

29
1
72



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
DE CIMENTACIONES**

T E S I S
Que para obtener el Título de:
I N G E N I E R O C I V I L
P r e s e n t a
J O S E F R A N C I S C O C R U Z T A P I A

FALLA DE ORIGEN



MEXICO, D. F.

1989



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 está 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.

I N D I C E

I	INTRODUCCION	9
II	CLASIFICACION	10
	Superficiales	11
	Intermedias	11
	Profundas	11
	Alternativas de selección	12
III	DESCRIPCION DE LAS CIMENTACIONES	16
	Zapatas	17
	Losas	23
	Cajones	25
	Pilotes	27
	Pilas	33
	Cilindros	35
IV	PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	38
	Tipos de excavación	39
	A cielo abierto	40
	Ademe de madera	41
	Ademe metálico y de macera	44
	Tablaestacas	46
	Muro milán	46
	Sistemas de bombeo	49
	Drenado por gravedad	50
	Bombeo directo	53
	Pozos punta	55
	Pozos profundos	56
	Métodos constructivos	56
	Zapatas	56
	Losas	61
	Cajones	61
	Pilotes	62
	Pilas	66
	Cilindros	63
V	AUDIOVISUAL (textol)	83
VI	CONCLUSIONES	90
	BIBLIOGRAFIA	96

CAPITULO I

INTROBUCCION

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

El propósito del presente trabajo es el de proporcionar al lector un panorama general de las cimentaciones, en lo concerniente a su clasificación, alternativas de selección y procesos constructivos. Tratando sobre la clasificación de este tipo de construcción se llega a la conclusión de que no existe una frontera bien definida para delimitar a cada una de ellas.

Asimismo se alude a un procedimiento para determinar el tipo de cimentación adecuado a nuestros requerimientos estructurales y congruente con el sistema constructivo seleccionado, sin perder de vista el aspecto económico ni de meritarse el aspecto estructural de resistencia y seguridad.

Se incluye su definición lo mismo que se clasificación en: superficiales, intermedias y profundas, describiéndose, en forma general, la mecánica de transmisión de los esfuerzos al terreno natural o estrato resistente inmediato, al mismo tiempo se citan algunos antecedentes acerca de cada tipo de cimentación tratada.

En lo relativo a sistemas constructivos se hace mención de los diferentes métodos de excavación, sistemas de contención y de bombeo. En la parte referente al procedimiento constructivo se citan algunos requisitos de seguridad y servicio para las estructuras del "Reglamento de Construcciones" del Departamento del Distrito Federal.

CAPITULO II

CLASIFICACION

CLASIFICACION

Por lo general, ninguna de las clasificaciones que se conocen tienen una frontera bien definida, pasando por alto este hecho, se tratará de clasificarlas como sigue:

Superficiales

Si la cimentación se realiza a ras del suelo se denomina cimentación superficial; pero en la realidad ninguna cimentación se construye en estas condiciones ya que para efectos de anclaje y para poder ajustar los accesos al nivel de las banquetas es necesario realizar una excavación. No existe un criterio único para lograr la delimitación de las clasificaciones por lo que se acepta, generalmente, el siguiente juicio; cuando la relación de profundidad y el ancho del cimiento es menor de 4, se considera cimentación superficial.

En este grupo podemos tener las zapatas en todas sus variedades, las losas planas, flexibles o rígidas, los cajones, los terraplenes de vías terrestres como: pistas, carreteras, aeropuertos y vías férreas.

Intermedias

En este caso pueden quedar englobadas las cimentaciones de cajón, que pueden ser: compensados, subcompensados y sobrecompensados, pero al no existir un límite bien definido un cajón podría ser superficial o profundo.

Profundas

En términos generales las cimentaciones profundas son las que se apoyan en el estrato resistente que subyace al terreno natural superficial y dentro de éstas se incluyen: pilotes, pilas y cilindros.

En realidad, analizando detenidamente las descripciones de los diferentes tipos de cimentación se concluye que no existe una frontera real entre las superficiales y las intermedias o entre las intermedias y las profundas ya que los cajones, en algunos casos, quedarán dentro de las superficiales y en otros como profundas.

Existen también cimentaciones

Combinadas

Para una misma estructura, en algunas ocasiones, es necesaria la utilización de dos tipos de cimentación, de esta forma se tiene el caso de pilotes para los cuales es necesaria la construcción de una losa para el aseguramiento de las cabezas de los pilotes y se eviten los efectos derivados de la no verticalidad de los mismos. En otros casos será necesaria la construcción de un cajón que permita las maniobras pertinentes para la revisión de nivel de los pilotes de control, o por el hecho de que el proyecto contemple áreas para estacionamientos o de seguridad, con ventilación forzada.

Selección de la cimentación más adecuada.

La selección de la cimentación más adecuada, para una determinada estructura, depende de varios factores como: la magnitud de las cargas a soportar, las condiciones del subsuelo así como el costo de la estructura, estas limitaciones son los principales factores a considerar ya que por encontrarse interrelacionados en forma común se pueden obtener varias soluciones aceptables y queda a juicio del ingeniero responsable el seleccionar el tipo más adecuado de acuerdo a la experiencia profesional del mismo.

Dada la enorme variedad de suelos no es posible contar con un método científico para la elección del tipo más

adecuado de cimentación.

Cuando se da inicio a los trabajos preliminares para seleccionar una cimentación, en forma automática, se descartan las cimentaciones menos adecuadas y se concentra la atención en las que según la experiencia son más prometedoras. De acuerdo con este criterio la selección se reduce a unas cuantas alternativas, que se adaptan a las condiciones del suelo, en función del proceso constructivo, incluyendo las limitaciones producidas por el terreno así como la existencia de estructuras que pudieran interferir, de alguna forma, con el proyecto, por ejemplo: se elige una estructura con características determinadas: una cimentación de cajón con excavación a cielo abierto, pero el terreno es clásico de la ciudad de México y se tienen construcciones aledañas con cimientos menos profundos, el resultado es que se tendrán hundimientos en las estructuras vecinas además de bufamientos en el fondo de la excavación lo que posteriormente generará, en primer lugar, reclamos de indemnización de las construcciones vecinas, y, en la estructura asentamientos muy evidentes a corto plazo, por lo que el sistema constructivo original se debe complementar con ademe de tablaestacas o, si es posible, de vigueta "I", con compuertas de tablón. Una forma lógica de tomar la decisión de cual es la cimentación más adecuada pudiera ser la siguiente:

- 1). Tener perfectamente definida la naturaleza y magnitud de las fuerzas transmitidas a la cimentación además de realizar una comparación directa entre la carga de contacto y la carga soporte del suelo. Este requisito es de primordial importancia ya que es determinante, directamente, en el costo de la cimentación.

Cada unidad de cimentación debe soportar la carga máxima que le transmitirá la estructura más un factor de seguridad, aún cuando ésta sólo se presente unos

instantes, ya que si la cimentación no lograra soportar esta sollicitación, la estructura, en general, sufrirá daños irreparables. Recordemos que del tamaño del factor de seguridad depende el daño que se presente a la estructura, además de que factores muy grandes incrementan el costo de la cimentación, aunque, por otro lado, disminuyen los perjuicios señalados.

Factores de seguridad muy reducidos, aunque reducen el costo de la cimentación, pueden llevar a la falla de la estructura, por lo que los factores intermedios nos producirán asentamientos ligeros, que en algunos casos requieren menor inversión para reparar las posibles fallas en la estructura.

En los reglamentos de construcción se especifican los factores de seguridad más adecuados, tanto en el diseño estructural como en el diseño de la cimentación, en este punto entra en juego el criterio y la experiencia profesional del ingeniero, ya que además de cumplir con los reglamentos se debe revisar que la estructura sea segura.

- 2). Determinar las condiciones del subsuelo con ayuda de los reglamentos o realizando pruebas "in situ", de acuerdo a las normas de pruebas estandarizadas de mecánica de suelos.
- 3). Tener en cuenta todos los métodos de cimentación acostumbrados en la zona y descartar los procedimientos menos adecuados, en las condiciones prevalecientes en el área, de acuerdo a su capacidad para soportar las cargas necesarias ya que se podrían presentar asentamientos perjudiciales.
- 4). Realizar estudios detallados y aún anteproyectos de las alternativas más razonables. Para estos estudios

es necesario contar con información adicional con respecto a las cargas a soportar y las condiciones del subsuelo; generalmente deberán ser tan extensos, en función del tamaño de la cimentación, también puede ser necesario estimar, en forma más refinada, el tipo e intensidad de los asentamientos, para predecir el comportamiento de la estructura.

- 5). Realizar presupuestos estimativos de cada alternativa de cimentación y elegir la que resulte más económica, sin dejar de dar óptima seguridad a la estructura.

Se deben realizar tareas conducentes a evitar el asentamiento en estructuras colindantes a nuestra excavación:

- 1). Levantando planos de las estructuras, consignando el tipo de cimentación empleado. Consultar o estimar las cargas que transmite al suelo y establecer los máximos movimientos que puede soportar la estructura.
- 2). Evaluando las condiciones reales del terreno, correlacionándolas con los métodos de construcción.
- 3). Diseñando el sistema provisional de contención del suelo, durante el tiempo en que se ejecuta el desplante de la obra.

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LAS
CIMENTACIONES

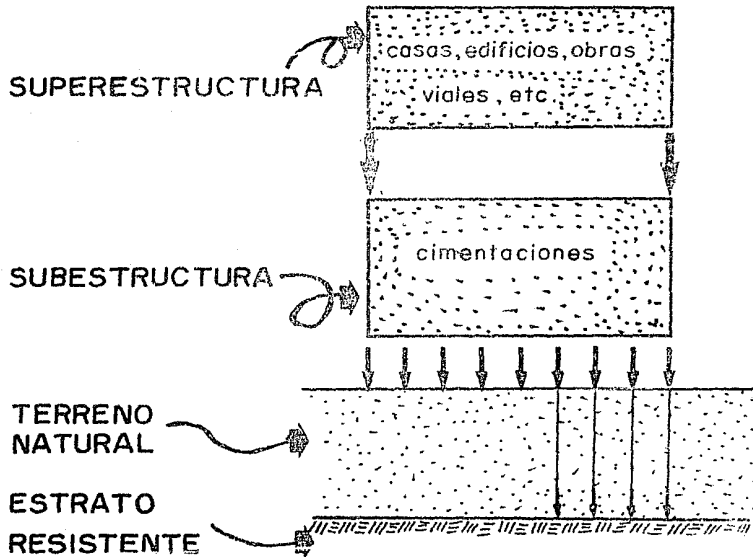
DEFINICION

Cimentación es una subestructura que recibe las cargas que le transmite la superestructura y las distribuye al terreno natural o estrato resistente inmediato.

Las cimentaciones se pueden clasificar, según el siguiente cuadro en:

		Corridas
	Zapatas	Aisladas
		Mixtas
	Superficiales	Voladizo
	Losas	Flexibles
		Rígidas
Cimentaciones		
		Subcompensados
	Intermedias	Cajones
		Compensados
		Sobrecompensados
	Profundas	Pilotes
		Pilas
		Cilindros
Superficiales		
Zapatas		

Una zapata se puede considerar como la ampliación de la base de un muro, cuyo objetivo fundamental es el de transmitir una carga al suelo, de acuerdo a las propiedades del mismo; si la zapata soporta una columna separada



de muros o elementos estructurales continuos se llama zapata aislada, si por el contrario la zapata se construye bajo un muro continuo se llama zapata corrida; otro tipo es la que soporta una columna fuera del eje principal y se le denomina zapata combinada; ahora bien si la zapata sostiene una columna separada del eje principal se nombra zapata en voladizo.

Antecedentes de las zapatas

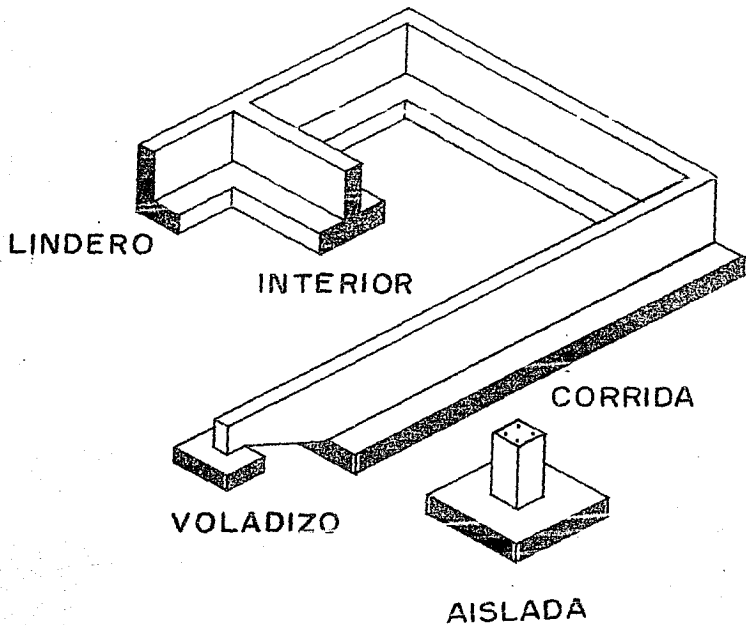
Sin lugar a dudas, las zapatas son la forma de cimentación más antigua. A mediados del siglo pasado la totalidad de las cimentaciones fueron zapatas. Se construían zapatas con piedra cortada y labrada, también se construyeron zapatas de piedra de todos tamaños, unidas con mortero y a las que se les denominó zapatas de mampostería ordinaria.

