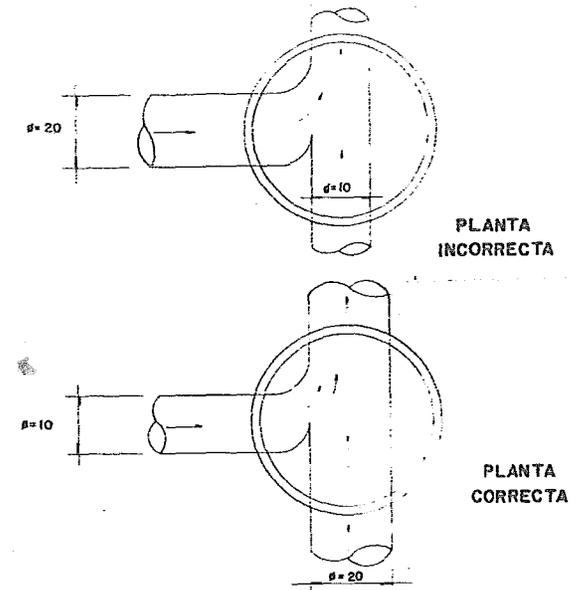


FIG. N° 9

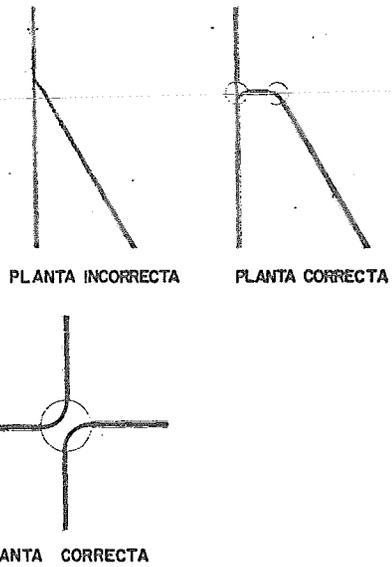


FIG. N° 10

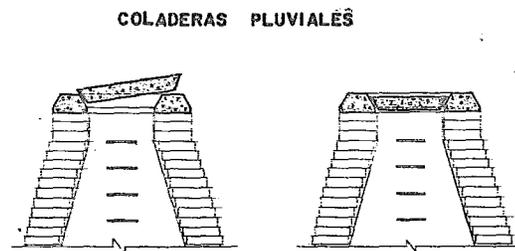


FIG. N° 11

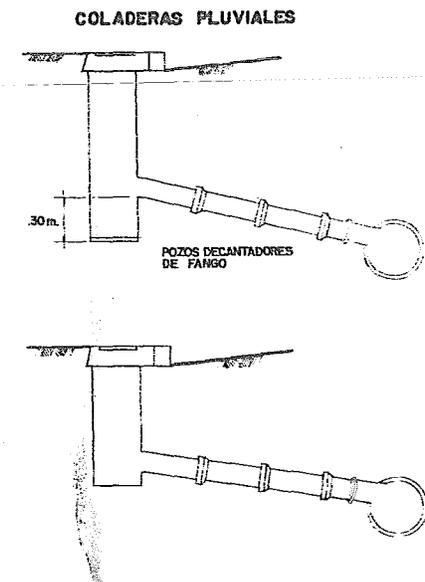
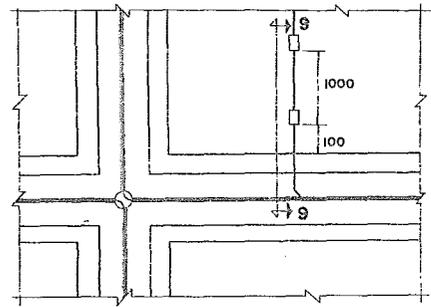
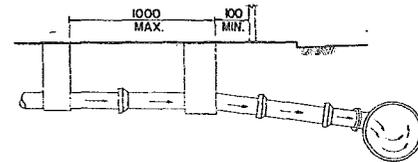


FIG. N° 12

U. N. A. M.  
 E. N. E. P. A C A T L A N  
 RECOMENDACIONES GENERALES  
 DE ALCANTARILLADO  
 Jose Luis Quintana Mercado  
 Ricardo Villalobos Munguia

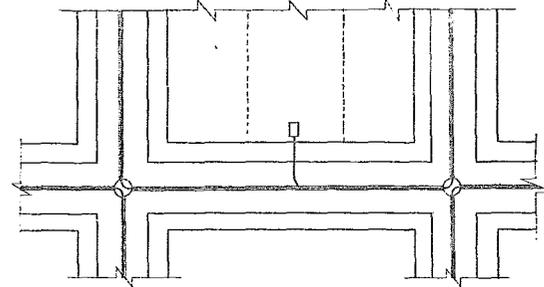


PLANTA



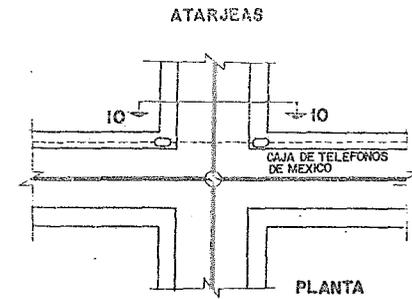
CORTE 9 - 9

FIG. N°13



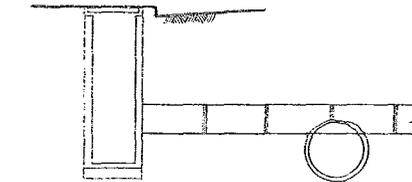
PLANTA

FIG. N°14



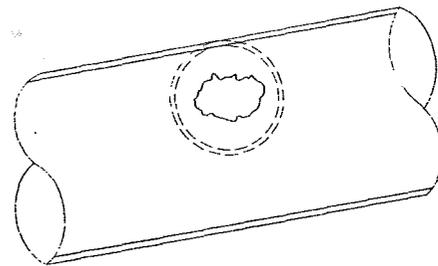
ATARJEAS

PLANTA



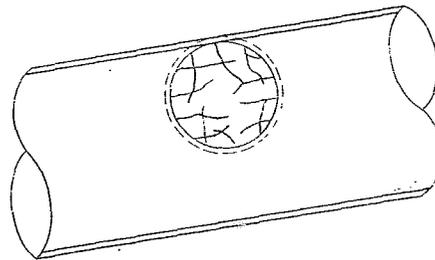
CORTE 10 - 10

FIG. N°15



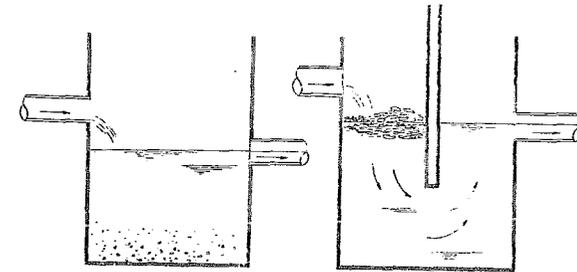
CORTE INCORRECTO

FIG. N°16



CORTE INCORRECTO

FIG. N°17



TRAMPA PARA ARENAS

TRAMPA PARA GRASAS

FIG. N°18

U. N. A. M.  
E. N. E. P. A C A T L A N

RECOMENDACIONES GENERALES  
DE ALCANTARILLADO

Jose Luis Quintana Mercado  
Ricardo Villalobos Munguia

Lamina N°3

**COLADERAS PLUVIALES**  
PARAMENTO DE FACHADA

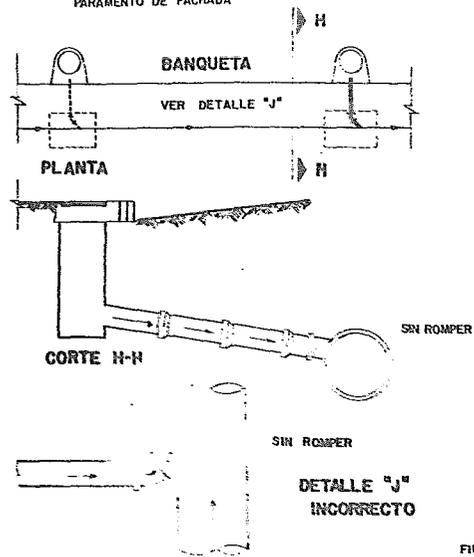


FIG. Nº 19

**POZOS DE VISITA**

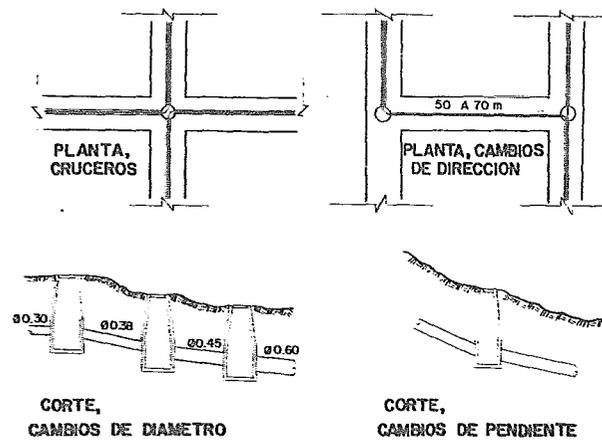


FIG. Nº 20

**PROBLEMAS GENERALES**

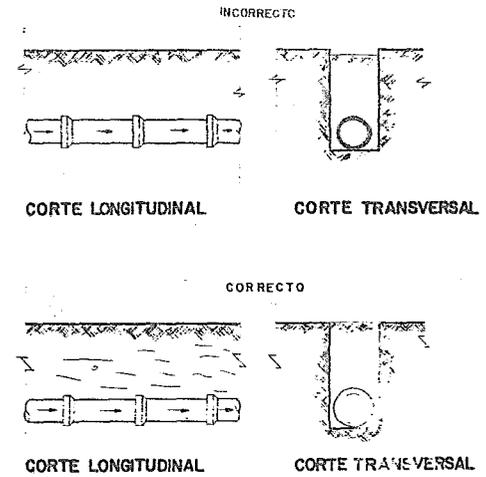


FIG. Nº 21

**POZOS ESPECIALE**

**SOBRE COLECTORES**

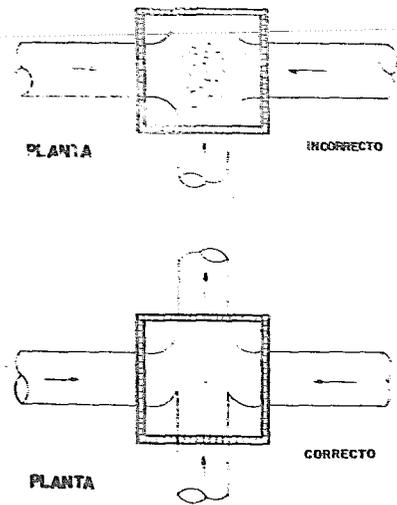


FIG. Nº 22

**PROBLEMAS GENERALES**

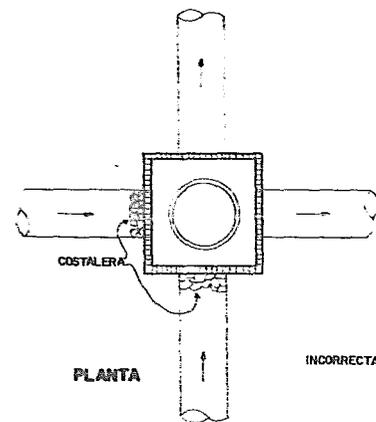


FIG. Nº 23

**POZOS DE VISITA**

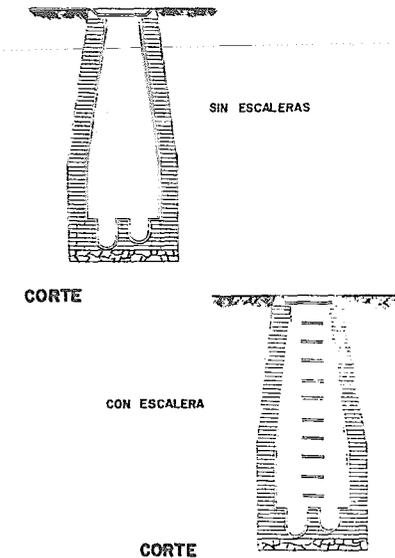


FIG. Nº 24

U. N. A. M.  
E. N. E. P. A C A T L A N  
RECOMENDACIONES GENERALES  
DE ALCANTARILLADO  
Jose Luis Quintana Mercado  
Ricardo Villalobos Manguia  
Lamina Nº 4

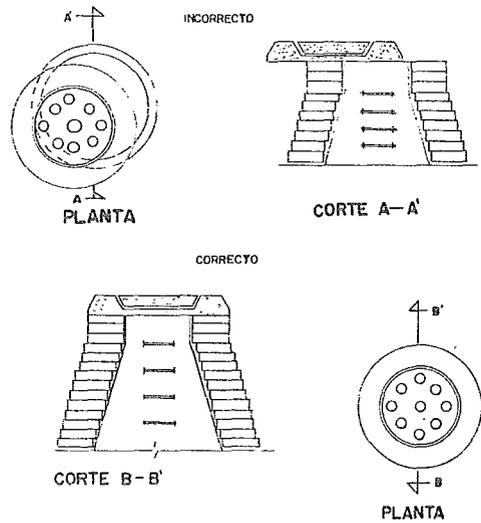


FIG. N° 25

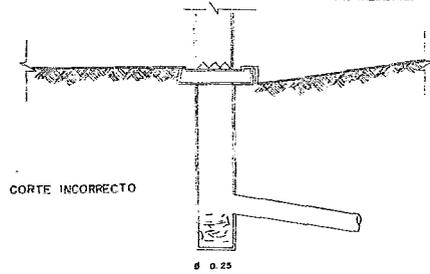


FIG. N° 26

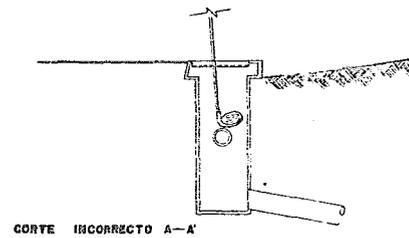
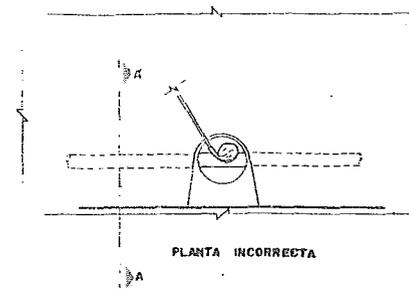
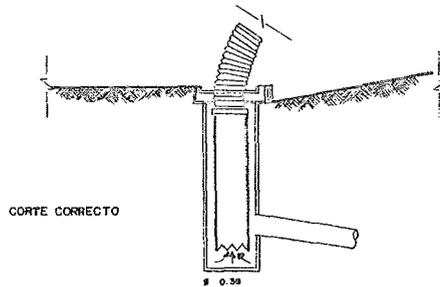


FIG. N° 27

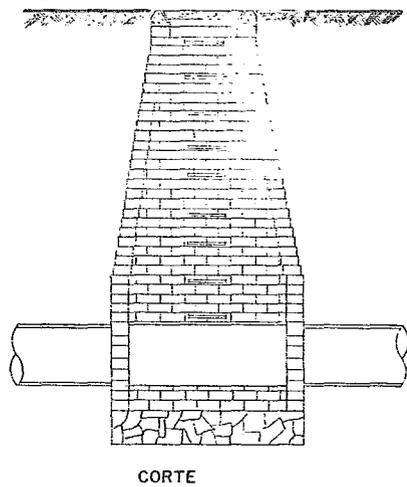


FIG. N° 28

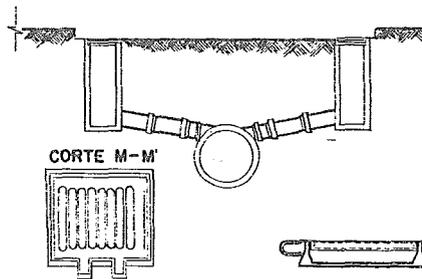
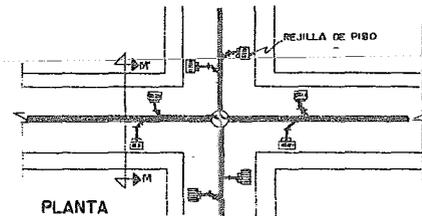


FIG. N° 29

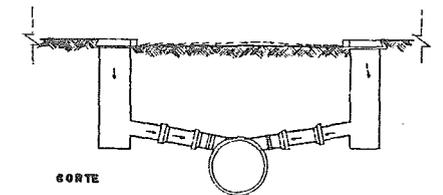
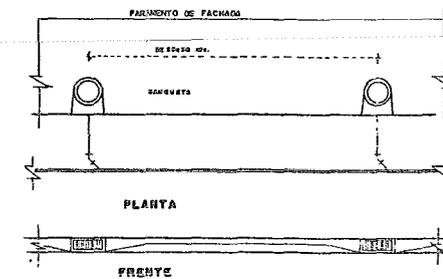
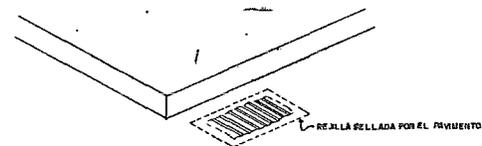


FIG. N° 30

U. N. A. M.  
 E. N. E. P. A C A T L A N  
 RECOMENDACIONES GENERALES  
 DE ALCANTARILLADO  
 Jose Luis Quintana Mercado  
 Ricardo Villalobos Munguia



PLANTA

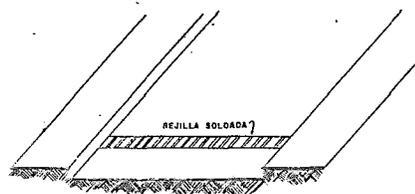
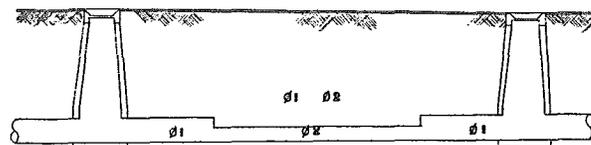
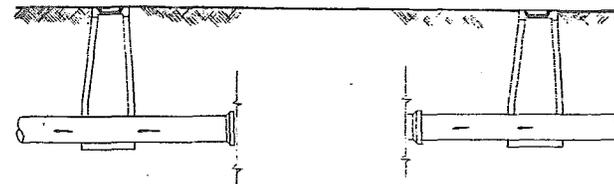


FIG. N° 31



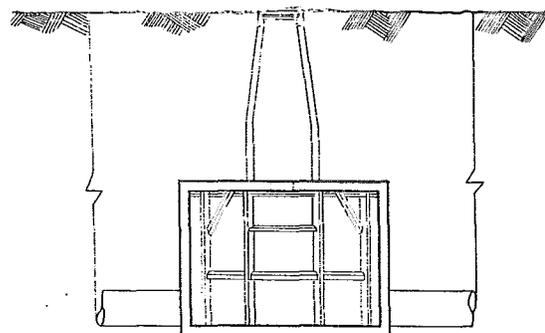
CORTE LONGITUDINAL

FIG. N° 32



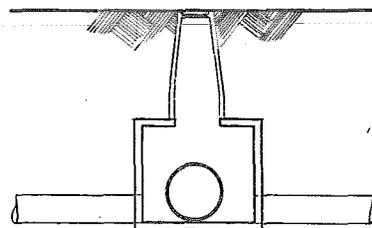
CORTE LONGITUDINAL INCORRECTO

FIG. N° 33



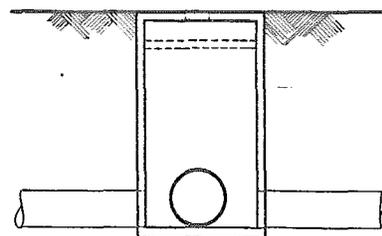
CORTE

FIG. N° 34



CORTE

FIG. N° 35



CORTE



CORRECTO

CORTE LONGITUDINAL

INCORRECTO



FIG. N° 36

U. N. A. M.  
 E. N. E. P. A C A T L A N  
 RECOMENDACIONES GENERALES  
 DE ALCANTARILLADO  
 Jose Luis Quintana Mercado  
 Ricardo Villalobos Munguia

Lamina N° 6

figura

a su registro. (Ver lámina 6).

- 32 . Una de las recomendaciones más importantes que se hace a los señores ingenieros que se abocarán a la supervisión de las obras de alcantarillado, es la de que no deben olvidar lo referente a la actualización de los planos, cuando se hayan efectuado cambios en la construcción de las obras, pues la pérdida de recursos que se originan por esta causa es considerable al no coincidir el proyecto con la realidad. (Ver lámina 6).
- 33 La deflexión del escurrimiento de un colector dentro de un pozo de visita, no debe ser mayor de  $90^\circ$  ya que se reduce la velocidad originándose un remanso. Cuando se requiera una deflexión a un ángulo mayor de  $90^\circ$  es conveniente efectuar el proyecto específico para tal caso. (Ver lámina 6).
- 34 Muchas veces el contratista al construir el pozo de visita sobre la caja del colector, no hace el orificio a la losa superior, o deja las varillas y esto impide que se pueda introducir el personal y herramienta al colector, obstaculizando los trabajos que se requieran para su buen funcio-

figura  
namiento. (Ver lámina 6)

- 35 Es recomendable que la caja se desplante hasta la rasante del terreno con una sección tal que permita la fácil introducción del equipo y herramienta adecuados para su conservación. Se deberá vigilar que estos accesorios sean contruídos de acuerdo a los planos y a las especificaciones ya que en muchas ocasiones los albañiles los construyen mal, en cuyo caso deberán demolerse. (Ver lámina 6).
- 36 Supervisar que las atarjeas, subcolectores, colectores, etc., se instalen con la pendiente geométrica que se indica en los planos de construcción ya que muchas veces por error del topógrafo que se encarga de dar niveles se presentan columnios en la red. (Ver lámina 6).

#### IV - PAVIMENTOS

##### IV.1. Pavimentos asfálticos

Recomendamos que este tipo de pavimento sea para ca-

minos de poco tránsito y bajo peso. El asfalto deberá ser aceitoso o una mezcla de asfalto líquido refinado y asfalto sólido refinado. La mezcla asfáltica libre de agua, no deberá presentar segregación o nata antes de usarse.

CUADRO DE APLICACIONES

Aplicación	Tamaño de los materiales no pétreos	materiales pétreos (lt)	Material aglutinante bituminoso (lt)
FR3 (1er. riego) (#2) de 1/2" a 1/4"		12	1.5 a 2
FR3 (2o. riego) (#3) de 1/4" a No. 8		8	1.5 a 2

El supervisor verificará las pruebas que se le apliquen al asfalto, las cuales deberán cumplir con las "Especificaciones Generales de Construcción" de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

Los materiales pétreos deberán estar lavados, limpios, libres de polvo y otras sustancias extrañas. El supervisor no permitirá que los materiales se laven en la caja de los vehículos de acarreo.

