

01146



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

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

**REVISIÓN DE LAS TÉCNICAS Y
PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE
CIMENTACIONES PARA LAS DIFERENTES
ZONAS GEOTÉCNICAS DE LA CIUDAD DE
CULIACÁN, SINALOA.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA (CONSTRUCCIÓN)
P R E S E N T A E L
ING. ADALBERTO SOTO GRIJALVA

DIRECTOR DE TESIS: M. I. JAIME A. 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.

24110

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE QUÍMICA
CARRERA DE QUÍMICA
CARRERA DE QUÍMICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN
DE QUÍMICA
CARRERA DE QUÍMICA
CARRERA DE QUÍMICA
CARRERA DE QUÍMICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN
DE QUÍMICA
CARRERA DE QUÍMICA
CARRERA DE QUÍMICA
CARRERA DE QUÍMICA

DIRECCIÓN DE QUÍMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



AGRADECIMIENTOS

A Dios...

A mi esposa Kirenia Alejandra...

Por todo el apoyo brindado a más de 1000 km de distancia.

A mis Padres...

Por haberme dado la vida y enseñarme a vivirla.

A toda mi familia...

La consecución de esta meta, más que un logro personal, es resultado de la participación y colaboración de distintos organismos y personalidades.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por el apoyo económico brindado, sin el cual no hubiese sido posible el desarrollo de mi programa de maestría.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, patrimonio de todos los mexicanos. El haber recorrido sus aulas me enorgullece y motiva a seguir adelante.

Al **Departamento de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería (DEPFI)**.

Al M. I. Jaime A. Martínez Mier, profesor de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Por su valiosa colaboración, disposición, paciencia y dedicación para transmitirnos sus conocimientos con el fin de lograr la ejecución del presente trabajo, en las fases del proceso de revisiones y asesorías desde el inicio hasta la finalizar la investigación.

A los profesores de la maestría en ingeniería (construcción): Ing. Mauricio Elizondo Ramírez, Ing. Carlos Suárez Salazar, M.I. Fernando Favela Lozoya, M.I. Jaime Antonio Martínez Mier, Dr. Jesús Hugo Meza Puesto, Ing. Juan Luis Cottier Caviedes, M.I. Salvador Díaz Díaz; a todos ellos por la valiosa aportación de sus conocimientos y apoyo durante los cursos llevados a cabo en el transcurso de los semestres.

A todos ellos mi agradecimiento.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a digitalizar, publicar e imprimir el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Soto Grijalva
Adalberto

FECHA: 15- Octubre -2004

FIRMA: 

Índice

	Página
Introducción.....	1
Capítulo I. Antecedentes	
1.1. Geología regional.....	3
1.2. Condiciones ambientales.....	3
1.2.1. Vientos.....	3
1.2.2. Sismicidad.....	5
1.2.3. Precipitación pluvial.....	6
1.3. Zonificación geotécnica.....	8
1.3.1. Zona I.....	8
a). Sub-zona A.....	8
b). Sub-zona B.....	10
1.3.2. Zona II.....	10
1.3.3. Zona III.....	11
Capítulo II. Conceptos generales	
2.1. Cimientos superficiales.....	13
2.1.1. Zapatas.....	13
2.1.2. Losas de cimentación.....	14
2.2. Cimientos profundos.....	14
2.2.1. Pilas.....	14
2.2.2. Cilindros de cimentación.....	15
2.3. Capacidad de carga.....	15
2.4. Deformabilidad.....	16
2.4.1. Expansibilidad.....	16
2.4.2. Compresibilidad.....	18

Capítulo III. Estudios, proyectos y técnicas constructivas utilizadas en la construcción de cimentaciones en Culiacán, Sin. (Práctica actual)

3.1. Estudios.....	19
3.1.1. Estudios topográficos.....	19
3.1.2. Estudios geotécnicos.....	20
3.1.3. Estudios de impacto ambiental.....	20
3.2. Proyecto.....	21
3.2.1. Cimentaciones superficiales.....	21
3.2.2. Cimentaciones profundas.....	23
3.3. Técnicas constructivas.....	24
3.4. Legislación.....	26

Capítulo IV. Propuesta para estudios, proyecto y técnicas constructivas.

4.1. Estudios necesarios.....	29
4.1.1. Estudios topográficos.....	29
4.1.2. Estudios geotécnicos.....	31
4.1.3. Estudios hidrológicos.....	33
4.1.4. Estudios de impacto ambiental.....	34
4.2. Proyecto.....	38
4.2.1. Cimentaciones superficiales.....	40
4.2.1.1. Análisis y diseño geotécnico.....	40
4.2.1.2. Análisis y diseño estructural.....	43
4.2.2. Cimentaciones profundas.....	46
4.2.2.1. Análisis y diseño geotécnico.....	46
4.2.2.2. Análisis y diseño estructural.....	48
4.3. Especificaciones de proyecto.....	50
4.3.1. Materiales.....	53
4.3.2. Procedimientos para concretos y acero de refuerzo.....	53
4.4. Técnicas constructivas.....	59
4.4.1. Cimentaciones superficiales.....	60
4.4.2. Cimentaciones profundas.....	64

4.5. Legislación.....	66
4.6. Supervisión y control de calidad.....	68
4.6.1. Sistema de gestión de la calidad.....	68
Conclusiones.....	73
Bibliografía.....	75

Figuras

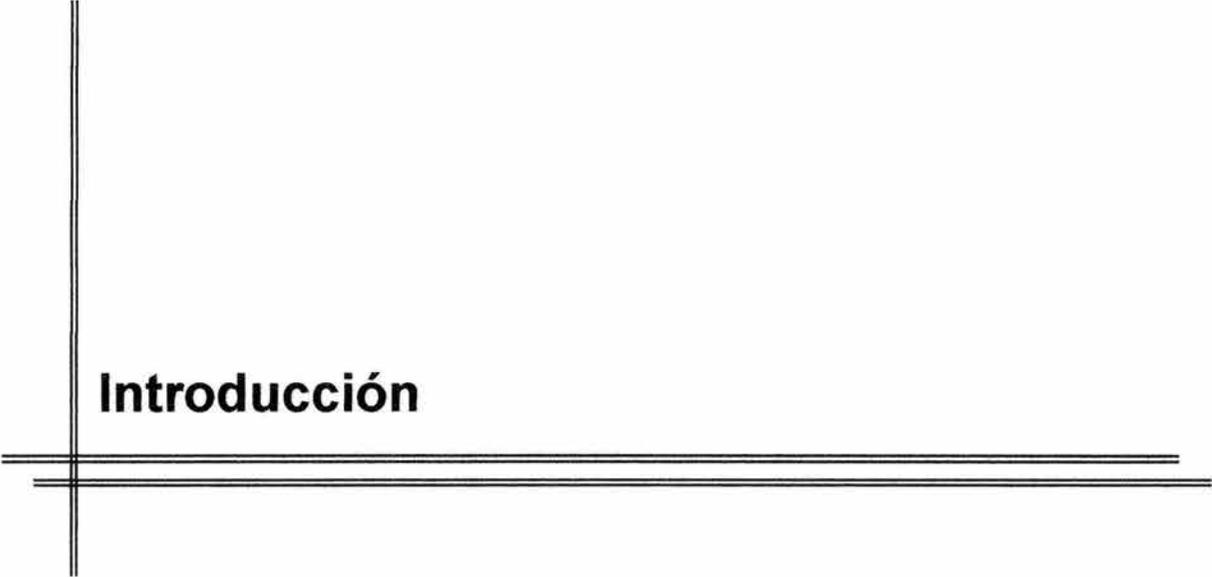
Anexo 1. Reglamento de Construcciones para el Municipio de Culiacán, Sin. (artículos 250 a 263)

Anexo 2. Requisitos para obtener la licencia de construcción

Anexo 3. Plano de proyecto

Anexo 4. Manifestación de impacto ambiental, modalidad regional

Anexo 5. Procedimiento constructivo para pilas coladas en el sitio, en la ciudad de Culiacán



Introducción

Introducción

Las técnicas y procesos constructivos de cimentaciones varían en las diferentes regiones del país de acuerdo al proyecto, condiciones del suelo, condiciones ambientales y tecnología disponible.

En la ciudad de Culiacán estas técnicas y los procesos constructivos también varían entre los constructores de la localidad, lo que da origen a que cada contratista adopte los más baratos y no necesariamente aquellos que conduzcan a cimentaciones más seguras y funcionales.

En muchas edificaciones la elección de los procesos de construcción de cimentaciones no son los más adecuados, como lo demuestran aquellas que en un periodo relativamente corto se presentan mal comportamiento (Ref. 1). De aquí surge la pregunta: ¿Son las técnicas y los procedimientos constructivos empleados actualmente en Culiacán los adecuados para garantizar un buen comportamiento de las cimentaciones?

El objetivo principal de esta tesis es efectuar una revisión de las técnicas y procedimientos constructivos de cimentación más utilizados en Culiacán, Sin., y establecer los lineamientos que garanticen su economía, seguridad y funcionalidad para los diferentes tipos de suelos que existen en la ciudad.

La presente tesis está integrada por seis capítulos, los cuales se describen a continuación.

El capítulo I contiene los antecedentes que motivaron esta tesis e incluye una descripción general de la geología y de las condiciones ambientales como sismicidad, viento y precipitaciones pluviales, y la zonificación geotécnica en que se ha dividido la ciudad.

El capítulo II describe los conceptos importantes contenidos en los demás capítulos.

En el capítulo III se presenta un bosquejo general de la práctica actual para construcción de cimentaciones, señalando los estudios que se realizan para el proyecto de cimentación, se describen los tipos de cimentación usuales para las diferentes zonas y las técnicas constructivas que se utilizan. Además se hace una revisión de la legislación existente.

El capítulo IV contiene una propuesta de los estudios necesarios para el proyecto y construcción de cimentaciones así como las técnicas para cada zona geotécnica. Se hacen comentarios acerca de la legislación y se propone un sistema de supervisión y control de calidad.

Este trabajo pretende ser de utilidad a todos aquellos profesionistas involucrados en la construcción de edificaciones, constructores y compañías constructoras, que deciden las técnicas, procedimientos y materiales a usar en la construcción de cimentaciones en Culiacán, Sin.

Capítulo I. Antecedentes

Capítulo I. Antecedentes

En este capítulo se mencionan las condiciones ambientales que prevalecen en la ciudad de Culiacán; se describe la geología de la región, su sismicidad y la zonificación geotécnica en que se divide.

1.1. Geología regional

La ciudad de Culiacán pertenece en la sub-provincia fisiográfica de las estribaciones de Piamonte, en la que predominan rocas efusivas como andesitas y riolitas; ígneas intrusivas como el granito y metamórficas del Terciario. Calizas del Cretácico que afloran en áreas pequeñas (Ref. 2). La Fig. 1, contiene la carta geológica del Estado de Sinaloa.

1.2. Condiciones ambientales

Culiacán se ubica en la región central del estado de Sinaloa, en donde según el Programa Estatal de Reordenamiento Territorial el clima es semiseco y calido, lluvias en verano con un porcentaje de 5 a 10.2 de P.P./invernal¹.

De acuerdo al sistema Köppen² la región cuenta con una vegetación de hábitat seco. La temperatura media anual es de 25.9 °C. En la Tabla 1.1 se presentan los registros de la temperatura media mensual y anual (Ref. 3).

1.2.1. Vientos

De acuerdo a la Regionalización Eólica de la República Mexicana Culiacán se encuentra situado en la zona I, como se muestra en la Fig. 2.

¹Precipitación promedio en invierno.

²Wladimir Köppen (1846-1940), climatólogo y meteorólogo alemán nacido en Rusia, fue el primero en trazar las regiones climáticas de la Tierra.

Para efectos de diseño por viento, en la Tabla 1.2 se indica, para la zona seleccionada, las velocidades regionales VR^3 , para periodos de recurrencia de 50 y 200 años; es decir, con probabilidades asociadas de excedencia de 2% y 5%, respectivamente.

La elección de la velocidad de diseño se hará con base en la importancia de la estructura. Estas velocidades han de considerarse como mínimas, ya que en lugares donde se tengan registros de velocidades de viento mayores, éstos deberán de usarse para estimar las de diseño (Ref. 4)

Tabla 1.2. Velocidad regional para las diferentes zonas eólicas

Zona eólica	Velocidad regional (Km/hr)	
	Estructuras grupo B (Tr = 50 años)	estructuras grupo A (Tr = 200 años)
1	90	105
2	125	150
3	115	125
4	160	185
5	80	90
6	150	170
7	80	95

³ Es la velocidad máxima probable en una zona o región determinada para cierto periodo de recurrencia.

Tabla 1.1. Registros de temperatura media mensual y media anual

ESTADO: <u>SINALOA</u> MUNICIPIO: <u>CULIACÁN</u> ESTACIÓN: <u>UAS, CIUDAD UNIVERSITARIA, CULIACÁN.</u>													
LATITUD: <u>24° 49' 36"</u> LONGITUD: <u>107° 22' 47"</u> ALTITUD: <u>64.78 m.s.n.m.</u>													
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1995	20.6	23.9	22.9	23.2	25.9	30.1	31.0	29.5	29.6	29.2	26.5	21.1	26.1
1996	20.2	22.1	21.9	25.0	28.2	31.3	30.7	29.7	29.1	28.7	24.9	20.9	26.1
1997	18.4	20.0	23.2	23.2	28.2	30.7	30.4	30.2	30.1	28.4	24.6	19.7	25.6
1998	20.5	19.4	21.4	23.0	26.8	30.7	30.0	29.6	29.5	29.7	24.9	20.2	25.5
1999	20.1	21.0	22.2	24.4	26.8	29.7	29.6	29.6	30.1	29.3	25.7	20.3	25.7
2000	20.5	21.5	22.4	24.8	27.5	30.4	30.1	29.4	30.0	27.0	22.3	22.0	25.7
2001	20.7	21.5	22.1	25.7	28.4	29.6	30.3	30.9	29.6	28.5	25.1	20.8	26.1
2003	23.2	22.1	22.0	25.1	28.0	30.2	30.8	30.5	28.9	28.7	26.0	21.2	26.4
MEDIA	20.5	21.4	22.3	24.3	27.5	30.3	30.4	29.9	29.6	28.7	25.0	20.8	25.9

1.2.2. Sismicidad

El efecto sísmico afecta en los casos de estructuras altas, pero para las construcciones de 1 o 2 niveles, que son las que predominan, no se acostumbra tomarlo en cuenta, lo cual no es recomendable.

Culiacán se ubica en la zona de baja sismicidad de la República (Ref. 5), y para fines de diseño sísmico, queda en la Zona 1, donde para terreno firme y estructuras del grupo B Tipo I, según el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (Ref. 4), recomienda coeficientes sísmicos de 0.04, 0.08 y 0.10 para 1.1, 1.2 y 1.3 respectivamente. Para las estructuras de los grupos A y C de cualquier tipo y subtipo, se recomienda aplicar los factores del citado Manual.

1.2.3. Precipitación pluvial

El Municipio de Culiacán se sitúa en la región hidrológica RH10 de la cuenca del río Culiacán con escurrimientos anuales de 100 a 200 mm, según el Programa Estatal de Reordenamiento Territorial. La zona tiene una precipitación media anual de 641.8 mm de los cuales la mayor parte se presenta en los meses de Julio, Agosto y Septiembre. En la Tabla 1.3 del se muestran los datos de precipitación mensual, media mensual, anual y media anual (Ref. 3).

Tabla 1.3. Registros de precipitación mensual, media mensual, anual y media anual

Estado: Sinaloa Municipio: Culiacán Estación: UAS, Ciudad Universitaria, Culiacán Latitud: 24° 49' 36" Longitud: 107° 22' 47" Altitud: 64.78 m.s.n.m.													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Annual
1995	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	159.9	234.9	194.7	0.0	0.0	0.0	589.7
1996	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	30.5	245.5	184.4	205.9	39.2	18.1	0.0	724.1
1997	45.5	6.4	0.0	35.5	25.0	33.5	197.0	187.8	187.4	0.4	56.2	49.2	823.9
1998	0.3	13.6	0.5	0.0	0.0	0.0	200.7	254.3	168.3	0.0	0.5	0.0	638.2
1999	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.6	166.2	162.2	116.4	5.8	0.0	3.0	481.2
2000	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	47.5	151.6	279.1	61.1	169.5	52.8	0.0	761.8
2001	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	117.0	49.6	252.5	34.6	7.8	1.0	473.5
2002	0.2	12.6	1.0	0.0	0.0	14.0	211.4	191.1	252.9	27.6	3.0	0.0	713.8
Media	5.8	5.5	0.2	4.4	3.1	19.2	181.2	192.9	179.9	34.6	17.3	6.7	650.8

1.3. Zonificación geotécnica

Culiacán se localiza al centro del Estado de Sinaloa, en la vertiente de los Ríos Humaya y Tamazula, y sobre las márgenes del Río Culiacán, por lo que la topografía y el tipo de suelo que presenta son muy variados, pudiéndose encontrar desde zonas planas o con poca pendiente, hasta zonas con pendientes muy pronunciadas. A continuación se hace una breve descripción geotécnica de las diferentes zonas en las que se divide, con datos recabados de estudios geotécnicos realizados por el la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Sinaloa. (Ref. 6).

1.3.1 Zona I

Esta zona, también conocida como “Zona de Valles”, está situada al Oeste y Centro de la ciudad de Culiacán y actualmente es una de las de mayor potencial de crecimiento urbano. Está constituida por suelos transportados, en su gran mayoría aluviales con lentes o capas de corta extensión horizontal. En ella se distinguen dos sub-zonas con estratigrafías diferentes, las cuales se describen a continuación.

a) Sub-zona A

La topografía de esta sub-zona es predominantemente plana (Fotos 1.1. y 1.2.) y en sitios cercanos a los ríos presenta una ligera pendiente hacia ellos.

El subsuelo en la sub-zona está caracterizado por la presencia en la superficie de una capa de suelo vegetal, de 0.40 m de espesor medio, color café claro, seguida hasta una profundidad que puede alcanzar 8.0 m por una capa de arcilla muy plástica, color café oscuro, del grupo CH según el Sistema unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), con resistencia en

estado seco alta y de consistencia firme a dura. El contenido natural de agua de esta arcilla es bajo (rara vez supera el 30 %), su límite líquido entre 60 a 92 % y el límite plástico entre 11 y 26 %, el contenido de partículas finas varía entre 65 y 95 %.

La arcilla tiene cohesión comprendida entre 5 a 12 t/m² y es muy susceptible a cambios volumétricos por variaciones en su contenido de humedad. El peso volumétrico en estado natural varía de 1.50 a 1.70 t/m³. A pesar de que la arcilla es un material impermeable, esta característica se ve afectada por la existencia de agujeros y fisuras en el suelo.

Bajo la arcilla se encuentran gravas o arenas de graduación irregular, con contenido de partículas finas menor de 12 %. Los finos pertenecen al grupo CL y ML del S.U.C.S. Este material corresponde a roca intemperizada, producto de la oxidación y la hidratación de la roca madre, con espesor menor de 0.80 m.

Por último, existe una formación de roca ígnea, que por su aspecto fluidal, la disposición de los minerales de cuarzo de manera alargada y diseminados en medio de una pasta de grano fino es clasificada como riolita, aunque en algunas zonas es posible encontrar granito medianamente intemperizado.

En la Fig. 3 se dibuja la estratigrafía general de la sub-zona, en la que se muestran las características y propiedades principales del subsuelo.

b). Sub-zona B

Esta zona presenta una topografía medianamente irregular, con pendientes poco pronunciadas (Fotos 1.3 y 1.4 del Anexo fotográfico).

Bajo la capa vegetal también existe un estrato de arcilla plástica, de 1.5 a 4.0 m de espesor, con características expansivas y propiedades índice semejantes a las mencionadas en la sub-zona A, pero con contenido de humedad ligeramente más alto y mayor contenido de arena en particular a medida que la profundidad aumenta. Debido a este contenido mayor de arena, este suelo tiene mayor capacidad de carga y es menos susceptible a cambios volumétricos.

A continuación se encuentra una capa de grava y/o arena de graduación irregular, con pocos finos de color café claro. El contenido de partículas finas es menor del 20.0 %, mientras que el contenido de gravas generalmente supera el 70.0 %. El espesor de la capa puede variar de 0.5 a 2.0 m.

Por último existe una formación de roca, clasificada como una riolita o andesita. En algunas zonas situadas al Oriente de la ciudad se puede encontrar granito cuya interperización disminuye con la profundidad.

En la Fig. 4 se muestra la estratigrafía general de esta zona y las características y propiedades principales de los diferentes estratos. Esta estratigrafía puede encontrarse también en la margen izquierda del Río Tamazula al Oriente de la ciudad.

1.3.2. Zona II

La zona II se localiza en gran parte del suroeste de la ciudad y está caracterizada por ser un lomerío con pendientes pronunciadas (Fotos 1.5 a 1.8 del Anexo fotográfico).

La zona está constituida en su gran mayoría por conglomerados. En algunos casos puede encontrarse una capa de arcilla de reducido espesor, que

forma parte de la capa vegetal, de color café rojizo y con espesor promedio de 0.4 m.

Bajo la capa vegetal hasta profundidades que puede alcanzar los 15.0 m, se encuentran conglomerados color café rojizo y/o café claro, compactos a muy compactos. Este material está compuesto predominantemente por materiales gruesos de 0.3 m de diámetro, empacados en una matriz arcillo-arenosa, CL, color rojizo con contenido de agua menor de 15 %. El contenido de partículas finas menor al 5.0 % y el de partículas gruesas (gravas) generalmente supera el 80.0 %.

También en la zona se puede encontrar delgadas capas de arena muy compacta de corta extensión horizontal intercaladas a diferentes profundidades como se aprecia en las Fotos 1.7 y 1.8.

En la Fig. 5 se aprecia la estratigrafía general de esta zona, y algunas características y propiedades principales de los diferentes estratos.

1.3.3. Zona III

La zona III, también llamada "Zona de Ríos", está situada sobre las márgenes del Río Culiacán y Río Tamazula. Está constituida por suelos transportados, en su gran mayoría aluviales. La zona se caracteriza por tener una superficie con pendientes ligeras hacia los ríos (Fotos 1. 9 y 1.10 del Anexo fotográfico).

En la superficie se encuentra una capa de limo, del grupo ML, de 4.0 m de espesor medio, de consistencia media a firme, estructura simple y resistencia en estado seco baja. Este estrato tiene un espesor promedio de 4.0 m. El limo tiene una humedad menor a 30.0 %, contenido de arenas de 5.9 % y

94.1 % de finos, límite líquido medio de 29.9 y límite plástico de 23.2. El limo tiene una cohesión reducida de aproximadamente 0.6 a 3.5 t/m² y peso volumétrico menor de 1.30 t/m³.

Bajo el limo se encuentra un depósito de grava o arena de graduación regular, en estado suelto, con espesor promedio de 6.0 m. Los depósitos se caracterizan por tener un porcentaje muy bajo de partículas finas.

Por último se encuentra una formación rocosa, identificada como riolita y andesita.

En la Fig. 6 se muestra la estratigrafía general de esta zona y las características y propiedades principales de los diferentes estratos.

Capítulo II. Conceptos generales

Capítulo II. Conceptos generales

Las cimentaciones actualmente utilizadas en la ciudad de Culiacán, son predominantemente del tipo superficial, aunque en ocasiones se han usado las cimentaciones profundas.

A fin de lograr una mejor comprensión en el desarrollo de esta tesis, a continuación se tratan algunos conceptos importantes.

Se acostumbra definir a las cimentaciones superficiales como aquellas en donde la relación de la profundidad de desplante respecto a su base es menor que 4 y a las cimentaciones profundas como las que esa relación es mayor que 4 (Fig. 7)

2.1. Cimientos superficiales.

Las cimentaciones superficiales se agrupan usualmente en zapatas y losas de cimentación.

2.1.1. Zapatas

También conocidas como cimientos de “ampliación en la base”. La función de una zapata de cimentación es distribuir la carga total que transmite una columna, pilastra o muro, incluyendo su propio peso, sobre suficiente área de terreno, de modo que la intensidad de las presiones que transmita se mantenga dentro de los límites permitidos para el suelo que lo soporta. Son elementos estructurales generalmente cuadrados, rectangulares y muy raramente circulares, contruidos principalmente de mampostería o concreto armado.

Las zapatas pueden ser de dos tipos: a) zapatas aisladas; colocadas bajo columnas y b) zapatas corridas o continuas; bajo muros o columnas muy cercanas entre sí.

En las Fig. 8 y 9, se muestran las dimensiones y características de cimentaciones de zapatas aisladas y corridas.

