



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO EN LA
EJECUCIÓN DE UN CARCAMO DE BOMBEO POR EL
MÉTODO DE LUMBRERA FLOTADA"

FALLA DE ORIGEN

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ



MÉXICO. D.F.

1995



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-146/95

Señor
OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. MIGUEL MORAYTA MARTINEZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO EN LA EJECUCION DE UN CARCAMO DE BOMBEO POR EL METODO DE LUMBRERA FLOTADA"

INTRODUCCION

- I. GENERALIDADES Y PROBLEMÁTICA A SOLUCIONAR**
- II. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA LUMBRERA SELECCIONADA**
- III. OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA LA OPERACION DE LA PLANTA DE BOMBEO Y PROGRAMA DE EJECUCION DE OBRA**
- IV. OBRA ELECTROMECANICA**
- V. CONTROL DE CALIDAD**
- VI. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, 18 de septiembre de 1995
EL DIRECTOR.


ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLÍS

JMCS/GMP*nl

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO EN LA EJECUCIÓN DE UN CÁRCAMO
DE BOMBEO POR EL MÉTODO DE "LUMBRERA FLOTADA."**

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
I.- GENERALIDADES Y PROBLEMÁTICA A SOLUCIONAR.	
I.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS GEOLOGICAS SOBRE EL ORIGEN DEL SUELO DEL VALLE DE MÉXICO	
I.1.1 antecedentes.....	5
I.1.2 estratigrafía general de la zona	9
I.1.3 características generales de la formación de los suelos.....	11
I.2. ALTERNATIVAS POSIBLES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LUMBRERAS	
I.2.1 limitaciones en cuanto a la construcción de lumbrera.....	13
I.2.2 técnicas para la construcción de lumbreras.....	13
I.3. CONSIDERACIONES TEÓRICAS SOBRE LA ESTABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE LUMBRERAS	
I.3.1 presiones radiales	23
I.3.2 falla de fondo.....	26
I.3.3 falla por supresión.....	27
I.3.4 falla por extrusión.....	32
II.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA LUMBRERA SELECCIONADA	
II.1 ESTUDIOS PREVIOS	33
II.1.1 trabajos de campo y laboratorio	33
II.2 PROBLEMAS Y OBJETIVOS	34
II.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS	38

III.- OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA LA OPERACIÓN DE LA PLANTA DE BOMBEO Y PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA

III.1 OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	47
III.1.1 cárcamo de rejillas.....	47
III.1.2 caja de distribución.....	50
III.1.3 cajas deflectoras.....	52
III.1.4 marco de izaje y depósitos de basura.....	53
III.1.5 talleres, bodegas y caseta de vigilancia.....	54
III.1.6 obras exteriores.....	55
III.2 PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA.....	55

IV.- OBRA ELECTROMECAÁNICA

IV.1 EQUIPAMIENTO Y SISTEMAS

IV.1.1 planta de emergencia y tableros de transferencia.....	57
IV.1.2 subestación y transformador eléctrico.....	57
IV.1.3 centro de control de motores CCM.....	59
IV.1.4 bombas y motores eléctricos verticales.....	62
IV.1.5 estructura de descarga.....	62
IV.1.6 tanques de almacenamiento de diesel.....	63
IV.1.7 sistema de tierras.....	64
IV.1.8 sistema de alumbrado.....	64

V.- CONTROL DE CALIDAD

V.1 ACERO DE REFUERZO.....	65
V.2 CONCRETO.....	67
V.2.1 técnicas estadísticas de evaluación de pruebas.....	70
V.3 LODO BENTONITICO.....	72
V.3.1 especificaciones del lodo bentonitico.....	73

VI.- COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.....

BIBLIOGRAFÍA.....	79
--------------------------	-----------

*A mi abuelo Elpidio Bustos y A mi padre Gerardo
Bustos Jurado*

*Como homenaje póstumo a la memoria de mis seres
queridos
quienes supieron inculcarme el hábito del estudio con eterno
agradecimiento por el cariño y apoyo moral que siempre me
brindaron y el cual fue un aliciente para culminar mi carrera
profesional, por que mis metas fueron sus anhelos, les dedico
este trabajo.
Gracias*

A mi madre María Mercedes Sallancho de Bustos

*Con amor y sincera gratitud, por mi existencia y
formación profesional gracias a su cariño, guía y
apoyo, este trabajo simboliza mi gratitud por toda
la responsable e invaluable ayuda que siempre me
ha brindado
Gracias, Gracias y mil Gracias*

A mi hermano Victor y su hijo

*Con mucho cariño por el apoyo moral, afecto, consejos y
todas aquellos días que hemos convivido, esperando que
este trabajo motive la realización de las metas que se
tace en la vida y pueda transmitirlos a una persona muy
especial ' Victor Zfricel'*

A mis Familiares

*Con mucho cariño por el apoyo moral, afecto,
consejo y todos aquellos días que hemos convivido
desinteresadamente, esperando que siempre sea así.*

Gracias

*A la Universidad Nacional Autónoma de México
y Facultad de Ingeniería*

*Con respeto y agradecimiento por todo lo que me brindo
Gracias*

A mis profesores

*Mi agradecimiento por su enseñanza
desinteresada.*

A mi asesor Ing. Carlos Morayta Martínez.

*Por su inmejorable realización y apoyo en la
presentación del presente trabajo.*

Gracias

A mis compañeros

*Mi agradecimiento por permitirme compartir
con ellos gratos momentos.*

Gracias

A Dios

*A quien le debo todo. por prestarme la vida para ser
alguien de provecho*

Gracias

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo intenta describir de manera general el procedimiento de construcción de una de las plantas de bombeo que forma el sistema de conducción y bombeo del drenaje combinado, ubicado en el valle de Chalco Edo. de México así como de la obra electromecánica de la misma. Se resumirá esquemáticamente el proceso constructivo seleccionado para su construcción en *lumbrrera flotada* para el cárcamo de bombeo y *lumbrrera Aincada* para el cárcamo de rejillas así como también de las obras complementarias que la forman.

El interés por realizar este trabajo nace de 2 razones principales:

- La elaboración de un documento de carácter técnico - práctico que pueda ser utilizado como material de consulta, lo mismo por estudiantes (en las áreas de Ingeniería Civil, Procedimientos Constructivos, Control de Calidad y Electromecánica), que por los profesionistas involucrados en trabajos semejantes como puede ser el sistema de drenaje profundo u obras similares ya sean ingenieros Civiles o Mecánicos.
- La problemática especial que se tuvo que enfrentar durante el desarrollo de su construcción y la fuerte interacción que en todo momento tuvieron la obra civil y la obra electromecánica en el desarrollo del programa de obra

Sin duda alguna la razón principal que da lugar al trabajo es la presentación ante la comunidad Universitaria de un documento actual y vigente que muestre al alumno interesado una visión que vaya un poco mas allá de lo teórico. Que complemente lo que él aprende a nivel diseño en las clases de geotecnia y construcción y que le permita además sensibilizarse de la organización y técnicas utilizadas para la construcción y puesta en operación de una planta de bombeo y dar solución a una demanda de tipo social tan urgente que es la del desalojo de agua.

Como alumnos de la carrera de Ingeniería Civil, generalmente siempre tenemos la visión práctica y global de lo que representa la construcción de edificios, viviendas, carreteras, cortinas de presas, túneles, etc. desde el punto de vista teórico, pero muy pocas veces tenemos la oportunidad de visualizar los aspectos prácticos de la organización, planeación y desarrollo, ni tampoco nos imaginamos la problemática presentada durante su construcción. No obstante que la Facultad se ha preocupado por introducir al alumno a este ámbito visitando diferentes obras, los aspectos aprendidos son muy ligeros. De tal forma que el presente trabajo hace el seguimiento a un proyecto real que al ser presentado en forma escrita no contempla aspectos, administrativos, sociales, políticos y económicos que durante su ejecución se presentaron pero que sin duda alguna marcan un papel importante durante el desarrollo de la obra. Todo lo anterior bajo el objetivo de dar una solución a una demanda de servicio que reclama la sociedad del Valle de Chalco

Con la finalidad de desarrollar los temas en una secuencia ilustrativa y cronológica que considero adecuada el documento se encuentra estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo I se hace una breve descripción de los antecedentes que dan un panorama general de la ubicación y necesidad de la construcción de la planta. En este mismo se hace una semblanza del origen y características del suelo del valle de Chalco, así como de las consideraciones teóricas sobre la estabilidad y alternativas posibles para la construcción de lumbreras

En la medida que ha sido posible y en el intento por ofrecer una revisión mas completa del tema, en el documento se ha incluido además de las consideraciones teóricas sobre la estabilidad de las construcciones de lumbreras, una parte teórica - práctica en donde se expone la metodología y secuencia del Procedimiento Constructivo de la lumbrera seleccionada así como de las obras complementarias capítulo II.

El capítulo III contiene los programas de obra civil y electromecánica en las diferentes fases, así como una descripción de las obras complementarias y de las actividades realizadas durante su construcción.

De igual forma, dada la importancia que representa la obra electromecánica de la planta de bombeo, se realizó una descripción de los principales equipos empleados así como de los sistemas empleados y las principales características y montaje de los mismos en el capítulo IV

La trascendencia que tuvo el seguimiento de las especificaciones técnicas para la puesta en operación de la planta y cumplimiento del programa, justifican el capítulo V de este documento, control de calidad en donde se plasman las pruebas de calidad realizadas así como los controles estadísticos y posibles correcciones en la deficiencia de materiales utilizados durante su construcción

Finalmente en el capítulo VI se anotan las conclusiones desprendidas de los temas tratados además el lector encontrará un apéndice en el que incluye la información más relevante del proyecto y la bibliografía consultada para la realización del documento.

CAPITULO I

I. GENERALIDADES Y PROBLEMÁTICA A SOLUCIONAR

1.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS SOBRE EL ORIGEN DEL SUELO DEL VALLE DE MEXICO

1.2 ALTERNATIVAS POSIBLES PARA LA CONSTRUCCION DE LUMBRERAS

1.3 CONSIDERACIONES TEORICAS SOBRE LA ESTABILIDAD EN LA CONSTRUCCION DE LUMBRERAS

1.- GENERALIDADES Y PROBLEMÁTICA A SOLUCIONAR

Debido al explosivo crecimiento que en las últimas décadas ha tenido la ciudad de México, se han originado una serie de asentamientos urbanos irregulares en las periferias de la ciudad; sin duda alguna uno de los más importantes por su magnitud, lo representa el Valle de Chalco, Edo. de México, lugar donde se encuentra una población superior a los 200,000 habitantes y que reclaman la urgente necesidad de ser dotados de servicios urbanos básicos como son: Suministro de agua potable y energía eléctrica, de remoción de aguas residuales, de pavimentación y áreas públicas entre muchos más.

Es así como el presente trabajo hace un enfoque al sistema de drenaje combinado del Valle de Chalco y en forma específica el seguimiento a la construcción de una de las plantas de bombeo, observando la problemática que representa su construcción sobre un suelo blando (arcilla) dentro del programa establecido.

La planta de bombeo PB-8 denominada "Acapul" se ubica en la Zona noroeste del Valle de Chalco, en la intersección de las calles de Acapul y Hermenegildo Galeana de la colonia Concepción; el objetivo de su construcción es el de captar las aguas pluviales y sanitarias provenientes de la zona norte del Valle de Chalco, que son conducidas a través de los colectores, Felipe Ángeles de diámetro 2.13 m y Francisco Villa con diámetro de 2.44 m. y por medio de equipos de bombeo descargar al canal general.

Para su construcción, se ha destinado una superficie de 360 m² y la puesta en operación beneficiará a un total de 10,000 viviendas, teniéndose previsto un desalajo de 8.5 m³/seg. como gasto máximo.

El órgano rector de regular su construcción es el Gobierno del Estado de México, a través de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas y de la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento (CEAS) que por medio de una gerencia Estatal coordinará la intervención de las empresas que participaran en sus diversos giros que serán: Proveedores, Constructores, Supervisores, a fin de terminar dentro del programa establecido.

I.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS SOBRE EL ORIGEN DEL SUELO DEL VALLE DE MEXICO.

I.1.1 ANTECEDENTES

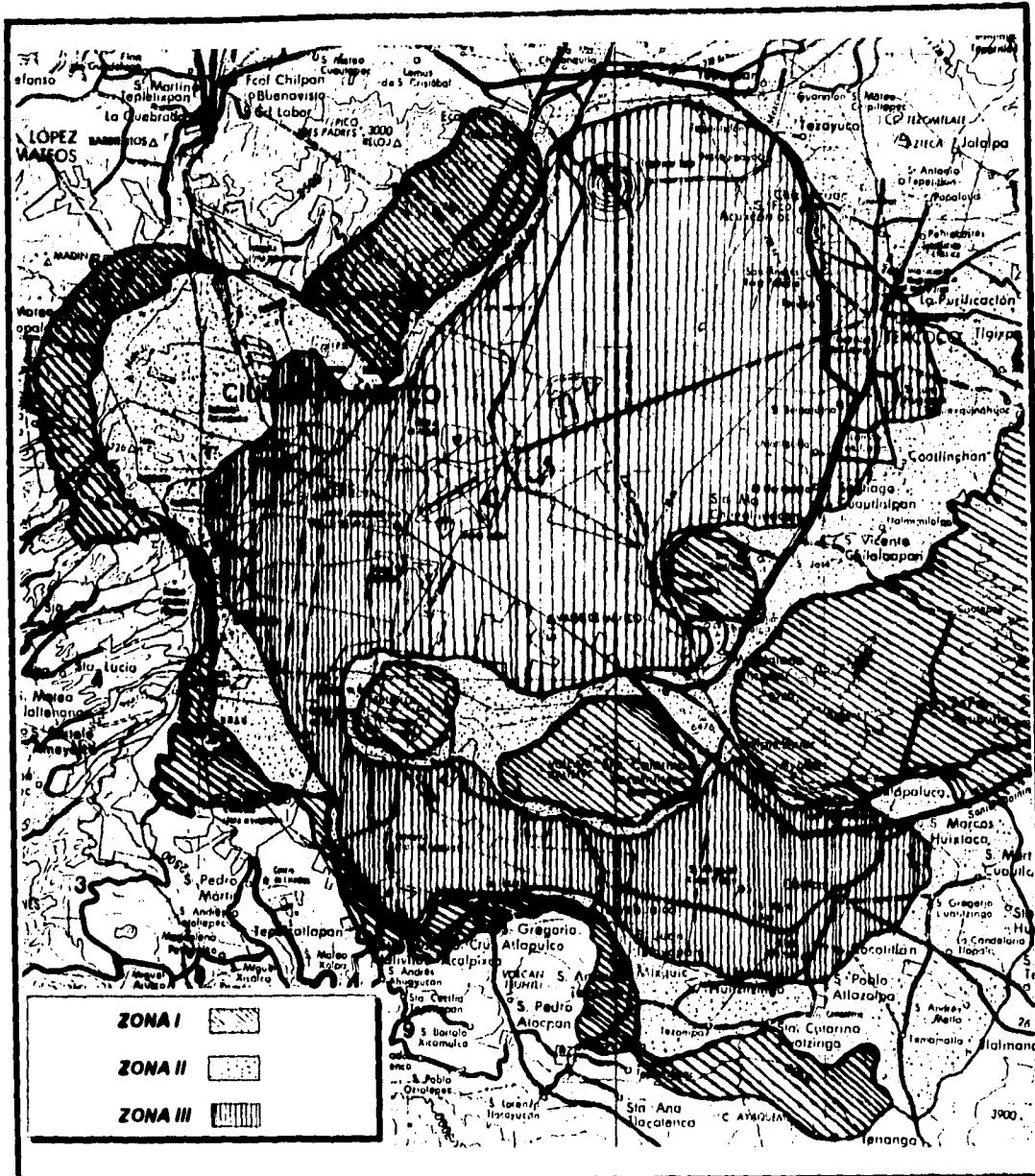
El Valle de México, lugar donde se encuentra el Valle de Chalco, era una cuenca cerrada hasta 1798, año en que se abrió el tajo de Nochistongo; está limitado hacia el norte por las sierras de Tepotzotlán, Tezontlalpan y Pachuca, al Este por los montes de Calpulalpan, Río frío y la Nevada, al Sur por las sierras del Ajusco y Chichinautzin, al Oeste la Sierra de las Cruces. Otras dos sierras mas pequeñas atraviesan parcialmente la cuenca de Este a Oeste: las de Guadalupe y Santa Catarina. Tiene una superficie de 7,160 Km² de los cuales 3,080 Km² corresponden a áreas montañosas y 2,050 Km² a las partes bajas, las primeras con altitudes superiores a 200 m sobre el fondo del Valle y las segundas comprendidas entre 0 y 50 m. La altura sobre el nivel del mar de la zona mas baja es de 2,240 m.

