

01146



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**CIMENTACIONES DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN SERIE,  
EN LA ZONA DE VALLE DE LA CIUDAD DE CULIACÁN, SIN.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA**

**( C O N S T R U C C I Ó N )**

P R E S E N T A:

**ING. TEODORO BERNAL SALASAR**

**DIRECTOR DE TESIS: M.I. JAIME ANTONIO MARTÍNEZ MIER**



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F.,

AGOSTO DE 2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi profundo aprecio y gratitud por el apoyo que me brindaron las Instituciones Educativas y todas aquellas personas para el desarrollo del presente trabajo, ya que con sus valiosas aportaciones por extensas o muy pequeñas que hallan sido, permitieron con su significativa contribución hacer posible la realización de este proyecto de Tesis:

A las Facultades de Arquitectura e Ingeniería de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) a través de sus consejos técnicos, por darme su aval para realizar los estudios de maestría, lo que permite prepararme académicamente mejor.

A la universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) a través de las autoridades administrativas, por los apoyos económicos brindados y por hacer las gestiones pertinentes ante el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) para obtener la beca económica, la cual me permitió solventar los gastos realizados en esta investigación.

A la Universidad Nacional Autónoma de México a través del Dr. Jorge Abraham Díaz Rodríguez, por darme la oportunidad de estudiar este Posgrado en Ingeniería (Construcción).

Al M. I. Jaime Antonio Martínez Mier profesor y asesor del Área de Titulación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de México, por su disposición, paciencia, sensibilidad y dedicación para transmitirme sus conocimientos en las fases del proceso de revisiones y asesorías para la concreción y ejecución final de la tesis.

A los profesores de la maestría como el Dr. Jesús Hugo Meza Puesto, M. I. Salvador Díaz Díaz, Ing. Carlos Suárez Salazar, M. C. Juan Luis Cottier Caviedes, Ing. Alfonso Mauricio Elizondo Ramírez y el M. I. Fernando Favela Lozoya. Por la transmisión de sus conocimientos en campo de la construcción y por su desempeño académico mostrado en las aulas.

A los profesores adjuntos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Sinaloa, campus Mazatlán como el Ing. Miguel Morales Acosta, M. C. Mario Morales Acosta, M. C. Lina Morales Acosta, Dr. Jorge Aviña del Águila, Dr. Dante Arturo Gonzáles Salas, M. I. Jesús Lizárraga y el M. I. Juan de Dios Cueto Díaz. Por la atención brindada en sus asesorías académicas de esta maestría.

A mi familia por su comprensión y apoyo moral, los cuales fueron significantes para lograr desarrollar y concretar el presente trabajo.

A todos ellos mi agradecimiento por su paciencia, capacidad, eficacia y dedicación, los cuales fueron factores determinantes que me alentaron a proseguir hasta el final en esta investigación, ya que sin su colaboración no hubiera sido posible la realización de esta obra.

**DEDICATORIAS**

**A Dios**

Por que creo en ti

**A mis Padres (+)**

Pilares Fundamentales de mi Existencia

Gracias por darme la Vida

**A mi esposa María Verónica**

Sin tu apoyo y constante aliento

a lo largo de los difíciles momentos vividos

la producción del presente Volumen, no se hubiera realizado nunca

**A mis hijos: Paola, Marbella y Ángel Teodoro**

Motivo primordial para seguir adelante....

## ÍNDICE

	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.	<b>ANTECEDENTES</b> .....	3
	Referencias.....	5
2.	<b>ASPECTOS GENERALES</b> .....	6
	Referencias.....	9
3.	<b>PRÁCTICA ACTUAL</b> .....	10
	3.1 Estudios.....	10
	3.2 Proyecto.....	11
	3.3 Técnica constructiva.....	12
	3.4 Legislación.....	13
	Referencias.....	15
4.	<b>PROPUESTA</b> .....	16
	4.1 Especificaciones.....	17
	4.2 Estudios.....	19
	4.2.1 Estudios topográficos.....	19
	4.2.2 Estudios geotécnicos.....	19
	4.2.3 Estudios hidráulicos e hidrológicos.....	21
	4.2.4 Estudios impacto ambiental.....	22
	4.2.5 Estudios económicos.....	23
	4.2.6 Otros estudios.....	24
	4.3 Proyecto.....	27
	4.3.1 Administración del proyecto.....	27
	4.3.2 Características de un proyecto.....	28
	4.3.3 Funciones de la administración de proyectos.....	28
	4.3.4 Secuencia del proyecto.....	29
	4.3.5 Revisión estructural del proyecto de cimentación.....	30
	4.4 Materiales, mano de obra y equipo.....	31
	4.4.1 Materiales.....	31
	4.4.2 Mano de obra.....	31
	4.4.3 Equipo.....	32
	4.5 Construcción de cimentaciones.....	33

4.5.1	Cimentación de concreto simple .....	35
4.5.2	Cimentación de concreto ciclópeo .....	36
4.5.3	Cimentación de mampostería.....	37
4.5.4	Cimentación de concreto reforzado.....	39
4.5.4.1	Aspectos fundamentales del concreto hidráulico para uso estructural... ..	40
4.5.4.2	Zapatas aisladas .....	47
4.5.4.3	Zapatas corridas.....	48
4.5.4.4	Losas de cimentación .....	48
4.6	Mejoramiento del terreno de cimentación .....	49
4.7	Gestión de la calidad.....	50
4.7.1	Aseguramiento de la calidad.....	51
4.7.2	Control de calidad .....	52
4.7.3	Certificación de la calidad .....	56
4.8	Conservación.....	56
	Referencias .....	58
5.	<b>REVISIÓN DE COSTOS</b> .....	60
5.1	Costo de estudios.....	64
5.1.1	Costo de estudios topográficos .....	64
5.1.2	Costo de estudios geotécnicos .....	69
5.2	Costo directos de construcción.....	71
5.2.1	Costo de materiales .....	72
5.2.2	Costo de equipo.....	74
5.2.3	Costo de mano de obra .....	76
5.2.4	Costos básicos.....	81
5.2.5	Costos Horarios.....	83
5.2.6	Costos finales .....	85
5.2.7	Presupuesto a costo directo.....	86
5.2.8	Estimación de tiempos en la construcción.....	88
5.3	Costos indirectos de construcción .....	89
	Referencias .....	91
6.	<b>CASO HISTÓRICO</b> .....	92
6.1	Localización .....	92
6.2	Estudios.....	92

---

6.3	Construcciones cercanas .....	94
6.4	Factores ambientales .....	94
6.5	Factores demográficos .....	94
6.6	Factores socio-políticos y económicos .....	95
6.7	Cimentación .....	95
6.8	Materiales y sistema constructivo .....	96
6.9	Resultados de la encuesta .....	96
6.10	Estado actual de las casas .....	101
	Referencias .....	102
7.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	103
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	108
	<b>FIGURAS</b> .....	112
	<b>INFORME FOTOGRÁFICO</b> .....	113
	<b>ANEXOS</b> .....	114



## INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional es un factor determinante en el desarrollo de nuevos conjuntos habitacionales de la Ciudad de Culiacán, Sin., en particular en la llamada Zona de Valle.

La presente tesis tiene por objetivos revisar y analizar los tipos de cimentación y prácticas de construcción usados actualmente en viviendas en esa zona, y proponer un procedimiento sistematizado para la realización de los estudios, proyecto y construcción de esas cimentaciones, incluyendo aspectos relativos a costos.

Aunque las cimentaciones que actualmente se construyen para viviendas masivas en Culiacán son mejores que las de hace unos años y persisten grandes deficiencias en estudios inadecuados o carencia de ellos, diseño estructural y procedimientos de construcción.

Esta tesis trata de cimentaciones superficiales, en particular de viviendas construidas masivamente en la zona de estudio, falta investigar sobre cimentaciones de viviendas en otras zonas de la Ciudad como en las Zonas de Río y Lomas.

Se parte de la siguiente hipótesis: Las fallas que se presentan en las estructuras de las viviendas se deben principalmente a ineficientes estudios previos, negligencias en la administración del proyecto, procedimientos constructivos inadecuados, deficiente gestión de la calidad y a falta de conservación del inmueble.

En el primer capítulo de esta tesis se tratan los antecedentes del tema.

El capítulo dos trata los aspectos generales de cimentaciones, incluyendo definiciones relacionadas con el tema.

El capítulo tres analiza la práctica actual de la construcción de cimentaciones de viviendas construidas masivamente en Culiacán, Sin.

La propuesta de construcción de cimentaciones para las viviendas construidas en serie, en la llamada Zona de Valle de Culiacán, se desarrolla en el capítulo cuatro.

El capítulo cinco se refiere a la revisión y estimación de costos.

Como ejemplo, y para visualizar algunas de los aspectos planteados en esta tesis, en el capítulo seis se presenta el caso de una unidad habitacional.

Finalmente el capítulo siete contiene las conclusiones de la tesis.

## 1. ANTECEDENTES

Los aspectos que se describen en este capítulo son importantes para proyectos de construcción de vivienda y el objetivo es establecer los conceptos más relevantes para ellos.

El Estado de Sinaloa está ubicado geográficamente en la región Noroeste de la República Mexicana, y tiene como capital a la Ciudad de Culiacán. En este lugar se asentaron los primeros grupos humanos de la región, a orillas de los ríos Humaya y Tamazula.

La Ciudad de Culiacán se sitúa en la Subprovincia Fisiográfica de las Etribaciones de Piamonte, perteneciente a la Provincia de las Serranías Sepultadas. En este lugar predominan rocas ígneas extrusivas como andesitas y riolitas, e intrusivas como el granito (Ref.1).

Desde el punto de vista topográfico la Ciudad puede dividirse en tres zonas: a) zona de río, b) zona de valle y c) zona de lomas. Estas zonas han sido caracterizadas geotécnicamente en el estudio efectuado por la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), a través de la Sección de Geotecnia de la Facultad de Ingeniería en Culiacán (Ref. 2).

De acuerdo con los estudios geotécnicos realizados en la Zona de Valle, el subsuelo está constituido principalmente por arcillas del grupo CH y CL del Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (SUCS).

Según carta de Regionalización Sísmica de la República Mexicana, propuesta por la Comisión Federal de Electricidad, Culiacán está ubicado en la zona B, con coeficientes sísmicos,  $c^*$ , de 0.16, 0.20 y 0.24 respectivamente, para los tipos de suelos I, II y III (Ref. 3).

---

\* Cociente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la edificación por efecto del sismo, entre el peso de ésta sobre dicho nivel.

De acuerdo a la Regionalización Eólica de la Republica Mexicana Culiacán se encuentra ubicado en Zona Costera (faja de 150 km de ancho a lo largo de cada costa). Para tal zona y en un periodo de recurrencia de 100 años, la Velocidad Regional ( $VR^{\circledast}$ ) es de 170 km/hr (Ref. 3).

El clima es semiseco y cálido. Las precipitaciones más frecuentes ocurren en los meses de julio, agosto y septiembre con promedios, en milímetros (mm), de 181.20, 192.90 y 179.90 respectivamente. Las temperaturas más elevadas se presentan en los meses de mayo a octubre con promedios, en grados centígrados ( $^{\circ}C$ ), de 27.50, 30.30, 30.40, 29.90, 29.60 y 28.70 respectivamente. Ambos fenómenos ocurridos en el periodo de 1995-2003 (Ref. 4).

Culiacán ha tenido un gran crecimiento demográfico en los últimos años, por lo que existe gran demanda de vivienda. Debido a lo anterior muchas empresas han estado construyendo unidades habitacionales o casas en serie de uno y dos niveles. Las construcciones son principalmente de tabique rojo recocido o block de mortero-cemento-arena en sus muros, y de concreto reforzado en cimentación, losas, castillos y dalas.

En ocasiones se utilizan materiales ligeros en muros y techos, como el panel W (Figs. 1.1 y 1.2). Este panel está formado por una estructura tridimensional electrosoldada de alambre de acero pulido o galvanizado, de alta resistencia, que lleva al centro un alma de espuma de poliuretano o poliestireno expandido (Ref.5).

Este tipo de vivienda se obtienen, a través de créditos otorgados por entidades financieras como los bancos o bien, por medio de organismos del gobierno como el Instituto de Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) o del Fondo de Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE).

---

<sup>⊙</sup> Es la velocidad máxima probable en una zona o región determinada para cierto periodo de recurrencia.

## REFERENCIAS

1. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos. 1974. VII Reunión de Mecánica de Suelos. Tomo I. Guadalajara 74: El Noroeste. Edit./Secretaría de Recursos Hidráulicos. México. pág. 412.
2. Facultad de Ingeniería. 2000. Zonificación Geotécnica de la Ciudad de Culiacán. Publicación interna: Edit./UAS. Culiacán, Sin., Méx.
3. Comisión Federal de Electricidad. 1970. Manual de Diseño de Obras Civiles. Edit./CFE. DF, México. Págs. 195 y 247.
4. Facultad de Biología. 2004. Estación Meteorológica. Edit./UAS. Culiacán, Sin., Méx.
5. [www.asbestos.com.mx/paneles.html](http://www.asbestos.com.mx/paneles.html), fecha de consulta: 25 de octubre del 2003. Culiacán, Sin., Méx.

## 2. ASPECTOS GENERALES

Para la mejor comprensión de esta tesis, en este capítulo se presenta una clasificación de cimentaciones, se definen los tipos de cimentación existentes, se proporciona una explicación de los adelantos tecnológicos para el diseño y construcción de cimientos. El objetivo es clasificar y definir los cimientos usados en vivienda.

Se entiende por **cimentación** al o los elementos que soportan el peso de una edificación y transmiten al suelo en que se encuentran desplantadas las cargas correspondientes, en forma estable y segura (Ref. 1).

En la antigüedad no se contaba con los medios y procedimientos estandarizados para identificar o clasificar a los suelos, ni con tecnología para estimar sus propiedades mecánicas, que a su vez permitieran determinar la capacidad de carga de éste y diseñar estructuralmente la cimentación. Las cimentaciones se construían intuitivamente, con ayuda de los conocimientos empíricos adquiridos a través de experiencias previas.

Las teorías de capacidad de carga, desarrolladas a partir de 1920, junto con el creciente conocimiento de los suelos y de sus propiedades mecánicas, y del análisis y diseño estructural, permitieron el desarrollo de una metodología de proyecto y construcción de cimentaciones más racional y avanzada (Ref. 2).

En la actualidad se cuenta con métodos geotécnicos y estructurales que permiten a los ingenieros estudiar, diseñar y construir cimentaciones, apoyándose además en reglamentos de construcción vigentes.

Las cimentaciones de toda obra de ingeniería, pueden diseñarse y construirse de varias maneras, desplantarse a profundidades diferentes y utilizarse materiales naturales del lugar o existentes en el mercado, todo ello fundamentado en las características del subsuelo del lugar,

las cargas actuantes, el costo, tiempo de construcción y desde luego al destino o uso de la edificación.

En general las cimentaciones pueden clasificarse en someras y profundas (Ref. 2), aunque no existe un límite preciso en la profundidad de desplante para separar un tipo de cimentación de otra. A su vez, las cimentaciones someras pueden ser zapatas aisladas o corridas y losas de cimentación. El tipo de cimentación más usual en vivienda es superficial, aunque se han usado cimentaciones profundas cuando las características del proyecto o del subsuelo obligan a ello.

En Culiacán hasta hace algunos años se diseñaban y construían viviendas cimentadas en zapatas de mampostería o de concreto ciclópeo. Actualmente, la cimentación más empleada es la losa continua o “plataforma de cimentación”, que trabaja como un sistema de piso invertido.

El **concreto ciclópeo** es fundamentalmente un concreto simple al que se le incorporan piedras irregulares de 5 cm a 35 cm (2” a 14”), colocadas uniformemente en aquel y separadas unas de otras para que penetre el concreto entre ellas. La construcción de cimientos de concreto ciclópeo se realiza en una zanja previamente excavada e inicia colocando una capa de concreto de 5 a 10 cm de espesor para que las piedras no queden asentadas directamente en el suelo. Enseguida se cuela otra capa de concreto que se va compactando con auxilio de una varilla de 1.6 cm (5/8”) o una barra (Ref. 3). Se repite la colocación de piedras y concreto hasta alcanzar el nivel de enrase de la cimentación (Fig. 2.1).

La **mampostería** es un elemento constructivo y/o decorativo, constituido por piedra acomodada con el cuatrapeo necesario, o bien unida con algún aglutinante (Fig. 2.2). Las mamposterías pueden ser secas o cementadas para mayor resistencia (Ref. 1). Las zapatas de mampostería ordinaria se construyen con piedras de todos tamaños, unidos con mortero.

Las cimentaciones de **concreto simple** (Fig. 2.3) no tienen refuerzo estructural; el armado de acero a tensión se suprime, aunque se coloca un poco para resistir efectos de temperatura. Los cimientos pueden ser cuadrados, piramidales o escalonados (Ref. 1).

Las **zapatas aisladas** son elementos estructurales, generalmente de concreto reforzado, de forma cuadrada o rectangular, que se construyen bajo columnas para transmitir las cargas de éstas al terreno en una mayor área y con una presión apropiada (Ref. 2).

Las **zapatas corridas** son elementos análogos a los anteriores, en los que la longitud supera en mucho al ancho. Soportan varias columnas o un muro, y pueden ser de concreto reforzado o de mampostería. La zapata corrida es una forma evolucionada de la zapata aislada; se usa también cuando el suelo ofrece menor resistencia y obliga al empleo de mayores áreas de repartición (Ref. 2).

La **losa de cimentación** se construye de concreto reforzado y se utiliza cuando la presión de contacto admisible del terreno es baja o las cargas altas. La losa de cimentación es un elemento estructural en forma de placa, con contratrabes perimetrales, construida en el lugar, aunque pueden prefabricarse fuera de la obra. Algunos ingenieros consideran a este tipo de cimentación como una zapata combinada, ya que sobre ella actúan cargas transmitidas por columnas así como cargas transmitidas por medio de muros.

Existen varios tipos de losas de cimentación (Ref. 4); las más comunes son:

1. Losa plana. Tiene espesor uniforme (Fig. 2.4).
2. Placa plana. Cuenta con mayor peralte bajo las columnas (Fig. 2.5).
3. Losa con trabes. Las trabes se colocan en ambas direcciones y las columnas en la intersección de ellas (Fig. 2.6).



## REFERENCIAS

1. Universidad Lasalle. 1993. *Materiales y Procedimientos de Construcción*. Tomo I. Edit. Diana. DF, México. Págs. 51, 53 y 59.
2. RICO RODRÍGUEZ, Alfonso y JUÁREZ BADILLO, Eulalio. 2002. *Mecánica de Suelos*. Tomo II. Edit. Limusa. DF, México. Págs. 402, 401 y 403.
3. [www.volcanes.com/construcción/cimentaciónydesague.htm](http://www.volcanes.com/construcción/cimentaciónydesague.htm). fecha de consulta: 28 de octubre de 2003. Culiacán, Sin., Méx.
4. BRAJA M., Das. 2001. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. Internacional Thomson Editores. DF, México. pág. 297.

### 3. PRÁCTICA ACTUAL

La Dirección de Obras Públicas del Ayuntamiento de Culiacán, el Colegio de Ingenieros Civiles, la Cámara de la Industria de la Construcción y las empresas constructoras no se han puesto de acuerdo para controlar aspectos importantes relacionados con la construcción de viviendas, como es lo que se refiere a legislación, estudios previos, proyecto y técnicas constructivas y legalización. El objetivo es revisar la práctica de proyecto y construcción de viviendas en aquel ayuntamiento. Las prácticas actuales al respecto son las siguientes:

#### 3.1 Estudios

Hasta hace algunos años la mayoría de las empresas constructoras de vivienda en Culiacán no realizaban estudios rigurosos del suelo para cimentaciones; sólo se informaban someramente sobre el tipo de suelo del lugar y las cimentaciones las construían conforme a la “experiencia” y a los conocimientos constructivos que se tenían.

En la actualidad, casi todas las empresas que construyen viviendas masivas en Culiacán y que tienen convenios con el INFONAVIT o el FOVISSSTE, realizan estudios geotécnicos ante la exigencia de esas Instituciones para poder acreditar las viviendas. El INFONAVIT especifica realizar un estudio geotécnico del terreno en conjuntos con 50 viviendas unifamiliares o más, o en viviendas multifamiliares (Ref. 1).

Por tratarse de viviendas, los estudios geotécnicos realizados se fundamentan sólo en pozos a cielo abierto excavados a poca profundidad (1.5 a 2.0 m) con extracción de algunas muestras alteradas e inalteradas del subsuelo y determinar así en el laboratorio su clasificación, propiedades índice y eventualmente resistencia al corte y deformabilidad. Con esa información se proporcionan las recomendaciones de cimentación. En la mayoría de esos estudios no se indica en el proyecto la secuencia constructiva de la cimentación ni, en su caso, sistemas de

control del nivel freático (N. F.). Tampoco se establece un programa de “monitoreo” que permita conocer el comportamiento de las viviendas, en particular de sus deformaciones.

Además por lo que se aprecia en algunas unidades habitacionales recientes, las empresas constructoras no toman las decisiones adecuadas respecto a las cimentaciones, en varias de ellas existen fallas por cimentaciones inadecuadas, con daños en muros, bufamiento de pisos y banquetas, deformaciones de elementos estructurales y daños en acabados y aplanados.

Los daños observados pueden atribuirse a una o varias de las siguientes causas:

1. El estudio del subsuelo fue escaso o de mala calidad.
2. La construcción de la cimentación fue deficiente por materiales de baja calidad o procedimientos constructivos inadecuados.
3. Falta de supervisión y/o control de calidad adecuados.

Las investigaciones que se han realizado para conocer la causa del mal comportamiento de la estructura son sólo reportes generales en los que se plantea una solución para reparar los daños; sin embargo, los estudios sobre la prevención de esos daños son escasos.

Referente al cuidado del ambiente, aspecto vigilado actualmente por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), las desarrolladoras de vivienda no realizan estudios de impacto ambiental dado que, dicha dependencia sólo lo establece para vivienda en zonas turísticas.

### **3.2 Proyecto**

En el proyecto estructural de las viviendas es frecuente la ausencia de planos y especificaciones detalladas y del control de calidad; asimismo la memoria de cálculo correspondiente.

Además en muchas ocasiones no se proporciona el procedimiento constructivo detallado, incluyendo secuencias de excavación, equipos, elementos de retención de suelos, materiales, mano de obra, sistemas de control del nivel freático (N. F.), medios de protección del cimiento, sistemas de mejoramiento de suelos, entre otros.

En el subcapítulo 4.3 se hace un planteamiento de los aspectos del proyecto que se deben considerar en este estudio.

### **3.3 Técnicas constructivas**

Como ya se citó, en Culiacán se construían viviendas sobre zapatas aisladas o continuas a base de concreto ciclópeo, mampostería, o concreto reforzado. Sin embargo, este tipo de cimentación no es suficientemente rentable en conjuntos habitacionales ya que requieren de mayor inversión, por materiales, mano de obra y sobre todo tiempo de construcción.

Actualmente las casas construidas en serie se apoyan en losas continuas o “plataformas de cimentación”, que en gran número de casos no se fundamentan en estudio adecuado del subsuelo ya que los contratistas consideran “a priori” que las losas evitan cualquier expansión y reducen los asentamientos del suelo.

Cuando utilizan losas de cimentación, las constructoras generalmente utilizan el siguiente proceso:

1. Limpieza del terreno.
2. Nivelación de la superficie en el área de construcción.
3. Colocación de una capa de relleno con “material de banco”.
4. Compactación y nivelación de la capa de relleno.
5. Trazado de la cimentación según planos de las viviendas.
6. Excavación de las zanjas donde se alojarán las contratrabes de las losas.
7. Habilitación y colocación del acero de refuerzo, tanto para contratrabes como losas.
8. Distribución de ductos para instalaciones sanitarias, hidráulicas y eléctricas.

### 9. Colado de contratrabes y de losas.

Actualmente, algunas constructoras están empleando un sistema de cimentación a base de losas prefabricadas. Para ello utilizan un patio cercano al predio donde se colocan los moldes de la cimbra, distribuyen en ellas las tuberías para las instalaciones eléctricas y sanitarias, habilita y coloca el acero de refuerzo de losa y contratrabes, y efectúan el colado de las losas prefabricadas. Una vez alcanzada su resistencia, las losas son remolcadas y colocadas en el lugar. Para la preparación del suelo donde se construirán las viviendas, se nivela el terreno de desplante sin emplear ningún procedimiento de compactación (Fotos 3.1 a 3.5).

Es importante indicar, que cuando las casas se desplantan sobre estratos de arcilla del tipo expansiva, las constructoras no establecen ningún sistema de mejoramiento del suelo que ayuden a minimizar los asentamientos de la estructura y mejoren la capacidad de carga del cimiento.

### 3.4 Legislación

La competencia entre las empresas constructoras por ganar el mercado, ha ocasionado que la construcción de viviendas se realice de forma rápida sin control y sin dar mucha importancia a aspectos legales como las disposiciones del Reglamento de Construcción de Culiacán.

Por otro lado, la Cámara de la Industria de la Construcción y el Colegio de Ingenieros Civiles de Culiacán, tampoco se han preocupado por revisar, corregir y adaptar a las necesidades constructivas actuales dicho reglamento, el cual tiene que ser presentado ante la Cámara de Diputados del Estado de Sinaloa, para su revisión y aprobación. El reglamento vigente data de 1995. En el Anexo 1 se muestra la parte correspondiente al diseño de cimentaciones de dicho reglamento.

Otro de los aspectos que no es muy vigilado y controlado en Culiacán son las actuaciones de los Directores Responsables de Obra (DRO). En muchas ocasiones no se cumplen con las

disposiciones del Reglamento de Construcción y, en otros, el DRO no asume su responsabilidad en la calidad del proyecto y en la aplicación de especificaciones, supervisión y vigilancia de normas y disposiciones del Reglamento.

Es oportuno señalar aquí, que el Colegio de Ingenieros de Culiacán no cuenta con un Arancel de Honorarios Profesionales que evite dificultades entre clientes y profesionales de la ingeniería cuando se realizan convenios de trabajo.

## REFERENCIAS

1. INFONAVIT. 2003. Norma Técnica INFONAVIT: Especificaciones Generales de Edificación. Edit./INFONAVIT. DF, México. Anexo 1.

## 4. PROPUESTA

Para las cimentaciones de viviendas en serie en la Zona de Valle de Culiacán, Sin., es conveniente implementar un procedimiento sistematizado de su proyecto, construcción y conservación. El objetivo es establecer y proponer un procedimiento adecuado para la realización de estudios, proyecto y construcción de cimentaciones de conjuntos habitacionales en dicha zona.