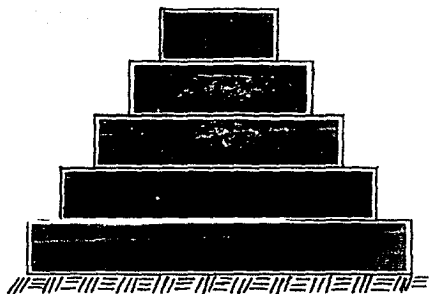
Estos tipos de cimentación fueron adecuados hasta que las edificaciones crecieron en forma vertical lo que ocasionó que las columnas transmitieran al terreno grandes cargas por lo que las zapatas debieron crecer a tal grado que requirieron de grandes áreas; asimismo el costo de la cimentación se elevó debido a la gran cantidad de material empleado y a que el volumen de excavación también resultaba excesivo además de que los sótanos perdían áreas útiles.

Uno de los primeros intentos para aumentar el área de las zapatas, sin incrementar el peso, fué construyendo emparrillados de durmientes de madera, sobre los cuales se construía el cimiento normal.

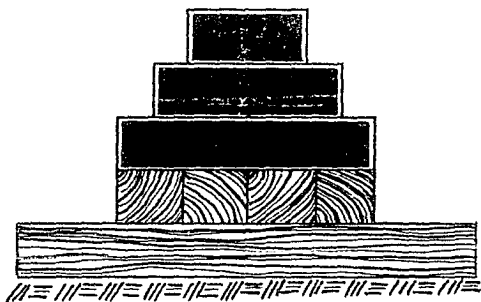
Otra opción para disminuir el volumen del cimiento y aumentar el área de contacto, fué colocar, en lugar de madera, rieles de acero ahogados en mortero, esto fué un gran adelanto excepto por la gran cantidad de acero requerido y alto precio del mismo; una mejoría se logró utili-

CLASIFICACION DE ZAPATAS

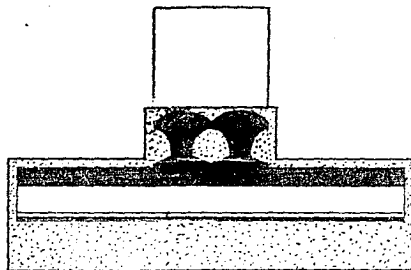




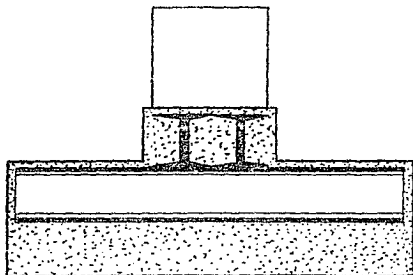
PIEDRA LABRADA



EMPARRILLADO DE MADERA



EMPARRILLADO DE RIELES



EMPARRILLADO DE VIGUETA "I"

zando la misma técnica de los rieles pero colocando en su lugar secciones laminadas de acero, la sección más utilizada fué la sección "I", dado que se puede fabricar con diferentes peraltes, a diferencia de los rieles de ferrocarril.

Con la llegada de las zapatas de concreto reforzado, aproximadamente en 1900, éstas superaron enormemente a las zapatas con emparrillado de secciones laminadas.

Losas

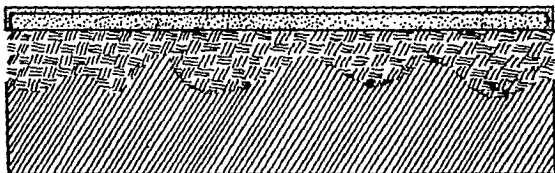
Las losas de cimentación son zapatas combinadas que cubren toda el área de construcción y en las cuales se apoyan los muros y columnas de la misma; este tipo de cimentación se emplea cuando el área de contacto de las zapatas cubre más del 50% de la superficie a construir, probablemente sea más económico colar una losa corrida.

Losas flexibles

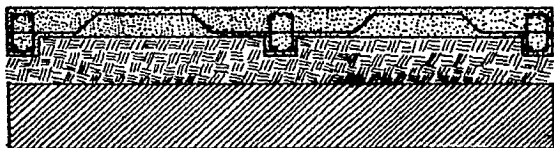
Comunmente las losas de cimentación se proyectan como losas planas de concreto reforzado sin nervaduras, en donde las cargas las soportan las columnas y los muros que se apoyan hacia abajo; si el centro de gravedad de las cargas coincide con el centroide de la losa, se considera cargada uniformemente y la carga será igual a la suma de todas las cargas dividida entre el área total. Debido a los esfuerzos producidos por los asentamientos diferenciales la losa deberá ser reforzada más de lo que ordenan los análisis. Estas losas se utilizan en zonas altamente compresibles y en estructuras pequeñas y ligeras.

Losas rígidas

Este tipo se utiliza en estructuras con amplia área de contacto y para soportar grandes cargas estructurales y se construye adicionando contraeslabos que trabajan como nerva



LOSA DE CONCRETO



LOSA RIGIDA

duras, repartiendo la carga y evitando deformaciones a la losa debidas a asentamientos diferenciales, pero se llega a un límite cuando la losa es muy grande y la carga soporte del suelo, baja, en este caso resulta más económico cambiar el sistema de losa rígida por el de cajones; en algunos casos se llegan a construir losas de cimentación en forma de arcos invertidos o cascarones, pero el costo de construcción se eleva en gran medida debido a la mano de obra necesaria, ya que el proceso constructivo es más meticuloso.

Intermedias'

Cajones

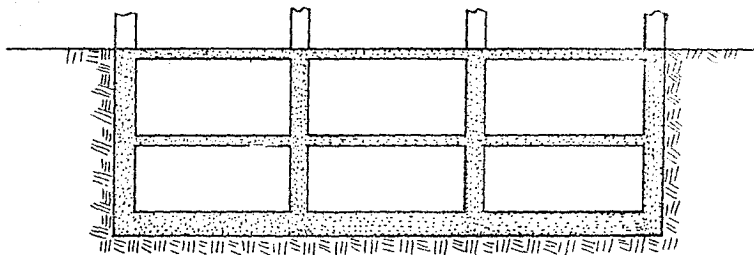
Quando la carga soporte del suelo es baja o, el peso de la estructura es grande se procede de forma tal que el peso extraído por excavación para la cimentación, compense la diferencia entre el peso de la estructura y la carga soporte del suelo, en este caso se puede optar por alguna de las siguientes combinaciones:

Cimentación subcompensada.- El peso de la estructura menos la carga soporte del terreno es igual al peso del volumen extraído.

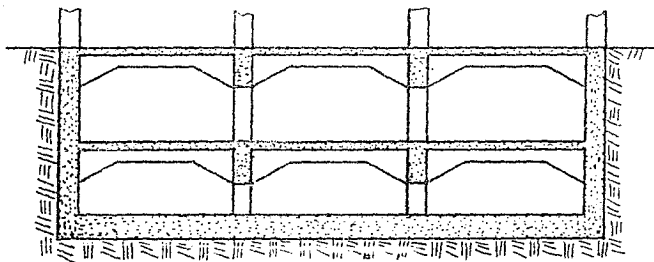
Cimentación compensada.- El peso de la estructura es igual al volumen excavado.

Cimentación sobrecompensada.- El peso de la excavación es superior al peso de la estructura.

En términos generales, la cimentación de cajón consiste en una losa rígida en la que las contratraves tienen tales dimensiones que físicamente son muros, de acuerdo con la profundidad del cajón éste puede ser de varios niveles, los que, en muchos casos, se habilitan como áreas de traba



CAJON MUROS Y LOSAS



TRABES Y COLUMNAS

jo o estacionamientos.

Para la construcción de este tipo de cimentación se deberán tener en cuenta las siguientes particularidades: si una cimentación es subcompensada los asentamientos diferenciales pueden tener fuerte influencia en la estructura, en algunos casos pueden causar el colapso. Una cimentación compensada es lo óptimo para evitar daños a la superestructura. En el caso de cimentación compensada el problema que se presenta es el del paso del suelo sumergido a saturado, ya que se presenta un incremento en las cargas netas lo que provoca asentamientos diferenciales peligrosos que pueden colapsar la estructura, todo esto causado por la extracción excesiva de aguas o por una larga temporada de sequía o por el incremento de áreas asfaltadas lo que disminuye las zonas permeables para la infiltración natural del terreno.

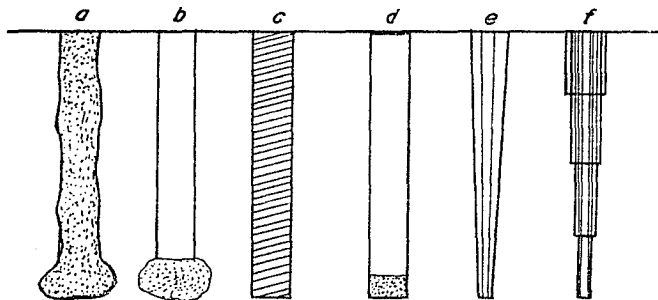
Cimentaciones sobrecompensadas, el problema que se presenta es la flotación de las estructuras lo que en algunos casos puede provocar que la estructura emerja, causando problemas no solo en el edificio, sino también en las estructuras vecinas, provocando su arrastre y consecuentemente dañándolas.

Cimentaciones profundas

Pilotes

Cuando la carga soporte del suelo, al nivel superficial en que se podría apoyar una zapata o losa es muy baja, en comparación con la carga de la estructura, además de ser un estrato compresible, se toma la decisión de apoyar la estructura en capas más resistentes, aunque estas se encuentren a mayor profundidad, esto se logra por medio de pilotes: los pilotes son elementos estructurales de sección transversal relativamente pequeña, menores de 60 centímetros de diámetro,

PILOTES



a). NO ADEMADO (Franki)

d). TUBO DE PARED DELGADA

b). ADEMADO

e). TUBO CONICO

c). CILINDRICO CORRUGADO (Cobi)

f). CONICO ESCALONADO

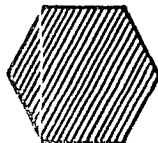
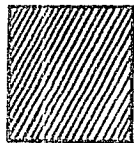
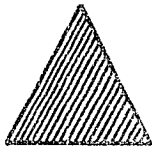
y la forma de hincarlos es por percusión, vibrador o empujados.

Se tiene comprobado históricamente, que desde el imperio romano se utilizaron pilotes de madera, algunos detalles son descritos en el año 58 D.C. por vitruvio. así mismo en el territorio mexicano los aztecas utilizaron los pilotes de madera como base de sus estructuras como el templo mayor. En estas épocas los pilotes más empleados fueron los de madera, por proporcionar cimentaciones económicas y seguras; lógicamente la longitud esta limitada por la altura de los arboles de la zona

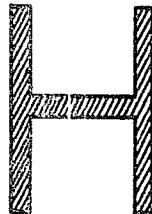
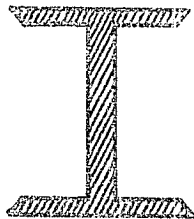
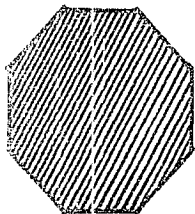
El hincado de los pilotes generalmente presenta problemas debido al pandeo que se presenta mientras más grandes son, la probabilidad de ruptura aumenta proporcionalmente, por lo que en suelos de elevada resistencia es prácticamente imposible hincarlos sin que sufran daños. En algunas regiones la carga a soportar se restringe a menos de 25 toneladas.

Teóricamente los pilotes pueden durar indefinidamente, los factores que más influyen en el deterioro de éstos es la variación del nivel freático, aun en las partes ubicadas sobre agua se puede incrementar su duración tratandolos con creosota, lo que en algunos casos incrementa la vida de la madera a cuarenta años.

Cuando los pilotes quedan expuestos a aguas saladas abiertas, pueden ser atacados por organismos por lo que debiera evitarse la colocación de pilotes de madera en estas zonas y colocarlos sólo si se tiene la certeza de que no existan organismos que la ataquen ya que la vida de la misma puede reducirse a sólo algunos meses. Existen además otros tipos de pilotes que se integran con dos tipos de materiales como madera-concreto, la madera se coloca bajo el nivel freático para asegurar que la madera quede siempre saturada, y así evitar el tratamiento, disminuyendo los costos, y colocando concreto sobre la cabeza de madera, este sistema se ha abandonado en la práctica por el problema de no contar con una forma segura



SECCIONES COMUNES



que garantice la unión.

En la práctica, y en forma general, en la ciudad de México son más usuales los pilotes de concreto reforzado en toda variedad de tamaños y largos, así mismo las secciones transversales pueden ser, Triangulares, Circulares, Cuadradas Hexagonales, ochavadas o en sección metálica, hueca o sólida circular, I o H, la forma de transmitir los esfuerzos al terreno natural, puede ser de las siguientes formas:

Pilotes de punta.

Son elementos estructurales que se apoyan en un estrato resistente, y generalmente se incrustan un poco en el estrato resistente por lo que transmiten directamente la carga estructural por punta.

Pilotes por fricción

Cuando el estrato resistente se localiza demasiado profundo o el estrato no cuenta con el espesor adecuado para soportar la carga transmitida por la estructura y se cuenta con un estrato limo arcilloso se puede utilizar la fuerza de adherencia que se genera en todo el cuerpo del pilote.