Para comprender con mayor claridad el procedimiento constructivo que se describirá en este trabajo escrito, es necesario saber primeramente las características del Valle. Según Marsal y Mazari por medio de estudios zonificaron el Valle en tres grandes áreas o zonas de acuerdo a sus características estratigraficas que son:

- I.- Zona de las Lomas
- II.- Zona de Transición
- III.- Zona de Lago.

La zona del lago la subdividieron en dos áreas que son:

- La primera que abarca la ciudad antigua y en la que son frecuentes las diferencias de asentamientos por preconsolidación, notorias hasta dentro de los limites de un predio, y en la cual se localizan los asentamientos humanos de la zona centro de la ciudad.
- La segunda la representa aquella parte de la ciudad que no fue cargada desde su origen y que debido a la ampliación de la Ciudad ha sufrido la aplicaciones de cargas, ver figura I.1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

**ZONIFICACIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO
DEL PUNTO DE VISTA ESTRATIGRÁFICO**

FIGURA 1.1 HOJA 1/1
ESCALA S/E

VALLE DE CHALCO EDO. DE MÉXICO

PRESENTACIÓN DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL
ELABORO OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ

Para comprender la naturaleza geológica de los depósitos sobre los que se edifica en el Valle de México, es necesario considerar los siguientes tres marcos de referencia: el geológico general, el paleo-climático y el vulcanológico.

MARCO GEOLÓGICO GENERAL.

La cuenca de México asemeja una enorme presa azolvada, la cortina, situada al sur esta representada por los basaltos de la sierra del Chichinautzin, mientras que los rellenos del vaso están constituidos en su parte superior por arcillas lacustres y en su parte inferior por clásticos derivados de la acción de ríos, arroyos, glaciares y volcanes.

El conjunto de rellenos contiene además capas de cenizas y estratos de pómez producto de las erupciones (menores y mayores) durante el último medio millón de años o sea en el Pléistoceno Superior, que es aproximadamente el lapso transcurrido a partir del inicio del cierre de la cuenca.

También se reconocen en el citado relleno numerosos suelos, producto de la meteorización de los depósitos volcánicos, fluviales, aluviales y glaciares; estos suelos, hoy transformados en paleosuelos o tobas, llevan el sello del clima en que fueron formados siendo a veces amarillos, producto de ambientes fríos y otras veces café y hasta rojizos, producto de ambientes moderados a subtropicales.

Sobre este complejo relleno ha crecido la ciudad de México. Desde la fundación de Tenochtitlan, hace 600 años, los pobladores del lugar han tenido que enfrentarse a las características difíciles del relleno central; hacia la mitad del siglo XX, sus edificios y obras se fueron desplantando sobre los rellenos correspondientes al borde de la planicie y en lo que va de la segunda mitad de la centuria, la urbe se ha extendido aun más, rebasando los límites de la planicie y subiendo a los extensos flancos occidentales de la cuenca, espacio cubierto por los abanicos volcánicos de la sierra de las Cruces, conocido como Las Lomas. Ya que sus depósitos clásticos difieren en mucho en los depósitos arcillosos superficiales del centro de la cuenca.

MARCO PALEO-CLIMATICO

El clima uniformemente cálido y a menudo desértico del Plioceno, en las latitudes de la Meseta Central Mexicana, cedió a climas cambiantes y extremos del Pleistoceno. Las causas de esta mutación, que afectó a toda la tierra hace 2 millones de años aun se desconocen.

Principió el cambio con ligeras oscilaciones de periodos calurosos a frios, los que se fueron acentuando hasta hace 1 millón de años (tabla 1.2). Cuando se inició una primera gran glaciación (Nebraska), con una duración aproximadamente de 100 000 años, siguió un lapso de clima caluroso, el cual cedió renovadamente a un segundo periodo de glaciación prolongado (Kansas). Entonces se produjo un lapso intenso de clima caliente de unos 200 000 años. Este intervalo se denomina en Norteamérica el Gran Interglaciación (Yarmouth); hace 400 000 a 600 000 años en todo el orbe.

Siguió un tercer periodo glaciación (Illinois) para el cual se han podido determinar dos avances separados por un periodo con clima moderado. Esta tercera glaciación termina al desarrollarse de nuevo un clima relativamente cálido a lo largo de 100 000 a 80 000 años; se le conoce en Norteamérica como tercer Interglaciación (Sangamon).

De nuevo se fue enfriando el clima, imponiéndose la cuarta glaciación (Wisconsin), caracterizada por tres oscilaciones y dos interglaciales de clima moderado; terminó hace 10 000 años aproximadamente. Es entonces que principio el Holoceno o periodo Reciente, tendiendo a caliente, o sea al actual.

De lo anterior se deriva que la cuenca del Valle de México, desde su cierre en el sur por los basaltos de la sierra del Chichinautzin, ha pasado por dos periodos de glaciación, el Illinois y el Wisconsin y dos interglaciales, el Yarmouth y el Sangamon.

Años	Período	Formación
(miles)		
10	Holoceno	Rellenos recientes
80 a 10	Glaciación Wisconsin	Formación arcillosa superior
100 a 80	Interglacial Sangamon	Primera capa dura
300 a 100	Glaciación Illinois	Segunda formación arcillosa
400 a 600	Gran interglacion Yarmouth	Depósitos profundos
?	Glaciación Kansas	
?	Interglacial	
900	Glaciación Nebraska	

Tabla 1.2

Hay que señalar que todas las manifestaciones glaciales descritas dan como resultado los suelos rojos del tipo interglacial o sea el Yarmouth. Este Horizonte indicador paleo-climático define los fenómenos de origen glaciar como pertenecientes a la Tercera glaciación.

Uno de los productos típicos acompañado de la existencia de glaciares son los suelos eólicos. Las llamadas brisas del valle y montaña que se desarrollan hoy en día en la cuenca, deben haberse acentuado extraordinariamente durante los climas glaciares, transformándose en vendavales. Es casi seguro que estos fuertes vientos acarrearán importantes volúmenes de partículas finas de polvo volcánico alterado al valle.

Al precipitarse este polvo llamado loes en el lago, se hidrataba fácilmente creando las conocidas arcillas lacustres del Valle; con este mecanismo se interpreta hoy que las arcillas son producto principal de alteración físico-química de loess glacial.

MARCO VULCANOLOGICO

Todo material contenido en los depósitos de la cuenca del Valle de México es directa o indirectamente de origen volcánico.

- De origen volcánico directo son, por ejemplo, las lavas de los domos pliocénicos del cerro de Chapultepec y del cerro del Tepeyac. Lo son también las lavas, brechas, tezontles y cenizas del peñón del Marques, así como las de la sierra de Santa Catarina, con una hilera de conos escoriales juveniles rodeados de lavas y de coladas recientes del pedregal de San Ángel originadas en el Xitle.
- En el renglón de depósitos volcánicos indirectos se deben mencionar las acumulaciones de polvo eólico. En las regiones volcánicas abundan endritros finos derivados de cenizas volcánicas. El viento levanta este polvo y lo transporta a veces a grandes distancias; si el viento los deposita en laderas durante periodos de clima frío, se transforma en suelos inmaduros que con el transcurso del tiempo se convierten en tobas amarillas que tanto abundan en las Lomas.

Relacionados con los depósitos glaciales, especialmente a finales de ellos, están los deshielos, por los cuales crecieron arroyos y ríos caudalosos. Los deshielos generaron potentes depósitos fluviales que se reconocen hoy en numerosos puntos de las lomas así como al pie de ellas en transición a la planicie central, formando abanicos aluviofluviales (deltas)

1.1.2. ESTRATIGRAFIA GENERAL DE LA ZONA.

DEPÓSITOS DEL LAGO.

Los depósitos de la planicie del Valle de México son los que comúnmente se conocen como depósitos del Lago. Hay que señalar que ello solamente es válido y correcto para ciertos tiempos geológicos con condiciones

climáticas que propiciaban la existencia de un lago propiamente. En la cuenca cerrada podía existir un lago cuando las lluvias superaban a la evapotranspiración, mismo que desaparecía cuando ésta superaba a las lluvias. Obviamente, el factor que dominaba dicho equilibrio era la temperatura ambiental: si el clima se enfriaba, se formaba un lago; si se calentaba, el lago disminuía y hasta desaparecía.

Como consecuencia de lo anterior se presentaban transgresiones y regresiones lacustres. El resultado práctico de esta alternancia fue el depósito de arcillas o formación de suelos. El lago subsistía durante las épocas de calor (sequía) en las partes centrales de la cuenca, continuando aquí el depósito de arcillas lacustres; en las partes marginales (transición) ocurría lo contrario, donde entre arcillas lacustres se intercalaban suelos de pradera.

DEPÓSITOS DE TRANSICIÓN

Los depósitos lacustres del centro de la cuenca van cambiando a medida que se acercan al pie de las lomas; lo que ocurre es que entre las arcillas lacustres van intercalándose capas de suelos limosos, cuerpos de arenas fluviales y, en ciertos casos, en la desembocadura de arroyos y ríos, importantes depósitos de gravas y boleas.

Obviamente, las aportaciones fluviales de las Lomas al gran vaso de sedimentación, que es la planicie, se depositan especialmente en el quiebre morfológico Lomas-Planicie.

DEPÓSITOS DE LAS LOMAS

En la secuencia estratigráfica de las lomas se identifican tres fenómenos geológicos:

- La erosión subsecuente de estos depósitos, formándose profundas barrancas
- El depósito en las barrancas de morrenas y
- El relleno parcial de esas barrancas con los productos clásticos de nuevas erupciones

1.1.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FORMACIÓN DE LOS SUELOS.

ZONA DE LAGO

Los suelos arcillosos blandos son la consecuencia del proceso de depósito y de alteración físico-química de los materiales eólicos, aluviales y de las cenizas volcánicas en el ambiente lacustre, donde existían abundantes colonias de microorganismos y vegetación acuática; el proceso sufrió largas interrupciones durante los periodos de intensa sequía, en los que el nivel del lago bajó y se formaron costras endurecidas por deshidratación o por secado solar.

Otras breves interrupciones fueron provocadas por violentas etapas de actividad volcánica, que cubrieron toda la cuenca con mantos de arena basálticas o pumíticas; eventualmente, en los periodos de sequía ocurría también una erupción volcánica, formándose costras duras por arenas volcánicas.

El proceso descrito formó una secuencia ordenada de estratos de arcilla blanda separados por lentes duros de limos y arcillas arenosas, por las costras secas y por arenas basáltica o pumíticas producto de las emisiones volcánicas. Los espesores de las costras duras por deshidratación solar tienen cambios graduales debido a las condiciones topográficas del fondo del lago; alcanzan su mayor espesor hacia las orillas del vaso y pierden importancia y aún llegan a desaparecer al centro mismo. Esto último se observa en el vaso del antiguo lago de Texcoco, mostrando que esta región tuvo escasos breves periodos de sequía.

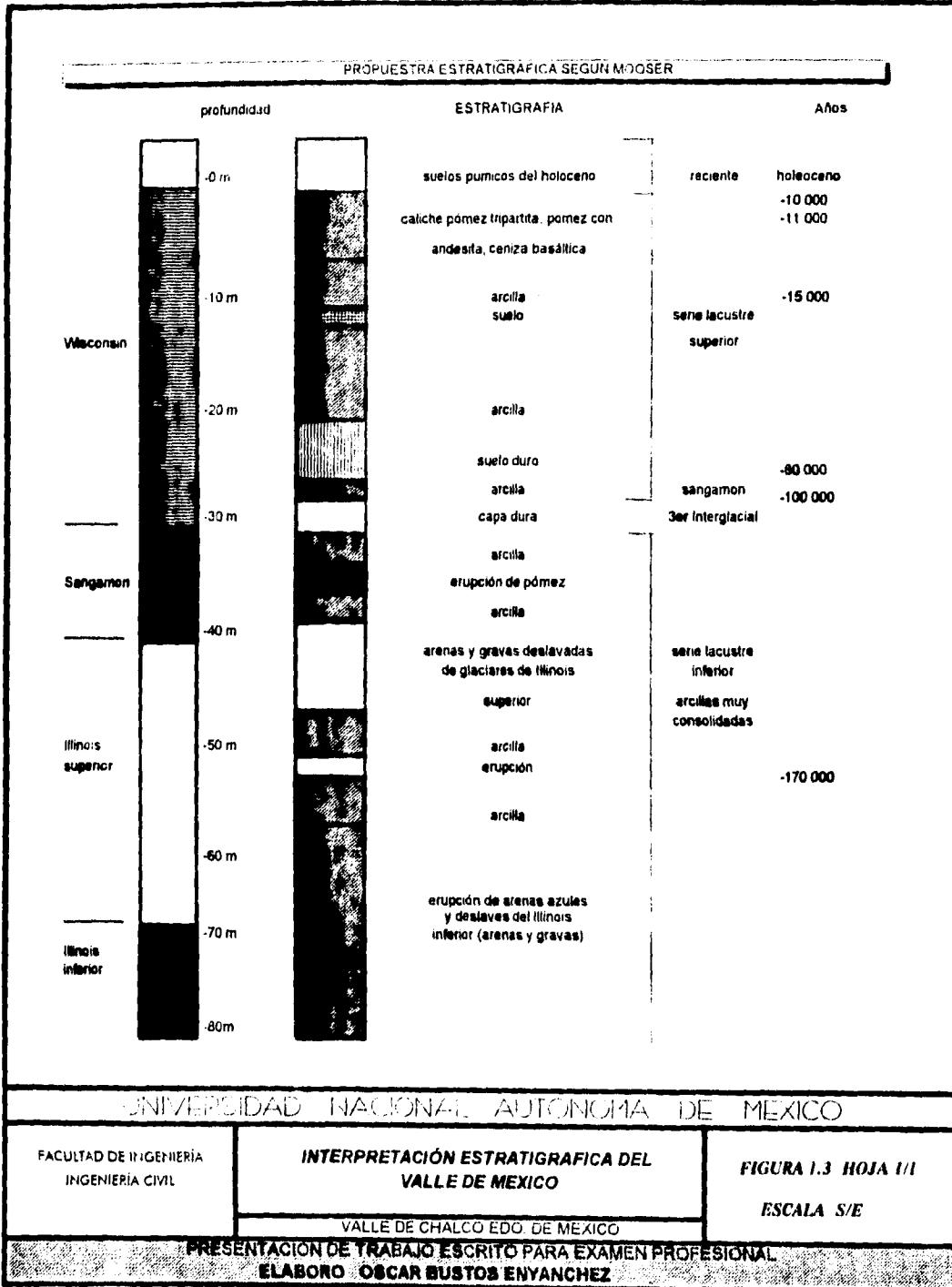
ZONA DE TRANSICIÓN

Los depósitos de transición forman una franja que divide los suelos lacustres de las sierras que rodean el valle y de los aparatos volcánicos que sobresalen en la zona del lago. Estos materiales, de origen aluvial, se clasifican de acuerdo al volumen de clásticos que fueron arrastrados por las corrientes hacia el lago y la frecuencia de los depósitos; así se generaron dos tipos de transiciones: interestratificada y abrupta.

- **Interstratificada:** Esta condición se presenta en los suelos que se originaron al pie de barrancas, donde se acumularon los acarreos fluviales que descendieron de las Lomas a la Planicie.
- **Abrupta.** Esta consideración se identifica en el contacto entre los rellenos de la cuenca y los cerros que sobresalen de dicho relleno, a manera de islotes; en este caso, los depósitos fluviales al pie de los cerros son prácticamente nulos, lo cual originan que las arcillas lacustres estén en contacto con la roca.