2.1.2. Losas de cimentación

Pueden considerarse a las losas como zapatas combinadas que cubre toda el área bajo de una estructura y que soporta las cargas de todos los muros y columnas transmitiendo la carga de la superestructura al subsuelo. Son elementos de concreto reforzado que toman la forma de la estructura.

Comúnmente la losa de cimentación se proyecta como una losa de concreto con nervaduras en los bordes y debajo de los muros de carga, en la Fig. 10 se muestran las dimensiones y características típicas de una losa de cimentación para casa una habitación de dos niveles.

2.2. Cimientos profundos

Las cimentaciones profundas son aquellas que se apoyan en estratos profundos que tienen capacidad para soportar las cargas adicionales que se aplican al subsuelo; para su construcción se utilizan procedimientos constructivos y equipos especiales. Los elementos de cimentación profunda que se utilizan en la región de Culiacán, especialmente en puentes, son las pilas y los cilindros.

2.2.1. Pilas.

Son elementos estructurales de concreto reforzado cuya función es transmitir cargas al subsuelo por apoyo en su base y por adherencia lateral de

su fuste con el suelo y que se caracterizan por tener gran capacidad de carga. Su sección transversal oscila entre 0.6 y 3.0 m. En general se recomienda el uso de pilas para apoyar una estructura cuando los esfuerzos inducidos en el suelo por las cargas o acciones a que esta sometida excede la resistencia o capacidad de soporte de los estratos más superficiales. Por su sección transversal, las pilas pueden ser:

a) Pilas circulares. Se utiliza con mayor frecuencia y su diámetro es mayor de 60 cm,

b) Pilas rectangulares u oblongas. Comúnmente se diseñan con dimensiones de 0.6 m X 2.5 m o de 0.8 m X 2.0 m.

2.2.2. Cilindros de cimentación.

Son elementos de concreto reforzado, de sección transversal cilíndrica, rectangular, en general circular, huecas al centro de la sección, que se llevan verticalmente hasta el terreno de apoyo utilizando técnicas apropiadas de excavación y retiro de material. En las Fig. 11 se presentan las características y los elementos principales de los cilindros.

2.3. Capacidad de carga

Cuando se utiliza el término capacidad de carga, éste se refiere a los valores de esfuerzos sometidos al subsuelo de manera tal que quede en un estado de falla incipiente.

Se define como capacidad de carga última, la carga promedio por unidad de área que origina la falla de la cimentación por esfuerzo cortante o por asentamiento excesivo.

Se define como capacidad de carga admisible la carga promedio por unidad de área que no provocará asentamientos mayores que el valor admisible prefijado para la estructura y que también proporcionará un factor de seguridad adecuado contra la falla por esfuerzo cortante. La capacidad de carga admisible será siempre menor que la de falla y deberá estar suficientemente alejado de ésta como para dar los márgenes de seguridad necesarios para cubrir todas las incertidumbres referentes a las propiedades de los suelos, a la magnitud de las cargas actuantes, a la teoría específica de capacidad de carga que se use y a los problemas y desviaciones de la construcción.

2.4. Deformabilidad

Algunos suelos, aunque se encuentran sujetos a cargas externas constantes, presentan grandes cambios de volumen al cambiar su contenido de agua ya sea por efecto de consolidación o por expansión del suelo. A continuación se describen estas dos condiciones.

2.4.2. Expansibilidad

Este término se refiere al potencial que tiene algunos suelos para expandirse, esto es, un aumento en su volumen. Esto depende de la condición física del material al principio de la construcción, y de los cambios de esfuerzo y humedad a los que se sujete.

El término suelo expansivo implica no solamente la tendencia a aumentar de volumen cuando aumenta el contenido de agua, sino también la disminución de volumen o contracción si el agua se pierde.

De una manera general, el potencial expansivo de un suelo se relaciona con su índice de plasticidad. En la Tabla 2.1, se indican varios grados de capacidad expansiva y los intervalos correspondientes del índice plástico.

Tabla 2.1. Relación entre el potencial de expansión del suelo y el índice de plasticidad	
Potencial de expansión	Índice de plasticidad
Bajo	0-15
Medio	10-35
Alto	20-55
Muy alto	35 o más

El hecho de que un suelo con elevado potencial de expansión se expanda, depende principalmente de tres factores.

- 1° De la diferencia entre la humedad de campo en el momento de la construcción y la humedad de equilibrio que se alcanzará finalmente en la estructura terminada.
- 2° El grado de compactación del suelo y,
- 3° Al esfuerzo a que el material quedará sujeto, después de que la construcción se termine.

Como se citó en el Capítulo II, en la ciudad de Culiacán existe la presencia de este tipo de suelos, que por sus propiedades y según la Tabla 2.1, corresponden a un suelo con un potencial de expansión de alto a muy alto.

Las pruebas para estimar estas deformaciones se tratarán en el Capítulo IV de esta tesis.

2.4.3. Compresibilidad

Este concepto se refiere a la deformación que sufren ciertos tipos de suelos al disminuir su volumen. Este desplazamiento puede ser causado por el peso propio del material, saturación del terreno, sismo y vibración (fenómeno de licuación), contracción de arcillas por secado, falta o pérdida de apoyo lateral, extracción de agua del subsuelo, entre otras. En la gran mayoría de los casos anteriores, no es posible cuantificar el orden y magnitud real de estos asentamientos.

Las deformaciones que se presentan pueden ser a corto plazo, también llamados asentamientos elásticos, las cuales se presentan inmediatamente después de aplicar la carga; o bien a largo plazo, debida a la acción de cargas de larga duración que producen la consolidación del terreno de cimentación.

En las deformaciones a largo plazo se distinguen dos componentes: la consolidación primaria, que se presenta en suelos finos plásticos, de baja compresibilidad; y la consolidación secundaria que se presenta en algunos suelos que después de sufrir el proceso de consolidación primaria, continúa deformándose en forma similar al comportamiento de un cuerpo viscoso.

Los métodos para el cálculo de las deformaciones por consolidación se tratarán en el Capítulo IV de esta tesis.

Capítulo III. Estudios, proyectos y técnicas constructivas utilizadas en la construcción de cimentaciones en Culiacán, Sin. (práctica actual)

Capítulo III. Estudios, proyectos y técnicas constructivas utilizadas en la construcción de cimentaciones en Culiacán, Sin. (Práctica actual)

Este capítulo trata de la práctica actual en la construcción de cimentaciones, se mencionan los estudios previos que se realizan como son: estudios topográficos, geotécnicos y de impacto ambiental. Además se describe el proyecto para cimentaciones superficiales y profundas, y las técnicas constructivas utilizadas. Al final del capítulo se analiza la legislación existente referente a cimentaciones. El objetivo de este capítulo es hacer un a breve reseña de la práctica actual referente a los estudios, proyectos y técnicas constructivas que se realizan.

3.1. Estudios

En todo proyecto de construcción se debe de contar con la información previa necesaria para su adecuada ejecución. Así, para un proyecto de cimentaciones, es necesario contar con la mayor información posible que permita el desarrollo y ejecución mas adecuado. A continuación se describen los estudios que se realizan actualmente para el proyecto y construcción de cimentaciones en Culiacán, Sin.

3.1.1. Estudios topográficos

Estos estudios solo son exigidos en la construcción de fraccionamientos y forman parte del proyecto ejecutivo de construcción y como requisito deben de contener la planimetría y altimetría del lugar.

Tienen la finalidad de proporcionar la información necesaria para hacer el trazo de las calles, perfiles y rasantes, líneas de conducción de agua potable y alcantarillado, niveles de desplante de las cimentaciones, lotificación, localización, entre otros.

3.1.2. Estudios geotécnicos

En Culiacán, son pocos los proyectos de construcción que cuentan con un estudio completo y detallado para el diseño geotécnico de cimentaciones. La gran mayoría de los estudios que se realizan, se limitan a obtener los parámetros de resistencia del suelo y así calcular la capacidad de carga para la cimentación propuesta, independientemente de la zona geotécnica en la que se haga el estudio.

En muchas ocasiones los parámetros de resistencia del suelo son obtenidos de datos existentes o referencias bibliográficas, basándose en las características físicas del material o en correlaciones de pruebas realizadas en otro tipo de material por ejemplo, es muy común determinar la capacidad de carga última de un suelo granular (grava o conglomerado) mediante correlaciones de la prueba de penetración estándar.

Otro aspecto importante a mencionar, es que en los estudios geotécnicos que se realizan para edificaciones pequeñas, no se fija 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.

3.1.3. Estudios de impacto ambiental

Estos estudios están debidamente reglamentados para su ejecución. Todo proyecto de construcción, exceptuado aquellas que sirven de almacenamiento y abasto de: gas líquido, combustible, gasolineras, depósitos de explosivos, rastros, frigoríficos u obradores, silos tolvas, Industrias de tipo pesada, mediana, ligera y contaminante, así como los fraccionamientos, a las que se refiere en Reglamento de Construcción para el Municipio de Culiacán,

Sinaloa (Ref. 7), solo requirieren un Informe Preventivo según lo dispuesto en la fracción II del Artículo 31 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (Ref. 8), debido a que el Municipio de Culiacán cuenta con el plan de desarrollo urbano al que se refiere.

Las construcciones exceptuadas en el párrafo anterior, son evaluadas a través de una Manifestación de Impacto Ambiental.

3.2. Proyecto

El proyecto que se presenta para la construcción de cimentaciones, indistintamente de la zona geotécnica en la que se encuentre, por lo general está vertido en planos, donde se proporcionan las características del tipo de cimentación propuesto, dimensiones en planta y alzado, cantidad de acero de refuerzo, características de los materiales a emplear y algunas veces, el procedimiento de construcción. La memoria de cálculo de las cimentaciones solo se presenta en el proyecto cuando se trata de construcciones.

A continuación se hace una descripción de los tipos de cimentaciones usuales en la ciudad de Culiacán

3.2.1. Cimentaciones superficiales.

a) Zapatas aisladas.

Cuando se trata de construcciones de 1 o 2 niveles, la construcción de este tipo de cimentación se hace de manera artesanal, solo siguiendo las recomendaciones del albañil. Las zapatas de concreto reforzado consiste en una placa de concreto de 0.15 a 0.20 m de espesor y un armado formado por lo general de varillas de 3/8" y de 1/2" con una separación de 0.15 a 0.20 m, formando un emparrillado que se coloca en el lecho inferior. La profundidad

de desplante generalmente es de 1.00 m, aunque en ocasiones cuando el estrato firme se encuentra a una profundidad menor a 1.50 m, es común desplantarse en él. Las zapatas se construyen de 1.00 X 1.00 m de dimensiones en planta y con un dado de cimentación de 0.30 x 0.30 m.

Cuando las zapatas necesitan ligas entre sí, se unen mediante una viga de unión de 0.15 X 0.20 m o de 0.20 x 0.30 m por medio de los dados de cimentación. Por la estructuración y el contacto de la viga con el suelo, ésta también se considera como parte de la cimentación.

En construcciones de mayor altura y/o de mayor importancia como plazas comerciales, comercios, oficinas, gasolineras, entre otras, las características de la zapata las proporciona el diseño estructural de la cimentación.

b) Zapata corridas.

Las zapatas corridas de cimentación se utiliza en construcciones de poca altura y consiste en una losa de concreto reforzado de 0.25 m de espesor en promedio y su ancho generalmente menor a 0.80 m. El armado del acero de refuerzo se coloca en el lecho inferior y está formado por varilla de 3/8" y de 1/2" de diámetro con una separación de 0.20 a 0.25 m en promedio. La profundidad de desplante varía de 0.50 a 1.00 m. Al centro de la zapata se construye una viga que está embebida la cual sirve como desplante del muro.

Este tipo de cimentación puede formar parte de un proyecto de cimentación a base de zapatas aisladas, debido a que cuando éstas tienen poca separación entre sí, es recomendable unirlas. Además son utilizadas debajo de los muros de cortante de las construcciones de mayor altura.

c) Losas de cimentación.

La construcción de este tipo de cimentación está limitado solamente a fraccionamientos de casas habitación de interés social de hasta dos niveles. Está formada por una losa de concreto de 0.10 a 0.15 m de espesor que se extiende en toda el área de construcción, reforzada con varillas de 3/8" de diámetro con una separación de 0.20 m en ambos sentidos, en los bordes de la cimentación y bajo los muros se construyen monolíticamente trabes de 0.30 a 0.40 m de peralte armadas con varillas de 3/8" de diámetro.

En algunos fraccionamientos solo se construye una losa plana sin trabes en los bordes y bajo los muros pero con espesor de 0.20 m.

3.2.2. Cimentaciones profundas

En la ciudad de Culiacán, debido a que la profundidad de los estratos resistentes por lo general es menor de 12.00 m, el tipo de cimentación profunda que se utiliza es la de pilas y cilindros de cimentación.

La cimentación a base de pilas coladas en el lugar es comúnmente utilizada para construcciones de más de cuatro niveles y en la construcción de puentes. Por lo general las cimentaciones de este tipo son utilizadas sobre las márgenes de los ríos en la Zona II. El uso de los cilindros de cimentación ha sido ocasional, solo han sido utilizados cuando el procedimiento constructivo considerado en las pilas resulta inconveniente.

Se usan pilas de sección transversal generalmente circular de 0.8 a 1.2 m de diámetro, aunque cuando se utilizan para cimentación de puentes la sección transversal puede ser oblonga. Son construidas de concreto, alojadas en perforaciones circulares previamente elaboradas, reforzadas longitudinalmente con varillas de diámetros mayores a 3/4" y transversalmente con varillas de

3/8" de diámetro. La perforación para alojar la pila puede ser en seco cuando el material tiene la suficiente cohesión para soportar por si solo las paredes de la excavación, o bien bajo lodos bentoníticos para estabilizar las paredes de la excavación o impedir la entrada de agua freática hacia la perforación.

Los cilindros de cimentación son elementos circulares huecos de concreto reforzado de aproximadamente 0.40 m de espesor. El acero de refuerzo generalmente se coloca en dos lechos sobre los bordes del cilindro con varilla de diámetro mayor a 3/4" de diámetro. Los cajones abiertos, usualmente se hincan por dragado este método consiste en dejar caer el cucharón abierto para que se encaje en el material, cerrarlo e izarlo para extraerlo. Puede utilizarse en condiciones de cauce seco y con tirantes de agua. Es el más usual en México. Una vez que el cilindro se encuentra desplantado en el estrato resistente, se le colocan un tapón de concreto simple en el fondo del cilindro.

3.3. Técnicas constructivas

Las técnicas y los procedimientos constructivos de cimentaciones que prevalecen en la ciudad de Culiacán son:

- **De tipo manual**, es decir, que todos los trabajos necesarios para la construcción son realizados por personal calificado o no.
- **De tipo mecánico**, en donde los trabajos se ayudan con maquinaria para la construcción de la cimentación, y en menor cantidad
- **De tipo semi-industrializado**, en donde se tiene una producción en serie fuera del terreno de construcción.

A continuación se describen los procedimientos constructivos utilizadas en la región para cada uno de los tipos de cimentación descritos en el inciso 3.2.

a) Cuando se utilizan zapatas aisladas de cimentación.

1. Limpieza del terreno.
2. Trazo de la cimentación según el proyecto.
3. Excavación y afine de la fosa hasta la profundidad de desplante.
4. Habilitado y colocación del acero de refuerzo.
5. Cimbrado de la cimentación (en caso de ser necesario).
6. Colado de la zapata y del dado de cimentación.

b) Cuando se utilizan zapatas corridas de cimentación.

1. Limpieza del terreno.
2. Trazo de los ejes para la cimentación según el proyecto.
3. Excavación y afine de la cepa hasta la profundidad de desplante.
4. Habilitado y colocación del acero de refuerzo de la zapata.
5. Habilitado y colocación del acero de refuerzo de la viga de desplante.
6. Cimbrado de la cimentación y de la viga de desplante.
7. Colado de la cimentación

c) Cuando se utilizan losas de cimentación.

En este tipo de cimentación, el proceso constructivo varía significativamente respecto a los dos anteriores, debido a que generalmente la losa se apoya sobre una capa de material granular debidamente compactado.

1. La primera parte del proceso constructivo consiste en ejecutar el desmonte, excavación y retiro de la capa vegetal, así como dar una limpieza general del terreno.
2. En caso de ser necesario excavación hasta el nivel de proyecto y compactar el terreno natural.

3. Colocación de una capa de relleno granular con características de sub-base hidráulica.
4. Compactación y nivelación de la capa de relleno.
5. Trazo de la cimentación.
6. Excavación de las zanjas donde se alojarán las contra-trabes de la losa
7. Excavación de las zanjas para las instalaciones hidráulicas y eléctrica
8. Colado de la Losa y contra-trabes.

En la construcción de cimentaciones profundas, las técnicas y los procesos constructivos, están más estandarizados y tienen una mayor supervisión por la importancia y el costo que representan.

d) Cuando se utilizan pilas de cimentación.

1. Antes de comenzar cualquier actividad de construcción se deben de obtener los diferentes documentos y planos que sean necesarios utilizar antes y después de de las diferentes etapas de construcción.
2. Revisar los planos en donde se indique la localización, dimensiones y profundidades de los diferentes elementos.
3. La limpieza del terreno
4. Trazo y localización de las pilas dentro del terreno
5. Perforación de la pila.
6. Habilitado y colocación del acero.
7. Colado de la pila.

3.4. Legislación

El Municipio de Culiacán, Sin., cuenta actualmente con un Reglamento de Construcción (RCMC) (Ref. 7) que data de 1995. En lo referente a la construcción de cimentaciones, el Capítulo VIII del RCMC contiene los requisitos mínimos para el diseño y construcción de cimentaciones y requisitos adicionales a los métodos

de diseño y construcción. En el Anexo 1 se muestra la parte del Reglamento correspondiente al diseño de cimentaciones.

En el H. Ayuntamiento de Culiacán, los requisitos para obtener la Licencia de Construcción son los siguientes:

a) Para la construcción de casa habitación y ampliaciones

- Alineamiento y número oficial. En caso de que el predio se localice en un fraccionamiento, este requisito se omite
- Plano (proyecto) y 7 copias. En caso de ampliaciones, marcar lo que está construido y lo que se va a construir
- Estado de cuenta o copia del recibo de pago del predial
- Copia de escrituras (solo si no es necesario alineamiento)
- Solicitud de la Secretaría de Salubridad y Asistencia y del H. Ayuntamiento, firmadas por el Director Responsable de Obra

b) Para la construcción de locales comerciales, talleres, bodegas y departamentos.

- Alineamiento y número oficial
- Plano (proyecto) autorizado por la Secretaría de Salubridad y asistencia (6 copias)
- Licencia de uso de suelo (original y copia)
- Estado de cuenta o copia del recibo de pago de predial
- Copia de las escrituras (solo si no es necesario alineamiento)

El documento completo de los requisitos para licencia de construcción se muestra en el Anexo 2.

Como se puede observar en los requisitos anteriores no se hace referencia alguna hacia el Reglamento de construcción y el único requisito referente a la construcción del proyecto es el plano. En el Anexo 3 se muestra un plano (proyecto) a que se refieren los requisitos, éste contiene lo siguiente:

- Planta arquitectónica de conjunto con instalaciones eléctricas
- Planta de armado de losas
- Planta de azotea
- Planta de cimentaciones con instalaciones sanitarias
- Corte arquitectónico longitudinal sanitario
- Fachada principal y
- Detalles estructurales

Es importante señalar que el Reglamento no ha sido actualizado y que no cuenta con las Normas Técnicas Complementarias a las que en él se hace referencia.

**Capítulo IV. Propuesta para estudios,
proyectos y técnicas constructivas**

Capítulo IV. Propuesta para estudios, proyecto y técnicas constructivas

En este capítulo se establecen los estudios necesarios para la realización del proyecto de cimentación, se desarrolla el análisis y diseño geotécnico y estructural. Además, se describe el modo ordenado de ejecutar los pasos necesarios para la construcción de un proyecto mediante las técnicas constructivas. Se mencionan algunos aspectos de legislación y al final del capítulo se describen los pasos para la implementación de un sistema de gestión de calidad. El objetivo que se persigue en este capítulo es establecer la relación que debe existir entre los estudios, el proyecto y las técnicas constructivas para la construcción de cimentaciones.

4.1. Estudios necesarios

Una parte necesaria de todo de proyecto de construcción, es el hecho de conocer ciertos detalles de cada tipo de obra, los cuales pueden ser contemplados a manera de estudios preliminares. Éstos constituyen la información necesaria para seleccionar desde el punto de vista económico, de factibilidad e incluso de seguridad, los procedimientos de construcción.

Dentro de los estudios preliminares a realizar se tienen: los topográficos, geotécnicos, hidrológicos y de impacto ambiental.

4.1.1. Estudios topográficos

Los estudios topográficos son una de las herramientas que mayor información aporta al proyecto de cimentaciones, no solo de una manera preliminar, si no que además son muy necesarios durante la construcción e incluso posterior a ella.

De manera preliminar cubren dos puntos importantes como son:

a. Localización general, en donde se proporcione la siguiente información.

- Acceso por los diferentes medios de transporte
- Distancias a los diferentes centros de importancia
- Estado y municipio correspondientes
- Topografía general del terreno y sus alrededores (planimetría y altimetría)
- Localización de bancos de materiales

b. Otros datos generales como:

- Área y forma de la cuenca hidráulica
- Pendientes del terreno y posibles cauces en él.
- Cubierta vegetal
- Entre otros.

La utilidad de la topografía⁴ durante la construcción es igual de importante que de manera previa, ya que permitirá hacer todos los trazos que requiera el proyecto por ejemplo:

- Trazo de la cimentación (alineamiento, niveles y profundidades de desplante)
- Localización en planta del punto exacto en donde se construirá una pila o se hincará un pilote.
- Lotificación.
- Hacer nivelaciones durante la construcción para efecto de observar el comportamiento de de las cimentaciones y excavaciones, y de

⁴ Es la representación de los elementos naturales y humanos de la superficie terrestre. Esta ciencia determina los procedimientos que se siguen para poder representar esos elementos en los mapas y cartas geográficas

prevenir daños a la propia construcción, construcciones vecinas o servicios públicos.

- Establecer puntos de referencia o bancos de nivel preferentemente profundos.

Una finalidad secundaria de esta herramienta es el trazo de las calles, perfiles y rasantes, líneas de conducción de agua potable y alcantarillado.

Posterior a la construcción del proyecto, la única función que tiene esta herramienta es la de monitorear los puntos de referencia establecidos con el fin de evaluar el comportamiento de la estructura.

4.1.2. Estudios geotécnicos.

Los estudios geotécnicos para el diseño de las cimentaciones deben de contener la información mínima necesaria para una correcta interpretación de las condiciones del subsuelo y un adecuado diseño. A continuación se hace una breve descripción de las partes fundamentales de un estudio geotécnico (Ref. 9 Y 10).

- 1. Introducción.** Se deben incluir los datos generales del proyecto, la ubicación del predio, las características de las colindancias, las características del proyecto a realizar, entre otros.
- 2. Condiciones geotécnicas de sitio.** Este apartado debe proporcionar la información geotécnica disponible de predios cercanos, hacer uso de la experiencia local y basarse en la zonificación geotécnica (si es que existe).

Los trabajos de campo en donde se indique el número de sondeos, localización, la profundidad explorada, figuras de la estratigrafía de los pozos y el tipo de instrumentación (si se realiza).

Además, deberá contener los ensayos de laboratorio y la interpretación de las propiedades mecánicas

- 3. Análisis y diseño geotécnico de la cimentación.** Deberá contener datos generales de la estructura, en donde se proporcione la mayor cantidad de características físicas de la estructura.; las condiciones antiguas en el predio para detectar posibles cimentaciones antiguas; y una descripción de las cimentaciones colindantes y comportamiento observable.

Para la solución de la cimentación se presentarán las alternativas de cimentación consideradas, mostradas en una tabla resumen que indique su descripción, ventajas y desventajas, y la justificación de la solución como se muestra en las Fig. 12 y 13.

Se mostrará un análisis de estabilidad y de deformaciones en condiciones estáticas y sísmicas para el cálculo de desplazamientos verticales tanto de expansión como de compresión durante la construcción y durante la vida útil de la estructura.

Para el diseño de la excavación se tendrá que revisar la estabilidad de taludes, tablestacas y/o muros de contención.

4. Procedimientos de construcción

- a) Limpieza del sitio y demolición de cimentaciones existentes en su caso.
- b) Primera etapa de la excavación general en su caso.
- c) Hincado de pilotes o construcción de pilas; recomendaciones de equipo, pilotes y pilas.
- d) Pruebas de carga: estáticas o dinámicas

- e) Instalación de sistemas de bombeo, pozos de alivio y drenes
- f) Etapas de excavación
- g) Colado de losas de cimentación
- h) Tiempos de eliminación del sistema de bombeo
- i) Instrumentación.
- j) Necesidades de supervisión geotécnica.