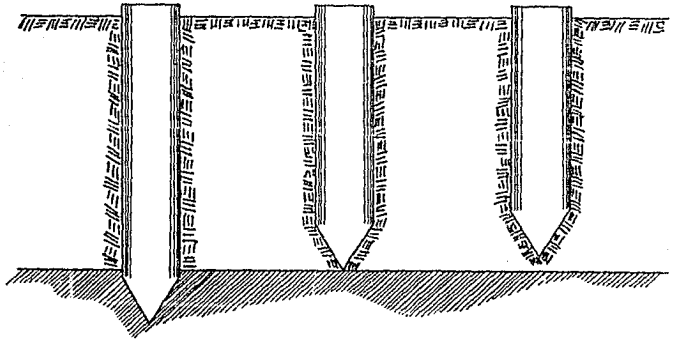
Pilotes electrometálicos

Estos pilotes son piezas metálicas en las cuales, después de hincados se aplica una carga eléctrica para recuperar en un tiempo corto las características de adherencia del terreno natural, es un pilote que trabaja por fricción de diámetro pequeño, pero da una capacidad de carga grande.

Pilotes mixtos

Este tipo de pilotes es usado cuando el estrato resistente es delgado pero el estrato superficial tiene características friccionantes, por lo que resulta económico comparado con el costo de apoyarse en un estrato resistente más profundo con las características apropiadas para soportar las cargas.

PILOTES



PUNTA MIXTAS FRICCION

Pilotes de control

Este es un sistema especial de pilotes, desarroyado en México por Ingenieros Nacionales el pilote utilizado es comun, pero la cabeza del pilote atravieza la losa de cimentación y se apoya en un puente el cual esta dotado de probetas de madera o hidráulicas en las cuales es posible observar en que sentido se incrementan los esfuerzos por lo que manipulando el sistema se realiza una redistribución de las cargas con lo cual se evita que la estructura emerja o el asentamiento diferencial evitando que se incline, el trabajo de este tipo de pilotes generalmente es por punta.

Pilotes combinados

Estrictamente hablando, todos los pilotes trabajan por fricción sólo que si se clasifican como pilotes de punta es por despreciar la pequeña contribución de las fuerzas de fricción, así mismo se pueden combinar los pilotes con los cajones, en algunos casos se utilizan pilotes entre lazados los cuales una parte se incrusta en el estrato resistente y no toca la estructura, la otra parte trabaja por fricción y es la que físicamente soporta la estructura lograndose un confinamiento que incrementa la adherencia de los pilotes.

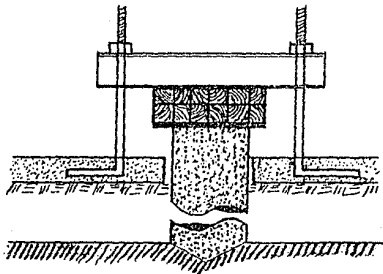
Pilotes por secciones

Este tipo de pilotes se compone de pequeñas secciones de concreto reforzado que se hincan mediante presión de gatos hidráulicos y se liga unos a otros por medio de machimbrado, y colocando armado longitudinal en el hueco interior de las secciones y finalmente se cuele o rellena con concreto reforzado este tipo de pilotes es ideal para recimentaciones que se tengan que realizar en áreas de difícil acceso y pequeñas.

Pilas

Las pilas son elementos estructurales de diametro mayor a 50 centímetros y de sección sólida de concreto reforzado, con el extremo inferior angosto o acampanado, la pila en ingeniería

PILOTES DE CONTROL



la pila tiene dos usos: soportar y transmitir las cargas de la estructura y formar parte de la superestructura por lo que se le define de la siguiente manera:

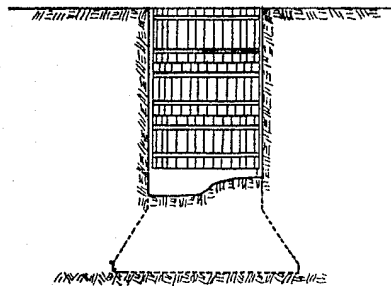
La parte que se encuentra bajo el terreno se denomina pila de cimentación, esta parte es similar a una zapata la única diferencia es la profundidad de desplante y distribuye la carga en un terreno más favorable, la parte que sale del terreno se denomina cuerpo de la pila que puede estar apoyada sobre pilotes o en varias pilas, consecuentemente existen dos tipos de pilas, la que se levanta a mitad del claro y la que queda en contacto con el terreno natural y además soporta el empuje del mismo, esta segunda opción se llama estribo. En realidad no existe una diferencia entre pilote o pila esep to su diámetro y su capacidad de carga por unidad, por ejemplo los pilotes de gran diámetro que se hincan limpian con chorro de aire y se rellenan de concreto, se puede considerar una pila con forro o ademe metálico.

Cilindros

Otro sistema de cimentación es utilizando cilindros huecos de gran diámetro, lógicamente la más simple es la cilíndrica, hasta una serie de cajones que formando celdas integran una cimentación de grandes dimensiones, este tipo es generalmente utilizado para apoyar estructuras bajo tirante hidráulico, en ríos, lagos e incluso el mar.

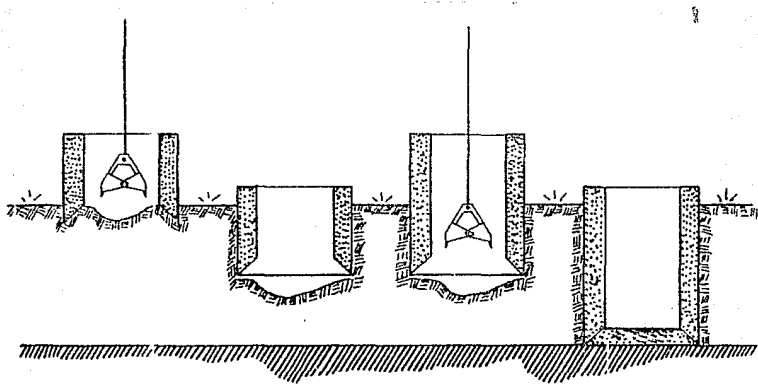
Cuando el cilindro se desplanta en terreno firme el sistema es el llamado pozo indio, para el desplantado bajo tirante de agua se puede utilizar el sistema llamado Isla Artificial de Arena, o el cajón flotante. este sistema lo mismo que las pilas y los pilotes se apoyan en un estrato resistente profundo.

PILAS



FORRO DE MADERA

HINCADO DE CILINDROS



POZO INDI

CAPITULO IV

PROCEDIMIENTOS
CONSTRUCTIVOS

Procesos constructivos.

Los métodos que se requieren para la construcción de cimentaciones se dividen, en general en: excavaciones superficiales, intermedias y profundas.

Excavaciones superficiales:

Son aquellas en las que únicamente se remueve la capa orgánica del terreno natural y sólo se realiza un corte en el estrato resistente, para nivelación, o el necesario anclaje de algunas estructuras, de acuerdo con el proyecto arquitectónico. Son excavaciones a cielo abierto sin la complicación de flujo de agua procedente del nivel freático, o la contención de terrenos vecinos que representen un peligro, tanto para las construcciones vecinas como para la seguridad del equipo humano que labore en ellas.

Excavaciones intermedias:

Son las que requieren de cortes en talud; si las condiciones del terreno lo permiten y el costo del volumen removido no es significativo y además no existen construcciones vecinas que pudieran ser perjudicadas por este proceso y considerando el alto costo del terreno se debe aprovechar hasta el lindero el área disponible, en cuyo caso es necesario hacer uso de los siguientes sistemas: ademe de madera, ademe metálico y de madera, tablaestacas y muros de contención. En este tipo de excavaciones se deberá tener cuidado con el flujo de agua freática ya que puede producir bufamientos o fallas de piso en la excavación, por flujo plástico o falla del ademe por socavación de los taludes.

Excavación profunda:

Se denomina a la que es necesario prestar especial atención a todo tipo de inconvenientes presentes en las excavaciones intermedias, además de tomar muy en cuenta los empujes del terreno natural para lo cual se utiliza el método de viqueta hincada, con compuertas de tablón, éstas deben ser hincadas lo suficiente para evitar el pateo de la punta, lo mis-

mo que ser cuidadoso en el descenso de las compuertas a fin de evitar el flujo del talud y consecuentemente la falla del ademe.

En el caso del empleo de tablaestacas éstas deberán narse bajo la rasante de fondo para evitar el pateo así como troquelarse adecuadamente para prevenir el pateo o falla de fondo del terreno natural, para estos casos también se puede utilizar el sistema de muro millón, sistema que se detallará en su oportunidad.

En los últimos años el equipo para excavaciones ha tenido una gran evolución y las técnicas difieren en función del equipo elegido, en este caso únicamente nos referiremos al proceso general de una excavación, ya que incluso los sistemas tanto de ademado como de bombeo se deben ir adaptando a las condiciones cambiantes de la excavación causadas por la no homogeneidad del terreno natural por lo que en alguna zona el sistema constructivo original deberá ser modificado y en otros se deberá adaptar en forma tal que el resultado sea lo más apegado a los propósitos de la obra.

Tipos de excavación

Excavación en talud:

Este es un tipo de excavación a ciclo abierto para la cual es condición necesaria, para su correcta realización, que, en el lindero en el lindero del terreno exista suficiente espacio para contener los taludes de la excavación, además que no existan construcciones cercanas que pudieran resultar afectadas por la profundidad de nuestra excavación, este método es conveniente para excavaciones poco profundas, ya que con mayor profundidad aumenta el volumen de la excavación también aumenta, por supuesto esto influye en el costo de la obra por lo que se puede realizar un estudio económico para el costo por incremento del volumen excavado contra un sistema de ademe, una forma de disminuir los costos si la utilización de ademe resultara excesivo es realizando la excavación por

partes que consiste en la excavación de una zona y desplatar la estructura y apoyar el terreno natural contra nuestra estructura, de esta manera se reduce también la posibilidad de hundimientos por sobre exposición del terreno de fondo, dependiendo de la profundidad la excavación también se puede realizar por capas, con maquinaria en piso o en un nivel superior, pero todo esto está en función del equipo empleado.

Excavaciones ademadas.

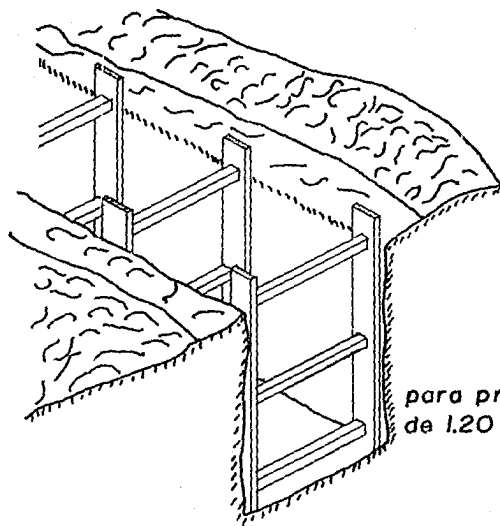
En este sistema constructivo es aplicable cuando es necesario, tener todo el fondo de excavación libre, para el desplante de la estructura por lo que se procede de la siguiente manera:

Dependiendo de la profundidad de la excavación y la resistencia del terreno natural y a las condiciones del nivel freático, se puede elegir un ademe ligero, mediano o resistente, contándose con los siguientes sistemas de ademe: madera, metalico-madera, adememetalico también conocido como tabla e₂ tacas, muros de contención como muro milán.

Ademe de madera

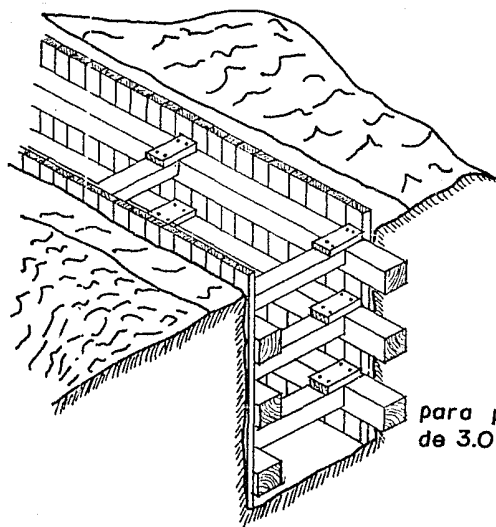
Este ademe es generalmente utilizado en cepas y depende de la profundidad, resistencia del terreno natural, para este sistema es necesario que el terreno resista un tiempo suficiente antes de la colocación del ademe, las filtraciones del nivel freático deben ser pequeñas o nulas, y dependiendo de todas las condiciones mencionadas el ademe puede ser, ligero, mediano o resistente así mismo los niveles de troqueles como la robustez de los mismos depende de la profundidad del terreno los ademés en este caso son utilizados como sistemas de seguridad para protección de áreas de trabajo.

Los tablonés, se colocan en forma vertical, las vigas se colocan en forma horizontal a lo largo del talud (se conocen como madrinas), y perpendicularmente a estas se colocan los troqueles que generalmente son polines en ademés ligeros y vigas en ademés medianos o pesados, este sistema de troqueles



para profundidad
de 1.20 a 3.00 m.

ADEME DE MADERA



para profundidad
de 3.00 a 9.00m

ADEME DE MADERA

esta en funcion de los claros minimos para el paso de personal, equipo y materiales asimismo es importante que los troqueles no interfirieran con el área de desplante.