ZONA DE LOMAS

La zona de Lomas está formada por las serranías que limitan a la cuenca al poniente y al Norte además de los derrames del Xitle al SW; en las sierras predominan tobas compactas de cementación variable, depósitos de origen glaciar y aluviones, ver figura 1.3



1.2. ALTERNATIVAS POSIBLES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LUMBRERAS

Para la construcción de la lumbrera se buscara entre las diferentes técnicas mas utilizadas de construcción un procedimiento tal que garantice un factor de seguridad de 2.0 como mínimo y que su construcción se realice en el tiempo programado, por lo que a continuación se describen las alternativas posibles de construcción y las principales consideraciones teóricas de estabilidad de lumbreras

1.2.1. LIMITACIONES EN CUANTO A LA CONSTRUCCIÓN DE LUMBRERAS

De acuerdo a las características que presenta la zona del valle de Chalco, se pueden considerar varias limitaciones en cuanto a la construcción de lumbreras. Estas limitaciones que se toman en cuenta son los siguientes factores en la solución de las alternativas de selección:

- Espacio
- Costo
- Tiempo
- Riesgos
- Eficiencia
- Problemas técnicos

Sin duda alguna para éste caso los factores mas importantes para la selección del método a utilizar lo represento el Costo, Tiempo y los Problemas técnicos, por lo que a continuación se presentan los principales métodos utilizados para la construcción de lumbreras.

1.2.2 TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LUMBRERAS

Definición de lumbrera

Son excavaciones verticales de sección rectangular o circular según las necesidades del proyecto, siendo circulares las más comunes. Se emplean entre otras cosas para bajar equipo o introducir maquinaria en la extracción del producto de la excavación de túneles con el que se comunica, así como para la introducción de materiales de construcción necesarias para los revestimientos definitivos que constituirán las paredes del túnel, podrán ser utilizadas como respiraderos en túneles carreteros o ferroviarios y en este caso que nos ocupa para contener líquidos y por medio de una cámara de sumergencia donde se colocaran equipos de bombeo para desalojar el agua conducida por los colectores que llegan a la planta, sin olvidar que las formas de utilización están en función de la creatividad Ingenieril y que en suelos blandos son una alternativa de solución con muchas ventajas.

La determinación de la forma de excavación de una lumbrera o tiro vertical, estará en función de la resistencia encontrada en los sondeos efectuados previamente al proyecto, mismo que podrá determinar cual será el más indicado para llevar a cabo la excavación, así como su ademe primario y definitivo, no poniendo en peligro la estabilidad de la lumbrera durante la ejecución.

TÉCNICA SOLUM

Técnica por perforación de segmentos anulares y sustitución del peso del volumen del núcleo por agua.

La técnica Solum consiste esencialmente en tres pasos:

- Se marca en el centro del terreno los ejes de la lumbrera y las fronteras del revestimiento, se subdivide el área en seis partes iguales, cada una en ángulos de 60° y se procede a hacer perforaciones de 0.60 m de diámetro hasta la profundidad de proyecto en un sector anular.
- Las perforaciones estarán separadas entre sí 0.6 m aproximadamente, siempre dejando una parte del terreno de ese sector sin perforar. Todas las perforaciones realizadas son estabilizadas con lodo

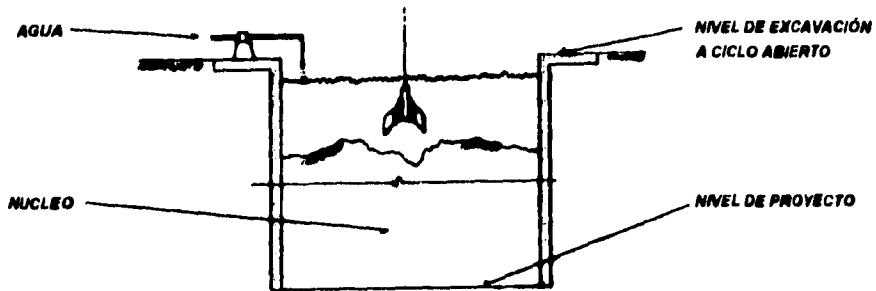
bentonítico; una vez terminadas las perforaciones se procede a la extracción del material remanente entre cada perforación por medio de una draga con almeja substituyendo una vez mas el material extraído por lodo bentonítico. Cuando se termina de excavar y ademar el primer sector anular, se procede a los preparativos de la colocación del concreto en el sector donde se trabaja.

- Se baja el armado y se inyecta concreto hacia el fondo, por medio de un tubo "Tremi", el cual desplaza el lodo bentonítico por diferencia de densidad, así termina un ciclo de colado del sector anular. Se alterna el procedimiento de excavación ademado y colado en el sector III, V, II, IV y VI y así sucesivamente hasta la terminación del revestimiento de las paredes de la lumbrera.

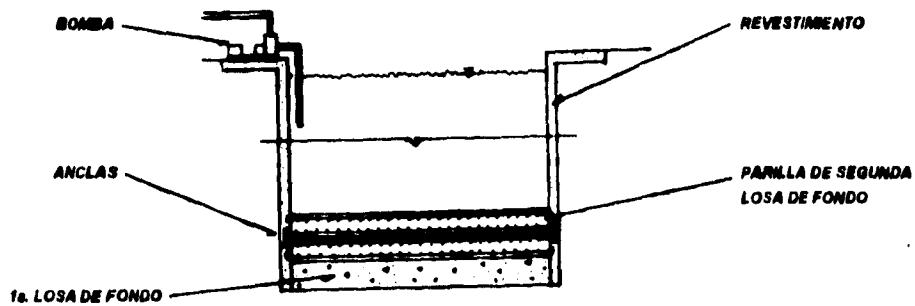
Posteriormente se procede a la excavación del núcleo con una draga con almeja, hasta la profundidad de proyecto y que de acuerdo con los estudios de mecánica de suelos no presentaran expansiones a la descarga del suelo. Cuando se llega a este nivel, se suspenden los trabajos de excavación y se reemplaza el peso del material por un volumen equivalente de agua para evitar el bufamiento del suelo como se puede observar en la figura 1.4 "excavación del núcleo"

Se continua con la excavación del núcleo de la lumbrera, extrayendo el material bajo el agua hasta llegar a la profundidad deseada.

Al terminar la excavación se procede inmediatamente a colar el fondo de concreto a forma de tapón o plantilla, dejándose fraguar. Posteriormente se limpia el azolve y se baja una parrilla de acero de refuerzo para colar un segundo fondo bajo el agua. Acto seguido se extrae el agua dentro de la excavación y se baja al personal para sellar (calafatear) el tapón de fondo y evitar la filtración de agua o algún otro material. Por ultimo se procede a colar el fondo definitivo de concreto armado, perfectamente bien anclado a los muros para lo cual se deberá de demoler parte de los muros del revestimiento de la lumbrera, como se puede observar en la figura 1.4 "construcción de losa de fondo"



EXCAVACIÓN DEL NUCLEO



CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE FONDO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LUMBRERAS
TECNICA SOLUM

FIGURA 1.4 HOJA 1/1

ESCALA S/E

VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO

PRESENTACIÓN DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL
ELABORO OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ

TÉCNICA SOLETANCHE

Técnica de perforación rotatoria de circulación inversa

El proceso de construcción de lumbreras en suelos arcillosos, en esta técnica es muy similar a la anterior expuesta, con dos variantes:

- La excavación de el sector anular, se efectuara por medio de un taladro barrenador guiado, colocándose en los brocales y montado sobre una vía donde se desplazara la maquina perforadora, esta maquina extrae el material por medio de una broca rotatoria, de percusión y de circulación inversa. figura 1.5 "procedimiento de excavación"

Después de comenzar la excavación y extracción del material se inyectara bentonita por el exterior de la broca y ésta a la vez que licúa al material extrae la mezcla de rezaga y bentonita por medio de una tubería de succión interior a la misma, depositando el material en un tanque sedimentador colocándolo en la superficie a un costado de la lumbrera y en el cual se trata para recuperar la mayor parte de bentonita, y poder ser inyectada nuevamente.

La maquinaria además de su movimiento vertical rotatoria cuenta con un movimiento horizontal y por lo mismo excava todo el sector anular ver figura 1.5 "procedimiento de excavación angular".

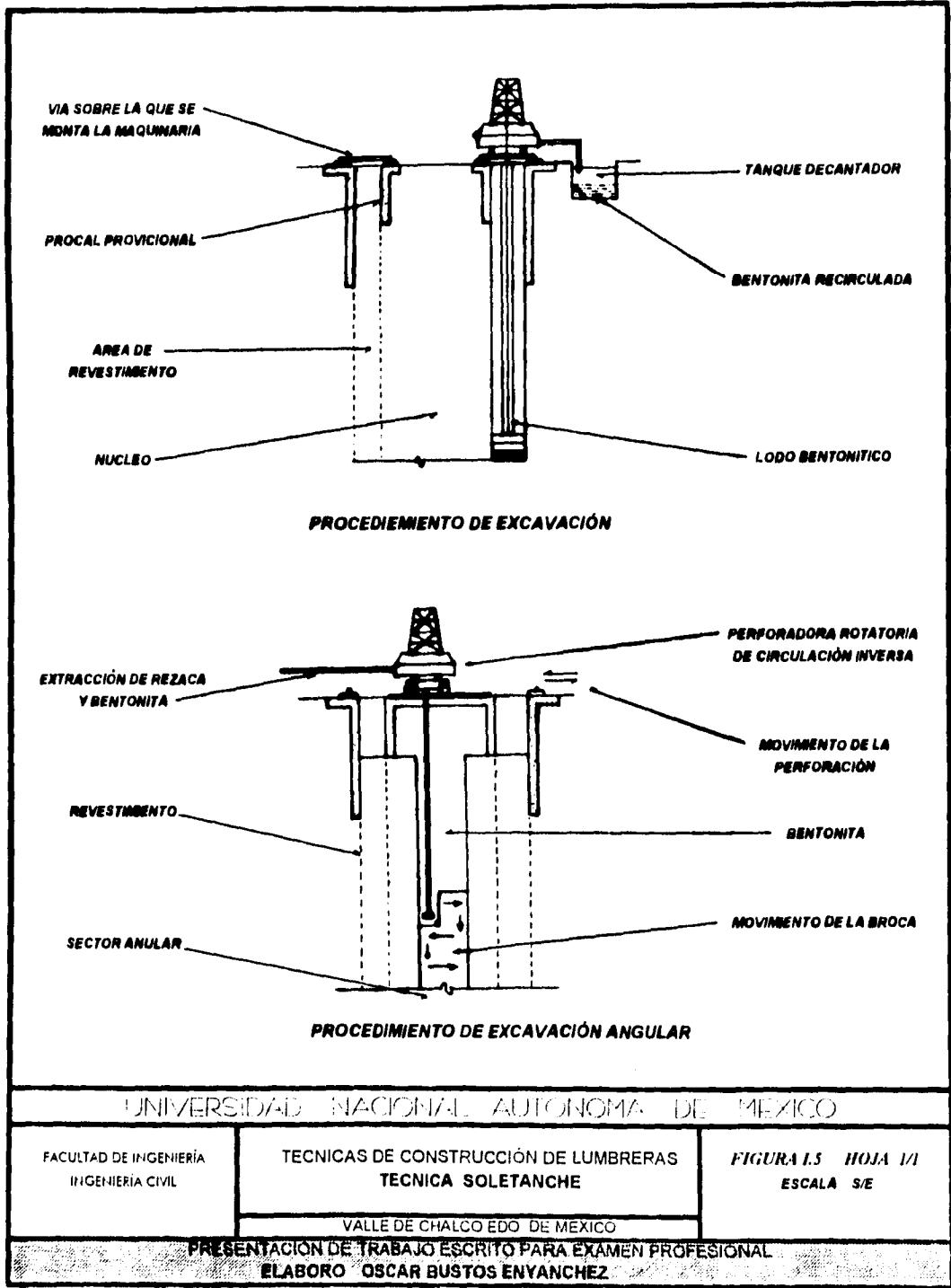
Cuando se termina la excavación de este sector anular y que por supuesto se encuentra ademado con lodo benonitico, se bajan unas parrillas previamente armadas y se hace el colado del muro de la lumbrera colocando concreto a través de un tubo "Tremi" desplazando éste a la bentonita por diferencia de densidades.

- La segunda variante de este procedimiento consiste en que el mismo taladro a la vez que perfora lo hace con mayor diámetro en los extremos del sector anular en donde se coloca una tubería que sirve como cimbra, dicho sector está limitado en ambos extremos para proceder a colar como se puede observar en la figura 1.6

Después que el concreto fragua lo suficiente, se retira la tubería que venía sirviendo de cimbra lateral y se procede a la excavación del siguiente sector (dentro del mismo sector anular), quedando la junta del colado, como se muestra en la figura 1.6

Una vez excavado y colado el muro de la lumbrera, es decir el revestimiento del muro, se procede a la excavación del núcleo por medios mecánicos (draga con almeja) y si no se registra ningún hufamiento importante al estar obteniendo las mediciones periódicas para efecto del control del fondo. No es necesario estabilizar a éste con agua o con lodo bentonítico.

A medida que se avanza en la excavación del núcleo de la lumbrera se pueden encontrar fuertes escurrimientos por las juntas de colado, por lo que se controlaran procediendo hacer barrenos para inyectar lechadas de agua cemento y en algunos casos arenas silicas, taponando perfectamente bien cualquier fuga y llenando los huecos que pudieran existir dentro del revestimiento como se muestra en la figura 1.6

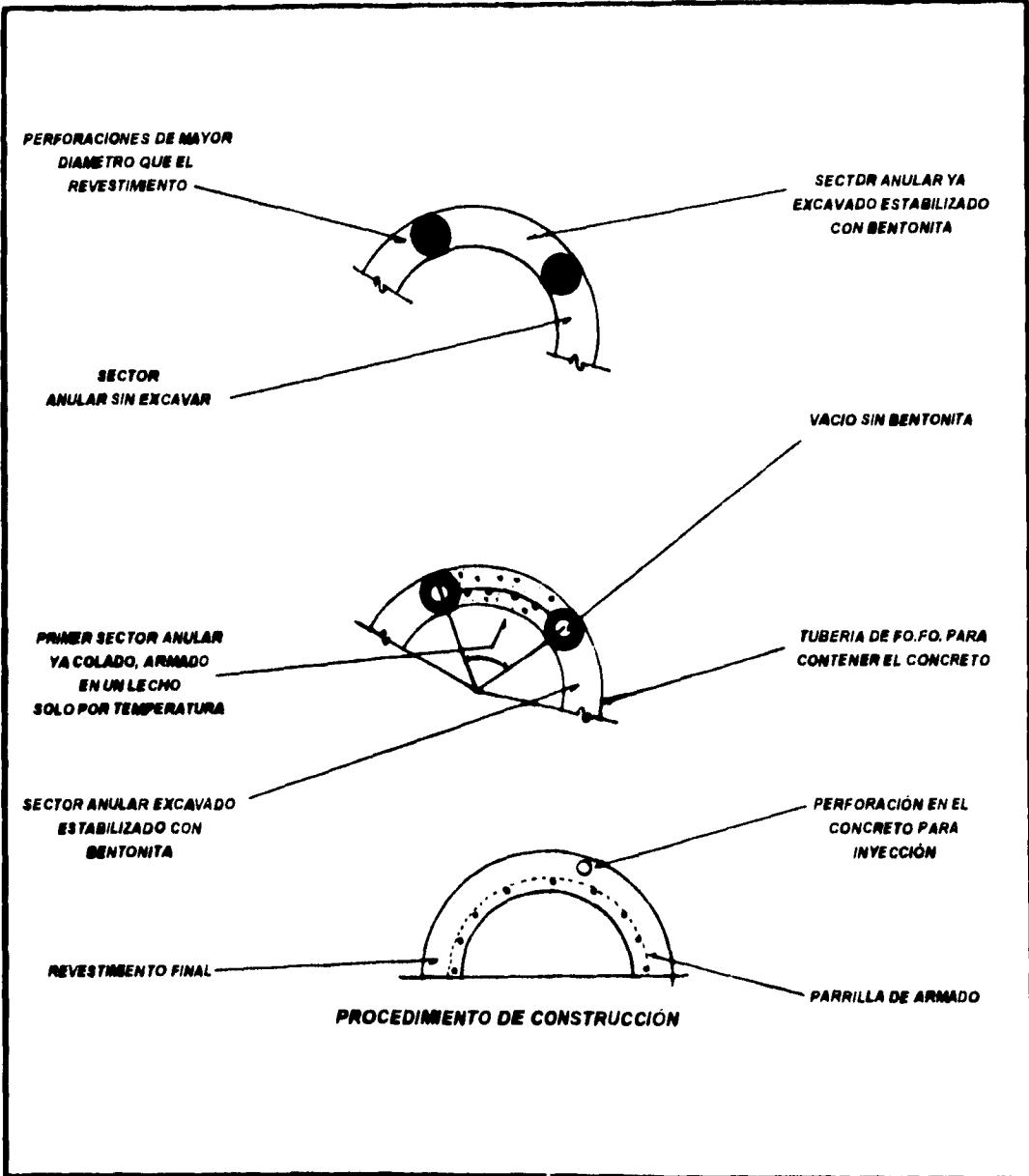


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL	TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LUMBRERAS TECNICA SOLETANCHE	FIGURA 1.5 HOJA 1/1 ESCALA S/E
--	---	-----------------------------------

VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO

PRESENTACIÓN DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL
ELABORO OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	TECNICAS DE CONSTRUCCION DE LUMBRERAS TECNICA SOLETANCHE	FIGURA 1.6 HOJA 1/A ESCALA 3/4
VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO PRESENTACION DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL ELABORO OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ		

TÉCNICA ESTRELLA

La técnica por flotación consiste básicamente en lo siguiente:

Después de localizar el centro de la lumbrera se procede a marcar dos brocales, uno exterior y otro interior, de menores dimensiones, formando un polígono de 16 lados, el brocal interior es construido únicamente para marcar perfectamente los linderos del revestimiento y evitar deslaves del terreno.