5. Conclusiones y recomendaciones.

- a) Características y localización del proyecto
- b) Solución de cimentación propuesta
 - Justificación
 - Geometría: desplante del cajón, sección, longitud efectiva y profundidad de hincado de pilotes o perforación de pilas.
 - Procedimiento constructivo indicando la necesidad de perforación previa, sistema de bombeo, etapas de excavación e instrumentación.
- c) Necesidades de supervisión geotécnica y revisión de cualquier modificación

6. Referencias

5. 7. Anexos. Incluyendo informe fotográfico.

4.1.3. Estudios hidrológicos

El conocimiento de las condiciones hidrológicas que predominan en la región, es un elemento que se tiene que tomar en cuenta para el diseño, construcción y conservación de cualquier proyecto, este tipo de estudio es indispensable tanto para construcciones sobre las márgenes de los ríos, en un valle o sobre terrenos con pendientes pronunciadas (Ref. 11).

Parte importante de estos estudios para el proyecto es conocer lo siguiente:

- La morfología⁵ de la cuenca hidráulica en la que se encuentre el proyecto, con lo que es posible determinar el área y forma de la cuenca, pendiente del terreno, pendiente del cauce y planicies de inundación, necesarios para la determinación del gasto máximo de una corriente y elevaciones en su caudal.
- El estudio de las crecientes y avenidas de los ríos, importante en la construcción de puentes y/o construcciones en la rivera de los ríos.
- El proceso de erosión y transporte de material en suspensión, aspecto importante a considerar en la construcción de pilas sobre puentes, entre otros.

Además, es importante conocer las precipitaciones máximas y mínimas de la región, con el fin de controlar los escurrimientos superficiales, encauzándolos a lugares en donde no afecten las construcciones.

4.1.4. Estudios de impacto ambiental.

La evaluación de impacto ambiental⁶ es el proceso mediante el cual se predicen las posibles consecuencias ambientales de los proyectos de desarrollo, permitiendo la identificación de las medidas para reducir, controlar o compensar efectos adversos, y maximizar en lo posible los beneficios ambientales.

De esta manera, la evaluación de impacto ambiental permite:

⁵ Parte de la geología que estudia las formas externas del relieve terrestre, su origen y formación.

⁶ Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza

- Identificar los problemas, conflictos o restricciones relacionadas con los recursos naturales y con la normativa vigente, en diversas materias que pudieran afectar la viabilidad de un proyecto.
- Analizar la forma en que determinado proyecto pudiera afectar a la población, sus propiedades, viviendas, establecimientos cercanos, etc.
- Identificar afectaciones socioeconómicas en diversos niveles.
- Establecer medidas adecuadas para la minimización de efectos esperados: cambios en el diseño del proyecto propuesto; en su distribución espacial; control de entradas y salidas, etc., para cada una de las etapas de instrumentación del mismo.
- Facilitar la toma de decisiones.
- Optimizar el uso de recursos económicos.

La evaluación de impacto ambiental se encuentra normada por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (Ref. 8) y por su Reglamento en materia de impacto ambiental (Ref. 12). En estos ordenamientos jurídicos, se establece como obligación la elaboración y presentación del Informe Preventivo⁷ (IP) o la Manifestación de Impacto Ambiental⁸ (MIA) para realizar proyectos de obras, o de actividades explícitamente indicadas en el artículo 28 de la Ley. La autorización que en su caso se obtiene, una vez evaluado el IP o la MIA, es requisito indispensable para dar inicio a la construcción de la obra, o para la realización de una actividad.

⁷ Documento mediante el cual se da a conocer los datos generales de una obra o actividad para efecto de determinar si se encuentra en los supuestos señalados en el Artículo 31 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, o requiere ser evaluada a través de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

⁸ El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

El Informe Preventivo es el documento mediante el cual se dan a conocer los datos generales de una obra para efectos de determinar si esta requiere ser evaluada a través de una Manifestación de Impacto Ambiental o no, por estar dentro de los supuestos señalados en el Artículo 31 de la LGEEPA.

En el artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo del 2000, se establecen con detalle los tipos de obras y actividades que deberán sujetarse a una evaluación de impacto ambiental y aquellos que se eximen de este procedimiento.

La manifestación de impacto ambiental podrá presentarse en dos modalidades: particular y regional. La definición de la modalidad que corresponde a un proyecto de conformidad con lo establecido en el artículo 11 del propio Reglamento, se realiza por exclusión, es decir, el artículo cita los tipos de obra o actividades a los que corresponde la modalidad regional y para todos los demás se asigna la modalidad particular.

La Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

- I Datos generales del proyecto, del promotor y del responsable del estudio de impacto ambiental.
- II Descripción del proyecto.
- III Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación del uso de suelo.
- IV Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto.
- V Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.
- VI Medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales.

- VII Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas.
- VIII Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

La Manifestación de Impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:

- I Datos generales del proyecto, del promoverte y del responsable del estudio de impacto ambiental.
- II Descripción de las obras o actividades, y en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo.
- III Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.
- IV Descripción del sistema ambiental y señalamiento de tendencias de desarrollo y deterioro de la región.
- V Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.
- VI Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.
- VII Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas.
- VIII Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

En el Anexo 4 se muestra la guía del contenido de una manifestación de impacto ambiental de manera detallada.

4.2. Proyecto

Un proyecto, es una colección de actividades y tareas para lograr un objetivo específico y temporal o buscar la una solución inteligente al planteamiento de un problema, con un funcionamiento específico o requerimientos de calidad, todo ello sujeto a restricciones de tiempo y costo. Así, en un proyecto de cimentación se busca que ésta transmita las cargas que actúan sobre ella de una forma apropiada al terreno sobre el cual se desplanta, que la cimentación propuesta sea la más económica y que se adapte mejor a las condiciones del subsuelo.

En el proyecto de cimentaciones es necesario contemplar un análisis y diseño geotécnico y un análisis y diseño estructural.

Un proyecto de cimentaciones exitoso, debe de cumplir con los plazos establecidos de inicio hasta su final, quedar dentro del presupuesto y que cumpla con el funcionamiento diseñado de acuerdo a especificaciones técnicas y de calidad. Para ello deberá partir de una base, reconocer las restricciones que se puedan presentar durante la ejecución, definir los objetivos y alcances, optimizar el proceso (tiempo, recursos económicos y humanos) y general planes de contingencia (Ref. 13).

Para un comportamiento satisfactorio, toda cimentación debe cumplir con los siguientes requisitos independientes:

- **Estabilidad.** Influida principalmente por la capacidad de carga o de soporte de los suelos.
- **Funcionalidad.** Gobernadas por las deformaciones provocadas en el subsuelo.
- **Economía.** Determinada por el tipo de cimiento y el proceso constructivo.

Para ello, es necesario que en el proyecto de construcción de cimentaciones el geotecnista, estructurista y el constructor estén en contacto para tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Determinar las cargas y la compatibilidad entre el tipo de carga y las características del subsuelo (según el tipo de estructura), llevando a cabo un análisis cuidadoso y realista.
- Determinar la capacidad de carga del suelo de cimentación y de los asentamientos probables.
- Evaluación de los diferentes tipos de cimentación.
- Selección del tipo de cimentación en función de las características del subsuelo, la rapidez de la construcción, adaptabilidad, funcionalidad y economía.

Es importante que al elegir el tipo de cimentación, se tomen en cuenta las siguientes etapas (Ref. 14):

1. Obtener información (al menos aproximada) de la naturaleza de la superestructura y de las cargas que va a transmitir a la cimentación.
2. Determinar las condiciones generales del subsuelo.
3. Considerar los tipos usuales de cimentación, para juzgar si se puede construir en las condiciones prevalecientes, si sería capaces de soportar las cargas necesarias y si pudieran experimentar asentamientos intolerables.
4. Hacer un análisis más detallado (y aún diseños tentativos) de las alternativas más viables. Para ello puede necesitarse información adicional de las cargas y condiciones del subsuelo, y detallar lo suficiente para determinar las características de los cimientos, así como hacer estimaciones más refinadas de los asentamientos para predecir el comportamiento de la estructura.

5. Preparar una estimación del costo de cada alternativa viable de cada estimación, y elegir la que tenga la relación más aceptable entre el comportamiento y el costo.

4.2.1. Cimentaciones superficiales

Como ya se citó, los tipos de cimentación que actualmente se utilizan en Culiacán son predominantemente del tipo superficial, aunque en algunos casos se usan cimientos profundos.

De las cimentaciones superficiales las más usadas son zapatas y losas de cimentación.

4.2.1.1. Análisis y diseño geotécnico

a) Zapatas

Para el diseño geotécnico de cimentaciones con zapatas, se debe de tomar en cuenta los siguientes conceptos (Ref. 14):

- i) Profundidad de desplante. La profundidad mínima de desplante para cualquier tipo de cimentación en climas cálidos es aquella en la que los cambios estacionales, no alteren las propiedades del subsuelo (generalmente 0.80 m).

En la determinación de esta profundidad influyen los siguientes factores:

- Estratigrafía y propiedades del subsuelo
- Presencia de irregularidades (como rellenos)
- Descargas al subsuelo
- Profundidad de penetración de las acciones ambientales

- Posición del nivel freático
- Aspectos constructivos y costos

ii) Capacidad de carga. Como se citó en el Capítulo II este concepto corresponde a la carga por unidad de área que puede ocasionar la falla de una cimentación.

En suelos como arcillas y limos plásticos, depende directamente de la cohesión del material y de la profundidad de desplante. Este parámetro se puede determinar con la teoría de Skempton (Ref. 14).

En suelos granulares depende de la compacidad relativa del material (influye en ϕ), la sobrecarga mínima alrededor de la zapata, el ancho de la zapata, y de la posición del nivel freático. Para el cálculo de la capacidad de carga en este tipo de suelo, se puede recurrir al criterio de Terzaghi y Meyerhof (Ref. 14).

En rocas la presión de contacto admisible de zapatas apoyadas sobre roca puede estimarse a partir del índice de calidad de la roca, RQD (ICR ó DCR). (Ref. 14).

iii) Deformaciones

Los asentamientos en suelos granulares se pueden estimar mediante el criterio de Terzaghi-Peck (Ref. 14), proporciona la presión de contacto admisible de zapatas para un asentamiento máximo de 2.5 cm.

En el caso de las arcillas de la ciudad de Culiacán, los problemas por asentamiento de éstas son poco significativos respecto a las deformaciones que sufre por expansión. En el Capítulo II se definió este fenómeno y se mencionó algunas de las causas principales que lo provocan.

Para predecir el comportamiento de los suelos en lo referente a expansión, los factores que la causan introducen grandes incertidumbres, por lo que la experiencia local es la mejor guía para su estimación. A continuación se indican algunas pruebas de expansión recomendables.

Cuando sea posible obtener pares prácticamente idénticos de muestras inalteradas con la humedad que se espera que prevalezca cuando se inicie la construcción, las estimaciones más seguras del aumento de volumen debido a la expansión pueden obtenerse con la prueba doble en el consolidómetro.

Debido a la dificultad de obtener muestras idénticas, se pueden usar pruebas más sencillas, que dan resultados que puedan interpretarse más bien cualitativamente que cuantitativamente. Dos tipos de pruebas se conocen comúnmente como pruebas de expansión libre y pruebas de presión de expansión.

b) Losas de cimentación.

Es una zapata combinada que cubre toda el área que queda debajo de una estructura y que soporta todos los muros y columnas. La losa de cimentación se utiliza cuando:

- La resistencia del terreno sea muy baja.
- Las cargas de la superestructura sean relativamente altas.
- Se trata de disminuir los asentamientos diferenciales en suelos muy compresibles.
- Por facilidad en el proceso constructivo.

Para el diseño geotécnico de un proyecto de cimentaciones a base de losas, se debe de tomar en cuenta los siguientes conceptos.

- i) Profundidad de desplante. Las consideraciones para este concepto son análogas a las cimentaciones a base de zapata.
- ii) Capacidad de carga.

En suelos cohesivos la capacidad de carga en arcillas y limos plásticos se determina de la misma forma que zapatas, debido a que en general la presión que se transmite al subsuelo es menor que la capacidad de carga en losas. Se acostumbra calcular el factor de seguridad, en función de la presión neta en el subsuelo

- iii) Las deformaciones que se presentan en losas se pueden estimar con el mismo procedimiento que para zapatas.

4.2.1.2. Análisis y diseño estructural

a) Zapatas

El proyecto de zapatas ordinarias con cargas concéntricas se basa en la suposición de que la presión del suelo contra el fondo de la zapata está uniformemente distribuida (Ref. 14):

El procedimiento para el análisis y proyecto de zapatas de concreto reforzado, se basa en el método plástico (método de la resistencia), en donde se introduce el factor de seguridad multiplicando las cargas por factores de carga, y las fuerzas, momentos y fuerzas cortantes inducidas en los miembros por las cargas ya corregidas, se comparan con la resistencia máxima de los miembros. Las resistencias máximas pueden modificarse

después por factores de capacidad, que dependen de varias consideraciones, como la mano de obra.

La selección de cargas y factores de seguridad aplicables a las cimentaciones, deben ser los adecuados para que cada unidad de cimentación sea capaz de soportar, con un margen de seguridad razonable, la carga máxima a la que vaya quedar sujeta, aun cuando esta carga pueda actuar sólo brevemente o una vez en la vida de la estructura.

En el Reglamento de Construcción para el Municipio de Culiacán (Ref. 7) mencionado en el Capítulo III, se especifican las cargas máximas muertas, vivas, de sismo y de viento. Las intensidades de estas acciones que deben considerarse en el diseño y la forma en que deben calcularse sus efectos se especifican en los Capítulos IV, V, VI y VII del Título sexto seguridad estructural de las construcciones del reglamento, así como la manera en que deben combinarse sus efectos se establecen en los artículos 224 a 229 de este del mismo.

En la mayoría de los casos primero se determinan las dimensiones de la cimentación para las cargas de trabajo, sin la aplicación de los factores de carga. De allí en adelante, se deben de aplicar los factores de carga y calcular las presiones en el suelo.

Parte importante del análisis y diseño estructural es la determinación de las secciones críticas. El procedimiento para proyectar zapatas de concreto reforzado se fundamenta en la manera en que ésta pueda fallar.

La sección crítica para el cortante se localiza comúnmente a una distancia $d/2$ (la mitad del peralte de la zapata) de la cara de la columna, pedestal o muro. Si la parte de la estructura que descansa en la zapata es de concreto reforzado, la sección crítica por flexión y por longitud de

adherencia, se supone ordinariamente que se extiende a través de toda la zapata a lo largo de la columna, pedestal o muro como se muestra por la sección ab y jk de la Fig. 14. Los esfuerzos en el concreto y en el acero se calculan con las fuerzas y momentos que obran en esta sección.

La colocación del refuerzo en la zapata de un muro (corrida), el refuerzo principal se coloca en ángulo recto al muro y su separación debe ser uniforme. Adicionalmente es necesario colocar refuerzo longitudinal conocido como refuerzo por temperatura.

En zapatas cuadradas, el refuerzo se coloca en direcciones paralelas a los bordes con separación uniforme. De la misma manera, el refuerzo en el lado largo de las zapatas rectangulares se distribuye uniformemente, en todo su ancho. Es importante mencionar que las varillas colocadas en la dirección corta, deben colocarse con menor separación en el centro que a los lados.

El concreto a utilizar en el diseño estructural de las cimentaciones, deberá ser un concreto hidráulico para uso estructural y deberá de cumplir con los requisitos de la norma NMX -C- 403 ONNCCE-1999.

Por último, en la determinación del peralte de la cimentación, usualmente el que se determina por cortante, es adecuado para satisfacer los requisitos de flexión.

b) Losas de cimentación.

En su forma común más sencilla es una losa de concreto reforzado que soporta las columnas y muros de una estructura y que distribuye su carga en los suelos subyacentes. Usualmente se considera y diseña como

una losa plana continua, con apoyo rígido en los muros y columnas (Ref. 14).

Debido a la variación errática en la compresibilidad de casi todos los depósitos de suelos, se considera una buena técnica poner en la losa una cantidad de acero mayor que la teórica y usar el mismo porcentaje de acero en los lechos superior e inferior.

El proyecto de las losas planas se basa en la suposición táctica de que los asentamientos diferenciales entre los puntos de apoyo en las columnas o en los muros serán insignificantes.

Algunas veces se proyectan losas como si estuvieran sobre un lecho de resortes muy junto, pero igualmente espaciados y con la misma rigidez. Este método es llamado "método del módulo de reacción (k) de la subrasante. El valor de k del suelo, no solo depende de sus características de esfuerzo-deformación si no también en una manera compleja de la forma y tamaño del área cargada y de la magnitud y la posición de las áreas cargadas vecinas.

4.2.2. Cimentaciones profundas.

El uso de los cimientos profundos es muy limitado, en la actualidad solo son usados de manera eventual. A continuación se dan los linamientos mínimos para el análisis y diseño geotécnico y estructural para este tipo de cimentaciones.

4.2.2.1. Análisis y diseño geotécnico

a) Pilas.

En el proyecto de pilas de cimentación es necesario considerar los siguientes aspectos para su diseño geotécnico (Ref. 15):

- i) Profundidad de desplante. Para este tipo de cimentaciones, el o los estratos de apoyo se seleccionarán en base a los resultados del estudio de los perfiles de suelos y de las características de los depósitos.

- ii) Capacidad de carga. Se define de acuerdo con dos criterios fundamentales: capacidad de carga última y capacidad de carga permisible. Debe enfatizarse que la magnitud de la capacidad de carga con cualquiera de los criterios anteriores, dependen tanto de las propiedades mecánicas del suelo o roca en que se apoye la cimentación, como del tamaño y forma del área cargada y del tipo de superestructura.

La capacidad de carga en rocas bajo solicitaciones verticales cuando se genera en la punta de la pila, se puede calcular en función de la resistencia al corte de la roca.

Las pilas en suelos granulares derivan su capacidad de carga tanto de la resistencia por punta como de la fricción lateral a lo largo del fuste. La proporción con la que estos dos componentes contribuyen a la capacidad total del elemento es función esencial de la compactación, del nivel de esfuerzos y de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo.

Se admite que el análisis de capacidad de carga de pilas puede basarse en el llamado enfoque estático, en el que las dos componentes de la capacidad de soporte, la carga por punta y la carga por fricción lateral se calculan separadamente y se superponen.

iii) El análisis de asentamientos de pilas descansando o empotradas en roca es un problema difícil y frecuentemente impreciso debido a la naturaleza discontinua de las masas rocosas, pudiéndose calcular a partir de los módulos de elasticidad de los núcleos de roca o por medio de pruebas de carga de placa, los resultados del primer método son poco confiables.

4.2.2.2. Análisis y diseño estructural

Puesto que la pila está apoyada por el suelo circundante, los efectos de esbeltez de columna no tienen que ser considerados. Así, el diseño se simplifica considerablemente. Los requerimientos de diseño normalmente se cumplen si el diámetro de la pila es suficientemente grande para soportar la carga de diseño sin exceder los esfuerzos permisibles del concreto y del acero.

Las dimensiones de la campana deben ser adecuadas para resistir una posible falla por penetración en el suelo y tener suficiente resistencia a la flexión como un elemento de concreto plano, debido a que sería muy difícil de colocar acero de refuerzo en ese lugar.

Para pilas de concreto simple es aceptable en varios códigos de construcción el siguiente esfuerzo en el concreto: $f_c = 0.25 f'_c$

En muchas ocasiones las pilas pueden ser diseñadas como elementos sujetos compresión axial o a flexo-compresión.

Para pilas sujetas a flexo-compresión es necesario determinar la compatibilidad de deformaciones entre el concreto y el acero, y así determinar la sección transversal que estará sujeta al esfuerzo de compresión.

En el diseño estructural de las pilas, se recomienda que la resistencia del concreto esté limitada a 350 Kg/cm^2 y que cuando el colado del concreto se haga con el método *tremie*, el revenimiento es generalmente de 18 cm.

El refuerzo en la pila se diseñará en base a dos criterios:

- i) Por requisitos estructurales en cuanto a flexión y compresión a estas sometido a la carga de la superestructura.
- ii) Por requisitos impuestos por la necesidad de mantener la estabilidad del armado durante su colocación y al colar el concreto.

El acero de refuerzo tiene por supuesto que satisfacer las especificaciones bajo las que se construye la obra en lo referente a calidad y limpieza. Se debe tener cuidado al diseñarlo para garantizar que sea estable durante el manejo y colocación. Un detalle crítico en el diseño es que debe dejarse una separación suficiente entre el armado y las paredes de la excavación, así como entre las varillas mismas, para permitir el paso libre del concreto. El recubrimiento mínimo podrá ser de 4 cm.

Es importante mencionar que no se puede diseñar una cimentación a base de pilas coladas en el lugar sin tomar en cuenta los procedimientos constructivos a seguir. Además, en el diseño se debe considerar la disponibilidad de equipo y materiales y la experiencia de los contratistas locales.

4.3. Especificaciones del proyecto

Del diseño y recomendaciones del proyecto, se han rescatado especificaciones que no deben pasarse por alto al momento de la planeación, así como al tiempo de llevar a cabo la construcción, supervisión y control de la obra. En ellas se debe de establecer todos los aspectos técnicos de la obra, precisándolos para cada concepto de trabajo, mediante las especificaciones particulares que serán obligatorias para esa obra.

4.3.1. Materiales

a) Acero de refuerzo.

El acero de refuerzo que se utilizará en la obra, debe cumplir con lo siguiente que fue considerado en el diseño:

- Varillas corrugadas grado 42 de alta resistencia.
- Esfuerzo mínimo en el límite de fluencia, de 4200 kg/cm².
- El alargamiento en 20.0 cm, debe variar entre 7 y 11 %, dependiendo del número o diámetro nominal de la varilla.
- Las características de doblado para 180°, deben satisfacer lo siguiente:
 - Para # 3, 4 y 5; diámetro de mandril de prueba, $D = 4 \phi$
 - Para # 6 y 8; diámetro de mandril de prueba, $D = 6 \phi$
 - Para # 10 y 12; diámetro de mandril de prueba, $D = 8 \phi$
- Las varillas corrugadas deben tener buena apariencia, sin presentar defectos como grietas, traslapes, quemaduras, oxidación excesiva o porosidad.
- Las corrugaciones deben ser adecuadas; tomando en cuenta el espaciamiento y la altura promedio como principales características

Para que se garanticen estas especificaciones del acero de refuerzo, se exigirá al proveedor un certificado de calidad sobre el producto, el cual debe obedecer a la norma NMX-C-407-ONNCCE-2001 "Varilla corrugada de acero proveniente de lingote y palanquilla para acero de refuerzo de concreto-especificaciones y método de prueba", que se refiere a la fabricación del acero.

Se solicitará la constancia de los resultados favorables sobre las pruebas de: ensayos de tensión y doblado, alargamiento, revisión de corrugaciones y de masa. Recibiendo resultados favorables, la varilla podrá ser utilizada.

b) Concreto.

Todo el concreto que se utilizará en la obra, deberá de cumplir con los siguientes requisitos; los cuales fueron considerados en el diseño:

- Resistencia a la compresión, $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.
- Peso volumétrico de 2400 kg/m^3 .
- Tamaño máximo del agregado, $3/4$ ".
- Revenimiento del orden de $10 \pm 2 \text{ cm}$.
- La grava o agregado grueso, debe tener un peso normal, forma angular, textura lisa, buena resistencia a la compresión y al impacto, así como al desgaste. La composición granulométrica debe de ser la de un material bien graduado.
- La arena o agregado fino, debe de estar libre de finos e impurezas inorgánicas, además de ser un material con graduación de media a fina.
- El agua para la mezcla, debe estar libre de materia orgánica, impurezas como aceite, grasa y sólidos en suspensión; así como de sustancias y elementos que puedan afectar la resistencia del concreto y su durabilidad, como sulfatos, cloruros, magnesio, CO_2 disuelto y ácidos en general.

- El cemento que se debe utilizar será el adecuado para las condiciones del sitio en donde se realice el vaciado.
- El proporcionamiento de los materiales para el concreto debe establecerse para lograr que la trabajabilidad y consistencia de la mezcla, y permita trabajar fácilmente el concreto dentro de las cimbras y alrededor del refuerzo en las condiciones de colado que vayan a emplearse, sin segregación ni sangrado excesivo.
- El proporcionamiento premezclado debe ser el adecuado para garantizar la resistencia a la compresión y el revenimiento especificados, así como la durabilidad. El mismo caso es para el concreto que se llegue a fabricar en la obra.

Para garantizar el cumplimiento de todos los requisitos de diseño, deberá de exigirse al proveedor un certificado de calidad que ampare los buenos resultados de las pruebas realizadas al cemento, agregados, al agua y a la mezcla de concreto.

c) Aditivos para el concreto.