Ademe metálico y madera

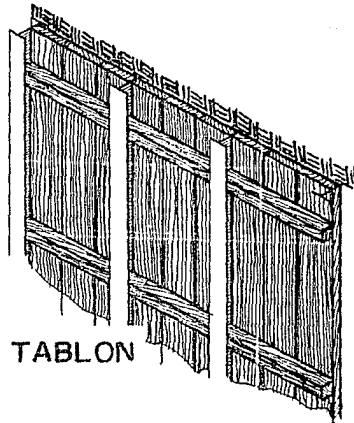
Cuando la excavación es demasiado profunda, el tiempo de trabajo es largo, existen cargas estaticas o dinamicas cercanas, además se puede presentar flujo de agua superficial o del nivel freático, es indispensable el contemplar el uso de un sistema de ademe, que puede ser de perfiles laminados I o H y tablonés como compuerta.

proceso constructivo: se hincan en el perimetro exterior de la excavación, previamente al inicio de la misma, perfiles laminados I o H, del peralte adecuado a la profundidad de desplante y de peralte adecuado para soportar los empujes esperados de los taludes, tomando en cuenta que las puntas inferiores de las viguetas deberán quedar empotradas la longitud necesaria para evitar el pateo o falla de fondo, se inicia la excavación, la cual avanzara en talud y por capas para poder colocar los tablonés en posición vertical que se apoyan a los separadores que se colocan de patin a patin de las viguetas, cuando se llega a una profundidad prudente se procede a colocar el primer nivel de troqueles que consiste en maderas de madera y puntales para troquelar los cuales se colocan con la ayuda de gatos mecanicos se cuidara la separación de los troqueles los para que huecos libres entre ellos sean lo suficientemente grandes para permitir el paso de materiales y en algunos casos equipo pesado que de modo accidental pudiera tocar el troquel, esto representa un serio peligro para el personal de la obra, las gualdas o maderas pueden ser metalicas, así mismo los troqueles en cuyo caso se soldaran firmemente a las viguetas verticales este sistema disminuye la posibilidad de voladuras de los troqueles, el proceso de excavación es secuencial por lo se continua con la excavación, bajado de tablonés en forma de compuerta colocación de separadores y troqueles hasta llegar a la profundidad de desplante.

Este sistema una vez realizada la excavación no se puede

ADEME

COMPUERTAS DE TABLON



modificar la profundidad por lo que es necesario que la profundidad de desplante se encuentre perfectamente determinada, los tablonos subiran conforme el relleno correspondiente avance se subirán los tablonos, se retirarán los troques correspondientes, las viguetas se extraen por medio de gruas hidraulicas o dragas de arrastre.

recomendaciones para un optimo resultado de este sistema de ademe son :se debe evitar el flujo de agua superficial a la excavación por lo que se deben colocar bordos en la zona que se crea puede presentarse este problema, ya que al socavarse las paredes de la excavación se puede derrumbar el ademe, tambien se debe cuidar que los tablonos de compuerta esten en contacto con el talud, paraevitar la caida de los puntales, se debe contar con un sistema de bombeo.

Ademe metálico o tablaestacas

Este ademe es adecuado para excavaciones en las cuales se tiene problemas con el flujo de agua y existen capas arenosas que no permitan un controlar debidamente el flujo de agua, debido a que las tablaestacas son secciones metálicas machimbradas, se presenta una superficie impermeable y el control del agua es más efectivo debido a que desde el inicio de la excavación se cuenta con un deposito estanco o con minimas filtraciones, y el agua que se presenta es minima y con un sistema bueno de bombeo.

Muros de contension o muro milán

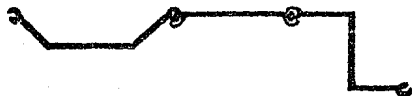
Este sistema propiamente no es un ademe ya que en los sistemas antes indicados se pueden rescatar los elementos constitutivos, en este caso el muro de contension se emplea como cimbra exterior de los elementos estructurales, es un metodo útil para la excavación en zonas muy reducidas en la cual la cercania de estructuras impide el uso de ademe.

Se realiza una excavación a lo largo del trazo y se vuelan secciones armadas en forma de escuadra llamadas brocales que sirven para la estabilización de las aristas de

TABLA ESTACAS

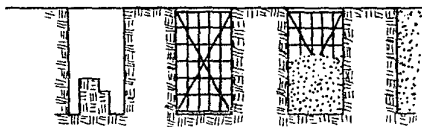


MADERA

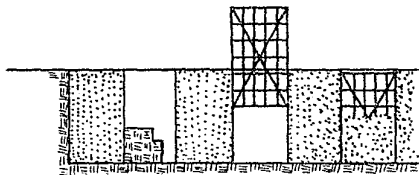


METALICAS

MURO MILAN



COLADO ALTERNADO DE MUROS



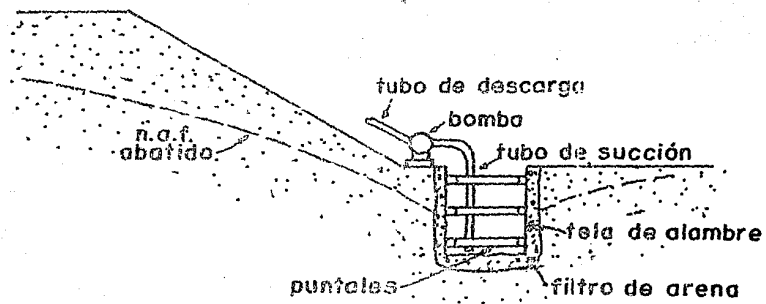
TERMINADO DEL MURO

la excavación, en seguida se llena la cepa con lodo bentonítico, se inicia la excavación para lo que se utiliza un cucharón de almeja, como avanza la excavación el volumen es compensado con bentonita la excavación se profundiza abajo de la razante de desplante para evitar el pateo del muro o falla de fondo, a continuación se coloca un armado de acero de refuerzo previamente abilitado, se coloca banda de vinil en los costados del muro, y se procede al colado, que se realiza por medio de trompas de elefante que colocan al concreto en la parte inferior y la bentonita es expulsada por flotación, esta se colecta en fosas especiales en donde se limpia para su utilización posterior esta actividad se realiza por secciones alternadas por lo que al terminar el colado de las primeras se inicia el ciclo de las segundas este es el motivo de la utilización de la banda de vinil ya que así se evitan filtraciones por la junta fría, a continuación se realiza la excavación, troquelando el muro en los niveles adecuados al sistema constructivo de la estructura.

Todo lo expresado con anterioridad esta en función de las excavaciones en general, se debe tomar en cuenta que para el éxito de una excavación es necesario tener el apoyo de un buen sistema de bombeo para evitar inundaciones o condiciones precarias para la realización de la obra, debido a que las condiciones del suelo son cambiantes, es necesario contar con los medios adecuados para enfrentar cualquier contingencia.

Sistemas de bombeo

Durante una excavación un problema de gran consideración lo constituye la presencia de agua en el subsuelo, esta esta se puede presentar por manantiales o corrientes subterráneas o el nivel freático, que por capilaridad humedece el suelo varios metros arriba de su nivel, los suelos mojados se convierten con el paso de los vehículos en lodo, lo que dificulta el funcionamiento de la maquinaria, equipo y camiones ya que se atascan.



CARCAMO EN CORTES A CIELO ABIERTO

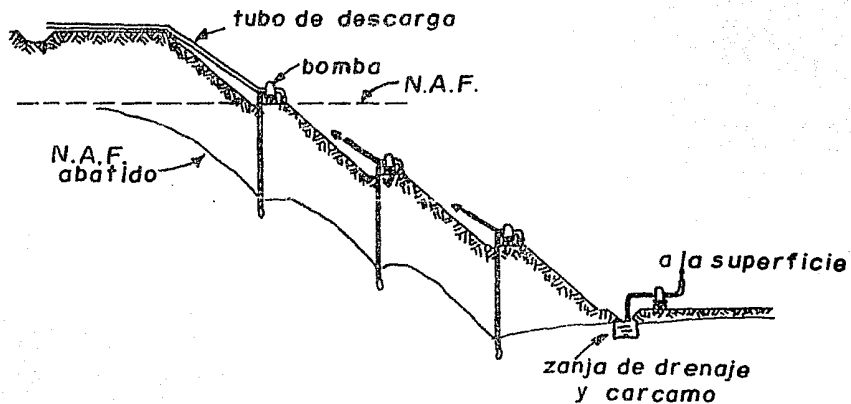
Por medio de sondeos se deben obtener datos en el lugar y, de esta manera determinar si la excavación tendrá una profundidad tal que llega a la capa saturada, estos datos se deben complementar por lo que es necesario investigar si se han realizado excavaciones con profundidades similares en la vecindad de la excavación para poder predecir la profundidad a la que se encontrará el agua.

Si es una excavación que se realizará a una profundidad determinada se localiza agua y, debido a la profundidad se decide realizar un corte desde la superficie para evitar el tránsito del equipo en un fondo lodoso se aprovechara la superficie natural que es un terreno seco y firme para el tránsito de los vehículos y así evitar el fondo lodoso que requeriría de ayudas muy costosas y pérdida de tiempo; todo esto es posible si se puede ver el fondo con la cantidad de agua existente, de otra manera será necesaria el empleo de sistemas de bombeo para poder afinar el fondo.

Drenaje por gravedad.

El retiro de agua de una excavación se puede realizar de dos formas: drenando o bombeando, el drenado se puede efectuar si la rasante hidráulica del drenaje municipal es inferior a la profundidad de la excavación.

Se realiza una cepa y se coloca tubo con su respectiva junta conectado al drenaje municipal con un tubo vertical que se colocará en el lindero de nuestra excavación, el tubo vertical será cubierto con grava y arena que servirán como filtro, a continuación se excavarán cepas perimetrales que se mantendrán con adecuada pendiente para drenar al tubo vertical, asimismo la rasante hidráulica será inferior a la profundidad de la excavación para mantener seca la excavación; no es conveniente excavar cepas en el centro de el terreno ya que esto nos obliga a la utilización de tarimas para el paso del equipo, las tarimas son muy pesadas y caras tanto en el costo como en el manteni-



NIVELES DE POZOS PUNTA

miento y puede provocarse un accidente su utilización.

Se debe tener en cuenta que una alcantarilla pluvial puede aportar agua a la excavación que de otra manera se mantendría seca.

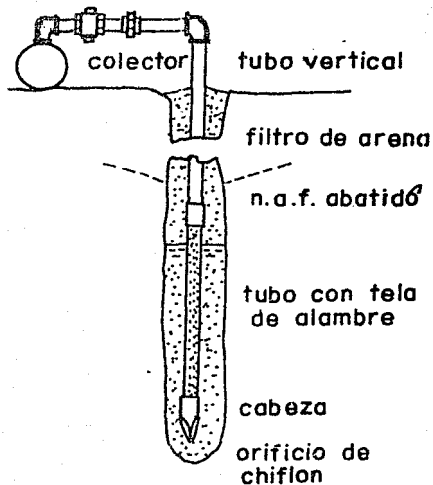
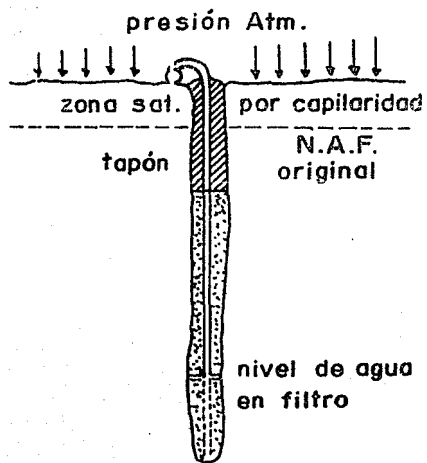
Bombeo directo

La excavación se puede realizar sin el drenaje previo del área de trabajo y adaptar el bombeo durante la excavación de acuerdo al volumen y en la cantidad que aparezca, si el agua cuenta con una fuerte carga de sólidos es necesario la utilización de bombas de diafragma, de no ser este el caso y además el gasto es grande se indica el uso de bombas centrifugas autocebantes, las bombas se deben colocar lo más cerca del espejo de agua ya que esto influye en su eficiencia por ser más eficientes empujando que succionando, se debe evitar la succión de aire, esto puede pasar por la formación de vortices en la superficie de agua en el carcamo o por la presencia de perforaciones en la manguera de succión, la primera se evita colocando una madera grande flotando en el carcamo, y la segunda requiere de el cambio de la manguera de succión, esto se puede en caso de urgencia colocando lodo en el lugar que se encuentre la perforación y dejarlo que seque, esta medida es provisional y en cuanto sea posible se reemplazará la manguera, ya que esto disminuye la eficiencia de los equipos.

El bombeo se puede mantener constante durante 24 horas o ser iniciado un poco antes de iniciar la jornada de trabajo en ambos casos es adecuado colocar las bombas en lugar seguro o sobre balsas o flotadores para proteger el equipo contra inundaciones, el resto del equipo se debe retirar a lugar seguro al interrumpir la jornada de trabajo.

Descenso estacional

El nivel de agua subterránea sufre un abatimiento de acuerdo al ritmo de las estaciones, o por el paso de una época de estiaje muy prolongado, estos datos se podrían emplear para pre-estimar el equipo necesario en una excavación



Protección de la toma

La pichancha de succión debiera equiparse con una malla que impida la entrada de cualquier objeto que obstruya el tubo y dañe la bomba, si el agua contiene hojas o material fibroso obstruirán la malla por lo que esta debe quedar lo suficientemente retirada de la entrada para que la succión no sea tan fuerte para detenerlas.

Otro problema es el que la toma y la malla se hundan parcialmente obstruyendo la entrada, por lo que se si se coloca una caja de madera se evitará este inconveniente y facilitará a la bomba succionar los deslaves.