El proyecto requiere de una serie de estudios previos y especificaciones que permitan desarrollarlo de forma adecuada. En el aspecto constructivo intervienen de manera importante los materiales, equipos y mano de obra, así como lo relativo al control de calidad de los materiales y procesos. La conservación se deriva de las medidas predictivas y preventivas que deben tenerse para evitar o minimizar la aparición de daños en las estructuras de las viviendas.

Algunas consideraciones para el diseño de cimentaciones de viviendas que se sugieren (Ref. 1) sean tomadas en cuenta por el proyectista son:

1. La carga tiene que estar uniformemente repartida en toda el área de cimentación.
2. Si la subestructura es flexible, se considera que el suelo recibe la misma carga en intensidad y distribución que ésta le transmite.
3. En suelos arcillosos, las cargas estáticas verticales producen concentraciones máximas al centro de la estructura y mínimas en las esquinas, pero ante solicitaciones horizontales se producirán concentraciones máximas en las esquinas y mínimas al centro.

Por otra parte, algunas consideraciones de construcción que deben atenderse y cuidarse son:

1. Que la documentación legal se encuentre en orden, incluyendo permisos de uso del suelo y licencias de construcción.
2. Que los planos del proyecto, así como los detalles constructivos más importantes, sean claros y precisos.



3. Que el estudio del subsuelo sea adecuado e indique con claridad la propuesta de cimentación.
4. Que los trámites oficiales como alineamiento, número oficial, toma de agua y luz, salida de drenaje, etc. se realicen con anticipación.
5. Que el equipo de construcción, herramienta y mano de obra sea la apropiada.

#### 4.1 Especificaciones

Las especificaciones de construcción son esenciales y para determinarlas se requiere de preparación, experiencia, conocimiento del proyecto y del medio técnico nacional; en general deben considerarse factores como:

1. Destino de la obra.
2. Magnitud del proyecto.
3. Duración estimada de la construcción.
4. Ajustarse a una normalización de especificaciones.
5. Aspectos legales de contratación entre otros.

Las especificaciones deben establecerse de acuerdo con las características propias de cada proyecto y en su elaboración conviene tomarse en cuenta (Ref. 2) lo siguiente:

1. Especificar todos los parámetros de diseño, para que su cumplimiento garantice el buen comportamiento de la obra.
2. Establecer el nivel de calidad requerido para cada uno de los conceptos de obra, mediante tolerancias o parámetros estadísticos.
3. Incluir los procedimientos constructivos especiales.
4. Establecer los acabados de los conceptos de obra que así lo requieran.
5. Establecer los criterios de penalización que se aplicarán cuando no se satisfaga el nivel de calidad requerido y, en su caso, los criterios de estímulos que se otorgarán al contratista cuando mejore dicho nivel de calidad.

Las especificaciones técnicas más comunes (Ref. 3) son:

1. De materiales.
2. De compra de materiales.
3. De mano de obra.
4. De ejecución de obra.

En base a lo anterior, las especificaciones para la construcción de vivienda deben incluir los siguientes aspectos:

1. Propiedades físicas, químicas, eléctricas, térmicas y acústicas de los materiales.
2. Procedimiento y requisitos de las pruebas de control de calidad.
3. Localización.
4. Entrega de materiales.
5. Mano de obra especializada.
6. Normas de seguridad.
7. Dimensiones.
8. Medidas de las cantidades de obra.
9. Formas de pago de las partidas.
10. Procedimientos constructivo
11. Planos.
12. Cortes.
13. Detalles de cimentación y armados.
14. Simbología utilizada.
15. Datos del diseño estructural (coeficiente sísmico, capacidad de carga del subsuelo, cargas, acciones ambientales, etc.).
16. Herramientas y equipos de construcción a emplear.
17. Si se requiere, métodos de tratamiento del suelo.
18. Sistemas de conservación.

Estas especificaciones deben indicarse con claridad, ser realistas, acorde con lo que puede lograrse, a fin de que durante la construcción no se cometan errores o deficiencias que impacten de manera importante la calidad de la obra y los tiempos de ejecución.

## **4.2 Estudios**

Se deben realizar los estudios adecuados y necesarios para planear y programar toda la obra o parte de ella, analizando una serie de conceptos técnicos. Para los estudios sobre el proyecto definitivo de una obra de edificación cualesquiera, es necesario subdividirlo en una serie de propósitos que se deben ejecutar para realizar de forma exitosa la construcción. Los estudios a realizar en este caso son los topográfico, geotécnicos, hidráulicos e hidrológicos, de impacto ambiental, económicos, otros estudios.

### **4.2.1 Estudios topográficos**

Como parte de los estudios básicos están los topográficos. En este concepto, pueden distinguirse en primer término los trabajos relativos a la localización y deslinde del terreno y en segundo los trabajos correspondientes a altimetría y planimetría como las secciones y curvas de nivel del terreno. El relieve topográfico es un parámetro variable dadas las discontinuidades superficiales de las diversas áreas. Por ello, estos trabajos deben realizarse de acuerdo a las condiciones de cada sitio en particular.

Un aspecto importante dentro de los trabajos topográficos lo constituye la determinación de la configuración original del terreno natural. Se deberán localizar estudios topográficos que hayan sido efectuados en forma previa al inicio de operaciones de construcción en el sitio, en caso de que aquellos existan o, en su caso, complementarse con fotogrametría.

### **4.2.2 Estudios geotécnicos**

Los estudios geotécnicos deben dar idea sobre la estratigrafía y propiedades de las diferentes capas que constituyen el subsuelo. Es importante que estos estudios abarquen todas las capas del subsuelo que puedan tener influencia sobre capacidad de carga y asentamientos.

Los trabajos deben ser realizados por una empresa solvente y con experiencia, que cuente con los recursos necesarios, técnicos y económicos en la cual los trabajos de campo y de laboratorio sean supervisados concienzuda y cuidadosamente.

En cuanto al número de exploraciones con sondeos y/o pozos a cielo abierto, de su profundidad y distribución en planta del terreno; así como el número de muestras que deben extraerse para los ensayos de laboratorio que las constructoras deben atender. Estos elementos deben ser suficientes para definir de manera confiable los parámetros de diseño de la cimentación. En cuanto a la distribución en planta de las exploraciones, ésta debe localizarse conforme al proyecto e irregularidades.

Los estudios geotécnicos, permiten determinar las principales propiedades del subsuelo, así como para proponer alternativas de diseño de cimentación; entre la información que debe contener el estudio (Ref. 4) se encuentra:

1. Introducción.
2. Datos del sitio y de proyecto.
3. Investigación del subsuelo.
  - 3.1 Sondeos.
  - 3.2 Pozos a cielo abierto.
  - 3.3 Piezometría (en su caso).
  - 3.4 Otros trabajos de campo.
  - 3.5 Ensayes de laboratorio.
4. Estratigrafía y propiedades.
5. Propuesta de cimentación.
  - 5.1 Capacidad de carga.
  - 5.2 Análisis de deformaciones.
6. Revisión de la cimentación según el reglamento de construcción de Culiacán.
  - 6.1 Estados límite de falla (capacidad de carga).
  - 6.2 Estados límite de servicio (deformaciones).
  - 6.3 Condiciones sísmicas.
7. Conclusiones.

8. Recomendaciones para diseño y construcción.
9. Referencias bibliográficas.
10. Figuras.
11. Informe fotográfico.
12. Anexo(s).

#### **4.2.3 Estudios hidráulicos e hidrológicos**

Conocer las condiciones pluviales de la región y llevar un control estadístico de las precipitaciones máximas y mínimas de Culiacán, son elementos importantes de tomar en cuenta para el diseño, construcción y conservación.

Los datos de las precipitaciones son necesarios para el diseño de obras de drenaje superficial en el sitio, con el fin de controlar los escurrimientos superficiales, conduciéndolos a lugares destinados para ello, donde éstos no afecten a la construcción ni a otras edificaciones cercanas.

Por lo general, los datos anteriores pueden recabarse en la Delegación de la Comisión Nacional del Agua (CNA), y son obtenidos en estaciones meteorológicas operadas por esa Dependencia.

Por otro lado, es importante conocer la posición del nivel freático (N. F.) en el predio donde se piensa construir el conjunto habitacional, de importancia para el diseño o de los sistemas de control del mismo, en excavaciones bajo él.

También son importantes los estudios del clima, ya que de ellos dependen gran parte de las condiciones de trabajo. Entre otros datos necesarios son los siguientes:

1. Temperaturas máximas y mínimas.
2. Precipitación pluvial.
3. Soleamiento.
4. Humedad relativa.

## 5. Vientos dominantes.

### 4.2.4 Estudio de impacto ambiental

La estimación del impacto ambiental en la construcción, es de gran importancia, dado que en el proceso constructivo se transforma el medio natural del sitio, creando con ello una modificación ambiental importante.

Las cantidades de residuos de construcción son difíciles de estimar; su composición es variable: piedra, concreto, ladrillo, madera, grava, restos de instalación sanitaria, hidráulicas, de gas y de electricidad.

Los desechos de viviendas demolidas, reparación de calles, aceras y otras estructuras se clasifican como residuos de demolición. Su composición es similar a los de construcción, con posible inclusión de vidrios rotos, plástico y acero de refuerzo.

A un residuo se le considera peligroso cuando tiene características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y/o biológico-infecciosidad (Ref. 5).

Por otro lado, cuando se requiere de rellenos para la construcción, los bancos de material que se elijan para tal fin, deterioran el medio natural, por lo que debe hacerse un estudio adecuado de la utilización y regeneración de dichos bancos, con la finalidad de reducir al mínimo tal deterioro.

Otro aspecto importante son los tiraderos de escombros autorizados por las autoridades municipales, con el fin de tomarlos en cuenta en el momento de la construcción.

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) tiene una guía de Manifestación de Impacto Ambiental en la construcción de vivienda en zonas turísticas. En

esta tesis se propone que se realice dicha manifestación, también en la edificación de vivienda pública en la Zona de Valle de Culiacán.

La Manifestación de Impacto Ambiental es un documento, que da a conocer el impacto significativo y potencial que genera una obra, así como la forma de evitarlo o mitigarlo (Ref. 6).

Una manifestación de impacto ambiental contiene los apartados siguientes:

1. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.
2. Descripción del proyecto.
3. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia de impacto ambiental y en su caso, con la regularización del uso del suelo.
4. Descripción del sistema ambiental y señalamiento la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto. Inventario ambiental.
5. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.
6. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.
7. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas.
8. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Cada concepto debe ser explicado con claridad y veracidad, con el fin de que las autoridades competentes acepten o rechacen la autorización de la petición. En el Anexo 2 se describe con mayor detalle el contenido de cada uno de los puntos anteriores.

#### **4.2.5 Estudios económicos**

El aspecto económico influye de manera significativa en la calidad de las viviendas y es determinante tanto para la construcción como para la venta del inmueble, ya que la mayoría de

las empresas constructoras deben tener como objetivo dar un buen servicio, producir lo mejor posible y obtener una utilidad económica.

Los parámetros anteriores de una u otra manera hacen que una inversión en el campo de la construcción de vivienda sea rentable, proporcione mayor solidez a la empresa y mayor confianza al cliente.

Para implantar un buen proyecto de inversión económica, las empresas requieren elaborar estudios económicos que les permitan estimar la rentabilidad de su inversión.

Para llevar a cabo un estudio económico (Ref. 1) se requiere:

1. Monto aproximado de la inversión.
2. Tasa de inflación esperada.
3. Tasa de interés o rédito bancario vigente.
4. Rédito bancario real: obtenido a partir del interés bancario vigente, incluyendo la reinversión de sus intereses menos el porcentaje de inversión en ese periodo.
5. Ingreso por inversión inmobiliaria: se obtiene con la media obtenida en rentas o ventas en edificios similares.
6. Beneficio esperado en la inversión.

#### **4.2.6 Otros estudios**

##### **a) De localización**

La ubicación del terreno juega un papel importante, de ser posible, debe estar cerca de una vía principal para que su acceso sea fácil, rápido y seguro. En este estudio se establece con claridad la localización de la unidad habitacional respecto a la posición geográfica de la ciudad y levantar un registro de los siguientes aspectos:

1. Posición geográfica.
2. Número de registro de la colonia, conforme al Ayuntamiento.



3. Colindancias.
4. Vías de acceso a la unidad habitacional.
5. Puntos de referencia.

**b) Colindancias**

Es conveniente realizar un levantamiento de las construcciones vecinas dado que pueden influir en:

1. Afectaciones que pudiera inducir la construcción del conjunto habitacional.
2. Afectaciones de esas construcciones en las nuevas viviendas por ruidos, polvos, humos nocivos para los habitantes de éstos y dificultades en el acceso.

**c) Demográficos**

El crecimiento demográfico, es un parámetro poblacional importante para los proyectos de vivienda. Esta información se puede obtener en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Del factor humano depende en gran medida el diseño de la vivienda, ya que con él se puede establecer:

1. El número de recámaras que tendrá la vivienda.
2. El estilo arquitectónico de la fachada.
3. Los materiales de construcción a emplear.
4. Los acabados de la vivienda.

El factor demográfico crea problemas en la vivienda de interés social. Cuando las casas son de una recámara, ésta se vuelve insuficiente para albergar a más de dos personas, por lo que el habitante construye una o dos recámaras más, que cuando esto no está previsto en el diseño original ocasionan con frecuencia problemas al inmueble, presentándose fallas por la sobrecarga de la estructura.

**d) Sistemas constructivos**

Existe una gran variedad de sistemas constructivos de cimentaciones, que a su vez dependen de varios factores como:

1. Características del subsuelo.
2. Materiales existentes.
3. Calidad de la mano de obra.
4. Equipos de apoyo.

El sistema constructivo seleccionado, debe ser tal, que garantice las condiciones siguientes:

1. Resistencia y rigidez de la obra.
2. Unión monolítica de sus elementos estructurales.
3. Cuidado permanente de los principales detalles de la construcción.
4. Revisión de la calidad de los materiales, lo cual se puede lograr realizándoles pruebas necesarias para su justificación.
5. La supervisión y control de la ruta crítica de la obra.

**e) Socio-políticos**

En este aspecto se tratan, los eventos que se presenten entre los diferentes grupos protagónicos de la vivienda, entre ellos se tienen:

1. Desarrolladoras de vivienda y entidades financieras.
2. Desarrolladoras de vivienda y autoridades de gobierno.
3. La población y entidades financieras.
4. La población y desarrolladoras de vivienda.
5. La población y autoridades de gobierno.

Es común en Culiacán, Sin., que las desarrolladoras de vivienda negocien con las entidades financieras, créditos para la compra de terrenos para construir unidades habitacionales. Una vez autorizados los créditos, estas empresas deben tramitar ante las autoridades competentes los permisos para la construcción.

Las personas que requieren de una vivienda y que tienen derecho o no a un crédito, buscan dentro de la gama de viviendas en venta, aquella que más satisface a sus necesidades o, a su límite de crédito; así que la población debe o tiene que negociar, tanto con la desarrolladora de vivienda como con la entidad financiera correspondiente para la autorización del inmueble.

Una vez adquirida la casa, la población debe exigir a las autoridades municipales que cumplan con los servicios correspondientes, como son:

1. Recolección de basura.
2. Alumbrado público.
3. Seguridad.
4. Salubridad entre otros.

### **4.3 Proyecto**

El desarrollo de una obra desde el punto de vista del constructor, inicia con el conocimiento exhaustivo del proyecto. Alcanzar este objetivo requiere un profundo estudio y revisión del mismo, tanto técnica como económicamente, analizando también, alternativas en lo que respecta a las soluciones estructurales y a los procedimientos constructivos adoptados.

Antes de construir una unidad habitacional deben definir lo que se quiere (las ideas) y transformarlas en un proyecto.

#### **4.3.1 Administración del proyecto**

El proyecto debe ser desglosado en tareas o actividades fácilmente manejables, las tareas deben ser programadas y monitoreadas conforme avance el proyecto. La Administración de Proyectos puede ayudar a responder varios cuestionamientos acerca de la planeación, programación y control de los recursos y costo de un proyecto (Ref. 7) como son:

- a) ¿Cuánto tiempo se llevará terminar el proyecto?

- b) Si una actividad se atrasa ¿Cuál será el atraso en el proyecto? y ¿existirá un incremento en su costo?
- c) ¿Qué actividades son críticas en el programa?
- d) ¿Son suficientes los recursos disponibles para completar el proyecto como se programó?
- e) ¿Cuáles son los recursos para el proyecto?

### 4.3.2 Características de un proyecto

Todo proyecto de construcción debe cumplir con ciertas características, entre las principales (Ref. 7) se tienen:

- a) Temporalidad.
- b) Posee objetivos específicos y medibles.
- c) Involucra conceptos de calidad, tiempo y costo.
- d) Debe ser administrable.
- e) Con restricciones propias y a su naturaleza.

### 4.3.3 Funciones de la administración de proyectos

Las funciones principales de la administración de proyectos de ingeniería (Ref. 7) son:

- a) Administración del alcance.
- b) Administración del costo.
- c) Administración del tiempo.
- d) Administración de los recursos humanos.
- e) Administración de las comunicaciones.
- f) Administración de la calidad.
- g) Administración de los suministros.
- h) Administración de la integración del proyecto.
- i) Administración del riesgo.

#### 4.3.4 Secuencia del proyecto

Así para proyectar la cimentación de la forma más adecuada, dicho proyecto puede consistir en la siguiente secuela:

1. Recopilar de datos, de los estudios previos.
2. Determinar la magnitud y distribución de las cargas que se van a transmitir.
3. Buscar las soluciones viables en función de ambos informes.
4. Comparar técnica, económica y construcción.
5. Seleccionar la alternativa de cimentación más conveniente.
6. Consideraciones para el diseño y construcciones de cimentación.

Al hacer el estudio de una cimentación, es necesarios obtener una serie de datos arquitectónicos y estructurales para el proyecto, entre los más importantes se tienen:

1. El sitio (características generales del subsuelo).
2. Características del predio (localización).
3. Topografía.
4. Colindancias (construcciones vecinas).
5. Sembrado del conjunto.
6. Tipo, forma, dimensiones, rigidez y sensibilidad de la subestructura.
7. Destino de la construcción.
8. Magnitud y distribución de las cargas al subsuelo.

Partiendo del conocimiento e interpretación de los datos del proyecto, se estará en condición de llevar a cabo el proyecto, el cual debe consistir en:

1. Proyecto estructural.
  - 1.1. Planos de plantas y cortes.
  - 1.2. Especificaciones de materiales.
  - 1.3. Procedimientos constructivos.
2. Memoria de cálculo.
3. Presupuesto.
  - 3.1. Análisis de costos.

- 3.2. Revisión de propuestas económicas.
- 4. Duración de la obra.
  - 4.1. Programa de obra.
  - 4.2. Ruta crítica.

Es importante para el proyecto, tomar en cuenta algunos factores ambientales, los cuales permiten cuantificar y considerar su influyen en el comportamiento de la cimentación; entre ellos se tienen:

- 1. Sismicidad regional.
- 2. Acción del viento.
- 3. Discontinuidades del subsuelo.
- 4. Construcciones vecinas.
- 5. Acción del agua (en zonas de inundación).

#### **4.3.5 Revisión estructural del proyecto de cimentación**

Una vez realizado el proyecto, debe hacerse una revisión para verificar que el diseño estructural de la cimentación es la adecuada; así en forma general se efectúa lo siguiente:

- 1. Realizar una comprobación numérica suficientemente representativa de cada uno de los distintos elementos estructurales que forman la cimentación.
- 2. Debe comprobarse la coherencia entre el estudio geotécnico y la tipología de la cimentación adoptada, la tensión admisible, el NF, la agresividad del suelo y del agua, y la necesidad de uso de cementos especiales.
- 3. Del elemento de cimentación (zapata o losa) debe comprobarse sus dimensiones y armados, la cota de apoyo y la tensión que transmite al terreno.

## **4.4 Materiales, mano de obra y equipo**

### **4.4.1 Materiales**

La participación de los materiales para los trabajos de construcción pueden representar entre un 50 % a un 70 % del costo directo de dicha obra. Por tal razón se debe prestar atención a una serie de factores que intervienen para su correcta aplicación, como son:

1. Compra oportuna.
2. Precios de fábrica.
3. Descuento por monto de compra.
4. Control de almacenamiento.
5. Control de manejo en la obra.
6. Seguros contra pérdidas.
7. Control de calidad.
8. Otros.

Si no se cuenta con parámetros de calidad, tiempo y costo en el control administrativo de la obra; los factores anteriores serán difíciles de conseguir.

### **4.4.2 Mano de obra**

El factor humano es un elemento importante en la construcción. La mano de obra para esta actividad debe ser especializada. Para conservar dicha “especialización” las empresas constructoras deben capacitar a los obreros, además de establecer condiciones de trabajo remunerado. Para esta actividad los elementos que se toman en cuenta son:

1. Salario.
2. Sistema de pago.
3. Forma de contratación.
4. Horarios de trabajo.
5. Seguridad social.

### 4.4.3 Equipos

En la empresa constructora el activo fijo más importante con que debe contar, es la maquinaria, por tal motivo, para su adecuada selección se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

#### 1. Aspectos técnicos

- a) Selección adecuada.
- b) Reposición o suministro por obsolescencia.
- c) Mejoras al equipo.
- d) Normalización.

#### 2. Aspectos de producción

- a) Programación.
- b) Utilización.
- c) Operación.
- d) Mantenimiento.

#### 3. Aspectos administrativos

- a) Altas de equipo.
- b) Bajas.
- c) Depreciación.
- d) Comportamiento económico.
- e) Control de costos.

En particular para los trabajos de excavaciones y construcción, el personal encargado de la selección del equipo debe considerar tres aspectos fundamentales (Ref. 8) ellos son:

1. Tener un conocimiento claro de las máquinas disponibles en el mercado.
2. Tomar en consideración que cada equipo está diseñado para realizar cierto tipo de actividades en especie y están dotados de una determinada capacidad.



3. En la actualidad se cuentan con varios tipos de máquinas que pueden realizar el mismo trabajo. Por lo tanto antes de decidir cual es la más conveniente, se tiene que realizar una evaluación y una comparación de sus rendimientos y desde luego costos relacionados.

Otros conceptos de tomar en cuenta, son el cuidado, resguardo y mantenimiento de la herramienta y equipo menor con cuenta la empresa constructora.

#### **4.5 Construcción de cimentaciones**

Actualmente la desarrolladoras de vivienda y en especial para la construcción de viviendas en serie, emplean para cimentarla, la losa de cimentación; sin embargo en esta tesis se analizan otros tipos de cimiento, con sus respectivos materiales y procedimientos constructivos.

Conociendo las principales características del suelo de desplante, tales como superficie por construir, condiciones del entorno, posiciones del NF, tipo de subsuelo, resultados de los ensayos geotécnicos (capacidad de carga), localización de puntos de apoyo, magnitud y dirección de los esfuerzos, entre otros; se estará en condiciones de elaborar el proyecto.

Los factores que determinan el tipo de cimentación son:

1. Las cargas.
2. El suelo de desplante.
3. La técnica constructiva.
4. La economía.

Los motivos que inducen al diseño de un cimiento (Ref. 9) son:

1. Llevar los esfuerzos que proporciona la estructura hasta el suelo de desplante; distribuyéndolos de modo y manera que no le soliciten bajo tensiones mayores que las que pueda soportar.

2. Ser suficientemente resistente para que el cimiento, sometido a cargas verticales, no rompa por punzonamiento.
3. Soportar los esfuerzos de flexión que produce la reacción del suelo.
4. Evitar el utilizar suelos blandos como apoyo de parte del cimiento mientras el resto lo hace sobre roca.
5. Utilizar cimientos flotantes cuando sea necesario apoyar sobre suelos blandos de un espesor tal que no permitan la ejecución de un cimiento profundo convencional.
6. Acomodarlos a los posibles movimientos del suelo.
7. Soportar la agresión de compuestos que se encuentran en el suelo o en el agua contenida en éste y en algunos casos resistir la agresión de elementos orgánicos tales como bacterias, hongos o insectos.
8. Soportar la presión del agua cuando ésta exista.

Antes de construir, es importante realizar la propuesta de cimentación, para ello se debe diseñar una serie de alternativas y seleccionar la más conveniente, atendiendo a las características de estabilidad, funcionalidad y economía. El proceso constructivo, debe ser adecuado para que la subestructura se construya de la mejor manera posible.

Atendiendo a los requerimientos del proyecto, se sugiere seguir la siguiente secuela:

1. Limpieza del predio.
2. Nivelación del terreno.
3. Trazado de la cimentación.
4. Control del nivel freático (en caso de requerirse).
5. Excavación.
  - 5.1 Con herramienta manual.
  - 5.2 Con equipo.
6. Apuntalamiento de la excavación, si es necesario.
7. Nivelación y compactación del terreno de cimentación.
8. Colocación de plantilla de concreto. (5 cm, mínimo).
9. Cimbrado de los elementos de la cimentación, como contratraves, dados de columnas o losas.

10. Habilitado y armado del acero de refuerzo.
11. Vaciado del concreto, cuidando que los elementos de la cimentación queden monolíticos.
12. Lastrado de la cimentación (si es necesario) entre otros.

Para realizar la secuencia anterior, es necesario llevar a cabo un estricto control de calidad de los materiales de construcción, mano de obra y equipos disponibles.

#### **4.5.1 Cimentaciones de concreto simple**

Estos cimientos son sin acero de refuerzo en su interior, sin embargo es recomendable utilizar refuerzo por temperatura en los mismos. Ellos pueden construirse de forma cuadrada, piramidal o escalonada.

Se alojan en cepas o zanjas de sección trapezoidal con un ángulo de inclinación mayor o igual a 45° (Fig. 2.3). Dependiendo de las características del suelo, la excavación de la cepa puede realizarse por los medios siguientes:

1. Manualmente, con pico y pala.
2. Con equipo mecánico, retroexcavadora.

Cuando la excavación se realiza con equipo mecánico deben tomarse en cuenta los aspectos siguientes:

1. Los últimos 20 cm deben realizarse a mano con pico y pala para no alterar la base del suelo de soporte.
2. El talud de la excavación debe realizarse a mano con pico y pala.

Otras consideraciones importantes de la excavación son:

1. De ser necesario, la excavación debe apuntalarse o ademarse para controlar los empujes del suelo y evitar accidentes de trabajo.
2. La base del cimiento debe nivelarse con nivel de manguera o con equipo topográfico.

3. La base del cimiento debe compactarse con equipo manual, con pisones o equipo mecánico-manual (bailarina o pata de elefante).
4. Si es necesario, diseñar un sistema de drenaje para extraer el agua pluvial; tal sistema dependerá de la permeabilidad del suelo por excavar. Tal sistema puede consistir en pozos y cárcamos de bombeo, pozos punta o pozos profundos.
5. El material producto de la excavación debe ser cargado, transportado y depositado en un lugar exclusivo para ello.
6. La carga del material puede efectuarse en forma manual, con pala o con equipo mecánico, cargador frontal.
7. El acarreo del material puede realizarse de forma manual, en carretilla, con equipo mecánico o en camión, dependiendo de la distancia de colocación del mismo.