Los aditivos para el concreto que se empleen deben ser aprobados previamente por el responsable de la calidad. Además, debe demostrarse que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y comportamiento en toda la obra donde se utilice el concreto.

d) Almacenamiento de materiales.

En el caso de almacenar materiales, debe de hacerse buscando que el cemento y agregado no estén en contacto o expuestos con materia orgánica o humedad, con los que puedan contaminarse.

El acero de refuerzo debe protegerse de la humedad y evitar que esté en contacto directo con el suelo.

Cualquier material que se haya deteriorado o contaminado, no deberá utilizarse en la obra.

4.3.2. Procedimientos para concretos y acero de refuerzo.

a) Evaluación y aceptación del concreto.

- Las muestras para las pruebas de revenimiento y resistencia del concreto colado cada día, deben tomarse por lo menos una por cada viga de concreto que llegue a la obra, antes de proceder a su colocación.
- Una prueba de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos cilindros hechos de la misma muestra de concreto y probados a los 28 días o a la edad de la prueba para la determinación del $f'c$.
- El nivel de resistencia de un concreto será considerado satisfactorio si cumple con los siguientes requisitos:
 - El promedio de todas las series de tres pruebas de resistencia consecutiva es igual o superior a la $f'c$ especificada.
 - Ningún resultado promedio de la prueba de resistencia es menor que la $f'c$ requerida, por más de 35 kg/cm².

b) Trabajos previos a la colocación del concreto.

- Deberán retirarse todos los escombros de los espacios que serán ocupados por el concreto, como aserrín, clavos, pedazos de madera y otros desechos que se acumulan dentro de las cimbras.
- Las cimbras deberán estar adecuadamente engrasadas.

- El refuerzo deberá estar completamente libre de cubiertas perjudiciales como polvo de óxido, lodo, aceite u otros recubrimientos no metálicos, que puedan afectar adversamente su capacidad de adherencia.
- Debe retirarse el exceso de agua de la cimbra, antes de la colocación del concreto.
- La superficie del concreto endurecido deberá estar libre de lechada y otros materiales blandos y desprendibles antes de colocar el concreto adicional sobre ella.

c) Mezclado del concreto en sitio.

- Deberá hacerse en una mezcladora de 1 saco.
- La mezcladora deberá hacerse girar a la velocidad que recomienda el fabricante.
- El mezclado deberá prolongarse por lo menos durante 90 seg., después de que todos los materiales están dentro del tambor.

d) Transporte del concreto mezclado.

- Todo el equipo de mezclado y transporte del concreto deberá estar limpio.
- El equipo debe ser capaz de llevar el concreto al sitio de colocación sin segregación de sus componentes, y sin interrupciones que pudieran causar pérdidas de plasticidad entre colados sucesivos.
- Deben de evitarse tiempos de mezclado excesivamente prolongados, que se pueden dañar los agregados.
- Deben evitarse demoras en el suministro de concreto para evitar que el fraguado inicie antes de la colocación de la mezcla.

e) Colocación del concreto.

- El concreto debe depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar su segregación debido al remanejo o flujo.
- El colado debe efectuarse a tal velocidad que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre varillas.
- No debe colocarse en la estructura el concreto que se haya endurecido parcialmente, o que se haya contaminado con materiales extraños.
- El concreto premezclado, se vaciará en su ubicación final por medio de bombeo, el cual deberá satisfacer las exigencias antes descritas en cuanto a la manera y velocidad de vaciado.
- Una vez iniciado el colado, éste deberá efectuarse en una operación continua hasta que se termine el colado del tablero, sección o elemento, de acuerdo con sus propios límites o juntas predeterminadas.
- Todo concreto deberá vibrarse y compactarse cuidadosamente por los medios adecuados durante la colocación, y acomodarse por completo alrededor del refuerzo y dentro de las esquinas de las cimbras.

f) Curado del concreto.

- El concreto deberá de mantenerse a una temperatura arriba de 10 ° C y en condiciones húmedas por lo menos durante los primeros 7 días después del colado (para el caso de losas) y en menos tiempo en columnas y cimentación (donde será suficiente 3 días).

g) Cimbras.

- Las cimbras deben ser suficientemente impermeables para impedir la fuga de mortero.
- Deben estar adecuadamente apuntaladas y ligadas según diseño, de tal manera que conserven su forma y posición.
- Ninguna carga de construcción que exceda la especificada, deberá de apoyarse en una zona de la cimbra sin puntales.
- Deberá proporcionar un acabado aparente a los elementos visibles, como columnas, trabes y losas, por lo que se usará solo cimbras en buen estado. Cualquier cimbra de contacto que presente defectos, no se utilizará en los trabajos.
- El descimbrado deberá hacerse de tal forma que no perjudique la completa seguridad y un grado de servicio adecuado de la estructura. El concreto que se descimbre deberá ser suficientemente resistente para no sufrir daños posteriores.

h) Juntas de colado.

- Las juntas de construcción estarán situadas donde causen menos debilitamiento de la estructura. Cuando el cortante debido a la carga de gravedad no sea importante, como usualmente ocurre a la mitad del claro de elementos en flexión, puede ser adecuada una junta vertical sencilla.
- La superficie de las juntas de construcción de concreto deberán limpiarse y la lechada deberá quitarse.
- Inmediatamente después de un nuevo colado de concreto, hay que mojar todas las juntas de construcción y eliminar toda el agua estancada.
- Las juntas de construcción deben hacerse y ubicarse de manera que no perjudiquen la resistencia de la estructura.

i) Detalles de refuerzo.

Ganchos

- Los ganchos se deben emplear solo en desarrollo de varillas sometidas a esfuerzos de tensión.
- Para varillas # 5 y menores, dobléz de 90 ° más 9.5 cm de extensión en el extremo libre de la varilla.
- Para varillas del # 6 y 8, dobléz de 90 ° más de 22 o 30 cm respectivamente de extensión en el extremo libre de la varilla.
- Para varillas del # 10 y 12, dobléz de 90 ° más de 38 o 45 cm respectivamente de extensión en el extremo libre de la varilla.
- Todo el acero de refuerzo debe de doblarse en frío.

Traslapes

- Los traslapes de las varillas individuales dentro de un paquete no deben coincidir en el mismo lugar.
- Las varillas empalmadas por medio de traslapes en elementos sujetos a flexión, no deben separarse transversalmente mas de 1/5 de la longitud de traslape, ni más de 15 cm.
- La longitud mínima de l traslape en los traslapes en tensión, será de 30 cm.
- La longitud mínima de l traslape en los traslapes en compresión, será de 30 cm.
- Los empalmes deben estar escalonados cada 60 cm, en una determinada sección.
- Los extremos de las varillas deben terminarse en superficies planas que formen un ángulo recto con el eje de la varilla, con una tolerancia de 1.5 °, y se colocarán con una tolerancia de 3 ° del apoyo total después del ensamble.

Estribos

- Los estribos de las trabes, pilastras y columnas, serán rectangulares, con 10 o 15 cm de desarrollo en los ganchos extremos.

j) Colocación del refuerzo

- El refuerzo deberá de colocarse con precisión. Se debe contar con los soportes necesarios antes de colar el concreto y estar asegurado contra desplazamientos dentro de las tolerancias permisibles.
- La tolerancia para el peralte "d" y para el recubrimiento mínimo de concreto en los elementos sujetos a flexión y compresión debe de ser la siguiente:
 - $d \leq 20$ cm, ± 1 cm de tolerancia en d, y -1.0 cm de recubrimiento mínimo.
 - $d > 20$ cm, ± 1.5 cm de tolerancia en d, y -1.5 cm de recubrimiento mínimo.
- La tolerancia para la localización longitudinal de los dobleces y los cortes del refuerzo debe ser de ± 5.0 cm, excepto en los extremos discontinuos de elementos, donde la tolerancia debe ser de ± 1.50 cm.
- La separación libre entre varillas paralelas de un a capa no debe de ser menor de 2.5 cm.
- La limitación de la distancia libre entre las varillas también se aplica a la distancia libre entre un traslape y los traslapes o varillas adyacentes.
- En elementos sujetos a flexión, cada una de las varillas de los paquetes que se cortan dentro del claro deben terminar en puntos distintos y separados a distancias de, por lo menos 40 diámetros de la varilla que se trate.

4.4. Técnicas constructivas.

Las técnicas constructivas se pueden definir como el modo ordenado de ejecutar los pasos necesarios para la construcción de un proyecto.

En el estudio de mecánica de suelos, deberá definirse el procedimiento constructivo de las cimentaciones, el cual deberá asegurar el cumplimiento de las hipótesis de diseño, garantizar la seguridad durante la construcción y evitar daños a servicios públicos y edificaciones vecinas.

Para una correcta ejecución de los trabajos, es necesario que en las técnicas y los procesos constructivos se sigan las especificaciones de proyecto, definidas en el apartado 4.3 de este Capítulo.

Antes de iniciar con cualquier trabajo, es preciso contar con la mayor información posible acerca del proyecto, para ello una práctica recomendable puede ser la siguiente:

- i) Estudiar los planos y las especificaciones generales con el fin de conocer de qué tipo de obra se trata, la localización de las obras principales, las especificaciones de obra generales, memorizar en lo posible las distribuciones generales del proyecto.
- ii) Visitar el lugar de la obra con el estudio y los planos topográficos, de sembrado y de planta general (si existen) y recorrer el terreno donde se desarrollará la obra, orientándose y localizando las diferentes etapas de la construcción.
- iii) Analizar los estudios previos tales como: estudios geotécnicos, topográficos, hidrológicos, entre otros.
- iv) Revisar los procedimientos constructivos presentados en el estudio geotécnico con el fin de resolver las siguientes preguntas: ¿Los procedimientos corresponden con los estudios previos?, ¿Se conoce el

procedimiento a utilizar?. ¿ Se necesitará de mano de obra especializada en el proceso?, entre otras.

Una vez hecho lo anterior, se procederá con los trabajos de campo.

4.4.1. Cimentaciones superficiales.

A continuación se hacen algunas recomendaciones a los procedimientos constructivos de zapatas aisladas, zapatas corridas y losas de cimentación descritos en el Capítulo III.

a) Para zapatas.

En ningún caso será aceptable cimentar sobre rellenos naturales o artificiales que no hayan sido colocados en condiciones controladas o estabilizados, ni 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.

Antes de iniciar los trabajos es necesaria la limpieza del terreno para facilitar las maniobras del trazado de la cimentación dentro del predio, así como para su nivelación, en caso de requerirse.

Para la excavación de la fosa es necesario tener en cuenta que la inclinación de los taludes de la excavación será tan vertical como el material lo permita y que dependerá de las condiciones climáticas, de la profundidad de excavación y del tiempo que la ésta permanezca abierta.

Si la excavación se hace por medios mecánicos (retroexcavadora), se recomienda que se suspenda de 20 a 30 cm antes de llegar a la profundidad

de desplante, y que el resto se haga por medios manuales. además se tomarán todas las medidas necesarias para evitar que en la superficie de apoyo de la cimentación se presente alteración del suelo durante la construcción por saturación o remoldeo.

El desplante de la cimentación se hará a la profundidad señalada en el estudio de mecánica de suelos. Sin embargo, deberá tenerse en cuenta cualquier discrepancia entre las características del suelo encontradas a esta profundidad y las consideradas en el proyecto, para que, de ser necesario, se hagan los ajustes correspondientes.

Antes de la colocación del acero de refuerzo, es necesario poner una plantilla de concreto pobre (con resistencia a la compresión menor a 100 kg/cm^2) de aproximadamente 5 cm, para evitar la contaminación del concreto y no permitir el contacto del acero con el suelo. Cuando el volumen de obra no amerite la colocación de concreto pobre, como mínimo se colocará una capa de grava de 5 cm de espesor.

En elementos de cimentación de concreto reforzado se aplicarán procedimientos de construcción que garanticen el recubrimiento requerido para proteger el acero de refuerzo. Para elementos estructurales colocados contra el suelo, como en el caso de las zapatas, el recubrimiento libre mínimo, será de 5 cm si no se usa plantilla y de 3 cm en caso contrario. Al momento de la colocación del acero se revisará que éste se encuentre libre de polvo, pintura, aceite o cualquier otra sustancia que impida una buena adherencia con el concreto.

La distribución de las barras de refuerzo será la indicada en el diseño estructural, cuidando que la separación entre barras no sea menor que el diámetro nominal de la barra ni que 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

En la construcción de zapatas, la cimbra se utiliza para darle forma y se debe de construir de manera que resista las fuerzas causadas por la compactación y el vibrado del concreto. Si la cimbra es de madera, debe de estar húmeda durante un periodo de dos horas antes del colado para evitar la absorción de agua del concreto.

El concreto que se utilice en la construcción de la cimentación, será un concreto hidráulico para uso estructural y deberá de cumplir con los requisitos que marca la Norma Mexicana NMX -C- 403 emitida por la ONNCCE en 1999. Ésta norma define los materiales a utilizar para la preparación de la mezcla y las normas a las que se deben de apegar cada material.

Durante el colado se evitará que el concreto se mezcle o contamine con partículas de suelo o con agua freática, que puedan afectar sus características de resistencia o durabilidad.

Cualquier cambio que se pretenda introducir en el procedimiento especificado en el estudio geotécnico deberá analizarse con la información contenida en dicho estudio o en un estudio complementario si éste resulta necesario.

b) Losa de cimentación.

Cuando se construyan losas de cimentación para fraccionamientos sobre material arcillosos o limosos plásticos, es necesario colocar una capa de material granular que será determinado por el responsable del estudio geotécnico.

Los materiales para la capa granular son suelos naturales, seleccionados o cribados, producto de cortes o de la extracción de bancos de préstamo y deberán satisfacer los siguientes requisitos:

- a) La granulometría debe estar comprendida entre el límite inferior de la zona número uno y el superior de la zona número tres de la Fig. 15, de forma semejante a las curvas que limitan las zonas del gráfico mencionado, sin presentar cambios bruscos de pendiente y sin estar en dos zonas a la vez.
- b) La relación del porcentaje en peso del material que pase la malla No. 200 al material que pase la malla No. 40 no deberá ser mayor de 0.65.
- c) El valor relativo de soporte estándar del material debe ser del 80 % mínimo.

El procedimiento para la colocación de esta capa será el siguiente:

- En primer término se hará la excavación en donde este proyectada la cimentación. La excavación se realizará con maquinaria adecuada para el trabajo y manualmente en los últimos 20 o 30 cm. Debe evitarse que la excavación quede abierta y expuesta por tiempo prolongado.
- Posteriormente se colocará el material de relleno con las características anteriormente mencionadas. El material se homogenizará y humedecerá hasta alcanzar su humedad óptima para después compactarse en capas no mayores de 25 cm hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 95 % del peso volumétrico seco máximo del material.

Una vez que se hay colocado y afinado la capa de material granular se procede a realizar el trazo y nivelacion, el cual se hara con equipo topográfico, respetando las dimensiones especificadas de la cimentación. Se dejarán puntos de referencia para alineamientos posteriores, se ubicarán bancos de nivel fuera de las áreas de trabajo, que servirá para la nivelación de ésta y las demás estructuras, el trazo se definirá con claridad suficiente.

Las zanjas donde se alojarán las trabes e instalaciones, deberán de excavar manualmente con herramienta menor (pico y pala), cuidando de no sobre excavar.

El habilitado del acero de refuerzo se ejecutará en obra, en un sitio cercano al lugar de colocación y que no provoque retrasos a las otras actividades. Una vez habilitado, se procederá a colocarlo, respetando los recubrimientos mínimos que marcan las especificaciones de proyecto.

Una vez colocada y antes de la colocación del concreto hidráulico, es necesario hacer una revisión de los recubrimientos del acero, los amarres, traslapes, de las instalaciones y de la cimbra, y una vez que se ha verificado se colocará el concreto.

4.4.2. Cimentaciones profundas.

La construcción de pilas se ajustará al proyecto correspondiente, verificando que la profundidad de desplante, el número y espaciamiento de estos elementos correspondan a lo señalado en los planos estructurales.

Los procedimientos para la construcción de pilas debe garantizar la integridad de estos elementos y daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibración o desplazamiento del suelo.

En síntesis, el procedimiento constructivo implica:

- 1° Realizar una excavación o perforación cilíndrica vertical en el subsuelo, que sea estable (por sí mismo o con la ayuda de lodos) hasta la profundidad que marque el estudio geotécnico.
- 2° Habilitar y armar la “jaula” de acero de refuerzo necesario de acuerdo a las especificaciones estructurales del proyecto, colocándolo en la forma más sencilla posible dentro de la perforación, cuidando que se centre y quede despegado de las paredes para garantizar en cualquier punto el recubrimiento especificado.
- 3° Colocar el concreto en la perforación, asegurando en todo momento su integridad y continuidad.

En el Anexo 5 se presenta un procedimiento constructivo detallado aplicable en la ciudad de Culiacán, en donde se fijan directrices y conceptos aplicables a las actividades necesarias para la construcción de pilas de concreto reforzado hasta de 1.2 m de diámetro y 20.0 m de longitud coladas en el sitio.

4.5. Legislación

La ciudad como hábitat urbano del hombre, es un ente dinámico que se va adecuando a sus necesidades mediante la incorporación de servicios y nuevas construcciones o la modificación de las ya existentes, con la consecuente transformación de la forma original.

La regulación de estos procesos, así como la seguridad de las estructuras existentes o por construir, requiere un marco legal que oriente el desarrollo de la ciudad y garantice la estabilidad, la operación y conservación de los inmuebles y de las instalaciones que la integran. Las autoridades municipales, fundamentalmente las que tienen a su cargo las obras y servicios, coordinan estas actividades mediante disposiciones tendientes a armonizar el crecimiento de las nuevas zonas con las anteriores o la construcción de edificaciones en el entorno.

Dentro de las especificaciones que deben de expedirse destaca la de un reglamento de construcciones para cada ciudad. Es una práctica común que algunas ciudades utilicen el reglamento de otras de mayor tamaño. La ciudad de Culiacán utiliza esta práctica para satisfacer esa necesidad, adoptando el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

La última modificación del reglamento de construcciones fue realizada en el año de 1995, hoy casi 10 años después es necesaria otra modificación, debido a que han surgido nuevos materiales, tecnologías y procedimientos de construcción que deben de ser reglamentados.

Además del Reglamento de Construcciones, el Municipio cuenta con la siguiente reglamentación que tiene que ver con la construcción:

- Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Sinaloa.
- Ley General de Asentamientos Humanos.

- Plan Sectorial de Zonificación y Uso de Suelo.
- Ley General para el Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

La reglamentación anterior a excepción del reglamento de construcción, es aplicada directamente por el H. Ayuntamiento de Culiacán, es decir que al momento de iniciar los trámites para la construcción de alguna edificación, el Ayuntamiento exige que se cumpla con ellas.

Aún cuando el Municipio cuenta con un reglamento de construcciones, éste no es de carácter obligatorio, debido a que los diferentes constructores de la localidad tienen la libertad de proyectar, diseñar y construir estructuras bajo otros códigos de construcción.

Es importante que el reglamento de construcciones actualmente vigente se adecue a las condiciones de la ciudad de Culiacán, debido a que las condiciones ambientales, topográficas, geotécnicas, los materiales de construcción, entre otros son totalmente diferentes a las del Distrito Federal. Además, es necesario que se definan las normas técnicas complementarias apropiadas a Culiacán, ya que en el reglamento vigente se hace referencia de ellas.

4.6. Supervisión y control de calidad

Existen tres aspectos fundamentales en el control de un proyecto de construcción el costo, el tiempo y la calidad. El control del costo y del tiempo se lleva a cabo mediante procedimientos sistemáticos y elaborados que pueden ser procesados y elaborados por programas de cómputo. Sin embargo, en el control de calidad de una obra, estas herramientas no son tan importantes, ya que lo primordial es la revisión física de la calidad de la obra que se realiza mediante un equipo de supervisión altamente calificado. Los programas de cómputo son útiles para llevar un control estadístico de calidad adecuado.

El control de la calidad está orientado al cumplimiento de los requisitos de calidad en cada concepto de obra, lo cual se logra con la implementación de un sistema de gestión de la calidad, el cual se describe a continuación (Ref. 16).

4.6.1. Sistema de gestión de la calidad

Este sistema es un conjunto de actividades relacionadas entre sí, con el propósito de dirigir y controlar a la empresa en lo referente a la calidad.

El Sistema de Gestión de la Calidad incluye los siguientes conceptos:

- v) **Políticas de la calidad.** Intenciones globales y orientación de una organización relativa a la calidad.
- vi) **Objetivos de la calidad.** Lo ambicionado o pretendido, relacionado con la calidad.
- vii) **Planificación de la calidad.** Establecimiento de los objetivos de la calidad y a la especificación de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir dichos objetivos.

- viii) **Aseguramiento de la calidad.** Está orientada a proporcionar confianza en que se cumplan los requisitos de calidad, para lo cual se debe disponer de:
- a. Una organización o conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones.
 - b. Una estructura de la organización que describirá las responsabilidades, autoridades y relaciones entre el personal.
 - c. Una infraestructura, 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 desempeñadas.
 - f. Un manual de calidad que especifique el sistema de gestión de la calidad de la organización
 - g. Un plan de calidad que especifique que procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, quién debe aplicarlos y cuando deben aplicarse a un proyecto, proceso, producto o contrato específico.

Como ya se mencionó, el control de calidad está orientado al cumplimiento de los requisitos de la calidad de cada concepto de obra, para el cumplimiento de los requisitos de la calidad es necesario el siguiente proceso:

- 1º Una vez especificados los requisitos de calidad de cada concepto de obra por el proyecto, se diseña el procedimiento constructivo.
- 2º Se ejecuta el proceso, que transforman los insumos en producto.
- 3º Se observan los resultados del proceso mediante el examen del producto obtenido.
- 4º Se analizan los resultados observados, para que en el caso de una no conformidad o incumplimiento de un requisito se ejecuten las medias correctivas pertinentes y, en caso de ser necesario se corrige el

procedimiento constructivo, repitiendo el ciclo hasta obtener la conformidad o cumplimiento de todos los requisitos Fig. 16.

Para aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad, continuamente se debe de 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 o extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.
- Eficiencia o relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

Para la realización de un buen programa de control de calidad, éste deberá de cumplir con los siguientes requisitos:

1. Fundarse en aspiraciones realistas.
2. Basarse en pruebas de significación relevante desde el punto de vista técnico, para obtener indicaciones apropiadas sobre el estado real del 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.

Además, las pruebas a realizarse en el programa de control de la calidad deberán tener las siguientes características:

- Estar dirigidas a la comprobación de las características esenciales.
- Ser rápidas en su ejecución.

- Ser sencillas y rigurosamente normalizadas.
- Ser de fácil interpretación.
- Emplear equipos de manejo simple y económicos, fáciles de calibrar o corregir.

Y los resultados de las pruebas de campo y laboratorio, por cada frente de trabajo y concepto de obra, han de ser analizados estadísticamente mediante la carta de control de calidad, límites estadísticos y de especificación u otro procedimiento estadístico.

Las pruebas de campo y laboratorio que deban realizar los laboratorios serán las que permitan corroborar los requisitos de calidad establecidos en las especificaciones particulares, en el número y con la frecuencia, para los materiales, equipos de instalación permanente y para cada concepto de obra terminado, y serán seleccionadas estrictamente al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, o cualquier otro método estadístico.

Estas pruebas serán presentadas ante la dependencia correspondiente por medio de un informe de control de calidad en un determinado tiempo o volumen de obra, a continuación se presentan los puntos a tratar en un informe de control de calidad de concretos.

CONTROL DE CALIDAD

OBRA: _____

INV. NUM: _____

PERIODO: _____

CONTENIDO

- 1). FINALIDAD
- 2). VOLÚMENES DE CONCRETO
- 3). PROPORCIONAMIENTOS
- 4). CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS.
 - 4.1 Arena
 - 4.2 Grava
- 5). CONTROL DEL CONCRETO
 - 5.1 Prueba de revenimiento
 - 5.2 Resistencia del concreto endurecido.
- 6). RECOMENDACIONES
 - TABLAS
 - LÁMINAS
 - Cualidades del control de calidad

1. Que ejerza vigilancia oportuna de los materiales que vayan a usarse, para garantizar el comportamiento adecuado de los que se seleccionen para un cierto fin.
2. Que establezca normas claras y seguras para la aceptación o el rechazo de los trabajos parciales en las diferentes etapas de la obra.
3. Que se base en normas expeditas y rápidas, que concuerden con los aspectos legales y de contratación de la obra.
4. Que se base en especificaciones realistas.

Conclusiones

Conclusiones.