Aprobación de los materiales:

Antes de usarse, los materiales deberán enviarse para ser aprobados por cuenta del contratista y ningún material deberá usarse si no se tiene la aprobación del supervisor.

Preparación del riego de sello:

Inmediatamente antes de aplicar el material aglutinante, la superficie que va a ser sellada deberá limpiarse de polvo y material suelto por medio de un barrido que se hará con escobas y palas si es necesario.

Cuando el riego de sello se va a aplicar a un material sin tratar, se aplicará un primer riego de asfalto líquido a razón de 1.5 a 2 litros por metro cuadrado.

Aplicación del material aglutinante:

Recomendamos que el asfalto líquido se aplique de acuerdo con especificaciones del proyecto, en cuanto a su temperatura, según el grado de asfalto que vaya a usarse.

El material aglutinante no deberá esparcirse cuando las condiciones atmosféricas sean desfavorables. El riego de sello no deberá ser aplicado si no se tiene a mano suficiente material pétreo para cubrirlo inmediatamente, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 20°C o si la temperatura del pavimento es inferior a 30°C. No se aplicará el riego final cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C.

Cuando se vaya aplicar más de un riego de sello, el riego final deberá aplicarse por lo menos 4 días después de la aplicación del riego adyacente que requiere material pétreo. Los riegos de sello deberán aplicarse en tal forma que la junta entre dos secciones presente una apariencia uniforme de acuerdo a las especificaciones de la obra.

El material bituminoso deberá aplicarse solamente en una línea de tráfico previamente designada. El ancho de la línea deberá ser cubierto en una sola operación. El material bituminoso no deberá extenderse a una distancia mayor que aquella en la cual puede ser cubierta inmediatamente con material graduado, a menos que sea aprobado por el supervisor. Si por algún motivo se interrumpió el riego del material bituminoso, deberá cubrirse con papel asfaltado u otro material similar. También se cubrirá

con papel una longitud suficiente de la superficie tratada, de tal modo que cuando las boquillas alcancen la superficie descubierta, ya estén regando correctamente.

Recomendamos que la variación del aglutinante no varíe transversalmente más de un 15% del promedio determinado por las pruebas, ni más del 10% en el sentido longitudinal, de acuerdo con los proporcionamientos de aplicación previamente especificados.

Inmediatamente después de la aplicación del material bituminoso, deberá cubrirse con una capa de materiales pétreos graduados en la proporción adecuada por metro cuadrado.

Los materiales pétreos deberán extenderse por medio de una esparcidora mecánica con propulsión propia y que tenga un mecanismo, el cual, operado de tal manera que los materiales gruesos sean depositados sobre el material bituminoso antes que los materiales finos.

El supervisor no permitirá que la esparcidora sea operada a velocidades que ocasionen daños a la superficie cubierta con material bituminoso

Cuando sea suspendido el tendido de los materiales

pétreos en sentido transversal, deberá ser completa y cualquier excedente deberá removerse de la superficie antes de reanudar la operación.

El material pétreo deberá estar húmedo al tiempo de su aplicación, pero es importante que el supervisor no permita agregar agua sobre la superficie de los materiales. Cuando sea necesario rehumedecer los materiales, será requerido que se haga en el lugar de embarque.

Recomendamos el uso de aplanadora tipo "tandem" con rodillo de acero y del tipo llanta neumática con un peso de la aplanadora no menos de 5 toneladas y no más de 10 toneladas.

También recomendamos que tan pronto se haya terminado el tendido, se inicie el planchado en un paso completo con una aplanadora tipo "tandem" de rodillo de acero. El planchado deberá comenzar en las orillas prosiguiendo hacia el centro paralelamente a la orilla del centro del camino, el supervisor verificará que se haga el traslape perfectamente con cada operación precedente y cubriendo toda la superficie. No permitirá el supervisor tender los materiales pétreos y aglutinantes más de 800 mts. allá del lugar en que se haya terminado el planchado inicial.

El planchado con aplanadora de llantas neumáticas deberá iniciarse inmediatamente después de terminar el planchado inicial. El supervisor no permitirá que la aplanadora de llantas neumáticas dé menos de dos pasos completos, estos pasos serán los suficientes hasta que sea el acomodo adecuado de los materiales pétreos.

Como complemento al planchado con aplanadora de llantas neumáticas, el supervisor podrá permitir el tráfico sobre el riego de sello a una velocidad que no deberá exceder los 25Kms. por hora durante 4 horas.

Después del cuarto día, deberá removerse el exceso de material pétreo, de tal manera que los materiales que hayan penetrado en el material bituminoso sean desplazados. El supervisor no permitirá un planchado o escobillado excesivo y ordenará que las áreas pavimentadas terminadas permanezcan libres de tráfico de vehículos por un tiempo mínimo de 72 horas.

Cuando la superficie haya sido abierta al tráfico, el supervisor ordenará que cualquier exceso de material bituminoso que aparezca en la superficie, se cubra inmediatamente con material pétreo adicional o arena limpia y no permitirá el uso del material que se encuentre en los

acotamientos.

El supervisor verificará que la superficie terminada presente una apariencia uniforme, perfectamente compactada y libre de surcos, bordes, depresiones o irregularidades debidas a una distribución defectuosa de los materiales pétreos o aglutinantes.

#### IV.2. Pavimentos de concreto asfáltico

Este tipo de pavimento comprende la colocación de un riego de impregnación, un riego de liga, una carpeta de concreto asfáltico y un riego de sello, siguiendo el orden descrito y de acuerdo con las dimensiones y niveles indicados en los planos y las especificaciones de la obra que se ejecutará.

Recomendamos para el riego de impregnación utilizar asfaltos líquidos de fraguado medio sobre bases flexibles.

FM-0 Para bases flexibles muy densas, a razón de 0.9 a 1.57 Lts/m<sup>2</sup>, aplicado con distribuidor a presión.

FM-1 Para bases flexibles de tipo más granular, a razón de 1.75 a 3.50 Lts/m<sup>2</sup>, aplicados con distribuidor a presión.

El supervisor podrá elegir la dosificación más adecuada para cada uno de los materiales indicados anteriormente y será aquélla que pueda ser absorbida totalmente por el material de la base en las próximas 24 horas a partir del momento de su aplicación y bajo condiciones atmosféricas favorables.

Este riego se aplicará cuando el supervisor verifique que la base terminada esté perfectamente barrida, libre de materias extrañas, polvos y partículas sueltas. Concluido ésto, el supervisor proseguirá a impermeabilizarla.

Cuando al ser aplicado el riego de impregnación, se esponje la base, deberá compactarse inmediatamente después del curado, mediante un compactador de neumáticos, a manera de obtener un sellado mucho mejor contra la infiltración del agua superficial.

Recomendamos que para el riego de liga o de enlace, se utilice un asfalto líquido de fraguado rápido como el FR-0, por medio de una petrolizadora mecánica a razón de 0.2 a 0.4 Lts/m<sup>2</sup>.

Los materiales pétreos que se utilizan en este pavi-

mento, deberán llenar los requisitos previos para su uso, como son: granulometría, resistencia al desgaste, estabilidad, limpieza y pureza, fricción interna, propiedad superficial, etc.

#### Carpeta de concreto asfáltico

La colocación de la mezcla de concreto asfáltico se elabora en planta continua o discontinua y el tendido de éste se hará en caliente, con el espesor y a los niveles indicados en los planos y especificaciones. El contratista deberá presentar al supervisor, para su aprobación, un reporte por escrito, en el cual indique el proporcionamiento de materiales pétreos y cemento asfáltico para que dicha mezcla resulte con una densidad del 95%.

El concreto asfáltico deberá tenderse por medio de una máquina especial, diseñada para la ejecución de este trabajo, con movimiento propio, con dispositivos especiales para la distribución uniforme del espesor y ancho de la mezcla, sin que se presente la segregación por tamaños de los componentes de la mezcla; a esta máquina se le conoce como la terminadora (Finisher).

El supervisor no permitirá el tendido del concreto asfáltico sobre una base húmeda, encharcada o cuando esté

lloviendo.

Inmediatamente después del tendido de la mezcla asfáltica, deberá plancharse uniforme y cuidadosamente por medio de una aplanadora tipo "tandem" de 8 a 10 toneladas, para dar un acomodo inicial a la mezcla. Este planchado deberá efectuarse a media rueda.

Una vez efectuado el planchado inicial, el supervisor verificará que se prosiga una compactación, utilizando rodillos neumáticos con un peso de 5 a 7 toneladas, hasta alcanzar la compactación especificada.

Después de haberse compactado con los rodillos neumáticos, se procederá inmediatamente a dar otro planchado con rodillo liso, con el fin de borrar las huellas que deje el rodillo neumático.

Es importante que el compactado se inicie de la orilla del camino en tangente y de la orilla interior hasta la exterior, tratándose de curvas.

### Riego de sello

Cuando la carpeta ha quedado perfectamente terminada, se le aplicará otro riego de asfalto rebajado FR-3 a razón de 0.8 a 1.0 lts/m<sup>2</sup>, planchándolo con rodillos neumáticos de 6.0 tons., a manera de obtener una superficie impermeable, antideslizante y con alta resistencia al desgaste.

Recomendamos que al día siguiente del planchado y durante las horas de más calor, se le dé otro planchado para lograr una mayor adherencia de las partículas. Transcurridos 6 días después del planchado se barrerá la superficie dejándola libre de partículas, para evitar ondulaciones con el pavimento.

### IV.3. Pavimentos de Concreto Hidráulico

Recomendamos que la base sea humedecida concienzudamente, rociándola con agua por un período de 6 a 20 horas, antes de colocar el concreto; deberá rociarse levemente inmediatamente antes de su colocación.

El supervisor podrá suspender los trabajos en cualquier momento, si la base, en su opinión, no se encuentra en condiciones adecuadas para la colocación del pavimento.

El supervisor deberá de checar que todas las nivelaciones requeridas para obtener las elevaciones en los planos sean las indicadas, corrigiendo todas las variaciones en los niveles de cortes o rellenos, según sea indicado por él. Todas las pendientes de piso para drenajes a coladeras o trincheras, deberán ser como mínimo del 2%.

#### Acero de refuerzo

El acero de refuerzo se colocará según las especificaciones de la obra; se pondrá acero en las dos direcciones y para mayor seguridad, ajustándose a las normas ASTM.

#### Colocación del refuerzo

La malla de acero se colocará de manera que el alambre longitudinal quede a no menos de 7.5 cms. ni a más de 15 cms. del borde de la losa y el alambre transversal extremo quede a no menos de 5 cms. ni a más de 10 cms. de una junta transversal. El recubrimiento mínimo, inferior o superior, será de 4 cms. tanto para malla como para varilla refuerzo.

Las varillas de refuerzo se sujetarán entre sí con

alambre recocido en todas las intersecciones y al colocarlas, las distancias mínimas a los bordes de la losa o de las juntas, serán las mismas que las indicadas para la malla.

Los traslapes de las varillas no serán inferiores a 30 diámetros, excepto cuando el traslape sea soldado.

La malla de acero deberá traslaparse cuando menos una longitud igual al espaciamiento entre alambre.

Los separadores para dar recubrimiento al refuerzo deberán ser cubos de concreto o silletas de acero o asbesto; no deberán usarse para este fin, gravas ni trozos de madera o de metal diferente del acero.

Se vigilará que durante el colado no se mueva el refuerzo de su posición de proyecto.

### Colocación y compactación

La descarga de la mezcla en su lugar final, deberá completarse dentro de la hora y media después de que se incorpora el agua a la revoladora; en tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan al endurecimiento rápido

de la mezcla, éste tiempo límite podrá reducirse.

Inmediatamente antes de vaciar la mezcla sobre la sub-base, ésta deberá limpiarse de basura, tierra suelta, trozos de madera, clavos o de cualquier objeto extraño al concreto, y se humedecerá con agua sin formar charcos; se verificará el nivel y el alineamiento de las cajas de registro o de cualquier estructura o instalación localizada dentro de la losa. La supervisión deberá aprobar la preparación del tramo de sub-base que vaya a recibir la mezcla de concreto.

El concreto se colocará sobre la sub-base extendiéndolo de manera que una vez compactado y acabado, la losa tenga el espesor del proyecto. Se repartirá sobre la superficie con repartidor mecánico o con pala manual, consolidándolo con vibrador de inmersión, el cual tendrá frecuencia de vibración mínima de 5,000 ciclos por minuto. Los obreros que caminen sobre la masa de concreto usarán botas de hule limpias de tierra, aceite o cualquier sustancia perjudicial al concreto. No se permitirá agregar agua para remezclar el concreto.

### Enrasado

El enrasado de la losa podrá hacerse con máquina o con herramienta manual. Una vez colocado el concreto, deberá ser enrasado y emparejado a un nivel superior al de proyecto, para que después de hacer la compactación, descienda al nivel especificado. Las hojas o reglas para emparejar y alisar, deberán pasar sobre la superficie de concreto cuantas veces sea necesario, hasta dejar la forma y nivel de la sección transversal indicada en el proyecto.

Los bordes superiores de la cimbra, deberán mantenerse limpios para dar apoyo uniforme a la máquina o a las reglas para acabado. Cuando se requiera acabado por vibración, la máquina de acabados estará equipada para dar vibración de superficie; en caso contrario se usará regla vibratoria; en cualquier caso, la vibración tendrá una frecuencia menor de 3,000 ciclos por minuto.

### Aplanado

Después de ser consolidado y enrasado el concreto, deberá aplanarse con una llana colocada paralela al eje longitudinal del pavimento, la cual se moverá con un movimiento alternante de avance y retroceso al mismo tiempo que se traslada del eje hacia las orillas del pavimento.

Los movimientos alternados cubrirán un tramo no mayor que la mitad de la longitud de la regla. Cuando el concreto esté aún en estado plástico, se comprobará el perfil del pavimento con una regla de tres metros, llenando las depresiones con concreto fresco y rebajando y aplanando nuevamente las áreas que sobresalgan.

#### Acabado y bandeado

Después de comprobar el perfil, cuando haya desaparecido el agua superficial o inmediatamente antes de que el concreto deje de ser plástico, se bandeará la superficie con una banda de lona de 20 cms. de ancho, golpeando la superficie con golpes cortos y uniformes, con la banda colocada transversal al eje del camino.

Al terminar el bandeado y una vez que el agua sobrante haya subido a la superficie, se dará a ésta un escobillado con una escoba de fibra o de metal de cuando menos 45 cms. de ancho.

La banda se deslizará suavemente sobre la superficie en franjas, perpendiculares al eje de la calzada, superponiendo cada franja con la adyacente en un ancho de uno a dos centímetros. Después del escobillado se terminarán

los bordes de la losa con la herramienta adecuada para dar el radio de curvatura especificado.

### Curado

Inmediatamente después de terminar el acabado, el concreto deberá protegerse contra pérdidas de humedad y cambios bruscos de temperatura, cuando menos durante las 72 horas siguientes a su colocación.

Curado húmedo. Se cubrirá la losa con costales de yute o con una manta tejida aprobada por la supervisión, que estarán completamente mojadas al aplicarse y se mantendrán húmedas con riegos de agua frecuentes. Deberán cubrir toda la superficie del concreto recién colocado, traslapando las piezas una longitud mínima de 45 cms.

Curado con papel impermeable. Las hojas de papel impermeable deberán cubrir toda la superficie del concreto recién colocado, incluyendo las orillas, traslapando las piezas una longitud mínima de 45 cms. las hojas deberán lastrarse para que no sean desplazadas por el viento y las rasgaduras que aparezcan, deberán repararse de inmediato.

Curado con membrana. El líquido que forma membrana se esparcirá uniformemente por toda la superficie del concreto recién colado, a razón de 3.5 mts.<sup>2</sup> por litro aproximadamente. El líquido se mantendrá en agitación para evitar la sedimentación del pigmento. Cualquiera que sea el método empleado, las caras laterales de la losa deberán protegerse inmediatamente después que se retire la cimbra, sobre todo si esto se hace antes de 72 horas, a partir de la colocación del concreto.

### Juntas

Las juntas se construirán en línea recta, con las caras perpendiculares a la superficie del pavimento, no se apartarán del alineamiento de proyecto en más de 5mm. Las juntas transversales serán continuas a lo ancho del pavimento.

### Juntas de planos débiles

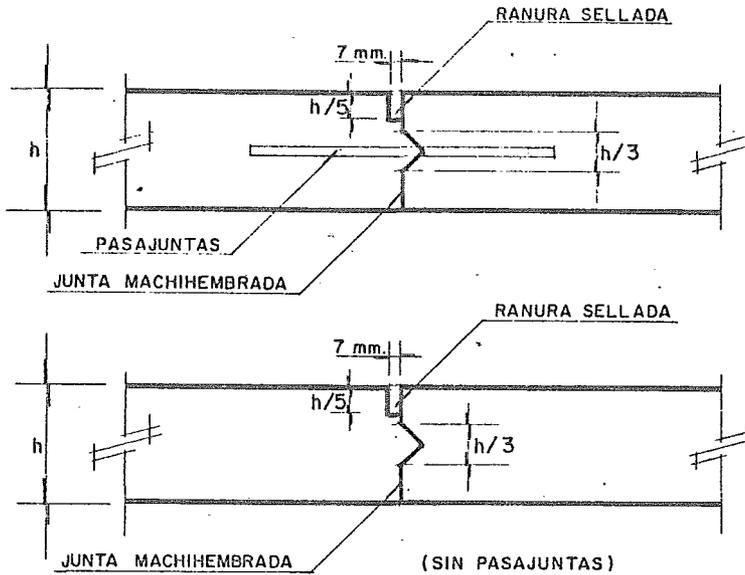
Esta junta se forma practicando una ranura en el concreto fresco, por medio de una herramienta adecuada; el ancho de la ranura tendrá 7 ó 9 mm. en la parte superior, 5 ó 6 mm en la parte inferior y una profundidad mínima de 1/4 del espesor de la losa. El corte de la ranura también

podrá hacerse con sierra para cortar concreto, cuando la losa tenga la edad adecuada (normalmente el momento más adecuado es a las 8 horas después de colocado el concreto; si las juntas hechas con sierra no se cortan a tiempo, la contracción del concreto en las primeras horas puede provocar grietas que aparezcan en cualquier lugar y no bajo los cortes, que es lo que se desea. (La contracción proviene de la pérdida de calor por el proceso de fraguado o por el descenso de la temperatura ambiente; por lo cual en cada caso se determinará el tiempo límite para hacer el corte).

Cuando la junta de planos débiles sea transversal, previamente al vaciado del concreto se colocarán las pasajuntas o el dispositivo adecuado de transmisión de cargas, a la profundidad y en la ubicación especificada.

#### Juntas longitudinales de construcción

Las juntas entre las losas colocadas en diferente tiempo (juntas de construcción) se harán empleando cimbra lateral de metal o de madera con llave para obtener un ensamble machihembrado. En caso de llevar barras de sujeción, éstas tendrán un diámetro mínimo de 1.27 cms. y 40 ms. de longitud, colocadas formando ángulo recto con el



- 1.- Ranura hecha con sierra, de 7 mm de ancho. El corte con la sierra deberá hacerse cuando el concreto tenga la suficiente dureza que al cortarlo no se maltraten los bordes de la junta ni se desplacen las partículas de agregado grueso.
- 2.- Pasajuntas de varilla corrugada, grado estructural o grado duro, de 19 mm de diámetro y 400 mm de longitud, colocadas a 300 mm c.a.c. Únicamente se colocarán en las losas extremas de la calle.
- 3.- Material asfáltico para sello. Antes de colocarlo, la ranura estará seca y limpia; si es del tipo de vaciar en caliente, la temperatura ambiente no será inferior a  $10^{\circ}\text{C}$ . Séllese después de curar el concreto y antes de poner en servicio el pavimento.

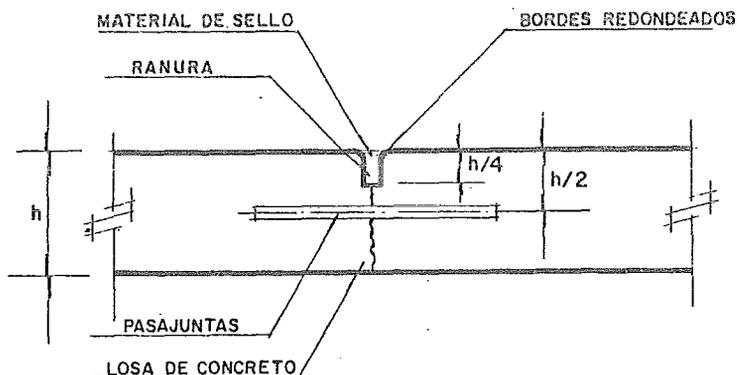
plano de la junta y separadas 40 cms.

#### Juntas Transversales de expansión

Se construirán formando ángulo recto con el eje longitudinal del pavimento, colocando pasajuntas a la mitad del peralte de la losa y relleno premoldeado a todo lo largo de la junta. Los pasajuntas serán de 1.90 cms. de diámetro y 40 de longitud, espaciado 30 cms. vigilando que mantengan su posición de proyecto durante el vaciado de concreto. El premoldeado se extenderá hasta el nivel inferior de la losa y hasta aproximadamente 1.0 cms. por debajo del nivel superior en la misma, dicho relleno deberá perforarse al nivel y al diámetro de los pasajuntas para permitir el paso de éstos.

#### Juntas transversales de contracción

Durante el vaciado del concreto, se colocará en el lugar de la junta una tira metálica de un ancho igual al peralte de la losa; el siguiente tramo se colocará a tope. El tipo de pasajuntas y su colocación, será similar a lo indicado para las juntas de expansión.



1.- Ranura hecha con sierra, de 7 a 9 mm de ancho

El corte con la sierra deberá hacerse antes de que el concreto comience a agrietarse por contracción, pero no cuando esté tan fresco que al cortarlo se maltraten los bordes de la junta o se desplacen las partículas de agregado grueso. El momento oportuno se determinará por observación directa en el lugar de la obra.

2.- Pasajuntas de varilla lisa, grado estructural o grado duro, de 19 mm de diámetro y 400 mm de longitud, colocadas a 300 mm c. a c. La mitad de la longitud se recubrirá con brea, grasa o pintura de plomo. Verifíquese su colocación inmediatamente antes de vaciar el concreto y no se altere su posición durante el vaciado.

3.- Material asfáltico para sello. Antes de colocarlo, la ranura deberá estar seca y limpia; si es del tipo de vaciar en caliente, la temperatura ambiente no deberá ser inferior a 10°C. Séllase después de curar el concreto y antes de poner en servicio el pavimento.