Una vez terminada la excavación se procede a:

1. Colocación del acero refuerzo.
2. Colocación de la cimbra, para darle forma al cimiento.
3. Realizar el vaciado del concreto.

El concreto debe proporcionarse de acuerdo a proyecto. El vaciado puede efectuarse a mano con mezcladora portátil de medio saco de capacidad con motor de gasolina; también puede usarse concreto premezclado, depositado manualmente o con bomba para concreto.

Como la cimentación es corrida, debe colocarse en la base superior (corona), una dala con número y sección de varillas determinado en el cálculo estructural del proyecto, con la finalidad de repartir las cargas uniformemente al cimiento (Fig. 2.3).

#### **4.5.2 Cimentación de concreto ciclópeo**

Los cimientos de concreto ciclópeo se construyen excavando una cepa, cuyas dimensiones (ancho y profundidad) se establecen en el proyecto, en ella se vierte una mezcla de concreto de resistencia  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y piedra de 5 a 35 cm al mismo tiempo.

llenándose todos los huecos y enrasando hasta el nivel del terreno, formando la corona del cimientto. En caso de requerir mayor resistencia se colocará una dala de concreto de sección, cantidad y diámetro de varillas establecidas en el cálculo estructural del proyecto. Este tipo de cimientto se usa en terrenos donde la zanja se puede cavar a plomo (Ref. 10).

La cimentación es corrida y se utiliza piedra bola seleccionada de acuerdo a proyecto. Las piedras deben estar exentas de polvo, poros y grietas; además es preferible humedecerlas antes de su colocación para no restar el agua del concreto utilizado en el cimientto.

La excavación, los cuidados al excavar y otras consideraciones importantes de la excavación son las mismas que en el caso anterior; así como la fabricación y colocación del concreto.

#### **4.5.3 Cimentaciones de mampostería**

Estos cimienttos son elementos corridos (continuos) de piedra natural o artificial; sin embargo pueden ser de tabique, ladrillo y bloques de concreto. Deben construirse de acuerdo al proyecto, verificando que los materiales que se utilicen, cumplan con las normas de calidad establecidas para su empleo. Los materiales naturales pueden ser piedra braza, arenisca o fragmentos, caliza, dolomita, pizarra, granito, mármol entre otros.

Algunas características de los fragmentos son:

1. Piedra sana y limpia, sin labrar.
2. Piedra sin poros, de alto peso volumétrico.
3. Piedra no lajeada.

Estos cimienttos se emplean en viviendas. Se alojan en cepas (zanjas), la profundidad de desplante y el ancho del cimientto se determinan en base a proyecto.

La excavación de cepas, sus cuidados y consideraciones son las mismas que para los cimienttos de concreto simple.

El ancho del cimientado en la parte superior (corona) no debe ser menor de 30 cm; esta dimensión depende del espesor del muro a emplear. Las cepas se excavan 10 cm más anchas que las dimensiones de los cimientos para que los operarios (albañiles) puedan trabajar sin dificultad. En terrenos con pendiente, las cepas se harán escalonadas y a nivel (Ref. 11).

Algunos aspectos importantes que se recomienda considerar son:

1. Al iniciar los cimientos debe exigirse que se moje la piedra para que ésta no absorba humedad del mortero, de ser posible, las piedras pueden dejarse en remojo desde un día antes de su empleo.
2. Se vigilará el perfecto cuatraneo para obtener un “amarre” correcto de las piedras.
3. La mayor dimensión de la piedra se colocará en sentido transversal al eje del cimiento, procurando que toda la piedra grande quede en la parte inferior y la pequeña en la parte superior.
4. Eliminar todos aquellos huecos que queden entre piedra y piedra, haciéndolas quedar sólidamente unidas con mortero de cemento-arena, cemento-cal-arena o bien con mortero comercial con arena.
5. Las piedras pequeñas deben acomodarse para que sirvan de cuña donde se necesite o requieran; sin embargo el acuñaamiento debe evitarse, pues constituye un defecto de construcción.
6. La buena mampostería es aquella donde la piedra asienta una sobre otra en todo su lecho, estableciendo una junta de mortero de buena calidad y en cantidad suficiente.
7. Para lograr una buena adherencia, las juntas no deben ser mayores de 2.5 cm.
8. El mortero se diseñará de acuerdo a proyecto con las proporciones adecuadas para su empleo.
9. Los planos y especificaciones designan la clase de unidad por usar, tamaño, grado, grado, textura, clase de junta y calidad de mano de obra que se debe utilizar en la construcción.
10. La cantidad de mortero varía considerablemente con el tipo de unión, con el espesor de las juntas y con el tamaño de la piedra utilizada.

Los requisitos para el diseño de los morteros usados en cimientos de mampostería son:

- a) Estabilidad volumétrica.
- b) Resistencia.
- c) Rigidez.
- d) Peso volumétrico del mortero.
- e) Módulo de elasticidad.

En caso de cargas elevadas, es recomendable utilizar contratraveses en la corona del cimiento.

Deben planearse con el debido cuidado los elementos de drenaje sanitario, teniendo juntas y pasos de ductos en la mampostería; para lograr dichas juntas es necesario el uso correcto y material adecuado para tal fin. La instalación es mediante ductos cerrados, con diámetros especificados según el uso y pendiente necesaria para dar salida a las aguas servidas. La tubería puede ser visible u oculta (Fig. 4.1); la oculta es de asbesto-cemento, fierro fundido, de concreto o plástico rígido y la visible de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, asbesto-cemento o plástico rígido (Ref. 11).

#### **4.5.4 Cimentaciones de concreto reforzado**

Como ya se dijo, las cimentaciones pueden ser a base de zaparas corridas, zapatas aisladas o bien por medio de losas planas todas de concreto reforzado. La selección del tipo de cimiento se determina, conforme a las características del suelo y magnitud de las cargas.

Debe usarse concreto hidráulico estructural. Las mezclas de concretos y el refuerzo se diseñan de acuerdo al proyecto, y se proporcionan principalmente en base al elemento por colar y de acuerdo al clima del lugar.

#### 4.5.4.1 Aspectos fundamentales del concreto hidráulico para uso estructural

Dado que los cimientos son de concreto reforzado, es importante describir algunos aspectos básicos que deben tenerse en cuenta en las mezclas de concreto para diseño estructural (Ref. 12), como:

Requisitos:

- a) Resistencia.
- b) Revenimiento.
- c) Tamaño Máximo del Agregado (TMA).
- d) Rendimiento.

Factores a considerar:

- a) Permeabilidad.
- b) Compactación.
- c) Protección del acero de refuerzo.
- d) Curado.

El American Concrete Institute (ACI) para la dosificación recomienda cuidar los siguientes aspectos:

1. Elección del revenimiento.
2. Elección del TMA.
3. Estimación del agua de mezclado y del contenido de aire.
4. Elección de la relación agua-cemento (A/C).
5. Cálculo del contenido de cemento.
6. Estimación del contenido de agregado grueso.
7. Estimación del contenido de agregado fino.
8. Ajustes por humedad de los materiales.
9. Ajustes en la mezcla de prueba.

La calidad del concreto debe comprobarse en en pruebas de control, tanto en estado fresco como endurecido (Ref. 12); ellas son:

- a) Revenimiento.



- b) Resistencia a la compresión simple.
- c) Contenido de aire.
- d) Rendimiento.

El concreto debe cumplir con la propiedad de durabilidad, la cual se define como la capacidad que tiene además de resistir durante un tiempo determinado (vida útil) las acciones ambientales, ataque químico, abrasión, corrosión del acero de refuerzo o cualquier otro proceso de deterioro para mantener su forma original, condición de servicio y propiedades mecánicas.

Los materiales con que se elabora el concreto deben cumplir las especificaciones siguientes (Ref. 12):

- a) El cemento debe cumplir con la Norma NMX C-414.
- b) Debe almacenarse el cemento en la obra protegiéndolo de impurezas para evitar la hidratación.
- c) Los agregados deben cumplir con la Norma C-111.
- d) El TMA debe estar en los siguientes intervalos:
  - 1. no  $> 1/5$  de la distancia entre moldes.
  - 2. no  $> 1/3$  del espesor de al losa.
  - 3. no  $> 2/3$  de la separación de varillas.
- e) El agua de mezclado debe cumplir con la Norma C-122.
- f) Debe almacenarse el agua en depósitos limpios y cubiertos.
- g) El agua debe ser inodora, insabora e incolora.
- h) Los aditivos deben cumplir con la Norma C-255.
- i) Para concreto de más de 10 cm de revenimiento nominal debe usarse aditivos superfluidizantes o de reducción de agua.
- j) El DRO debe autorizar su empleo.
- k) La masa unitaria del concreto debe estar entre comprendida entre  $1900 \text{ kg/m}^3$  y  $2400 \text{ kg/m}^3$ .
- l) En climas fríos, no calentar el concreto a más de  $32^\circ$ .

- m) En climas cálidos, al momento de la colocación del concreto, la temperatura no debe exceder de 32°.
- n) No debe evaporarse el concreto fresco a más de 1 lt/m<sup>2</sup>/hr.
- o) La resistencia a la compresión,  $f'c \geq 200 \text{ kg/cm}^2$  a 28 días.

El equipo de mezclado de concreto que se utiliza (Ref. 12) es el siguiente:

- a) Planta estacionaria.
- b) Equipo portátil.

Actualmente se utiliza concreto premezclado para las obras de construcción, dosificado y mezclado fuera del sitio del proyecto y entregado en el área de construcción en estado fresco.

El concreto de mezclado en planta estacionaria, se mezcla en mezclador estacionario y puede ser entregado en:

1. Camión agitador.
2. Camión mezclador.
3. Camión especial no agitador.

El tiempo de mezclado debe medirse desde el instante en que todos los ingredientes están dentro de la olla y se basa en la capacidad de la mezcladora. El periodo de mezclado se mide desde el momento en que el cemento y agregados se encuentran en el tambor mezclador, a condición de que toda el agua se agregue antes de que transcurra un cuarto del tiempo de mezclado. La velocidad de agitación normalmente es de 2 a 6 revoluciones por minuto (rpm) y la velocidad de mezclado es de 6 a 18 rpm respectivamente.

La elección del mejor método para el transporte y manejo del concreto se basa de acuerdo a:

- a) Tipo de trabajo.
- b) Tamaño físico de la obra.
- c) Cantidad total del concreto al colar.
- d) Programa de trabajo.
- e) Dificultades de la obra.

El concreto en estado fresco se debe depositar sin interrupciones lo más cerca posible de su posición final. Se debe desarrollar el trabajo con la mayor rapidez posible contando con la fuerza laboral y con el equipo adecuado para realizarlo. Se puede colocar el concreto dentro de 1.5 hora posterior al mezclado; sin embargo se puede reducir de 45 min. a 1 hr. La colocación del concreto fresco puede hacerse por medio de bombas para concreto, las cuales deben cumplir los aspectos siguientes:

- a) Se puede utilizar en la mayor parte de las construcciones de concreto reforzado, pero es útil especialmente donde el espacio es reducido.
- b) Cada 30 m de bombeo vertical reduce la capacidad horizontal en aproximadamente 1 m a 1.2 m.
- c) Las bombas para concreto más comunes es una tolva de recepción, dos cilindros para bombeo y una válvula por medio de la cual se controla el flujo de concreto dentro de los cilindros y de estos hasta la línea.

Los aditivos para mejorar la adaptación al bombeo se clasifican en:

- a) Aditivos inclusores de aire.
- b) Aditivos reductores de agua.
- c) Minerales finamente divididos.
- d) Reductores de agua de alto rango.

Las prácticas de campo para el concreto bombeable (Ref. 12), son las siguientes:

- a) La bomba debe colocarse lo más cerca posible del área de vaciado.
- b) El vaciado debe iniciar en el punto más alejado de la bomba.
- c) El tubo flexible permite llegar a toda el área de colado con facilidad.
- d) Cuando se bombea 15 m o más abajo es aconsejable instalar una válvula que libere aire.
- e) Cuando se bombea hacia arriba se recomienda tener una válvula cerca de la bomba.
- f) Se debe iniciar con una lechada antes de iniciar el bombeo del concreto a fin de lubricar el tubo (no usar la lechada).
- g) Se recomienda un bombeo continuo.
- h) Después de una demora, el concreto en línea se quita y se vuelve a iniciar el bombeo.

- i) Al terminar el colado limpiar la línea.
- j) La calidad del concreto sólo puede ser medido al final de la línea de vaciado.

El ahorro de tiempo y gasto se logra aplicando los conceptos siguientes:

- a) Abastecimiento de concreto.
- b) De una buena ubicación de la bomba.
- c) De la distancia de la línea.
- d) De la secuencia de colado.
- e) De la operación total de bombeo.

Al colocar el concreto, se debe compactar por medios manuales o por medios mecánicos. La consolidación, es el proceso que consiste en compactar el concreto fresco, para moldearlo dentro de la cimbra y alrededor de los insertos y del refuerzo a fin de eliminar el aire o vacíos.

Los métodos para compactar el concreto son:

- a) Manuales. Varilla, azadón u otra herramienta.
- b) Mecánicos. Vibración y centrifugado.

La elección del método de compactación del concreto depende de los factores siguientes:

- a) Consistencia de la mezcla.
- b) De la condición del vaciado como:
  1. Complejidad de la cimbra.
  2. Cantidad y espaciamiento del acero de refuerzo.

Las prácticas de campo para el vibrado del concreto fresco son las siguientes:

- a) La distancia entre inserciones debe ser de  $1 \frac{1}{2}$  veces el radio de acción.
- b) La profundidad debe ser igual a la cabeza del vibrador.
- c) En muros y columnas la profundidad de las capas no  $> 50$  cm.
- d) Después de nivelada la superficie el vibrador debe insertarse verticalmente con un espaciamiento uniforme.

- e) En el caso de losas el vibrador debe inclinarse lo suficiente hasta que esté totalmente sumergido.
- f) El vibrador debe penetrar hasta el fondo de la capa rápidamente
- g) El vibrador debe ser manejado de arriba hacia debajo de 5 a 15 seg.
- h) Cuando el vaciado consta de varias capas cada una debe colarse cuando la capa precedente está en estado fluido a fin de evitar juntas frías.

Los principales indicadores de un concreto bien compactado es que se logre el cese general de burbujas de aire atrapadas en la superficie del concreto. Las imperfecciones que pueden aparecer en el concreto, en estado endurecido son las siguientes:

- a) Segregación.
- b) Exceso de huecos.
- c) Vetas de arena.
- d) Líneas de escurrimiento.
- e) Juntas frías.
- f) Agrietamiento interno.

En Sinaloa y en particular en Culiacán, las temperaturas son elevadas durante la mayor parte del año. Esto afecta de alguna u otra manera al concreto, tanto fresco como endurecido. Por ello se debe tener cuidado en el momento de su fabricación, colocación, compactación y curado. El ACI establece los posibles problemas causados por el clima en el concreto fresco (Ref. 12) ellos son:

- a) Incremento de la demanda de agua.
- b) Incremento en la velocidad de la pérdida de revenimiento.
- c) Incremento en la velocidad de fraguado y mayor riesgo en la aparición de juntas frías.
- d) Incremento en la dificultad de controlar el contenido de aire incluido.

Así mismo implanta que la mayor parte de los problemas del concreto en clima cálido se deben a:

- a) Incremento del coeficiente de hidratación del cemento.
- b) Incremento del coeficiente de evaporación.

Las temperaturas típicas del concreto, para diversas humedades relativas potencialmente críticas en relación con el agrietamiento por contracción plástica se enuncian en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Temperaturas y porcentajes de humedad relativa en el concreto

Temperatura del concreto °C	% de humedad relativa
41	90
38	80
35	70
32	60
29	50
27	40
24	30

Los posibles problemas causados por el clima en el concreto endurecido son los siguientes:

- a) Menor resistencia a 28 días y posteriores edades.
- b) Mayor tendencia a grietas por secado o por enfriamiento de la estructura.
- c) Reducción de durabilidad debido al agrietamiento.
- d) Mayor variación en la apariencia de la superficie:
  1. Juntas frías.
  2. Diferencia de color.
- e) Mayor corrosión en el acero de refuerzo.
- f) Incremento de permeabilidad.

El acero de refuerzo estará definido por el proyecto, a las varillas se le deben realizar ensayos de tensión y doblado en laboratorio, para llevar un estricto control de calidad que garantice su empleo. Algunas prácticas de campo recomendadas son las siguientes:

- a) Las varillas deben mantenerse en la posición apropiada por medio de soportes y amarres convenientes para evitar desplazamientos durante el colado, comúnmente se emplean silletas metálicas con o sin extremos protegidos con plástico.

- b) El acero de refuerzo debe estar limpio de aceite, lodos u otros recubrimientos que puedan afectar su adherencia.
- c) Si el acero de refuerzo se encuentra cubierto con escamas de cierta severidad debe cepillarse o evitarse su empleo.

#### 4.5.4.2 Zapatas aisladas

Son elementos de concreto reforzado que transmiten cargas de columnas al subsuelo. Se alojan en excavaciones realizadas hasta la profundidad indicada en el estudio de mecánica de suelos.

La excavación, los cuidados para realizarlas y otras consideraciones importantes de la excavación son las mismas que en los cimientos de concreto simple, así como la fabricación y colocación del concreto.

Las zapatas aisladas pueden ser rectangulares o cuadradas. Para mantener pequeños los asentamientos totales y diferenciales, es recomendable que las zapatas transmitan presiones iguales o menores que la presión de contacto admisible del subsuelo.

Al diseñar y construir zapatas aisladas debe tenerse cuidado con:

1. La falla de penetración entre columna y zapata.
2. La falla por cortante en el suelo debido a la penetración de la zapata en él.
3. La falla a flexión en la zapata.
4. La falla por adherencia del acero.

El refuerzo se distribuye en la base y en el “dado”, de acuerdo a los resultados del diseño estructural del cimiento. El recubrimiento mínimo debe ser de 5 cm, con el fin de evitar la corrosión del acero, para ello puede colarse una plantilla de concreto pobre antes de colocar el refuerzo (Foto 4.1 a 4.6).

#### 4.5.4.3 Zapatas corridas

También conocidas como zapatas continuas, es un cimiento de concreto reforzado que se desarrolla linealmente a una profundidad y anchura establecida en proyecto que dependen del tipo de subsuelo. Se utiliza principalmente para transmitir cargas de muros. El ancho del cimiento no debe ser menor que el que permita su construcción (60 – 80 cm).

Las excavaciones, cuidados para realizarlas y otras consideraciones importantes son las mismas que en los cimientos de concreto simple; así como la colocación del concreto.

En el fondo de la excavación debe colocarse una plantilla de concreto pobre de por lo menos 5 cm de espesor, que evite la alteración del terreno de apoyo y a su vez garantice un recubrimiento adicional del acero de refuerzo.

El refuerzo se colocará según planos y especificaciones del proyecto, y cálculo estructural. Las varillas en sentido transversal serán las que resistan las cargas y las varillas longitudinales son las que se colocan para evitar los cambios bruscos de temperatura y contracción del concreto.

Para lograr una cimentación homogénea es necesario ligarla con contratravesos o dalas en ambos sentidos. En el caso de tener zapatas de colindancia, debe vigilarse que las cargas caigan dentro del tercio medio de la base para evitar el efecto del volteo. El ancho de las zapatas puede ser variable y se determina de acuerdo al diseño del cimiento (Fotos 4.7 a 4.9).

#### 4.5.4.4 Losas de cimentación

Este tipo de cimentación, consiste en transmitir la carga la vivienda sobre una losa de concreto reforzado, construida sobre la superficie del terreno natural o rellenos estructurados.

Las losas pueden estar comprendidas entre 15 y 25 cm de espesor uniforme. Para evitar que los peraltes sean excesivos es conveniente rigidizar la losa con travesos de cimentación o



contratraves reduciendo los claros. En condiciones de trabajo normales, las losas se apoyan perimetralmente en contratraves. Se considera que la losa recibe del subsuelo un empuje ascendente uniforme.

Para alojar a las losas, no es necesario realizar excavaciones de consideración; esto reduce costos, comparado con los otros cimientos. Comúnmente se excavan zanjas para alojar a las contratraves de la losa. Es común colocar sobre el terreno de cimentación un relleno de material de banco, el cual debe ser extendido y compactado. La selección del equipo de compactación depende del tipo de material y de las características para alcanzar como mínimo con el 95 % de la prueba Proctor estándar, el material de banco debe ser analizado en laboratorio para verificar que cumpla las especificaciones.

El armado de la losa de cimentación es similar al de una losa de entrepiso, pero con respecto a ella estará invertido dado que las acciones de la carga distribuida uniformemente es de abajo hacia arriba. Para dar continuidad a las varillas de refuerzo, en los requerimientos de los momentos positivos y negativos se tendrá que doblar el acero para colocarlo en su posición correcta. En caso de colocar plantilla de concreto, el recubrimiento mínimo del acero debe ser de 2.5 cm. Las instalaciones sanitarias, hidráulicas, eléctricas y de gas, deben colocarse conforme al proyecto y con el debido cuidado, antes de efectuar el vaciado de la losa de cimentación (Fotos 4.10 y 4.11).

#### **4.6 Mejoramiento del terreno de cimentación**

Como en la “Zona de Valle” de Culiacán los suelos están constituidos, principalmente por arcillas, si es necesario, debe emplearse algún sistema de mejoramiento del suelo que minimicen las deformaciones (expansiones o asentamientos). Lo anterior depende de la carga de la estructura y del espesor del estrato de arcilla.

Los sistemas empleados para el mejoramiento del suelo, establecen procedimientos (Ref. 13) para:

1. Reducir el asentamiento de la estructura.
2. Mejorar la resistencia al corte del suelo e incrementar así la capacidad de carga de las cimentaciones.
3. Reducir la contracción y expansión del suelo.

Dentro de los procedimientos que se utilizan para mejoramiento de suelos y en particular los arcillosos se tienen:

1. Columnas de arena, grava o roca.
2. Estabilización con cal, cemento o cenizas volátiles con cal.

Cuando se utilizan adiciones de cal para modificar el suelo arcilloso, las cantidades a usar varían de un 5% a 10%. La cal genera reacciones químicas de intercambio catiónico y hace que varíe el límite líquido, índice de plasticidad y el límite de contracción de las arcillas; así como también ayuda a reducir el peso específico seco máximo compactado y a incrementar el contenido de agua.

La estabilización con cal en el campo puede realizarse de tres maneras:

1. La arcilla se mezcla con la cantidad apropiada de cal, se adiciona agua y se compacta.
2. Inyectar a presión un mortero de cal a una profundidad suficiente de acuerdo al estrato de arcilla.
3. Rellenar con cal perforaciones hechas en el terreno, el diámetro varía de 4 a 6 pulg. (100 a 150 mm).

#### **4.7 Gestión de la calidad**

La gestión de la calidad en los procesos productivos de construcción se puede definir como las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización, en este caso a las desarrolladoras de vivienda, en lo relativo a la calidad.

La gestión de la calidad (Ref. 2) incluye conceptos, tales como:

1. Políticas de la calidad.
2. Objetivos de la calidad.
3. Planificación de la calidad.
4. Aseguramiento de la calidad.
5. Control de la calidad.
6. Mejora de la calidad.

#### **4.7.1 Aseguramiento de la calidad**

El aseguramiento de la calidad es la parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad.

Para el aseguramiento de la calidad (Ref. 2) se debe disponer de:

- a) Una organización o conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidad, autoridades y relaciones.
- b) Una estructura de la organización que describa las responsabilidades, autoridades y relaciones entre el personal.
- c) Una infraestructura o sistema de instalaciones, equipos y servicios necesarios para el funcionamiento de la organización.
- d) Un ambiente de trabajo satisfactorio.
- e) Procedimientos documentados que especifiquen la forma de llevar a cabo las actividades o procesos de trabajo.
- f) Registros que presenten resultados obtenidos o proporcionen evidencias de actividades desempeñadas.
- g) Un manual de calidad que especifique el sistema de gestión de la calidad de la organización.
- h) Un plan de calidad que especifique qué procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, quien debe aplicarlos y cuando deben aplicarse a un proyecto, proceso, producto o contrato específico.

### 4.7.2 Control de calidad

El control de calidad es la parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad y se logra a través del círculo de la experiencia (Ref. 2) el cual se establece como se muestra en el diagrama de la Fig. 4.2.

Para aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad, continuamente se debe revisar la organización, los sistemas, los procedimientos y los procesos para realizar productos que cumplan los requisitos especificados, con el propósito de ejecutar los ajustes que sean necesarios para mejorar su eficacia y eficiencia.

Los requisitos que se deben cumplir para un buen programa de control de calidad (Ref. 2) son los siguientes:

1. Fundarse en aspiraciones realistas para no conducir a confusiones.
2. Basarse en pruebas de significación relevante desde el puntos de vista técnico, para obtener indicaciones apropiadas sobre el estado real de trabajo.
3. El sistema de inspección debe centrar su atención a los aspectos fundamentales del comportamiento de la obra y no a los accesorios.
4. Que la interpretación del programa sea clara, para lo que un enfoque científico es de vital importancia.

En general, los requisitos anteriores (Ref. 2) han de:

- a) Estar dirigidas a la comprobación de las características esenciales.
- b) Ser rápidas en su ejecución.
- c) Ser sencillas y rigurosamente normalizadas.
- d) Ser de fácil interpretación.
- e) Emplear equipo de manejo simple y económicos, fáciles de calibrar o corregir.

Las cualidades del control de calidad, de las actividades de construcción (Ref. 2) son las siguientes:

1. Que separe las características esenciales de las accesorias de la obra, distinguiendo las desviaciones y deficiencias significativas.
2. Que distinga las deficiencias o desviaciones inherentes a problemas de la obra, de las que emanan por las particularidades del muestreo o de la ejecución de pruebas de campo o de laboratorio.
3. Que ejerza vigilancia oportuna de los materiales que vayan a usarse, para garantizar el comportamiento adecuado de los que se seleccionen para cierto fin.
4. Que establezca normas claras y seguras para la aceptación o el rechazo de los trabajos parciales en las diferentes etapas de la obra.
5. Que se base en normas expeditas y rápidas, que concuerden con los aspectos legales y de contratación de la obra.
6. Que no interfiera o lo haga lo menos posible con el ritmo normal de construcción.
7. Que se base en especificaciones realistas, de acuerdo a las posibilidades reales y a las necesidades de la obra, así como al ambiente técnico general.
8. Que se fundamente en técnicas de muestreo, así como en pruebas de campo y laboratorio objetivos, rápidos, sencillos, de fácil interpretación y que sean parte de un esquema científico.
9. Que esté previsto desde la elaboración del proyecto para que sus interferencias y necesidades, estén debidamente programadas para que no cause dilaciones inesperadas.
10. Que posea un criterio independiente respecto al proyectista y al constructor, para lo que será conveniente que tenga independencia jerárquica y administrativa en relación a ambos.
11. Que el personal de control de calidad sea capaz y que posea facilidad para las relaciones humanas.