Una bomba funciona mejor si se mantiene un tirante de 30 cm., sobre la toma, por lo que es conveniente excavar un cárcamo con la profundidad suficiente para mantener seco el fondo de la excavación.

Pozos de punta

Una bomba con pozos de punta es una bomba centrífuga con accesorios parecidos a la bomba común y a menudo es empleada junto con una bomba auxiliar evacuadora que puede trabajar eficientemente a pesar del alto contenido de aire en las líneas de succión. Los pozos de punta son tubos finamente perforados que se introducen al terreno mediante chorros de agua, hincado o introducido en perforaciones realizadas ex profeso y que se sujetan a una tubería ordinaria que llega a la superficie y se conecta a una red de tubería que llega a una bomba que da servicio a varios pozos de este tipo.

Al mantenerse funcionando la bomba el agua subterránea es succionada por los agujeros arrastrando las partículas más finas dejando las gruesas con lo que se forma un filtro de arena de área mayor lo que mejora la eficiencia del pozo; cada pozo de punta removerá el agua subterránea

de un cono de depresión a su alrededor cuyo declive depende de la porosidad del suelo; si los pozos de punta se colocan sobre una línea de manera que los conos se traslapen se desague una franja continua de suelo, en esta franja se puede excavar una zanja sin encontrar agua, también se puede colocar sobre una área en forma de cuadrícula pudiéndose excavar un sótano; en excavaciones profundas se debe escalar la colocación de los pozos de punta, esto se realiza conforme avanza la excavación manteniendo seca la misma.

Bombas de pozo profundo

Un área de excavación puede drenarse previamente a la realización de esta, mediante la utilización de pozos revestidos con madera o tubos metálicos y bombeando desde estos con pequeñas bombas de motor eléctrico también conocidas como bombas sumergibles por supuesto que la perforación del pozo y el revestimiento es costoso, las bombas de pozo profundo del tipo de pistón o de chorro para suministro de agua potable pueden utilizarse si se coloca un buen filtro de arena.

Sistemas Constructivos de Cimentaciones

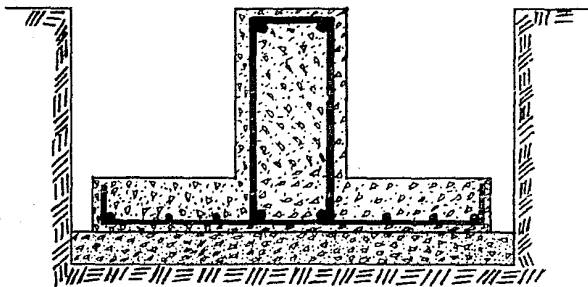
Zapatas

Las zapatas se desplantan a una profundidad, adecuada en donde el suelo tenga la capacidad de carga necesaria a las cargas por soportar, en general la excavación para el desplante de zapatas debe mantenerse seca, para poder colocar el acero de refuerzo o para construir la mampostería, los métodos para determinar la presión admisible del suelo se estudian en las materias de geotécnica, por lo que sólo nos referiremos al sistema general de construcción.

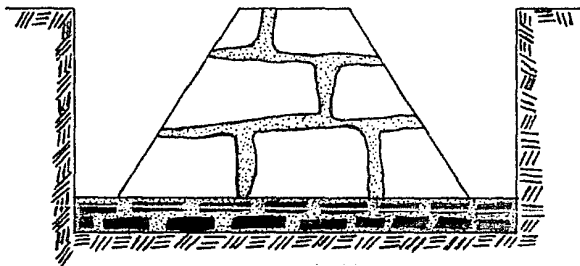
Recomendaciones del reglamento del Departamento del Distrito Federal para ser tomadas durante el proceso constructivo.

Zapatas de Mampostería

La mampostería debe desplantarse sobre una plantilla



CONCRETO REFORZADO



PIEDRA BRAZA

de mortero o de concreto que permita obtener una superficie plana, en las primeras hiladas se colocarán las piedras de mayor tamaño, así mismo las mejores caras se aprovecharán para los paramentos, cuando las piedras sean de origen sedimentario se colocarán de manera que los lechos queden normales a la dirección de las compresiones, las piedras deben humedecerse antes de colocarlas y se acomodarán de la mejor manera para llenar lo mejor posible el hueco formado por las otras piedras. los vacíos se llenarán completamente con piedra chica y mortero. deberán utilizarse piedras a tizón que ocuparán al menos una quinta parte del área de paramento y estarán distribuidas en forma regular, se respetarán además, los requisitos de 5.2.5 que sean aplicables.

En cimientos de piedra brasa la pendiente de las caras inclinadas, medidas desde la arista de la dala o muro, no sea menor de 1.5:1, en cimientos de forma trapecial con un talud vertical y el otro inclinado, tales como cimientos de lindero deberá verificarse la estabilidad del cimiento a torsión, de no efectuarse esta verificación, deberán existir cimientos perpendiculares a ellos a separaciones no mayores de las que señala la siguiente tabla .

presión de contacto con el terreno p Ton/m ² .	Claro máximo en m.	
	caso 1	caso 2
p menor 2.0	5.0	10.0
2.0 menor de p menor 2.5	4.5	5.0
2.5 menor de p menor 3.0	4.0	7.5
3.0 menor de p menor 4.0	3.0	6.0
4.0 menor de p menor 5.0	2.5	4.5

En todo cimiento deberán colocarse dalas de concreto reforzado; tanto en los cimientos sujetos a momento de volteo, como sobre la perpendicular a ellos, los castillos deben empotrarse en los cimientos no menos de 40 centímetros.

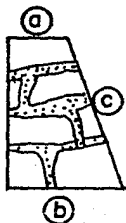
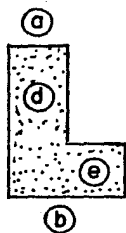
Zapatas de concreto reforzado

Generalmente estas zapatas se desplantan sobre un firme de concreto o mampostería que presenta una superficie

plana, el recubrimiento, si existe plantilla será de 3 cm., en caso de que no sea colocada plantilla y sea desplantado sobre el terreno natural el recubrimiento será de 5 cm., estos recubrimientos se incrementarán si la zapata queda expuesta a terreno, particularmente, corrosivo. El tamaño nominal del agregado máximo a utilizar será de $1/5$ de la mínima distancia horizontal de la cimbra o un tercio del espesor de la losa, estos requisitos pueden omitirse cuando las condiciones del concreto fresco y los procedimientos de compactación, que se apliquen permitan la colocación del concreto sin dejar huecos. La separación libre entre barras paralelas no será menor que el diámetro nominal de la barra ni que 1.5 veces el tamaño máximo del agregado. El espesor mínimo del borde de una zapata no será menor de 10 cm. Si la zapata apoya sobre los pilotes este espesor será de 30 cm., y se observarán las disposiciones con respecto al radio en los dobleces así como a la longitud de los traslapes, también son aplicables todas las disposiciones con respecto al manejo del acero.

La cimbra se construye de manera que resista las acciones a que pueda estar sujeta durante la construcción, incluyendo las fuerzas causadas por la compactación y vibrado del concreto, debe ser lo suficientemente rígida para evitar movimientos y deformaciones excesivas, inmediatamente antes del colado deben limpiarse los moldes cuidadosamente, si es necesario se dejarán registros en la cimbra para facilitar su limpieza, la cimbra de madera o algún material absorbente deberá estar mojada durante un periodo de 2 horas, antes del colado, es necesario recubrir los moldes con algún lubricante para protegerlos y facilitar el descimbrado, todos los elementos deben permanecer cimbrados por el tiempo necesario para que el concreto alcance la resistencia mínima para soportar el peso propio y otras cargas que actúan durante la construcción, lógicamente el concreto debe tener un proporcionamiento adecuado para obtener la calidad solicitada en el proyecto, el revenimiento será el mínimo requerido para que el concreto se acomode en barras

LINDERO

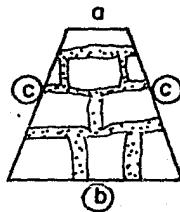
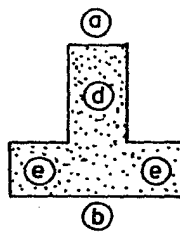


CONCRETO

- a.) Corona
- b.) Base
- c.) Escarpio
- d.) Alma
- e.) Patín

MAMPOSTERIA

INTERMEDIAS



de refuerzo o para ser bombeado, así mismo para lograr un aspecto satisfactorio .

Para zapatas de concreto reforzado la sección más utilizada es la "L" para cimientos de lindero y "T" invertida para cimientos intermedios.

Losas

Las losa de cimentación son estructuras que se desplantan sobre una terracería de materiales graduados y controlados, estos materiales pueden ser tepetate o mezclas de grava con tepetate (arcilla, grava controlada) que se compacta con equipo mecanico generalmente al 90% proctor, todo esto proporciona una base lo suficientemente solida para el apoyo de la losa, en seguida se coloca la plantilla o en caso de no ser necesaria se procede como lo mencionamos para las zapatas de concreto reforzado, se debe respetar la posición de los lechos de armado, tomando en consideración que generalmente una losa de cimentación trabaja en forma opuesta que una losa tapa o de techo.

Losas rígidas.

Se desplantan en la misma forma que las losas flexibles realizando las excavaciones necesarias para alojar las contratrabes que funcionan como nervaduras, en caso de que éstas esten proyectadas bajo el lecho de la losa; las nervaduras podrán ser coladas hacia arriba, en caso de que así lo especifique el proyecto, igual que cualquier elemento estructural de concreto reforzado. Este tipo de estructuras requiere del cumplimiento de las restricciones de recubrimiento, traslape, dobleces y tamaños máximos de agregado, así como de los cuidados especificados para la construcción de la cimbra y el mínimo tiempo de descimbra.

Cimentaciones compensadas

Cajones

Este tipo de cimentaciones generalmente se construyen

de concreto reforzado, la excavación puede ser superficial o profunda, de acuerdo con el proyecto, así que se deben considerar todas las restricciones para tal efecto dictadas, por ejemplo: durante la excavación se deberá elegir la maquinaria adecuada a la profundidad de la excavación, adoptar el sistema de bombeo más adecuado, de acuerdo con los requerimientos de la obra, considerar un sistema de ademe para evitar derrumbes dentro de la zona de trabajo, revisar las restricciones para las estructuras de concreto y cumplir estrictamente con las restricciones para las estructuras de concreto y cumplir estrictamente con las recomendaciones del "Reglamento de Construcciones" del Departamento del Distrito Federal. Todas las condiciones citadas se encuentran consideradas en su oportunidad en el capítulo correspondiente.

Sistema constructivo para hincado de pilotes

La forma más común para la instalación de pilotes es por medio de impacto, otra menos usual es por vibración que es empleada en suelos arenosos, como playas para la construcción de muelles, una tercera forma de hincado de pilotes es empujándolos, este método, poco común se emplea en suelos lodosos o muy suaves, el empuje se realiza con una máquina hidráulica, generalmente una retroexcavadora.

Instalación de pilotes y pilas

Los procedimientos para la instalación de pilotes o pilas deben garantizar que no se provoque daño a las estructuras e instalaciones vecinas por vibración o desplazamientos verticales u horizontales del suelo, se cumplirá además con los siguientes requisitos:

- 1.) Los pilotes y sus conexiones deberán poder resistir los esfuerzos resultantes de las acciones de diseño de la cimentación.
- 2.) Se verificará la verticalidad de los tramos de pilo-

tes, y en su caso, de de las perforaciones previas, antes de proceder al hincado; la desviación de la vertical no deberá ser mayor de $3/100$ de la longitud del pilote; para pilotes con capacidad de carga, por punta, superior a 30 toneladas y de $8/100$, para los otros.

- 3). Cuando se utilicen pilas con ampliación en la base (campana), ésta deberá tener un espesor mínimo de 15 cm., en su parte exterior y una inclinación mínima de 60° con la horizontal en su frontera superior.

Pilotes prefabricados

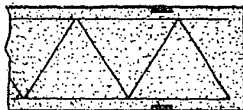
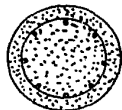
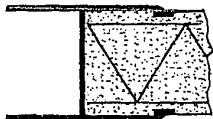
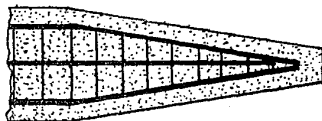
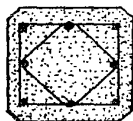
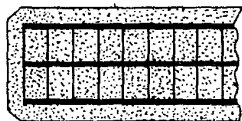
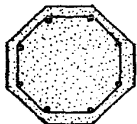
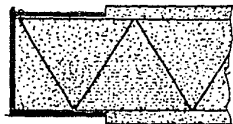
Este tipo puede funcionar por fricción o adherencia, punta y punta-fricción, dependiendo dicha función del factor económico el cual influye en la selección del tipo de sección más adecuada.

Para este tipo de pilotes el concreto, generalmente utilizado es de $f'c=200 \text{ Kg/cm}^2$, y el equipo empleado es: grúa del tipo de $3/4$ de yarda cúbica, auxiliado por un martinete de combustión interna con energía variable.

Los pilotes de punta, en términos generales, se construyen con las mismas dimensiones que los pilotes de adherencia, pero desde el punto de vista económico se utilizan aquellos de mayor área de contacto. Las secciones empleadas en pilotes de punta son: cuadradas, triangulares, circulares y hexagonales.