Posteriormente se perfora el material hasta la profundidad requerida de proyecto con un diámetro de 60 cm (24") y solamente en las uniones de los lados del polígono hasta complementar el círculo. El material que se queda entre una perforación y otra se extrae por medio de una almeja y es reemplazado por lodo bentonítico, y así sucesivamente.

Concluida la excavación perimetral, se demuele el brocal interior para poder extraer el núcleo mediante el uso de una almeja, estabilizando las paredes con bentonita recirculada y con un control periódico de densidad del lodo como se muestra en la figura I.7 "excavación del núcleo"

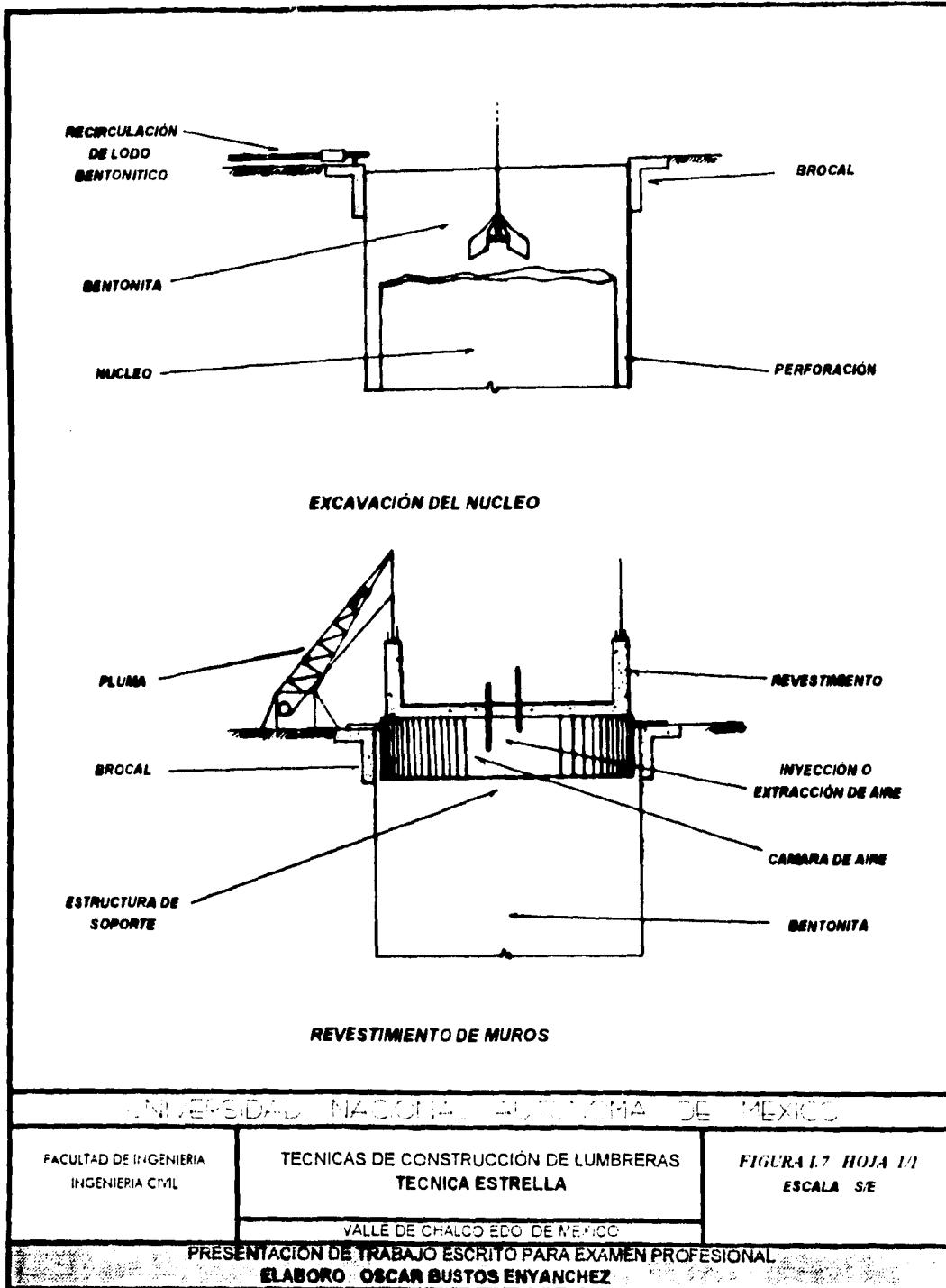
Posteriormente, habiendo completado toda la excavación, se coloca una estructura de acero en forma de tanque cilíndrico invertido, el cual queda perfectamente bien anclado en el brocal exterior de la lumbrera. Inmediatamente después se cuele el fondo de la lumbrera. Quedando apoyado el revestimiento sobre la estructura y ésta, a su vez, sobre el brocal. El tanque sirve como cámara de flotación ya que esta perfectamente sellada contra fugas de aire y tiene además preparaciones en donde se colocarán válvulas para permitir la salida del aire, como se puede ver en la gráfica I.7 "revestimiento de muros"

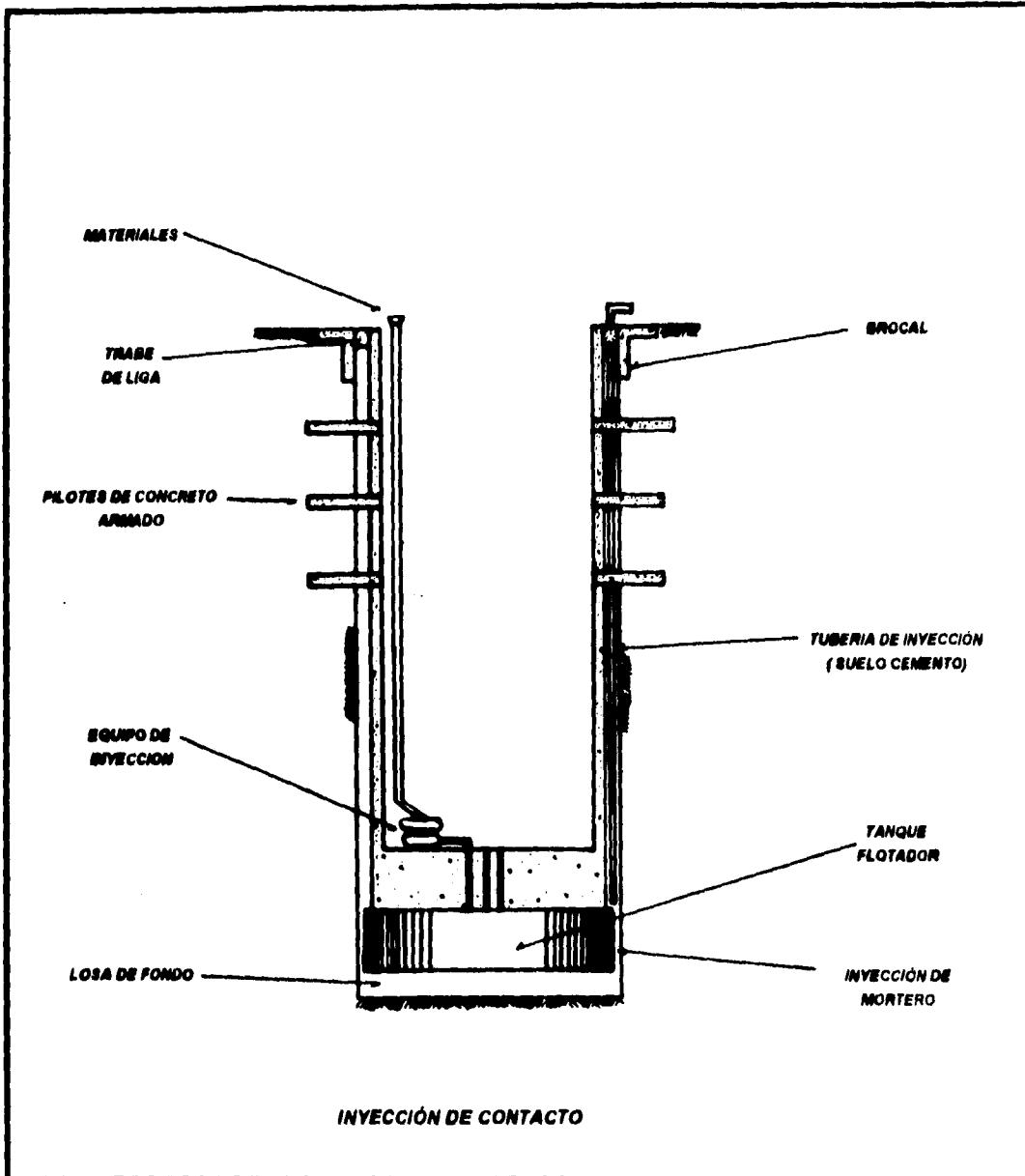
La primera etapa del revestimiento es sostenido por la estructura de acero y nivelada por medio de cuatro plumas colocadas en el brocal de la lumbrera, en el sentido de los ejes cardinales. Para estos se dejan ahogados

previamente en el concreto unas anclas de donde se engancha el puntero de la pluma, accionado por medio de un malacate.

Para el proceso de bajar el revestimiento se hace de la siguiente manera: Una vez que se tiene colada la parte inferior del revestimiento se inyecta aire a presión en la estructura para poder desplazar la bentonita que se encuentra dentro de la misma y permitir que suba y poder retirar las anclas de soporte, para poder continuar con el hincado de la estructura. Las plumas tienen la función de evitar un deslizamiento incorrecto del revestimiento,

Una vez sumergida totalmente la estructura, se inyecta una mezcla de agua - cemento - arena sílica a la misma por las preparaciones existentes para extracción o inyección del aire, lográndose de esa forma una consolidación en el terreno que circunscribe la lumbrera. La manera de ligar la estructura al terreno podrá ser por medio de pilotes horizontales de concreto armado, insertados en una preparación previamente hecha en el revestimiento; además puede estar unido al brocal por medio de traveses de anclaje de concreto armado, como se puede apreciar en la figura 1.8.





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LUMBRERAS
TECNICA ESTRELLA

FIGURA 1.8 HOJA 1/1
ESCALA 5/E

VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO

PRESENTACION DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL
ELABORO OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ

TÉCNICA ICOS

Excavación de lumbrera tipo muros Milán

Antes de iniciar la perforación de los muros de la lumbrera, se procede a marcar sobre el terreno, un hexágono circunscrito a un círculo cuyo diámetro corresponde al del proyecto. donde posteriormente irán los muros rectos del revestimiento primario hasta la profundidad deseada. En el exterior se construye un brocal de concreto para poder colocar la maquina perforadora y la almeja.

En seguida se hacen perforaciones de 0.60 m de diámetro a toda la profundidad, estabilizando las paredes con bentonita. Las perforaciones tienen entre si una distancia de aproximadamente 2 m y siempre se hacen coincidir con las esquinas de los lados del hexágono ver figura 1.9. El material dejado entre las perforaciones es extraído con una draga o almeja, estabilizando las paredes con bentonita.

Realizado lo anterior se procede a bajar el armado en tramos de 12 m 2 lechos de armado uniéndose cada tramo por medio de traslapes de 1.5 m . El colado de los muros de la lumbrera se hace con tubería "Tremi" ver figura 1.9. Al ir inyectando concreto éste desplaza la bentonita por diferencia de densidades hasta finalizar con el colado de una de las paredes del revestimiento primario (un lado del hexágono) para continuar con la siguiente y así sucesivamente hasta que se completa con el hexágono. Para las juntas de colado se deja una tubería longitudinal que divide cada lado del hexágono y que impide que a la hora de estar colocando concreto se salga de su lugar. Es extraída una vez que el concreto tenga su fraguado inicial ver figura 1.9

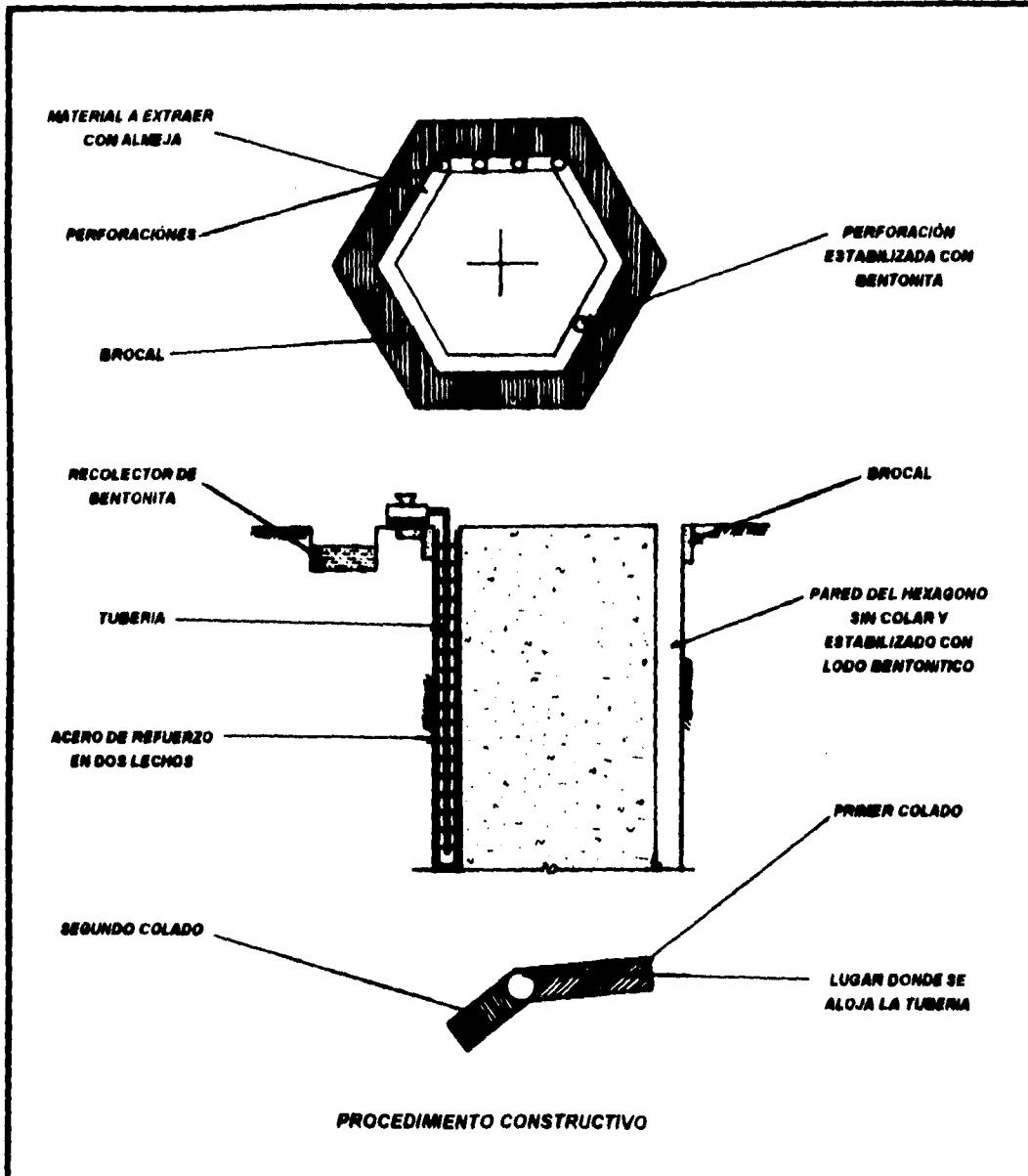
Una vez colada las paredes del hexágono, se procede a excavar a base de pico y pala, una corona circular de 1.4 m de altura para hacer mas rígida la parte superior de la lumbrera, colándose monolíticamente junto con el primer anillo del revestimiento secundario.