### Juntas Transversales de Construcción

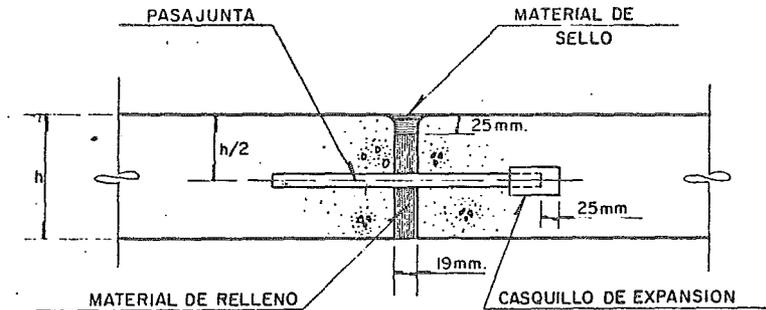
Cuando al fin de la jornada de trabajo el tramo de pavimento que se ha estado vaciando no termine en algún tipo de junta especificado, o cuando la operación de vaciado se interrumpa más de 30 minutos, se hará una junta transversal de construcción, colocando un polín de madera de una altura cuando menos igual al peralte de la losa; dicha junta se localizará de tal manera que el último tramo vaciado tenga una longitud de cuando menos tres metros.

### Juntas con otras estructuras

En el plano de unión entre la losa de pavimento y las estructuras que estén dentro de la superficie del mismo o adyacentes, incluyendo las guarniciones, se hará una junta de tipo de expansión, con ancho mínimo de 6mm. y rellenas con material premoldeado.

### Sellado de las juntas

La parte superior de las juntas de expansión y las juntas con otras estructuras, se llenarán con un sellador cuyo tipo deberá estar especificado en el proyecto. La operación de sellar se efectuará después de terminar de curar el concreto y antes de poner en servicio el pavimen-



1. Pasajuntas de varilla lisa, grado estructural o grado duro, de 19 mm de diámetro y 400 mm de longitud, colocadas a 300 mm c. a c. La mitad de la longitud, del lado del casquillo, se recubrirá con grasa o brea. Verifíquese su colocación inmediatamente antes de vaciar el concreto y no se altere la misma durante el vaciado.
2. El material de relleno estará hecho de fibras, o corcho, y asfalto. Deberá ser premoldeado y llevar agujeros para que pasen las pasajuntas.
4. El material de sello será asfáltico; antes de colocarlo, la superficie de la junta estará seca y limpia y si es del tipo de vaciar en caliente, la temperatura ambiente no será inferior de 10°C.
5. Es necesario dar mantenimiento a las juntas periódicamente (sellarlas) y reemplazar el material de relleno cuando se considere necesario. El resello se debe hacer en tiempo frío, cuando la junta se abre al máximo

to. Antes de colocar el material sellador, deberán limpiarse perfectamente de basura y de materias extrañas, las caras de las juntas; el sellador no deberá manchar la zona adyacente a la junta ni escurrir fuera de ésta. Si el sellador es del tipo de vaciado en caliente, las paredes de la junta deberán estar secas y la temperatura ambiente no ser menor de 10°C en el momento en que se coloque.

#### Vaciado del concreto en las juntas

El concreto no se deberá vaciar directamente sobre los pasajuntas. Se colocará lo más cerca posible y con una pala se irá colocando simultáneamente a ambos lados de ella, cubriendo los pasajuntas y teniendo cuidado al vibrar de no mover la junta ni los pasajuntas; si se desalinea algún pasajuntas, se volverá a colocar en su posición antes de terminar de colocar el concreto.

Inmediatamente después de terminar el acabado de la losa, antes que el concreto alcance el fraguado final, se afinarán los bordes de la junta con la herramienta adecuada y se retirará todo el concreto que haya quedado sobre el material de relleno de la junta.

Tolerancias en el espesor del pavimento

Las zonas de la superficie del pavimento recién terminado, que tengan una altura o una depresión de 3mm. se corregirán hasta que queden al nivel deseado. Cuando el supervisor lo considere necesario, para verificar el espesor del pavimento se seguirá el procedimiento que se describe a continuación: Se extraerán con broca, corazones de concreto, un mínimo de dos por cada 300 mts. de longitud de pavimento, y se medirá su longitud (la longitud se medirá siguiendo el criterio de norma ASTM C 174). Con base en estas mediciones, se determinará el espesor promedio por kilómetro de pavimento.

Las tolerancias serán las siguientes: Se aceptará un espesor promedio  $h'$  cuando sea igual al del proyecto  $h$  menos 3 mm.:

$$h' = h - 3 \text{ mm.}$$

En que:

$h'$  = espesor promedio medido en corazones

$h$  = espesor del proyecto

Se hará un ajuste en el pago del pavimento cuando el espesor promedio  $h'$  se encuentre comprendido entre  $h$  menos 3 mm. y  $h$  menos 13 mm.:

$$(h - 3 \text{ mm.}) > h' > (h - 13 \text{ mm.})$$

La relación entre el precio  $p'$  que se pague por el pavimento de espesor  $h'$  y el precio  $p$  estipulado en el contrato será:

$$p' = \frac{(h')^2}{(h)^2} p$$

Cuando se encuentre un corazón de longitud menor que  $(h - 13 \text{ mm.})$ , se extraerán otros corazones a intervalos de 7.50 mts. a lo largo de la parte central del pavimento, hacia ambos lados del lugar en donde se extrajo el corazón de longitud deficiente, hasta que se encuentre que el espesor no es menor que  $(h - 13 \text{ mm.})$ . El área del pavimento por la cual no se hará ningún pago será igual al ancho del pavimento por la longitud medida entre las secciones cuya deficiencia en el espesor no es mayor de 13 mm.

#### V - Cimbras

Es muy común que en una obra de concreto no se reco-

nozca suficientemente la importancia de la cimbra, ya sea por la supervisión de la obra, o bien, por el contratista, al otorgar bajo subcontrato la ejecución de la misma. Como definición la cimbra es cualquier estructura temporal empleada para soportar durante la erección una estructura permanente hasta que esta última sea autosoportable.

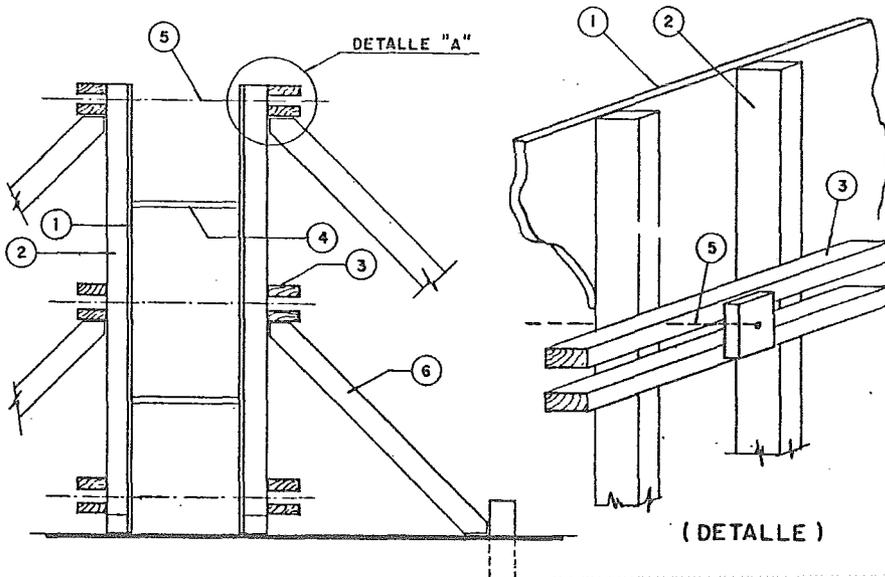
Si ocurre un colapso de la cimbra, se pueden originar pérdidas de vidas o accidentes severos al personal de la obra y si ocurre la falla de una estructura cualquiera ya sea permanente o temporal, la reacción resultante y publicidad que la misma ocasiona, afectan severamente a la industria de la construcción. Por las consideraciones anteriores, es esencial tomar las precauciones necesarias en el procedimiento de construcción, desde el diseño a la erección de la cimbra, para reducir a un mínimo el riesgo de un colapso.

Al plantearse la pregunta de quién es el responsable por la cimbra, cabe señalar que la responsabilidad legal concierne fundamentalmente al perito, pero existe una responsabilidad moral que debe ser compartida por todos aquellos que intervienen en una obra, desde el propietario, hasta el supervisor de la misma. Todos deben estar conscientes, siempre, que el evitar el colapso y prevenir ac-

cidentes de cualquier índole, es de fundamental importancia en cualquier obra.

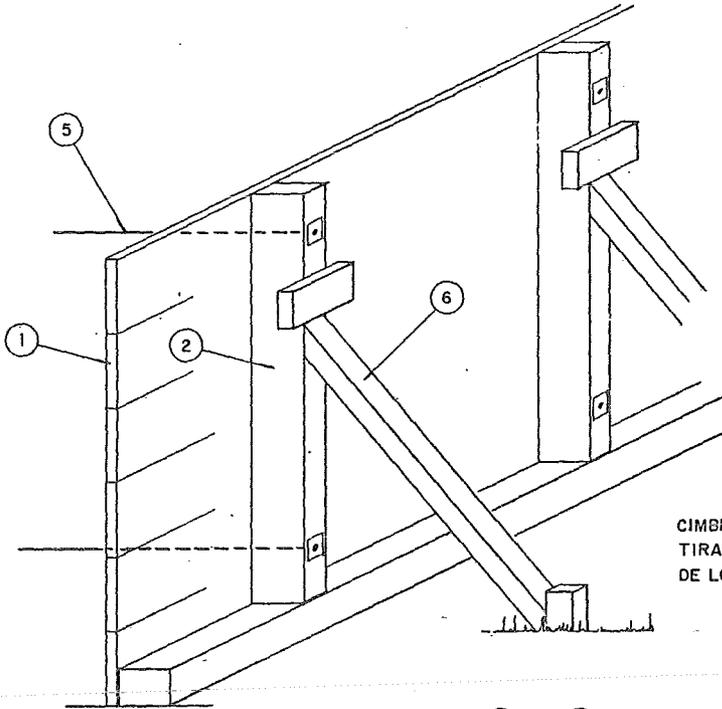
Los requisitos de la cimbra se pueden resumir de la siguiente forma:

- a) La cimbra deberá ser suficientemente rígida para prevenir cualquier deflexión durante la colocación del concreto.
- b) Deberá tener la resistencia suficiente para soportar las cargas de trabajo, el peso del concreto fresco, así como las cargas accidentales y la vibración del concreto.
- c) Se deberán fijar y vigilar en forma precisa los alineamientos, niveles y contraflechas que se hayan indicado por las especificaciones y detalles.
- d) Las juntas deberán ser lo suficientemente herméticas para prevenir pérdidas de agua y material fino del concreto.
- e) El montaje y descimbrado deberá ser programado y simple.
- f) La cimbra deberá estar colocada y junteada en tal forma que produzca en el concreto una superficie de buena apariencia. El acabado del concreto nunca es mejor que el acabado de la cimbra.

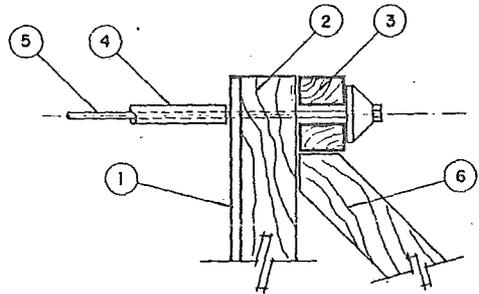


#### PARTES ESENCIALES DE LA CIMBRA

- ① FORRO, PUEDE SER DE HOJA DE MADERA O DE DUELA. LA CARA QUE QUEDA EN CONTACTO CON EL CONCRETO DEBERA TENER EL ACABADO QUE ESPECIFIQUE EL PROYECTO.
- ② BARROTES, SON EL SOPORTE DEL FORRO.
- ③ LISTONES O LARGUEROS, PROPORCIONAN APOYO A LOS LARGUEROS.
- ④ SEPARADORES, FIJAN LA SEPARACION CORRECTA DE LAS PAREDES DE LA CIMBRA. SI LOS SEPARADORES SON DE TUBO, A TRAVES DE ELLOS PUEDEN PASARSE LOS TIRANTES
- ⑤ TIRANTE, RESISTEN EL EMPUJE LATERAL DEL CONCRETO FRESCO.
- ⑥ APOYOS O PUNTALES LATERALES, FIJAN LA CIMBRA EN POSICION VERTICAL. SI NO SE USAN TIRANTES, LOS PUNTALES DEBEN SOPORTAR LA PRESION LATERAL DEL CONCRETO FRESCO



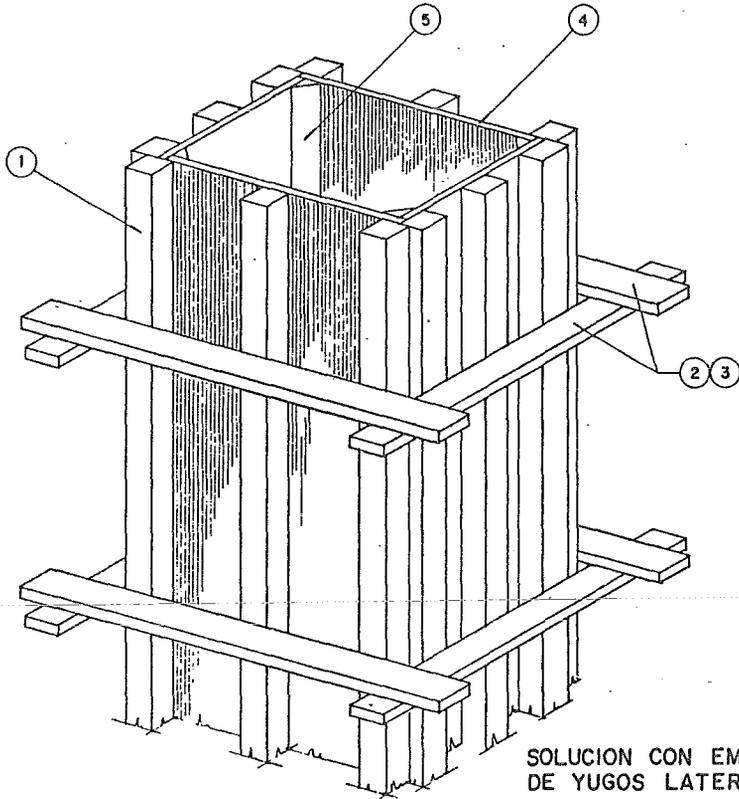
CIMBRA SIN LARGUEROS, LOS TIRANTES PASAN A TRAVÉS DE LOS BARROTÉS.



DETALLE "A"

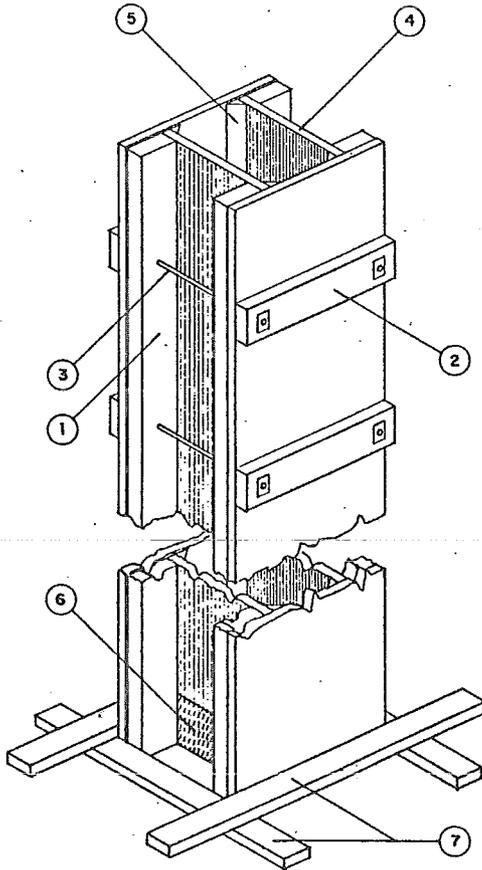


TIPO COMUN DE TIRANTE  
SE DISEÑAN A TENSION CON UN FACTOR DE SEGURIDAD DE 1.5 A 2.0, SIN EXCEDER EL LIMITE DE FLUENCIA



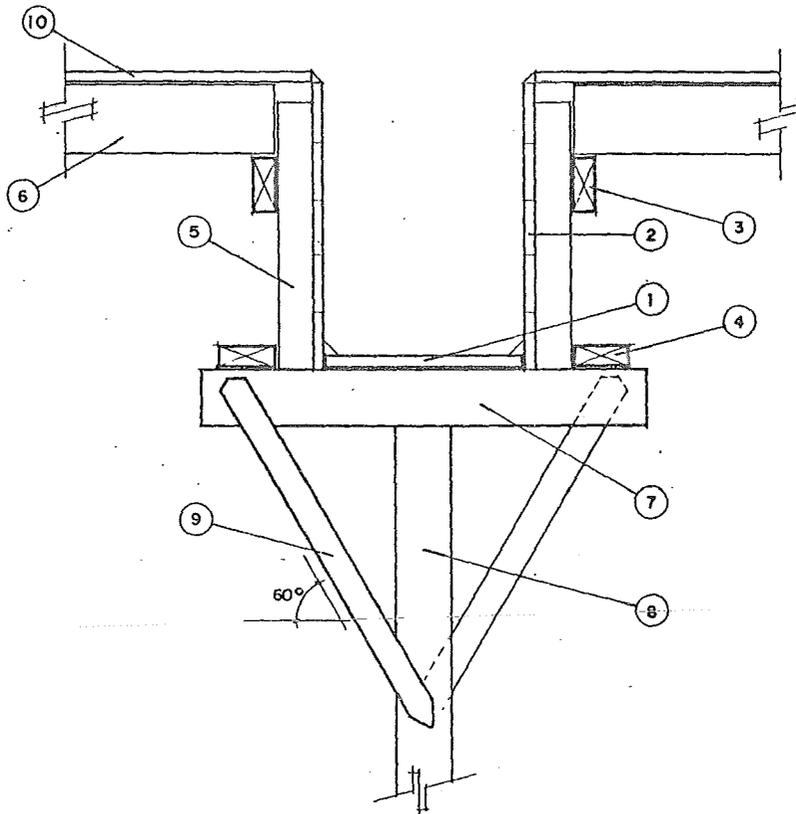
SOLUCION CON EMPLEO  
DE YUGOS LATERALES

- ① BARROTES, SON EL APOYO DEL FORRO
- ② ③ LISTONES, SON EL APOYO DE LOS BARROTES Y RESISTEN EL EMPUJE LATERAL DEL CONCRETO FRESCO.
- ④ FORRO, PUEDE SER DE HOJA DE MADERA O DE DUELA: LA CARA EN CONTACTO CON EL CONCRETO DEBERA DAR A ÉSTE EL ACABADO QUE ESPECIFIQUE EL PROYECTO.
- ⑤ CHAFLÁN PARA ELIMINAR LA ARISTA DEL CONCRETO TERMINADO.
- ⑥ y ⑦ ES LA MISMA SOLUCION MOSTRADA EN LA SOLUCION CON TENSOSES.

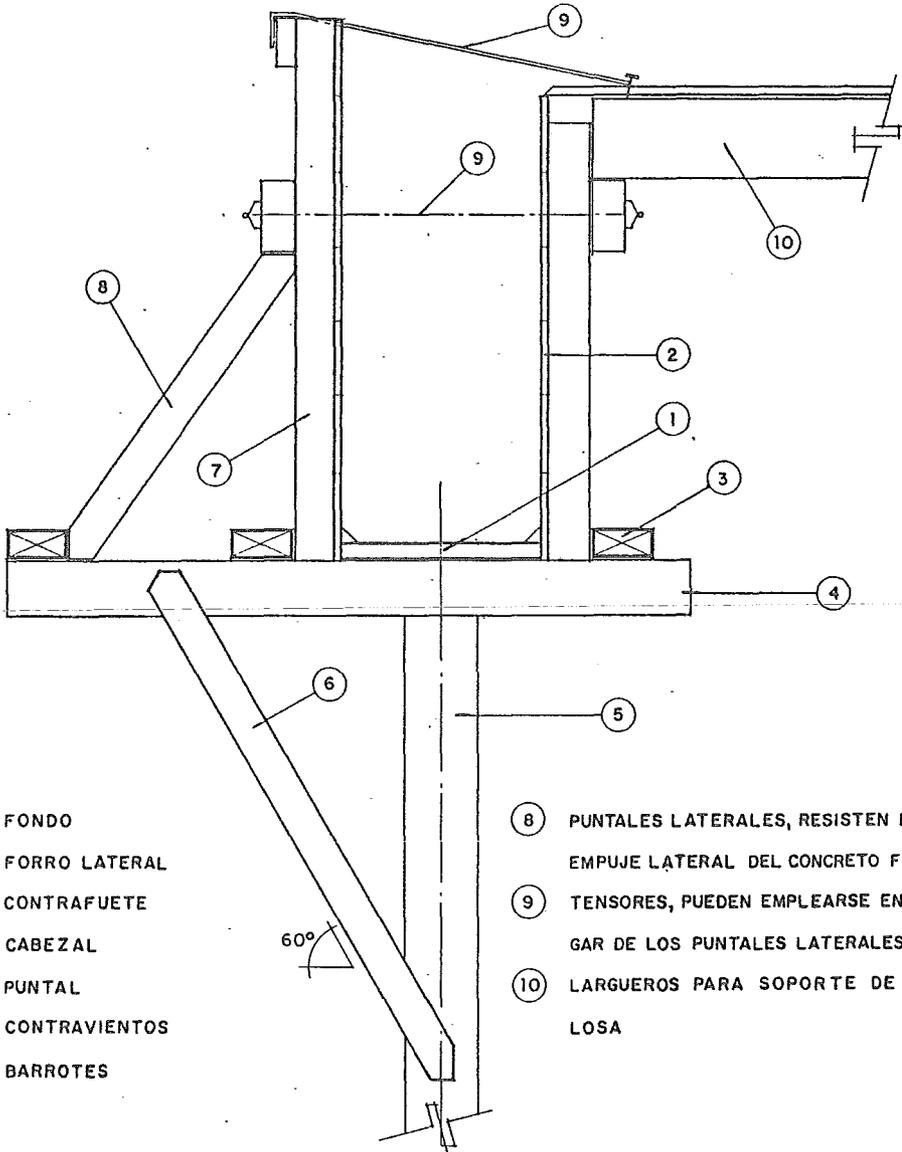


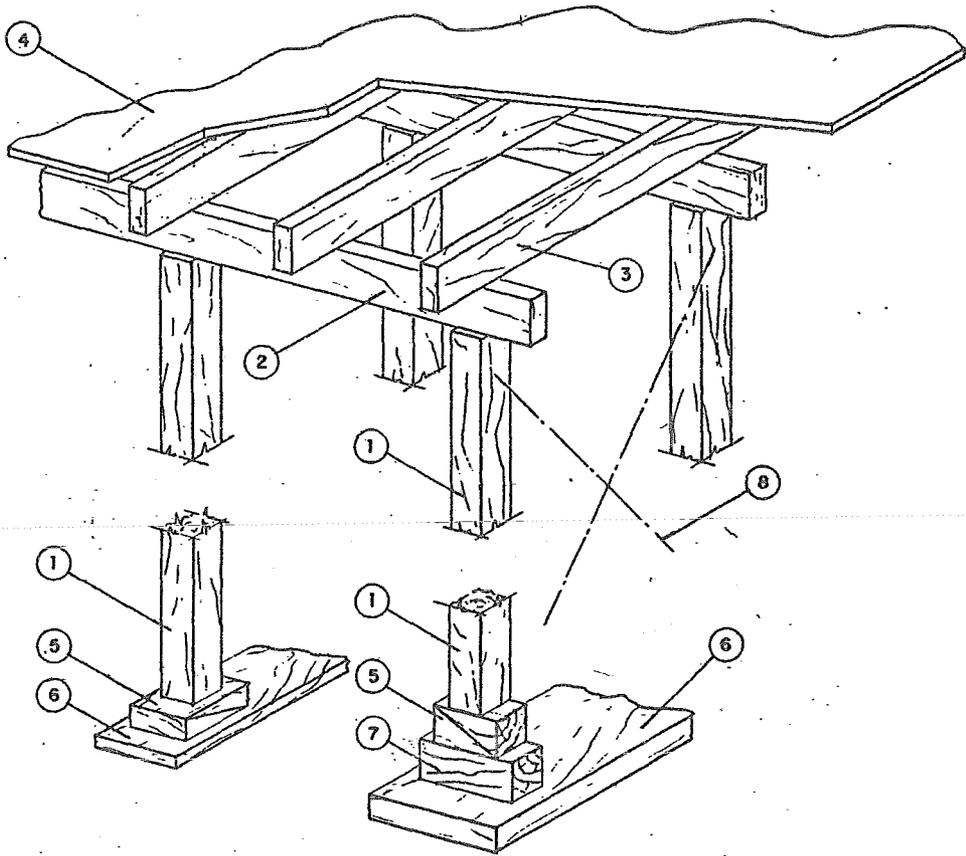
- ① BARROTES, SOPORTE DEL FORRO.
- ② LISTONES, APOYO DE LOS BARROTES A TRAVES DE LOS TENSORES.
- ③ TENSORES, RESISTEN EL EMPUJE LATERAL DEL CONCRETO FRESCO.
- ④ FORRO, PUEDE SER DE LAMINA DE MADERA O DE DUELA; LA CARA QUE QUEDE EN CONTACTO CON EL CONCRETO DEBERA TENER EL ACABADO QUE ESPECIFIQUE EL PROYECTO.
- ⑤ CHAFLAN, PARA ELIMINAR LA ARISTA DEL CONCRETO TERMINADO.
- ⑥ PUERTA PARA LIMPIAR EL INTERIOR DEL FONDO DE LA COLUMNA Y PREPARAR LA RECEPCION DEL CONCRETO.
- ⑦ PLANTILLA, PARA FIJAR LA COLUMNA EN SU POSICION DE PROYECTO.