Para el control estadístico de la calidad, ésta puede determinarse mediante (Ref. 2) las características siguientes:

1. Características medibles. Toda aquella característica que puede ser medida como el diámetro de una varilla, la resistencia del concreto o el volumen de un terraplén.
2. Características contables. Toda aquella característica que puede ser contada como el número de tabiques defectuosos o el número de defectos en un elemento producido.

La calidad de cualquier producto esta sujeta a variaciones que pueden deberse (Ref. 2) a las causas siguientes:

1. Causas aleatorias. Que son propias al propio proceso de producción, ignoradas o inevitables y que normalmente producen variaciones pequeñas.
2. Causas asignables. Que son ajenas al propio proceso de producción, identificables, susceptibles de ser eliminadas y que generalmente producen variaciones importantes.

Para obtener la máxima eficiencia por medio de métodos de control estadístico se deben considerar (Ref. 2) los siguientes principios fundamentales:

1. Al efectuar una operación repetidamente, siempre existirá una variación en los resultados obtenidos.
2. No se debe establecer un estado de control riguroso.
3. La calidad es intrínseca al producto y no puede introducirse a él por medio de su inspección o prueba.
4. Se debe establecer un estado de control satisfactorio por debajo de la máxima eficiencia que se puede obtener en la operación.
5. Las técnicas de las cartas de control son aplicables en cualquier etapa del proceso.

Para llevar un estricto control estadístico de calidad, se pueden realizar cartas de control de calidad (Ref. 2) las cuales son:

1. Para características medibles:
  - a) Cartas  $\bar{X}$  (cartas de centralización).
  - b) Cartas  $\sigma$ .
  - c) Cartas R.
2. Para características contables:
  - d) Cartas P (mide la fracción defectuosa de la población).
  - e) Cartas C (mide el número de defectos por unidad producida).

Como ejemplo, la Fig. 4.3 muestra una gráfica de una carta de control de calidad, para una característica medible.

El informe de control de calidad de un concreto hidráulico, para una obra de construcción (Ref. 2) debe contener como mínimo los siguientes aspectos:

NOMBRE DE LA OBRA  
CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO

INFORME NÚMERO \_\_\_\_\_

ÍNDICE

1. Finalidad
2. Resumen
3. Volumen de concreto
4. Proporcionamiento
5. Características de los agregados
  - 5.1 Grava
  - 5.2 Arena
6. Control del concreto
  - 6.1 Consistencia del concreto fresco (prueba de revenimiento)
  - 6.2 Composición del concreto fresco (prueba de inmersión)
  - 6.3 Resistencia del concreto
7. Recomendaciones
8. Tablas
9. Figuras o láminas

Las etapas y niveles de control de calidad del concreto hidráulico (Ref. 2) se representan por medio del esquema mostrado en la Fig. 4.4.

### 4.7.3 Certificación de la calidad

La calidad de un proceso productivo se debe certificar por medio de las normas de calidad, las cuales se comprometen a cumplir con los requisitos mínimos que, conforme a las especificaciones generales y particulares de construcción, las dependencias y entidades establecen para asegurar que los materiales y equipos de instalación permanente que se utilizan en cada obra, son los adecuados.

La implementación de un sistema de gestión de la calidad se efectúa conforme a los criterios que establece la organización internacional de normalización, mediante las normas de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), que en México han sido adoptadas como normas oficiales mexicanas (NOM) o normas mexicanas (NMX).

La regulación técnica de aplicación voluntaria, que elaboran los organismos nacionales de normalización o las dependencias competentes, que prevén para un uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistemas, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado (Ref. 2).

## 4.8 Conservación

En toda edificación es importante tomar en cuenta la preservación de su cimentación, lo cual influye mucho en la vida útil de la construcción. Todos los materiales que componen la cimentación deben resistir el desgaste, cargas, presión del suelo, agua y agentes químicos entre otros.



La humedad es uno de los elementos que más dañan al cimiento de concreto reforzado y al subsuelo bajo éste. La protección contra las filtraciones debe iniciarse desde el momento de la construcción y después de terminada la obra.

Al inicio se pueden emplear (Ref. 14) las medidas siguientes:

1. Drenaje de zapatas.
2. Drenaje interceptor.
3. Drenaje de piso.
4. Material permeable fuera de muros y debajo de pisos.
5. Membranas impermeables.

Al construir el cimiento de concreto reforzado, debe cuidarse que éste no quede poroso o con fisuras para evitar la penetración de humedad al interior del concreto con el fin de impedir la corrosión del refuerzo. Lo anterior puede minimizarse o evitarse, al fabricar el concreto, llevando un estricto control de calidad de:

1. El tipo de cemento.
2. Los agregados pétreos.
3. El agua de mezclado.
4. Los aditivos.
5. Los medios de compactación.
6. Los sistemas de curado.

Al término de la obra y durante su vida útil se debe evitar la filtración, hacia el cimiento, por medio de:

1. Banquetas de concreto perimetrales.
2. Pendientes mayores a 8 % (si no se cuenta con pavimento).
3. Control de riego en jardines.
4. Control de fugas de las instalaciones hidráulicas y sanitarias.

**REFERENCIAS**

1. DÍAZ INFANTE DE LA M., Luis Armando. 2002. Curso de Edificación. Edit. Trillas. DF, México. Págs. 40, 80 y 84-86.
2. ELIZONDO RAMÍREZ, Alfonso M. 2003-2. Curso de Control Estadístico de Calidad y Diseño de Especificaciones. Maestría en Ingeniería (Construcción). UNAM. Mazatlán, Sin., Méx.
3. FREDERICK S. Merritt. 1988. Manual del Ingeniero Civil. Volumen 1. 2º edic. Edit. McGRAUW-HILL. Naucalpan Méx. Pág. 3-11.
4. MARTÍNEZ MIER, Jaime A. 2003-1. Curso de Construcción de Cimentaciones. Maestría en Ingeniería (Construcción). UNAM. Mazatlán, Sin., Méx.
5. SEMARNAT. 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL. Edit./SEMARNAT. DF, México. Capítulo 5, subcapítulo 5.
6. SEMARNAT. 1996. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Edit./SEMARNAT. DF, México. Capítulo I, Artículo 3º.
7. DÍAZ DÍAZ, Salvador. 2003-1. Curso de Administración de la Construcción. Maestría en Ingeniería (Construcción). UNAM. Mazatlán., Sin., Méx.
8. FAVELA LOZOYA, Fernando. 2004-1. Curso de Excavaciones y Terracerías. Maestría en Ingeniería (Construcción). UNAM. Mazatlán, Sin., Méx.
9. V. C., Launder. 1977. Cimientos. Edit. Blume. DF, México. págs. 69-72.

10. Universidad Lasalle. 1993. Materiales y Procedimientos de Construcción. Tomo I. Edit. Diana. DF, México. Págs. 57 y 59.
11. PLAZOLA CISNEROS, Alfredo y PLAZOLA ANGUIANO, Alfredo. 1990. Normas y Costos de Construcción. Volumen 1. 3ª edic. Edit. Limusa. DF, México. Pág. 303.
12. COTTIER CAVIEDES, Juan L. 2004-1. Curso de Tecnología del Concreto. Maestría en Ingeniería (Construcción). UNAM. Mazatlán, Sin., Méx.
13. BRAJA M., Das. 2001. Principios de ingeniería de cimentaciones. Internacional Thomson Editores. DF, México. Págs. 674-815.
14. PECK RALPH E., Hanson y H. THORNBURN, Thomas, Ingeniería de Cimentaciones, Editorial Limusa, México, D. F., 2001, Págs. 224-226.

## 5. REVISIÓN DE COSTOS

Es común que en los concursos de obra se aplique el sistema de precios unitarios para estimar los costos. Con este sistema, los distintos conceptos de la obra se pagan con los precios asignados; sin embargo, existen otros sistemas para estimar los costos, como el de precio alzado o por administración. El objetivo es indicar el proceso de estimación de costos de los estudios y conceptos de obra.

Es necesario que el analista de precios unitarios de la obra, tenga los conocimientos adecuados de ingeniería de costos y cuente con la documentación legal actualizada, para establecer las consideraciones necesarias respecto a los salarios de los trabajadores de la construcción, así como a sus derechos que por ley se establecen. Es también importante que el profesionista permanezca pendiente del mercado y en especial de los tipos de cambio de la moneda extranjera (dólar), ya que la mayoría de los equipos de construcción se cotizan en dólares.

La documentación legal más importante que debe aplicar el ingeniero de costos en los trabajos de la construcción de viviendas en Culiacán, Sin., es la siguiente:

1. Ley Federal del Trabajo.
2. Ley del Seguro Social.
3. Ley del INFONAVIT.
4. Reglamento de la Ley de Obras Públicas del Ayuntamiento de Culiacán.
5. Reglamento de Construcción de Culiacán, Sin.
6. Salarios Mínimos Vigentes (Área Geográfica C).
7. Tabulador de Salarios para Trabajadores de la Construcción de Culiacán.
8. Tabulador de Aranceles de Honorarios profesionales de Culiacán.
9. Otros.

Es oportuno mencionar, que en la industria de la construcción los costos a base de precios unitarios se dividen en costos directos de obra y costos indirectos. Estos costos deben

determinarse cuidadosamente para determinar el precio. Otro concepto importante que no debe dejarse de lado es la utilidad que las desarrolladoras de vivienda obtienen por la realización de las obras.

El costo directo comprende el importe de los materiales, mano de obra, equipos, costos básicos y costos finales; es decir todo aquello que se identifican con los conceptos de obra de construcción.

Los costos indirectos se dividen en dos grupos, el gasto indirecto de operación y el indirecto de obra; es decir, son todos aquellos gastos que se requieren, pero que no se identifican directamente con los conceptos de obra de construcción.

La utilidad es la ganancia que recibe la constructora como contratista por la ejecución de los conceptos de trabajo que efectúa para realizar una obra y es un porcentaje que debe ser justo y equitativo. La utilidad esta en función de tres variables:

1. El costo del dinero (determinado por la tasa de interés).
2. El riesgo de la inversión (determinado por la oferta y la demanda).
3. La tecnología propiedad de la empresa (valor del estudio y la investigación).

Otro aspecto a considerar en la determinación de los costos es lo correspondiente al precio que debe pagarse al profesionalista por los servicios que presta para los trabajos de ingeniería. Estos costos se representan en los Aranceles Honorarios Profesionales, que el Colegio de Ingenieros Civiles debe recomendar.

Los honorarios profesionales pueden determinarse en porcentaje sobre el valor de la construcción y dependen de la naturaleza, tamaño y complejidad del trabajo que se realice.

Se considera honorario profesional a la cantidad global que percibe el profesionalista, cuando se contratan sus servicios en forma independiente a través de una persona física o moral (Ref. 1).

Los honorarios profesionales, es el pago que corresponde a un profesional como remuneración por la aplicación de sus conocimientos técnicos, experiencia y capacidad de solución de un proyecto corriente de ingeniería (Ref. 2).

El Colegio de Ingenieros Civiles de México recomienda los niveles de percepción de acuerdo al perfil del profesionista y los representa por medio de la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Ejemplo de recomendación de percepción de acuerdo al nivel del profesionista

NIVEL	ESCOLARIDAD Y/O ESPECIALIDAD	EXPERIENCIA	TOMA DE DECISIONES	RESPON-SABILIDAD	PERSONAL BAJO SU MANDO	EFECTO DE RIESGO	INICIATIVA
1	Pasante o Técnico Profesional	Pasante: ninguna Técnico: superior a 1 año	Mínima	Limitada	Ninguno	Daños pequeños	No toma decisiones
2	Pasante	Superior a 1 año	Poco importante	Limitada	Ninguno	Daños pequeños	Decisiones ocasionales de poca importancia
3	Pasante o Técnico	Superior a 2 años	Poco importante	Media	Grupo de técnicos o pasantes	Daños menores	Decisiones ocasionales de poca importancia
4	Licenciatura, Titulado	Mínimo 1 año	Medianamente importante	Media	Grupo de pasantes hasta nivel 3	Daños considerables	Decisiones frecuentes de cierta importancia
5	Licenciatura, Titulado	Mínimo 2 años	Medianamente importante	Media	Grupo de profesionistas hasta nivel 4	Daños considerables	Decisiones frecuentes de cierta importancia
6	Licenciatura, Titulado	Mínimo 3 años	Importante	Alta	Grupo de profesionistas hasta nivel 5	Daños considerables	Decisiones frecuentes y rápidas, de cierta importancia
7	Licenciatura, Titulado	De 3 a 5 años	Importante	Alta	Grupo de profesionistas unidisciplinarios		Decisiones frecuentes y rápidas, de cierta importancia
8	Licenciatura, Titulado	De 4 a 6 años	Muy importante	Alta	Grupo de profesionistas unidisciplinarios	Daños importantes	Decisiones que implican considerable iniciativa y juicio
9	Licenciatura, Titulado	De 5 a 8 años	Muy importante	Máxima total	Grupo de profesionistas unidisciplinarios o multidisciplinarios	Daños importantes	Decisiones que implican considerable iniciativa y juicio
10	Licenciatura, Titulado, Especialista, Maestría, Doctorado	Más de 8 años o 3 a 5 años con especialidad, maestría o con doctorado superior a 3 años	De máxima importancia	Máxima total	Grupo de profesionistas unidisciplinarios o multidisciplinarios	Daños muy importantes	Trabajo independiente confiado a la iniciativa y juicio del profesionista y a su discreción
11	Licenciatura, Titulado, Especialista, Maestría, Doctorado	Mayor de 10 años, mas de 5 años con especialidad, maestría o con doctorado superior a 5 años	De máxima importancia	Máxima total	Grupo de profesionistas unidisciplinarios o multidisciplinarios	Daños muy importantes	Trabajo independiente confiado a la iniciativa y juicio del profesionista y a su discreción

## 5.1 Costo de estudios

En los trabajos de ingeniería, la elaboración de un estudio, representa el inicio de cualquier proceso productivo. Para determinar el costo de los estudios de ingeniería, es conveniente aplicar tarifas de honorarios profesionales, las cuales puedan estipularse en un Arancel de Honorarios Profesionales del Colegio de Ingenieros Civiles de Culiacán.

El Arancel de Honorarios Profesionales tiene por objetivo evitar dificultades entre clientes y profesionales de la ingeniería civil. Dicho arancel debe fijar las tarifas de costos de los trabajos de ingeniería y brindar protección financiera al cliente y al profesional.

Las tarifas de honorarios profesionales se aplican según la escolaridad y antigüedad del profesional (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Ejemplo de honorarios (sueldo base mensual)

Antigüedad de titulación (licenciatura)				
Mínimo un año	Mínimo 2 años	Mínimo 3 años	de 3 a 5 años	de 5 a 8 años
\$ 7 600.00	\$ 8 350.00	\$ 10 500.00	\$ 11 650.00	\$ 15 400.00

### 5.1.1 Costo de estudios topográficos

Para los estudios topográficos y para otros estudios que sean necesarios para llevar a cabo los trabajos de ingeniería en la construcción de vivienda; así como para otros tipos de construcción, es conveniente aplicar los criterios de costo que se establecen en los Aranceles de Honorarios Profesionales.

En situaciones normales de trabajo, que no incluyan gastos de traslado y organización de campamento, ni tampoco el costo de personal necesario para la apertura de brechas (Ref. 2), los precios por los trabajos topográficos pueden utilizarse las Tablas 5.3 a 5.6, en las que se indican ejemplos de los costos del levantamiento topográfico, de acuerdo al tipo de terreno por



examinar. Los costos se pueden determinar por distancia recorrida (km) o bien por superficie (ha) del levantamiento topográfico empleado.

Tabla 5.3 Ejemplo de costos de trazo en terreno plano

OBRA: Construcción de vivienda	UNIDAD: km	HOJA: 1
FECHA: 10/marzo/2004		
LICITANTE:-----		
No. DE CONCURSO: -----		
CONCEPTO DE TRABAJO: Trazo en terreno plano		

CLAVE	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Pintura (esmalte)	lt	0.500	\$24.41	\$12.21
	Clavo para concreto 1"	kg	0.500	\$22.65	\$11.34
	Libreta de tránsito	Pza.	1.000	\$22.57	\$22.57

**SUBTOTAL = \$ 46.12**

CLAVE	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Ingeniero topógrafo	Jor	0.500	\$398.90	\$199.45
	Técnico	Jor	0.500	\$312.15	\$156.08
	Cadenero	Jor	0.500	\$139.85	\$69.93

**SUBTOTAL = \$ 425.46**

CLAVE	VIÁTICOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Ingeniero topógrafo	Día	1.000	\$504.00	\$504.00
	Técnico	Día	1.000	\$504.00	\$504.00
	Cadenero	Día	1.000	\$504.00	\$504.00

**SUBTOTAL = \$ 1512.00**

CLAVE	EQUIPO Y HERRAMIENTA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Vehículo	Jor	0.500	\$1041.95	\$520.97
	Taquímetro electrónico	Jor	0.500	\$315.05	\$157.52
	Herramienta menor	Jor	0.500	\$3.45	\$1.73

**SUBTOTAL = \$ 680.22**

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$ 2663.80</b>
----------------------	-------------------

Tabla 5.4 Ejemplo de costos de nivelación en terreno plano

OBRA: Construcción de vivienda	UNIDAD: km	HOJA: 1
FECHA: 10/marzo/2004		
LICITANTE:-----		
No. DE CONCURSO: -----		
CONCEPTO DE TRABAJO: Nivelación en terreno plano		

CLAVE	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Pintura (esmalte)	lt	0.500	\$24.41	\$12.21
	Libreta de tránsito	Pza.	1.000	\$22.57	\$22.57

**SUBTOTAL = \$ 34.78**

CLAVE	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Ingeniero topógrafo	Jor	0.333	\$398.90	\$132.83
	Técnico	Jor	0.333	\$312.15	\$103.95
	Cadenero	Jor	0.333	\$139.85	\$46.57

**SUBTOTAL = \$ 283.35**

CLAVE	VIÁTICOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Ingeniero topógrafo	Día	1.000	\$504.00	\$504.00
	Técnico	Día	1.000	\$504.00	\$504.00
	Cadenero	Día	1.000	\$504.00	\$504.00

**SUBTOTAL = \$ 1512.00**

CLAVE	EQUIPO Y HERRAMIENTA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Vehículo	Jor	0.333	\$1041.95	\$346.97
	Equialtímetro automático	Jor	0.333	\$997.85	\$332.28
	Herramienta menor	Jor	0.333	\$3.45	\$1.14
	Estadal telescópico	Jor	0.333	\$1.32	\$0.66

**SUBTOTAL = \$ 681.05**

**COSTO DIRECTO**

**\$ 2511.18**

Tabla 5.5 Ejemplo de costos de secciones transversales

OBRA: Construcción de vivienda	UNIDAD: km	HOJA: 1
FECHA: 10/marzo/2004		
LICITANTE:-----		
No. DE CONCURSO:-----		
CONCEPTO DE TRABAJO: Secciones transversales a cada 20 m y ancho de 40 m en terreno plano		

CLAVE	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Libreta de tránsito	Pza.	1.000	\$22.57	\$22.57

**SUBTOTAL = \$ 22.57**

CLAVE	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Ingeniero topógrafo	Jor	0.666	\$398.90	\$265.67
	Técnico	Jor	0.666	\$312.15	\$207.89
	Cadenero	Jor	0.666	\$139.85	\$93.14

**SUBTOTAL = \$ 566.70**

CLAVE	VIÁTICOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Ingeniero topógrafo	Día	1.000	\$504.00	\$504.00
	Técnico	Día	1.000	\$504.00	\$504.00
	Cadenero	Día	1.000	\$504.00	\$504.00

**SUBTOTAL = \$ 1512.00**

CLAVE	EQUIPO Y HERRAMIENTA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Vehículo	Jor	0.666	\$1041.95	\$693.94
	Equialtímetro automático	Jor	0.666	\$997.85	\$664.57
	Tránsito	Jor	0.666	\$18.69	\$12.45
	Herramienta menor	Jor	0.666	\$3.45	\$2.30
	Estadal telescópico	Jor	0.333	\$1.32	0.44\$

**SUBTOTAL = \$ 1373.70**

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$ 3474.97</b>
----------------------	-------------------

Tabla 5.6 Ejemplo de costos de levantamiento de predios

OBRA: Construcción de vivienda	UNIDAD: Ha	HOJA: 1
FECHA: 10/marzo/2004		
LICITANTE:-----		
No. DE CONCURSO: -----		
CONCEPTO DE TRABAJO: Levantamiento de predios sin construcción		

CLAVE	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Pintura (esmalte)	lt	0.500	\$24.41	\$12.21
	Clavo para concreto 1"	kg	0.500	\$22.65	\$11.34
	Libreta de tránsito	Pza.	1.000	\$22.57	\$22.57

**SUBTOTAL = S 46.12**

CLAVE	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Ingeniero topógrafo	Jor	0.250	\$398.90	\$99.73
	Técnico	Jor	0.250	\$312.15	\$78.04
	Cadenero	Jor	0.250	\$139.85	\$34.96

**SUBTOTAL = S 212.73**

CLAVE	VIÁTICOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Ingeniero topógrafo	Día	1.000	\$504.00	\$504.00
	Técnico	Día	1.000	\$504.00	\$504.00
	Cadenero	Día	1.000	\$504.00	\$504.00

**SUBTOTAL = S 1512.00**

CLAVE	EQUIPO Y HERRAMIENTA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Vehículo	Jor	0.250	\$1041.95	\$260.49
	Taquímetro electrónico	Jor	0.250	\$315.05	\$78.76
	Herramienta menor	Jor	0.250	\$3.45	\$0.86

**SUBTOTAL = S 340.11**

**COSTO DIRECTO**

**S 2110.96**

### 5.1.2 Costo de estudios geotécnicos

Es importante que los trabajos de campo y laboratorio sean realizados cuidadosamente por una empresa experimentada, que cuente con laboratorios propios, con equipo adecuado; así como, con técnicos e ingenieros especializados en el estudio de las muestras de suelo y en la interpretación de los resultados de los ensayos.

Para conjuntos habitacionales, los honorarios correspondientes a la preparación del informe sobre la capacidad de carga del terreno, deformabilidad, y características de las cimentaciones deben acordarse con el especialista, de acuerdo a un programa mínimo de investigación que éste establezca.

El costo de los estudios geotécnicos se pueden estimar de acuerdo a:

- a) Trabajos de campo.
- b) Ensayes de laboratorio.
- c) Servicios de ingeniería.

**a) Trabajos de campo.** Para determinar el precio de los trabajos de campo, es conveniente dividirlo en dos conceptos: 1) recopilación de información y reconocimiento geotécnico y 2) exploración, muestreo y pruebas de campo.

Recopilación de información y reconocimiento geotécnico. Consiste en recopilar información, si existe, del sitio de la obra, la cual puede obtenerse en cartas geológicas de dependencias como el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), o institutos de geología de centros educativos y de investigación; así como efectuar una inspección geológica y geotécnica detalladas del predio y de las zonas aledañas.

El costo de dicho reconocimiento puede depender de aspectos, como:

- a) Costos de trabajos y estancias.
- b) Dimensiones del predio.
- c) Complejidad topográfica y geológica.

- d) Recopilación de información.

Exploración, muestreo y pruebas de campo. Incluyen los sondeos, pozos a cielo abierto y pruebas realizadas en el sitio para:

- a) Determinar estratigrafía del subsuelo.
- b) Extraer muestras alteradas e inalteradas.
- c) Determinar pruebas in situ.
- d) Definir posición del nivel freático (en su caso) y/o presión de poro en el subsuelo.

El número de sondeos y/o pozos depende del perímetro del predio; en general debe realizarse un sondeo o pozo por cada 80 - 100 m del perímetro.

El costo de estos trabajos está en función de:

- a) El equipo y herramienta empleados.
- b) Traslado del equipo y personal.
- c) Número y profundidad de sondeos.
- d) Tipo de materiales por perforar y muestrear (rocas y suelos).

Por lo anterior el costo de las exploraciones puede estimarse de acuerdo al tipo de suelo; así el precio del concepto puede representarse en las Tabla 5.7 y 5.8.

Tabla 5.7 Ejemplo de costo de sondeos

Tipo de suelo	Costo
Suelo	\$ 850.00 /m
Roca	\$ 1 500.00 /m

Tabla 5.8 Ejemplo de costo de pozos a cielo abierto

Tipo de suelo	Costo
Suelo	\$ 220.00 /m

b) **Ensayes de laboratorio.** Consiste en las pruebas de laboratorio donde se determina:

1. Identificación y clasificación de suelos y rocas.
2. Pruebas índice.
3. Pruebas mecánicas.

El costo de los ensayos se determina por tipo de pruebas o lote de ellas y debe estar en función de la capacidad tecnológica del equipo y personal para realizarlas.

c) **Servicios de ingeniería.** Se refiere a los trabajos de gabinete realizados por los ingenieros especialistas para:

1. Coordinar y supervisar los trabajos de campo y laboratorio.
2. Caracterizar al subsuelo.
3. Efectuar los análisis necesarios para definir la cimentación adecuada.
4. Establecer las recomendaciones o especificaciones para diseño estructural de las cimentaciones y de su construcción.

El costo de los servicios de ingeniería se estiman en, aproximadamente, un 20 - 30 % del costo de los trabajos de campo y de los ensayos de laboratorio, dependiendo de la importancia y magnitud de la obra, pero no menos de un cierto monto, del orden de 6 a 8 días del salario mínimo mensual.

## 5.2 Costos directos de construcción

En la estimación de precios unitarios, la unidad de medida depende de cada concepto de obra, la cual puede ser m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, kg, jor, pt, lt, hr, etc. Es necesario hacer una revisión minuciosa para evitar omisiones de algún concepto o parte de éste.

Para determinar los precios unitarios debe prepararse una estimación por separado por cada tipo de concepto. Se determina para cada concepto los costos de los materiales, mano de obra y equipo. A dichos costos se le agrega una parte proporcional de los costos indirectos, tales

como transporte, construcciones provisionales, cargos fijos, seguros, impuestos, utilidad y fianza (Ref. 3).

### **5.2.1 Costos de materiales**

El analista de precios unitarios debe realizar un catálogo de insumos por separado de todos los materiales que serán utilizados, puestos en obra, con sus unidades y cantidades correctas. El costo de los materiales se cuantifica considerando el Impuesto al Valor Agregado (IVA).