La altura del anillo es de aproximadamente 2.0 m, con un espesor mínimo de 0.40 m su armado se integra al de la corona y se ancla a la pared del hexágono.

Después que el concreto de la corona y del anillo han fraguado, se retira la forma metálica que se utilizó como cimbra y se excava el núcleo de la lumbrera hasta la profundidad de 3.0 m medidos a partir del paño inferior del primer anillo. Todo esto se hace con el fin de colar en las esquinas del hexágono unas pequeñas columnas cuyo armado es anclado al de las paredes del revestimiento y sirve para disminuir las filtraciones, separar los anillos y dar mayor rigidez a la estructura.

El mismo procedimiento anterior se repite hasta llegar a la profundidad de proyecto.

El fondo de la lumbrera puede colarse de acuerdo a las circunstancias y/o tipo de terreno, por ejemplo, en suelos arcillosos puede optarse por hacerlo cóncavo para que esté en mayor condición de resistir las presiones del mismo suelo, y lógico el agua que queda acumulada dentro de la lumbrera se bombea para poder hacer el colado del fondo de dicha lumbrera. Previamente a todo esto se hace una primera losa de fondo y después la definitiva la cual se anclara al armado del revestimiento.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LUMBRERAS
TECNICAS

FIGURA 1.9 HOJA 1/1

ESCALA S/E

VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO

PRESENTACION DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL
ELABORO OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ

TÉCNICA TGC.

Esta técnica se aplica bajo ciertas condiciones tanto geométricas como tomando en cuenta las características del suelo donde se ubicarán las lumbreras de acceso; estas son principalmente de sección circular apropiadas para un suelo arcilloso y diámetros menores ya que son utilizadas en respiraderos de túneles o pozos de visita.

La construcción de una lumbrera bajo este método consiste:

Marcado sobre el terreno el diámetro exterior deseado para la iniciación de la Lumbrera. Se inicia la excavación vertical con medios manuales en tramos de 1 m donde se estabilizan las paredes con concreto lanzado auxiliado con una malla electrosoldada en un espesor de 7.5 cm a todo su alrededor, así durante toda la excavación hasta el final y tomando en cuenta que es principalmente para la seguridad del personal que opera dentro de ella ya que no es el ademe definitivo que posteriormente mencionaremos.

Para el abatimiento del nivel freático se colocan alrededor de la lumbrera un sistema de puntas extractoras hasta una profundidad de aproximadamente 25 m, del nivel del terreno. Se coloca un marco de acero sobre la lumbrera para la utilización de un malacate que se encuentra colocado junto a la lumbrera, para la extracción del material del fondo de la misma.

Conforme se va avanzando en la excavación es necesario introducir equipo de iluminación y de inyección de aire, por las características que éste tipo de lumbreras presenta. Al término de la excavación se coloca una cimbra perdida de madera para colar una losa de fondo de concreto armado con espesor aprox. de 20 cm.

A continuación se colocara el acero de refuerzo para el ademe definitivo, que consta de una doble malla de varillas; posteriormente se procede a introducir una cimbra deslizante para el colado definitivo del muro.

1.3 CONSIDERACIONES TEÓRICAS SOBRE LA ESTABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE LUMBRERAS

1.3.1 PRESIONES RADIALES

Primeramente cabe hacer la distinción hecha por Terzaghi; en lo concerniente a la diferencia entre pequeños barrenos y perforaciones de gran diámetro (lumberas o tiros). En comparación con un barreno, cuyo diámetro no exceda de unos pocos centímetros, una lumbera es una excavación de ancho mínimo igual a un metro.

La obtención de la información indispensable para la construcción de una lumbera, como lo es la determinación de la magnitud y orientación del cambio del estado de esfuerzos en una masa de suelos localizada en el contorno de una lumbera, permite diseñar el ademado provisional que contendrá los empujes del terreno durante el tiempo de los trabajos de excavación y posteriormente el diseño estructural del revestimiento definitivo.

Esta información obtenida a base de datos prácticos o teóricos es uno de los factores determinantes para la selección del procedimiento a utilizar. Los datos prácticos se adquieren directamente de la experiencia constructiva y los teóricos en base al empleo de alguna de las teorías de mecánica de suelos existentes; el objeto del presente subcapítulo es el de dar a conocer someramente las teorías fundamentales comúnmente utilizadas para la estimación de presiones radiales.

CRITERIO DE BERESANTSEV

Una de las teorías fundamentales en la actualidad para el análisis y diseño de lumberas es la teoría de Beresantsev, ya que proporciona resultados muy aproximados a la realidad, una vez que la valorización ha sido hecha

Beresantsev supone que debido al abatimiento de aguas freáticas en el desarrollo de excavaciones profundas se induce un hundimiento superficial en el contorno de la lumbrera, dando la primera solución exacta para el problema axial-simétrico, el cual puede compararse con la solución de Rankine para el caso de dos dimensiones.

Además, Beresantsev ha dado una solución aproximada, suponiendo una ruptura lineal en el plano inclinado de $45^\circ + \theta/2$ con la horizontal.

De una forma simplificada del planteamiento, Beresantsev desarrolló una expresión para obtener las presiones radiales.

$$\sigma_r = \gamma r_0 \frac{\tan(45^\circ - \theta/2)}{k-1} \left[1 - \left(\frac{z_0}{R} \right)^{k-1} \right] + q \left(\frac{z_0}{R} \right)^k + c \cotan \theta \left[\left(\frac{z_0}{R} \right)^k + \tan^2(45^\circ - \theta/2) - 1 \right]$$

donde:

- $K = 2 \tan \theta \tan (45^\circ + \theta/2)$
- $R = r_0 + z \tan (45^\circ - \theta/2)$
- $r =$ Radio de excavación
- $z =$ Profundidad a la cual interesa conocer la presión radial
- $\theta =$ Ángulo de fricción interna
- $q =$ Sobrecarga (ton/m^2)
- $\gamma =$ Peso volumétrico del material (ton/m^3)
- $c =$ Cohesión (ton/m^2)

Es claramente demostrado que debido a la acción o efecto de arque en la masa del suelo que lo circunda, los incrementos de presión de suelo decrecen progresivamente con la profundidad; después de alcanzar un cierto límite se define un valor constante, justamente con el caso de la presión lateral de un silo. La profundidad crítica se obtiene con mayor ángulo de fricción interna y con menor radio de la lumbrera.

La presión específica actuante en forma de un anillo en un tiro de mampostería con una profundidad unitaria de 1 m puede ser tomado como $P = e + w$, donde el valor para "e" puede ser calculado. Por supuesto, en consideraciones de ambos en la elevación y en sumergencia de la densidad del suelo, "w" será la carga hidrostática.

Esto puede ser escrito como:

$$Pr = \sigma v \qquad v = \frac{Pr}{\sigma}$$

Donde: Pr = Presión específica
 r = Radio relativo al centro de la línea del pozo
 v = Espesor de la pared del tiro.

El deslizamiento Transversal de lumbreras rectangulares puede ser trasladado fuera por los mismos efectos, pero las secciones pueden ser repartidas con una estructura cerrada.

Los muros de un tiro pueden ser dimensionales contra esfuerzos axiales por tensión y pandeo, resistidos durante el transcurso de iguales o repentinos hundimientos.

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA EXCAVACIÓN QUE ALOJA LA LUMBRERA.

De acuerdo a experiencias adquiridas en el desarrollo de procesos constructivos se ha demostrado, que cuando una excavación alcanza una profundidad específica, es necesario realizar un análisis cuidadoso de las condiciones geométricas y mecánicas (estudio de suelo) de la excavación para decidir el procedimiento constructivo.

En muchas ocasiones se han observado levantamientos del fondo de la excavación misma que fue además lateralmente, en otras ocasiones también se ha presentado extrusión de material por los intersticios (huecos) de un ademe abierto, esto comúnmente se presenta a profundidades mayores entre los 10 a los 15 m.

Lo anterior dio origen a resolver los procesos constructivos de lumbreras, sobre todo en suelos blandos en las que se evitara las siguientes fallas:

Falla de fondo.

Falla de supresión.

Falla por extrusión.

A continuación se describe someramente algunas consideraciones teóricas para la determinación de la estabilidad de la excavación.

1.3.2 FALLA DE FONDO

Cuando se realiza una excavación sobre o en estrato de arcilla blanda, se corre el riesgo de que se produzca una de las fallas más frecuentes y peligrosas como es la falla de fondo. En este tipo de fallas ocurre un asentamiento del terreno vecino, acompañado por el levantamiento generalmente rápido del fondo de la excavación, lo que sucede en realidad es que el material vecino fluye hacia el centro de la excavación, que se levanta correspondientemente.

Existen varios criterios teóricos en la actualidad para la estimación de la estabilidad de una excavación contra la falla de fondo, entre los fundamentales podemos mencionar: el Criterio de "Terzaghi", el Criterio "Skempton" y el Criterio de "Bjerrum y Eide". A continuación se presenta una descripción de solo uno de ellos, el que se considera con mayor fundamento.

Criterio de Skempton

En su análisis, el autor supone que la capacidad de carga de una arcilla, a una profundidad D_f esta dada por:

$$q_c = Cn_c + \gamma Df$$

Para el caso de la existencia de una sobrecarga de magnitud q , el valor de q_c pasa a ser :

$$q_c = Cn_c + \gamma Df + q$$

En el segundo miembro de la ecuación, el término " Cn_c " representa la resistencia del suelo a lo largo de una superficie de falla, en tanto que el término $\gamma Df + q$ representa el esfuerzo al nivel de desplante debido al peso del suelo suprayacente y a las sobrecargas que hubiere. En este caso de una excavación, en el instante de la falla de fondo, la resistencia a lo largo de la superficie de falla " Cn_c " se opone al flujo del material, a donde tiende a moverse por efecto de la presión $\gamma Df + q$. Por consiguiente, en la falla se tendría:

$$Cn_c = \gamma Df_{max} + q$$

Esta ecuación es la profundidad máxima a que se puede llevar la excavación, sin que falle. Skempton al igual que Terzaghi, como una precaución adicional, adoptó la inclusión de un factor de seguridad en su ecuación así:

$$\gamma Df + q = \frac{Cn_c}{F.S.}$$

y de donde:

$$F.S. = \frac{Cn_c}{\gamma Df + q}$$

Esta expresión permite estimar la seguridad contra la falla de fondo.

1.3.3 FALLA POR SUBPRESIÓN

El agua es uno de los factores mas importantes en la resistencia, compresibilidad y cambios de volumen del suelo.

El nivel freático es la superficie superior de una masa de agua subterránea, y es el nivel al cual la presión de agua es cero.

Cuando el acuífero está confinado entre los estratos impermeables el agua puede estar a presión; cuando esto sucede, la elevación de cero presión está por arriba de la superficie exterior del agua, y se dice que el agua subterránea tiene presión artesiana.

Las excavaciones que se extienden hasta cerca de los estratos que están bajo presión artesiana se pueden dañar por un levantamiento del fondo. La presión del agua, que al principio estaba balanceada por el peso del suelo superyacente, hace, al fallar éste, que el suelo que queda se mueva hacia arriba dentro de la excavación, o si los suelos son arenas finas y limos se producen en estos la condición de movedizas; por lo que ellos solo se produce una pequeña cantidad de filtraciones con una gran diferencia de carga.

Al flujo del agua acompaña con frecuencia un alto esfuerzo neutro por la diferencia de carga. Si como resultado de esto la presión efectiva se hace cero, el suelo perderá toda su resistencia y se volverá movedizo y en estas condiciones es como un flujo pesado; no resistirá esfuerzos y, si no está confinado fluirá.

El levantamiento implica insuficiente carga total P , para contrarrestar la fuerza de subpresión U . En los casos en que los gradientes son extremadamente altos, $i > J$, se puede producir sifonamiento aunque $P > U$. El arrastre friccional del agua mueve partículas más finas del suelo aunque la mayoría estén impedidas de moverse; entonces el flujo se concentra en la zona destruida, agravando la situación hasta que se produce el verdadero sifonamiento.

ESFUERZO EFECTIVO.

Si en una carga P uniformemente distribuida sobre granos de suelo irregulares con poros entre ellos, el esfuerzo es extremadamente alto en los puntos de contacto entre los granos y menor entre ellos. El esfuerzo en la fase sólida se expresa en términos del área total A y la carga total soportada por la fase sólida P' .

$$P = P'$$

dividiendo ambos miembros entre A

$$\frac{P}{A} = \frac{P'}{A}$$

$$\sigma = \sigma', \quad \sigma' = \frac{P'}{A} \dots\dots\dots(6.1)$$

- Donde : P = carga total
 σ' = esfuerzo efectivo
 P' = carga que resiste la fase sólida
 A = área total

ESFUERZO NEUTRO

Si se aplica una carga total P a un suelo constituido por sólidos y poros, habiendo dentro de estos últimos una presión u, la distribución de la carga es mas completa. Si el área de los poros en contacto con la carga es Av la fuerza uAv soportará parte de la carga, la distribución de la carga queda definida por:

$$P = P' + uAv \dots\dots\dots(6.2)$$

- donde: P = carga total
 P' = carga soportada por la fase sólida
 uAv = carga soportada por el agua

Dividiendo ambos términos de la expresión 6.2 por A, que es el área bruta o total, se tiene.

$$\frac{P}{A} = \frac{P'}{A} + u(Av/A)$$

$$\sigma = \sigma' + u(Av/A) \dots\dots\dots(6.3)$$

Esta es la ecuación del esfuerzo efectivo, que es fundamental para comprender el comportamiento del suelo a los esfuerzos. La presión en los poros o presión intersticial, u frecuentemente se denomina esfuerzo neutro, por que es incapaz de soportar esfuerzo cortante.

ÁREA DE PORO

El área de poro sobre la cual actúa el esfuerzo neutro o presión intersticial, se define por la relación de esfuerzo neutro, N :

$$N = \frac{\Delta z}{A} \dots\dots\dots(6.4)$$

En los suelos el área de contacto entre los granos es pequeña y la relación N es prácticamente igual a 1, la ecuación 6.3 para suelos queda simplificada:

$$\sigma = \sigma' + u \dots\dots\dots(6.5)$$

Si la fuerza hacia arriba en una área A es igual o excede a la carga total P de suelo, agua y estructura, se crea una zona de inestabilidad o de falla potencial. en el punto de falla,

$$P=U \quad , \quad \frac{P}{A} = \frac{P'}{A} \quad , \quad \sigma=0$$

ESTIMACIÓN DE LA SUBPRESIÓN (u)

El análisis de la estabilidad de la excavación se realiza en dos etapas: una de ellas es al momento de realizar la excavación, y la otra es en el momento de tener terminada totalmente la estructura. correspondiéndole a cada una de estas etapas un análisis a corto y largo plazo, respectivamente.

Análisis a corto plazo. La estimación del empuje del agua se realiza variando la profundidad, determinándose de esta forma la profundidad crítica. Considerándose las posibles filtraciones hacia la excavación, de acuerdo al tipo de material que se tenga y a las condiciones piezométricas medidas en el sitio.

Si el abatimiento del nivel freático es insuficiente para evitar el flujo de agua hacia el interior de la excavación, las fuerzas de filtración pueden ocasionar la tubificación del material del fondo.

Cuando hay movimiento de agua, la presión u se calcula por la red de flujo. La carga total h en cualquier punto está dada por la línea equipotencial. Si la elevación de ese punto es z , la carga $h-z$, la presión del agua es:

$$u = \gamma_w(h-z) \dots\dots\dots(6.6)$$

Análisis a largo plazo. En este caso, se requiere saber la profundidad total de la lumbra y los niveles piezométricos para calcular la subpresión en el fondo; una vez que se tiene ese dato, se requiere calcular el peso total de la lumbra para contrarrestar el empuje del agua. Si la estructura es débil la subpresión la puede romper provocando el estallido del piso del basamento o el derrumbe de los muros. Si la estructura es fuerte, pero ligera, puede moverse hacia arriba o flotar aparatadamente de su posición original.