SOLUCION CON EMPLEO  
DE TENSORES



- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| ① FONDO  | ⑤ BARROTES, SON EL SOPORTE DEL FORRO |
| ② FORRO LATERAL  | ⑥ LARGUEROS PARA SOPORTE DE LA LOSA  |
| ③ APOYO DE LOS LARGUEROS DE LA LOSA  | ⑦ CABEZAL, SON LOS APOYOS DEL FONDO  |
| ④ CONTRAFUERTE, RESISTEN EL EMPUJE LATERAL INFERIOR DEL CONCRETO Y MANTENEN EL ALINEAMIENTO DE LOS COSTADOS DE LA TRABE. | ⑧ PUNTAL                             |
|  | ⑨ CONTRAVIENTOS                      |
|  | ⑩ FONDO DE LA LOSA.                  |





- ① PIES DERECHO (PUNTALES)
- ② VIGAS PRINCIPALES (MADRINAS)
- ③ LARGUEROS
- ④ CUBIERTA

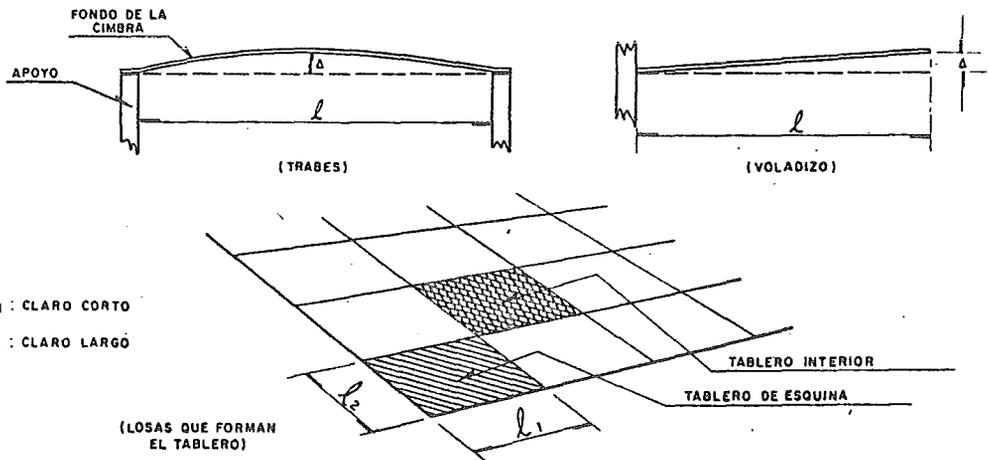
- ⑤ CUÑAS
- ⑥ RASTRAS
- ⑦ CALZAS
- ⑧ CONTRAVIENTOS

## CONTRAFLECHAS EN LAS CIMBRAS PARA VACIADO DE CONCRETO

TIPO DE ESTRUCTURA	CONTRAFLECHA $\Delta$ EN EL CENTRO DEL CLARO
Trabes	$\frac{l}{400}$
Losas, en tableros interiores	$\frac{l_1}{400}$
Losas, en tableros de esquina	$\frac{l_1}{200}$
Trabes o losas en voladizo	$\frac{l}{200}$ *

\* La contraflecha se dará en el extremo libre.

En la tabla anterior,  $l$  es la longitud libre de trabes o losas en voladizo, en centímetros;  $l_1$  es la longitud libre del claro corto, en centímetros, en losas apoyadas en todos sus lados.



### V.1. Clasificación de las cimbras

Normalmente conviene dividir la cimbra en cuatro clases para la supervisión. Esta clasificación depende de la forma en que estará diseñada, detallada, construída y supervisada. Las cuatro clases están relacionadas con el grado de especificación y son:

CLASE 1. Todos los miembros y conexiones deben estar diseñados y detallados. Se debe estipular en los dibujos de taller y en las especificaciones breves, los materiales y mano de obra requerida.

CLASE 2. Todos los miembros y las conexiones de mayor importancia deben de estar diseñados y detallados. Se deberá estipular en los dibujos de taller y en las especificaciones breves los materiales y mano de obra requerida.

CLASE 3. Todos los miembros principales serán diseñados y detallados sin incluir conexiones. Se darán dibujos de taller y lineamientos generales como especificaciones.

CLASE 4. Se dará una descripción general de la cimbra sin incluir dibujos. La descripción puede ser escrita o, como sucede con frecuencia, verbal.

Las cuatro clases de cimbra se han definido con base en la cantidad de detalles y dibujos a que se haya llegado.

#### V.2. Selección del sistema de cimbrado

Para decidir con qué sistema se hará el mejor trabajo para un determinado proyecto, deben considerarse los aspectos:

- a. Máxima economía para el constructor.
- b. Seguridad y calidad requerida para la obra determinada.

#### V.3. Costo del sistema de cimbrado

El costo de la cimbra puede separarse en tres etapas: fabricación, erección y descimbrado. Cada etapa se subdivide en mano de obra, materiales y manejo.

El supervisor aprueba el segundo aspecto, siempre que sea solicitado en especificaciones.

La siguiente tabla de recomendaciones no excluye el uso de cualquier otro material, que cumpla con los aspectos previamente señalados.

MATERIAL	USO PRINCIPAL	ESPECIFICACION	DATOS DE DISEÑO
Acero	Cimbra pesada y andamiaje Columnas y Puntales Cimbras Permanentes inc. sol dadura	AISC AWS	Manual del AISC Manual de AISI
Aluminio	Panales Lijeros	Fabricante	Fabricante
Magnecio	Panales Lijeros	Fabricante	Fabricante
Triplay	Panales Lijeros acabado permanenete	Fabricante	Fabricante
Madera	Estructura y Recubrimiento	Norma C-18-46	Esfuerzos en función de su densidad apa- rente.
Papel Pren- sado tabular	Columnas, Losas y Pilotes	Fabricante	Fabricante
Cartón Corru- gado	Aligeramiento rectangular o Cilíndrico en losas y trabes	Fabricantes	Pruebas por no contarse con - datos
Concreto	Zapata, precolados y cu- biertas	ACI	Código ACI
Fibra de - Vidrio	Loza reticular, trabes - y motivos Arquitectónicos	Fabricante	Fabricante.
Plástico	Acabados aparentes	Fabricante	Fabricante

Para la selección del tipo de cimbra a emplear, se recomienda tomar en cuenta los siguientes factores principales:

- a) Tiempo disponible para el diseño.
- b) Experiencia del personal responsable del diseño.
- c) El conocimiento y experiencia del responsable de la construcción de la cimbra. Debe hacerse notar que las decisiones de las variaciones de las clases de 1 a 4 deberán tomarse por el personal de campo.
- d) Consecuencias de una falla.

La interacción de estos factores es difícil de describir, pero como guía pueden considerarse algunos ejemplos para el uso de las diferentes clases de cimbra:

CLASE I. Alto nivel de diseño y detalle de la cimbra, originado por uno o más de los siguientes factores:

- a) Las cargas son extremadamente indeterminadas.
- b) La cimbra es estáticamente indeterminada.
- c) Existe duda acerca de las propiedades de los materiales.

d) El equipo de montaje no es familiar con los materiales empleados.

CLASE 2. Existen pocos miembros redundantes y continuidad limitada donde la falla no es catastrófica. La cimbra para plafones altos puede catalogarse en esta clase.

CLASE 3. Cimbra con miembros articulados, diseñada en corto tiempo, cuyo montaje se ejecuta bajo la supervisión de un personal razonablemente experimentado. La cimbra de emergencia cuyo diseño y erección se ejecutan bajo presión urgente, se catalogan en esta clase.

CLASE 4. Obra de menor escala, la experiencia del superintendente es adecuada para determinar los factores relevantes y para hacer las concesiones más adecuadas para su ejecución.

La experiencia ha demostrado que en general un buen diseño y detalle, implica una mejor ejecución en el producto terminado. Por lo anterior, en el diseño de una cimbra es mejor que su ejecución se lleve a cabo en la

oficina que en la obra, obteniéndose mejores resultados, si el diseño es razonablemente bueno en función de la clase de la cimbra y del material seleccionado.

#### V.4. Descimbrado

Es ventajosa la permanencia de la cimbra el mayor tiempo posible para el curado y protección del concreto. Por otra parte, en algunos casos es ventajoso quitar la cimbra lo antes posible para permitir un adecuado resane y terminado de las superficies aparentes.

No obstante, en ningún caso deberá retirarse la cimbra hasta que el concreto haya logrado la resistencia suficiente para brindar estabilidad estructural y para que pueda soportar el peso muerto y cualquier carga de construcción que se le asigne. El concreto deberá estar lo suficientemente endurecido, de manera que las superficies no se dañen al descimbrar con los cuidados recomendados.

Por lo general las secciones laterales de la cimbra en elementos relativamente gruesos, pueden retirarse después de las 12 ó 24 horas del colado. En los entrepisos, la cimbra no podrá ser removida antes de siete días des-

pués del colado, si se ha empleado cemento de resistencia rápida y 14 días, si se usa cemento normal y no sin antes probar que el concreto ha alcanzado el 80% de la resistencia especificada. Al retirar la cimbra deberán dejarse apoyos ajustados con cuñas al cuarto y centro de los claros, tanto en zona de trabes como de losa, por espacio de 28 días después de haberse efectuado el colado, para evitar deformaciones del mismo.

En la mayoría de los casos, la mejor práctica es depender de la resistencia del concreto, mediante pruebas al respecto, antes de seleccionar arbitrariamente el tiempo de descimbrado.

En la siguiente tabla se muestra los plazos mínimos requeridos, salvo indicaciones en contra.

REMOCION DE LA CIMBRA

Tiempos mínimos para retirar la cimbra, en concretos elaborados con cemento normal.

1.- Costados de losas de pavimento.	12 horas.
2.- Costados de dalas y castillos.	24 horas.
3.- Columnas, muros y costados de trabes.	36 a 48 horas *
4.- Fondo de losas y trabes	12 a 14 días *
5.- Fondo de trabes en voladizo.	14 a 16 días.

\* Estos tiempos pueden reducirse a la mitad si el concreto se elaboró con cemento de resistencia rápida.

Debe tomarse en cuenta que las resistencias se ven afectadas por los materiales empleados, la temperatura, el curado y otras consideraciones importantes en la obra.

Al descimbrar, deben tomarse las siguientes precauciones: no emplear barretas u otras herramientas de metal contra el concreto para aflojar los moldes. Si es necesario, solamente deben emplearse cuñas de madera para palanca entre el concreto y el molde, golpeando ligeramente para despegarlo.

En las cimbras empotradas deberá tenerse cuidado especial, dejándolos en su lugar el mayor tiempo posible para que se encojan y despeguen fácilmente del concreto.

#### V.5. Consideraciones en el diseño de cimbras

Cuando se haya seleccionado el sistema para realizar la cimbra y se hayan determinado los materiales y el equipo para su manejo, podrá el diseñador proceder a diseñar la cimbra en detalle, buscando en todo momento la seguridad adecuada cuando esté totalmente cargada, al igual que un descimbrado económico.

Al comparar la cimbra con una estructura permanente,

se define que:

- a) La cimbra tiene una corta duración.
- b) Existen serias dudas de las condiciones de carga y soporte.
- c) Las deflexiones y distorsiones severas pueden ser de menor importancia.

Lo anterior significa que en todas las etapas de construcción, desde la erección de la cimbra hasta completar la estructura permanente, deberá investigarse cuidadosamente para determinar los efectos de una estructura en la obra.

Para garantizar que estos factores se consideren en forma adecuada, es recomendable que el responsable del diseño de la cimbra tenga experiencia práctica en su erección y empleo.

El diseño y uso adecuado de una cimbra cubre un rango amplio de tipos de estructuras y condiciones de servicio, por lo cual se recomienda definir la clase de cimbra de acuerdo con la clasificación antes dada, previo a iniciar su diseño para asegurar el grado de investigación y detalles deseados.

A continuación se listan consideraciones particulares, cuyos efectos se tomarán en cuenta en el diseño de la cimbra:

- a) Sobrecarga y daños accidentales.
- b) Cargas laterales cuyos efectos secundarios originan deflexiones de la estructura.
- c) Restricciones laterales por influencia externa, tales como estructuras adyacentes.
- d) Cargas vivas durante la construcción que constituyen un alto porcentaje de la carga de diseño.
- f) Cargas de impacto o vibración.
- g) Deflexiones severas, tolerables por las conexiones.
- h) Indeterminación o redundancia estética por desconocimiento de las condiciones de apoyo, por lo que es recomendable usar sistemas estáticamente determinados.
- i) Distorsiones locales por asentamientos diferenciales de la cimentación.

#### V.6. Presiones laterales

Las cargas impuestas en las cimbras de columnas o muros, producen una presión hidráulica que constituye una

presión lateral en la estructura de soporte. El valor de esta presión depende del peso propio del concreto, la velocidad de colocación y el procedimiento del vibrado. También es importante la influencia de la temperatura. Las variaciones en la dosificación, las dimensiones, forma de la cimbra, cantidad y disposición del acero de refuerzo.

Cuando el concreto es colocado manualmente, la presión lateral se incrementa con la profundidad hasta que el concreto tiene capacidad, ya sea por compactación o por endurecimiento, de soportar su propio peso sin causar presiones laterales en la cimbra. Para velocidades bajas de colocación, del orden de 30 a 60 cms. por hora, la presión máxima se obtiene a una profundidad de 60 a 120 cms. Velocidades mayores de colocación inducen presiones máximas a mayor profundidad.

La vibración de alta frecuencia que se emplea comúnmente para compactar el concreto recién colado, incrementa la presión lateral, ya que las vibraciones originan que el concreto actúe como un fluido en su altura total. Por lo anterior, la cimbra debe diseñarse para soportar la presión lateral total que se desarrolla con la profundidad y deben ser lo suficiente rígidas en razón de la

extrema fluidez del material que soportan.

#### V.7. Cimbras deslizantes

La cimbra deslizante es un método económico aplicable a la construcción de estructuras altas de concreto reforzado, las cuales tengan más o menos la misma forma de planta a través de su altura. En construcción ordinaria ya sea con paneles, cimbra de madera fija o andamiaje tubular, las formas deben removerse, levantarse y ajustarse en cada colado de concreto. Empleando cimbra deslizante, el sistema se construye en el suelo formando el cimbrado para las caras internas y externas de las paredes, columnas y cualquier otra superficie vertical. A medida que el concreto se deposita, la cimbra se levanta continuamente en forma lenta por medio de gatos mecánicos o hidráulicos hasta alcanzar el límite superior de la estructura.

Los gatos generalmente apoyados en varillas de acero, desde la cimentación o en partes de elementos estructurales que han sido colados previamente, deben fijarse a marcos de madera o metálico a los que a su vez se sujetan las cimbras de madera que comprenden nervaduras horizontales a las cuales se les fijan paneles verticales o

placa de lámina. La cubierta para la plataforma de trabajo se localiza en la parte superior de la cimbra, desde la cual se deposita el concreto, se distribuye y arma el acero de refuerzo.

#### Ventajas del uso de la cimbra deslizante

Las ventajas de este procedimiento que incluye la terminación de una estructura sin juntas de colado que pueden ser una razón potencial de debilitamiento son: un ahorro de madera, comparado con la ejecución de un andamiaje fijo suficiente para dos o tres colados y un ahorro considerable en el costo de atiesadores, separadores, revestimientos y plataforma de trabajo. La ejecución de andamiaje se evita con este sistema limitándolo únicamente al necesario para la elevación del concreto. Permite también acelerar la construcción del orden de cuatro veces más rápido que con el empleo de cimbras fijas pero el tiempo que se emplea en la construcción del sistema es considerable, dado que la cimbra debe fabricarse muy cuidadosamente con buenos detalles y mano de obra especializada, programándose este trabajo al mismo tiempo que se ejecuta la cimentación y en muchos casos, adelantando la cimbra en mal tiempo. El costo adicional de trabajo nocturno y otras condiciones especiales puede contrarrestar-

sese con otros ahorros ya que la eficiencia de trabajo se incrementa mediante la continuidad de operaciones hasta complementar los colados, la centralización de la planta de mezclado y el fácil acceso al sitio de colado por medio de la plataforma. Las superficies externas o acabados aparentes se obtienen sin juntas horizontales.

Generalmente el sistema se aplica a estructuras mínimas de una altura de 15 metros, ya que en alturas menores, las ventajas comparadas con cimbra convencional, no son suficientes por la supervisión y el trabajo adicional requerido.

A mayor altura de las estructuras es mayor la economía del sistema y su aplicación generalmente es ventajosa en sitios que comprenden baterías rectangulares, cuadradas, circulares o poligonales.

Algunas aplicaciones de este sistema en la industria de la construcción, son: Torres para tanques de almacenamiento elevado a pilas para puentes, núcleos para elevadores, sanitarios y escaleras en edificios, edificios completos habitacionales o industriales, lumbreras para túneles, torres de radio comunicación, torres telescópicas para faros, chimeneas, pozos de oscilación, lumbreras para

túneles, elementos verticales en cortinas de presas y montaje de elementos estructurales de gran tamaño.

Algunas recomendaciones generales para el sistema de cimbra deslizante:

El proceso de colado debe ser continuo con suspensiones relativamente cortas para el cambio de turno y comidas o algún ajuste. El sistema no debe suspenderse en las noches por las dificultades inherentes al restaurar el movimiento de la cimbra cuando el concreto ha endurecido.

La principal consideración en el diseño estructural es que el refuerzo permita su colocación en razón del movimiento continuo de la forma.

Un aspecto muy importante que el supervisor debe de checar es el suministro de concreto que debe plantearse cuidadosamente, ya que la falta de cualquiera de sus componentes entorpece la obra, por lo que no solamente los materiales en el sitio deberán localizarse adecuadamente, sino que en cantidades suficientes, ya que las revolvedoras deberán estar capacitadas para operar sin interrupción durante varios días. Por lo anterior, es convenien-

te una planta de mezclado de suficiente capacidad, así como un equipo duplex de izado del concreto, de tal suerte que si uno queda fuera de operación el otro continúe el proceso.

En sitios congestionados, deberán emplearse concretos premezclados mediante un programa de entrega bien organizado y sujeto a verificación adaptándolo durante el proceso de la obra. El refuerzo habilitado es muy conveniente para la ejecución de la obra.

Así como también es de suma importancia el control de calidad del concreto para garantizar, mediante pruebas previas, el proporcionamiento adecuado y la resistencia de proyecto dentro del rango de especificaciones, debe enfatizarse la importancia de este aspecto, ya que una baja resistencia, ya sea en el total de la estructura o durante una etapa del proceso de colado, tendría consecuencias muy severas.

Es muy importante mantener en la plataforma de reparaciones, el equipo adecuado para curar el concreto en forma continua, con el material necesario para una operación de resane y curado simultáneo.

El supervisor deberá de checar los siguientes conceptos:

- a) Diseño completo de la cimbra en planos de taller para su fabricación, de acuerdo a especificaciones.
- b) Detalle completo de las cajas, aberturas, conexiones soldadas, insertos catalogados para las elevaciones correspondientes del muro.
- c) Detalle y lista de varillas para su habilitación previa al proceso del colado.

V.8. Losas plegadas, cascarones y estructuras de grandes claros

Para estas estructuras que requieren un diseño complejo y tridimensional, el diseño, montaje y desmantelamiento de la cimbra, debe hacerse por el personal que tenga la experiencia y capacidad necesarias.

Debe existir coordinación completa entre este personal y la supervisión de la obra, para lograr su acabado de acuerdo con el diseño tanto arquitectónico como estructural. El contratista deberá obtener aprobación escrita del supervisor de la obra, de los planos de fabricación

de la cimbra antes de su montaje.