Aunque es aceptable la utilización de materiales económicos en la construcción, éstos deben cumplir las normas de calidad establecidas en los reglamentos de construcción, además de someterlos a un estricto control de calidad para justificar su empleo.

El catalogo de materiales puede presentarse como en la Tabla 5.9 en la que se indica el número de insumo, descripción, unidad y precio.



Tabla 5.9 Ejemplo de catálogo de insumos de materiales con IVA

<b>No. DE INSUMO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>
1	<b>AGLUTINANTES</b>		
	1.1 Cemento normal	Ton.	\$1704.34
	1.2 Calhida	Ton.	\$ 1043.47
2	<b>AGREGADOS</b>		
	2.1 Arena	M <sup>3</sup>	\$ 200.00
	2.2 Grava	M <sup>3</sup>	\$ 175.00
	2.3 Agua	M <sup>3</sup>	\$6.04
3	<b>ACEROS CORRUGADOS</b>		
	3.1 Acero No. 3 Fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	Ton.	\$ 9800.00
	3.2 Acero No. 4 Fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	Ton.	\$ 9800.00
	3.3 Acero No. 5 Fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	Ton.	\$9800.00
4	<b>ACEROS LISOS</b>		
	4.1 Alambón No. 2 Fy = 2530 Kg/cm <sup>2</sup>	Kg.	\$ 13.00
	4.2 Alambre recocido No. 16	Kg.	\$ 18.00
	4.3 Clavos de 2 ½" a 4"	Kg.	\$ 18.00
	Clavos de 1"	Kg.	\$ 18.00
5	<b>COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>		
	5.1 Gasolina Magna	Lto.	\$ 5.33
	5.2 Aceite para Motor	Lto.	\$ 22.00
	5.3 Diesel	Lto.	\$ 5.04
	5.4 Aceite para Motor Diesel BARDAL	Lto.	\$ 25.00
	5.5 Oxígeno	M <sup>3</sup>	\$ 73.66
	5.6 Acetileno	Kg.	\$ 192.60
6	<b>MADERA DE CIMBRA</b>		
	6.1 Triplay 122x244x1.5 cm	Pza	\$ 380.00
	6.2 Polin (medida variable)	PT	\$ 9.00
	6.3 Barrote (medida variable)	PT	\$ 9.00
	6.4 Duela (medida variable)	PT	\$ 9.00
	6.5 Chafán de ¾"	ML	\$ 9.00
	6.6 Tablón (medida variable)	PT	\$ 9.00
7	<b>PROD. MANUALES DE ARCILLA</b>		
	7.1 Tabique (medida variable)	Millar	\$ 1300.00

8	<b>PREMEZCLADOS</b>		
	8.1 F'c = 100 Kg/cm <sup>2</sup> T.M.A. ¾", RN <sup>*</sup> , clase II <sup>***</sup> , grado de calidad "B"	M <sup>3</sup>	\$ 6.78
	8.2 F'c = 200 Kg/cm <sup>2</sup> T.M.A. ¾", RN <sup>*</sup> , bombeable, clase I <sup>****</sup> , tipo estructural, grado de calidad "B"	M <sup>3</sup>	\$ 886.95
	8.3 F'c = 200 Kg/cm <sup>2</sup> T.M.A. ¾", RR <sup>**</sup> , bombeable, clase I <sup>****</sup> , grado de calidad "B"	M <sup>3</sup>	\$ 939.13

### 5.2.2 Costos de equipo

De igual forma que en el análisis de precios de materiales, se realiza un catálogo de insumos por separado de todos los equipos que serán utilizados, puestos en obra, con sus unidades y cantidades correctas. El costo de los equipos se cuantifica considerando el IVA.

La identificación funcional del equipo se inicia seleccionando las unidades motrices y unidades de tracción, luego las excavadoras, los equipos de acarreo y otros equipos para manejo de materiales. Cada equipo es identificado por separado.

El catálogo de equipos, puede representarse por medio de una tabla en la cual se indica el número de insumo, descripción, unidad y precio Tabla 5.10.

\* RN = Resistencia normal a 28 días

\*\*\* Concreto Clase II: Peso volumétrico en estado fresco comprendido entre 1.9 y 2.2 ton/m<sup>3</sup>

\*\*\*\* Concreto Clase I: Peso volumétrico en estado seco superior a 2.2 ton/m<sup>3</sup>

\*\* RR = Resistencia Rápida a 14 días

Tabla 5.10 Ejemplo de catálogo de insumos de equipos con IVA

N <sub>o</sub>	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO
1	<b>HERRAMIENTA MANUAL</b>		
	1.1 Carretilla honda llantas de hule	Pza	\$ 450.00
	1.2 pala cuadrada	Pza	\$ 63.00
	1.3 Pico con mango	Pza	\$ 85.00
	1.4 Bote alcoholero	Pza	\$ 25.00
	1.5 Dobladora de varilla de diámetro variable	Pza	\$ 1 405.00
	1.6 Cortadora de varilla de diámetro variable	Pza	\$ 1 545.00
	1.7 Cuchillas para cortadora	Jgo	\$ 300.00
	1.8 Segueta	Pza	\$ 8.00
2	<b>EQUIPO MENOR</b>		
	2.1 Revolvedora de un saco 8 HP	Pza	\$ 12 900.00
	2.2 Llantas revolvedora (2)	Jgo	\$ 480.00
	2.3 Vibrador de gasolina 8 HP	Pza	\$ 8 200.00
	2.4 Equipo corte oxígeno-acetileno	Pza	\$ 1 775.00
2	<b>EQUIPO INTERMEDIO</b>		
	2.1 Malacate 1000 Kg 12 HP	Pza	\$ 30 000.00
	2.2 Tránsito electrónico	Pza	\$ 52 250.00
3	<b>EQUIPO MAYOR</b>		
	3.1 Retroexcavadora	Pza	\$ 552 721.00
	3.2 Llantas para retroexcavadora (4)	Jgo	\$ 12 700.00
	3.2 Camión de volteo (capacidad variable)	Pza	\$ 590 000.00
	3.3 Llantas para camión (6)	Jgo	\$ 16 700.00

### 5.2.3 Costo de mano de obra

El costo de mano de obra, es uno de los conceptos que más se dificulta establecer y debe tenerse mucho cuidado al determinarlo.

Para integrar los salarios en la industria de la construcción usualmente se divide el personal en 36 categorías (Ref. 4); sin embargo, el número de categorías puede variar dependiendo de empresa constructora y del tipo de obra. Los conceptos que integran las categorías son:

1. Salario diario bruto: salario semanal / 7 días.
2. Prima vacacional.
3. Aguinaldo.
4. Salario base de cotización.
5. Cuota Patronal del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Una vez determinado el pago porcentual del IMSS, se adiciona a la integración del salario las cuotas siguientes:

1. INFONAVIT.
2. Guarderías.
3. Seguro de retiro.
4. Impuesto sobre nómina.
5. Impuesto sustitutivo de crédito al salario.

En la determinación del salario real, es necesario determinar una serie de factores, que aunado a las cuotas antes citadas, integran el salario de los trabajadores; los factores son:

1. Factor de días realmente pagados y laborados.
2. Factor de zona (0.8 a 2.25 %).
3. Factor de equipo de seguridad (1 a 3%).
4. Factor de herramienta menor (1 a 5%).
5. Factor de mando intermedio (5 a 10%).
6. Factor de salario real.

Los porcentajes son referidos al costo de la mano de obra.

Para calcular el costo de la mano de obra, es necesario que el estimador de precios conozca los salarios y el tiempo requerido para completar cada actividad Tabla 5.11.

Con la información anterior se obtienen los jornales de los trabajadores integrándolos por grupos. Para establecer estos grupos, se toman 24 composiciones que son las más comunes en la industria de la construcción (Ref. 4), como ilustra la Tabla 5.12. Esta agrupación es variable para cada empresa constructora, en función de la región de la obra y los sueldos del mercado de la misma.

Tabla 5.11 Ejemplo de integración del factor de salario real, mano de obra en la construcción

No.	Categoría	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
		Factor de salario diario bruto (FSDB)	Factor de Salario Diario Integrado	Salario Diario Integrado	Cargo Patronal I.M.I.S.S.	Guarderías 1% x b	Retiro (S.A.R.)	INFONAVIT 5% X b	Impuesto S/Nómina 1.5%	Impuesto Sustitutivo de Crédito al Salario 3%	(b-d+e+f+g+h-i) 1Pn	Factor Tp(T)	Factor de Salario Real $F_{SR} = k(1+Fs)$	Salario Real SR-SDEXI
1	Peón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Ayudante General	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Cadenero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Operador Equipo Menor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Estadlero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Velador	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Bodeguero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Ayudante de Soldador	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Pintor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Jardínero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Operador Equipo Intermedio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Chofer Camioneta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Coordinador	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Albañil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Electricista	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Plomero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Chofer Camión	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Carpintero Obra Negra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Yesero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Tablaroquero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Colocador Mosaicos y Azulejos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Ebanista	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Herrero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	Alumbrero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	Mecánico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	Chofer Vehículo con Grúa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	Fierro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	Vidriero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	Soldador	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	Laborantista	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	Montador	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	Tipógrafo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	Soldador Calificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	Operador Equipo Mayor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	Oficial de Instalaciones de Gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	Oficial en Aire Acondicionado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5.12 Ejemplo de integración del salario para definir jornadas de grupos

Grupo	Composición	Integración de Salarios Reales	Suma parcial	Factor de Zona	Factor Eq. Seg. 1%	Factor Herramienta Menor 3%	Factor Mando Intermedio 8%	Jornal de Grupo Menor
G-01	Tareas pesadas sin Especialización 0.10 Coordinador + 1 Peón	-	-	-	-	-	-	-
G-02	Tareas Pesadas con Especialización 0.25 Albañil + 1 Peón	-	-	-	-	-	-	-
G-03	Carpintería Obra Negra 1 Carpintero + 1 Ayudante General	-	-	-	-	-	-	-
G-04	Acero de Refuerzo 0.50 Fierro + 1 Ayudante General	-	-	-	-	-	-	-
G-05	Albanilería 1 Albañil + 1 Peón	-	-	-	-	-	-	-
G-06	Preparación Concreto Rev. 1 Saco y Elevación con Malacate de 1 Ton. 1 Operador Equipo Menor + 2 Peones	-	-	-	-	-	-	-
G-07	Preparación Concreto Rev. 2 Sacos 1 Operador Equipo Intermedio + 4 Peones	-	-	-	-	-	-	-
G-08	Colocación de Pisos y Recubrimiento 1 Colocador + 1 Ayudante General	-	-	-	-	-	-	-
G-09	Electricidad 1 Electricista + 1 Ayudante General	-	-	-	-	-	-	-
G-10	Plomería 1 Plomero + 1 Ayudante General	-	-	-	-	-	-	-

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

G-11	<b>Yesería</b> 1 Yesero + Ayudante General	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G-12	<b>Tablaroca</b> 1 Tablaroquero + Ayudante General	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G-13	<b>Aluminio</b> 1 Aluminero + 1 Ayudante General	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G-14	<b>Vidriería</b> 1 Vidriero + 1 Ayudante General	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G-15	<b>Soldadura</b> 1 Soldador + 1 Ayudante General	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G-16	<b>Soldadura Especializada</b> 1 Soldador Calificado 1 Ayudante de Soldador	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G-17	<b>Montaje Estructura Metálica</b> 1 Montador + 1 Ayudante de Montador	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G-18	<b>Ebanista y Carpintería Blanca</b> 1 Ebamista + 1 Ayudante General	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G-19	<b>Operador Equipo Mayor</b> 1 Operador + 1 Ayudante General	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G-20	<b>Topografía</b> 1 Topógrafo + 1 Cadenero	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G-21	<b>Instalaciones de Gas</b> 1 Instalador de Gas + 1 Ayudante General	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G-22	<b>Herrería</b> 1 Herrero + 1 Ayudante General	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G-23	<b>Pintura</b> 1 Pintor + 1 Ayudante General	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.



### 5.2.4 Costos básicos

Una vez establecidos los precios de los materiales, costo de los equipos y los jornales de los trabajadores, se procede a la determinación de los costos directos básicos, los cuales se clasifican de acuerdo a la obra que se trate. En el caso de viviendas cimentadas con losas planas, los costos básicos son:

1. Cimbra común en contratraves y losa.
2. Mortero de cemento-arena 1:5.
3. Concreto hecho en obra  $f'c = (\text{variable}) \text{ kg/cm}^2$ .
4. Dobladora hecha en obra para varillas de diámetros 1" a 1 1/2"; incluye excavación a mano.

Para la determinación de los costos básicos anteriores, puede emplearse el formato de la Tabla 5.13.

Tabla 5.13 Ejemplo de determinación de los costos básicos

OBRA: Construcción de vivienda	UNIDAD: M <sup>3</sup>	HOJA: 1
FECHA: 10/marzo/2004		
LICITANTE:-----		
No. DE CONCURSO: -----		
CONCEPTO DE TRABAJO: Concreto hecho en obra f'c = 150 kg/cm <sup>2</sup>		

CLAVE	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Cemento gris	Ton	0.326	\$1704.34	\$555.61
	Arena de río	M <sup>3</sup>	0.468	\$200.00	\$93.60
	Agua	M <sup>3</sup>	0.219	\$6.04	\$1.32
	Grava de río 19 mm	M <sup>3</sup>	0.695	\$175.00	\$121.62

**87.37 %**                      **SUBTOTAL = \$ 772.15**

CLAVE	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Operador de equipo menor más 2 peones	Jor	0.18	\$566.81	\$102.02

**11.54 %**                      **SUBTOTAL = \$ 102.02**

CLAVE	EQUIPO Y HERRAMIENTA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Revolvedora de un saco	Hora	0.889	\$10.78	\$9.58

**1.08 %**                      **SUBTOTAL = \$ 9.58**

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$ 883.75</b>
----------------------	------------------

### 5.2.5 Costos horarios

Así como los costos básicos, es necesario determinar el costo horario de los equipos por usar, con el fin de utilizarlos en el cálculo de los costos finales. Para ello se utiliza el formato de la Tabla 5.14.

Si el análisis es para una revolvedora manual, no se incluye la operación, dado que ésta se considera en el costo directo del vaciado del concreto. Si el análisis es para un vibrador para concreto, en la operación, además del salario del operador de equipo menor, se adicionan los factores de equipo de seguridad (1% de mano de obra), factor de herramienta (3% de mano de obra) y el factor de mando intermedio (8% de mano de obra). Si el análisis es para un tránsito o nivel electrónico, se le adiciona a la operación el factor de equipo de seguridad (1% de mano de obra).

Tabla 5.14 Ejemplo de análisis de costos horarios

MÁQUINA: <u>Retroexcavadora</u>		HOJA: 1	DE .....
MARCA: <u>Case</u>		FECHA: <u>12/MARZO/2004</u>	
MODELO: <u>590 Súper L</u> CLAVE: .....			
EMPRESA: ..... FORMULÓ: .....			
<b>DATOS GENERALES</b>			
Va = Valor de adquisición =	\$ 552 721.88	Pn = Potencial nominal =	88 HP
Vll = valor de llantas =	\$ 12 700.00	Tipo de combustible =	Diesel
Vn = Valor neto =	\$ 540 021.88	Pc = Precio de combustible =	\$ 5.04/litro
r = Factor de rescate =	20%	Fo = Factor de operación =	0.134
Vr = Valor de rescate = Vn x r =	\$ 108 004.37	Cc = Capacidad del cárter =	11 litros
Ti = Tasa de interés* =	20.19%/año	Tc = Tiempo entre cambios de aceite =	150 horas
Ps = Prima de seguros =	4 %/año	Fl = Factor de lubricante =	0.0095/litro
Fm = Factor de mantenimiento =	0.75	Pa = Precio del aceite =	\$ 22/litro
Ve = Vida económica =	10 000 horas	Vn = Vida económica de llantas =	3 000 horas
Hea = Horas efectivas trabajadas por año =	2 000 horas	Cco = Coeficiente de combustible =	0.2/litro
<b>COSTOS FIJOS</b>			
Depreciación	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	\$ 44.47	
Inversión	$Im = [(Vm + Vr) / 2 Hea] i =$	\$ 33.35	
Seguros	$Sm = [(Vm + Vr) / 2 Hea] =$	\$ 6.61	
Mantenimiento	$M = Fm \times D =$	\$ 33.35	
<b>SUBTOTAL = \$ 117.82</b>			
<b>COSTOS POR CONSUMO</b>			
Combustibles = Co = Cco x Pn x Fo x Pc =		\$ 11.89	
Lubricantes = Lb = [(Fl x Pn x Fo) + (Cc / Tc)] x Pa =		\$ 4.08	
Llantas = N = Pn / Vn =		\$ 4.23	
<b>SUBTOTAL = \$ 20.20</b>			
<b>COSTOS POR SALARIO DE OPERACIÓN</b>			
Grupo No. 19			
Operación (Sr) =		\$ 685.25 Turno	
SUMA de Sr =		\$ 685.25 Turno	
Operación** = Po = Sr / Ht =		85.65	
<b>SUBTOTAL = \$85.65</b>			
<b>COSTOS HORARIO DIRECTO =</b>		<b>\$223.67</b>	

NOTA. Ht = Horas del turno

\* La tasa de interés deberá ser referida a un indicador económico. Puede ser referida al CCP del mes de enero del año en curso.

\*\* Si el análisis es para equipo mayor, no se incluye ni el factor de equipo de seguridad, herramienta menor ni mando intermedio.

**5.2.6 Costos finales**

Una vez calculados los costos básicos y los costos horarios de los equipos, se procede a estimar los costos finales, con los cuales se elabora el presupuesto total. El formato para calcular este tipo de costos es el mismo que se utiliza en la determinación de los costos directos básicos; para ello se utiliza el formato de la Tabla 5.15.

Tabla 5.15 Ejemplo de análisis de costo directo

OBRA: Construcción de vivienda		UNIDAD: kg	HOJA: 1		
FECHA: 22/marzo/2004					
LICITANTE: -----					
No. DE CONCURSO: -----					
CONCEPTO DE TRABAJO: Acero de refuerzo en cimentación fyp = 4200 kg/cm <sup>2</sup> , incluyendo: Suministro, habilitado, colocación, ganchos, traslapes y desperdicios de alambre de amarre					
CLAVE	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Acero de refuerzo No. 3	kg	1.083	\$9.80	\$10.61
	Alambre recocido No. 16	kg	0.052	\$18.00	\$0.94
			<b>73.15%</b>	<b>SUBTOTAL = \$ 11.55</b>	
CLAVE	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	<b>Grupo 4</b>				
	0.5 Ferrero + Ayudante	Jor	0.006667	629.50	\$4.19
			<b>26.53 %</b>	<b>SUBTOTAL = \$ 4.19</b>	
CLAVE	EQUIPO Y HERRAMIENTA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	Dobladora de varilla de 3/4"	Pza.	0.000017	\$1475.00	\$0.02
	Cortadora de varilla de 3/4"	Pza.	0.000022	\$1625.00	\$0.03
			<b>0.32 %</b>	<b>SUBTOTAL = \$ 0.05</b>	
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 15.79</b>

### 5.2.7 Presupuesto a costo directo

Una vez calculados los costos finales (costos directos), se elabora una explosión de insumos de obra, representándolos por medio de un catálogo donde se incluya:

1. Número de concepto.
2. Concepto.
3. Unidad.
4. Cantidad.
5. Costo directo.
6. Importe.
7. Porcentaje.

La Tabla 5.16 es un ejemplo del catálogo de conceptos a costo directo de una obra para el concepto de cimentaciones, sin incluir cantidades y costos.

Así, siguen en este orden los conceptos de drenaje, estructura, pisos, recubrimientos, hasta completar el catálogo de conceptos a costo directo para obtener el presupuesto total de la obra.

Tabla 5.16 Ejemplo de catálogo de concepto a costo directo de obra

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO		%
				C.D.	IMPORTE	
<b>1.00</b>	<b>CIMENTACIONES</b>					
1.01	Limpieza, trazo y nivelación (manual o con equipo).	M <sup>2</sup>	-	-	-	-
1.02	Excavación, manual o con equipo (indicar la profundidad).	M <sup>3</sup>	-	-	-	-
1.03	Acarreo, en carretilla o con camión (dependiendo de la distancia de acarreo).	M <sup>3</sup>	-	-	-	-
1.04	Afine de la excavación a mano para llegar al nivel requerido, para desplante de al cimentación.	M <sup>3</sup>	-	-	-	-
1.05	Plantilla de concreto (premezclado o hecho en obra) F'c = 100 Kg/cm <sup>2</sup> , T.M.A.=3/4", 5 cm de espesor (mínimo), incluye tendido y afine, si es premezclado incluye bombeo.	M <sup>2</sup>	-	-	-	-
1.06	Cimbra en contratraves de cimentación, dados o losa (dependiendo de que cimentación se trate).	M <sup>2</sup>	-	-	-	-
1.07	Acero de refuerzo en cimentación Fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup> , incluye suministro, habilitado, colocación, ganchos, traslapes, desperdicios y alambre de amarre.					
	a) Ø de 3/8"	Kg.	-	-	-	-
	b) Ø de 1/2 "	Kg.	-	-	-	-
	c) Ø de 3/4"	Kg.	-	-	-	-
	d) Ø de 1"	Kg.	-	-	-	-
	e) etc.	Kg.	-	-	-	-
1.08	Concreto premezclado bombeable F'c = 200 Kg/cm <sup>2</sup> , clase 1, grado de calidad "B", tipo estructural, T.M.A. = 3/4", resistencia nominal en cimentación, incluye curado y bombeo	M <sup>3</sup>	-	-	-	-
	<b>SUMA CIMENTACIÓN</b>				<b>S _____</b>	-

### 5.2.8 Estimación de tiempos en la construcción

Todo presupuesto de obra debe ir acompañado de los tiempos de construcción del inmueble, es decir, que en los contratos de construcción se especifican los tiempos de duración de la obra, mismos que el constructor debe cumplir. Para satisfacer este requisito del proceso productivo, la empresa constructora debe hacer uso de las tres fases siguientes:

1. Planeación.
2. Programación.
3. Control.

En la Planeación (Ref. 5) se realizan las actividades siguientes:

- a) Lista de actividades.
- b) Tabla de secuencias (orden entre actividades).
- c) Dibujo de diagramas (tanto de las actividades reales como de las ficticias).

Para la Programación se hace uso de:

- a) Valuación de tiempos (tabla de tiempos).
- b) Obtención de ruta crítica mediante la tabla de holguras.
- c) Análisis y reducciones.

En la fase de control, se aplica:

- a) Uso de holguras.
- b) Reducción de tiempos.

En la determinación de los tiempos de construcción (Ref. 5) se hace uso de ciertas herramientas de programación, entre ellas se tienen:

1. Barras de Gantt.
2. Redes (ruta crítica).
  - 2.1 Flechas.
  - 2.2 PERT.



2.3 Precedencias o Nodos.

3. Diversas herramientas para el balanceo y compresión de redes.

La metodología a seguir en la programación de actividades (Ref. 5) siguiendo el criterio de redes, es la siguiente:

1. Listado de actividades.
2. Determinación de la tabla de frecuencias.
3. Resolución de la Matriz de ordenación (cálculo de niveles).
4. Dibujo del diagrama en red (indicando actividades y duraciones).
5. Cálculo de la duración total y duración acumulada parcial.
6. Obtención de la Ruta Crítica.
7. Es posible, al llegar a este punto, vaciar la información en un diagrama de barras.
8. Obtención del programa de recursos (de insumos y financieros).
9. Nivelación y compresión de la red.

### 5.3 Costos indirectos de construcción

Para estimar los costos indirectos en la construcción, se requiere del apoyo disciplinario contable y técnico-administrativo principalmente, dado que este tipo de gastos tienen que ver con la operación administrativa de las desarrolladoras de vivienda. Así, la parte contable debe tener un enfoque financiero y fiscal, que reflejen realidades económicas y disposiciones legales respectivamente. Por el lado administrativo se debe atender a la planeación, organización, integración, dirección y control con el fin de establecer el proceso que busque resultados de máxima eficiencia y eficacia en la coordinación de las cosas y personas que integran una empresa constructora.

Como ya se cito los costos indirectos se dividen en gastos indirectos de operación y gastos indirectos de obra.

Los gastos indirectos de operación se subdividen (Ref. 4) en los siguientes conceptos:

1. Gastos Técnicos y/o Administrativos.
2. Alquileres y Depreciaciones.
3. Obligaciones y Seguros.
4. Materiales de Consumo.
5. Capacitación y Promoción.

Los gastos indirectos de obra se subdividen (Ref. 4) en los siguientes rubros:

1. Gastos Técnicos y/o Administrativos.
2. Traslado de Personal de Obra.
3. Comunicaciones y Fletes.
4. Construcciones Provisionales.
5. Consumos y Varios.
6. Fianzas y Seguros.

## REFERENCIAS

1. Colegio de Ingenieros Civiles de México. 2003. Recomendaciones para el Pago de Servicios Profesionales. Edit./CICM. DF, México. Capítulo 2. Subcapítulo 9. Pág. 6.
2. SUÁREZ SALAZAR, Carlos. 1993. Costo y tiempo en Edificación. 3ª edic. Edit. Limusa. DF, México. Págs. 301, 304 y 307.
3. L., Peurifoy. 1980. Estimación de Costos en Construcción. Edit. Diana. DF, México. pág. 18.
4. SUÁREZ SALAZAR, Carlos. 2002. La Determinación del Precio en la Obra Pública del Gobierno del Distrito Federal y de la Federación. Edit. Limusa. DF, México. Págs. 33, 46, 53, 165, 166 y 170.
5. MEZA PUESTO, Hugo. 2003-1. Curso de Planeación, Programación y Control de Obras. Maestría en Ingeniería (Construcción). UNAM. Mazatlán, Sin., Méx.

## 6. CASO HISTÓRICO

El siguiente caso permite ejemplificar algunas de las condiciones y problemática que tienen los conjuntos habitacionales en Culiacán Sin. En el Anexo 3 se presenta una encuesta realizada a los vecinos de la unidad habitacional Fuentes del Valle, para conocer sobre el estado actual de las viviendas construida hace unos seis años. El objetivo es revisar el comportamiento de un conjunto habitacional en la zona de estudio.

### 6.1 Localización

La unidad habitacional está ubicada en la periferia de la Ciudad de Culiacán Sin., al suroeste de la misma. Está registrada con el número 091 en el índice de colonias del Municipio de Culiacán. Colinda al norte con el Fraccionamiento San Rafael, al sur y al oeste con terrenos sin fraccionar y al este con el canal principal de riego agrícola del Valle de Culiacán (Ref. 1).