1. Gran parte de las cimentaciones construidas en la ciudad de Culiacán, carece de los estudios previos que garanticen su seguridad y funcionalidad.
2. Muchas de las cimentaciones se proyectan actualmente de una manera empírica, sin tomar en cuenta las condiciones ambientales, topográficas o la zona geotécnica en la que se encuentran. Los proyectos solo constan de planos y carecen de análisis geotécnico, así como de la memoria de cálculo estructural correspondientes.
3. Las técnicas y los procesos constructivos que actualmente se utilizan son de tipo manual, se basan principalmente en la experiencia local y son ejecutados por personal poco calificado.
4. El H. Ayuntamiento de Culiacán por medio de la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, autoriza la construcción de toda obra civil que se realiza en el Municipio, en donde únicamente se requiere presentar el llamado "plano de permiso" para que se autorice a la mayoría de ellas. Este plano contiene la planta arquitectónica de conjunto con instalaciones eléctricas, planta de armado de losas, planta de azotea, planta de cimentaciones con instalaciones sanitarias, corte arquitectónico longitudinal sanitario, fachada principal y detalles estructurales
5. En la elaboración del proyecto y la determinación de los procesos constructivos es necesario que el constructor, el estructurista y el consultor de mecánica de suelos estén en contacto para la evaluación de los diferentes tipos de cimentación y la selección en función de las características del subsuelo, rapidez de la construcción, adaptabilidad y economía.

6. Los procedimientos de construcción de cimentaciones se deben basar en la experiencia local, en los análisis geotécnico y estructural de la cimentación, en las condiciones ambientales, geológicas y topográficas, así como en los estudios previos que se realicen.
7. El constructor debe tener un conocimiento completo del proyecto y de las características del sitio donde se va a desplantar la obra, buscar una capacitación adecuada y así entender los objetivos del procedimiento elegido y ser capaz de interpretar el informe geotécnico, con objeto de interpretar problemas y en su caso plantear una solución durante el desarrollo de la obra.
8. Las especificaciones particulares deben ser elaboradas por el proyectista, de acuerdo con las características propias de cada obra y se determinarán las especificaciones particulares para los materiales y procedimientos de colocación de éstos. Las especificaciones de proyecto deben estar presentes en todas las etapas de la construcción y ser aplicadas al pie de la letra, respetando su nivel de rechazo y/o aceptación.
9. El objetivo de los sistemas de calidad es observar que las actividades se realicen con las instrucciones escritas y lograr que los requerimientos especificados se cumplan. El sistema de calidad debe ser tan comprensible que permita alcanzar los objetivos de calidad, para ello es necesario que todos los involucrados en el proyecto se comprometan con la calidad y sigan las disposiciones del sistema de gestión de la calidad.
10. Es conveniente que en Culiacán se cuente con una legislación actualizada en lo referente a la construcción de cimentaciones y que agrupe a los profesionistas que intervienen en su proyecto y construcción.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias

1. BERNAL SALAZAR, Teodoro, 2004, Cimentaciones de viviendas construidas en serie, en la zona de valle de la ciudad de Culiacán, Sin.,
2. INEGI, Carta Geológica G13C52 para Culiacán Rosales, segunda impresión, 2003.
3. SÁNCHEZ BAÑUELOS, Rogelio, 2003, Resumen climatológico del periodo 1995 – 2003 obtenido en la estación meteorológica de la Escuela de Biología, Culiacán, Sin.
4. Comisión Federal de Electricidad, 1970, Manual de Diseño de Obras Civiles, CFE DF, México.
5. ESTEVA, L., 1969, "Regionalización sísmica de México para fines de Ingeniería", Informe 246, Instituto de Ingeniería, U. N. A. M.
6. Facultad de Ingeniería, 2001, "Zonificación Geotécnica de la Ciudad de Culiacán, Sinaloa", Publicación interna, U. A. S.
7. H. Ayuntamiento de Culiacán, 1995, Reglamento de Construcción para el Municipio de Culiacán, Sin.
8. Gestión Ambiental Mexicana, 1988, Ley General para el Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
9. HOLGUÍN, Ernesto, et al, 1992 "Diseño geotécnico de cimentaciones", primera edición, TGC Geotecnia S.A., México,
10. MARTÍNEZ MIER, Jaime A., 2003-1- Curso de Construcción de Cimentaciones. Maestría en Ingeniería (Construcción). UNAM. Mazatlán, Sinaloa México.

11. LINSLEY, KOHLER, PAULUS, 1988, Hidrología para ingenieros, segunda edición, Ed. McGRAW-HILL, México DF
12. Reglamento de la Ley General para el Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1988.
13. MEZA PUESTO, Hugo, 2003-1, Curso de Planeación, Programación y Control de Obras, Maestría en Ingeniería (Construcción), UNAM.
14. PECK, Ralph B., HANZON, Walter E., THORBURN Thomas H., 2001, Ingeniería de cimentaciones, edit. Limusa, DF, México.
15. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, 1989, Manual de Diseño y Construcciones de Pilas y Pilotes, México DF.
16. ELIZONDO RAMÍREZ, Alfonso M., 2003, Curso de Control Estadístico de Calidad y Diseño de Especificaciones, Maestrías en Ingeniería, UNAM.



FIGURAS

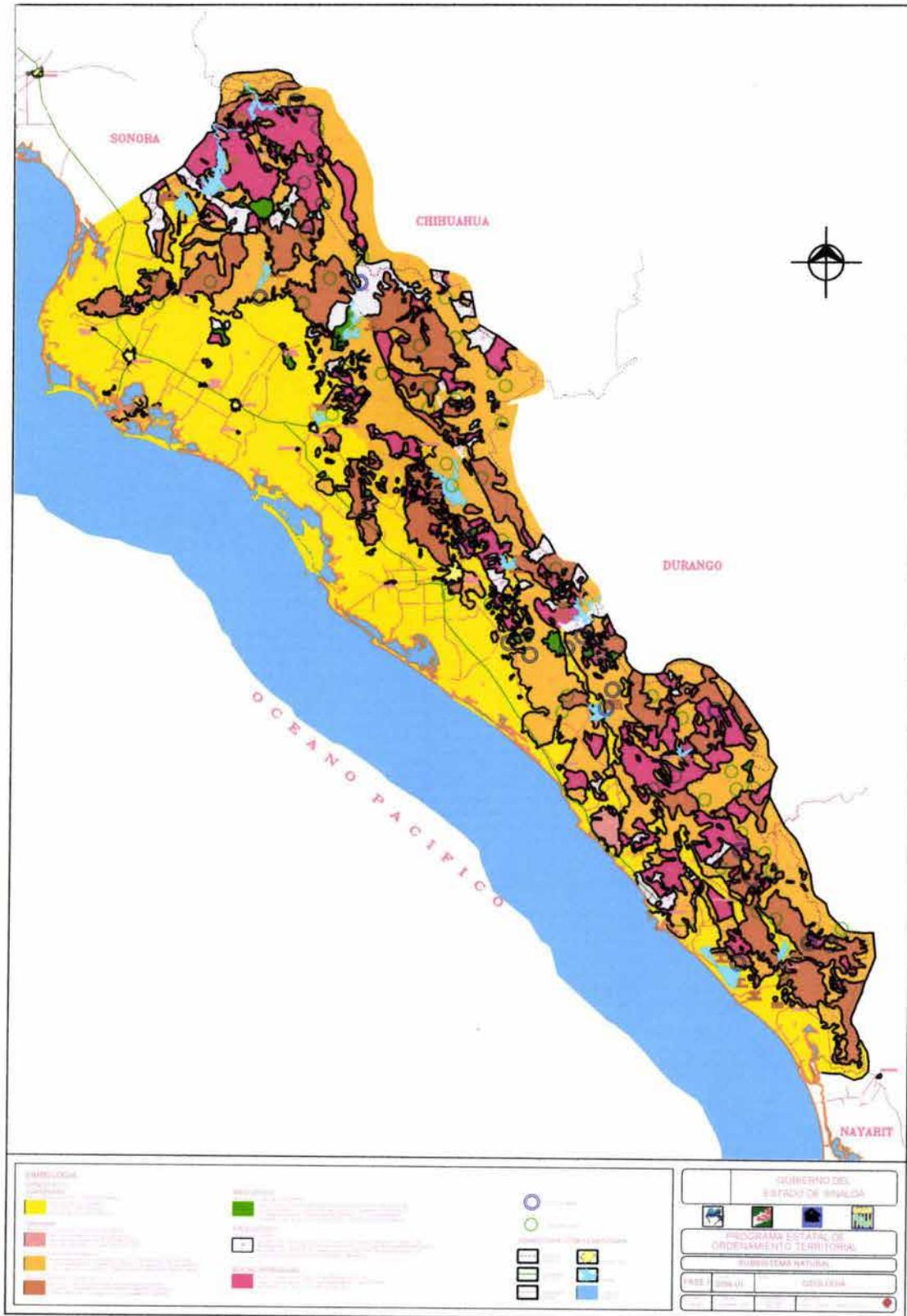


Fig. 1. Geología de la region.

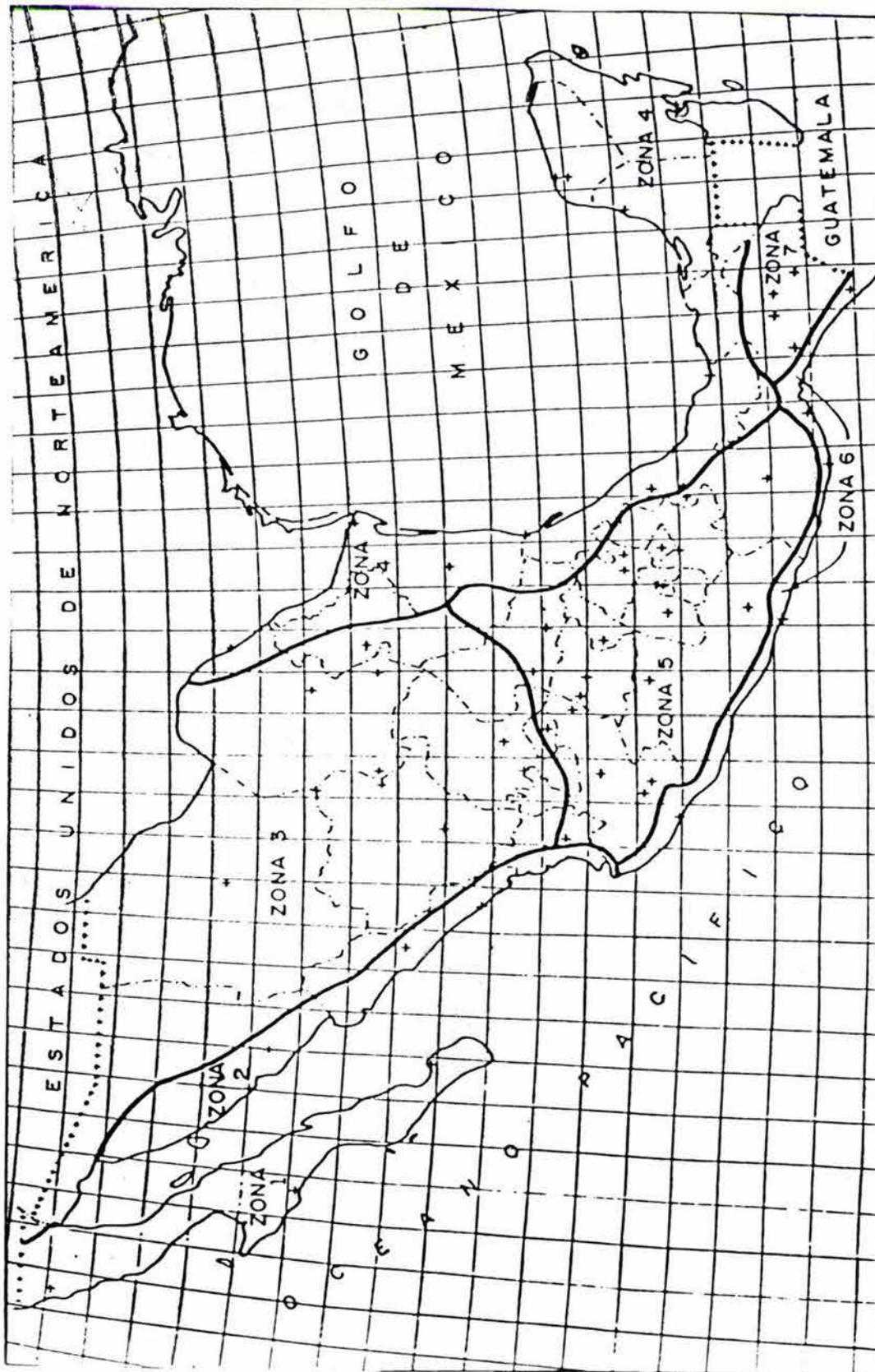


Fig. 2. Zonificación eólica de la República Mexicana.

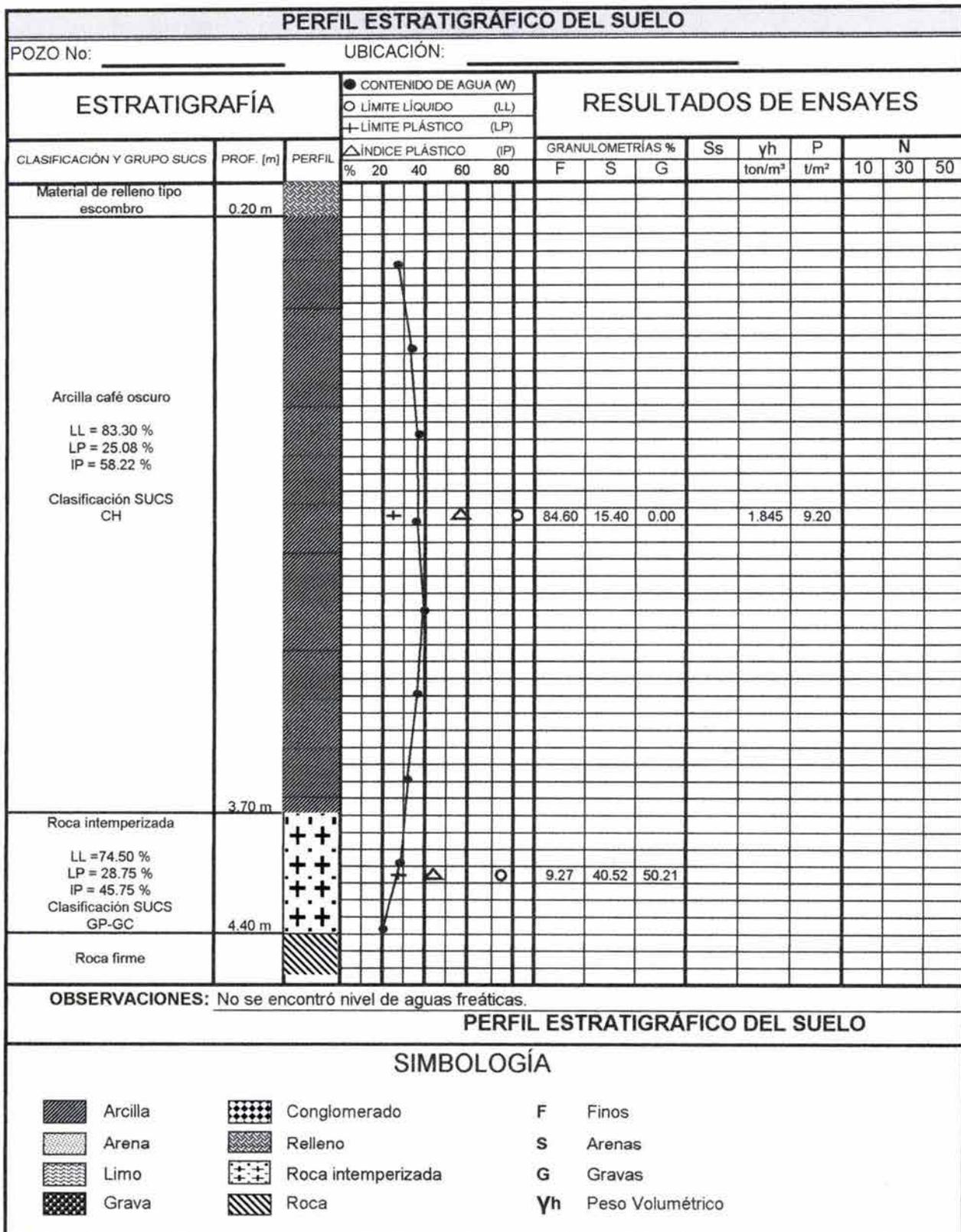
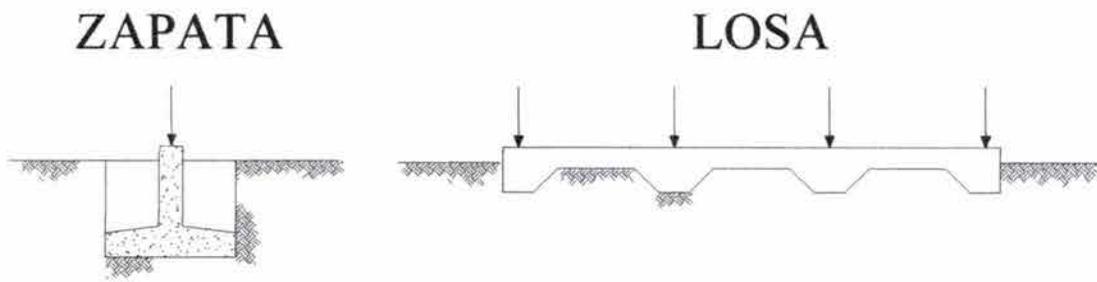
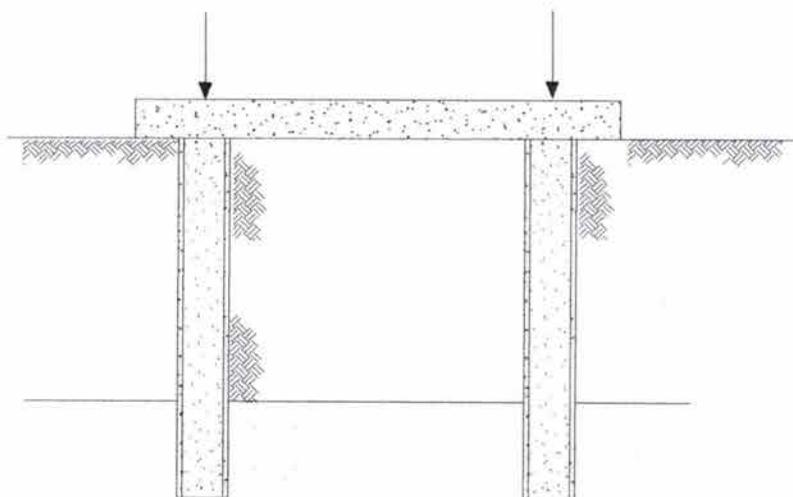


Fig. 3. Estratigrafía típica de la Zona I, Sub-zona A



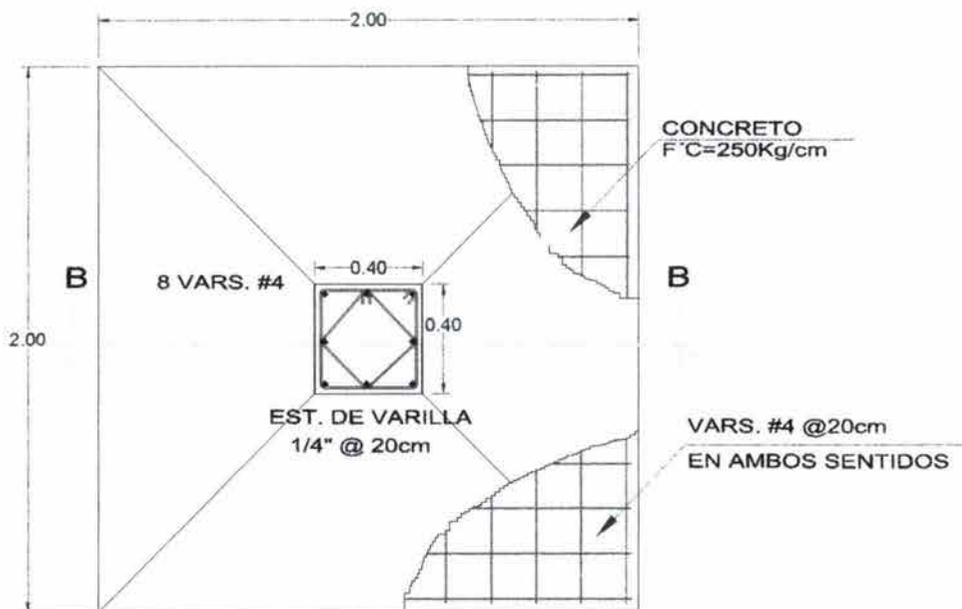
a) Cimentaciones superficiales



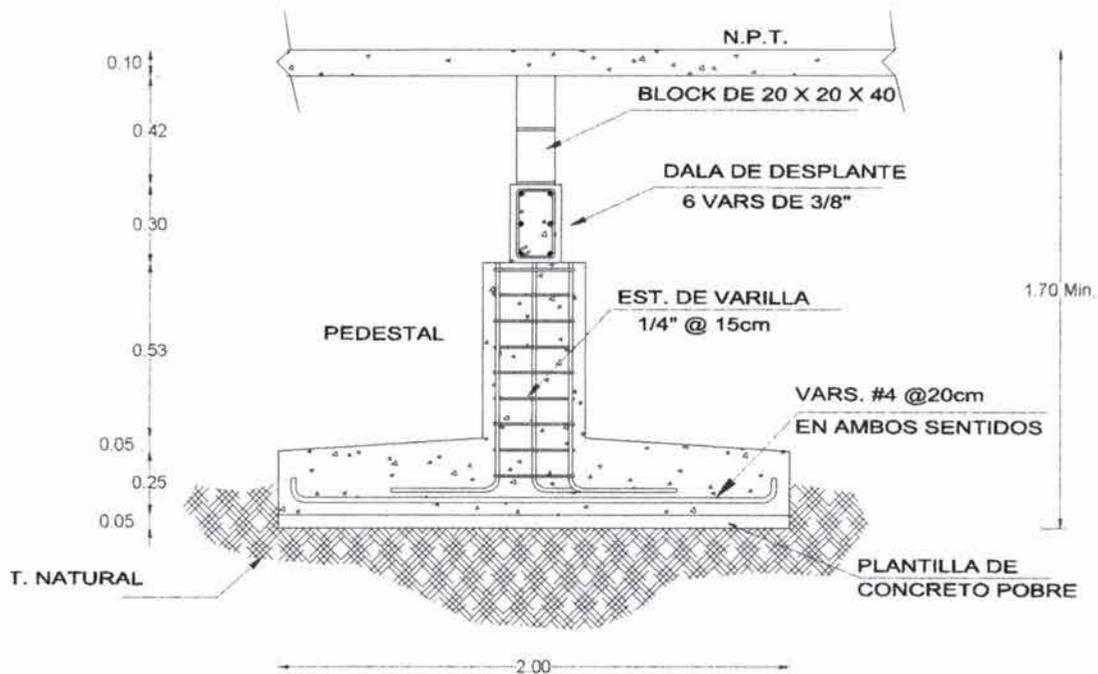
PILAS

b) Cimentaciones profundas

Fig. 7. Clasificación de las cimentaciones por su profundidad de desplante.