Se indican las siguientes recomendaciones aplicables a este tipo de estructuras:

- a) Se deben especificar las direcciones y valores de las reacciones de la cimbra en el caso de que apoye en la estructura permanente.
- b) Cuando sea aplicable, la supervisión de la obra debe incluir planos de dimensiones de la cimbra en los documentos de contratación, como base para el diseño y montaje de la cimbra empleada por el contratista.
- c) Al determinar las cargas laterales aplicables al diseño de la cimbra, la carga por viento deberá de considerarse en la forma más conservadora, que para el diseño de elementos verticales y deberá tomarse en cuenta el efecto de succión.
- d) Deberán indicarse las cargas de diseño consideradas para cada elemento de la cimbra, describiendo los esfuerzos máximos y mínimos para la condición más favorable de aplicación de cargas. Se tomará especial cuidado en el diseño y detalle de los miembros individuales y conexiones de la cimbra. Al emplearse sistemas estructurados, las conexio-

- nes se diseñarán limitando las excentricidades para minimizar las flexiones y distorsiones.
- e) El retiro y desmantelamiento de la cimbra no deberá ejecutarse hasta que el ensaye de los cilindros curados en las condiciones de la obra, demuestran que se han alcanzado la resistencia y el módulo de elasticidad especificado en los documentos de contratación.
- f) Los tapones para juntas de construcción deberán colocarse entre las varillas de acero de refuerzo, permitiendo que cada porción sea removida sin aplicar refuerzos irregulares al acero, que puedan causar fracturas o agrietamientos al concreto ya colado. Cuando lo indiquen las especificaciones, los tapones para juntas de colado deberán permanecer fijos, hasta que el concreto haya alcanzado un endurecimiento adecuado para su retiro, sin causar daños importantes en la superficie aparente. En el caso de insertos de tiras de madera para tratamientos arquitectónicos, deberá tenerse cuidado especial en su corte y colocación para permitir su retiro sin originar esfuerzos o presiones en el concreto.
- g) En pendientes con inclinación mayor de  $35^\circ$  con la

horizontal relación 1.5, deberá disponerse de la cimbra con tapa para mantener el concreto en la forma deseada durante el proceso de colado, salvo que el emparrillado satisfaga esta función.

- h) Debe evitarse sobrecargar entre los entrepisos, durante los primeros días del colado. No deben almacenarse en dichos elementos, materiales como agregados, madera, cimbras, acero de refuerzo o puntales metálicos.

Para garantizar una adecuada mano de obra en erección de la cimbra, se recomienda tomar en cuenta las siguientes observaciones:

- Empalme apropiado de pies derechos, largueros, mdrinas y puntales.
- Traslape de los empalmes o juntas en recubrimientos tarimas, contravientos y puntales.
- Apoyo apropiado de puntales verticales.
- Localización y número apropiado de sargentos o mordazas y tirantes.
- Ajuste adecuado de los accesorios para cimbras.
- Las conexiones de puntales a las vigas, largueros o mdrinas, deberán soportar empujes hacia arriba y torción en las juntas.

## VI - Concreto y acero de refuerzo

La función general de un supervisor en obras de concreto es la de vigilar y dar las recomendaciones necesarias para que el concreto cumpla tanto con su resistencia como en su aspecto de homogeneidad, trabajabilidad, etc. Para lograr este fin, recomendamos que en una obra se vigilen los siguientes puntos:

### VI.1. Equipo de pesado

En general, es mucho más adecuado que los proporcionamientos sean realizados por peso, operación por la cual se recomienda tener básculas para el pesado de todos los materiales.

### VI.2. Características de la arena

Recomendamos que la arena o agregado fino no contengan materia orgánica ni finos arcillosos en elevados porcentajes, los cuales se deben a fallas en los depósitos naturales al arrastre del agua de las lluvias o de los vientos. Para poder cumplir con ciertos requisitos de calidad, los agregados contaminados deberán de ser limpiados.

### VI.3. Clasificación de agregados

Los agregados en general deben clasificarse correctamente. No se permitirán contaminaciones mayores de un 10% de tamaños diferentes en cada agregado.

Los proporcionamientos de concreto indican cantidades de agregados en estado saturado pero superficialmente secos; ésto suele ser difícil que suceda en los bancos o depósitos, siendo necesario aplicar correcciones, ya que el uso de agregados que tienen cantidades variables de agua libre, es una de las causas más frecuentes de la pérdida de control en la consistencia del concreto. En algunos casos puede ser necesario mojar el agregado cuando éste se encuentre almacenado y así compensar el alto grado de absorción, o bien suministrar enfriamiento. Debe darse tiempo suficiente para el drenaje del agua libre del agregado fino, antes de trasladarla a los silos de la planta de dosificación.

### VI.4. Estado del cemento

En los preparativos para la fabricación del concreto, se comprueba previamente que el peso de los sacos de cemento y su contenido se encuentren exentos de hidrata-

ciones parciales, lo que significa un almacenamiento en lugares muy bien ventilados para impedir la absorción de humedad.

#### VI.5. Revisión del equipo

También recomendamos que se revise el estado o condiciones del equipo, si existen fugas de agua en la "olla" o "tambor" de la revolvedora, si sus aspas no están muy gastadas, revisar que las básculas estén bien calibradas y evitar interrupciones en la producción del concreto.

#### VI.6. Previsión de interrupciones

De acuerdo con el volumen de "colado" que deberá ser programado, recomendamos tener preparados en lugares convenientes, los volúmenes necesarios de cemento, arena, grava y agua. Tomar en cuenta el rendimiento probable de trabajo para determinar la terminación del "colado" en un tiempo razonable, evitando interrupciones por falta de iluminación o falta de personal.

#### VI.7. Revisión de sitios de colado

Previamente a la elaboración del concreto se deben

revisar los moldes o cimbras para asegurarse que estén alineados, bien troquelados, fijados firmemente, limpios, protegidos y buscar que no haya escape de lechada. Las superficies y excavaciones que recibirán el concreto deberán estar limpias de agua estancada, de polvo, de basura o de cualquier cuerpo extraño.

Para iniciar la fabricación del concreto, deberá tenerse la aprobación del supervisor de la obra, quien debe haber verificado que no haya error ni defectos en la colocación de los moldes, cimbras, accesorios, en las dimensiones, en las cantidades de acero de refuerzo, etc.

#### VI.8. Tiempo de mezclado

Recomendamos tener cuidado de que el mezclado sea completo para lograr así la producción de un concreto uniforme. El tiempo de mezclado no deberá ser menor de 1 1/2 minutos, ni mayor de los 3 minutos, excepto cuando esté comprobado que el cemento presenta fraguado falso. En este caso, el tiempo se aumentará de 4 a 7 minutos. La influencia del fraguado falso se aprecia en un fraguado rápido que provocará un endurecimiento anormal de la masa del concreto, restándole trabajabilidad que originará que las operaciones de descarga, colocación y vibrado

se dificulten.

El tiempo de mezclado en el caso de concretos con agregados ligeros, será superior a los 5 minutos. La velocidad de rotación deberá ser controlada para evitar la tendencia de los materiales a permanecer pegados a las paredes del tambor debido a la fuerza centrífuga.

#### VI.9. Transporte del concreto

Recomendamos prever que no se presente segregación de gravas y morteros, sea cual fuere el sistema de transporte. Para lograr ésto, se debe evitar que el concreto se mueva a altas velocidades, que esté sujeto a movimientos bruscos laterales o cambios de dirección y que caiga de alturas mayores de las especificadas. Se debe prever la utilización de accesorios para asegurar que el concreto siempre caiga en forma vertical.

#### VI.10. Compactación del concreto

El equipo de vibración en esta operación será utilizado para aumentar la densidad del concreto. Nunca deberá usarse para mover en forma horizontal el concreto; además, la vibración hace fluir el concreto y propicia

que penetre en todos los rincones de la cimbra, en las irregularidades del terreno natural o de las excavaciones.

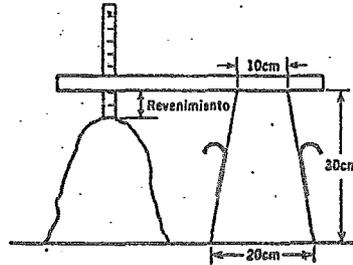
Las variaciones en el concreto aparente se logran de acuerdo al lugar y a la forma de fabricar el concreto (concreto colado a pie de obra y concreto aparente en fábrica), así como de acuerdo a los diferentes acabados que podrán ser obtenidos tanto en concreto fresco como endurecido.

#### VI.11. Revenimiento

Durante la fabricación del concreto, previamente a su colocación, se debe observar que la consistencia de la mezcla cumpla con la especificada por el laboratorio y medirla a través del método de prueba de que se disponga. Sabemos que la prueba de revenimiento es la más conocida y utilizada y que deberá realizarse en forma continua para educar la vista a conocer el revenimiento especificado.

#### VI.12. Protección del concreto fresco

Es sabido que en ambientes secos pueden aparecer



REVENIMIENTOS RECOMENDABLES PARA EL CONCRETO USADO  
EN DISTINTOS TIPOS DE CONSTRUCCION

Tipos de construcción	Revenimiento, cm *	
	Máximo	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas reforzadas	12.5	5.0
Zapatas masivas, cajones y muros de subestructuras	10.0	2.5
Losas, vigas y muros reforzados	15.0	7.5
Columnas de edificios	15.0	7.5
Pavimentos	7.5	5.0
Construcción masiva pesada	7.5	2.5

\* Cuando se utilizan vibradores de alta frecuencia los valores mostrados deben reducirse cerca de una tercera parte.

Reproducido de la *Práctica recomendable para el proporcionamiento de mezclas de concreto* (A.C.I. 613-54)

grietas o fisuras en las superficies no protegidas, debido a razones de evaporación, por lo que recomendamos que se proteja el concreto inmediatamente después de haberlo colocado. Es aceptable cualquier método de protección que impida la evaporación del agua del concreto tal como podría ser el cubrir la superficie con cualquier material que proporcione sombra y humedad.

#### VI.13. Curado del concreto

El curado óptimo será aquél que mantenga en condiciones controladas el concreto fresco, recién colado y acabado, las cuales permiten garantizar la total hidratación del cemento y un completo endurecimiento del mismo.

Cuando la temperatura del concreto está dentro de límites aceptables, sólo se requiere mantener la humedad.

El control de la temperatura y la uniformidad de la misma a través de la masa del concreto es deseable, pero menos esencial que otros aspectos, excepto en algunas estructuras en las cuales estos factores podrían ocasionar daños.

Durante el período de curado, el concreto no debe

sufrir ninguna perturbación mecánica, vibración, choque, carga, etc.

En todo tipo de estructura, la ausencia o lo mal realizado del curado ocasionará un secado demasiado rápido, originando agrietamientos, deterioro de la superficie, etc., lo que tiende a reducir la vida del concreto, muy especialmente en zonas o estructuras en las cuales la durabilidad sea el aspecto principal del diseño.

El curado puede hacerse mediante varios procedimientos, todos los cuales tienden a mantener húmedo el concreto, a protegerlo de la acción directa del viento y del sol y a no permitir perturbaciones.

De acuerdo al tipo de estructura o pieza estructural, ya sean horizontales, verticales, curvas o prefabricadas, se decidirá el tipo y procedimiento de curado más adecuado.

Para la mayoría de los métodos y tipos de curado, deben supervisarse los siguientes puntos:

- a) El inicio del curado será después de los 10 y antes de los 20 minutos después de haber terminado

la colocación.

- b) El equipo y método deberán garantizar un curado adecuado, completo y que no ocasione deterioros superficiales por su aplicación.
- c) Debe protegerse la pieza para impedir el deterioro por personas, equipos y medio ambiente.
- d) El curado se prolongará por un mínimo de 4 días, pero esencialmente este lapso será función del tipo de pieza estructural y del tipo de cemento.
- e) El curado con vapor a alta presión, vapor a la presión atmosférica, calor y humedad u otro proceso aceptado, se puede emplear para acelerar la adquisición de resistencia y reducir el tiempo de curado. El curado acelerado debe proporcionar una resistencia a la compresión de concreto en la etapa de carga considerada por lo menos igual a la resistencia de diseño requerida en esa etapa de carga. Recomendamos la aplicación de vapor en temperatura hasta de 20°C, con el fin de acelerar su resistencia y poder utilizarlos en un lapso más corto (ACI. 318-71 Sección 5.5.)

Quando la resistencia de los cilindros curados en la obra no es la requerida en relación con el curado, en

el laboratorio se debe extraer corazones y exigir que el promedio de 3 corazones sea igual al 85% de F'c y que la resistencia de cada uno sea al 75% de F'c.

#### VI.14. Superficies defectuosas

Toda superficie de concreto dañada por cualquier causa como serían: bolsa de grava, pérdida de lechada, irregularidades causadas por moldes o cimbras mal realizadas, cantidad excesiva de burbujas, etc., deberá repararse, empleando concreto o mortero de las mismas características que el empleado en la pieza o sección defectuosa.

#### VI.15. Aditivos

Es recomendable el uso de aditivos para disminuir ciertas deficiencias que el concreto tiene por su naturaleza; estas substancias se deben agregar al tiempo de mezclar el concreto y de acuerdo a sus características, se tienen diferentes tipos.

Recomendamos que para evitar el sangrado y aumentar la trabajabilidad, la durabilidad, la fluidez y la segregación, se utilicen aditivos inclusores de aire que también reducen el agua, la permeabilidad y el peso volumé-

trico; protegen del ataque de sales, sulfatos, congelamientos y deshielo.

A continuación enunciamos algunos tipos de aditivos:

- Aditivos reductores de agua para aumentar la resistencia y fluidez, las contracciones y los agrietamientos.
- Aditivos acelerantes para acortar el tiempo de fraguado, acelerar el endurecimiento del concreto y evitar la segregación.
- Aditivos de puzolana para reducir el color de hidratación y los cambios de volumen, evitar el sangrado.
- Aditivos reductores de permeabilidad para aumentar la trabajabilidad, la adherencia entre mortero y material pétreo, el rendimiento del mortero, evita el salitre, impermeabiliza el concreto.
- Aditivos cementantes para resistir el desgaste y abrasión para mayor capacidad de adherencia, de tensión y flexión.
- Aditivos retardantes para aumentar el período de fraguado, disminuir las altas temperaturas por hidratación, permite el bombeo del concreto.
- Aditivos colorantes para dar color al concreto sin

que esto altere las características del mismo.

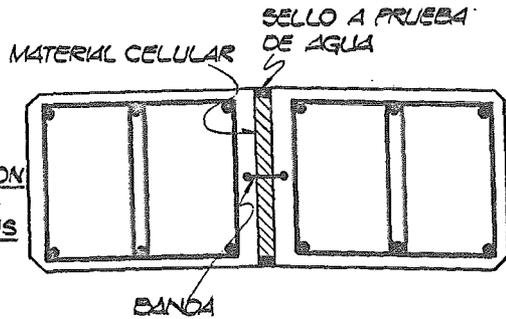
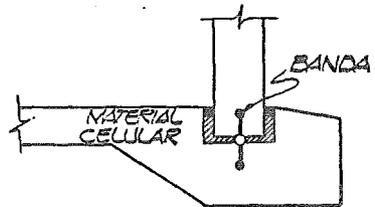
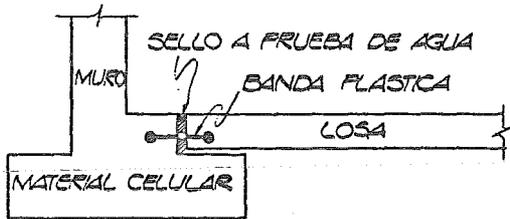
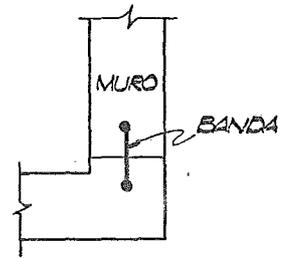
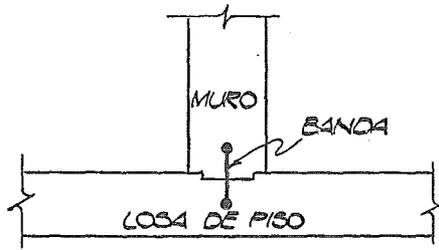
- Aditivos: expansores para expandir el volumen del concreto, mortero y lechadas, reducir el agua, la permeabilidad y las contracciones.

#### VI.16. Juntas

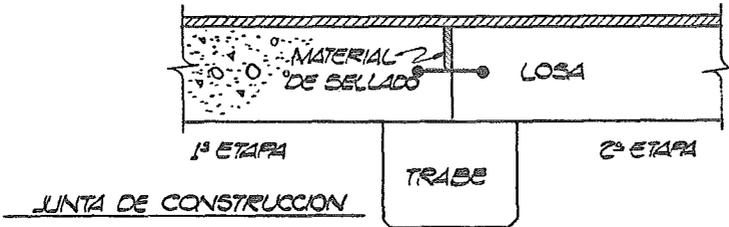
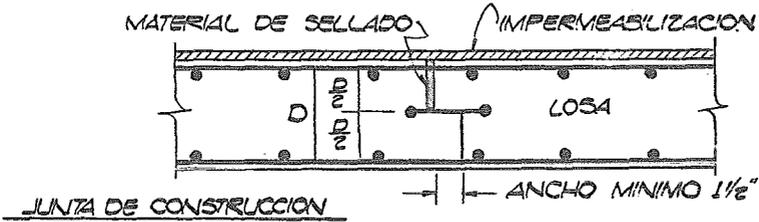
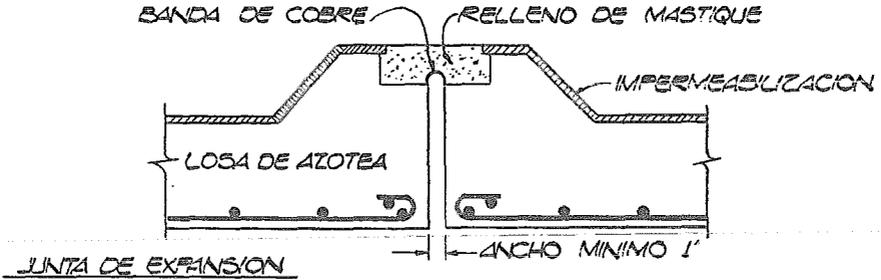
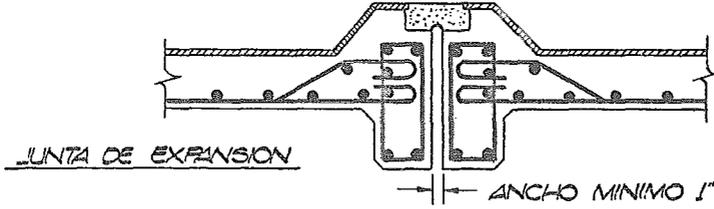
El supervisor debe comprobar que las juntas de la estructura estén perfectamente detalladas, dimensionadas y localizadas en los planos y especificaciones, ya que es difícil construir monolíticamente una estructura sin que se requiera una o más juntas de cualquier tipo.

Recomendamos que la posición de las juntas de construcción sea acorde con la siguiente muestra:

EJEMPLOS DE UTILIZACION DE BANDAS PLASTICAS EN  
DISTINTOS TIPOS DE JUNTAS DE CONSTRUCCION



DISTINTAS SOLUCIONES DE JUNTAS EN LOSAS DE AZOTEA



Las juntas horizontales en las columnas, deben localizarse en la parte superior o inferior de la intersección de la columna-trabe o losa. Las juntas verticales en traveses y losas han de localizarse donde la fuerza cortante sea mínima, generalmente a la mitad del claro.

Es importante que cuando las juntas sean detalladas, se cuide que no pase una gran cantidad de acero a través de la junta y que el acero no dificulte la realización de ésta.

Recomendamos que las juntas de expansión sean colocadas a cada 30 mts. en el caso de edificios y muros de contención; este tipo de juntas se usarán entre los elementos de una estructura construídos con distintos materiales, o bien, entre las partes de una estructura que posee diferente altura o que tenga un tipo de cimentación distinto. Es conveniente colocar juntas de expansión en estructuras que tengan cambio de dirección, tal y como sucede en edificios con forma de L o T. Recomendamos que el ancho de la junta sea de 2cms. en elementos de 30 mts. de longitud.

Es necesario que el supervisor considere el problema de la retención de agua a través de las juntas, ya sean de

construcción, contracción o expansión.

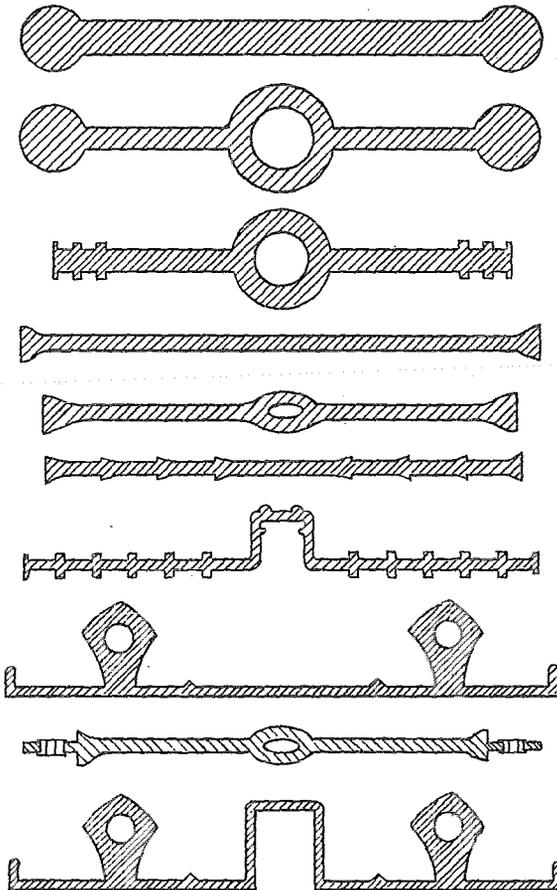
Las siguientes recomendaciones ayudarán al supervisor a checar si el ancho y la localización son las adecuadas:

10. El ancho de la banda no debe ser mayor que el peralte del elemento de concreto en que se colocará.
20. Para lograr un anclaje correcto dentro del concreto, el ancho de la banda no debe ser menor a seis veces el tamaño máximo del agregado grueso, más el ancho de la junta especificada.

Ejemplo: En una junta de 1" y en donde el agregado máximo del concreto es de 3/4" el ancho mínimo de la banda debe ser igual a:

$$(6 \times 3/4") + 1" = 5 \ 1/2"$$

30. La distancia de la superficie al punto donde se coloca la banda no debe ser menor que la mitad del ancho de la banda.

DISTINTOS TIPOS DE BANDAS FLEXIBLES PARA EL SELLADO DE JUNTAS

40. La distancia mínima entre el acero de refuerzo y la banda, debe ser igual a dos veces el tamaño máximo del agregado.

#### VI.17. Proporcionamiento

Quando se va a realizar una mezcla de concreto, el supervisor deberá, en principio, conocer cual ha sido el tipo de cemento seleccionado. Para la mayoría de los casos se utiliza cemento tipo I; y para casos especiales se utilizarán el tipo III; bajo calor el tipo IV; calor moderado el tipo II; o bien, resistencia a los sulfatos el tipo V.

Ya conocido el tipo de cemento por el supervisor, el proporcionamiento consiste esencialmente en encontrar la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto que con un curado bien controlado, dará como resultado buenas características en el concreto endurecido; para ello se deberá especificar la resistencia buscada y la relación agua/cemento.

#### VI.18. Piezas de concreto precoladas

A continuación se da una lista que sirve de ayuda

Las proporciones deben seleccionarse para que con los materiales disponibles se forme un concreto con la economía, manejabilidad, durabilidad y resistencia requeridas. Se han establecido relaciones fundamentales que proporcionan guías para aproximarse a las combinaciones óptimas, pero las proporciones finales deben establecerse por medio de pruebas directas y ajustes en obra.