Para estar del lado de la seguridad, al revisarse la estabilidad del fondo, se determina un factor de seguridad contra subpresión de la manera siguiente.:

$$F.S. = \frac{PL}{U} > 2 \dots\dots\dots(6.7)$$

Donde

PL = peso de la lumbra
 U = fuerza de subpresión
 $F.S.$ = factor de seguridad

En este caso, se tiene que no hay flujo y la presión u se puede calcular como :

$$u = \gamma_w(z) \dots\dots\dots(6.8)$$

1.3.4 FALLA POR EXTRUSIÓN

Otra de las causas de inestabilidad en excavaciones profundas se llama "Falla por Extrusión", que dan lugar a realizar cuidadosos análisis y mejoramiento de los procesos Constructivos, y se refiere al cierre abrupto de una excavación en un periodo de tiempo mínimo.

La teoría de Broms y Bennemark permiten hacer el análisis para estimar la estabilidad de la excavación que alojará la lumbrera o túnel. Describiendo que la extrusión se presenta cuando la resistencia al esfuerzo cortante es inferior total dividida entre cinco. En esta teoría existen dos alternativas similares para la evaluación de la estabilidad de la excavación, las que a continuación se mencionan:

-*Alternativa I*; Graficando, la resistencia al esfuerzo cortante por una parte y por otra la presión vertical dividida entre cinco, para diferentes profundidades sobre los datos de la lumbrera que se va a estudiar

-*Alternativa II*; Calculando el factor de sobrecarga con la ecuación $OFS = \gamma H/c$ haciendo la comparación con los lineamientos obtenidos en base a observaciones reales, los que a continuación se enlistan:

1. Si $\gamma H/c < 2$ a 3 los movimientos en la paredes de la excavación son pequeños y esencialmente elásticos.
2. Si $3 < \gamma H/c < 6$, los movimientos en las paredes de la excavación son predominantemente plásticos, incrementándose gradualmente según aumenta el factor de sobrecarga
3. Si $\gamma H/c > 6$, la condición de estabilidad es crítica y las paredes de la excavación tienen un alto riesgo de falla

En base a esta ultima condición de la generación del estado plástico de esfuerzo en la arcilla; se puede manejar el estado limite en función de un factor de seguridad que se calcula como

$$F.S. = \frac{6c}{\gamma H}$$

CAPITULO II

II PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA LUMBRERA
SELECCIONADA

II.1 ESTUDIOS PREVIOS

II.2 PROBLEMAS Y OBJETIVOS

II.3 DESCRIPCION DE LOS PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS

II. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA LUMBRERA SELECCIONADA

Para la determinación del Procedimiento constructivo a utilizar se tomaron las siguientes consideraciones:

TECNICA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ESTRELLA	DIAMETRO MAYOR, SEGURIDAD EN EL PROCESO, TIEMPO MÍNIMO FACILIDAD EN EL TIPO DE SUELO	GRANDES DIAMETROS, USO DE EQUIPO ESPECIALIZADO, COSTO ALTO
TCR		PEQUEÑOS DIAMETROS, TIEMPO MAYOR POR EL MOVIMIENTO DE MAQUINARIA, COSTO ALTO
TCR		PEQUEÑOS DIAMETROS MENORES, TIEMPO EXCESIVO, MAQUINARIA MÍNIMA

Tomando en cuenta los factores de espacio, costo, tiempo, riesgos, eficiencia y problemas técnicos, se realizó una comparación entre las diferentes técnicas utilizadas dando como resultado utilizar el Procedimiento constructivo de la Cía. Estrella "Lumbrera Flotada" para el Cárcamo de Bombeo.

III. ESTUDIOS PREVIOS

III.1. TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Para poder desarrollar el Proceso Constructivo fue necesario hacer estudios de exploración en campo, estudios y análisis en laboratorio y poder depurar el Procedimiento constructivo. Se hicieron un total de tres sondeos: sondeo

de material (SM-2), sondeo de cono (SC-5) y un registro piezométrico (EP-2), dentro de la Zona donde se ubica la Planta de Bombeo. Como se puede observar en la figura II.1 (Planta general de la Planta) y figura II.2 (corte longitudinal de la PB-8)

- El sondeo (SM-2) permitió conocer el perfil estratigráfico según se puede observar en la figura II.3; en esta misma se plasman las características índice del material donde se ubicara la estructura y donde se utilizo el tubo shelby para el muestreo
- El sondeo (SC-5) permitió conocer las propiedades mecánicas del suelo, según se puede observar en la figura II.4, y donde se presenta la resistencia al esfuerzo cortante conforme se aumenta la profundidad del sondeo, dato muy importante para la seguridad de la estructura.
- El sondeo (PZ-2) permitirá conocer el comportamiento del suelo con relación a la presión que presente antes durante y posterior a la construcción de la estructura, para lo cual existe una estación piezométrica, donde permitirá llevar los registros futuros, como se puede ver en la figura II.5

II.2 PROBLEMAS Y OBJETIVOS

Los objetivos serán poder construir la Planta de Bombeo en un periodo máximo de 6.5 meses a fin de poder entrar en operación antes del 15 de Abril de 1995. Para cumplir con este objetivo se ha programado tener una fluencia constante de recursos financieros y se prevé trabajar en dobles turnos.

Técnicamente es factible su construcción, pero representa un gran reto en el poco tiempo que se tiene, para su ejecución será necesario una conjunción entre todas las partes involucradas, como son proveedores, proyectistas, constructores, supervisores e implicará una organización total para terminar dentro del programa establecido.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se presenta una breve descripción de las estructuras y equipamientos que forman la planta y que más tarde se mencionarán a detalle:

Obra civil

Cárcamo de bombeo
Cárcamo de rejillas
Caja de distribución
Cajas deflectoras (2) fuera de la planta
Bodegas y talleres
Caseta de Vigilancia
Interconexión entre cárcamos y cajas
Deposito de basura
Espacios exteriores

Obra electromecánica

Planta de emergencia
Centro de control de motores
Subestación y transformador
Bombas y motores eléctricos verticales
Estructura de descarga
Tanques de almacenamiento de diesel
Sistema de alumbrado

RELACIÓN DE PLANOS VIGENTES QUE SERÁN UTILIZADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE BOMBEO PB-8.

CLAVE	DESCRIPCIÓN
ARQUITECTÓNICOS	
CHA-PB8-ARQ-01-00	Planta arreglo general
CHA-PB8-ARQ-02-00	Cortes generales PB-8
CHA-PB8-ARQ-03-00	Bodega talleres y caseta de vigilancia plantas cortes y fachadas
CHA-PB8-ARQ-04-00	Planta de emergencia y cuarto de tableros, planta corte y fachadas
ESTRUCTURALES	
CHA-PB8-EST-01-02	Cárcamo de bombeo estructural PB-8
CHA-PB8-EST-03-01	Caja de distribución PB-8
CHA-PB8-EST-04-00	Tablaestaca de protección al colector, estructural
CHA-PB8-EST-05-01	Cárcamo de rejillas estructural PB-8
CHA-PB8-EST-06-00	Estructura de descarga, Estructural 1/2 PB-8
CHA-PB8-EST-07-00	Estructura de descarga, estructural 2/2 PB-8
CHA-PB8-EST-08-00	Marcos de izaje y depósitos de basura, estructural 1/2 PB-8
CHA-PB8-EST-09-00	Marcos de izaje y depósitos de basura, estructural 2/2 PB-8
CHA-PB8-EST-08-01	Cárcamo de Bombeo (piso de operación) estructural 1/3 PB-8
CHA-PB8-EST-09-03	Cárcamo de Bombeo (piso de operación) estructural 2/3 PB-8
CHA-PB8-EST-10-00	Cárcamo de Bombeo (piso de operación) estructural 3/3 PB-8
CHA-PB8-EST-13-00	Preparaciones para rejillas estructural PB-8
CHA-PB8-EST-14-00	Talleres y bodega, planta de cimentación y azotea PB-8

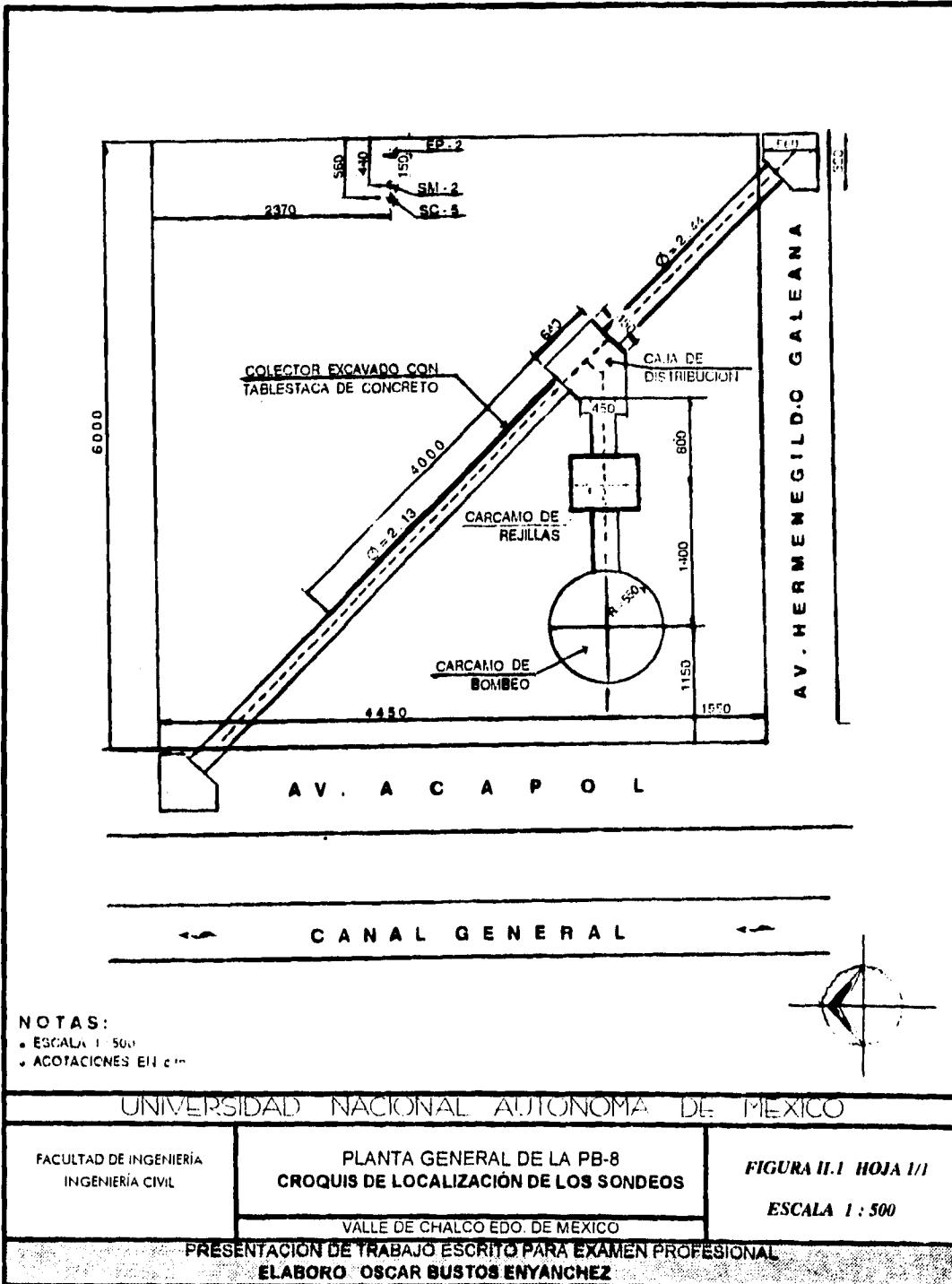
CHA-PB8-EST-15-00	Conexión entre cárcamo estructural PB-8
CHA-PB8-EST-16-00	Cuarto de tableros y planta de emergencia planta de cimentación y azotea, PB-8
CHA-PB8-EST-17-00	Tanques de combustoleo, cimentación
CHA-PB8-EST-18-01	Caseta de vigilancia, planta de cimentación y azotea PB-8

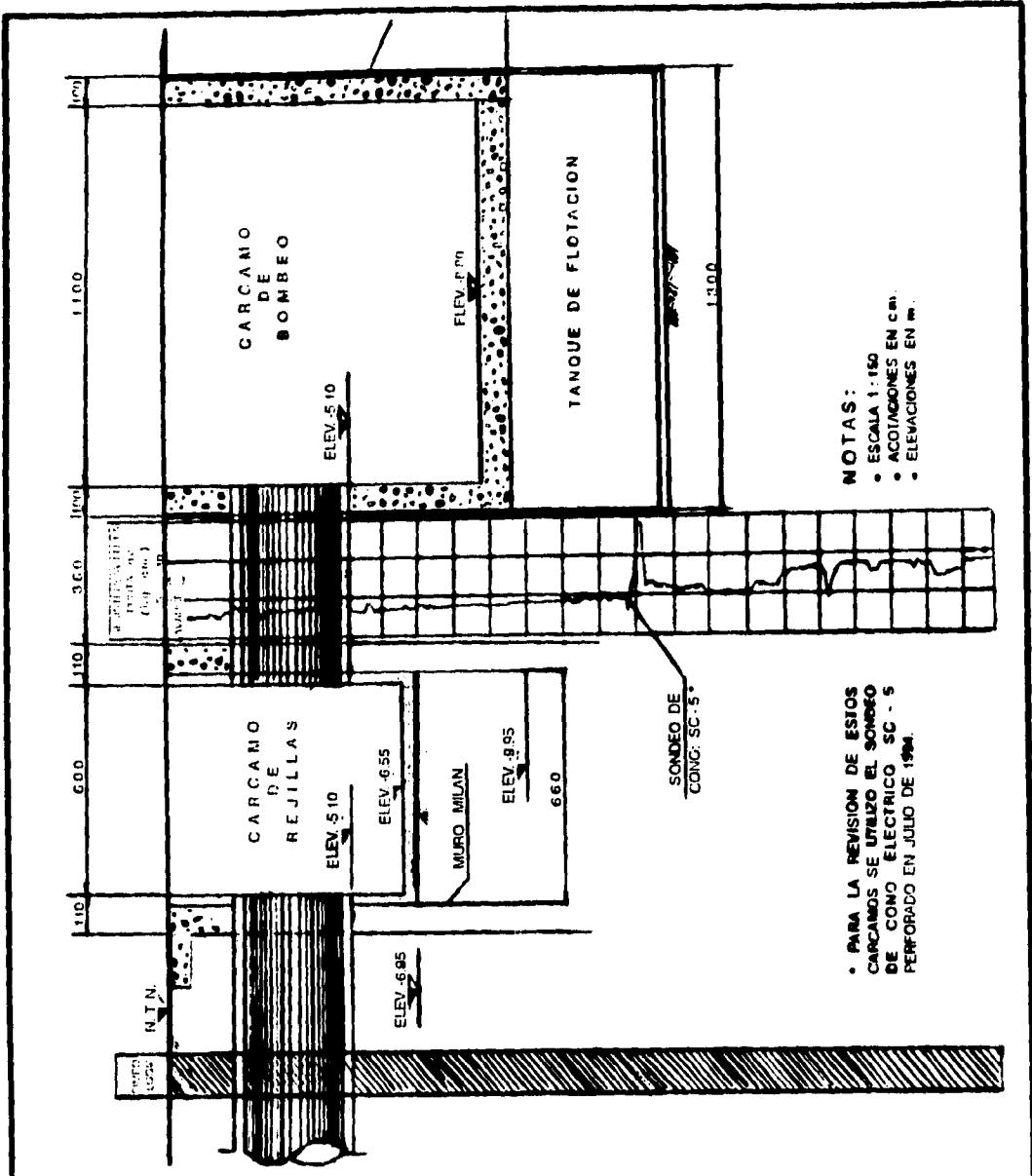
HIDRÁULICOS

CHA-PB8-HID-01-02	Arreglo general planta de bombeo PB-8
CHA-PB8-HID-02-00	Estructura de descarga PB-8
CHA-PB8-HID-03-00	Drenaje interior PB-8

ELECTROMECAÑICOS

B -EM-06-REV 01	Diagrama unifilar y de control
B -EM-22-REV 01	Planta de conjunto instalación eléctrica del de fuerza PB-8
B -EM-23-REV 01	Alimentación de combustible a planta de emergencia
B -EM-30	Arreglo de subestación eléctrica PB-8
B -EM-39-REV 01	Centro de control de motores eléctricos PB-8
B -EM-63	Instalación del sistema de tierras PB-8
B -EM-74	Instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias de servicio propio PB-8
B -EM-87	Rejillas PB-8
B -EM-89	Polipastos PB-8
B -EM-90	Arreglo mecánico PB-8
Boletín C-41	Losa de subestación
Boletín C 42	Diseño de arda perimetral PB-8
Boletín S/N	Atraque en estructura de descarga PB-8





NOTAS:

- ESCALA 1 : 150
- ACOTACIONES EN CM.
- ELEVACIONES EN M.