### 6.2 Estudios

#### Estudio de mecánica de suelos

El informe del estudio de mecánica de suelos para esta unidad, indica lo siguiente (Ref.2):

- a) Antecedentes. El terreno tiene una superficie total de 69,805.68 m<sup>2</sup> y el número de viviendas es de 366.
- b) Estudio de campo. Se realizaron 6 pozos a cielo abierto (PCA) con retroexcavadora, a profundidades comprendidas entre 1.5 y 2.0 m, en los cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas del suelo. No se encontró el nivel freático.

- c) Ensayes de laboratorio. Las muestras se clasificaron con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y se les determinó propiedades índice, resistencia a la compresión no confinada, peso volumétrico y consolidación unidimensional.
- d) Estratigrafía y propiedades del subsuelo. En cinco de los seis pozos realizados existe superficialmente un estrato de arcilla café, CH, con espesor de 0.9 a 1.7 m y arcillas color rojizo CH y CL, con espesores de 1.0 a 1.7 m. Sólo en PCA-6, se encontró una capa de grava arcillosa, GC, a una profundidad de 0.9 m, sin determinarse el espesor. El potencial expansivo de la arcilla, CH, es de aproximadamente de 8.8 %.
- e) Conclusiones y Recomendaciones. El estudio señala que las viviendas podrán construirse sobre una cimentación superficial, a base de losas, zapatas corridas de concreto ciclópeo o de concreto reforzado. En caso de usar losas de cimentación, las viviendas se desplantarán sobre una capa de relleno de 60 cm de espesor, construidas por material de grava y arenas limosas de río, cuyo índice plástico sea menor a 10%. Este relleno debe compactarse en capas de 20 cm, al 90 % de la prueba Proctor estándar (AASHTO estándar). Especifica además que se deben usar contratraveses de 30 a 40 cm de peralte. En caso de utilizar zapatas corridas, la profundidad de desplante debe ser de 70 cm. La capacidad de carga se determinó con el criterio de Terzaghi, citando que la capacidad admisible ( $Q_a$ ) del estrato de arcilla es de  $9.5 \text{ t/m}^2$  y la del relleno de material de banco es de  $19 \text{ t/m}^2$ .
- f) Análisis de asentamientos. Con respecto a las cargas que transmitirá la losa de cimentación hasta 2.2 m de profundidad se presentará una deformación de 2.4 cm y que los asentamientos diferenciales son insignificantes.
- g) Diseño de pavimentos. Indica que el pavimento será flexible. Para construirlo se deberán remover los primeros 20 cm de despalme. En las vialidades principales el espesor total es de 66 cm, de los cuales 6 cm son de carpeta asfáltica, 15 cm de base, 15 de sub-base, 15 cm de sub-rasante y 15 cm de boleos de grava de río. En vialidades secundarias especifican un espesor de 55 cm: 6 cm de carpeta asfáltica, 18 cm de base,

16 cm de sub-rasante y 15 cm de boleos de grava de río. Todas esas capas compactadas al 95 % de la prueba Proctor Estándar.

- h) Especificación de los materiales. Indica que los materiales usados en la construcción de pavimentos deben cumplir con los requisitos que señalan las Normas de Construcción de la SCT del Libro 4, de 1986.

### **6.3 Construcciones cercanas**

En el acceso al conjunto habitacional, sobre la vía principal, existen bodegas de almacenamiento de productos diversos y una tienda comercial. No existen construcciones adyacentes a las viviendas.

### **6.4 Aspectos de conservación y ambientales**

El camino de acceso se encuentra muy deteriorado, con múltiples baches. Existen varias viviendas deshabitadas, “enmontadas”; algunas de ellas son usadas como tiraderos de basura; esto, además de dar mal aspecto, trae consigo riesgos en el medio ambiente y salubridad por la descomposición de materia orgánica. La mitad del perímetro del conjunto habitacional se encuentra rodeada de monte, que acarrea la presencia de bichos y roedores.

### **6.5 Factores demográficos**

El crecimiento poblacional aumenta rápidamente y como es natural por ser las viviendas de dos recámaras, éstas se vuelven insuficientes para albergar en ocasiones a más de cuatro personas. Tales circunstancias crean un problema social; algunos habitantes han aumentado una o dos recamaras más.

## 6.6 Factores socio-políticos y económicos

Estos factores se refieren a los eventos relacionados entre la población y la desarrolladora de vivienda, el banco que otorgó el crédito hipotecario y las autoridades de gobierno del Municipio de Culiacán. Entre ellos se encuentran:

1. Los trámites que la empresa constructora hizo para que una institución bancaria otorgara crédito para la construcción de la vivienda.
2. Los trámites que las personas físicas realizaron para que la empresa constructora y el banco o el INFONAVIT les otorgase los créditos hipotecarios para adquisición de la vivienda.
3. Los reclamos ante la empresa constructora, banco y demandas ante Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) por mal comportamiento de la vivienda después de recibirla, y deslinde de responsabilidades.
4. Los reclamos de los habitantes del conjunto habitacional ante el Municipio de Culiacán, para que se les reparen deficiencias en infraestructura y servicios como, alumbrado público, recolección de basura, reparación y mantenimiento de vías de accesos y seguridad.

## 6.7 Cimentación

La cimentación de las casas de este conjunto habitacional consiste en losas de concreto reforzado, de 12 cm de peralte, rigidizadas con trabes de 15 cm de ancho y 40 cm de peralte total, apoyadas sobre una plataforma de relleno formada por material de grava, areno-limosa de río.

## 6.8 Materiales y sistema constructivo

En recorridos realizados por la unidad habitacional, se observó que sobre la losa de cimentación se levantan muros de block hueco, de mortero cemento-arena de 12 x 20 x 40 cm, confinados por dalas de concreto reforzado y castillos ahogados en el block. Estos muros dividen los cuartos de la vivienda y sostienen la losa de techo, la cual consiste en una losa a base del sistema vigueta y bovedilla a dos aguas. Por el exterior, los muros de block se recubrieron con mortero cemento-cal-arena, mientras que por la parte interior quedaron de forma aparente.

El piso interior de la vivienda tiene pulido con llana de albañil. La puerta principal y la de salida al patio de las viviendas es tipo “tambor”, de lámina galvanizada; las puertas interiores de recámara y baño son también de “tambor” de triplay de pino. Las ventanas son de marco de aluminio de dos hojas, una de las cuales es corrediza con vidrios de 2 mm de espesor. Los cables para la instalación eléctrica se encuentran entubados en manguera rosa, de ½ pulgada de diámetro, apagadores y contactos en la pared y focos al centro de los techos. Se utilizó tubería de cobre para la instalación hidráulica y de gas, y tubería de PVC para instalaciones sanitarias, muebles y accesorios para baño. Las casas están pintadas con pintura vinílica.

## 6.9 Resultado de la encuesta

Para conocer la opinión de los habitantes de la Unidad Fuentes del Valle, en relación con la vivienda se aplicó una encuesta a una muestra representativa de ellos (uno por casa).

Los resultados de la encuesta se muestran en la Tabla 6.1, Fig. 6.1 y Fig. 6.2. La encuesta reveló lo siguiente:

1. El 34 % de los habitantes adquirió la vivienda por motivos de ubicación, el 28% por necesidad, el 10% por el tipo de crédito y el 28% por otros motivos.



2. Un 42 % obtuvo su crédito por medio del INFONAVIT, 16 % por medio del banco y el 42% lo adquirió por otros medios.
3. El 48 % de los encuestados admite que viven más de tres personas en su casa, el 41% tres y el 11% dos personas.
4. Un 23 % de los propietarios han construido adicionalmente más de una recamara para satisfacer sus necesidades.
5. El 38 % de los habitantes encuestados se siente poco satisfecho, 12 % se encuentra nada satisfecho con la casa que adquirió y el 50% muy satisfecho.
6. En 49 % de las casas existe cuarteaduras en los muros, en 18 % levantamiento de pisos, en 12 % hundimiento de pisos y 3 % tienen puertas y ventanas que no cierran y, el 18% fugas de agua.
7. El 47 % de los propietarios acudió a la constructora responsable para que le repararan daños, el 16 % al INFONAVIT y un 37 % por otros medios.
8. Al 13% le ampliaron la superficie dañada y al 87 % corrigieron daños por medio de resanes de albañil.
9. El 56 % dice que su casa se ha comportado bien, dado que no continúa la falla y el 44 % menciona que se siguen presentando defectos.

Otro aspecto considerado en la encuesta, es lo relacionado con el acceso a la unidad habitacional y a los servicios públicos recibidos; al respecto el 54 % manifiesta que el acceso es malo y el 46 % dice que los servicios son regulares.

Tabla 6.1 Resultado de la encuesta

Motivo de adquisición de la vivienda	Necesidad	16 28%	Crédito	6 10%	Ubicación	20 34%	Otros	16 28%	
Institución donde adquirió su crédito	INFONAVIT	20 42%	Banco	8 16%	Otros	20 42%			
Número de habitantes en su casa	Una	0	Dos	6 11%	Tres	22 41%	Más de 3	26 48%	
Número de recámaras iniciales	Una	0	Dos	46 88%	Más de 2	6 12%			
Número de recámaras actuales	Una	0	Dos	34 77%	Más de 2	10 23%			
¿Qué tan satisfecho está con su casa?	Muy satisfecho	26 50%	Poco satisfecho	20 38%	Nada satisfecho	6 12%			
Problemas que presenta la casa	Cuarteaduras en muros	32 49%	Levantamiento de pisos	12 18%	Hundimiento de pisos	8 12%	Puertas y ventanas que no cierran	2 3%	Fugas de agua 12 18%
¿A quién acudió para reparar el daño?	Constructora	18 47%	INFONAVIT	6 16%	Banco	0	Otros	14 37%	
¿En qué han consistido las reparaciones	Ampliaciones de la parte dañada	4 13%	Apuntalamiento con barras de acero	0	Barras o vigas cruzadas en la pared	0	Resanes de albañil	26 87%	
¿Cómo se ha comportado su casa?	Bien, ya no continúan los daños	18 56%	Mal, presentándose defectos	14 44%					
¿Cómo considera el acceso al fraccionamiento.?	Bueno	8 15%	Regular	16 31%	Malo	28 54%			
¿Cómo considera los servicios públicos?	Bueno	20 39%	Regular	24 46%	Malo	8 15%			

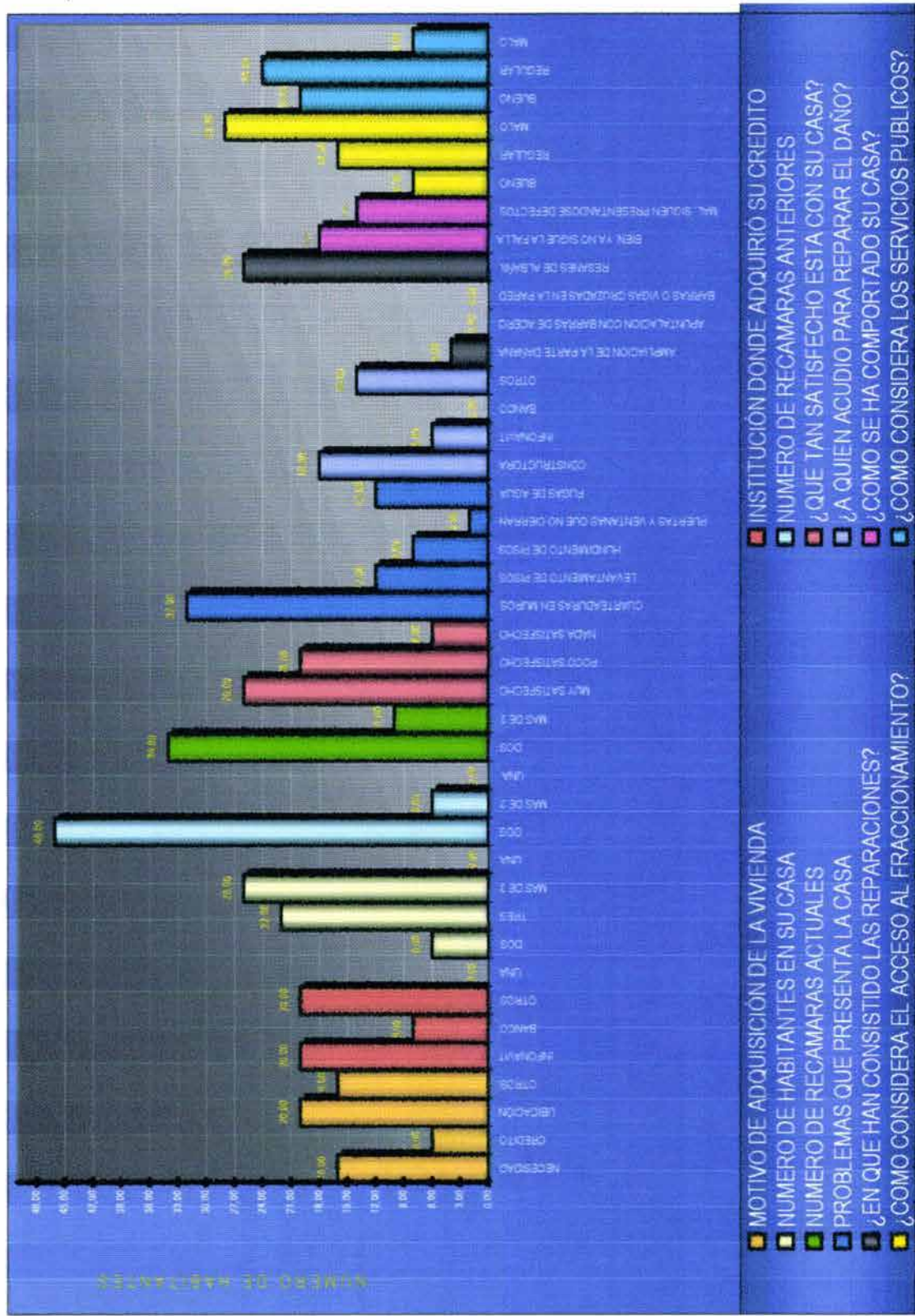


Fig. 6.1 Gráfica de resultados de la encuesta

# FRACCIONAMIENTO "FUENTES DEL VALLE" CULIACAN, SINALOIA



RESULTADOS			
MANZ.	LOTES	DESHAB.	% 1
1	13	0	1.28
2	18	1	0.27
3	5	0	0.00
4	26	8	2.18
5	26	4	1.09
6	26	7	1.81
7	26	6	1.63
8	26	2	0.54
9	17	6	1.83
10	26	2	0.54
11	26	2	1.38
12	26	2	0.64
13	26	4	1.09
14	26	5	1.38
15	17	4	1.09
16	17	2	0.64
17	17	5	1.38
<b>386</b>		<b>68</b>	<b>18.57</b>

## FRACCIONAMIENTO FUENTES DEL VALLE

PROYECTO  
FECHA: Febrero de 2004  
ECLAVE: S/A  
ESCALA: S/E  
CLAVE: FV-LT-01

CONTRATISTA  
**FINCAMEX**

CONTINIO  
LOTIFICACION

PROYECTO: arg humberto guzman

PROYECTISTA: FECHA: DESCRIPCION:

PRECIOS DESHABITADOS: 206  
PRECIOS HABITADOS: 181  
TOTAL DE PRECIOS: 386

Fig. 6.2

## 6.10 Estado actual de las casas

En las fotografías de las casas de la unidad habitacional (Fotos 6.1 a 6.7), se aprecian un sinnúmero de daños como:

1. Grietas inclinadas en los muros (45° aprox.).
2. Desplome de muros.
3. Giros de la casa.
4. Descuadre de puertas y ventanas.
5. Agrietamiento, hundimiento y levantamiento de pisos.
6. Desprendimiento de acabados en baños.

Los daños anteriores se debieron principalmente, a:

1. Deficiencias en el estudio geotécnico.
2. Inadecuada propuesta de cimentación.
3. Deficiencias en el relleno colocado bajo las losas de cimentación.
4. Carencia de un sistema de estabilización del suelo.
5. Sistema constructivo inadecuado.
6. Una sobrecarga no contemplada en el diseño original.

Las causas de esos daños se atribuyen a decisiones inadecuadas, entre ellas:

- En la propuesta de cimentación, no se tomó en cuenta el potencial expansivo del suelo.
- No se le dio la importancia debida a los análisis de deformaciones totales y diferenciales indicados en el estudio de mecánica de suelos.
- Al material de relleno utilizado bajo el desplante de las losas, no se le aplicó la compactación indicada en el estudio geotécnico.

Los daños han ocasionado que varias viviendas hayan sido abandonadas (Fotos 6.8 y 6.9). A la fecha, de las 366 casas de la unidad habitacional 68 de ellas están deshabitadas, lo que representa casi un 19 % (véase tabla adjunta a la Fig. 6.2).

## REFERENCIAS

1. Ayuntamiento de Culiacán. 2003. Mapa de Culiacán. Edit./Papelería del sol. Culiacán, Sin., Méx. índice de colonias.
2. Control de Laboratorio para la Construcción. 1996. Estudio de Geotécnico. Hecho/Ing. Carlos A. García Mellado. Culiacán, Sin., Méx.
3. FINCAMEX. 1997. Croquis: Fuentes del Valle. Hecho/FINCAMEX. Levantamiento enero del 2004. Culiacán, Sin., Méx.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) En gran parte de las viviendas construidas masivamente en la Zona de Valle de Ciudad de Culiacán, se han venido presentando problemas de agrietamientos y daños en sus estructuras causadas por una inadecuada cimentación. Muchas de estas deficiencias se deben a la falta de los estudios necesarios y adecuados del terreno de cimentación, o a defectos de proyecto y/o constructivos.
- 2) Todas esas deficiencias generan en los habitantes de las viviendas incertidumbre, temor, preocupación y gastos extraordinarios para enmendar los daños, dado que, una vez entregadas aquellas, la mayoría de las desarrolladoras no se hacen responsables de los daños causados por una deficiente cimentación. Tales aspectos deben minimizarse o evitarse con buenos estudios, proyecto y construcción enmarcados en una adecuada planeación.
- 3) Con base en los resultados de los estudios geotécnicos debe proponerse el tipo y características de cimentación de las viviendas; una vez propuesta ésta, se hará el diseño estructural y determinará el procedimiento constructivo, cuidando no alterar las propiedades del suelo y aquellos factores importantes previstos en los reglamentos de construcción vigentes.
- 4) Los datos demográficos y geológicos así como las características del subsuelo, son aspectos importantes que deben tomarse en cuenta en el proyecto y construcción de unidades habitacionales en la Zona de Valle, que es la de mayor desarrollo en la Ciudad de Culiacán. Los estudios del subsuelo deben ser realizados por empresas calificadas técnicamente y con experiencia.

- 5) El procedimiento constructivo de una cimentación también es una etapa muy importante en el desarrollo de la obra, por lo que dicho procedimiento debe organizarse y planearse adecuadamente, para lo cual las desarrolladoras de vivienda deben contar con el equipo adecuado y mano de obra especializada.
- 6) Si el suelo es problemático, es importante estudiar la viabilidad de algún sistema de mejoramiento del mismo, con fin de minimizar las posibles deformaciones en la estructura y/o mejorar la capacidad de carga del suelo de apoyo. Para suelos arcillosos expansivos como los existentes en la región se emplean, principalmente, adiciones de grava-arena, cal, cemento mezclados y compactados apropiadamente.
- 7) Es recomendable establecer sistemas de protección para evitar que las cimentaciones se afecten por cambios en su contenido de agua. Las medidas a emplear son un buen proyecto y construcción de las tuberías de drenaje y agua, uso de membranas impermeables y banquetas perimetrales y control del agua de riego. Es necesario indicar en el proyecto los métodos de conservación de las mismas.
- 8) La estimación de los costos de estudios, materiales, equipos, mano de obra y tiempo de construcción son relevantes, dado que el aspecto económico es un factor importante sobre la promoción de vivienda. Las estimaciones deben realizarse por especialistas en ingeniería de costos. La economía de las cimentaciones puede obtenerse reduciendo los volúmenes necesarios, o bien los costos en el procedimiento constructivo.
- 9) La revisión del comportamiento estructural de una unidad habitacional es fundamental para el desarrollo de futuras obras en la zona de estudio. El análisis del comportamiento se realiza revisando los estudios previos como el geotécnico, el tipo de cimentación utilizado, los materiales empleados en la construcción, el sistema constructivo empleado, toma fotográfica de las viviendas y la opinión de los habitantes de la unidad.



- 10) La descripción de las condiciones actuales sobre legislación, estudios previos, proyecto y técnica constructiva, y la propuesta aquí presentada permitirán a las autoridades competentes, a organizaciones y promotoras relacionadas con la construcción de vivienda y a los profesionistas relacionadas con ella tener mayor conocimiento y conciencia para realizar obras de calidad. Es conveniente que la revisión del reglamento de construcción de Culiacán se realice constantemente y se aplique.
- 11) Para elegir las cimentaciones más convenientes de viviendas construidas masivamente en la Zona de Valle de la Ciudad de Culiacán, es necesario realizar el estudio, proyecto, construcción, control de calidad y conservación adecuados con la mejor tecnología y medios administrativos. Se deben cuidar los aspectos técnicos, administrativos y de costos para evitar o minimizar problemas que repercutan en el producto.

## 12) **Recomendaciones sobre aspectos técnicos**

Los problemas de tecnología que se presentan en el proyecto y construcción de viviendas tienen una relación directa con la elaboración de planos, propuesta de especificación, selección de materiales, sistema constructivo, instalaciones y estructuración. Al respecto se recomienda lo siguiente:

- a) Los planos del conjunto habitacional deben ser suficientes, completos y congruentes. Son de importancia los de alineamiento y colindancias, constructivos, arquitectónicos, estructurales, instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitaria, de gas; cada uno de ellos debe estar acompañado de sus especificaciones.
- b) Las especificaciones deben ser fácil de interpretar, ser precisas, completas y consistentes para su empleo.

- c) La calidad de los materiales de construcción será la indicada en el proyecto, sin afectaciones por almacenamiento deficiente o mal manejo.
- d) El sistema constructivo debe realizarse con procedimientos adecuados, con buena apariencia y limpieza, efectuarlo como indica en el proyecto.
- e) Las instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas serán las indicadas en el proyecto.

### 13) **Recomendaciones sobre aspectos administrativos**

Los problemas administrativos pueden surgir en la organización, manejo de personal, almacenamiento, programación, seguridad e higiene y legales de la empresa. Se recomienda lo siguiente:

- a) Realizar una distribución adecuada de las tareas, con comunicación, supervisión y control apropiados.
- b) El personal que intervenga en un proyecto de vivienda debe ser suficiente, capacitado y motivado.
- c) El almacenamiento de materiales, herramientas y equipos en la obra, deben resguardarse con los debidos cuidados para evitar cualquier daño en ellos.
- d) Las fechas de inicio y terminación de cada concepto de obra deben ampliarse, sin retraso, aunque en ocasiones éstos pueden deberse a causas de fuerza mayor.
- e) Debe protegerse al personal de la obra con los equipos adecuados; además la obra debe contar con los servicios de higiene necesarios.

- f) Debe tenerse cuidado de no invadir propiedades vecinas; asimismo evitar multas por incumplimiento de normas o del Reglamento de Construcción.

#### 14) **Recomendaciones sobre aspectos de costos**

Con relación a los aspectos de costos se recomienda lo siguiente:

- a) Para evitar desperdicios debe seguirse un orden y limpieza adecuados en el manejo de materiales, herramientas y equipos.
- b) Tener cuidados necesarios en el almacenamiento de materiales, así como al momento de construir, sin maltratarse a la herramienta y equipos, y proteger a la obra terminada.
- c) Minimizar los anticipos financieros irrecuperables, evitar la pérdida de herramientas y equipos por falta de vigilancia y control.
- d) Evitar equivocaciones en el cálculo de materiales, discrepancia de precios e incorrecciones en pagos de los conceptos de obra.
- e) Adquirir con anticipación refacciones previstas, realizar los ajustes pertinentes en planos y especificaciones, pagar indemnizaciones consideradas y realizar los pagos financieros previstos con antelación.



## BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFÍA

### Archivos

AYUNTAMIENTO de Culiacán. 2003. Mapa de Culiacán. Edit./Papelería del Sol. Culiacán, Sin., Méx.

COLEGIO de Ingenieros Civiles de Culiacán. 1991. Reglamento de Construcción de Culiacán. Edit./Ayuntamiento de Culiacán. Culiacán, Sin., México.

COLEGIO de Ingenieros Civiles de México. 2003. Recomendaciones para el Pago de Servicios Profesionales. Edit./CICM. DF, México.

CONTROL de Laboratorio para la Construcción. 1996. Estudio de Geotécnico. Hecho/Ing. Carlos A. García Mellado. Culiacán, Sin., Méx.

FACULTAD de Ingeniería. 2000. Zonificación Geotécnica de la Ciudad de Culiacán. Publicación interna / UAS. Culiacán, Sin., Méx.

FACULTAD de Biología. 2004. Estación Meteorológica. Edit/UAS. Culiacán, Sin., Méx.

FINCAMEX. 1998. Croquis: Fuentes del Valle. Hecho/FINCAMEX. Culiacán, Sin., Méx.

INFONAVIT. 2003. Norma Técnica INFONAVIT. Especificaciones Generales de Edificación. Edit./INFONAVIT. DF, México.

SEMARNAT. 1996. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Edit./SEMARNAT. DF, México.

---

SEMARNAT. 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL. Edit./SEMARNAT. DF, México.

### **Cursos Académicos**

COTTIER CAVIEDES, Juan L. 2004. Curso de Tecnología del Concreto. Maestría en Ingeniería (Construcción). UNAM.

DÍAZ DÍAZ, Salvador. 2003. Curso de Administración de la Construcción. Maestría en Ingeniería (Construcción). UNAM.

ELIZONDO RAMÍREZ, Alfonso M. 2003. Curso de Control Estadístico de Calidad y Diseño de Especificaciones. Maestría en Ingeniería (Construcción). UNAM.

FAVELA LOZOYA, Fernando. 2004. Curso de Excavaciones y Terracerías. Maestría en Ingeniería (Construcción). UNAM.

MARTÍNEZ MIER, Jaime A. 2003. Curso de Geotecnia Aplicada a la Construcción, Maestría en Ingeniería (Construcción). UNAM.

MEZA PUESTO, Hugo. 2003-1. Curso de Planeación, Programación y Control de Obras. Maestría en Ingeniería (Construcción). UNAM.

### **Libros**

BRAJA M., Das. 2001. Principios de ingeniería de cimentaciones. Internacional Thomson Editores. DF, México.