El tamaño máximo seleccionado debe ser compatible con las características de la estructura y la separación entre las varillas de refuerzo.

Las cantidades de agua agregadas, están estimadas para obtener un revenimiento de 10 Cm., sin embargo, debe considerarse la humedad de los materiales y deben buscarse mezclas lo más secas posibles hasta que puedan colocarse fácilmente con vibrador y lograr una masa homogénea.

La resistencia del concreto a la compresión que se indica en esta tabla, se obtiene a los 28 días, empleando cemento normal a los 14 días con cemento ríolido.

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO		20 MM (3/4")					25 MM (1")					40 MM (1 1/2")					50 MM (2")				
Resistencia a la Compresión (F'c) = $\frac{KMS}{Cm^2}$		100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300
CONSUMO POR M <sup>3</sup> DE CONCRETO	Agua (Lts.)	202	202	202	202	202	192	192	192	192	192	177	177	177	177	177	168	168	168	168	168
	Cemento (Kgs.)	262	306	348	388	449	249	291	331	363	427	230	269	305	340	393	218	255	290	323	373
	Árena (Lts.)	605	590	525	535	505	590	560	540	520	490	520	510	520	505	475	655	535	530	500	475
	Grava (Lts.)	630	630	610	630	630	660	660	660	660	660	740	740	740	740	740	770	770	770	770	770
CONSUMO POR 50 KGS. DE CEMENTO	Agua (Lts.)	38	33	29	26	22	38	33	29	26	22	38	33	29	26	22	38	33	29	26	22
	Árena (Lts.)	115	95	80	70	56	115	95	82	70	58	122	105	85	75	60	127	105	90	78	64
	Grava (Lts.)	120	103	90	80	70	136	117	102	92	80	160	143	120	110	94	176	150	132	120	103
PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA	Cemento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Árena	3.50	3	2.50	2	1.75	3.50	3	2.50	2	1.75	3.75	3	2.50	2.25	1.75	3.75	3.25	2.75	2.50	2
	Grava	3.50	3	2.75	2.50	2	4	3.50	3	2.50	2.25	4	3.50	3	2.50	2.25	5.25	4.50	4	3.50	3

PROPORCIONAMIENTO DEL MORTERO

Mezcla con mortero y arena

PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA MORTERO ARENA	Consumo por metro cúbico de mezcla	
	MORTERO KG.	ARENA (M <sup>3</sup> )
1 : 2	566	0.658
1 : 3	432	0.594
1 : 4	349	1.051
1 : 5	294	1.115
1 : 6	254	1.155
1 : 7	224	1.193
1 : 8	200	1.218
1 : 9	182	1.246
1 : 10	167	1.265
1 : 11	154	1.285
1 : 12	143	1.303

VARILLAS CORRUADAS DE ACERO

DE REFUERZO

DIÁMETRO		SECCIÓN	PESO
PULGADAS	MM	Cm <sup>2</sup>	KILOGRAMOS/METRO
3/8	9.5	0.71	0.557
1/2	12.7	1.27	0.996
5/8	15.9	1.59	1.550
3/4	19.1	2.87	2.250
7/8	22.2	3.87	3.034
1	25.4	5.07	3.975
1 1/8	28.6	6.42	5.033
1 1/4	31.8	7.94	6.225
1 3/8	34.9	9.57	7.503
1 1/2	38.1	11.40	8.938

TAMAÑOS MÁXIMOS DE AGREGADOS RECOMENDADOS

PARA VARIOS TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

DIMENSIÓN MÍNIMA DE LA SECCIÓN CM.	Tamaño máximo del agregado (en)									
			MURD REFORZADOS VIGAS Y COLUMNAS		MURD SIN REFORZADO		LOSAS MUY REFORZADAS		LOSAS CON POCO REFORZADO O SIN EL	
6.5	12.5	12.7	19.0	19	19.0	25.4	19.0	38.0		
15.0	28.0	19.0	38.0	38	38		20.0	76.0		
30.0	74.0	38.0	76.0	76	38.0	76.0		76.0		
76.0	d más.	38.0	76.0	152	38.0	76.0	76.0	152.0		

El tamaño máximo no debe ser mayor que la quinta parte de la dimensión más estrecha entre los lados del molde, ni mayor de los tres cuartos - partes del espaciamiento mínimo entre las barras de refuerzo.

para delimitar en forma clara y precisa todos aquellos conceptos que ayudarán a lograr una mejor calidad en las construcciones a base de elementos prefabricados.

CONCEPTO	RESPONSABILIDAD
Diseño de la estructura	Ingeniero.
Producción de los elementos	Empresa productora. Seleccionado por el contratista y aprobado por el ingeniero.
Diseño de las conexiones	Ingeniero. Revisión de fabricante para determinar las tolerancias y factibilidad de las mismas.
Elementos de Anclajes y Sujeción	El fabricante debe determinar todos los accesorios de anclaje y sujeción provisionales necesarios durante los trabajos de obra.
Condiciones de las unidades	El fabricante debe entregar en el lugar de la obra, piezas o unidades perfectamente limpias y sin daño.
Montaje	Contratista general. Generalmente esta operación es subcontratada por el contratista general o el fabricante.
Servicio de Montaje	En algunos casos el ingeniero que calculó, especifica una secuencia de montaje para evitar posibles deformaciones en la estructura.
Sello de juntas	Contratista general. El contratista o el fabricante nombra a un subcontratista.
Apariencia estética	El ingeniero que calculó y diseñó, será el responsable del diseño. El fabricante será el responsable de la realización.

#### VI.19. Carga y descarga

Aunque esta operación es responsabilidad básica del fabricante, es importante mencionar ciertos aspectos que el supervisor debe tener en cuenta.

Las piezas deberán transportarse en la misma posición que tendrán en la obra, de manera que la maquinaria de montaje pueda colocar los elementos en su sitio y posición correcta, tomándolos directamente del vehículo.

Es importante evitar todo tipo de manipulaciones innecesarias que aumenten el costo y acentúen el riesgo de roturas. Sin embargo, con objeto de evitar que algún retraso del transporte de las piezas o alguna rotura, pudieran paralizar todas las operaciones de montaje, se recomienda tener un almacén a pie de obra, cuyo volumen dependerá de la variedad de piezas de la misma, de la distancia de transporte y de la frecuencia de llegada de los vehículos. Algunos autores recomiendan que el número de elementos almacenados a pie de obra sea al 10% del total.

#### VI.20. Manejo y Montaje

Un manejo excesivo de las piezas no sólo es costoso,

sino que puede ser peligroso debido a que se incrementa la posibilidad de dañar la pieza cada vez que ésta sea movilizada.

El supervisor debe vigilar la exactitud en la colocación de los ganchos. Si por exceso de largo, alguno de los cables no trabajan, las sobrecargas pueden deformar la pieza con riesgo de fisuras o roturas. Esto puede evitarse con los balancines, dejando alguno de los cables de longitud variada.

Dentro de la operación de montaje es importante que el supervisor no deje a la improvisación ningún detalle, sino que cada paso debe estudiarse cuidadosamente, no sólo porque requiere una considerable cantidad de mano de obra, sino también porque demanda la coordinación de una serie de equipos como son los de transporte, elevación, colocación y fijación.

A continuación damos unos puntos básicos para la persona responsable de las operaciones de elevación y montaje:

1. Seleccionar el equipo y examinar las aptitudes de los operarios.
2. Determinar la tarea y competencia de los diversos

LAS SOLUCIONES MAS COMUNES PARA EL TRANSPORTE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS SON:

- a) Cuando se deben trasladar piezas de pequeña dimensión se emplea solo dos puntos de sujeción. La estabilidad en este caso se consigue usando un solo cable colocado de manera que pueda deslizarse sobre el gancho. Cuanto mayor sea la distancia "D", menores serán las tensiones de los ganchos - Fig. (1), esta elevación puede también realizarse mediante el uso de una pieza rígida intermedia, que mejorará las condiciones de trabajo de los cables. En estos casos, si el centro de gravedad no está situado bajo el gancho "G", la pieza se moverá por sí sola hasta alcanzar su estabilidad Fig. (2).
- b) En el caso de tres o más puntos de sujeción es un mismo plano, hay que poner balansines más complejos con una o varias piezas rígidas, que pueden ser perfiles laminados de acero elementos tubulares o vigas celosía Fig. (3).
- c) Si se trata de elementos planos primordialmente, de igual manera que en los casos anteriores, hay que disponer de balansines aún cuando se tengan tres puntos de sujeción, debiendo ser deslizantes dos de los cables, Fig. (4).
- d) En el caso de que se trate de 4 puntos de sujeción, se podrá adoptar cualquiera de las disposiciones indicadas en la Fig. (5).

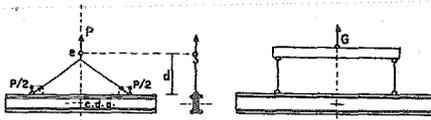


FIG. 1

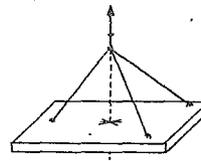


FIG. 4

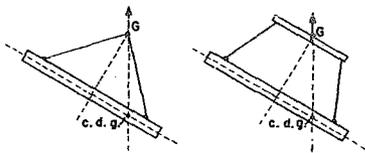
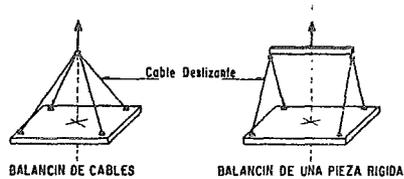


FIG. 2



BALANCI DE CABLES

BALANCI DE UNA PIEZA RIGIDA

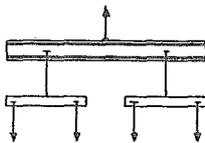
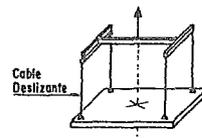


FIG. 3



BALANCI CON UNA PIEZA RIGIDA DE DOS BRAZOS, UNO DE ELLOS ARTICULADO.



BALANCI CON UNA PIEZA RIGIDA Y CABLE DESLIZANTE

FIG. 5

miembros del equipo.

3. Dar información suficiente sobre la técnica de elevación y el montaje utilizado a todo el personal que intervenga.
4. Estudiar los planos referentes a la tecnología, organización y medidas de seguridad. Tratando los posibles problemas con el proyectista.
5. Examinar los elementos y los puntos de suspensión una vez sujetas aquéllas al equipo de elevación, revisando continua y sistemáticamente los materiales y las estructuras empleadas en la elevación.
6. Supervisar personalmente cada cable de sujeción, después de su instalación; a partir de ese momento comprobar éstos y los previamente existentes por lo menos una vez a la semana.

#### VI.21. Acero empleado en estructuras de concreto

En todos los diseños estructurales por sencillos que sean, el acero es empleado como refuerzo del concreto o formando la propia estructura. Para lo anterior se requiere un conocimiento pleno de sus características para que puedan definirse las secciones necesarias; con este motivo el Reglamento de Construcción del Distrito Federal, a través de sus normas técnicas complementarias, establece las

características de calidad fijando valores mínimos o máximos que deben esperarse en el caso que se utilice.

Esta serie de datos se basa en las especificaciones dictadas por una institución oficial como es la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio; la formulación de ellas se realiza en comités permanentes, en donde intervienen las instituciones técnicas más importantes que funcionan en la República, incluyendo a los propios fabricantes del acero y son revisadas y actualizadas periódicamente. Se toman también en cuenta las especificaciones de la Sociedad Americana para Ensaye de Materiales (ASTEM) y el Instituto Americano de Concreto (ACI). En base a lo que se indica en estas normas, se definen los valores que el acero debe cumplir en cuanto a sus características físicas y químicas.

Recomendaciones generales que se hacen para el acero empleado en estructuras de concreto

10. El acero de refuerzo y especialmente el de preesfuerzo y los ductos de postensado, deben de protegerse durante su transporte, manejo y almacenamiento.
20. Antes de su colocación, deberá revisarse que el

DIAMETROS PESOS AREAS Y PERIMETROS DE VARILLAS

VARILLA NO.	DIAMETRO		PESO	AREA	PERIMETRO
	PLG.	M.M.	KG/M	CM2.	CM.
2	1/4	6.3	0.248	0.32	1.99
2.5	5/16	7.9	0.384	0.49	2.48
3	3/8	9.5	0.566	0.71	2.98
4	1/2	12.7	0.994	1.27	3.99
5	5/8	15.9	1.552	1.98	5.00
6	3/4	19	2.235	2.85	6.00
7	7/8	21.2	3.042	3.88	6.97
8	1	25.4	3.973	5.07	7.98
9	11/8	28.6	5.033	6.42	8.99
10	11/4	31.8	6.225	7.94	9.99
12	11/2	38.1	8.938	11.40	11.97

## Observaciones:

Los diámetros, áreas y pesos se ajustan a la norma de la Secretaría de Industria y Comercio, DGN-V-32-1972.

acero no haya sufrido daño alguno, en especial después de un largo período de almacenamiento. Si se juzga necesario, se realizarán ensayos en el acero dudoso.

30. Al efectuar el colado, el acero debe estar exento de grasas, aceites, pinturas, polvo, tierra, oxidación excesiva y cualquier sustancia que reduzca su adherencia con el concreto.
40. No deben doblarse barras parcialmente ahogadas en concreto, a menos que se tomen las medidas para evitar que se dañe el concreto vecino.
50. Todos los dobleces se harán en frío, excepto cuando el director de la obra permita el calentamiento, sin admitir que la temperatura del acero se eleve a más de la que corresponde a un color rojo café (aproximadamente 530°C) si no está tratado en frío, ni a más de 400°C en caso contrario. No se permitirá que el enfriamiento sea rápido.
60. Los tendones de preesfuerzo que presenten algún doblez concentrado, no deberán de tratar de enderezarse, sino que se rechazarán.
70. El acero debe sujetarse en su sitio con amarres de alambre, silletas y separadores de resistencia y en número suficiente para evitar movimien-

tos durante el colado.

Antes de colar, debe comprobarse que todo el acero se ha colocado en su lugar de acuerdo con los planos estructurales y que se encuentra correctamente sujeto.

80. Control de obra. Se refiere a los procedimientos de muestreo e identificación, indicando además que deben cumplirse todos los requisitos señalados en las normas para la aceptación de un lote, aclarando por nuestra parte la tolerancia que a nivel de obra puede tomarse.

## VII - Estructuras metálicas

Las estructuras de acero pueden fácilmente ampliarse o modificarse y cuando es necesario demolerlas, se recupera en parte su valor inicial, vendiendo las piezas como chatarra o para ser utilizadas en nuevas estructuras. Los elementos de acero se prestan a la prefabricación, lo que disminuye los tiempos de construcción.

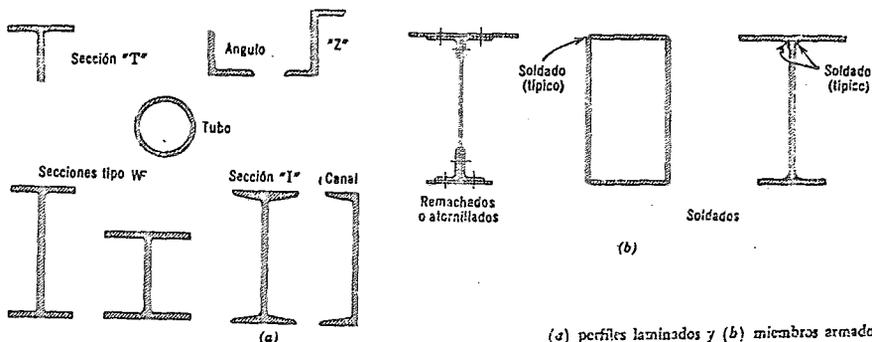
Una desventaja del acero es su alto costo de conservación. El costo al pintar las estructuras metálicas periódicamente, es muy importante.

En México se utilizan dos tipos de acero que son: El A-7 y el A-36, cuyas características se expresan en la siguiente tabla:

PROPIEDADES MECANICAS DE LOS ACEROS ESTRUCTURAS AL CARBONO			
TIPO ASTM	ESPESOR "	PUNTO DE FLUENCIA MINIMO KG/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA A LA TENSION KG/cm <sup>2</sup>
A-7		2320	4220 - 5272
A-373	hasta 4	2230	4080 - 5275
A-36	hasta 8	2530	4080 - 5625

El acero A-36 es más utilizado en México por su calidad uniforme y porque tiene características de soldabilidad superior al A-7.

Existen varios perfiles y secciones compuestas utilizadas en diferentes tipos de obra, como son:



(a) perfiles laminados y (b) miembros armados.

### VII.1. Secciones compuestas

La selección del acero estructural debe ser la adecuada desde los puntos de resistencia, rigidez y costo.

Recomendamos una sección laminada de un acero de alta resistencia para reemplazar a un perfil de acero de menor resistencia que requerirá cubre placas en los patines, como lo indica el manual "Monterrey" en el capítulo III, Sección 2.

### VII.2. Montaje de acero estructural

Las partes estructurales y ensambles deberá ser transportados al lugar de la obra por medio de camiones, góndolas de ferrocarril o barcazas y que al llegar sean descargadas y almacenadas, o bien colocadas directamente en su posición definitiva, por medio de gatos, malacates o rodillos, debiendo ser ajustadas a sus soportes o a las partes adyacentes de la estructura y por último que se fijen permanentemente en su lugar. Las recomendaciones más importantes al llevar a cabo estas operaciones son:

10. Que la seguridad de los trabajadores sea la más apropiada.

- 2o. Que los materiales tengan la supervisión adecuada para no tener defectos y ponga en peligro la vida de los que laboran en la obra.
- 3o. Que la rapidez del montaje sea la apropiada para tener una economía satisfactoria.

### VII.3. Montaje de edificios de varios pisos

Se montan estos edificios en dos pisos cada uno y tan pronto como sea posible se colocarán las trabes en toda la planta, que se plomeen las columnas y se nivelen las trabes, se colocarán permanentemente las partes entre sí por medio de remaches, tornillos de alta resistencia o soldadura.

Los edificios de 30 a 60 mts. se montan usando grúas sobre camión y para edificios de mayor altura se usan grúas o plumas especiales, las cuales se izarán al nivel superior de cada marco.

### VII.4. Montaje de Edificios industriales

Los edificios industriales generalmente de uno y dos pisos, se montan con grúas. Su ensamble y conexión será , según se vaya moviendo la grúa, a lo largo del

edificio. Los miembros de contraventeo se colocarán también en posición, en piezas de tamaño conveniente para su manejo y conexión.

#### VII.5. Montaje de puentes de armaduras

Es importante que el supervisor verifique el ensamblado de la armadura en el lugar, usando una obra falsa por debajo de ella y erigiéndola miembro a miembro, o bien, ensamblarse cada claro de armadura en tierra y llevarlo en barcaza a su posición final para montarla.

#### VII.6. Montaje en voladizo para puente

Para claros largos de puentes en voladizos o en arco, montar las estructuras en voladizo por economía, partiendo de la orilla de las rampas de acercamiento empezando desde el soporte hacia afuera, miembro por miembro, es lo más práctico y el supervisor deberá estar al tanto del proceso constructivo para evitar retrasos en la obra.

El supervisor verificará que se proteja el acero contra el fuego, por medio de revestimientos protectores como el concreto, el yeso, vermiculita, roceduras de asbestos y pinturas especiales.

### VII.7. Protección contra la corrosión

Para evitar la corrosión, el uso de elementos de aleación, tales como cromo o cobre y pintura de plomo, cromato o aluminio, o bien el uso de revestimientos especiales como zinc o asfalto. En lugares donde el acero esté expuesto a condiciones de corrosión, debe protegerse con un revestimiento especial y aplicarla periódicamente.

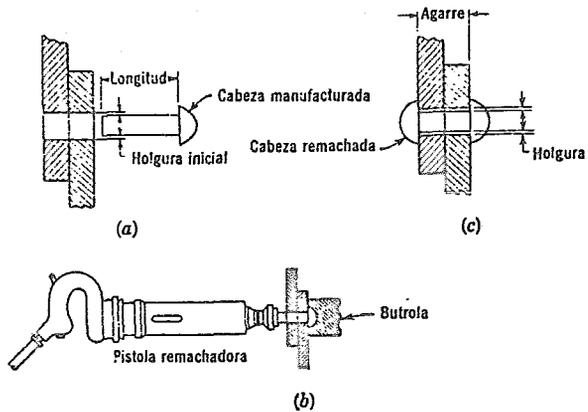
Cuando los miembros de acero no estén expuestos a los efectos alternos de humedecimiento y secado, y cambios bruscos de temperatura, recomendamos una capa delgada de pintura, aplicándola adecuadamente.

El acero especial sin pintura es resistente a la corrosión. Este tipo de acero es el adecuado para construcción donde se requiere gran mantenimiento en cuanto a la corrosión que es necesario pintar.

### VII.8. Tipos de sujetadores

Remaches: Los remaches de taller y de campo hincados adecuadamente, deben estar bien ajustados para que las partes conectadas ajusten entre sí de una manera segura. Sus cabezas deben ser de tamaño completo, formadas níti-

damente y concéntricas con el vástago. Los remaches sueltos o con algún otro defecto pueden localizarse golpeándolos con un martillo ligero y escuchando el sonido del metal suelto bajo el golpe. Los remaches defectuosos, sueltos o con cabezas mal formadas, deben quitarse retaladrándolas y reemplazarse.



Pasos esenciales en el remachado.

Es importante que bajo la cabeza del tornillo y bajo la tuerca, se usen rondanas de acero para distribuir la presión de apriete en el miembro atornillado y para evitar que la parte roscada del tornillo se apoye directamente sobre las piezas conectadas, y usar rondanas con superficies endurecidas para tornillos de alta resistencia.

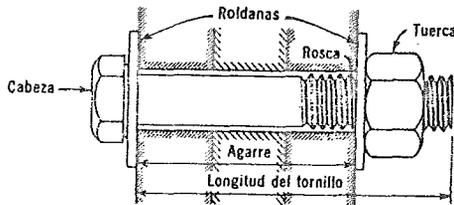
El supervisor checará que cuando estén sujetas a cargas alternadas o a vibración, las conexiones atornilladas se aseguren definitivamente en su posición, usando tuercas acastilladas con tornillos con agujero, taladrado en el vástago por el cual se hace pasar una chaveta que evita que la tuerca gire y se afloje.

#### VII.9: Apriete con llaves calibradas

Cuando se usen llaves calibradas deben ajustarse de tal manera que la tensión inducida en el tornillo sea de 5 a 10% mayor que el valor indicado en la tabla.

Las llaves recomendadas deben calibrarse cuando menos una vez por cada día de trabajo, apretando no menos de tres tornillos típicos de cada diámetro por instalar en un dispositivo capaz de indicar la tensión real del

tornillo.



Conjunto de un tornillo.