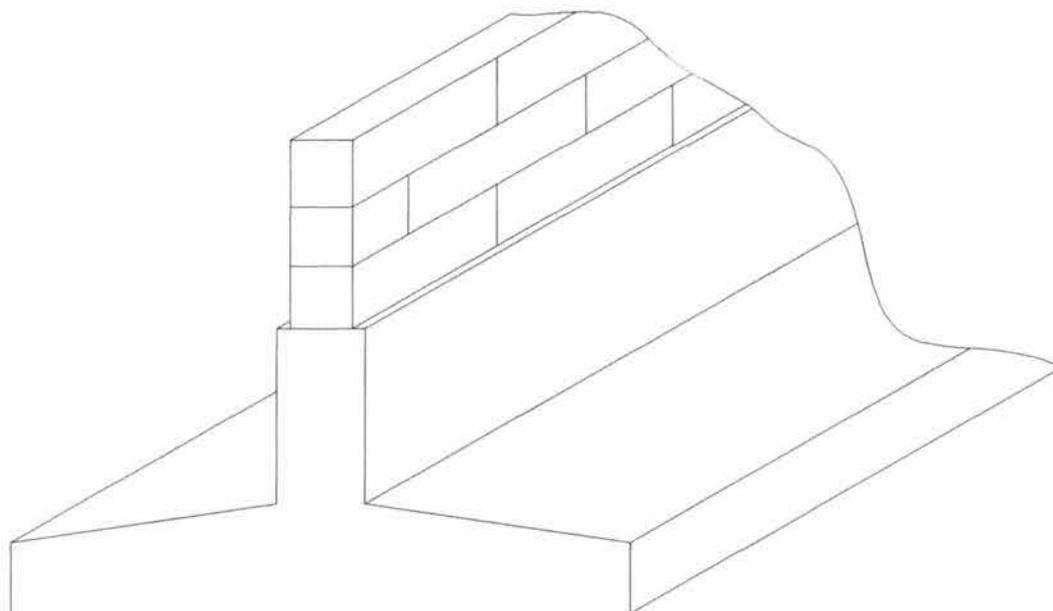


Vista en planta

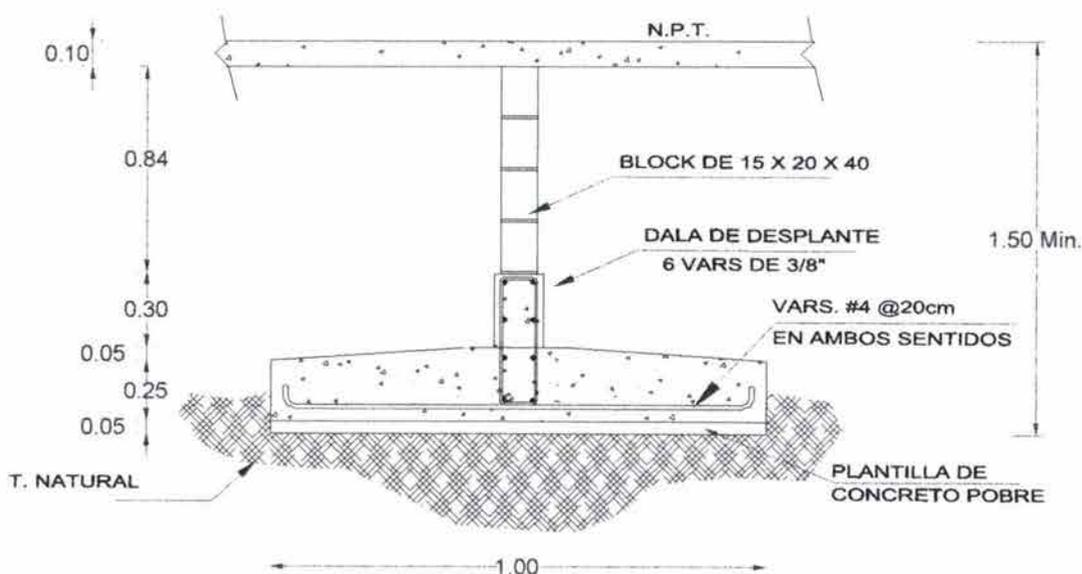


Vista en corte

Fig. 8. Dimensiones y características principales de la zapata aislada



Isométrico



ZAPATA CORRIDA

Corte

Fig. 9. Dimensiones y características principales de una zapata corrida.

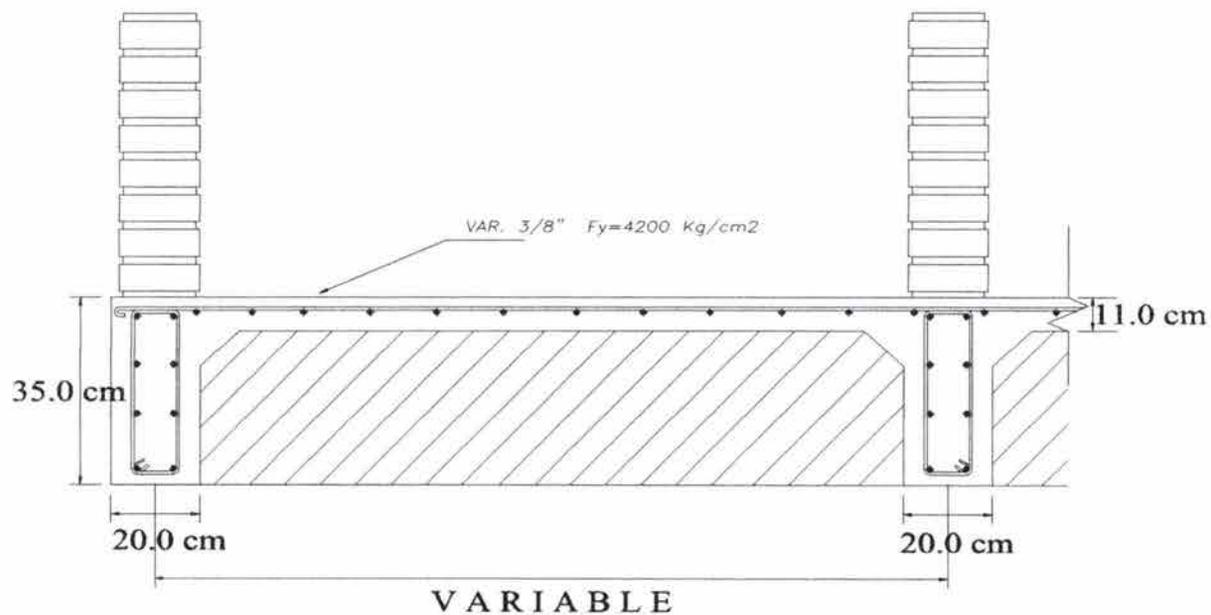


Fig. 10. Dimensiones y características principales de una losa de cimentación.

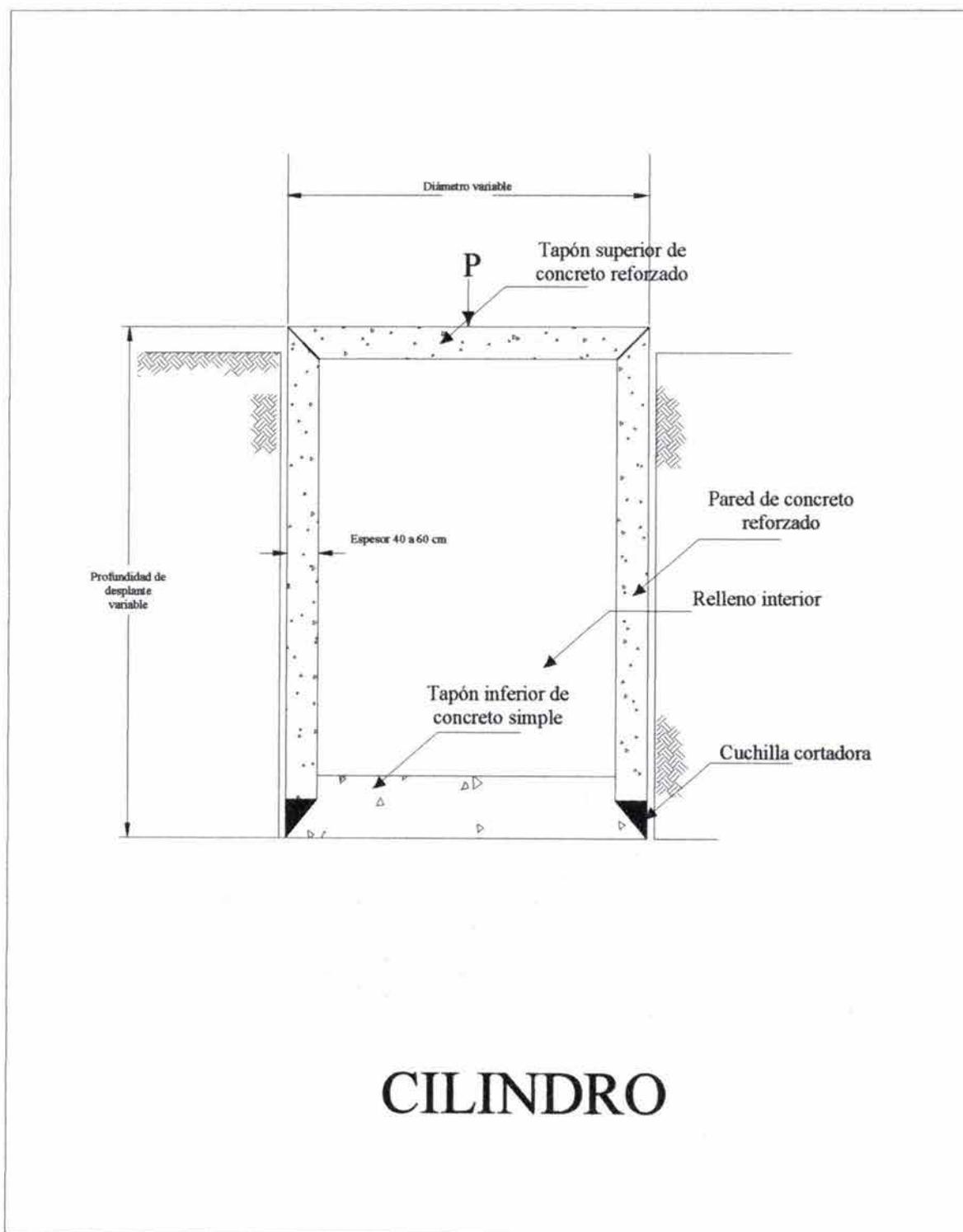


Fig. 11. Características especiales de los cilindros de cimentación tipo abiertos.

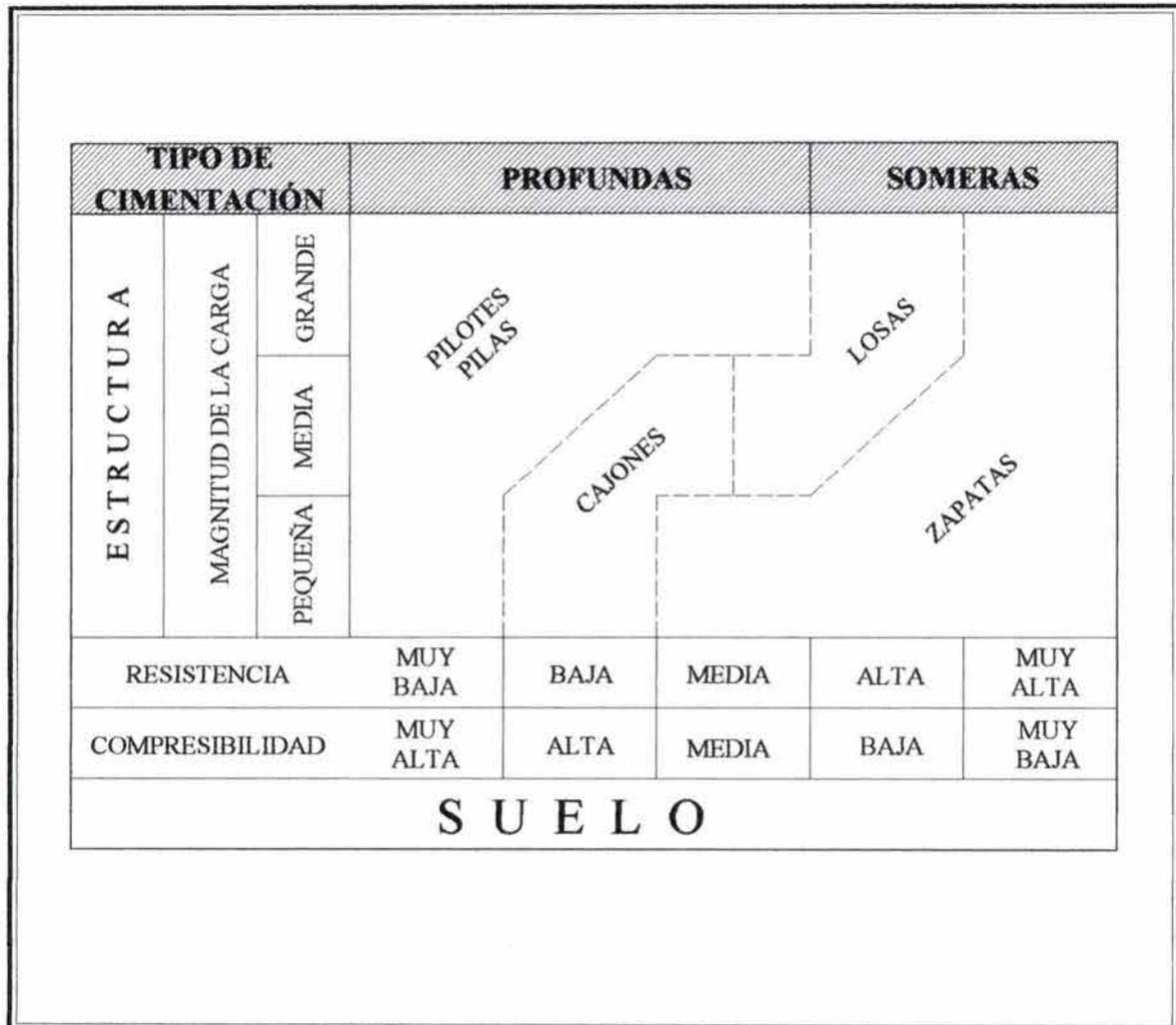


Fig. 12. Selección del tipo de cimentación (según E. Tamez).

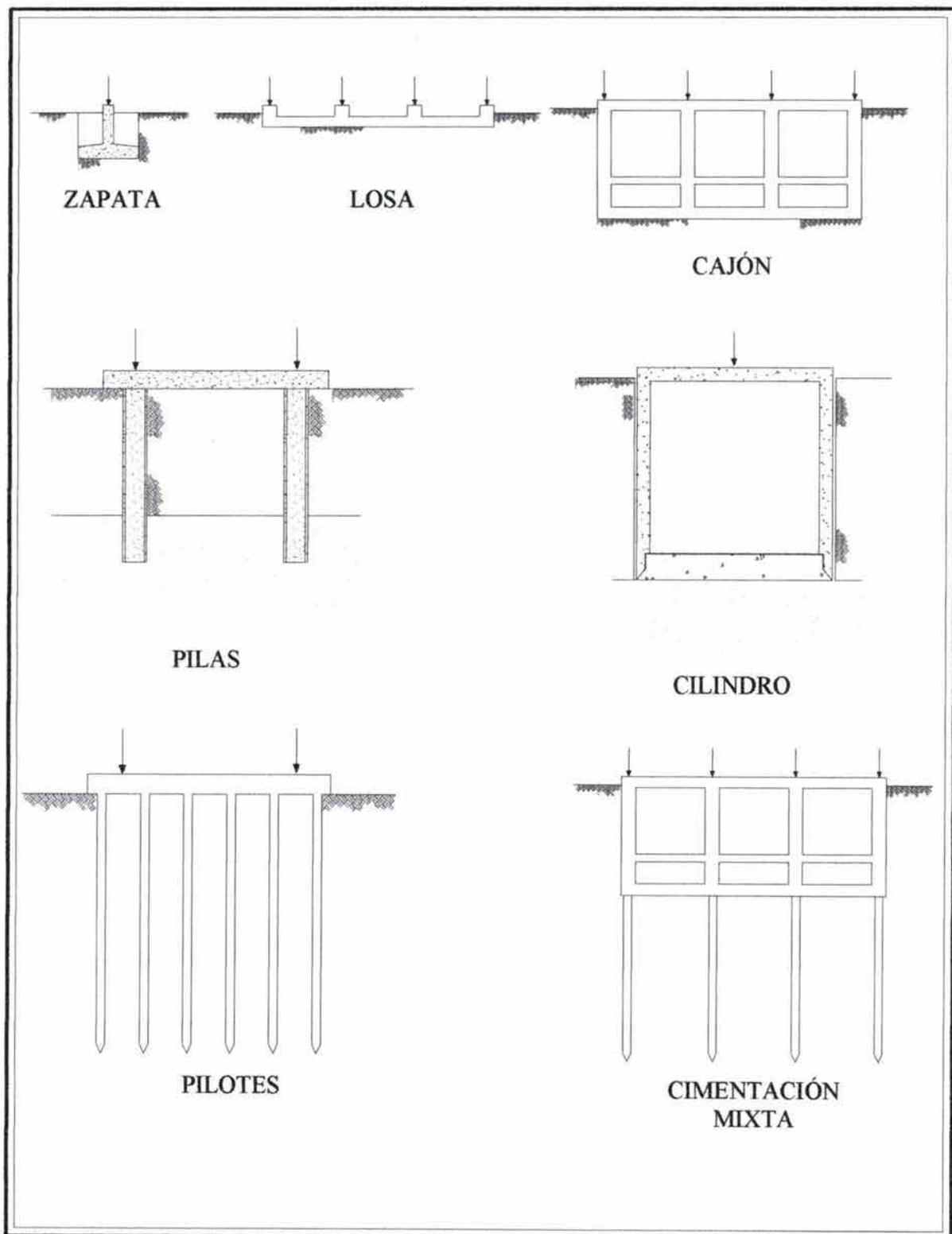
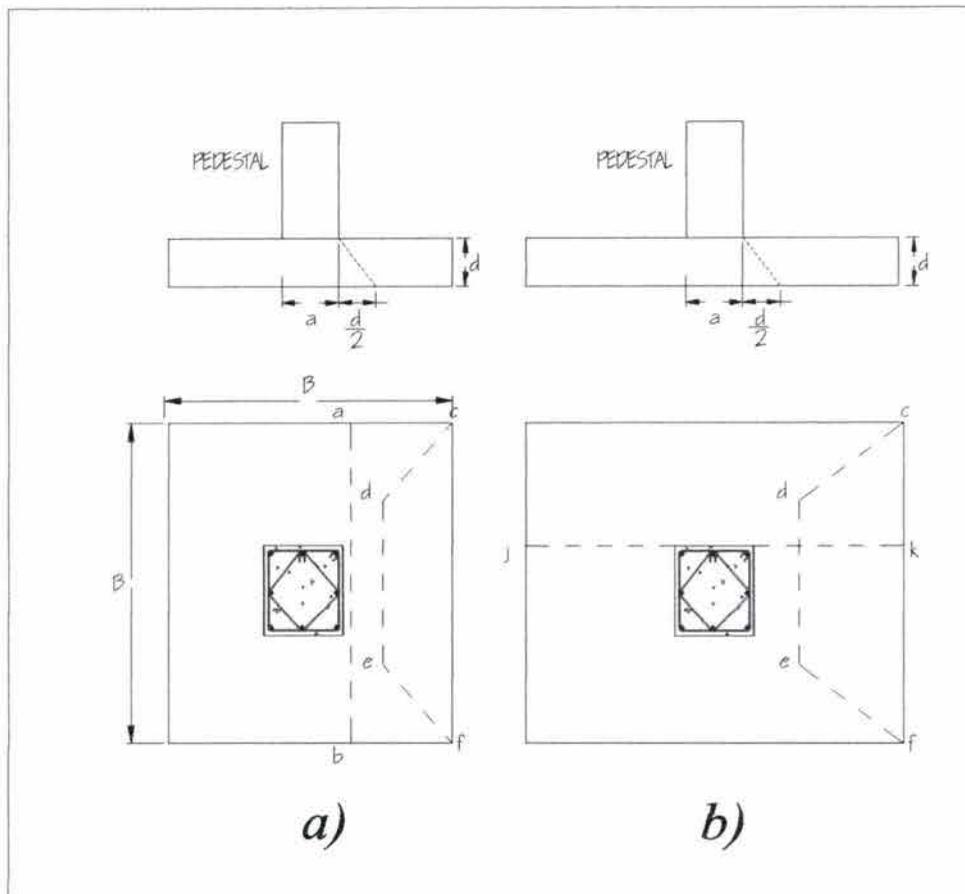


Fig. 13. Tipos de cimentación más usuales.



**Fig. 14. Secciones críticas para cortante, flexión y adherencia de refuerzo en
a) zapatas cuadradas y b) Zapatas rectangulares**

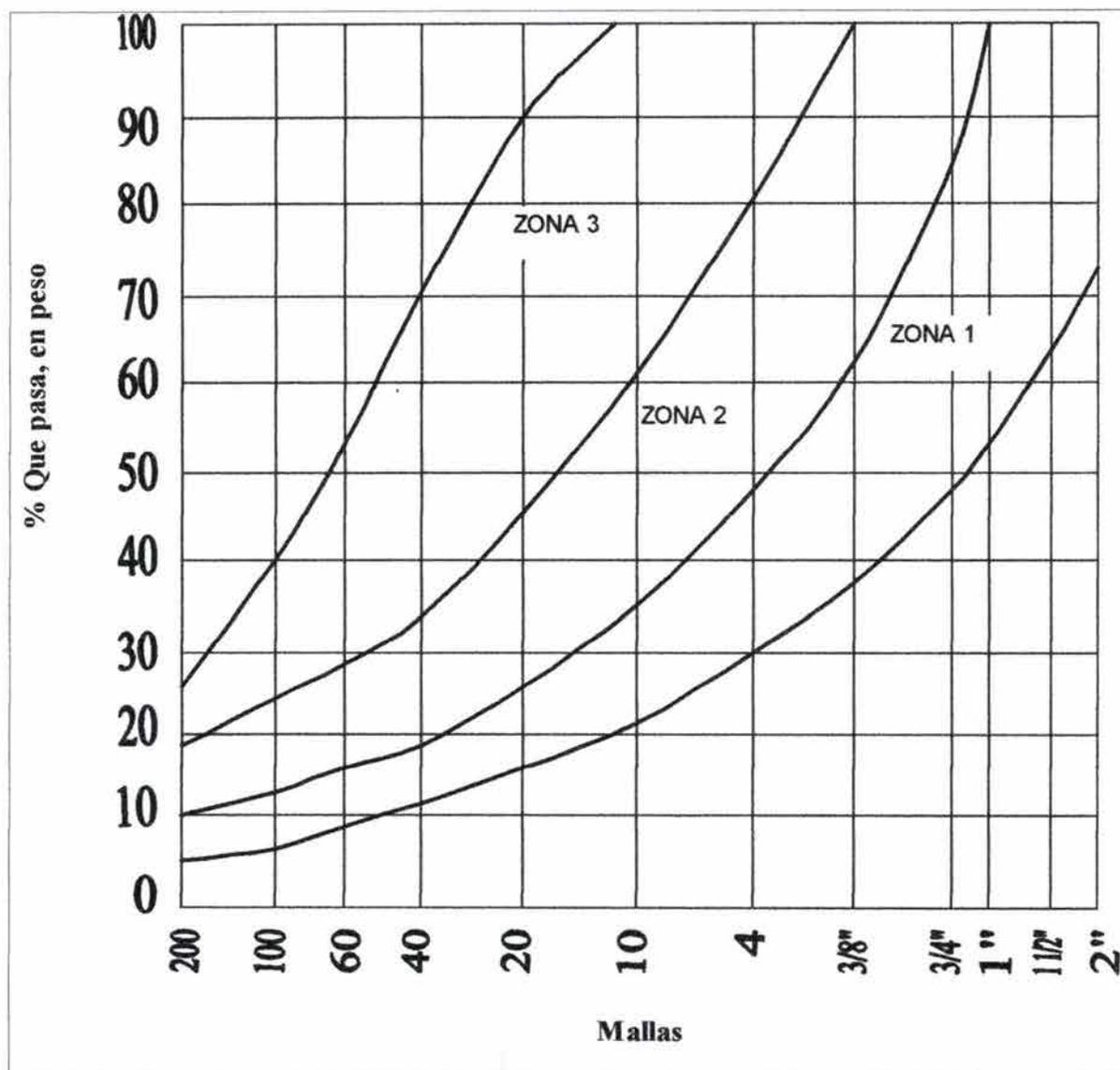


Fig. 15. Zonas de la curva granulométrica.

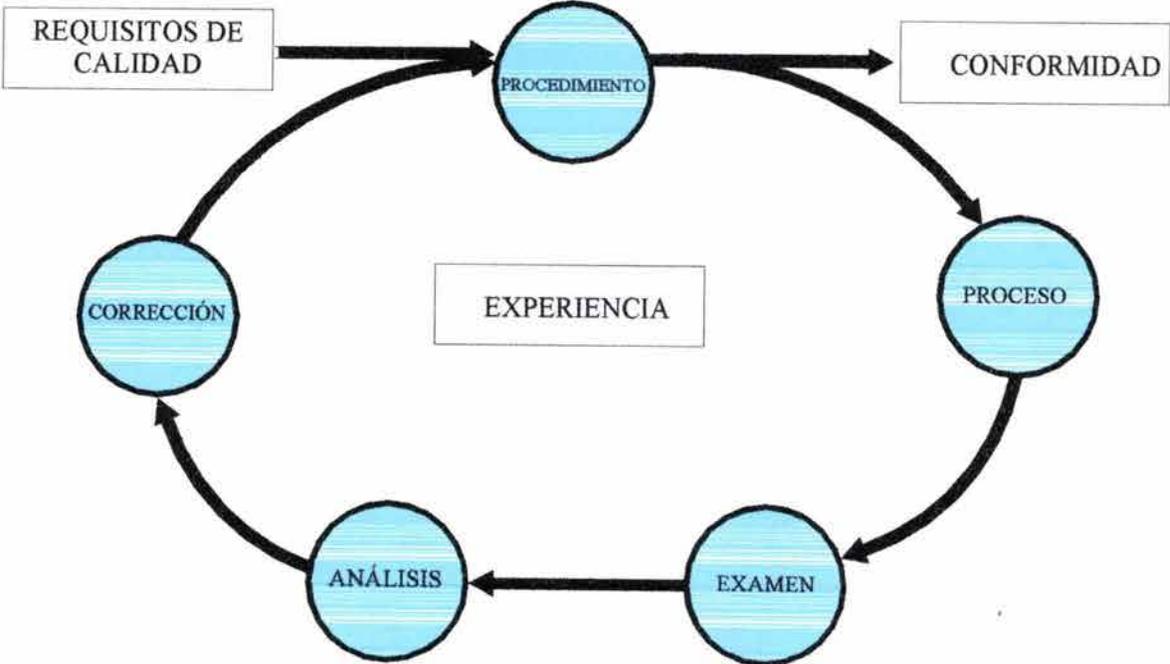


Fig. 16. Círculo de la experiencia

ANEXO 1. Reglamento de Construcciones
para el Municipio de Culiacán, Sin. (artículos
250 a 263)

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 acutar 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 sollicitaciones 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 esta 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. Requisitos para obtener la licencia de construcción.