- COMISIÓN Federal de Electricidad.1970. Manual de Diseño de Obras Civiles. Edit./CFE. DF, México.
- DÍAZ INFANTE DE LA M., Luis Armando. 2002. Curso de Edificación. Edit. Trillas. DF, México.
- L., Peurifoy. 1980. Estimación de Costos en Construcción. Editorial Diana. DF, México.
- PECK RALPH E., Hanson y H. THORNBURN, Thomas. 2001. Ingeniería de Cimentaciones. Edit. Limusa. DF, México.
- PLAZOLA CISNEROS, Alfredo y PLAZOLA ANGUIANO, Alfredo. 1990. Normas y Costos de Construcción. Volumen I. 3a edic. Edit. Limusa. DF, México.
- RICO RODRÍGUEZ, Alfonso y JUÁREZ BADILLO, Eulalio. 2002. Mecánica de Suelos. Tomo II. Edit. Limusa. DF, México.
- SOCIEDAD Mexicana de Mecánica de Suelos (SMMS). 1974. VII Reunión de Mecánica de Suelos: Guadalajara 74, El Noroeste. Edit./Secretaría de Recursos Hidráulicos. México.
- SUÁREZ SALAZAR, Carlos. 1993. Costo y tiempo en Edificación. 3ª edic. Edit. Limusa. DF, México.
- SUÁREZ SALAZAR, Carlos. 2002. La Determinación del Precio en la Obra Pública del Gobierno del Distrito Federal y de la Federación. Edit. Limusa. DF, México.
- UNIVERSIDAD Lasalle. 1993. Materiales y Procedimientos de Construcción. Tomo I. Edit. Diana. DF, México.
- V. C., Launder. 1977. Cimientos. Edit. Blume. DF, México.

### **Sitios Web**

[www.volcanes.com/construcción/cimentaciónydesague.htm](http://www.volcanes.com/construcción/cimentaciónydesague.htm), fecha de consulta: 28 de octubre de 2003. Culiacán, Sin., México.

[www.asbestos.com.mx/paneles.html](http://www.asbestos.com.mx/paneles.html), fecha de consulta: 25 de octubre del 2003. Culiacán, Sin., México.





## **FIGURAS**



Fig. 1.1 Panel W de poliestireno

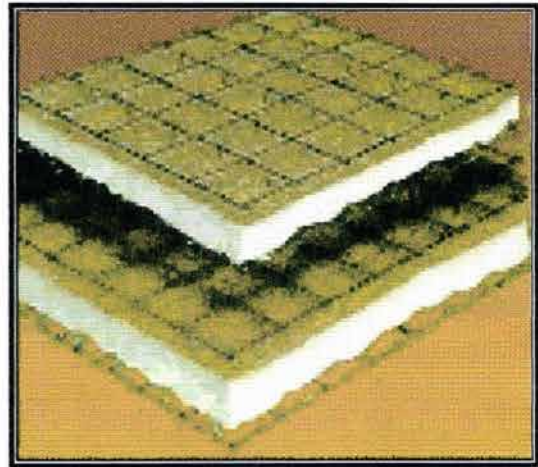


Fig. 1.2 Panel W de poliuretano

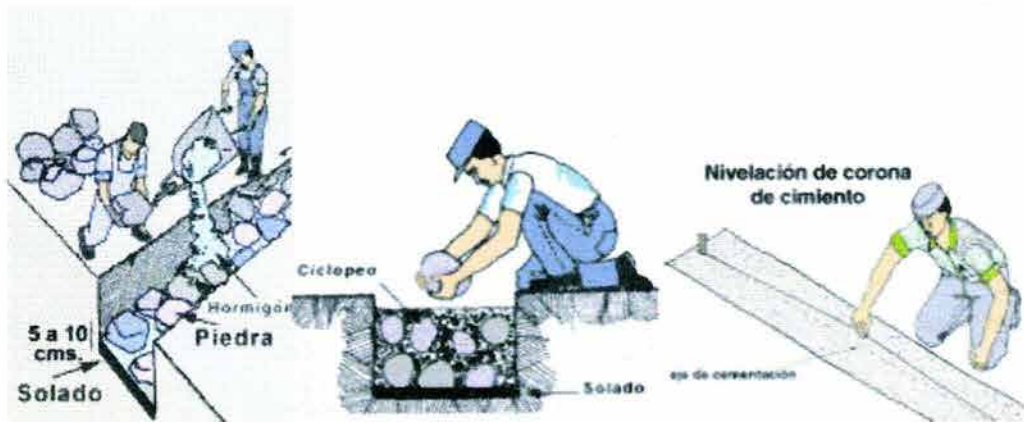


Fig. 2.1 Construcción de un cimiento con concreto ciclópeo

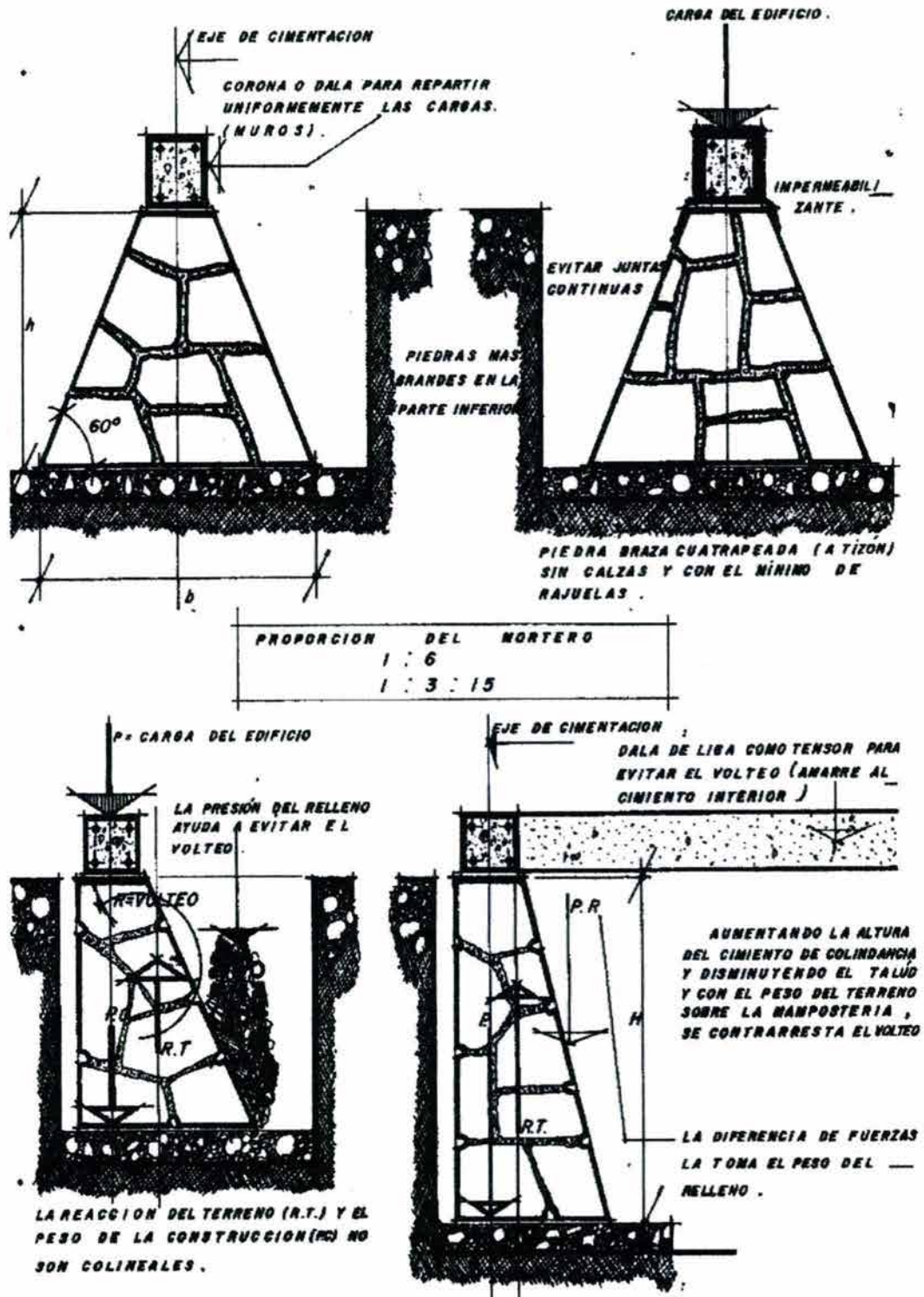


Fig. 2.2

Cimentación de mampostería

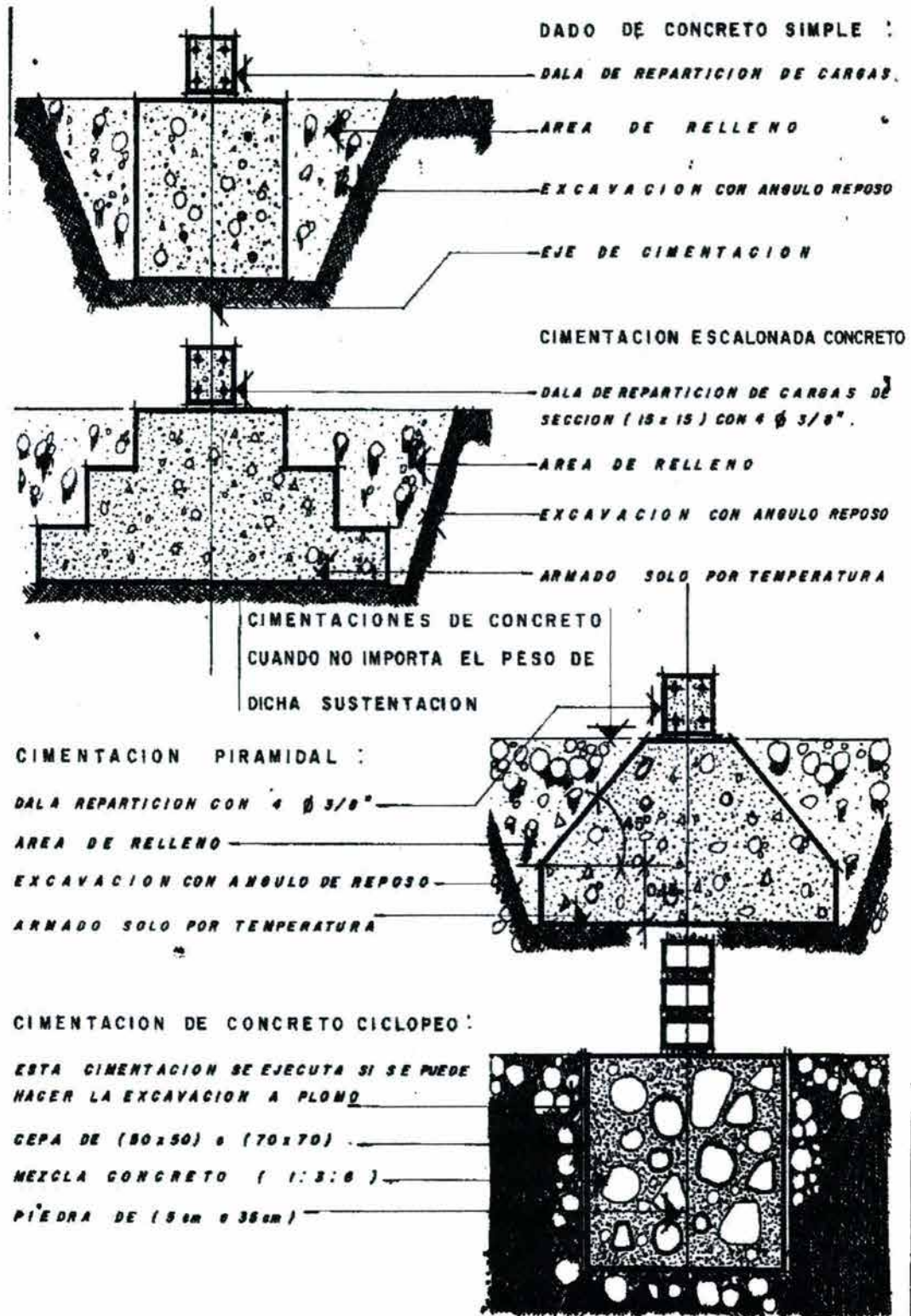
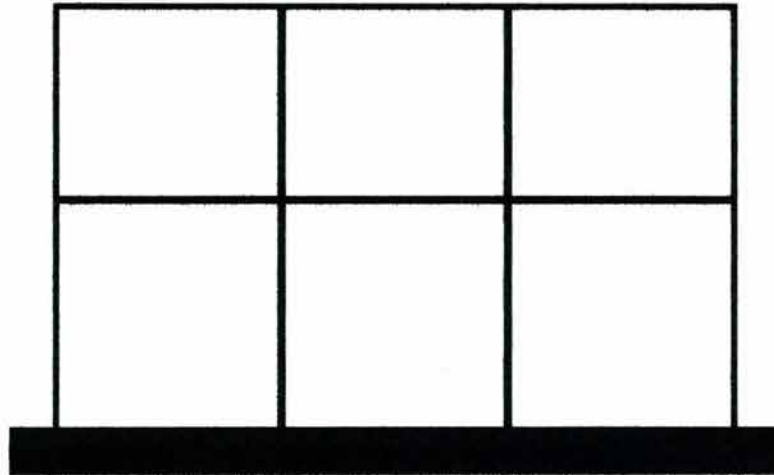
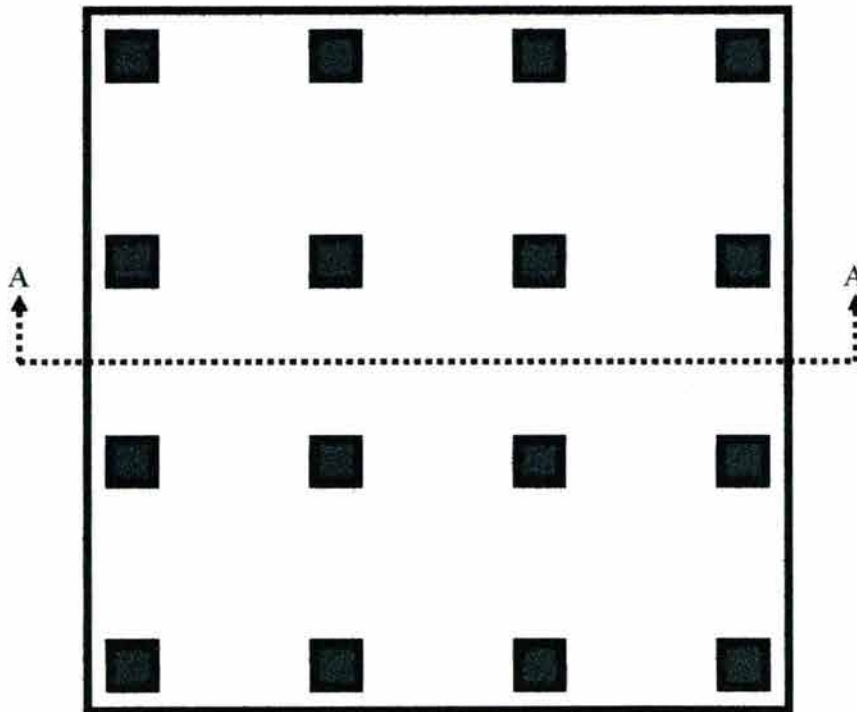


Fig. 2.3 Cimentación con concreto simple y con concreto ciclópeo

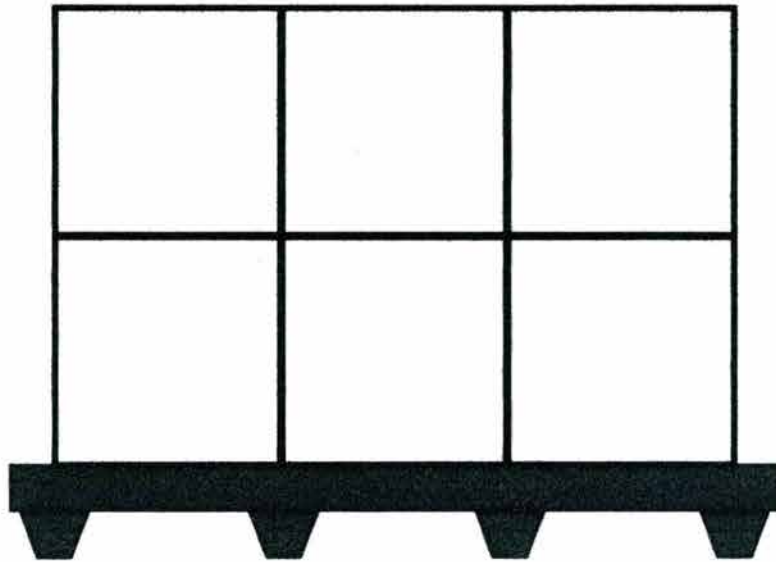


Elevación (Sección A-A)

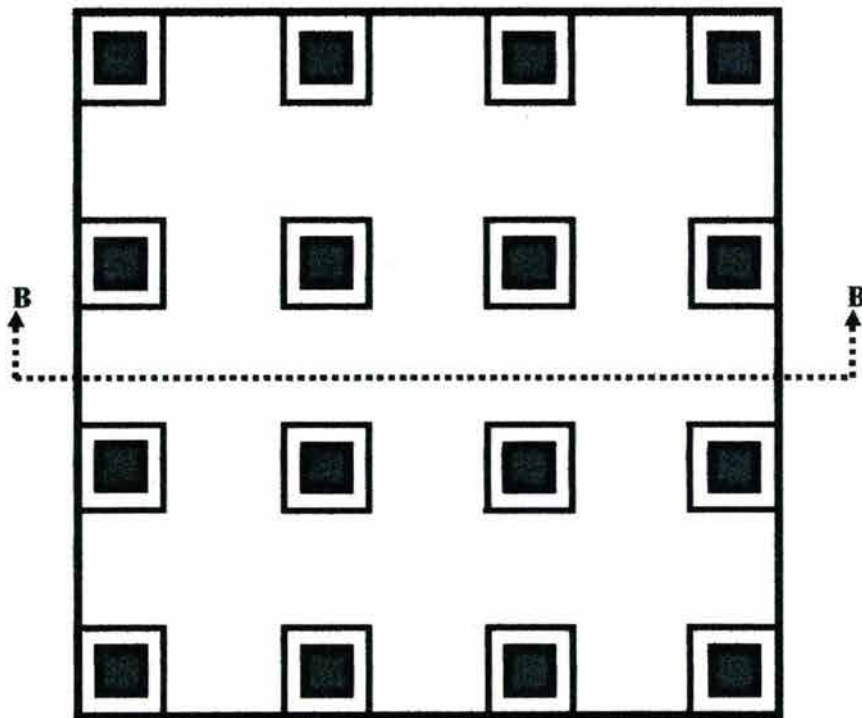


Planta

Fig. 2.4 Losa plana de cimentación

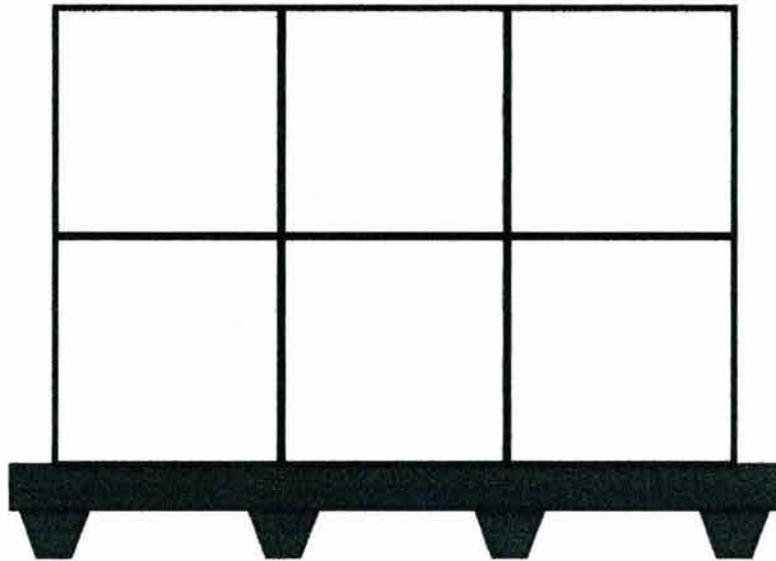


Elevación (Sección B-B)

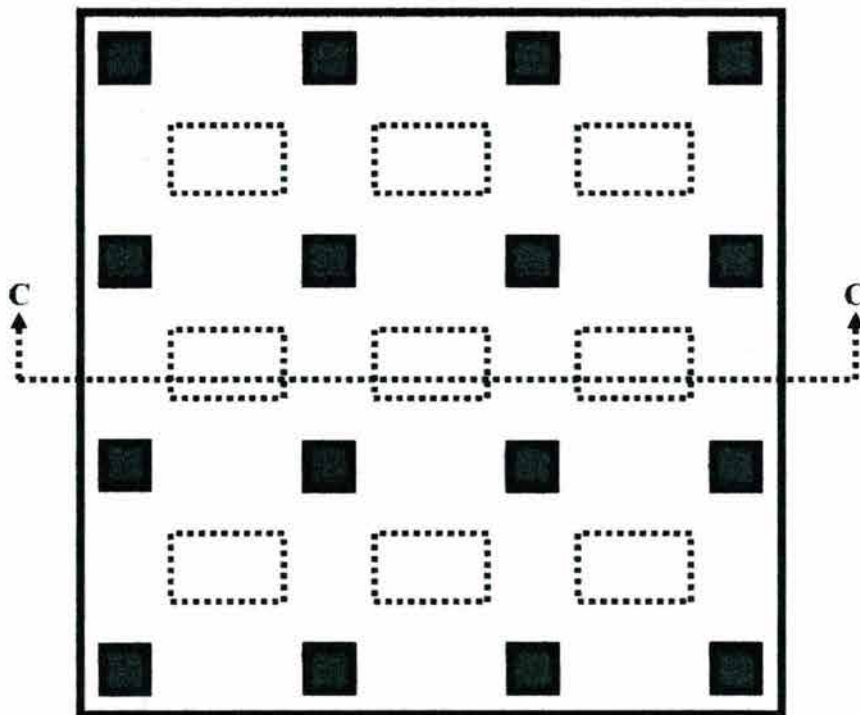


Planta

Fig. 2.5 Losa plana con ampliación bajo columnas



Elevación (Sección C-C)