Diámetro del tornillo "	Tensión mínima del tornillo <sup>a</sup> en tons. métricas	
	Tornillos A-325	Tornillos A-490
a/2	5.43	6.80
5/8	8.62	10.90
3/4	12.70	15.90
7/8	17.65	22.25
1	23.15	29.10
1 1/8	25.40	36.30
1 1/4	32.20	46.30
1 3/8	38.60	55.00
1 1/2	46.80	67.10

a=carga de prueba (método de la medida de longitud) dada en las especificaciones ASTM. A-325 y A-490

Cuando se usen llaves calibradas para instalar varios tornillos en la misma junta, deben volverse a apretar los que se colocaron inicialmente, ya que pueden aflojarse durante la colocación de los siguientes hasta lograr que todos queden apretados a la tensión especificada. Las llaves operadas mecánicamente deben ajustarse para que se detengan o dejen de funcionar al llegar a la tensión seleccionada.

VII.10. Apriete por el método del giro de la tuerca

Durante esta operación, no debe haber rotación alguna de la parte no apretada con la llave.

DISPOSICION DE LAS CARAS EXTERIORES  
DE LAS PARTES ATORNILLADAS

Ambas caras normales al eje del tornillo o una cara normal al eje y la otra inclinada 1:20 (sin usar rondanas achaflanadas).

Ambas caras inclinadas 1:20 con respecto a la normal al eje del tornillo (sin usar rondanas achaflanadas).

Longitud del tornillo mayor de 8"  $\emptyset$

Longitud del tornillo mayor de 8"  $\emptyset$

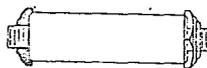
Para todas las longitudes de tornillos

1/2 vuelta

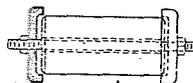
2/3 de vuelta

3/4 de vuelta

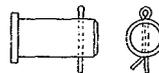
Pasadores: Es necesario para pasadores de un diámetro mayor de 10" usar perno largo que pase a través de él y de unas remetidas, fijando entre sí, para eliminar el uso de grandes tuercas de cierre.



(a)



(b)



(c)

Tipos de pasadores; (a) con tuercas remetidas, (b) con tapas y perno, y (c) con chaveta.

Para pasadores más pequeños, que llevan cargas ligeras, recomendamos que se forje una cabeza en un extremo y que se inserte una chaveta en el otro extremo o usarse dos chavetas, una en cada extremo.

#### VII.11. Métodos de inspección en las soldaduras

Existen varios métodos disponibles para la inspección de las soldaduras, como son: el visual, el de partículas magnéticas, el de la tintura penetrante, el ultrasónico y el radiográfico. Todos estos métodos requieren que la supervisión sea efectuada por personal competente que pueda interpretar los resultados.

**Método visual:** Es el método más simple y requiere una persona competente que observe al soldador en operación mientras lleva a cabo su trabajo. Puede ser el método más rápido y económico.

**Método de las partículas magnéticas:** En este método se colocan limaduras de hierro sobre la soldadura y se sujetan a una corriente eléctrica; las configuraciones adoptadas por las limaduras indicarán la presencia de grietas a un observador experimentado. En soldaduras de varios cordones, debe examinarse cada uno de ellos para inspec-

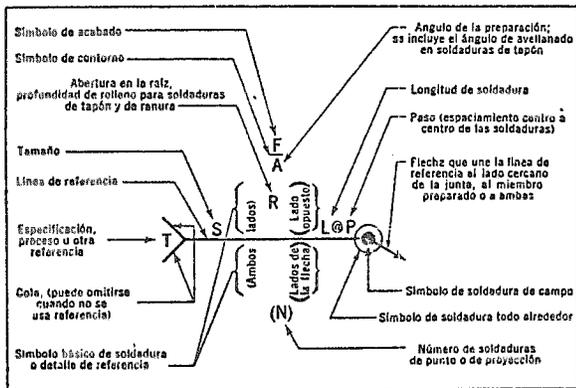
Simbolos básicos de soldadura

Tipo de soldadura									
Canto	Filete	Tapón o ranura	Preparación de las piezas						
			Rectangular	V	Bisel	U	J	Bocel doble	Bocel simple

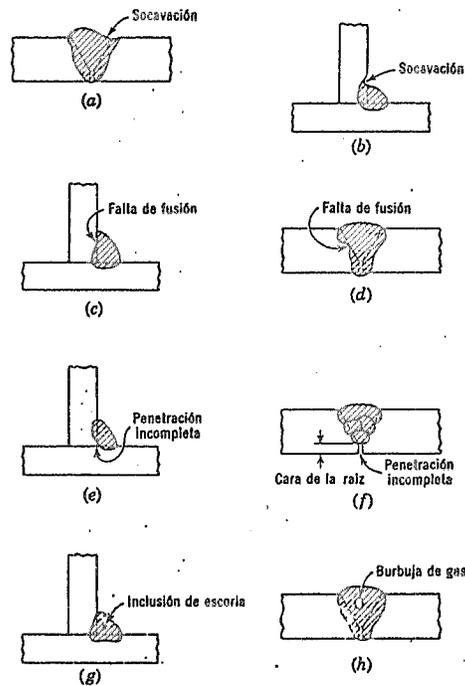
Simbolos suplementarios

Soldar todo alrededor	Soldadura de campo	Contorno	
		Al ras	Convexo

Localización estándar de los elementos de un simbolo de soldadura



Los símbolos mostrados fueron desarrollados por la Sociedad Americana de Soldadura para su incorporación a los dibujos en que se especifican soldaduras de arco o de gas. Para una instrucción más detallada sobre el uso de estos símbolos, referirse al folleto "Welding Symbols and Instructions for Their Use", publicado por la Sociedad Americana de Soldadura (AWS).



Defectos de soldaduras.

cionar adecuadamente la soldadura.

Método de la tintura penetrante: Se aplica una tintura a la superficie de la soldadura, la que penetra en las grietas que puedan existir. Se elimina el sobrante y se coloca un material absorbente sobre las soldaduras. La cantidad de tintura que brote fuera de las grietas indicará su profundidad.

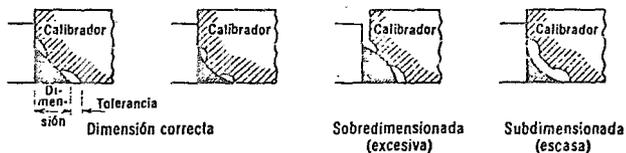
Método ultrasónico: Un desarrollo reciente en la fabricación del acero también es aplicable a la inspección de soldaduras, aunque se requiere un equipo de alto costo. En ese método se envían ondas de sonido a través del material y los defectos afectan el intervalo de tiempo de la transmisión del sonido, el cual identificará los mencionados defectos.

Método radiográfico: Este método puede emplear rayos X o rayos gamma para reproducir la figura de la soldadura sobre una película. Se aplica mejor esta técnica en las soldaduras a tope, en donde la fotografía mostrará únicamente el material de aportación. No es adaptable a soldaduras de filete, porque el metal base también se proyectará en la fotografía. El uso de esta técnica en el campo está limitado por los espacios libres requeridos pa-

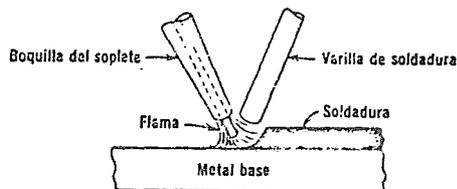
ra el equipo y la película.

Estos métodos de prueba no destructivos pueden usarse para suplementar la inspección visual o para una revisión aleatoria de los procedimientos de soldadura.

Para determinar si los tamaños y perfiles de las soldaduras son adecuados, se usan diferentes calibradores como se muestra uno típico en la siguiente figura. Los defectos internos, como la falta de fusión o de penetración, la porosidad y la inclusión de escoria, no pueden ser detectados por la observación visual de la soldadura, pero pueden detectarse por medio de radiografías.

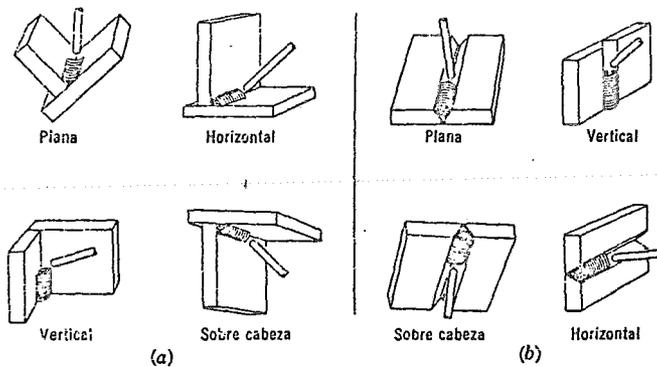


Inspección con calibradores de soldaduras.



Soldadura de gas.

Armado: Las piezas entre las que se van a colocar soldaduras de filete deben ponerse en contacto, cuando esto no sea posible, su separación no deberá exceder de 5 mm. Si la separación es de 1.5 mm. o mayor, el tamaño de la soldadura de filete se aumentará en la cantidad igual a la separación.



Posiciones para soldar: (a) soldaduras de filete, (b) soldaduras a tope.

Las partes que se vayan a soldar a tope, recomendamos que deben alinearse cuidadosamente, corrigiendo faltas en el alineamiento mayor de 3 mm. Siempre que sea posible recomendamos que las piezas por soldar se coloquen de manera tal que la soldadura se deposite en posición plana.

Al armar y unir partes de una estructura o de miembros compuestos, se seguirán los procedimientos y secuencias en la colocación de las soldaduras que eliminen distorsiones innecesarias y minimicen los esfuerzos de contracción.

Cuando sea posible evitar esfuerzos residuales altos al cerrar soldaduras en conjuntos rígidos, el cierre se hará en elementos que trabajen a compresión.

#### VII.12. Soldadura de penetración completa

El usar soldadura de penetración completa en placas de grueso no mayor de 8 mm. puede lograrse penetración completa, depositando la soldadura por ambos lados, en posición plana, dejando entre las dos una holgura no menor que la mitad del grueso de la placa más delgada y sin preparar sus bordes.

En todos los demás casos deberán biselarse los extremos de las placas entre las que va a colocarse la soldadura para permitir el acceso del electrado.

Cuando se usa placa de respaldo de material, igual al metal base, debe quedar fundido con la primera capa del

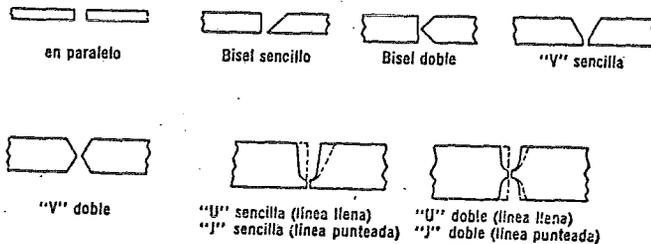
metal de aportación. Para no dañar el metal se puede quitar la placa de respaldo, tomando las precauciones necesarias.

Los extremos de las soldaduras de penetración completa, debe terminarse de una manera que asegure su sanidad; para ello deberán usarse placas de extensión, siempre que sea posible, las que se quitan después de terminar la soldadura; dejando los extremos de ésta lisos y alineados en las partes unidas.

En las soldaduras depositadas en varios pasos deberá quitarse la escoria de cada uno de ellos, antes de colocar el siguiente.

### VII.13. Conexiones de acero estructural soldadas

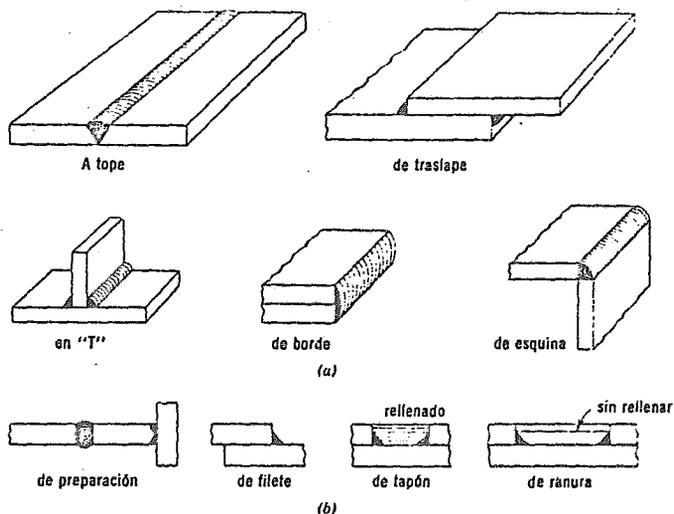
Preparación de material:



Formas de soldaduras de preparación.

Las estructuras que se vayan a soldar, recomendamos que estén libres de costras, escorias, óxido, grasa, pintura o cualquier otro material extraño, permitiendo que haya costuras de laminado resistente al cepillado vigoroso, hecho con cepillo de alambre.

Siempre que sea posible, la preparación de bordes por medio de sopletes oxiacetilénico, debe efectuarse con sopletes guiados mecánicamente.



Conexiones soldadas: (a) tipos de juntas, (b) tipos de soldaduras.

#### VII.14. Pintura

Después de inspeccionadas y aprobadas, y antes de salir del taller, todas las piezas que deban pintarse se limpiarán cepillándolas vigorosamente, a mano, con cepillo de alambre, para eliminar escamas del laminado, óxido, escoria de soldadura, basura y en general, toda la materia extraña. Los depósitos de aceite y grasas se quitarán por medio de solventes.

Las piezas que no requieran pintura de taller se deberán limpiar también, siguiendo el procedimiento mencionado en el párrafo anterior.

A menos que se especifique otra cosa, las piezas de acero que vayan a quedar cubiertas por acabados interiores del edificio o alguna otra construcción, no necesitan pintarse y las que vayan a quedar ahogadas en concreto no vayan a pintarse. Todo el material restante recibirá en el taller una mano de pintura anticorrosiva, aplicándola cuidadosamente y uniforme, sobre superficies secas y limpias, por medio de brocha, pistola de aire, rodillo o por inmersión. La superficie que sea inaccesible después del armado de las piezas deben pintarse antes.

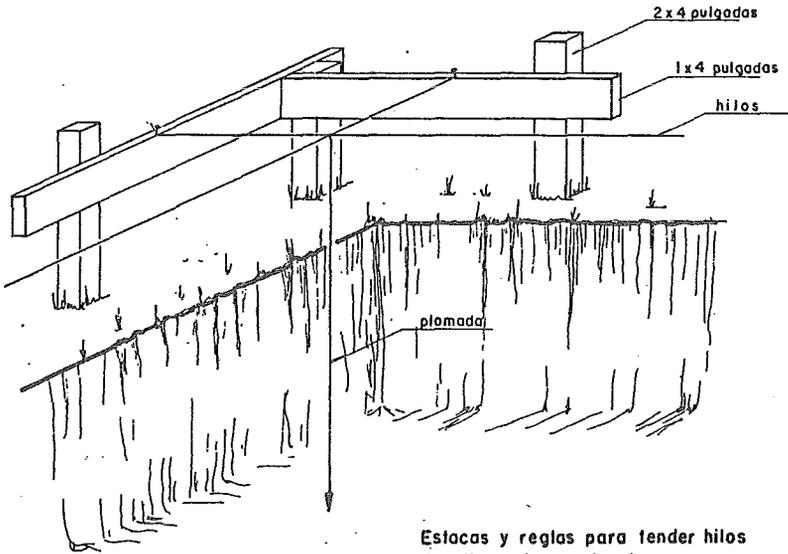
Todas las superficies que se encuentren a no menos de 5 cms. de distancia de las zonas en que se depositen soldaduras de taller o de campo deben estar libres de materiales que dificulten la obtención de soldaduras sanas o que produzcan humos perjudiciales para ellas.

Todas las partes de los elementos estructurales que estén expuestas a los agentes atmosféricos, deberán ser accesibles de tal manera que puedan limpiarse y pintarse periódicamente.

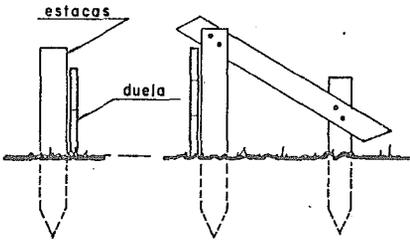
#### VIII - Cimentaciones

La cimentación de una construcción es, dentro de la obra, uno de los conceptos más importantes y propiamente depende del tipo de terreno en lo que se vaya a efectuar es decir, la resistencia que ese terreno tenga para soportar la carga o peso del edificio.

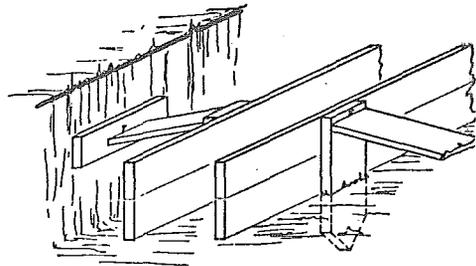
Hay cantidad de tipos de terrenos, ya sea fangosos o que tienen agua porque están en zonas donde el nivel freático es elevado, terrenos fijos por el material de que están compuestos y macizos o duros por consistencia y rocosos porque están formados de piedras macizas o compactas.



Estacas y reglas para tender hilos de alineamiento de ejes.



Apoyo de las paredes de dalas y traves de cimentación, hasta 75 cm. de peralte.



Apoyo contra las paredes de la excavación

El tipo de excavación para alojar una cimentación de una casa o edificio, depende del proyecto de la obra y de la naturaleza del terreno. Los cimientos son la parte más baja de una estructura y casi siempre están bajo tierra hasta su lecho firme. Deberán ser lo suficientemente rígidos para soportar el peso de la estructura que se apoyará en ellos.

Usualmente se construyen de concreto armado, mampostería de piedra, de bloques de concretos y de tabiques. Deben estar construidos sobre terreno firme, de tal manera que resistan el peso del edificio, sus equipos y las cargas comunes suplementarias, apoyándose en los datos y cálculos suministrados por el proyectista.

Las condiciones que se requieren para el procedimiento constructivo, son:

- 1a. Los materiales de construcción deben resistir a todos los agentes que puedan deteriorarlos, y si no fuera posible obtener materiales de esa condición, hay que darles una protección permanente.
- 2a. Ninguna parte de la cimentación debe someterse a esfuerzos superiores a sus límites de seguridad

bajo ninguna combinación de cargas y se debe preveer la posibilidad de adiciones o cambios futuros en la superestructura o en el uso que se ha de dar al inmueble.

- 3a. La carga en el firme o lecho natural, debe estar por debajo del límite de seguridad del material que lo forma en las condiciones más desfavorables a que haya de estar sometido. Este límite lo determinará, en muchos casos, el asentamiento admisible mayor que el límite de seguridad de la capacidad de resistencia.
- 4a. Es preciso proteger la estructura y el firme de la cimentación contra riesgos posibles procedentes de excavaciones próximas u otras causas.

Para llenar los requisitos reseñados, hay que adaptar el proyecto a las condiciones físicas locales. El ingeniero o arquitecto debe examinar personalmente el sitio. Es necesario procurarse toda la información posible, haciendo sondeos y pruebas para conseguir datos suficientes en qué basar el proyecto de cimentación, haciendo un estudio detallado y completo del lugar para determinar las características del firme o desplante de la cimentación en que ha de descansar la estructura.

CAPACIDADES DE CARGAS PERMISIBLES DE DIFERENTES TIPOS DE  
TERRENO PARA CIMENTACION EN (TON/M2)

Terreno Aluvial	5
Arcilla Suave	10
Arcilla Fuerte	20
Arena Húmeda	20
Arena y Arcilla Mezclada	20
Arena Fina y Seca	30
Arcilla Dura	40
Arena Gruesa Seca	40
Grava	60
Grava y Arena bien Cementadas	80
Tepetate o Pizarra	100
Roca Mediana	190
Roca bajo Cajones de Cimentación	250
Roca Dura	780

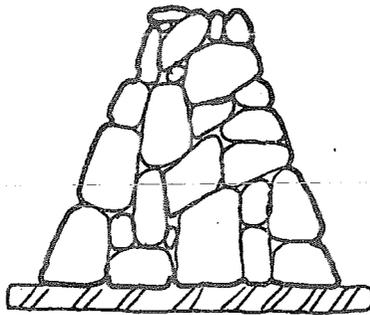
### VIII.1. Tipos de cimentaciones

Cimientos de mampostería: Los cimientos en la actualidad, se construyen pocas veces de piedra, excepto en los casos de carga ligeras. Los reglamentos señalan que los cimientos tengan por lo menos 15 cms. de aumentos a cada lado del muro y una profundidad mínima de 30 cms., independientemente de la carga de seguridad sobre el terreno. En el caso de pequeñas cargas en casas de vivienda y edificios, las cargas por unidad sobre el terreno del cimiento son frecuentemente mucho menos que la carga admisible sobre el terreno.

Los cimientos de mampostería deben construirse de piedra, cuyo tamaño sea igual al ancho del cimiento y si esto no es posible, por no tener piedras de dimensiones convenientes, se pueden usar dos piedras con su junta en la línea media, colocándose las siguientes cuatrapeadas, de tal manera que amarren entre sí todas las piedras que se vayan colocando (ver fig. )

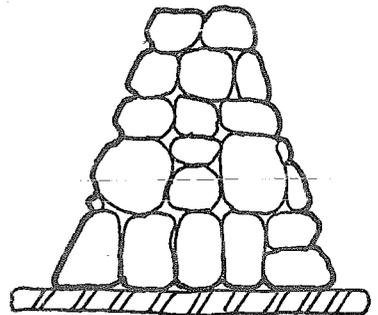
Los cimientos de mampostería deben construirse con piedras duras, fuertes y resistentes a la acción del tiempo y colocadas sobre su lecho y asentadas solidamente con mortero de cal y arena.

# CIMENTACIONES DE MAMPOSTERIA



**CORRECTA**

LAS JUNTAS VERTICALES Y  
HORIZONTALES ESTAN CUA-  
TRAPEADAS.



**INCORRECTA**

LAS JUNTAS HORIZONTALES Y  
VERTICALES COINCIDEN.

Las cimentaciones deberán construirse de acuerdo con los materiales, secciones y características marcadas en los planos estructurales correspondientes, los que deberán ajustarse a los lineamientos de diseño que se especifiquen en el proyecto.

Desplante de cimentación: El desplante de cualquier cimentación se hará a la profundidad señalada en el proyecto. Se deberán tomar todas las medidas necesarias para evitar que en la superficie de contacto de la cimentación, con el suelo, se presenten deformaciones. Las superficies de desplante tendrán las dimensiones, resistencia y características que señale el proyecto y estarán libres de cuerpos extraños o sueltos.

En el caso de elementos de cimentación de concreto reforzado, se aplicarán procedimientos que garanticen el recubrimiento mínimo del acero de refuerzo, según se indica en el proyecto o reglamentos. Cuando existan posibilidades de que el propio suelo o cualquier líquido o gas contenido en él, puedan atacar al concreto o al acero, se tomarán las medidas necesarias para evitarlo. Asimismo, en el momento del colado se evitará que el concreto se mezcle o contamine con partículas de suelo o de agua freática que pueden afectar sus características de resis-

cia o durabilidad.