El equipo para instalación requiere de mayor capacidad y martinets tipo delmag d-22 y d-30, en algunos casos es necesario el uso de perforaciones previas para facilitar el hincado del pilote en el manto de apoyo para evitar el daño de la parte superior del mismo, durante la colocación.

PILOTES DE CONCRETO



Pilotes de punta y fricción.

Para este tipo de pilotes es común el empleo de secciones variables como: circulares y cuadradas para el fuste y "H" o "I", para las puntas.

Existe el pilote prefabricado seccionado que es un tipo empleado para funcionar por adherencia y pueden ser de punta o de punta-fricción y son conocidos como pilotes "Me-ga", el proceso de instalación de estos pilotes es mediante empuje hidráulico, no lleva armado longitudinal excepto en la punta, el concreto utilizado es de $f'c=200$ kg/cm² la longitud de las secciones es de 90 y 100 cm. y sus diámetros de 35,40,45,50,55 y 60 cm. con objeto de unificar la sección se cuenta con un orificio central de 12 cm. de diámetro, dentro del cual se aloja el armado longitudinal, que consta en forma general de 2 varillas del número 3 y se inyecta una lechada de cemento .

Pilotes colados en sitio

El procedimiento consiste en realizar una perforación en el suelo por medio de una barrena se da la profundidad necesaria se inyecta mortero el cual al girar la broca forma una superficie, rugosa, en la pared de la excavación, a continuación se coloca el armado de acero longitudinal que en forma general consta de 8 varillas del número 5 con estribos del número 2 a cada 15 cm. la profundidad práctica máxima es del orden de 18 m. el concreto es de resistencia $f'c= 200$ kg/cm². los diámetros más utilizados varían de 40,45,50,55 y 60 cm.

Pilotes metálicos

Se pueden utilizar con tratamiento eléctrico o sin este proceso, los diámetros usuales son de 2, 2 1/2 y 3 pulgadas con longitudes entre 10 y 30 metros, generalmente trabajan por fricción y su empleo más usual es en recimentaciones ya que proporcionan soporte puntal y carga reducida por

lo que no se requeriran demoliciones costosos. El tratamiento eléctrico es para obtener en un tiempo mínimo la máxima resistencia por fricción pudiéndose utilizar a su máxima carga en un tiempo reducido, el hincado se realiza mediante presión o percusión, durante el tratamiento eléctrico el pilote se constituye en un ánodo, el cátodo es una varilla en terrada en el suelo, la diferencia de potencial empleado es del orden de 0.3 volts./cm. Este tratamiento tiene una duración de aproximadamente 4 horas.

También son utilizadas secciones metálicas circulares de más diámetro así como secciones "H" o "I", hincadas por medio de percusión y sin tratamiento eléctrico, dependiendo esto último de las dimensiones de las piezas y las características del subsuelo.

Pilas

Estas se pueden clasificar, desde el punto de vista constructivo, de la siguiente manera:

Sin forro, con o sin refuerzo,
 con forro temporal, con o sin refuerzo
 con forro definitivo, con y sin refuerzo,
 por la forma de la sección pueden ser: rectas, con campana o ampliación de la base,
 por la localización del sitio de su construcción: sobre terreno firme,
 submarinas o bajo tirante de agua.

El material empleado para su construcción es el concreto reforzado, siendo necesario el empleo del siguiente equipo: grúa o camión para perforadora, equipo de perforación o cucharón de almeja, trompa de elefante para colado o sistema Tremate, grúa para soporte de la trompa de elefante y la colocación de armados y lodo bentonítico para la estabilización de la excavación.

La perforación se realiza mediante un sistema rotatorio que consta de una barrena inversa de circulación estandar, otros procesos se efectúan mediante cucharón de almeja o por percusión

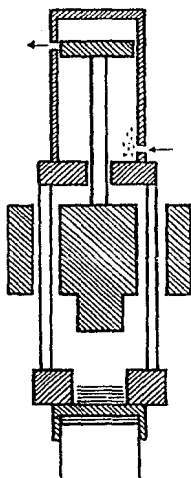
La tolerancia en el diámetro de las perforaciones puede ser de 3 cm., y la misma se emplea, con respecto a la verticalidad, hasta una profundidad de 3 metros, a partir de ésta se incrementa en un 2% de la profundidad. Los ademes empleados en este tipo de trabajos pueden ser tubos de grado regular, lisos o con costura. El armado de una pila debe cumplir con las especificaciones, como elemento estructural, manteniendo sus características geométricas durante la colocación del concreto y soportar la extracción del ademe, en caso necesario.

El armado longitudinal deberá tener la máxima longitud practicable y habilitarse con estribos de diámetro no menor de 3/8" y al colocarse dentro de la excavación se deberá mantener sin pandeos o deformaciones que se causen durante las maniobras de izado, además se debe limitar la posibilidad de flotación durante el colado, el concreto deberá cumplir con las especificaciones del proyectista, con lo que respecta a su resistencia, se debe distribuir perfectamente dentro del molde evitando la formación de bolsas de aire o grietas si existe flujo freático se deberá mantener el molde seco.

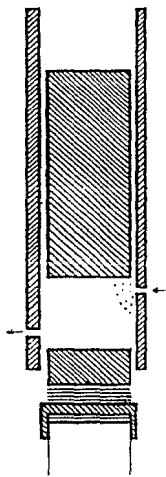
Martillos

El martillo de gravedad es el más sencillo, consta de una guía la cual ayuda a colocarlo en posición así mismo para aplomar el pilote, es elevado por medio de un malacate y se deja caer sobre la cabeza del pilote, la cual está provista con un yunque que ayuda a distribuir la energía evitando daños a la cabeza de pilote el ciclo de de esta manera por el tiempo que se tarda en levantar y dejar caer el martillo para dar el golpe.

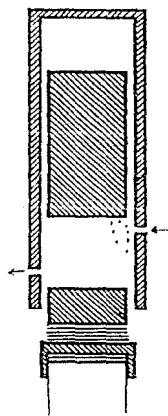
MARTILLOS



VAPOR



ABIERTO



CERRADO

DIESEL

Otro tipo de martillos son los de vapor o diésel los cuales son izados por la presión del vapor o por la explosión de vapor o diésel, están equipados con válvulas de admisión y expulsión las cuales trabajan de la siguiente manera: martillo de vapor, se abre la válvula de admisión con lo que el martillo sube rápidamente se cierra la válvula de admisión y se abre la de expulsión con lo cual el martillo cae sobre el yunque que protege la cabeza del pilote.

Martillo diésel. el ciclo de golpeo es similar al de vapor, existen de extremo abierto y cerrado, el primero se denomina de acción sencilla porque la caída del martillo solo es impulsada por la fuerza de gravedad, sin embargo, el segundo se denomina de acción doble, debido a que la caída del martillo es impulsado por la fuerza generada por una explosión de diésel, lo que incrementa la fuerza de golpeo.

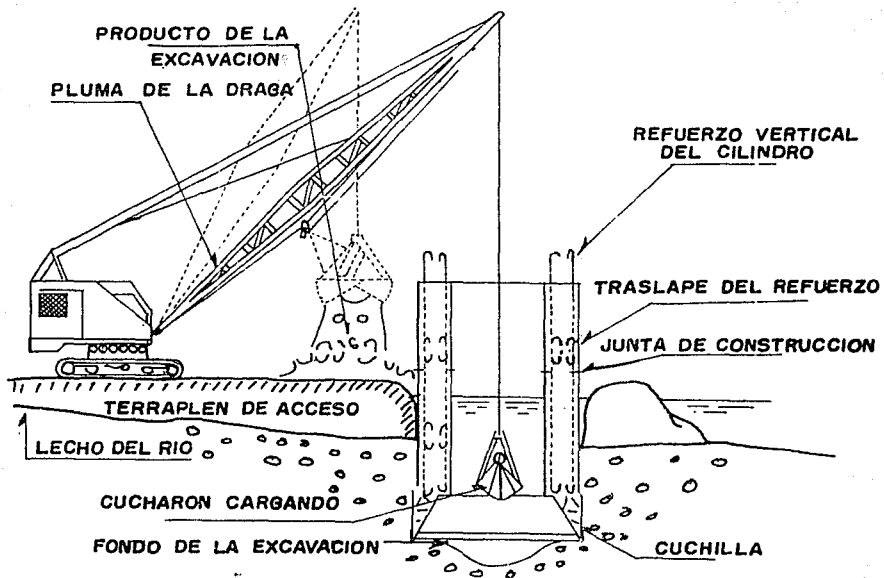
Los martillos se pueden elegir ligeros medianos y pesados, se pensaría que el uso de un martillo pesado es lo óptimo para el hincado por la gran energía que aporta, pero no se debe usar así ya que esto ocasiona rebotes que perjudican las cabezas de los pilotes, además de provocar vibraciones que dificultan la correcta forma de hincado,

La energía que proporciona un martinete esta en función de la masa del martillo y la altura que cae o el impulso del vapor o diésel, pero esta es reducida por la fricción producida por las guías, con lo que se define la eficiencia de un martinete como la energía producida en el impacto, entre la energía total producida.

Existe, además de los pilotes ya mencionados, otros que necesitan del hincado de camisas metálicas de tubos delgados o corrugados que posteriormente se llenan de concreto.

Cilindros

Los cilindros son estructuras que se utilizan para la cimentación de estructuras viales que en forma general pue-



den estar desplantadas sobre ríos, lagos o, incluso, el mar, son de gran diámetro y huecas, su sección puede ser circular o cuadrangular, formando celdas.

Pozo indio

Este método constructivo nos proporciona la facilidad de desplantar estructuras que se apoyarán en estratos resistentes profundos sin realización previa de excavación y el proceso constructivo es el siguiente: se limpia y nivela el terreno superficial sobre el cual se desplanta el cilindro, a continuación se da inicio a la excavación del terreno interior, esto se puede realizar con mano de obra o maquinaria; al extraer el material interior la estructura baja por peso propio y cuando la parte superior de la estructura llega al nivel del terreno natural, se construye otra parte del cilindro y se procede en la forma ya citada, esta tarea es secuencial, hasta llegar al terreno resistente y se empuja en él colándose al final un tapón en el fondo,

Cuchillas

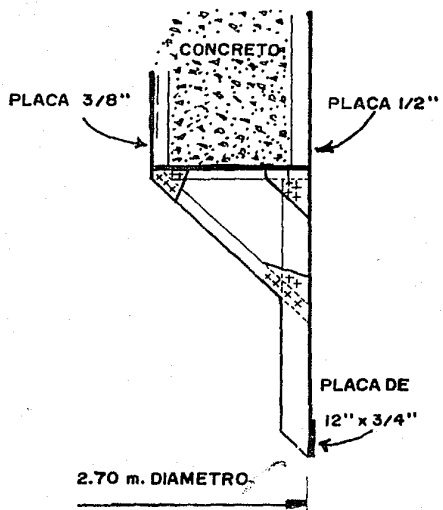
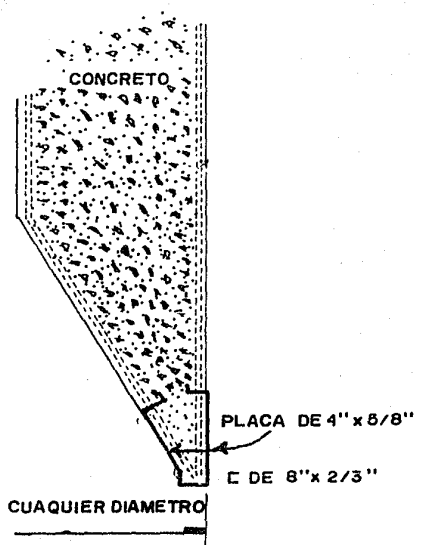
Para lograr el hincado de los cilindros estos serán equipados con una cuchilla,

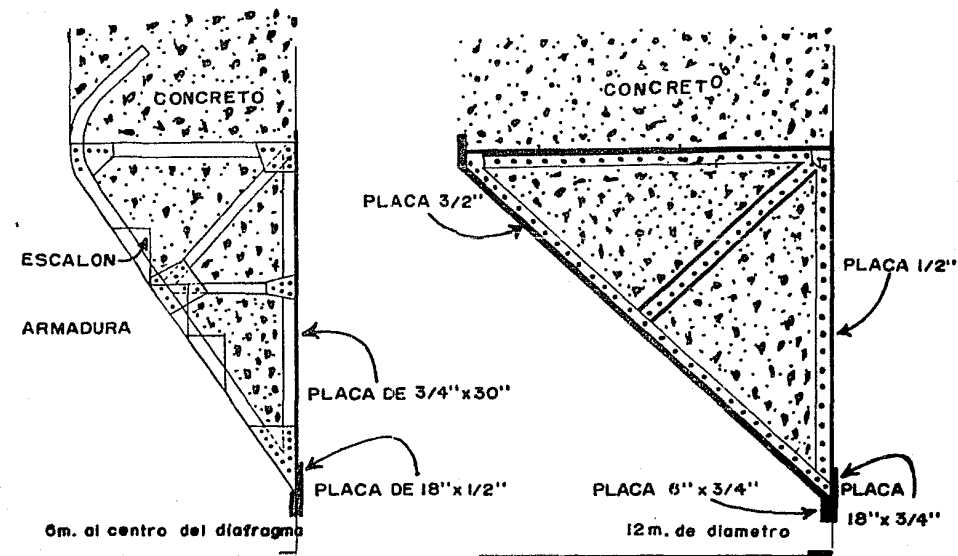
Las cuchillas son elementos estructurales que se construyen usando placas metálicas y armaduras de acero combinadas, en algunas ocasiones, con concreto, esta estructura es la que se encarga del ataque directo del terreno natural

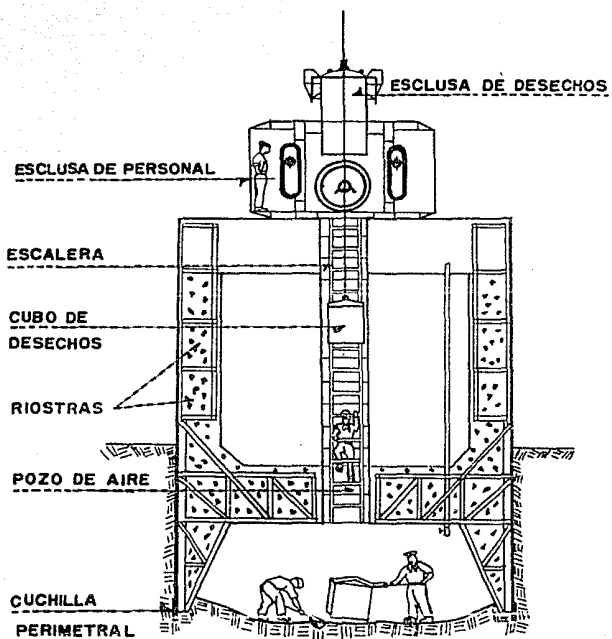
Cajón neumático

Este sistema es muy similar al de pozo indio y es empleado cuando se corre el riesgo de falla de fondo o por tener filtraciones de agua del nivel freático por efecto del desplante bajo tirante de agua.