- PARA LA REVISION DE ESTOS CARCAMOS SE UTILIZO EL SONDEO DE CONG. ELECTRICO SC - 5 PERFORADO EN JULIO DE 1994.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL

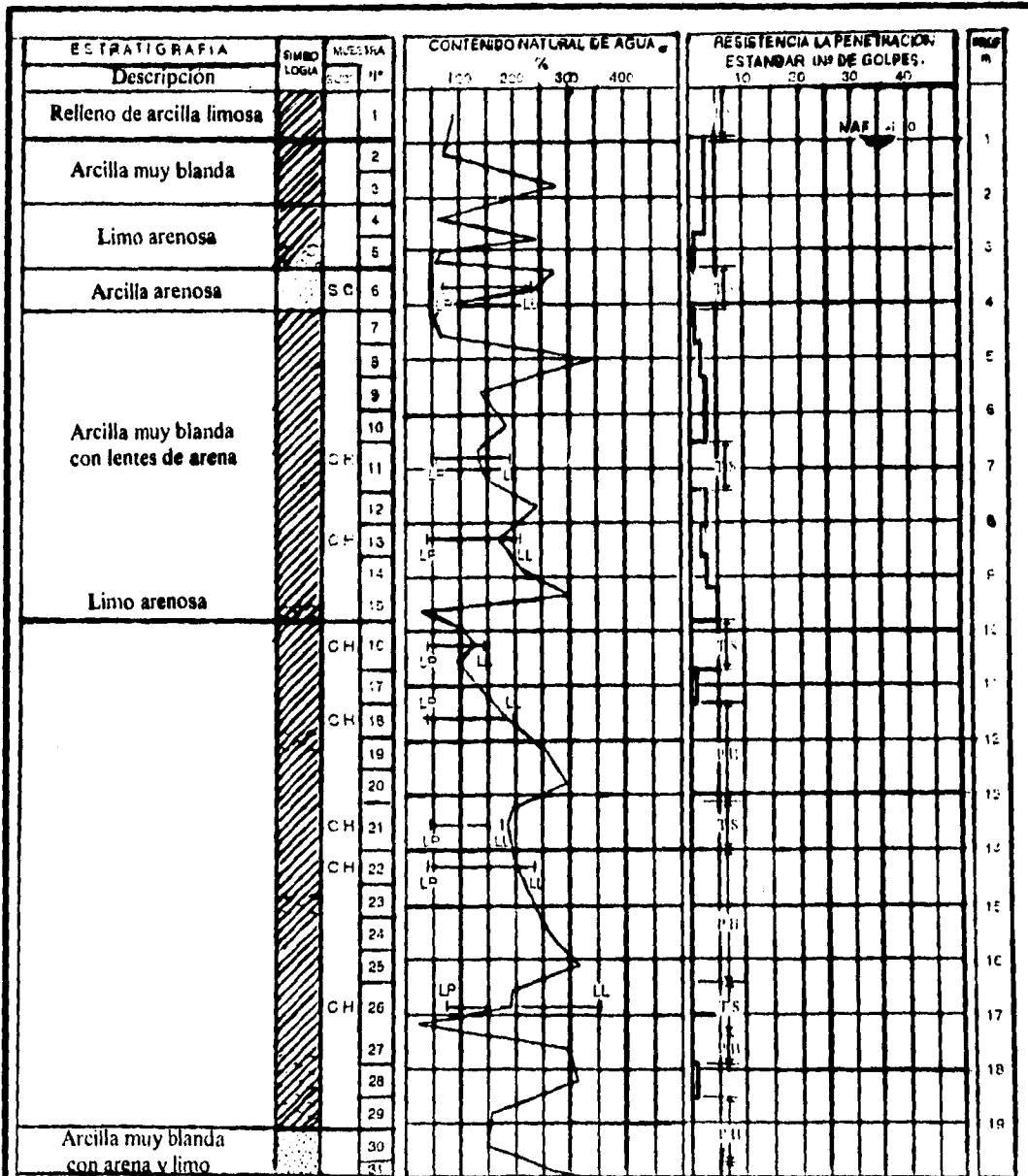
PLANTA GENERAL DE LA PB-8
CORTE LONGITUDINAL DE LA PLANTA

FIGURA II.2 HOJA 1/1

ESCALA 1 : 150

VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO

PRESENTACION DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL
ELABORO: OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL

SONDEO DE MATERIAL SM 2
PERFIL ESTRATIGRAFICO

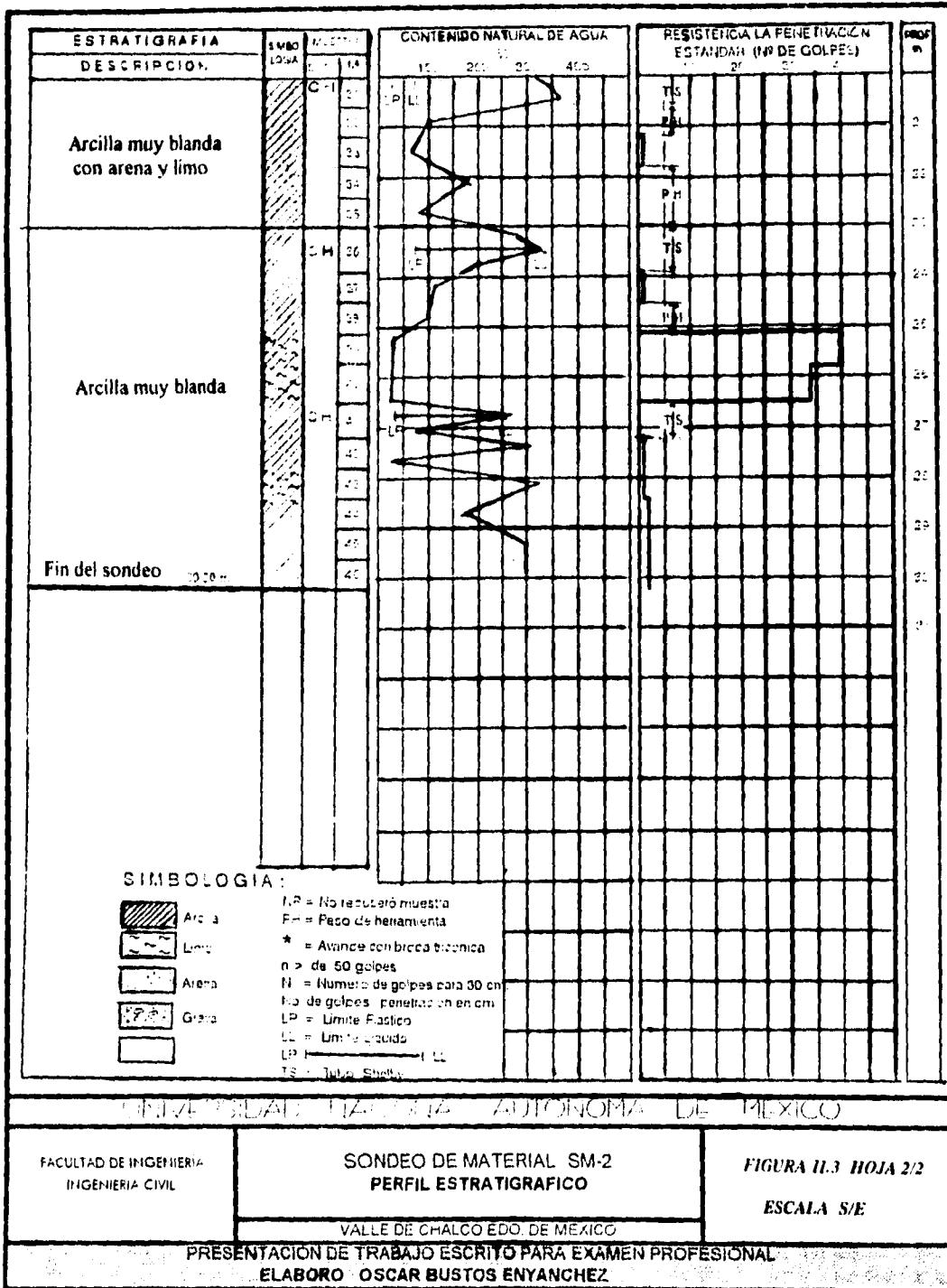
FIGURA II.3 HOJA 1/2

ESCALA S/E

VALLE DE CHALCO EDO DE MEXICO

PRESENTACION DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL

ELABORO OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL

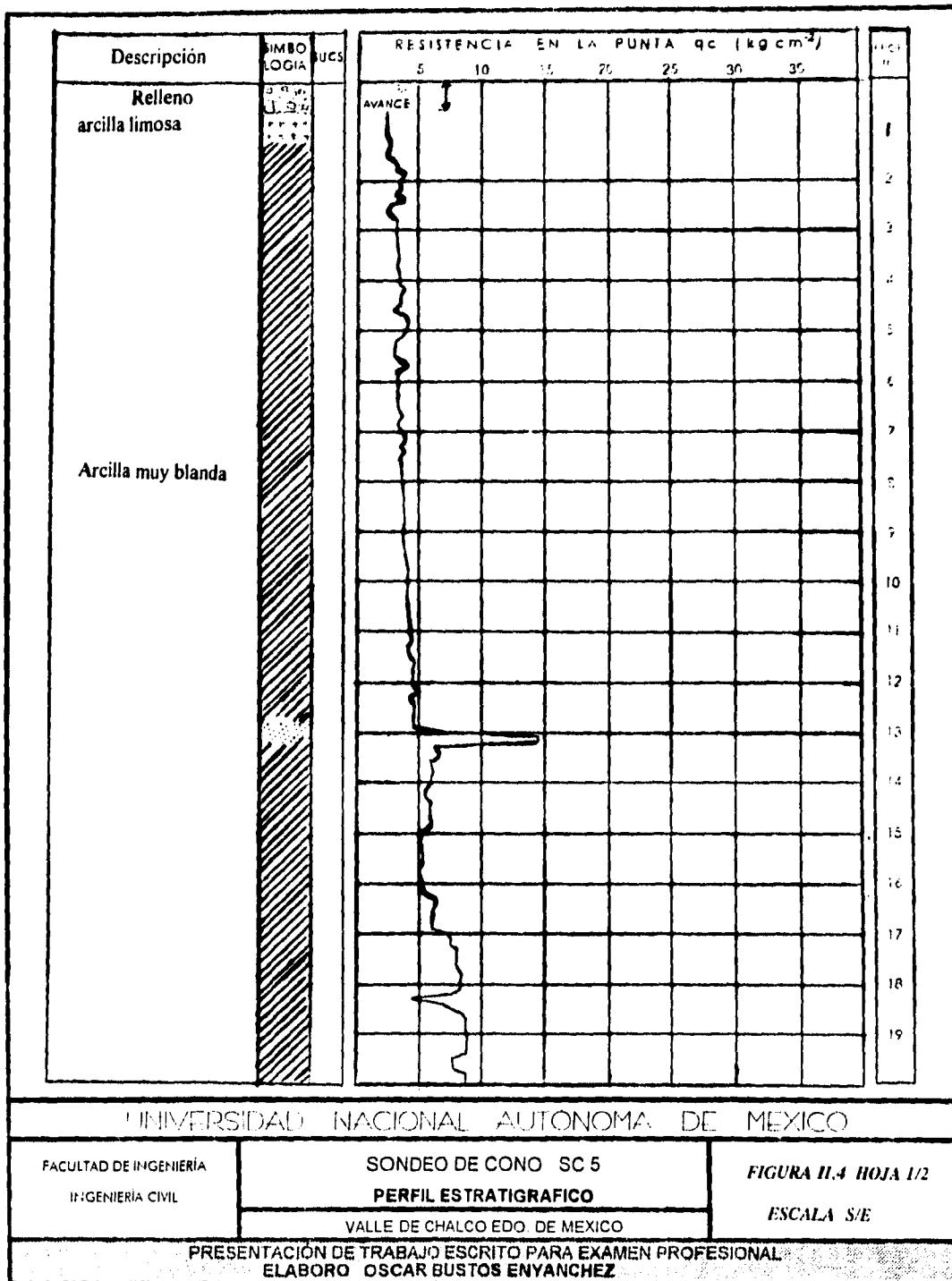
SONDEO DE MATERIAL SM-2
PERFIL ESTRATIGRAFICO

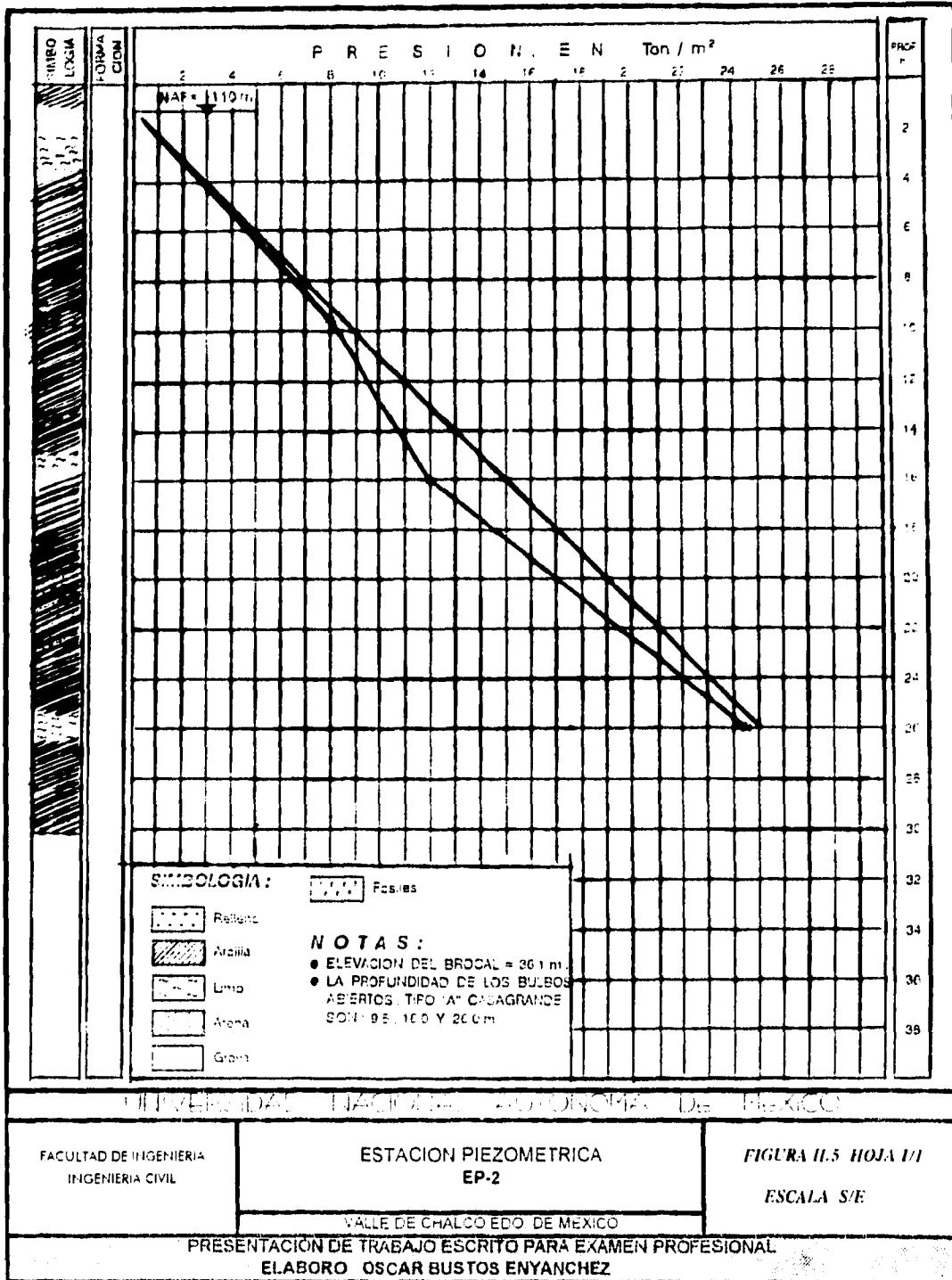
FIGURA 11.3 HOJA 2/2

ESCALA S/E

VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO

PRESENTACION DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL
ELABORO OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ





III.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS

A continuación se hace una descripción del procedimiento constructivo utilizado

ACTIVIDADES PREVIAS A REALIZAR

- Despalme del predio 60 x 60 m, con nivelación de piso terminado, utilizando para el relleno una mezcla de tezontle con tepetate en proporción 60:40% compactando en capas no mayores de 20 cm. al 95% de su Peso Volumétrico Seco Máximo; la primera capa puede ser solo de tezontle incrustado en el suelo natural; este mejoramiento debe tener un espesor mínimo de 50 cm.
- Se construirán en forma alternada los cárcamos de bombeo y de rejillas mediante los métodos que se describen a detalle mas adelante de este capítulo
- Para el cárcamo de bombeo se propone excavar mediante el método de lumbrera flotada; siendo el diámetro de excavación de 13.0 m con una profundidad de 13.85 m, nunca mayor a esta dimensión, de lo contrario el factor de seguridad estará fuera de la normatividad.
- Para el cárcamo de rejillas se propone excavar mediante el método de lumbrera hincada y la profundidad máxima de excavación será de 6.95m.
- Construidos los dos cárcamos se procederá a excavar y construir la caja de distribución mediante un muro tablaestaca y dos niveles de troqueles
- Posteriormente se efectuara la conexión entre cárcamos y caja, utilizando una tablaestaca de concreto, con un nivel de troqueles o si se tiene el equipo necesario mediante el hincado de tubos desde el interior de los

cárcamos. Se realizará la fontanería de descarga de la planta, incluyendo la tubería de desfogue del cárcamo de la bombeo al Canal General, con los atraques indicados en proyecto

- Simultáneamente a la actividad anterior se realizarán las bardas y acabados de las estructuras auxiliares

LUMBRERA FLOTADA

La estructura por medio de la cual se almacenará el agua y que a la vez servirá para el apoyo de los equipos de bombeo, será construida, para este caso, bajo el Procedimiento llamado "*Método de flotación*" desarrollado completamente por la tecnología mexicana del Ingeniero Jorge Cravioto Navarrete.