#### VIII.2. Pilotes y pilas

La colocación de pilotes y pilas se sujetará al proyecto correspondiente, verificando que la capacidad de carga de cada elemento, su profundidad de desplante, número y espaciamiento, se ajusten a lo señalado en los planos estructurales.

Las juntas o conexiones entre tramos de un mismo elemento, en su caso, deberán tener la misma resistencia que las secciones que unan.

Los procedimientos para la instalación de pilotes y pilas deberán garantizar que no se ocasionen daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo. Se cumplirá, además, con los requisitos siguientes:

1. Los pilotes y conexiones deberán poder resistir los esfuerzos resultantes de las acciones de diseño de la cimentación.
2. Se verificará la verticalidad de los tramos de pilotes y, en su caso, la de las perforaciones pre-

vías al hincado. La desviación de la vertical no deberá ser mayor de  $3/100$  de la longitud del pilote para pilotes con capacidad de carga por punta superior a 30 tons. y de  $6/100$  para otros.

3. Cuando se usen pilas con ampliación de base (campana), ésta deberá tener un espesor mínimo de 15 cms. en su parte exterior y una inclinación mínima de  $60^\circ$  con la horizontal en su frontera superior.

### VIII.3. Rellenos

Los rellenos se ejecutarán empleando el material y el procedimiento que se señale en los planos respectivos y conforme a los requisitos siguientes:

Los rellenos no incluirán materiales degradables ni excesivamente compresibles y deberán compactarse de modo que sus cambios volumétricos por peso propio, por saturación y por las acciones externas a que estarán sometidos, no causan daños intolerables a las instalaciones o a las estructuras alojadas en ellos o colocadas sobre los mismos. Se controlarán las condiciones de compactación de campo, a fin de cumplir las especificaciones de diseño.

Mediante las pruebas de laboratorio, se deberá controlar que los rellenos alcancen el grado de compactación requerido en el proyecto.

Las cimentaciones tienen dos funciones primordiales a desempeñar, éstas son:

1. Distribuir las cargas al terreno para evitar fallas por corte y asentamiento excesivo, y;
2. Limitar los desplazamientos (principalmente los asentamientos diferenciales) para evitar daños a la estructura y a los elementos no estructurales.

Todas las cargas se deben transmitir al terreno, de tal manera que los asentamientos resultantes puedan ser tolerados por la estructura y ésta tenga estabilidad durante todo el período de su vida útil. La introducción de una cimentación en la masa del terreno produce un nuevo conjunto de condiciones físicas. La subsiguiente adición de cargas durante la construcción y después de ella, así como la construcción de cimentaciones en las zonas adyacentes, pueden modificar las condiciones físicas y afectar la capacidad existente de carga.

El diseño de cimentación debe de ser una combinación

de lo científico con el arte y que se elabore basándose en los registros de ejemplos felices y desafortunados. La construcción de cimentaciones es una técnica ya muy desarrollada que consiste en conservar ciertas condiciones de equilibrio desde el momento del principio de las operaciones, cuando sólo se cuenta con una capacidad mínima de carga del terreno, hasta que la obra se encuentra totalmente incorporada al terreno.

La regla general es que siempre se presentará lo imprevisto y lo inesperado, por lo que resulta indispensable planear las cosas para poder contar en cualquier instante con líneas secundarias de defensa. Invariablemente la guía para llegar a un diseño satisfactorio y a una elección adecuada de los métodos de construcción deberá ser el análisis cuidadoso de los efectos derivados de las condiciones más favorables.

#### IX - Demoliciones

Con anterioridad en la industria de la construcción, no consideraban la demolición como una práctica técnica seria, por lo cual se dejaba al alcance de cualquier persona que quisiera emprender este tipo de empresa utilizando un camión, un obrero y un marro. A pesar de que la mayo-

ría de los contratistas son gentes responsables y ansiosa de promover su industria, aún se encuentran en el medio personas ignorantes y carentes de escrúpulos.

La ignorancia es, probablemente, la falta más grave. Sin embargo, durante los últimos años el tema ha adquirido mayor importancia, principalmente la práctica de la demolición, conforme progresa la ciencia de la ingeniería, junto con los cambios del diseño estructural. Hace algunos años el contratista de demoliciones dependía casi por completo de la fuerza bruta; esto no presentaba ningún problema, debido a que la construcción de los edificios, por lo general, consistía en la colocación de un elemento encima de otro; esto es aplicable tanto a los edificios de estructura normal de marcos simples, como los de estructuras de mampostería. La demolición era un proceso bastante sencillo en el que sólo se removían los elementos en sentido inverso al de la construcción.

Sin embargo, actualmente la demolición se efectúa en las estructuras de diseño sofisticado y complejo, por lo que es necesario tomar en cuenta los principios originales de diseño. Se utilizaba y aún se utiliza, cuando es conveniente, la bola de demolición, pero no es posible hacer uso de ella indiscriminadamente en las estructuras

modernas, ni en otros métodos igualmente rudimentarios, mismos que pueden causar vibraciones y agrietamientos y por consiguiente, un colapso incontrolable.

Para proteger tanto al trabajador como al espectador, es necesario que personas calificadas establezcan una forma de control. Es muy importante que antes de evaluar el tipo o grado de control necesario, se consideren algunos problemas asociados con la demolición de estructuras modernas.

La estructura más común en la actualidad es la de marcos de concreto reforzado, misma que se emplea desde hace muchos años, aunque las estructuras modernas a base de marcos son más complejas y esbeltas. Por lo general, las estructuras de este tipo son continuas y sus componentes no pueden desconectarse fácilmente, ya sea por medios mecánicos o aprovechando un aspecto del diseño. Se deberá planear un procedimiento preciso y determinar los sitios donde se va a cortar, tomando en cuenta el efecto sobre el resto de la estructura, una vez que se haya quitado determinado elemento. La eliminación de un elemento dará como resultado una redistribución de los esfuerzos, cuya configuración tiene que entenderse, puesto que un esfuerzo demasiado grande puede causar una falla repentina.

La cantidad de refuerzo y su disposición no se pueden apreciar mediante una simple inspección, por tanto, es necesario estudiar los planos del proyecto. Aunque la disposición relativa del acero en vigas y columnas puede adivinarse, tal procedimiento no siempre da buenos resultados cuando se aplica a las losas, por lo que debe determinarse la distribución de éstas en los claros. Esto es aún más difícil cuando se trata de una losa plana, donde las trabes se incorporan dentro del peralte total del piso. Mediante una inspección es imposible determinar con precisión donde están las vigas, y cómo se diseñaron los paneles del piso para transferirles la carga.

Para tener una plena seguridad de los objetivos del diseño se tienen que examinar los cálculos originales y los planos de detalle, actividad que debe encomendarse a una persona calificada y con suficiente experiencia. Si no se dispone de los planos requeridos será necesario efectuar cortes exploratorios, a fin de descubrir el acero de refuerzo; esta operación tiene que supervisarla un ingeniero.

Muchas estructuras modernas de varios niveles, se diseñan de manera que cada nivel cubra diferentes necesidades de uso; esto sólo puede lograrse cambiando el espacio

miento en el entramado de columnas. Por ejemplo, un edificio puede contener departamentos en los niveles superiores, oficinas en los intermedios, áreas comerciales en la planta baja, y un estacionamiento en el sótano. Cada tipo de necesidad impone sus propios requisitos de planeación. Las cargas verticales y los momentos en las columnas no pueden tomarse directamente a través de la estructura; por ende, se requiere de una estructura de transición para cada cambio en el entramado de columnas. En estos niveles de transición se tienen que soportar cargas muy pesadas, sin ninguna línea directa de apoyo vertical; en virtud de ello, para transferir la carga al entramado inferior inmediato, se necesitan losas de un mayor peralte y altamente reforzadas. Estas losas presentan problemas especiales durante su demolición, y requieren de un muy particular cuidado. El concreto puede fragmentarse con taladro o insertando pequeñas cargas de explosivos controladas; pero el mayor obstáculo es la gran cantidad de acero de refuerzo, que tiene que cortarse varilla por varilla, lo que constituye un proceso largo y tedioso. Si una losa se debilita en un punto inadecuado, puede ocurrir el colapso de la misma. Por tal motivo, antes de realizar cualquier evaluación tienen que estudiarse a fondo los cálculos y planos de detalle, para después preparar un esquema.

También se debe considerar si en el diseño los pán-eles de muro se tomaron en cuenta para complementar el már-co. Conviene advertir que mientras mayores esfuerzos se hacen por obtener estructuras más económicas, más se adop-tan los muros de bloques, de tabique, o a base-pán-eles, y aparecen en la planeación en posiciones permanentes, cono-cidas y se utilizan como elementos rigidizantes. Mediante el solo hecho de inspeccionar una construcción no es posi-ble comprender la función estructural de los muros y sería un grave error quitarlos sin estar seguro de las posibles consecuencias.

Las estructuras a base de elementos prefabricados, presentan otro problema, que a primera vista no existe, debido a que, en su forma más sencilla, estas estructuras parecen estar construídas colocando un elemento sobre otro. Sin embargo, la clave del diseño de los elementos de concreto prefabricados, reside en las conexiones, las cuales están diseñadas de forma tal que el edificio se comporte como una estructura continua. Es decir, la co-nexión es la unión que permite a las unidades transferir los esfuerzos de un elemento a otro, y permite a éstos apoyarse el uno al otro.

A menudo los sistemas de conexión son muy complica-

dos y no es fácil separar las unidades sin conocer el método de construcción empleado. Si se rompe una conexión y no se toma en consideración tal circunstancia, se elimina un vital eslabón del conjunto, dejando a la estructura en un estado peligroso.

Aparte de estos problemas técnicos, también se pueden encontrar problemas prácticos al remover unidades grandes y pesadas. Para la construcción de edificios de varios niveles se emplean enormes torres-grúa; a menudo la capacidad de la grúa determina el diseño de las unidades estructurales. Si se considera que estas unidades por lo general pesan entre 12 y 15 toneladas cada una, es fácil comprender que cualquier plan de demolición debe elaborarse con base en el empleo de un equipo semejante, mediante el cual puedan manejarse elementos de gran peso. Es necesario contar con recursos financieros suficientes para conseguir y operar las torres-grúas; asimismo, se requiere de operadores diestros. Se puede notar lo importante que es observar una buena disciplina durante el proceso de demolición.

Probablemente el material más difícil de demoler es el concreto presforzado, porque ambos presentan el mismo aspecto externo. También es muy difícil determinar, por

medio de la inspección, qué clase de presfuerzo se utilizó. Por esto, antes de emitir un juicio deben consultarse los detalles del diseño.

Los miembros de concreto presforzado tienen el potencial de una bomba altamente explosiva, cualquier trabajo para demolerlos tiene que efectuarse con precaución. La energía contenida en ellos podría liberarse instantáneamente si se cortara un tendón no adherido, lo que provocaría un verdadero desastre. Por otra parte, una viga postensada por etapas (por ejemplo: la aplicación de carga durante la construcción, inyección de lechada a los tendones) cuando se le aplica la carga final, puede representar un peligro si se le quita la carga sin soltar los tendones, uno por uno, al tiempo que se reduce la carga progresivamente. Es imperativo que únicamente personas altamente calificadas preparen los planes para la demolición, autoricen el trabajo y lo supervisen.

Otro tipo de estructura que se encuentra actualmente, es la estructura compuesta, en la cual se combinan diferentes materiales para aprovechar sus respectivas propiedades de resistencia, o para facilitar algún aspecto de la construcción in situ. Existen muchas variantes, en las que se combinan viguetas de acero con el concreto in situ,

vigas y losas de concreto prefabricado para pisos, mismas que pueden ser reforzadas o presforzadas y utilizarse como cimbras, a las cuales se adhiere la capa final del concreto in situ, mediante conectores de acero. Cuando se trabaja con esta clase de estructura debe recordarse que cada unidad básica no es lo suficientemente fuerte para sostenerse por sí misma; por consiguiente, antes de llevar a cabo cualquier demolición, puede ser necesario instalar apoyos provisionales. Primero que todo se debe saber que se está trabajando con un diseño compuesto, cuya demolición, requerirá de una cuidadosa inspección previa efectuada por un experto, o bien, de un estudio serio de los planos.

También se deberá considerar la demolición de aquellas que se localizan bajo el nivel del suelo, es decir, estructuras de sótanos.

Actualmente es normal construir sótanos con una profundidad de, por ejemplo, 18 mts.; en tal caso, los muros de contención deben construirse lo más delgados posible, a fin de proporcionar un máximo de espacio. Habitualmente esto se logra diseñándolos de manera que cada entrepiso de la estructura les proporcione soporte horizontal. De esto se deduce que no es posible eliminar dichos entre-

pisos sin que los muros, y la tierra que éstos retienen, se colapsen. Supuestamente se puede eliminar una estructura interna para reemplazarla con otra, pero mientras tanto se tendrían que colocar soportes provisionales.

#### X - Tolerancias

"La definición de la exactitud para realizar un elemento de construcción o una obra (ideal prácticamente inalcanzable) implica en resumen, la definición de la inexactitud admisible en cada operación. Los límites aceptables de esta imprecisión, comúnmente se denominan tolerancias."<sup>1</sup>

La noción de tolerancias es a menudo causa de discusiones entre el constructor y el supervisor de obra tiende a exigir la perfección; sin embargo, a medida que una determinada obra requiere de mayor precisión, más cara resulta su realización, puesto que será necesario contar con mano de obra más calificada y con materiales cuidadosamente seleccionados.

Las causas de imprecisión en las dimensiones de una obra son múltiples. Pues no es posible tener en cuenta las desviaciones del diseño, las de construcción, la de materiales utilizados o la de las compensaciones en la

---

1) Normas NF. POI-IOI

obra (sin mencionar las inexactitudes causadas por los instrumentos de medición). Resulta obvio aclarar que las tolerancias no deben perjudicar la estabilidad de la obra. A continuación se hablará exclusivamente de los casos comunes; cuando se trate de casos particulares será conveniente revisar el reglamento de referencia. No se mencionarán las tolerancias de los materiales o de los productos, sino únicamente las de las obras. Este tema está limitado a los niveles de tolerancias en obra negra.

#### X.1. Excavaciones

El D.T.U., No. 12, de junio de 1964. Manual de costos aplicables a los trabajos de excavación para edificios determina las tolerancias de colación y de nivel en una excavación. Asimismo, distingue los casos de terreno rocoso y no rocoso.

1.a. Excavación en terreno no rocoso sobre profundidades en el fondo de la excavación, en relación con los niveles fijos:

$$0 \leq E \leq +5\text{cms.}$$

1.b. Excavación en terreno rocoso. No se admite nin-

guna saliente en relación a los niveles prescritos. Se admiten sobreprofundidades locales de 10 cms. en caso de que las rocas hayan sido trituradas con pico (roca d), en el caso de rocas duras (roca c), y en el de rocas que, por su naturaleza requieran el uso de explosivos; y este uso haya sido prohibido por el supervisor de la obra (roca g):

$$0 \leq E \leq +10\text{cms.}$$

Se aceptan sobre profundidades locales de 20 cms. en el caso de rocas muy duras, que requieran el empleo de marro y cuña (roca f).

De todas maneras, cualquiera que sea la roca presente en el fondo de la excavación, nunca deberá soportar directamente la mampostería. Se admite una tolerancia de 20 cms. para sobreprofundidad local, a condición de que se rellene; esto último, con objeto de proveer una base plana:

$$0 \leq E \leq +20 \text{ cms.}$$

## X.2. Cimentaciones

X.2.1. Cimentaciones superficiales: Entre las pres-

cripciones de tolerancia del manual de costos D.T.U. No. 13-1 de febrero de 1968, "Trabajos de cimentaciones superficiales", se encuentra lo siguiente: "El nivel de enrase del concreto es el previsto en el proyecto para la base de las zapatas o largueros. El espesor de ese lecho no debe ser inferior a 4 cms."

Si las paredes presentan suficiente cohesión, las zapatas se cuelan durante la excavación. Las tolerancias dimensionales son, por tanto, iguales que las de la excavación. Tolerancia sobre enrase superior de cimentación:

$$-1\text{cms.} \leq E \leq +3\text{cms.}$$

Tolerancia de colocación de las cimbras:

$$0 \leq E \leq +5\text{cms.}$$

X.2.2. Cimentaciones profundas: Para la tolerancia de éstas se deben respetar las de los documentos de mercado para pilotes.

Casos generales: La tolerancia sobre el eje de los pilotes es de 15 cms. en diferencia puntual (es decir, en todas direcciones):

$$-15\text{cms} \leq E \leq +15\text{cms.}$$

En inclinación, 5% (distancia de la punta a su posición teórica inferior a 5 cms. de la longitud útil del pilote):

$$\frac{-5L}{100} \leq E \leq \frac{+5L}{100}$$

Caso particular de pilotes circulares de concreto no reforzado. La tolerancia sobre el eje de los pilotes es de 1/8 del diámetro:

$$-\frac{\emptyset}{8} \leq E \leq \frac{+\emptyset}{8}$$

En inclinación debe ser inferior del 3% para un pilote aislado e inferior a 2% si más de tres pilotes de un mismo grupo se encuentran inclinados en la misma dirección:

### X.3. Muros de concreto

Tolerancias para las dimensiones principales: Para la dimensión línea db expresada en cms. es igual a:

$$\frac{1}{4} \sqrt[3]{db}$$

Tolerancia para la colocación de muros sobre puestos no debe exceder de 1/15 del espesor del muro menor grueso o de un máximo de 3 cms. (medida horizontal entre la marca de los planos axiales).

Tolerancia de verticalidad no debe exceder de 1/15 del espesor de éste, con un máximo de 0.5cms. por metro de altura entre los pisos.

#### X.4. Huecos y aberturas

Huecos para ventanas y portaventanas. Para longitudes y alturas superiores a 1.50 mts.:

$$-1\text{cms.} \leq E \leq +1\text{cms.}$$

Para longitudes y alturas inferiores a 1.50 mts.:

$$-0.5 \text{ cms.} \leq E \leq +0.5 \text{ cms.}$$

Huecos para puertas con batiente. Para alturas:

$$-1\text{cms.} \leq E \leq +1\text{cms.}$$

Para longitudes:

$$-0.5\text{cms.} \leq E \leq +0.5\text{mts.}$$

#### X.5. Tolerancias en colocación y dimensiones

- En posición de ejes de columnas: 1.0cms.
- En posición de trabes con respecto a columnas:  
0.5cms.
- Dimensiones de la sección o peralte de los miembros: 1.0cms.
- En desplome de columnas o de su refuerzo: 0.6cms.  
entre dos pisos consecutivos.
- Distancia vertical entre losas: 3.0cms.
- Inclinación de la losa: 1%.
- En espesores de firmes: 0.5cms.
- En niveles de losas: 0.5cms.
- En colocación en refuerzo en losas y zapatas: 0.2  
cms., verticalmente, y; 3.0cms. horizontalmente,  
respetándose el número de varillas por metro.
- En área transversal del acero de refuerzo: -3%
- En longitudes de bastones, corte de varillas, traslapes y dimensiones de ganchos: -1.0cms.
- En localización de dobles de columpios: 2.0cms.
- En las dimensiones y localización de vanos para puer-

tas y ventanas: 1.0cms.

En el recubrimiento especificado. No hay tolerancia en reducción del recubrimiento en el extremo de los miembros.

# CAPITULO V

## *Conclusiones .*

## C O N C L U S I O N E S

Los objetivos primordiales de la supervisión en las obras, son los de garantizar que éstas tengan funcionalidad y la calidad requerida con un costo y tiempo mínimo.

Sus principales funciones son prevenir, planear, organizar, dirigir y controlar todos los procesos y elementos de la obra, con el fin de evitar fallas; y en el caso que existieran, corregirlas y al mismo tiempo dar instrucciones para que no se vuelvan a presentar.

Las actividades de la supervisión no empiezan con la ejecución de la obra, previo a la ejecución de ésta, el supervisor debe conocer a fondo el proyecto para planear, organizar y poder iniciar la construcción dentro de los objetivos fijados.

Durante toda la ejecución de la obra el supervisor controlará la calidad, el tiempo y costo de la misma, con el fin de obtener los objetivos fijados.

En realidad, se le ha dado poca importancia a la supervisión porque no la enfocan como tal; de existir la especialización en supervisión, los costos se reducirían y fomentarían mayor calidad de la obra.

El supervisor debe tener carácter y personalidad para infundir respeto, logrando simultáneamente, simpatía y confianza de las personas que trata en la obra. El trato con sus subordinados deberá ser el mismo que use con su superior aunque él sea el supervisor, deberá respetar opiniones que en algún momento puedan satisfacer algún problema que se suscite en alguna etapa de la obra.

Es necesario que el supervisor goce de suficiente experiencia práctica e integridad moral, lo que le permitirá conocer y entender los problemas de la obra que se le asigne.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Primer Curso de Actualización para Supervisores de Obras Hidráulicas Urbanas. Centro de Educación Continua. Direcciones de Estudios Superiores. UNAM, Febrero, 1979.
- 2.- GARCIA Bernardini, Jorge. Supervisión de Obras de Concreto. IMCIC, 1977.
- 3.- Especificaciones Generales de Construcción del INFONAVIT.
- 4.- Especificaciones de Bufete Industrial.
- 5.- Reglamento de Construcciones del D.D.F.
- 6.- Especificaciones de la S.A.R.H.
- 7.- Especificaciones Generales de Construcción de la S.A.H.O.P.
- 8.- Especificaciones Generales para Construcción de Obras. PEMEX. Norma 3-222-02. México, 1976.
- 9.- FELD, Jacob. Fallas Técnicas en la Construcción, Ed. Limusa, 1978.
- 10.- Prácticas Recomendables para Construcción de Pavimentos y Bases de Concreto. (ACI-316-74), IMCYC/12, julio, 1975.
- 11.- BRESLER, Boris. Diseño de Estructuras de Acero. Ed. Limusa, 1976.
- 12.- Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado. (ACI-318-71), IMCYC, Enero, 1978.
- 13.- Construcción I, Materiales. Facultad de Ingeniería, UNAM, Abril, 1974.
- 14.- GUILLEN Morales, Alfonso A. Construcción del Camino Xochimilco-Oaxtepec. Tesis profesional, México, 1975.
- 15.- HARTLAN, R. A., Técnicas de Demolición del Concreto, Revista IMCYC, No. 104, México, D. F., 1979
- 16.- PARKER, Harry, Diseño Simplificado de Concreto Reforzado, Ed. Limusa, 1977.

- 17.- GONZALEZ Cuevas, Oscar M., et al. Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado. Ed. Limusa, 1975.
- 18.- PEURIFOY, R. L. Métodos, Planeamientos y Equipo de Construcción. Ed. Diana, 1975.
- 19.- Manual de la Fundidora Monterrey, 1975.
- 20.- JUAREZ Badillo, Eulalio, y Alfonso Rico Rodríguez, Mecánica de Suelos, Tomo II, Ed. Limusa, 1976.
- 21.- Cartilla de Saneamiento. Secretaría de Salubridad y Asistencia, 1971.