Planta

Fig. 2.6 Losa plana con traves

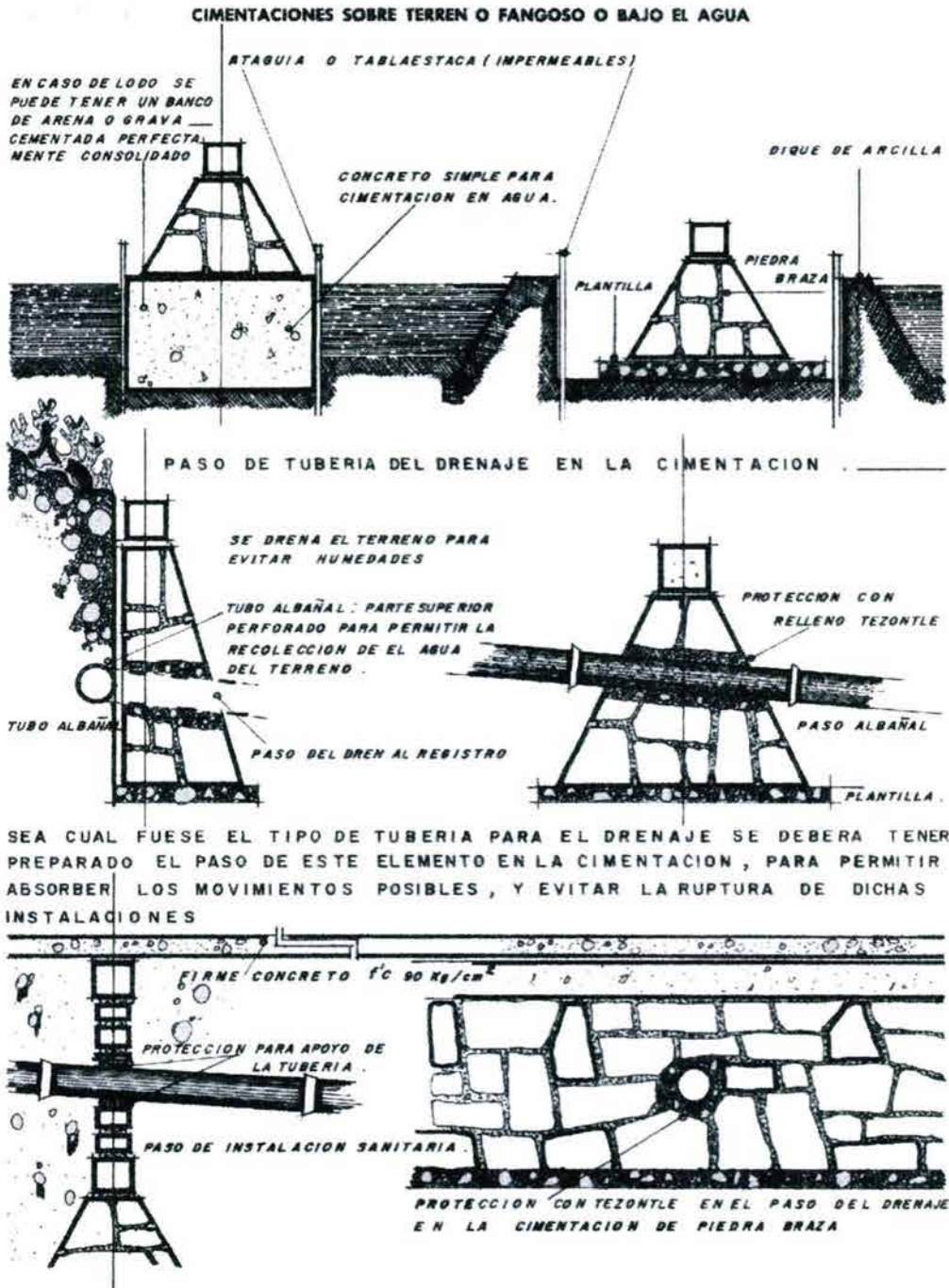


Fig. 4.1

Drenaje en cimientos de mampostería



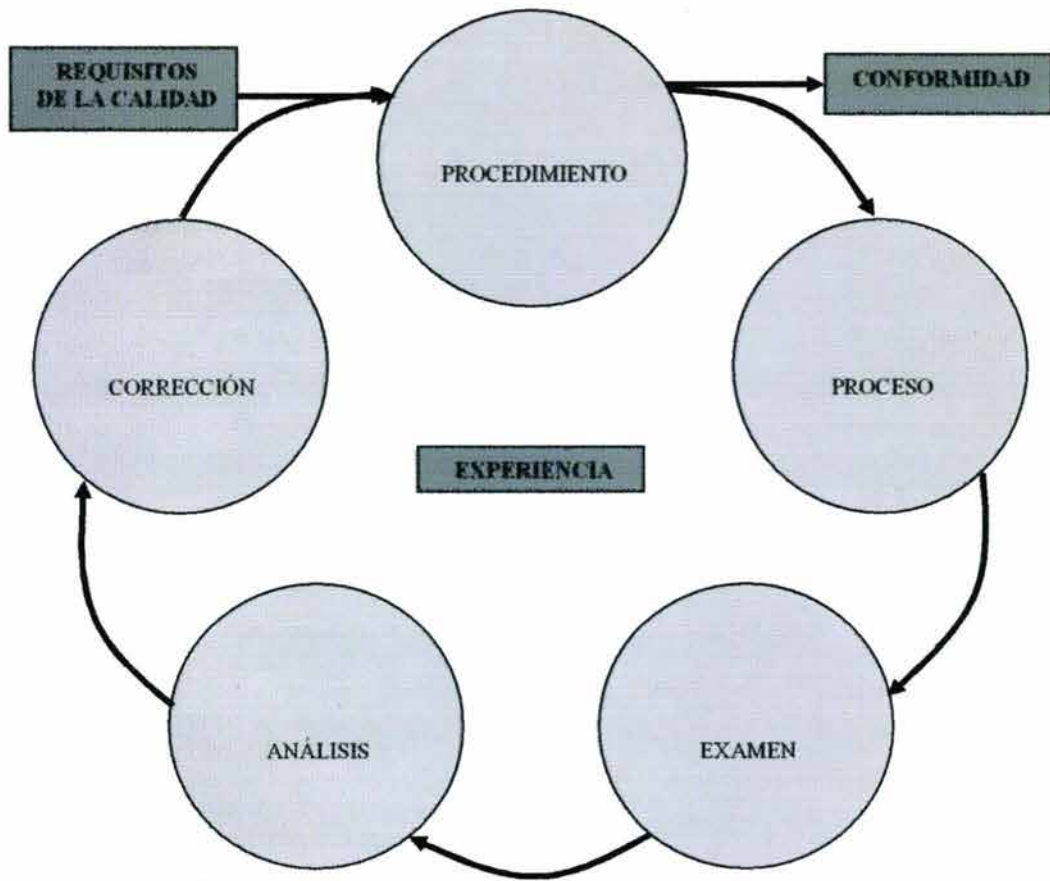


Fig. 4.2 Círculo de la experiencia

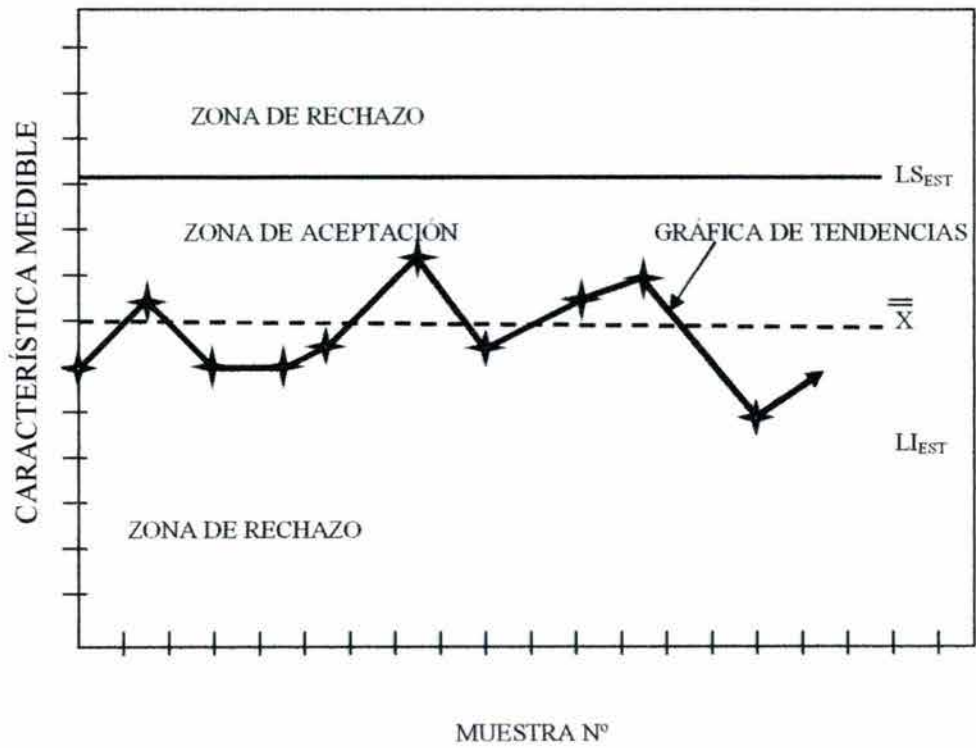


Fig. 4.3 Carta de control de calidad  $\bar{X}$

## ETAPA

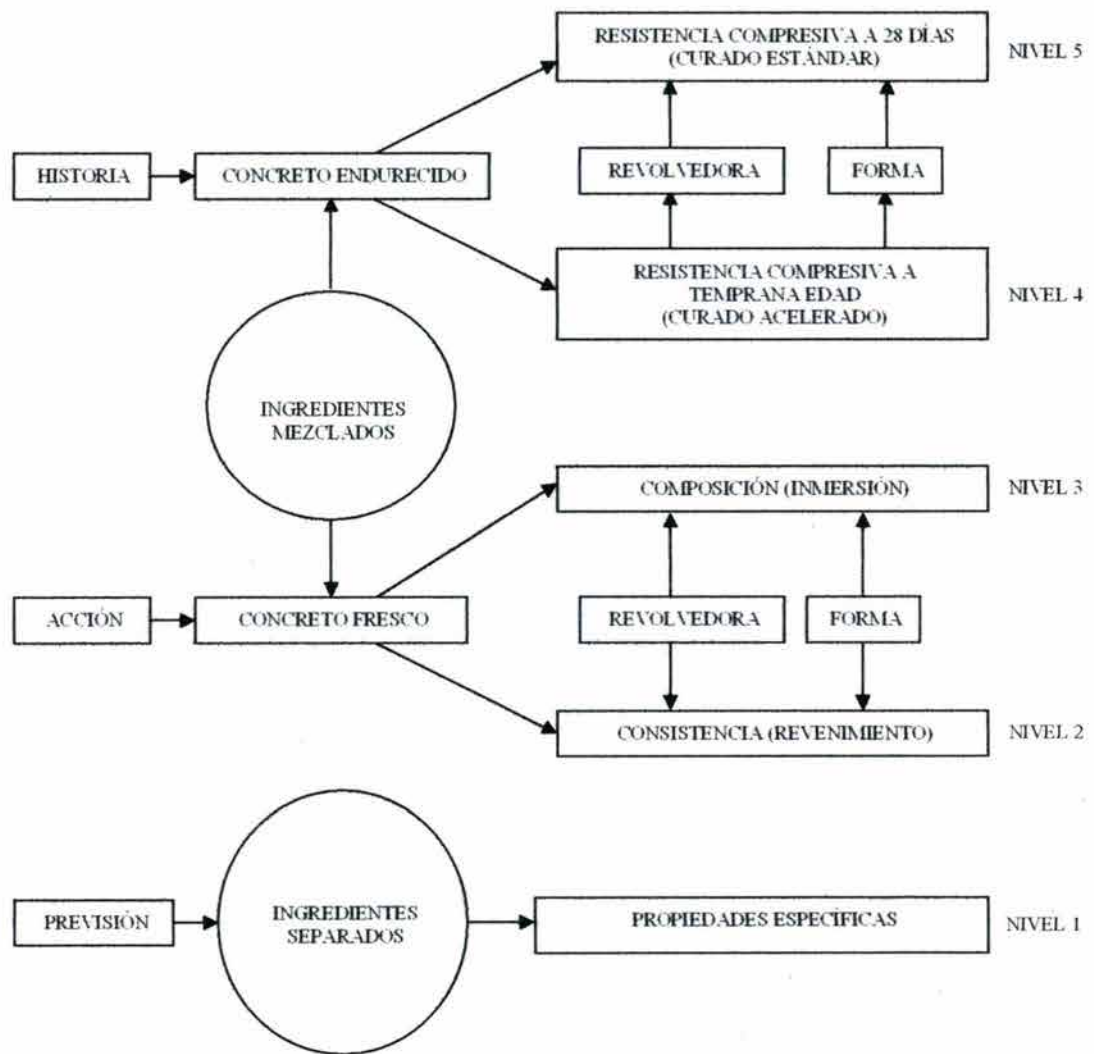


Fig. 4.4 Etapas y niveles de control de calidad del concreto



# **INFORME FOTOGRÁFICO**



**Foto 3.1** Armado, cimbrado y colocación de instalaciones de una losa de concreto prefabricada



**Foto 3.2** Colado y acabado superficial de la losa



**Foto 3.3** Transporte de la losa



**Foto 3.4** Colocación de la losa en el suelo



**Foto 3.5** Tendido de la losas en el sitio



**Foto 4.1** Trazo de una zapata aislada

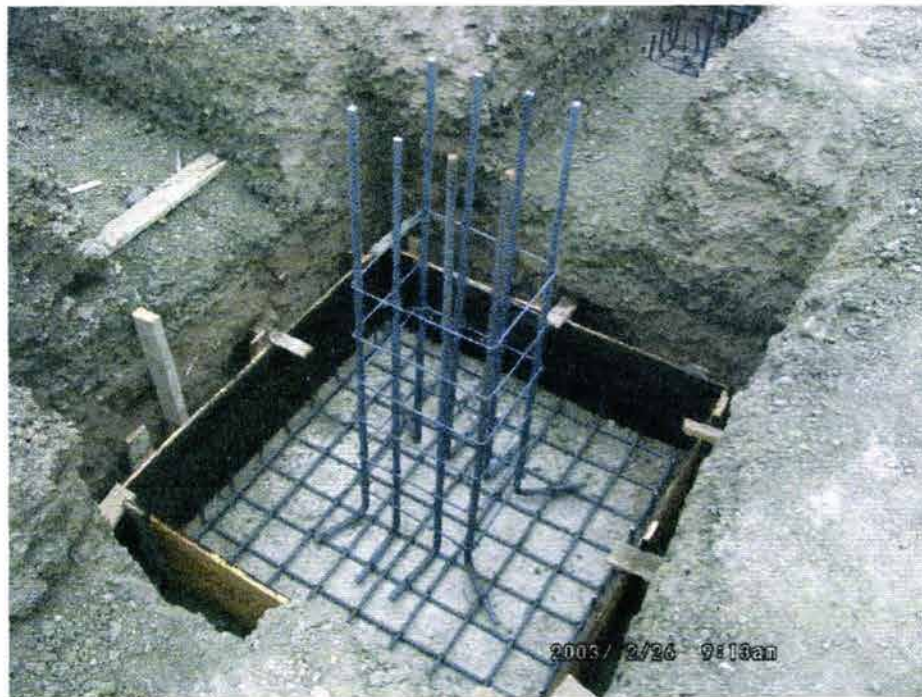


**Foto 4.2** Excavación con equipo mecánico





**Foto 4.3** Nivelación de la base



**Foto 4.4** Plantilla y refuerzo



**Foto 4.5** Colado de la zapata



**Foto 4.6** Descimbrado de la zapata



**Foto 4.7** Excavación con equipo mecánico para zapatas corridas



**Foto 4.8** Plantilla y armado de la zapata de colindancia



**Foto 4.9** Colado de la zapata



**Foto 4.10** Colado de la losa de cimentación



**Foto 4.11** Losa terminada



**Foto 6.1** Falla (grieta inclinada) por asentamiento diferencial



**Foto 6.2** Falla por asentamiento (hundimiento de piso)



**Foto 6.3** Falla por asentamiento total: separación de muro y losa



**Foto 6.4** Desplome de bardas



**Foto 6.5** Levantamiento de banquetas



**Foto 6.6** Agrietamiento de jardineras



**Foto 6.7** Desprendimiento de recubrimientos (azulejos)





**Foto 6.8** Destrozos por abandono



**Foto 6.9** Jardines usados de basurero



**ANEXOS**

## Anexo 1

DR. HUMBERTO GÓMEZ CAMPAÑA, Presidente Municipal de Culiacán, Sinaloa, a sus habitantes hace saber:

Que el H. Ayuntamiento de este municipio, por conducto de su Secretaría, se ha servido comunicarme que en sesión celebrada el día tres de noviembre de mil novecientos noventa y cinco, acordó expedir el siguiente:

**DECRETO NUM. 43**  
**REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL MUNICIPIO DE**  
**CULIACAN, SINALOA**

**TITULO SEXTO**  
**SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LAS CONSTRUCCIONES**

**CAPITULO VIII**  
**DISEÑO DE CIMENTACIONES**

**ARTICULO 250.-** En este Capítulo se disponen los requisitos mínimos para el diseño y construcción de cimentaciones. Requisitos adicionales relativos a los métodos de diseño y construcción y a ciertos tipos específicos de cimentación se fijarán en las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento.

**ARTICULO 251.-** Toda construcción se soportará por medio de una cimentación apropiada.

Las construcciones no podrán en ningún caso desplantarse sobre tierra vegetal, suelos o rellenos sueltos o desechos. Solo será aceptable cimentar sobre terreno natural apto o rellenos artificiales que no incluyan materiales degradables y hayan sido adecuadamente compactados.

El suelo de cimentación deberá protegerse contra deterioro por intemperismo, arrastre por flujo de aguas superficiales o subterráneas y secado local por operación de calderas o equipos similares.

La zona a que corresponda un predio se determinará a partir de las investigaciones que se realicen en el subsuelo del predio objeto de estudio, tal y como lo establezcan la Normas Técnicas Complementarias. En caso de construcciones ligeras o medianas, cuyas características se definan en dichas Normas, podrá determinarse la zona mediante el mapa incluido en las mismas, si el predio está dentro de la porción zonificada; los predios ubicados a menos de 200 metros de las fronteras entre dos de las zonas antes descritas se supondrán ubicados en la más desfavorable.

**ARTICULO 252.-** La investigación del subsuelo del sitio mediante exploración de campo y pruebas de laboratorio deberá ser suficiente para definir de manera confiable los parámetros de diseño de la cimentación, la variación de los mismos en la planta del predio y los procedimientos de construcción.

**ARTICULO 253.-** Deberán investigarse el tipo y las condiciones de cimentación de las construcciones colindantes en materia de estabilidad, hundimientos, emersiones, agrietamientos del suelo y desplomes, y tomarse en cuenta en el diseño y construcción de la cimentación en proyecto.

**ARTICULO 254.-** La revisión de la seguridad de las cimentaciones, consistirá, de acuerdo con el artículo 231 de este Reglamento, en comparar la resistencia y las deformaciones máximas aceptables del suelo con las fuerzas y deformaciones inducidas por las acciones de diseño. Las acciones serán afectadas por los factores de carga y las resistencias por los factores de resistencia especificados en las Normas Técnicas Complementarias, debiendo revisarse además la seguridad de los miembros estructurales en la cimentación, con los mismos criterios especificados para estructura.

**ARTICULO 255.-** En el diseño de toda cimentación se considerarán los siguientes estados límite, además de los correspondientes a los miembros de la estructura:

- I. De falla:
  - a. Flotación;
  - b. Desplazamiento plástico local o general del suelo bajo la cimentación; y

- c. Falta estructural de elementos de la cimentación.
- II. De servicio:**
- a. Movimiento vertical medio, asentamiento o emersión, con respecto al nivel del terreno circundante;
  - b. Inclinación media; y
  - c. Deformación diferencial.

En cada uno de estos movimientos, se considerarán el componente inmediato bajo carga estática, el accidental, principalmente por sismo, y el diferido, por consolidación, y la combinación de los tres. El valor esperado de cada uno de tales movimientos deberá ajustarse a lo dispuesto por las Normas Técnicas Complementarias, para no causar daños intolerables a la propia cimentación, a la superestructura y sus instalaciones, a los elementos no estructurales y acabados, a las construcciones vecinas ni a los servicios públicos.

**ARTICULO 256.-** En el diseño de las cimentaciones se considerarán las acciones señaladas en los capítulos IV a VII de este Título, así como el peso propio de los elementos estructurales de la cimentación, las descargas por excavación, los efectos del hundimiento regional sobre la cimentación, incluyendo la fricción negativa, los pesos y empujes laterales de los rellenos y lastres que graviten sobre los elementos de la subestructura, la aceleración de la masa de suelo deslizante cuando se incluya sismo, y toda otra acción que se genere sobre la propia cimentación o en su vecindad.

La magnitud de las acciones sobre la cimentación provenientes de la estructura será el resultado directo del análisis de ésta. Para fines de diseño de la cimentación, la fijación de todas las acciones pertinentes será responsabilidad conjunta de los diseñadores de la superestructura y de la cimentación.

En el análisis de los estados límite de falla o servicio, se tomará en cuenta la supresión del agua, que debe cuantificarse conservadoramente atendiendo a la evolución de la misma durante la vida útil de la estructura. La acción de dicha subpresión se tomará con un factor de carga unitario.

**ARTICULO 257.-** La seguridad de las cimentaciones contra los estados límites de falla se evaluará en términos de la capacidad de carga neta, es decir, del máximo incremento de esfuerzo que pueda soportar el suelo al nivel de desplante.

La capacidad de carga de los suelos de cimentación se calculará por métodos analíticos o empíricos suficientemente apoyados en evidencias experimentales o se determinará con pruebas de carga. La capacidad de carga de la base de cualquier cimentación se calculará a partir de las resistencias medias de cada uno de los estratos afectados por el mecanismo de falla más crítico. En el cálculo se tomará en cuenta la interacción entre las diferentes partes de la cimentación y entre ésta y las cimentaciones vecinas.

Cuando en el subsuelo del sitio o en su vecindad existan rellenos sueltos, galerías, grietas u otras oquedades, éstas deberán tratarse apropiadamente o bien considerarse en el análisis de estabilidad de la cimentación.

**ARTICULO 258.-** Los esfuerzos o deformaciones en las fronteras suelo-estructura necesarios para el diseño estructural de la cimentación, incluyendo presiones de contacto y empujes laterales, deberán fijarse tomando en cuenta las propiedades de la estructura y las de los suelos de apoyo. Con base en simplificaciones de hipótesis conservadoras se determinará la distribución de esfuerzos compatibles con la deformabilidad y resistencia del suelo y de la subestructura para las diferentes combinaciones de solicitaciones a corto y largo plazo, o mediante un estudio explícito de interacción suelo-estructura.

**ARTICULO 259.-** En el diseño de las excavaciones se considerarán los siguientes estados límite:

- I. De falla: colapso de los taludes o de las paredes de la excavación o del sistema de soporte de las mismas, falla de los cimientos de las construcciones adyacentes y falla de fondo de la excavación por corte o por supresión en estratos subyacentes; y
- II. De servicio: movimientos verticales y horizontales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en los alrededores. Los valores esperados de tales movimientos deberán ser suficientemente reducidos para no causar daños a las construcciones e instalaciones adyacentes ni a los servicios públicos. Además, la recuperación por recarga no deberá ocasionar movimientos totales o diferenciales intolerables para las estructuras que se desplanten en el sitio.

Los análisis de estabilidad se realizarán con base en las acciones aplicables señaladas en los Capítulos IV y VII de este Título, considerándose las sobrecargas que puedan acotar en la vía pública y otras zonas próximas a la excavación.

**ARTICULO 260.-** Los muros de contención exteriores construidos para dar estabilidad a desniveles del terreno, deberán diseñarse de tal forma que no se rebasen los siguientes estados límite de falla: volteo, desplazamiento del muro, falla de la cimentación del mismo o del talud que la soporta, o bien rotura estructural. Además, se revisarán los estados límite de servicio, como asentamiento, giro o deformación excesiva del muro. Los empujes se estimarán tomando en cuenta la flexibilidad del muro, el tipo de relleno y el método de colocación del mismo. Los muros incluirán un sistema de drenaje adecuado que limite el desarrollo de empujes superiores a los de diseño por efecto de presión del agua. Los empujes debidos a solicitaciones sísmicas se calcularán de acuerdo con el criterio definido en el Capítulo VI de este Título.

**ARTICULO 261.-** Como parte del estudio de mecánica de suelos, se deberá fijar el procedimiento constructivo de las cimentaciones, excavaciones y muros de contención que asegure el cumplimiento de las hipótesis de diseño y garantice la seguridad durante y después de la construcción. Dicho procedimiento deberá ser tal que se eviten daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical u horizontal del suelo.

Cualquier cambio significativo que deba hacerse al procedimiento de construcción especificado en el estudio geotécnico se analizará con base en la información contenida en dicho estudio.

**ARTICULO 262.-** La memoria de diseño incluirá una justificación del tipo de cimentación proyectado y de los procedimientos de construcción especificados, así como una descripción explícita de los métodos de análisis usados y del comportamiento previsto para cada uno de los estados límite indicados en los artículos 256, 260 y 261 de este Reglamento. Se anexarán los resultados de las exploraciones, sondeos, pruebas de laboratorio y otras determinaciones y análisis, así como las magnitudes de las acciones consideradas en el diseño, la interacción considerada con las cimentaciones de los inmuebles colindantes y la distancia, en su caso, que se deje entre estas cimentaciones y la que se proyecta.

En el caso de edificios cimentados en terrenos con problemas especiales, y en particular los que se localicen en terrenos agrietados, sobre taludes, o donde existan rellenos o antiguas minas subterráneas, se agregará a la memoria una descripción de estas condiciones y como éstas se tomaron en cuenta para diseñar la cimentación.

**ARTICULO 263.-** En las edificaciones del Grupo A y subgrupo B1 a que se refiere el artículo 212 de este Reglamento, deberán hacerse nivelaciones durante la construcción y hasta que los movimientos diferidos se estabilicen, a fin de observar el comportamiento de las excavaciones y cimentaciones y prevenir daños a la propia construcción, a las construcciones vecinas y a los servicios públicos. Será obligación del propietario o poseedor de la edificación, proporcionar copia de los resultados de estas mediciones, así como de los planos, memorias de cálculo y otros documentos sobre el diseño de la cimentación a los diseñadores de edificios que se construyan en predios contiguos.

## Anexo 2

## GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

### CONTENIDO DE LA GUÍA

#### Valor

#### CRITERIOS

#### I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.
  - I.1 Proyecto
    - I.1.1 Nombre del proyecto
    - I.1.2 Ubicación del proyecto
    - I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto
    - I.1.4 Presentación de la documentación legal
  - I.2 Promovente
    - I.2.1 Nombre o razón social
    - I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente
    - I.2.3 Nombre y cargo del representante legal
    - I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones
  - I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental
    - I.3.1 Nombre o razón social
    - I.3.2 Registro federal de contribuyentes o CURP
    - I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio
    - I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio
  
- II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
  - II.1 Información general del proyecto
    - II.1.1 Naturaleza del proyecto
    - II.1.2 Selección del sitio
    - II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización
    - II.1.4 Inversión requerida
    - II.1.5 Dimensiones del proyecto
    - II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias
    - II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos
  - II.2 Características particulares del proyecto
    - II.2.1 Programa general de trabajo
    - II.2.2 Preparación del sitio
    - II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto
    - II.2.4 Etapa de construcción
    - II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento
    - II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto
    - II.2.7 Etapa de abandono del sitio
    - II.2.8 Utilización de explosivos
    - II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera
    - II.2.10 Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos
  
- III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.

- IV.1 *Delimitación del área de estudio*
- IV.2 *Caracterización y análisis del sistema ambiental*
  - IV.2.1 *Aspectos abióticos*
    - a) *Clima*
    - b) *Geología y geomorfología*
    - c) *Suelos*
    - d) *Hidrología superficial y subterránea*
    - e) *Hidrología superficial*
    - f) *Hidrología subterránea*
  - IV.2.2 *Aspectos bióticos*
    - a) *Vegetación terrestre*
    - b) *Fauna*
  - IV.2.3 *Paisaje*
  - IV.2.4 *Medio socioeconómico*
    - a) *Demografía*
    - b) *Factores socioculturales*
  - IV.2.5 *Diagnóstico ambiental*
    - a) *Integración e interpretación del inventario ambiental*
    - b) *Síntesis del inventario*

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

- V.1 *Metodología para evaluar los impactos ambientales*
  - V.1.1 *Indicadores de impacto*
  - V.1.2 *Lista indicativa de indicadores de impacto*
  - V.1.3 *Criterios y metodologías de evaluación*
    - V.1.3.1 *Criterios*
    - V.1.3.2 *Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada*

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

- VI.1 *Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental*
- VI.2 *Impactos residuales*

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

- VII.1 *Pronóstico del escenario*
- VII.2 *Programa de vigilancia ambiental*
- VII.3 *Conclusiones*

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

- VIII.1 *Formatos de presentación*
  - VIII.1.1 *Planos definitivos*
  - VIII.1.2 *Fotografías*
  - VIII.1.3 *Videos*
  - VIII.1.4 *Listas de flora y fauna*
- VIII.2 *Otros anexos*
- VIII.3 *Glosario de términos*

**Anexo 3****Encuesta a habitantes de la unidad habitacional “Fuentes del Valle”**

Marque con una X su elección

1. ¿Por qué adquirió su vivienda en este lugar?
  - Por necesidad
  - Por el tipo de crédito hipotecario
  - Por su ubicación
  - Otros \_\_\_\_\_
  
2. ¿Con qué institución de crédito está comprometido en sus pagos?
  - INFONAVIT
  - Banco
  - Otros \_\_\_\_\_
  
3. ¿Cuántas personas habitan su casa?
  - Una
  - Dos
  - más de dos
  
4. ¿Cuántas recámaras tenía su casa cuando la adquirió?
  - Una
  - Dos
  - Más de dos



- 
5. ¿Cuántas recámaras tiene actualmente su casa?
- Una
  - Dos
  - Más de dos
6. ¿Qué tan satisfecho está con su casa?
- Muy satisfecho
  - Poco satisfecho
  - Nada satisfecho
7. ¿Tiene su vivienda alguno de estos problemas?
- Cuarteaduras en muros
  - Levantamiento de pisos
  - Hundimiento de pisos
  - Puestas y ventanas que no cierran
  - Fugas de agua
8. Si sus vivienda tiene algún tipo de falla ¿a quien a acudido para que le reparen los daños?
- Constructora responsable
  - INFONAVIT
  - Banco
  - Otros \_\_\_\_\_
9. Si le han reparado los daños a su casa ¿en qué han consistido?
- Ampliación de la parte dañada

- Apuntalamiento con perfiles (barras) de acero
  - Barras o vigas cruzadas en la pared
  - Resanes de albañil
10. En caso de que hayan reparado su casa ¿cómo se ha comportado ésta después de la reparación?
- Bien, porque ya no sigue la falla
  - Mal, porque siguen presentándose defectos
11. ¿Cómo considera el acceso a la unidad habitacional?
- Bueno
  - Regular
  - Malo
12. ¿Cómo considera la prestación de los servicios públicos, en relación con: recolección de basura, alumbrado público, salubridad, seguridad, agua potable y alcantarillado, otros?
- Bueno
  - Regular
  - Malo