H. AYUNTAMIENTO DE CULIACÁN
DIRECCIÓN DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA
Departamento de Control de la Edificación

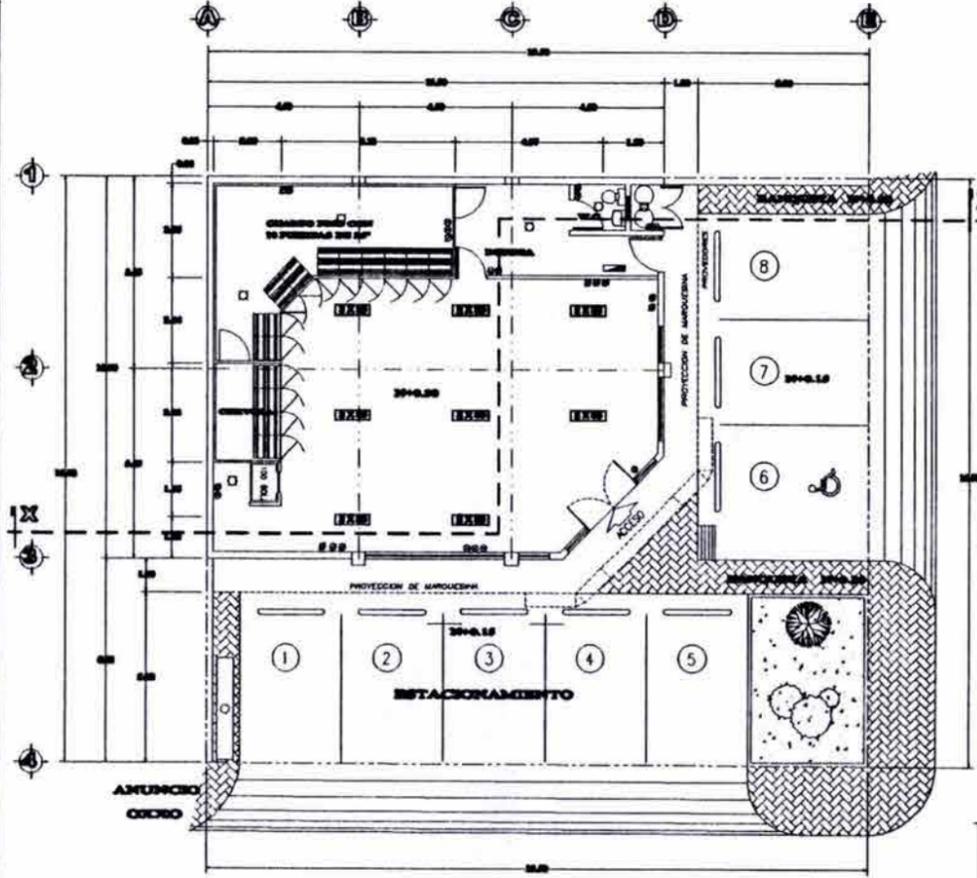
REQUISITOS PARA TRÁMITES EN LA VENTANILLA ÚNICA

- 1. Alineamientos, Números Oficiales y Deslindes (vigencia 6 meses)**
 - a) Copia de escrituras o constancia de posesión (Parque Culiacán 87')
 - b) Solicitud con croquis de localización.
 - c) En caso de solicitar deslinde; copia de plano manzanero del Instituto Catastral de Gobierno del Estado.
 - 2. Cuartos para habitación (área de construcción menor de 46.00 m² incluyendo el área construida)**
 - a) Alineamiento y número oficial.
 - b) Croquis del proyecto por construir (1 copia).
 - c) Estado de cuanta o copia del recibo de pago de predial.
 - d) Copias de escrituras (solo si no es necesario alineamiento).
 - 3. Construcción de casa habitación y ampliaciones (área de construcción mayor de 46.00 m² incluyendo el área construida).**
 - a) Alineamiento y número oficial. En caso de que el predio se localice en un fraccionamiento, el requisito de alineamiento se omite.
 - b) Plano (proyecto) y 7 copias. En caso de ampliaciones, marcar lo que está construido y lo que se va a construir.
 - c) Estado de cuanta o copia del recibo de pago de predial.
 - d) Solicitud de la Secretaría de Salubridad y Asistencia del H. Ayuntamiento, firmadas por el Director responsable de obra.
 - 4. Construcción de locales comerciales, talleres, bodegas y departamentos.**
 - a) Alineamiento y número oficial.
 - b) Plano (proyecto) autorizado por la Secretaría de Salubridad y Asistencia (6 copias).
 - c) Licencia de uso de suelo (original y copia).
 - d) Estado de cuanta o copia del recibo de pago de predial.
 - e) Copias de escrituras (solo si no es necesario alineamiento).
 - 5. Bardas.**
 - a) Alineamiento y número oficial.
 - b) Marcar la barda que se va a construir en el alineamiento y de no haberse solicitado éste, marcar la barda en copia del plano o croquis.
 - c) Copias de escrituras (solo si no es necesario alineamiento).
 - 6. Remodelaciones.**
 - a) Alineamiento y número oficial.
 - b) Croquis del proyecto actual y remodelado.
 - c) Presupuesto detallado de material y mano de obra.
 - d) En caso de cambiar el uso del inmueble, se requiere la licencia de uso del suelo.
 - e) Copias de escrituras (solo si no es necesario alineamiento).
 - f) Estado de cuanta o copia del recibo de pago de predial.
 - 7. Banquetas.**
 - a) Estado de cuanta o copia del recibo de pago de predial.
 - 8. Prórroga o permiso.**
 - a) Permiso de construcción (original y copia).
 - b) Recibo de pago de permiso anterior.
 - c) Copia del plano.
 - 9. Permiso de material en vía pública.**
 - a) Únicamente solicitud.
- NOTA: la licencia de construcción no ampara el permiso de material en la vía pública.
- 10. Demoliciones.**
 - a) Copia de escrituras.
 - b) Estado de cuanta o copia del recibo de pago de predial.
 - c) Copia de plano o croquis, cuando exceda de 50.00 m² deberá de presentar Director responsable de obra.

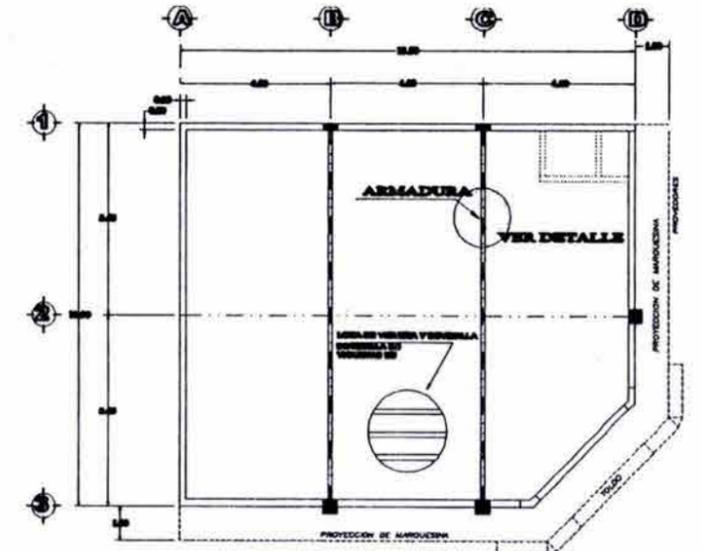
RECOMENDACIONES:

- Entregar documentación en forma de expediente (con carpeta).
- Antes de sacar las copias del plano (proyecto), traer el plano original a esta Dirección para su supervisión en Ventanilla Única.

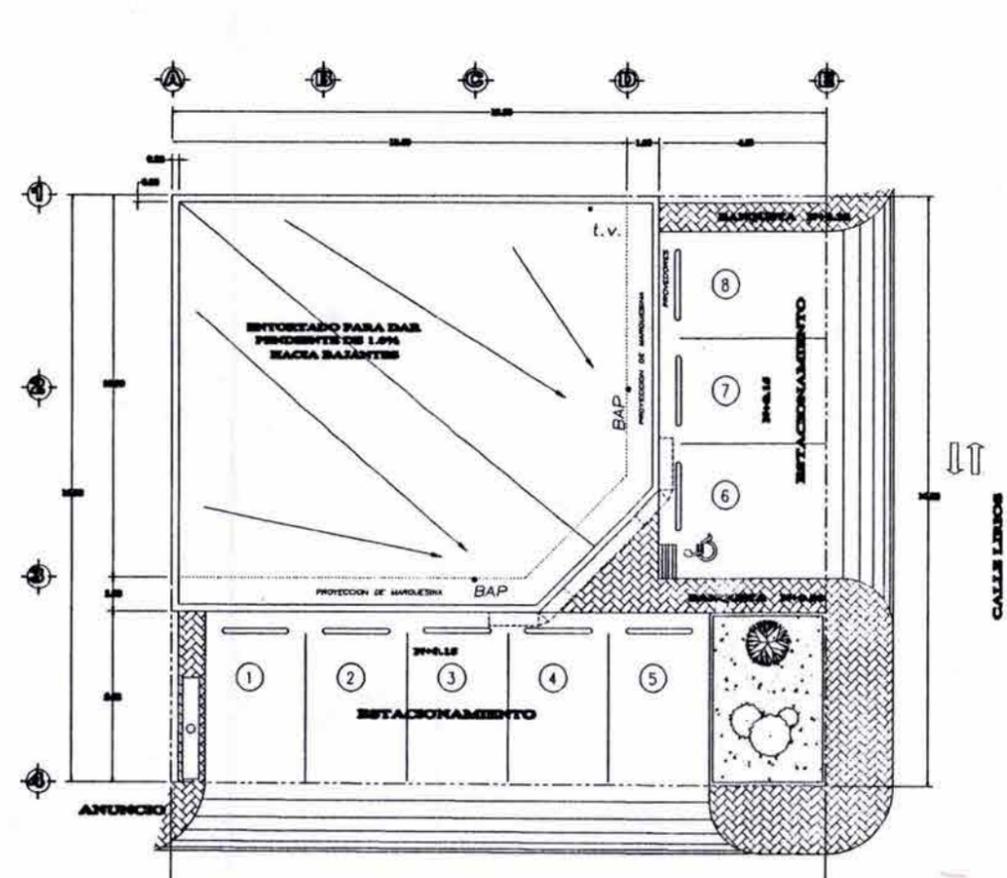
ANEXO 3. Plano de proyecto



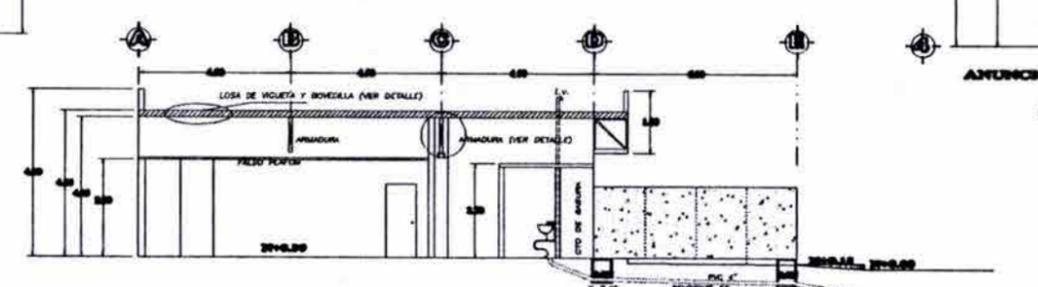
PLANTA ARQUITECTÓNICA DE CONJUNTO CON INSTALACION ELÉCTRICA
 ESCALA 1:100



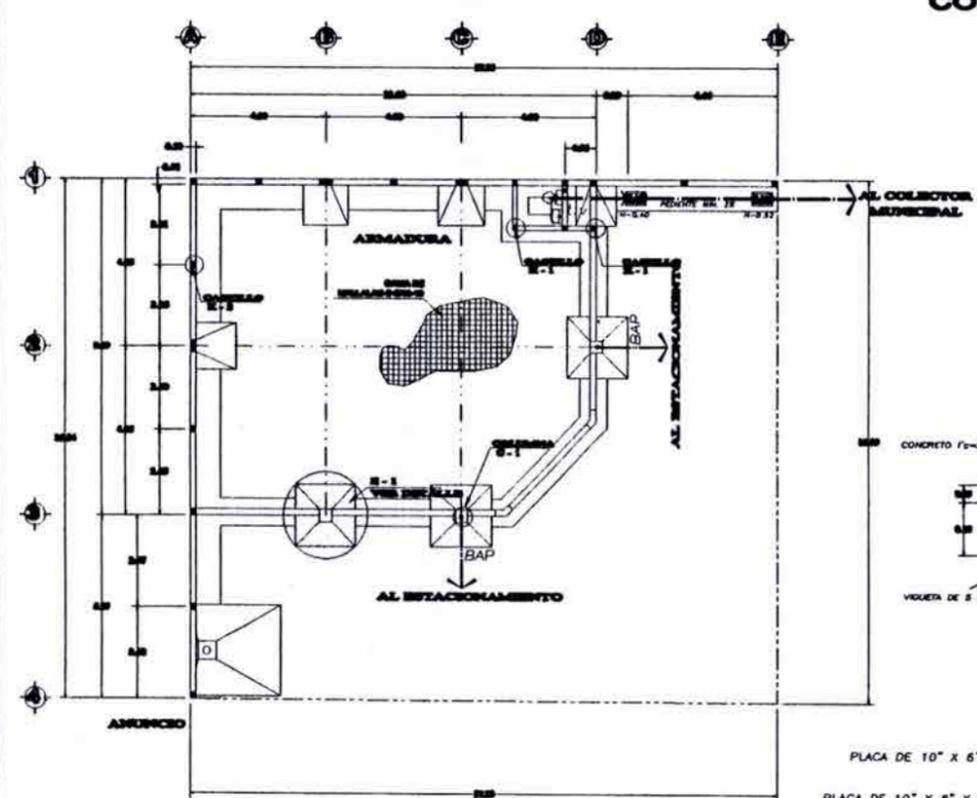
PLANTA DE ARMADO DE LOSAS
 ESCALA 1:100



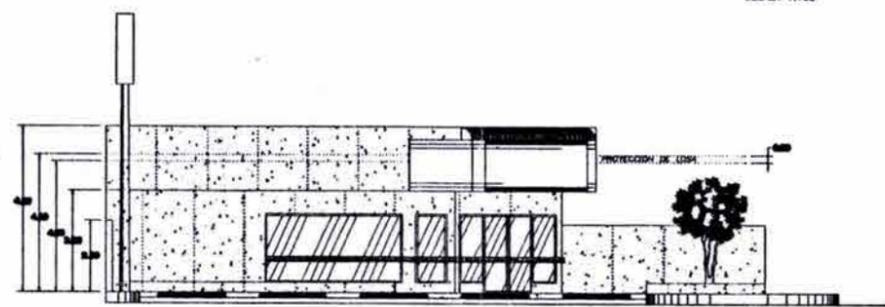
PLANTA DE AZOTEA GENERAL
 ESCALA 1:100



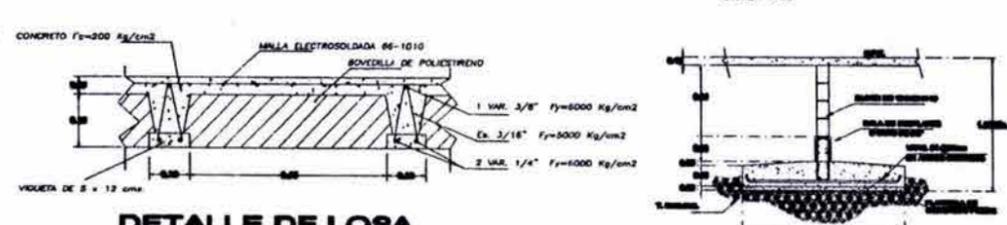
CORTE ARQUITECTÓNICO LONGITUDINAL SANITARIO
 ESCALA 1:100



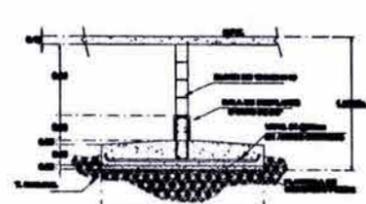
PLANTA DE CIMENTACIÓN CON INSTALACIONES SANITARIAS
 ESCALA 1:100



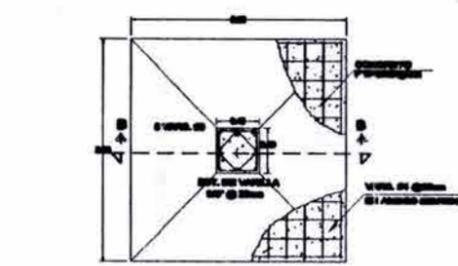
FACHADA PRINCIPAL
 ESCALA 1:100



DETALLE DE LOSA



ZAPATA CORRIDA

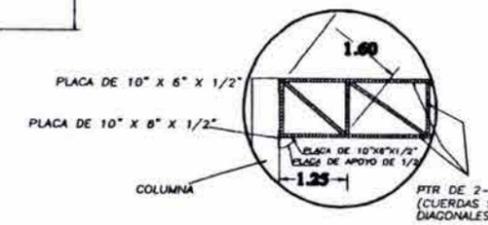


ZAPATA Z - 1



LEGENDA

- SALIDA CENTRO
- ARBOTANTE
- APAGADOR
- CONTACTO 110 V.
- CENTRO DE CARGA
- APAGADOR DE ESCALERA
- ACOMETIDA
- LAMPARA LUZ BLANCA 2 X 39
- TUBERIA AGUAS NEGRAS
- TUBERIA AGUAS PLUVIALES
- TUBERIA HIDRAULICA
- MEDIDOR DE AGUA
- I.V.
- TUBO DE VENTILA PVC 2"
- BAJANTE AGUAS PLUVIALES PVC 4"
- BAJANTE AGUAS NEGRAS PVC 4"
- REGISTRO AGUAS PLUVIALES



DETALLE DE ARAMDURA TIPO



LOCAL COMERCIAL

BLVD. VILLALBA ESQ. CALLE LIROS

FIRMA: _____

REGISTRO: _____

FECHA: FEBRERO / 2004

AREA: EN METROS

ESCALA: LA HOJA

SUPERFICIE TOTAL: 330.82 m²

SUPERFICIE DE CONSTRUCCION: 188.18 m²

**ANEXO 4. Manifestación de impacto ambiental,
modalidad regional.**

Guía para la presentación del manifiesto de impacto ambiental en formato regional.

- 1 Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental
 - 1.1 Proyecto
 - 1.2 Promoverte
 - 1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental
2. Descripción del proyecto
 - 2.1 Informe general del proyecto
 - 2.2 Características particulares del proyecto
3. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación de uso de suelo
4. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto
 - 4.1 Delimitación del área de estudio
 - 4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental
5. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales
 - 5.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales
6. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales
 - 6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental
 - 6.2 Impactos residuales
7. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas
 - 7.1 Pronóstico del escenario
 - 7.2 Programa de vigilancia ambiental
8. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

ANEXO 5. Procedimiento constructivo para pilas coladas en el sitio, en la ciudad de Culiacán, Sin.

Procedimiento constructivo para la construcción de pilas coladas en el sitio, en la ciudad de Culiacán.

El procedimiento constructivo que a continuación se describe tiene por objetivo, fijar directrices y conceptos aplicables a las actividades necesarias para la construcción de una cimentación profunda a base de pilas de concreto reforzado hasta de 1.20 m de diámetro y 20.0 m de longitud coladas en el sitio.

El buen comportamiento de una cimentación profunda depende en gran medida de su instalación. La selección correcta del procedimiento, equipo de construcción, una buena mano de obra y un buen control de todo el proceso de instalación, son aspectos muy importantes que se deben de tomar en cuenta antes de comenzar la construcción de cualquier elemento.

Para describir como se construye una pila es conveniente estar familiarizado con el equipo y herramientas utilizadas, con la forma de hacer la excavación en el subsuelo (perforación), conocer como preparar y colocar dentro del pozo el acero de refuerzo, como vaciar el concreto fresco y finalmente como verificar la calidad del elemento terminado.

Antes de comenzar cualquier actividad de construcción se deben de obtener los diferentes documentos y planos que sean necesarios utilizar antes y después de de las diferentes etapas de construcción. Entre los cuales podemos mencionar el estudio de mecánica de suelos, del cual podemos obtener información de condiciones del agua, estratigrafía y propiedades del subsuelo, en base a esto determinar el equipo y maquinaria que será necesario emplear.

Revisar los planos en donde se indique la localización, dimensiones y profundidades de los diferentes elementos, así como, los planos estructurales de los mismos, para determinar las cantidades y características de los diferentes materiales que se utilizarán (concreto y acero).

La limpieza del terreno es una actividad que se realiza con el fin de facilitar el transporte y las maniobras de los equipos que intervienen en la obra. Así como facilitar el trazo y la localización de pilas dentro del terreno, para esto se marcará con una estaca la localización exacta de cada uno de los elementos y se verificará con los planos de proyecto su posición antes de la construcción de cada unidad. Se procurará que la desviación de su localización respecto a la teórica sea menor del 4% del diámetro.

1° Procedimiento de perforación.

La perforación es el proceso inicial para la construcción de pilas y consiste en la formación de un agujero en el subsuelo, en el que posteriormente se colocarán materiales que finalmente formarán la pila.

El personal de topografía de la obra localiza y posiciona el punto exacto en donde se construirá la pila, posteriormente y antes de iniciar la perforación, se ubican estacas por fuera del perímetro de la pila, con el fin de tener referencias y cuidar siempre el centro de la perforación.

Por otro lado la protección de la perforación puede ser requerida por inestabilidad propia del material o por la presencia del agua freática, tal protección puede ser a base de ademes metálicos o a base de lodos bentónicos.

La estabilización de las perforaciones con lodos bentónicos, se aplican en suelos inestables que presentan problemas de derrumbes ya sea por presencia de agua freática o por sus desfavorables propiedades mecánicas.

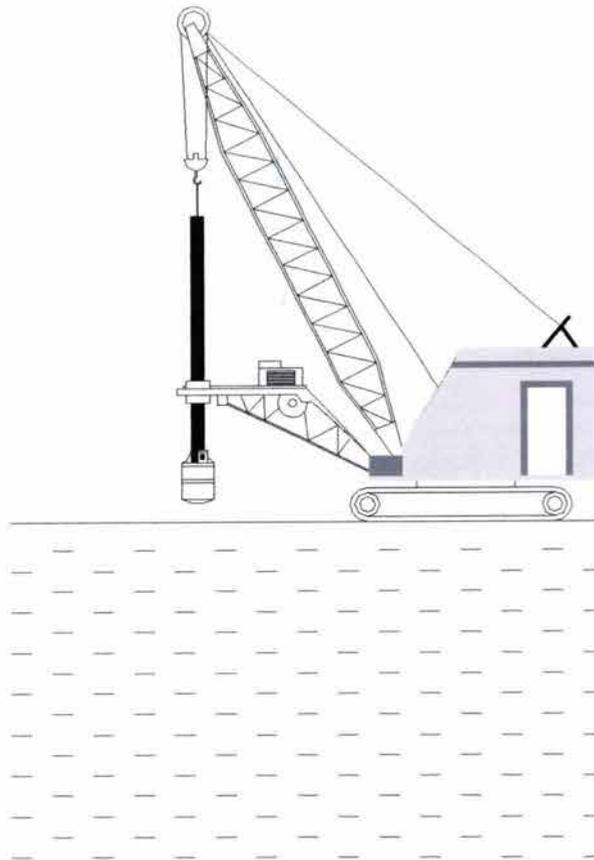


Figura 4.1

En el caso de que no aparezca agua del nivel freático durante la perforación de la pila y el material de la excavación respete la geometría de la pila sin caídos, no será necesario utilizar lodo bentonítico para estabilizar las paredes de la perforación, por lo cual se deberá hacer toda la perforación y el colado de la pila en seco.