El sistema consiste en la formación de una cámara hermética la cual se mantiene a una presión superior a la atmosférica con lo que se eliminan o disminuyen los riesgos





**.CAJON NEUMATICO**

arriba mencionados, el sistema está equipado con esclusas para el personal y para materiales, respectivamente, las de personal son de descompresión lenta. Los trabajadores requieren de un periodo de compresión y descompresión lenta, al inicio y terminación de la jornada. Esta operación es indispensable lo mismo que a los buzos de grandes profundidades.

La duración de la jornada está en función de la presión de la cámara por lo que a presiones mayores, corresponden tiempos menores.

Este sistema es excelente para limpiar el fondo de las excavaciones.

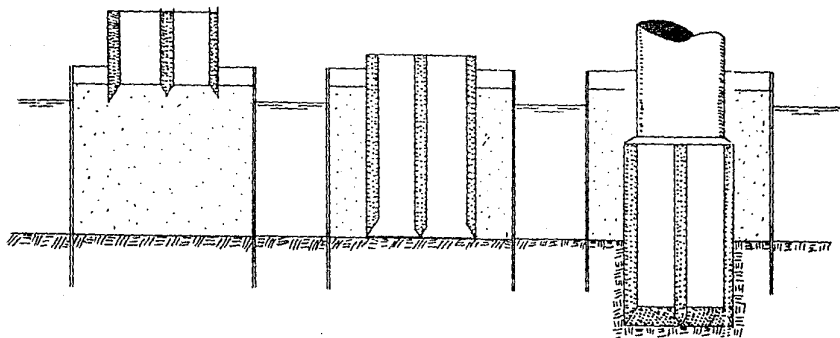
Isla artificial

Este proceso consiste en el anclado de un círculo de tablaestacas, el centro de estas se rellena con arena, sobre la isla así formada se desplanta el cilindro, colocándose su correspondiente cuchilla, sobre la cual se construye una sección del cilindro, a continuación se excava el material del centro, con cucharón de almeja o con draga de succión, cuando la parte superior llega un poco arriba de la superficie del terreno se construye otra sección, y sucesivamente se continúa con esta hasta llegar al fondo a una capa resistente, a la que se empotra un poco, finalmente se cierra un tapón en el fondo con la ayuda de trompa de elefante, al concluir la construcción se retirarán las tabla estacas.

Cajón flotante

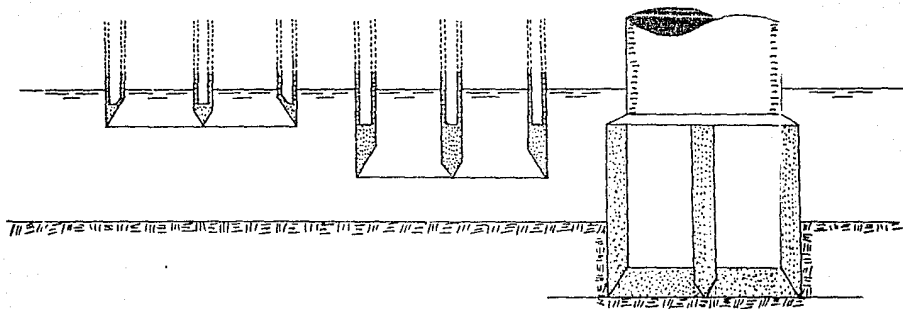
es constituido por la construcción de una sección de cilindro, sobre terreno seco, equipado con su respectiva cuchilla el cajón está formado por muros huecos, que le facilitarán la flotación, a continuación es arrastrado y, flotando, es transportado a la zona de desplante; al quedar anclado, en forma conveniente, se construye otra sección, para bajar el cajón, el interior de los muros será lastrado con

PILA DE CAJON ABIERTO



ISLA DE ARENA

PILA DE CAJON FLOTANTE Y ABIERTO



concreto, a medida que se realice el descenso se irán construyendo nuevas secciones y rellenandolas en la forma antes descrita, al tocar fondo este sera removido mediante draça de succión, hasta localizar el estrato resistente en el cual se incrusta un poco, colandose al final de esta operaci3n un tap3n en el fondo.

Atagufas

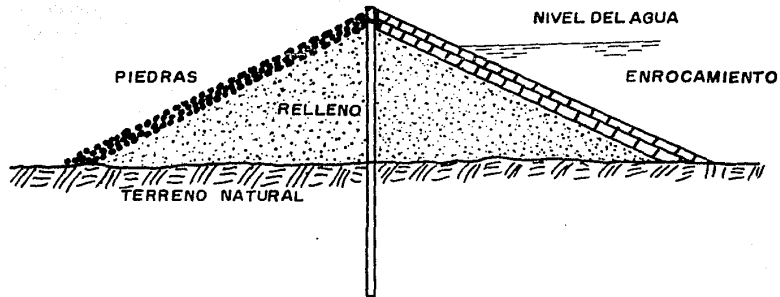
Cuando las pilas o los cilindros se construirán sobre tirante de agua y la profundidad de desplante no rebasa los 3 o 4 metros, se utilizan atagufas; están formadas por tabla estacas que pueden ser de madera o metálicas se hincan una longitud bajo el terreno natural para evitar el flujo de agua , a la zona de trabajo, existen tres tipos de atagufas.

La primera es la de muro simple, es para áreas pequeñas.

El segundo es un sistema de tablaestacas con terraplenes a ambos lados, del exterior se coloca un entrocamiento para disminuir los daños causados por el agua, en el interior se coloca un terraplen para disminuir las posibles filtraciones de agua.

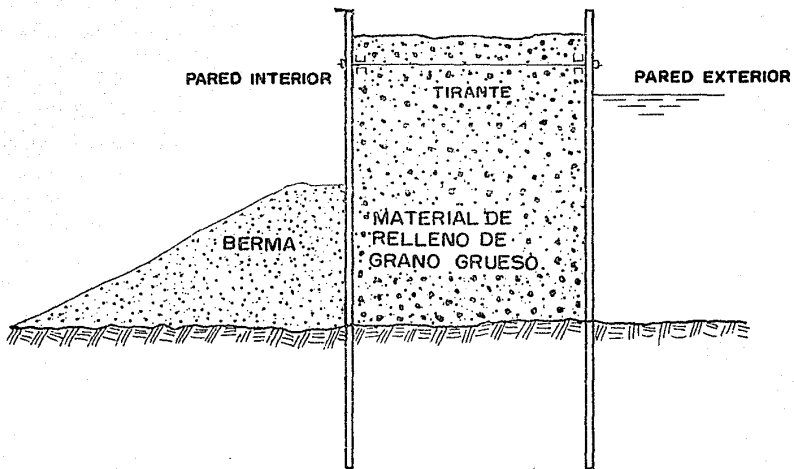
El tercer metodo, es una pared doble de tablaestacas, se colocan tensores en la parte superior , y el centro es relleno con material granular, el lado seco se protege con una berma para evitar falla de fondo.

El cuarto metodo se utiliza cuando las profundidades son mayores y se corre el riesgo de pandeo entonces se utilizan tablaestacas celulares , de tipo circular o de dia fragma, estas estas forman una estructura más rígida estas celdas se llenan de arena, el lado estanco tambien se apoya con una berma para evitar la falla de fondo.



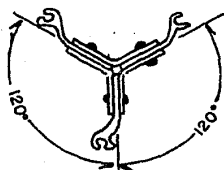
DENTELLON DE TABLAESTACAS

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



DOBLE PARED DE TABLAESTACAS DE ACERO

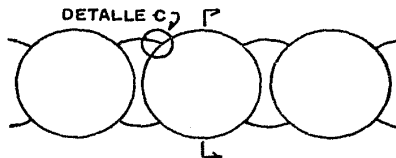
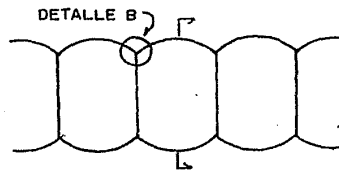
TABLAESTACAS CELULARES DE ACERO

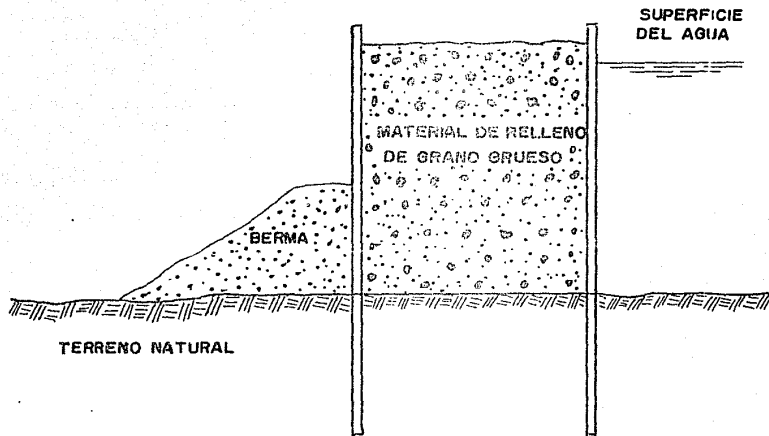


DETALLE B



DETALLE C





TABLAESTACAS CELULARES DE ACERO CORTE A-A

CAPITULO V

AUDIOVISUAL
(TEXTOS)

U.N.A.M.
CONSTRUCCIÓN
REALIZACIÓN
CIMENTACIONES

A traves de la historia de la humanidad el problema de construir en forma adecuada las estructuras ha representado un reto para los alcances tecnológicos de las culturas, se tiene conocimiento que en México, en época de los aztecas se tenían problemas con las construcciones debido a las características del suelo.

En el valle de México se levantarón grandiosas construcciones que formaban parte de la ciudadela, como hoy comprendida por la plaza de la constitución, el palacio Nacional, El Departamento del Distrito Federal, La Catedral y otras, donde se encontraba el templo mayor, constituido por cinco construcciones super puestas en las que nuestros ancestros utilizarón troncos de árbol, fincados en forma similar a lo que hoy conocemos como cimentación pilotada, lo que demue~~stra~~ su gran adelanto en las ciencias y tecnología.

en la actualidad una cimentación, en terminos generales, es una subestructura que transmite, distribuyendo al terreno natural o estrato resistente inmediato, las cargas propias y de la superestructura.

Existen diferentes criterios para la clasificación de las cimentaciones, pudiendose delimitar en la siguiente forma: Superficiales, Intermedias y Profundas.

Las cimentaciones Superficiales se localizan casi al nivel del terreno natural y pueden ser zapatas o losas.

Las zapatas son elementos estructurales que, en México, se construyeron desde la época de la colonia, al principio de piedra labrada, posteriormente

combinadas con emparrillados de madera, y, al incrementarse el peso de las estructuras se emplearon materiales más resistentes y duraderos como: rieles, y más adelante, vigas de acero.

Las zapatas son: corridas, aisladas y en voladizo y en cada una de ellas, a su vez, puede ser de lindero, intermedia, combinada o mixta, en la actualidad se construyen de mampostería o de concreto reforzado; las aisladas distribuyen las cargas de una columna en una área reducida y la corrida distribuye la carga de varias columnas a lo largo de los muros.

El suelo de la ciudad de México presenta variaciones en su composición por lo que se enfrentan diversos problemas para la construcción de las cimentaciones, como la presencia de estratos resistentes inclinados o poco resistentes que se solucionan mediante anclajes o colocación de banderillas para la estabilización de terraplenes o, incrementando el área de contacto para estratos poco resistentes.

Losas: pueden ser, rígidas o flexibles, es una subestructura que distribuye las cargas en toda la superficie de construcción, se utiliza cuando el terreno tiene poca capacidad de carga y las zapatas cubrirán más del 50% del área

Las losas flexibles son placas de concreto reforzado. Las losas rígidas, a diferencia de las anteriores, cuentan con elementos llamados contratraveses que las dotan de mayor resistencia.

Las cimentaciones intermedias son subestructuras que se encuentran a una profundidad considerable del nivel del terreno, pueden estar formadas por una combinación de muros y losas, trabas y columnas, que contienen grandes volúmenes o espacios libres, los que denominamos cajones.

Los cajones pueden ser subcompensados, compensados y sobrecompensados.

El cajón subcompensado es en el que el peso total de la estructura es mayor que el peso del volumen excavado, el compensado es en el que el peso total de la estructura es igual al peso del material extraído, y, por último, en el sobrecompensado el peso de la estructura es menor al peso del volumen excavado.

Las excavaciones para las cimentaciones, por lo general, se realizan con maquinaria como retroexcavadoras, dragas de arrastre, palas mecánicas, etc., dependiendo del tipo de terreno y del nivel freático, además será necesario el uso de dispositivos como ademes de madera, que pueden ser simples o reforzados, compuertas de tablón, muros de contención, como el muro milán, este último realizado mediante una secuencia de excavación y colado de secciones, otro sistema de contención son las tablaestacas que son piezas de madera o metálicas que se hincan y se unen mediante ensambles o machimbrado y su objetivo es la limitación de las filtraciones de agua a la zona de excavación, cuando el tirante hidráulico es grande y existe el riesgo de pandeo en las tablaestacas, se utilizarán elementos celulares.

Toda excavación es necesario apoyarla con un buen sistema de bombeo realizado mediante drenado por gravedad a cárcamos de bombeo, pozos punta, electroosmosos, pozos profundos, etc.

Las cimentaciones profundas son estructuras que transmiten las cargas totales a estratos resistentes bajo el terreno natural, estas son: pilotes, pilas, cilindros y cajones, la diferencia fundamental entre estos es su diámetro.

Los pilotes son elementos estructurales de diámetro

menor de 60 cm., existe una amplia variedad de acuerdo a su proceso constructivo así como al tipo de sección transversal. En la actualidad es común el uso del concreto reforzado.

La transmisión de las cargas puede ser de punta, esto ocurre cuando el pilote se incrusta en el estrato resistente adyacente, por fricción, este elemento en especial no transmite la carga al estrato resistente sino por adherencia que se genera entre el cuerpo del pilote y el terreno natural que equilibra el peso de la estructura, los pilotes mixtos utilizan la combinación de las propiedades de los an tes mencionados.

Por las necesidades y condiciones del subsuelo del valle de México, ingenieros mexicanos diseñaron un sistema especial llamado pilote de control el cual al consolidarse el estrato arcilloso bajo el nivel del terreno permitirá detectar las diferencias de nivel y efectuar las correcciones pertinentes mediante el dispositivo con el que está dotado este tipo de pilote, siendo posible bajar la estructura al nivel requerido.

Para conocer la cantidad de pilotes requeridos por una estructura es indispensable la realización de muestreos sobre pilotes de prueba para lo cual existen diferentes dispositivos como gases, cargas móviles, plataformas de carga, etc.

Para la colocación de los pilotes en el lugar designado, se cuenta con maquinaria especial llamada: martillos, que pueden ser de vapor o diesel con extremo cerrado o abierto, etc.

Las pilas son elementos estructurales de más de 60 cm., de dímetro y de sección transversal sólida, pueden ser de extremo angosto o acampanado, con e sin forro metálico o de

madera y en cuyo caso se conoce como ademe, la excavación se realiza mediante excavadoras rotatorias. El cuerpo de la pila se comienza con tornillo helicoidal y la campana con un bote especial, se mete el armado y se cuela.

Los cilindros son elementos estructurales de sección hueca, equipados con una cuchilla en el extremo inferior la cual se elige en relación con el diámetro de la sección transversal.

Las secciones no sólo son cilíndricas, pueden variar y de acuerdo a su diámetro se refuerzan mediante una estructura celular interna y se conocen como cajones. En general, los cilindros son utilizados en la cimentación de puentes u estructuras fluviales o marítimas.

El hincado es por peso propio, existen diferentes métodos para la realización de esta tarea, como el de pozo indio que consiste en la excavación del material interior con cucharón de almeja, bajando el cilindro lentamente por acción de su peso, al llegar a la profundidad adecuada se cuela un tapón en el fondo.

Existen otros métodos constructivos para cilindros como la isla artificial de arena y el cajón flotante.

Los procedimientos antes citados nos proporcionan una forma de desplantar estructuras bajo tirante hidráulico en vías fluviales, lagos e incluso el mar; cuando las condiciones lo requieren, se puede utilizar el cajón neumático que consiste en la excavación manual en una cámara a presión constante, mayor a la atmosférica, lo que lo hace un proceso lento, costoso y muy riesgoso para el personal.

Las cimentaciones, como se pudo observar son muy diversas pero todas tienen el mismo objetivo, lo que varía es el procedimiento constructivo y, en consecuencia, una varia

ción en el costo,

La cimentación debido a que queda oculta se llega a pensar que no es importante por lo que de hacerse una mala elección se tendrán asentamientos diferenciales que pueden deteriorar seriamente el funcionamiento de la estructura, por lo tanto, es importante, para el ingeniero civil, el conocimiento de todas las formas factibles de cimentación para que de acuerdo a las características particulares del área de construcción y de la superestructura le sea posible evaluar y emitir una solución de cuál es la cimentación más adecuada.

Es así como el conocimiento de estas aunado a la experiencia profesional llegaremos a alcanzar las metas propuestas en beneficio de la comunidad.

" POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU "

FIN

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Realmente es útil comprender que las cimentaciones no son una parte obscura e inútil de la construcción dado que cuando ésta entra en funcionamiento es la parte que queda oculta e ignorada, como podemos observar este elemento es la parte más importante en una construcción debido a que de acuerdo con la resistencia de ésta es la magnitud de los esfuerzos favorables o desfavorables que presentará la estructura.

Es necesario también subrayar el hecho de que una cimentación resistente es sinónimo de costoso así como una barata lo será de inseguridad; debemos considerar que para obtener un grado óptimo la cimentación deberá contar con la resistencia suficiente, a un precio razonable y esto sólo será el resultado de un estricto apego a las normas establecidas así como la aplicación de todos y cada uno de los procesos constructivos idóneos al tipo seleccionado, conociendo de antemano las diferentes opciones aplicables con las que se cuenta, de acuerdo al tipo de suelo en que se desplantará la estructura.

También, una forma de reducir costos resulta del hecho de realizar todos los estudios y trabajos pertinentes, preliminares a la iniciación de la obra, ya que de esta manera se pueden detectar algunos problemas constructivos evitando de esta forma que cuando se cuente con el equipo completo puedan existir tiempos perdidos por la presencia de esta clase de inconvenientes no detectados oportunamente.

Es interesante conocer la gran variedad de cimentaciones usuales y más interesante aún es como evoluciona la cimentación de una construcción simple a la de una gran estructura como lo puede ser la de un edificio de varios pisos de altura, hasta llegar a las enormes cimentaciones capaces de soportar puentes de amplios claros o estructuras marítimas que, sin conocer el sistema constructivo además

del dominio de la técnica adecuada al mismo, pueden ser con
sideradas como imposibles de construir.

Es importante también conocer los antecedentes de las cimentaciones que se utilizan en la actualidad y poder darse cuenta, por ejemplo, de la construcción de las zapatas y sus modificaciones. Es sorprendente la velocidad con la que se construye una gran obra en esta época, comparada con el tiempo que se consumía hace siglos, por ejemplo; en la construcción de una catedral la diferencia radica en que el sistema constructivo es distinto así como la disponibilidad de mano de obra; en la actualidad sería prohibitivo construir una catedral con las mismas técnicas de sus precedentes.

Para la construcción siempre es necesaria la realización de una excavación y en éstas, según la profundidad, cambia el sistema constructivo, siguiendo una secuencia desde las más sencillas, como las de talud o a cielo abierto, continuando con los ademes de madera que pueden ser sencillos, para excavaciones poco profundas, o los metálicos y de madera para excavaciones profundas o condiciones desfavorables, asimismo se pueden utilizar muros de contención, también llamados muro milán o, cuando por condiciones de la obra ésta deba ser desplantada en una zona bajo tirante de agua, para estos casos se pueden utilizar las tablaestacas que, de acuerdo con la profundidad del tirante pueden variar, desde las ataguías, que son líneas de tablaestacas protegidas con terrapienes, continuando con la doble línea de tablaestacas en las que la separación entre tablaestacas es rellena con material granular y el lado seco es estabilizado con una bermá para evitar la falla de fondo. Si la profundidad de despiante cuenta con un tirante muy profundo tanto, que se corra el riesgo de que ocurran pandeos, entonces se utilizan tablaestacas celulares que pueden ser circulares o ~~de~~ rectangulares y que, por su forma, presentan una mayor resistencia, éstas también quedan apoyadas en su lado seco con una bermá de terracería para evitar la falla de

fondo o el pateo de las puntas.

Cuando se presentan problemas por la presencia de agua en la excavación, se cuenta con varias formas de solución para problema, que van desde la sencilla y bajo costo, como drenado por gravedad, o usando sistemas de bombeo, en que de acuerdo a las características particulares, puede ser bombas de diafragma, centrifugas, pozos punta o pozos profundos. es importante, señalar que, el abatimiento previo a la realización de la excavación produce, asentamientos en la estructura propia y en las vecinas, si no se cuenta con la aplicación adecuada.

Presenta un amplio panorama de sistemas constructivos tanto si las Zapatas son de mampostería, o de concreto reforzado, Se nos justifica la necesidad de desplantarlas sobre superficies planas, así mismo no descuidar el cuatrapeo de los mampuestos, y las pendientes de los escarpio tanto para zapatas de lindero o interiores, de acuerdo a las condiciones de la cimbra y diametro del acero elegir el tamaño máximo del agregado, y el mínimo tiempo que un elemento estructural debe permanecer cimbrado.

Para las losas se nos muestra que las hay flexibles y rígidas que se desplantan sobre una plataforma de terracerías de material controlado que puede ser tepetate o grava controlada, considerando que se debe cumplir con las normas que se enumeraron para las zapatas de concreto, ya que son de observancia rigurosa para todos los elementos fabricados con concreto reforzado.

En lo concerniente a cajones, independientemente que sean; compensados, subcompensados o sobrecompensados, se debiera, con las normas del departamento del distrito federal en la etapa constructiva, para evitar daños a la estructura propia y vecinas.

Con respecto a pilotes existe una amplia variedad que

de secciones, que pueden funcionar por punta, fricción o mi
xtas, los pilotes pueden ser de concreto reforzado, precola
dos, metálicos, pretensados o colados en el sitio, el hinca
do puede ser por percusión, vibrado o empujado.

Las pilas pueden ser de extremo amplio o de extremo an
gosto, pueden ser con o sin forro y éste queda ahogado o po
drá ser extraído, siempre y cuando no se presenten deforma
ciones o agrietamientos que perjudiquen al elemento estruc
tural, el armado debe permanecer en su lugar y se debe evitar
la flotación, pandeo o deformación,

Los cilindros pueden ser de sección transversal circu
lar o cuadrangular o formando celdas de gran diámetro y que
 por extensión llamaremos cilindros, ya que los sistemas
 constructivos son similares, todo este tipo de elementos es
tructurales está equipado con una cuchilla la cual es la en
cargada del ataque directo del suelo, la excavación se pue
de realizar a mano o con maquinaria, la maquinaria más ade
cuada para este propósito es el cucharón de almeja o la dra
ga de succión, este sistema de hincado es el de pozo indio,
 Existe otro sistema que consiste en formar una cámara neu
mática dentro de la que se trabaja a una presión mayor a la
 atmosférica, lo que es ideal para limpiar el fondo de la ex
cavación sin la presencia de agua o el peligro de una falla
 de fondo, por supuesto que es riesgosa por lo que se cuenta
 con dos tipos de esclusas; una para personal y otra para e
quipo y materiales, el ascenso y descenso de la presión es
 gradual y la duración de la jornada se determina con base
 a la presión a la que se labora,

Otro sistema de hincado de cilindros es el llamado de
 isla artificial que se caracteriza por la formación de una
 isla dentro de una pared de tablaestacas la cual se llena
 de material granular sobre la que se desplanta la estruc
tura, equipada con su respectiva cuchilla, se construye una
 sección del elemento estructural y se procede al dragado

del material interior por medio de dragas de succión o cucharones de almeja, este proceso es cíclico por lo que la operación se repite hasta llegar al terreno natural prosiguiéndose con el proceso hasta llegar a una capa resistente, cuando se llega a ésta se limpia el fondo y se cuele un tapón de fondo.

El cajón flotante es la estructura que se construye sobre terreno firme y cuando cuenta con el tamaño adecuado se arrastra y por medio de flotadores se transporta a la zona de desplante donde se ancla y se procede a continuar con ciclos de construcción y lastrada hasta llegar al terreno natural en el que se continúa por medio de dragado hasta llegar a un estrato resistente donde se limpia el fondo y se cuele el tapón de fondo, para esta tarea se emplea trompa de elefante.

B I B L I O G R A F I A

- "Ingeniería de cimentaciones"
Ralph B. Peck, Walter E. Hanson, Tomas H. Thorburn.
Editorial LIMUSA, Segunda Edición, México,
- "Requisitos de seguridad y servicio para las estructuras"
Título iv, Reglamento de construcciones para el Distrito
Federal.
Instituto de ingeniería U.N.A.M. julio 1977-400
- "La Ingeniería de Suelos"
Alfonso Rico y Hermilo del Castillo.
- "Movimiento de tierra" Manual de excavaciones.
Herbert L. Nichols, Jr.
C.E.C.S.A. Quinta reimpresión mayo de 1976.