En caso de que aparezca nivel de agua freática durante la perforación, se debe ubicar la profundidad en que fluye dentro de la perforación y si la profundidad es menor de 5.0 m, el terreno se mantiene lleno de lodo bentonítico salvo el último metro, para evitar que corra sobre la superficie. Si la profundidad en la que aparece el nivel freático es mayor de 5.0 m, el lodo bentonítico se debe mantener mínimo 4.0 m por arriba de ese nivel.

Cuando la construcción de una cimentación requiera del uso de lodo bentonítico, el constructor no podrá verterlo en el drenaje urbano, por lo que deberá destinar un área para recolectar dicho lodo después de usarlo y transportarlo a algún tiradero ex profeso.

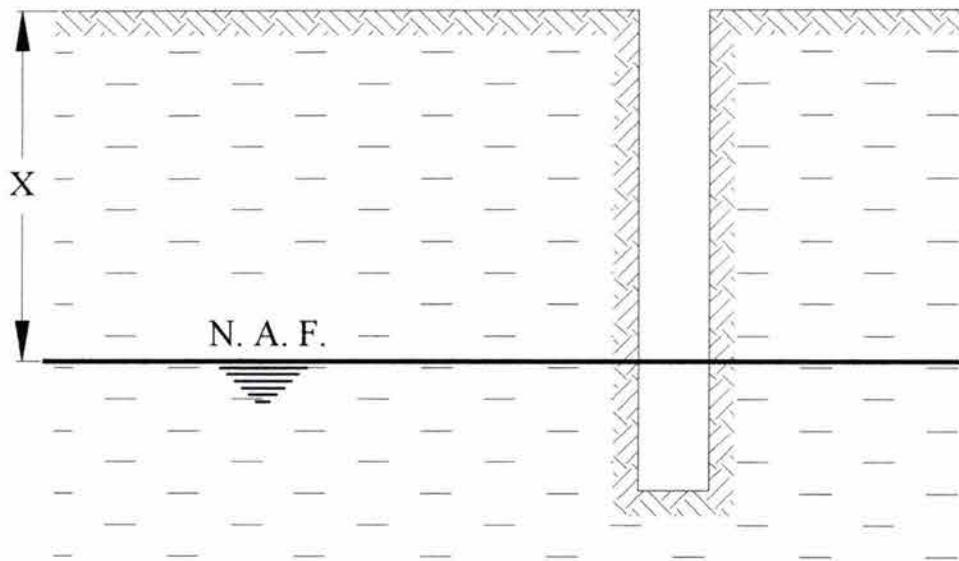


Figura 4.2

En caso de que se presenten problemas de caídos en los primeros metros de la perforación (3.0 m aproximadamente), se coloca una boquilla metálica para estabilizar las paredes.

La verticalidad del equipo de perforación, se controla cada 5.0 m de perforación utilizando dos plomadas de hilo situadas perpendicularmente a 90° de la posición del eje del barreno y apoyadas en dos bases de varilla, distanciadas adecuadamente de la máquina.

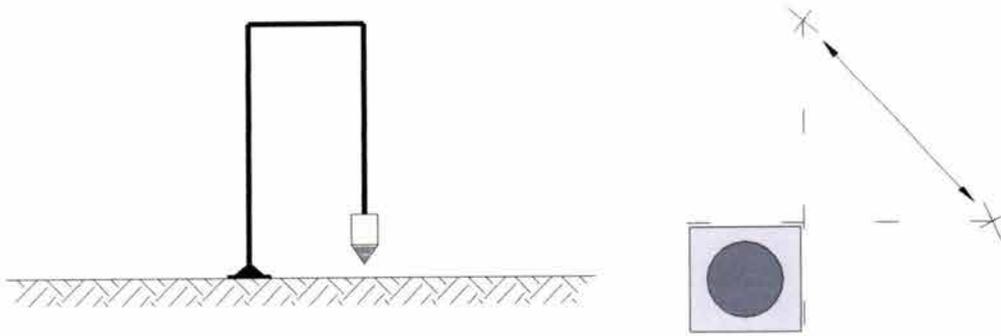


Figura 4.3

El tiempo que transcurra desde el término de la perforación, hasta el colado de la pila, no debe de ser mayor de 24 horas en ninguna circunstancia, en caso contrario, debe verificarse la limpieza de la pila antes de colocar el acero de refuerzo para iniciar con el colado.

La perforación se realiza hasta alcanzar el nivel de proyecto, o hasta llegar al estrato resistente, lo que ocurre primero.

La tolerancia a verificar estará comprendida a no mas de 4 % de la longitud total del elemento, pero sin exceder del 12.5 % del diámetro del elemento.

Cuando se usen pilas con ampliación de base (campana), la perforación de la misma se hará verticalmente en los primeros 20 cm para después formar con la horizontal un ángulo no menor de 60 grados; el peralte de la campana será por lo menos de 50 cm.

2° Colocación del acero.

Una vez terminada la perforación es recomendable proceder con la mayor celeridad al término de la construcción de la misma para que el suelo

de las paredes y la base se altere lo menos posible y conserve sus características de cohesión y resistencia para el efecto.

El acero de refuerzo debe de habilitarse y armarse apegándose a las instrucciones señaladas en los planos estructurales. Debe planearse una secuencia de utilización, para que de esta manera se ahorre tiempo en la colocación.

Una vez terminada la perforación de cada pila, se coloca dentro de ésta el acero de refuerzo previamente habilitado, con una grúa adecuada para tal efecto, la cual también se utiliza en el colado de las pilas. Este procedimiento se realizará de manera cuidadosa, si el armado no penetra de manera suave dentro de la perforación se retira y la perforación será ajustada mediante una limpieza hasta que el armado se deslice suavemente. Se limpiará, reparará o reemplazará cualquier armado que haya sido dañado.

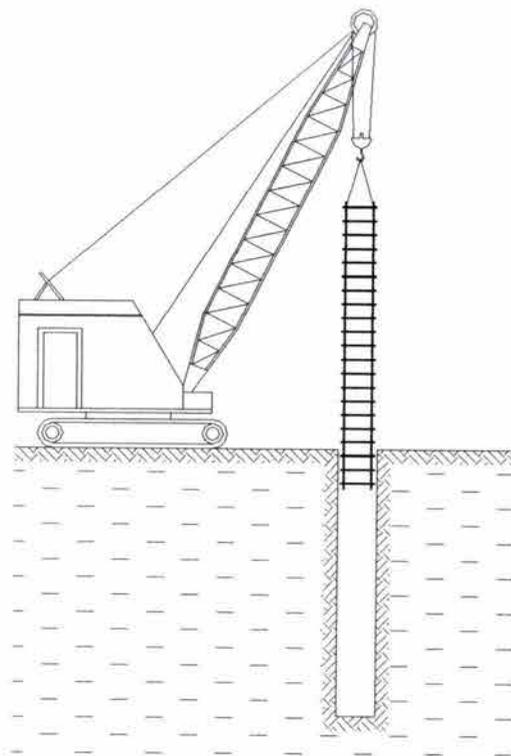


Figura 4.4

Se localiza el centro de gravedad del armado y se iza adecuadamente, con el fin de guardar el equilibrio y que no se reviente el estrobo.

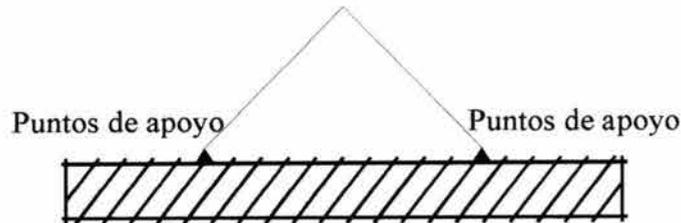


Figura 4.5

En la cara exterior del acero de refuerzo, se colocan separadores de concreto o acero (pollos) para garantizar el recubrimiento de concreto mínimo especificado.

Se aseguran todos los traslapes y otros elementos incluidos en el armado, dentro de sus ubicaciones mostrados en los planos constructivos, con el fin de no dañarlos o desplazarlos durante la instalación del armado o durante el colado.

3° Colocación de concreto.

Se debe calcular el volumen teórico de concreto necesario para llenar la perforación y compararlo con el volumen real del colado. El concreto se debe colocar en un asola operación continua.

Para colar concreto bajo agua o lodo, se debe emplear el sistema mediante tubería tremie, el cual está integrado por una tolva que se encuentra en la parte superior de la tubería, y por tramos cortos de tubos de longitud variable que se acoplan entre ellos por medio de dispositivos que tienen en sus extremos.

Se debe revisar la tubería antes de que sea colocada adentro de la perforación, asegurándose de que esté en buen estado, que las cuerdas estén engrasadas y comprobando que no tengan problemas de desajustes entre las uniones de sus extremos que puedan provocar la entrada de lodos o agua a su interior.

Antes del colado, se procederá a la inspección directa o indirecta del fondo de la perforación, para verificar que las características del estrato de apoyo son satisfactorias y que todos los azolves han sido removidos.

El sistema se fundamenta en que por diferencia de densidad y viscosidad el concreto desaloja al lodo del interior de la perforación. Al iniciar el colado, el extremo inferior de la tubería debe de estar entre 30 y 50 cm sobre el fondo de la perforación para que permita la salida del tapón y del primer volumen de concreto.

Teniendo colocado el acero de refuerzo de la pila, se procede a colocar las tuberías tremie de 10" de diámetro debidamente limpias. Se colocará el concreto tan pronto como sea posible, siendo esto no mayor a 24 horas después de concluida la perforación.

Para verificar que el acero no se mueva de manera ascendente durante el proceso de colado, se realizarán cortes de tubería tremie en los momentos oportunos, cuidando siempre que la tubería tremie esté ahogada dentro del concreto un mínimo de 1.50 m.

Utilizando únicamente una línea de tubería tremie centrada en el área transversal de la pila, ésta se deja a 30 cm del fondo de la perforación para poder iniciar el colado, se coloca en la tubería de colado un balón de látex (tapón deslizante) para evitar la contaminación del concreto cuando se vacía

la primera olla de concreto dentro del cono receptor y se debe tener mucho cuidado en mantener ahogada la tubería tremie un mínimo de 1.50 m dentro del concreto para evitar segregación y contaminación. Además verificar que el revenimiento sea el adecuado, entre 18 y 20 cm como mínimo.

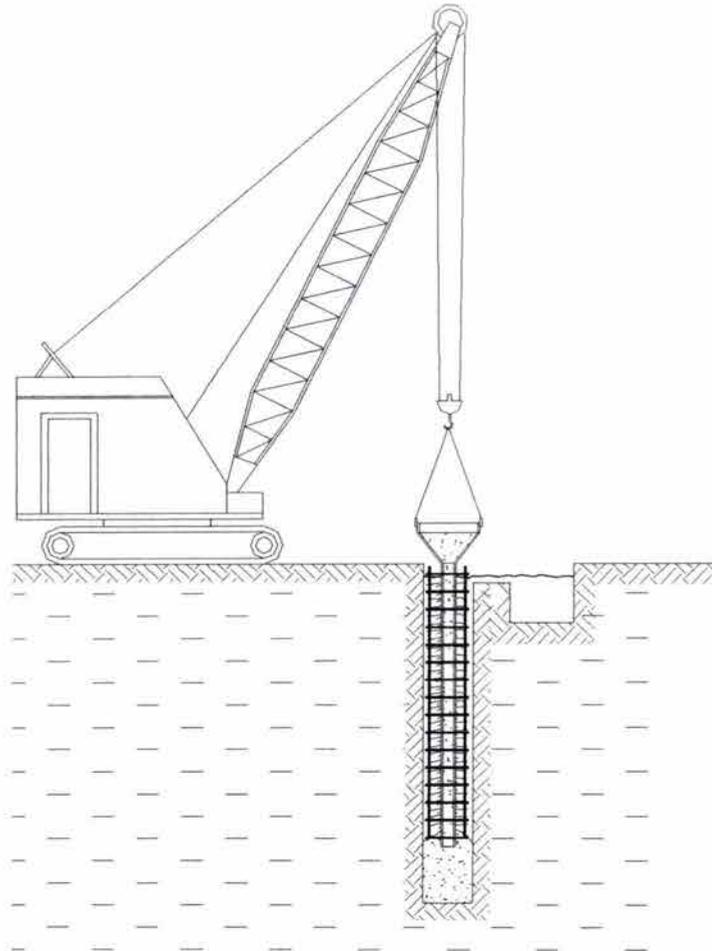


Figura 4.6

Se procede de manera continua con el colado para producir una pila de concreto monolítico manteniendo un nivel horizontal del concreto a lo largo del colado, para que después que se haga el descabece del concreto contaminado, se produzca una conexión adecuada entre la pila y el elemento de continuación. Para ello se deberá dejar en la parte superior una longitud extra de concreto, equivalente al 90 por ciento del diámetro de la misma.

Una vez que el concreto se tiene al nivel requerido se procede de inmediato a extraer y lavar totalmente la tubería tremie.

La operación de colado debe de ser realizada en forma continua, para evitar que durante los lapsos de espera, el concreto inicie su fraguado y se provoquen taponamientos y/o juntas frías.

No deben construirse pilas de menos de 60 cm de diámetro hasta 20 m de profundidad, ni de menos de 80 cm hasta 30 m, ni de menos de 100 cm hasta profundidades mayores.

No deben construirse pilas con diámetro mayor de 120 cm sin ademe o estabilizadas con lodos a menos que el estudio del subsuelo muestre que la perforación es estable.

En caso de realizarse pruebas de carga, se llevará registro por lo menos de los datos siguientes:

- a) Condiciones del subsuelo en el lugar de la prueba.
- b) Descripción del pilote o pila y datos obtenidos durante la instalación.
- c) Descripción del sistema de carga y del método de prueba;

ANEXO FOTOGRAFICO



Foto No. 1.1. Vista panorámica de la Sub-zona A de la Zona I



Foto No. 1.2. Vista panorámica de la Sub-zona A de la Zona I

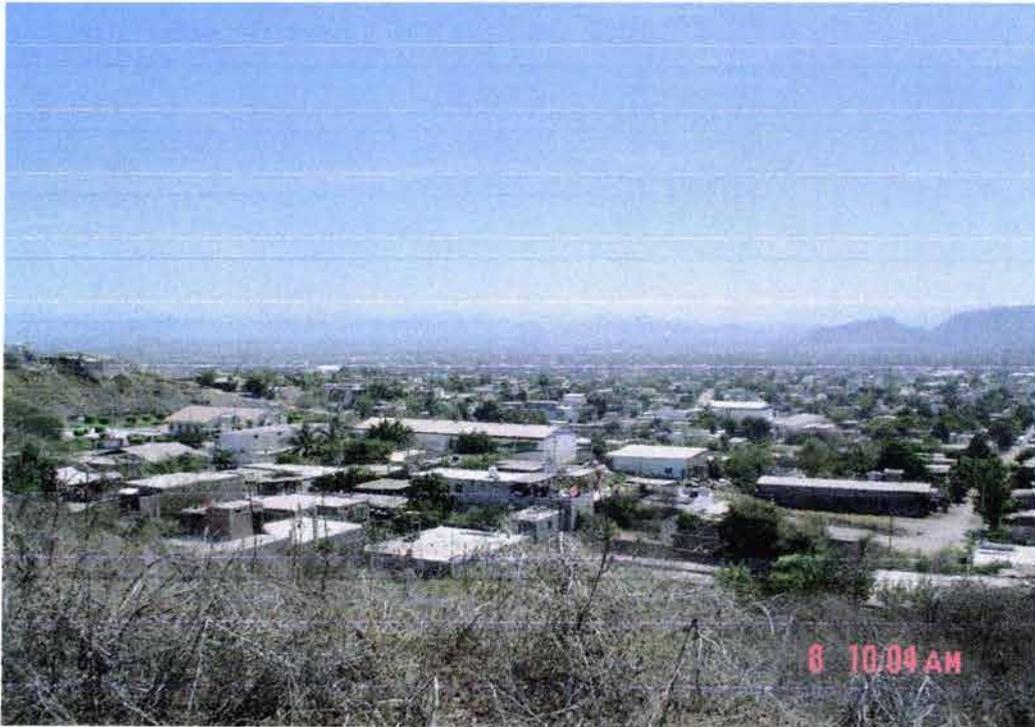


Foto No. 1.3. Vista panorámica de la Sub-zona B de la Zona I



Foto No. 1.4. Vista panorámica de la Sub-zona B de la Zona I

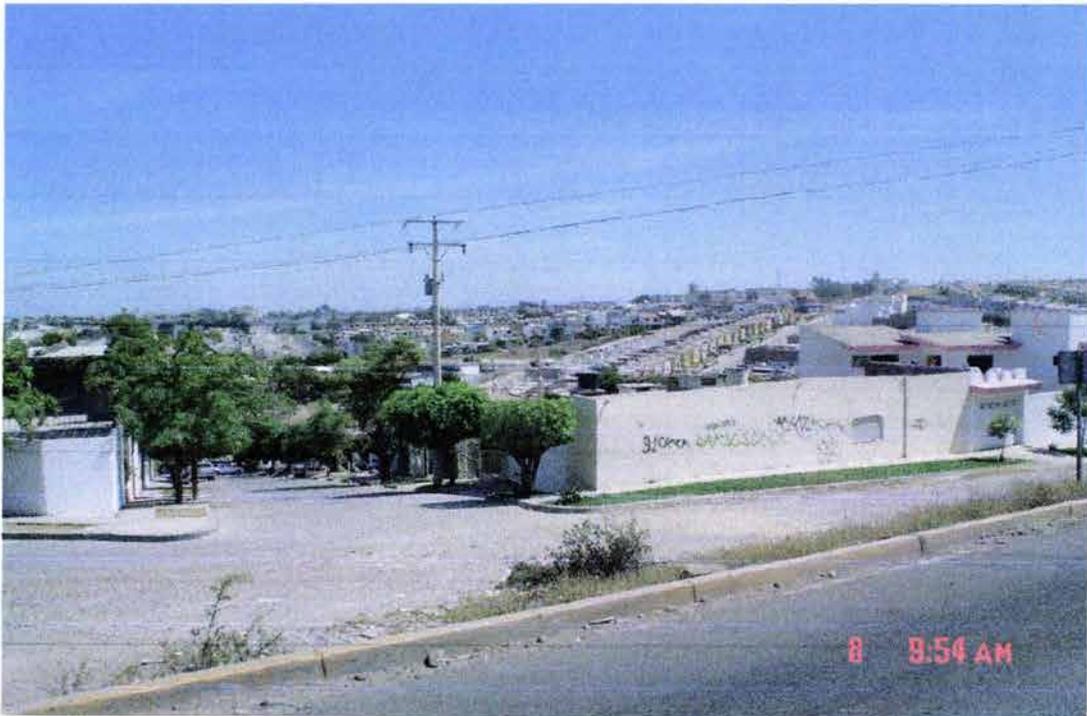


Foto No. 1.5. Vista panorámica de la Zona II

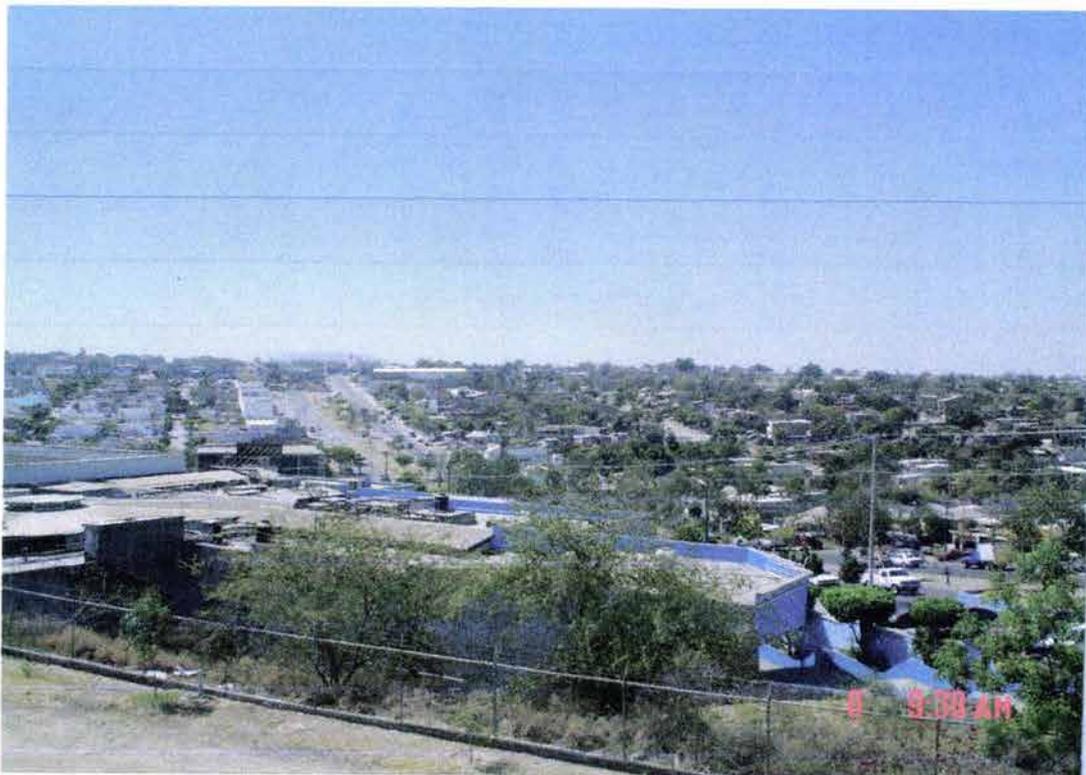


Foto No. 1.6. Vista panorámica de la Zona II



Foto No. 1.7. Vista de los diferentes estratos en la Zona II

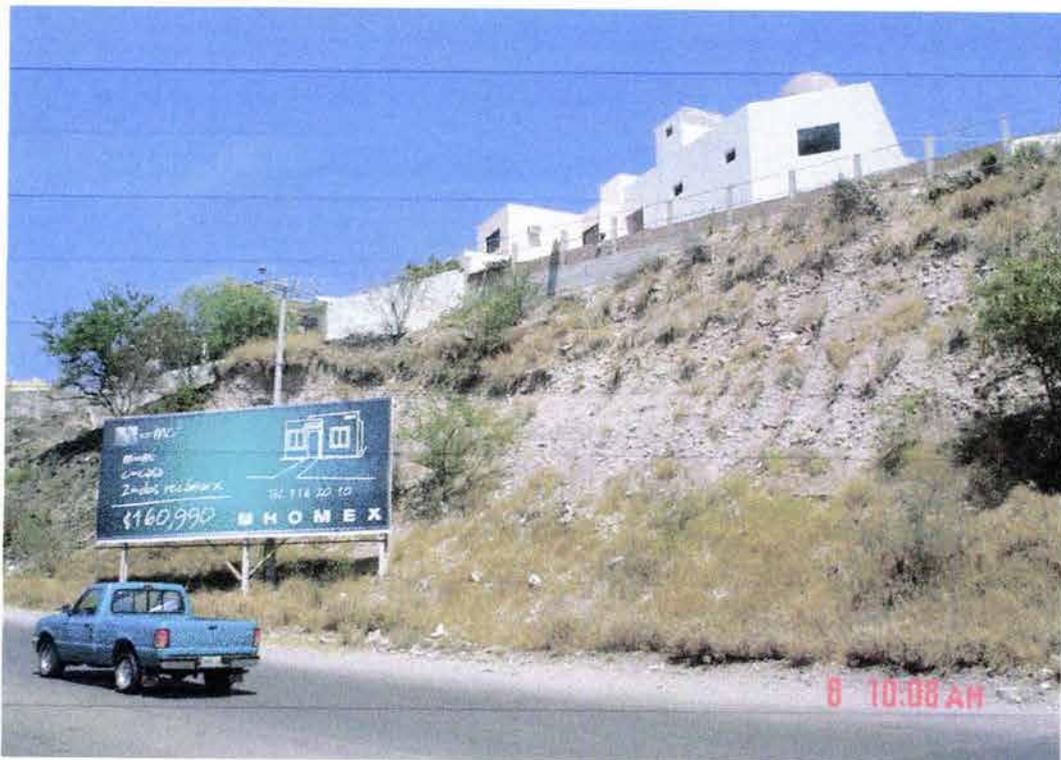


Foto No. 1.8. Vista de los diferentes estratos en la Zona II



Foto No. 1.9. Vista panorámica de la Zona III



Foto No. 1.10. Vista panorámica de la Zona III