El principal problema por solucionar para el empleo de este método, es el evitar la falla de fondo, lo cual se logró con el empleo de lodo bentonítico como medio de contención del fondo y paredes de la excavación.

Durante la construcción propiamente de la lumbrera, el siguiente problema sería su inmersión en el lodo bentonítico, lo cual se logra aplicando los principios de flotación de Arquímedes, condición que se aprovecha para construir sobre un tanque de flotación la losa de fondo, así como para desplantar los muros de la lumbrera e ir colocándolos paulatinamente conforme va sumergiéndose en el lodo bentonítico, cabe señalar que se debe balancear adecuadamente el peso del concreto, en cada colado con la capacidad de flotación de la estructura, incluyéndose la propia lumbrera.

Este proceso de inmersión implica analizar el estado de equilibrio que guarda el cuerpo en todo momento para evitar que tienda al volteamiento y con ello se presente un desplome en la verticalidad de la lumbrera, ya que por su geometría cilíndrica invertida permanece un estado de flotación inestable durante los primeros colados y que paulatinamente se convierte a estable conforme avanza su construcción (ver figura (1.6))

Llega un momento en el proceso de colados en que la propia lumbrera tiene mayor capacidad de flotación que su propio peso y ya no es posible seguir sumergiéndola, por tal motivo debe ser lastrada incrementando dicho peso, generalmente vertiendo en su interior agua o el mismo lodo bentonítico desalojado.

A continuación describiremos las actividades constructivas de acuerdo a la cronología de ejecución.

a) Brocales

Se construirán dos brocales denominados exterior e interior, con el fin de iniciar la excavación de la lumbrera, será necesario, como primer paso, la construcción de una estructura de contención que permita el libre tránsito en las inmediaciones de la excavación sin poner en peligro las máquinas que se encuentren trabajando, esta estructura la constituye el brocal de lo que será posteriormente la lumbrera.

El primero será permanente y circunscribe al segundo que será provisional. Cada brocal estará constituido por dos elementos denominados alero y faldón. Se iniciará la excavación de una zanja circular con diámetro interior de 11.20 m y espesor de 1.4 m en sus primeros 80 cm y de 1.3m hasta 2.5m de profundidad, se armara y colara el faldón de los brocales, uno de 2.5 m de profundidad y 50 cm de espesor y el otro de 80 cm de profundidad y de 20 cm de espesor (entre paño y paño de cada brocal deberá quedar una oquedad de 70 cm); se continuara con la construcción de los aleros de los brocales, el exterior estará constituido por una losa perimetral de 50 cm de espesor y 2.0m de ancho y el interior de 20 cm de espesor y 1.4 m de ancho (ver figura 11.7)

b) Perforaciones secantes o perforaciones guías

En el área comprendida entre los dos brocales, se efectuarán diez perforaciones de 60.96 cm (24") de diámetro uniformemente distribuidas a una profundidad de 4.25 m abajo del lecho inferior de la losa de fondo; las perforaciones se hacen con el fin de que sirvan de guía al equipo que se encargara de excavar toda la zanja perimetral. Estas perforaciones deberán realizarse con maquina rotatoria ocupando lodo bentonítico como fluido de perforación, conservando el nivel de lodo a una profundidad mínima de 80 cm abajo del terreno actual.

En los extremos entre las perforaciones realizadas y en toda la profundidad de estas, se excavar con almeja hidráulica guiada, cuidando de que se sustituya el material extraído por lodo bentonítico, conservando de igual forma el nivel de lodo a una profundidad no mayor de 80 cm con respecto al nivel de terreno actual. El lodo bentonítico deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

Densidad	1.05 a 1.15 gr./cm ³
Viscosidad como Marsh	35 a 40 seg.
Contenido de arena	Menor de 5%
Potencial de Hidrogeno	7 a 9 PH
Hidratación	mayor de 12 Hrs.

Para conocer la profundidad a la que se encuentra la excavación con el equipo guiado, se contará con un dispositivo a base de cable de 1/4" de diámetro con alma de nylon y provisto de un contrapeso en la punta, el cable se encuentra marcado a cada 5 mts. De esta forma se podrá conocer la profundidad a la cual se excava. Los bordos dejados por la perforación y la almeja, se excavarán mediante una caja metálica con paredes curvas que coincidan con las superficies interiores de los brocales: ésta se llevará a cabo en todo el perímetro circular de la excavación; se deberá comprobar la verticalidad de las paredes.

c) Excavación del núcleo

Se demolerá el brocal interior y se excavará el núcleo central de la lumbrera mediante almeja hidráulica, llevando la excavación hasta la profundidad de las perforaciones guiadas y conservando el nivel de lodo bentonítico a una profundidad de 80 cm.

El control de la profundidad deberá ser mediante una sonda en toda el área de la excavación, formando una retícula de lugares sondeados; para realizar esta operación se deberá colocar un puente con malacate (manual) ,para efectuar adecuadamente la inspección

Cuando finalmente se alcance la profundidad de proyecto (-13.85m), se comprobará la verticalidad de las paredes; será necesario reciclar el lodo bentonítico dentro de la excavación para evitar la decantación o sedimentación del mismo; esta operación se podrá realizar inyectando aire a presión por medio de una tubería de 2" de diámetro, estas tuberías se colocaran en las periferias de la excavación.

d) Construcción de la estructura de soporte

En el alero del brocal exterior, se procede a la construcción de las estructuras de concreto (Dados), que servirán de apoyo a las plumas de los malacates que se utilizarán para sustentar los muros de las lumbreras durante el colado de la misma. Estas bases se encuentran situadas por parejas y separadas 90° entre ellas. Posteriormente se procede a la colocación de unas viguetas de sección "I" de 12", en las preparaciones que para tal fin fueron dejadas en el brocal exterior (24 en total). Estas viguetas tienen la finalidad de sostener el tanque flotador en sus diferentes etapas de sujeción durante su inmersión (ver figura 11.8)

e) Tanque de flotación

El tanque es una estructura de acero en forma cilíndrica, construida de tal manera que evite las fugas de aire. La función del tanque es la de servir como cámara de flotación. El tanque deberá contar con válvulas que permitan la entrada o salida de aire, lográndose con esto que la estructura ascienda o descienda dentro de la excavación. El tanque se construirá sobre una superficie libre y de fácil acceso a la excavación de la lumbrera. Para la fabricación del tanque, será necesario el uso de placa de acero de ¼" y perfiles tipo ángulo generalmente de 2 ½" x ¼" en las cantidades y dimensiones estipuladas en el plano respectivo.

La secuencia en la fabricación del tanque será la siguiente:

Sobre una losa de concreto, se traza una circunferencia de 11.0 m; esto se hace con el fin de que las marcas, sirvan como guía para darle la forma y el diámetro requerido al tanque. Posteriormente se proceden a colocar en posición

vertical, las placas de acero roladas y cortadas sobre la circunferencia anteriormente trazadas. Las placas se irán punteando con soldadura para darle la forma circular.

Inmediatamente después, se hincan varillas de 1" de diámetro alrededor de la losa, así como varillas radiales soldadas a las paredes del tanque tal y como se aprecia en la figura 11.9.

En la parte inferior se sueldan al tanque unos dispositivos "Orejas", que servirán posteriormente para que por medio de un "tirfo", se le de la forma circular al tanque. A continuación se sueldan las varillas radiales a las hincadas, para dejar el tanque anclado de tal forma, que cuando se suelden completamente todas las uniones de placa, el tanque no tienda a deformarse.

A continuación se procede a la colocación por la parte interior del tanque, de dos cinturones a base de una estructura de ángulo de 4" x 1/4" colocados uno en la parte inferior y otro en la parte superior. Con los dos cinturones soldados, se procede a contraventear el tanque a base de perfiles tipo ángulo de 4" x 1/4", formando así una retícula, la cual le dará una rigidez al tanque, que lo pondrá a salvo de cualquier deformación posterior ya sea durante su manejo en el área de fabricación, como durante su uso para la construcción de la lumbrera.

Una vez terminado de contraventear al tanque, se procede a colocar la tapa a base de placa de acero de $e=1/4$ ", en la cual se encuentran soldadas dos viguetas de sección H de 6", localizadas en los ejes longitudinales y transversales respectivamente, y sobre estas viguetas, se sueldan 4 placas de acero de 1" de espesor de 20 x 20 cm., con un orificio de aproximadamente 2" de diámetro, el cual servirá posteriormente para el manejo del tanque durante su traslado del sitio de fabricación, hacia la zona anteriormente excavada y que se encuentra temporalmente ademada con lodo bentonítico.

Los dispositivos a base de tuberías, de los cuales se encuentra provisto el tanque para su funcionamiento, son los siguientes:

- Cuatro tubos de 2 ½" de diámetro localizados en el perímetro exterior del tanque, cuya principal función es la de inyectar a través de ellos, las oquedades que pudieran existir entre el terreno natural y el muro de la lumbrera. La longitud de los tubos se incrementará a medida que el tanque se vaya deslizando.
- La instalación de cuatro tubos de 1" de diámetro, localizados adecuadamente, para que en caso necesario se inyecte aire a presión.
- La instalación al centro del tanque de tres tubos de 2 ½" de diámetro, en cuyo extremo de cada uno de ellos, se instalara una válvula de globo del mismo diámetro. El fin de estos tres tubos, es el de liberar lo mas pronto posible el lodo bentonítico y aire acumulado, conforme se va introduciendo el tanque flotador a la excavación además con lodo.

Al tanque en su parte exterior, se le sueldan 24 cartabones perfectamente rigidizados, cuya localización coincide con las anclas o preparaciones dejadas con anterioridad en el brocal de la lumbrera. Esto es con el fin de dar un mayor soporte para el tanque flotador.

Por ultimo, previo al traslado del tanque al sitio de la excavación, se harán unas preparaciones en el brocal de la lumbrera, para anclar las cuatro plumas que servirán posteriormente para el deslizamiento del tanque, estas preparaciones estarán en la misma dirección de las bases de concreto o "dados" donde se encuentran localizadas las viguetas de sección I de 12", que sostendrán el tanque flotador.

Una vez hecho todo lo anterior, se procederá a colocar en el brocal, las 24 viguetas de sección I de 12" que soportaran el tanque

Cuando el tanque esta a punto de entrar en contacto con el lodo bentonítico de la excavación, se abrirán las válvulas de los tres tubos de 2 ½" de diámetro localizados al centro del tanque, para dejar escapar el aire y así lograr que pueda descender hasta las 24 preparaciones que se pondrán en contacto con las respectivas viguetas radiales, (ver figura II.10)

f) Losa de fondo

Una vez nivelado y centrado el tanque flotador en su posición inicial, se prosigue con el armado y colado de la losa de fondo sobre el mismo, al cual, al momento de la primera inmersión, se le inyectara aire a presión en su interior para contrarrestar el peso que le transmita la losa y evitar que se hunda. Esta operación es auxiliada por plumas o malacates anteriormente instalados en el brocal, cuya función es la de mantener la verticalidad y el centrado de la lumbrera durante su construcción.

g) Muros

Se iniciara el armado y colado del primer tramo de muro; se deberán dejar las preparaciones para vanos donde se colocaran las viguetas de sujeción. Se inyectara aire para sustentar el peso de la estructura y se retiraran las viguetas. Para nivelar la lumbrera durante su descenso, simultáneamente, se utilizaran los cuatro malacates apoyados en el brocal exterior. Se procederá a extraer el aire en el tanque de flotación, para sumergir parte de la estructura hasta el nivel de las preparaciones del muro, apoyándola nuevamente en las viguetas de sujeción. Durante el proceso de construcción, el efecto de flotación se controlara mediante un lastre con agua, que se almacenara en el interior de la lumbrera.

Se recuerda que se deberán dejar las preparaciones necesarias para la conexión al cárcamo de rejillas y que la alineación en el bajado de la lumbrera deberá respetarse. El ciclo de sujeción - colado - inmersión, se repetirá hasta terminar el colado de la lumbrera (ver figura II.11)

Posteriormente, se sujetara la lumbrera al brocal en su posición final, por medio de una trabe perimetral de anclaje, en las preparaciones dejadas para este fin en ambos elementos.

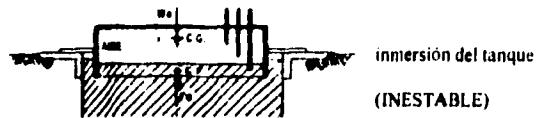
h) Relleno

Se efectuara la unión estructural del brocal y las paredes de la lumbrera, dejando las preparaciones para efectuar la inyección de la mezcla; se utilizara bentonita remanente por inyección de una mezcla de mortero, que cumpla con un peso volumétrico de 1.8 t/m^3 . El proporcionamiento de esta mezcla podrá ser el siguiente, el cual deberá afinarse para cumplir con el peso antes descrito:

Cemento	1 parte	(449 kg./m ³)
Arena	2 partes	(1394 kg./m ³)
Agua /Cemento	0.65	(1394 kg./m ³ .)
Modulo de finura de la arena		1.30 a 2.20
Revenimiento		20 cm.

Granulometría de la arena " no. de malla"	por ciento que pasa "%"
8	100
16	90-100
30	50-85
50	20-50
100	10-30

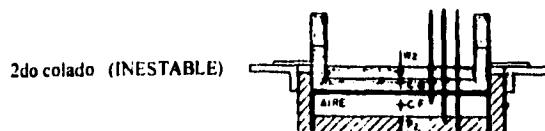
Una vez que se coloque el mortero se podrá ir quitando el lastre de agua colocado, para iniciar la construcción de la liga con el cárcamo de rejillas.



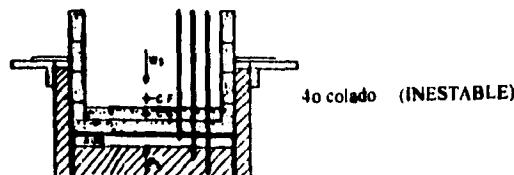
inmersión del tanque
(INESTABLE)



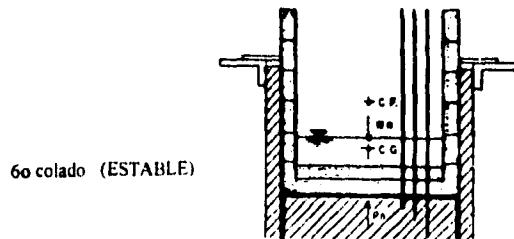
1er colado (INESTABLE)



2do colado (INESTABLE)



4o colado (INESTABLE)



6o colado (ESTABLE)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

INMERSIÓN DEL TANQUE FLOTADOR

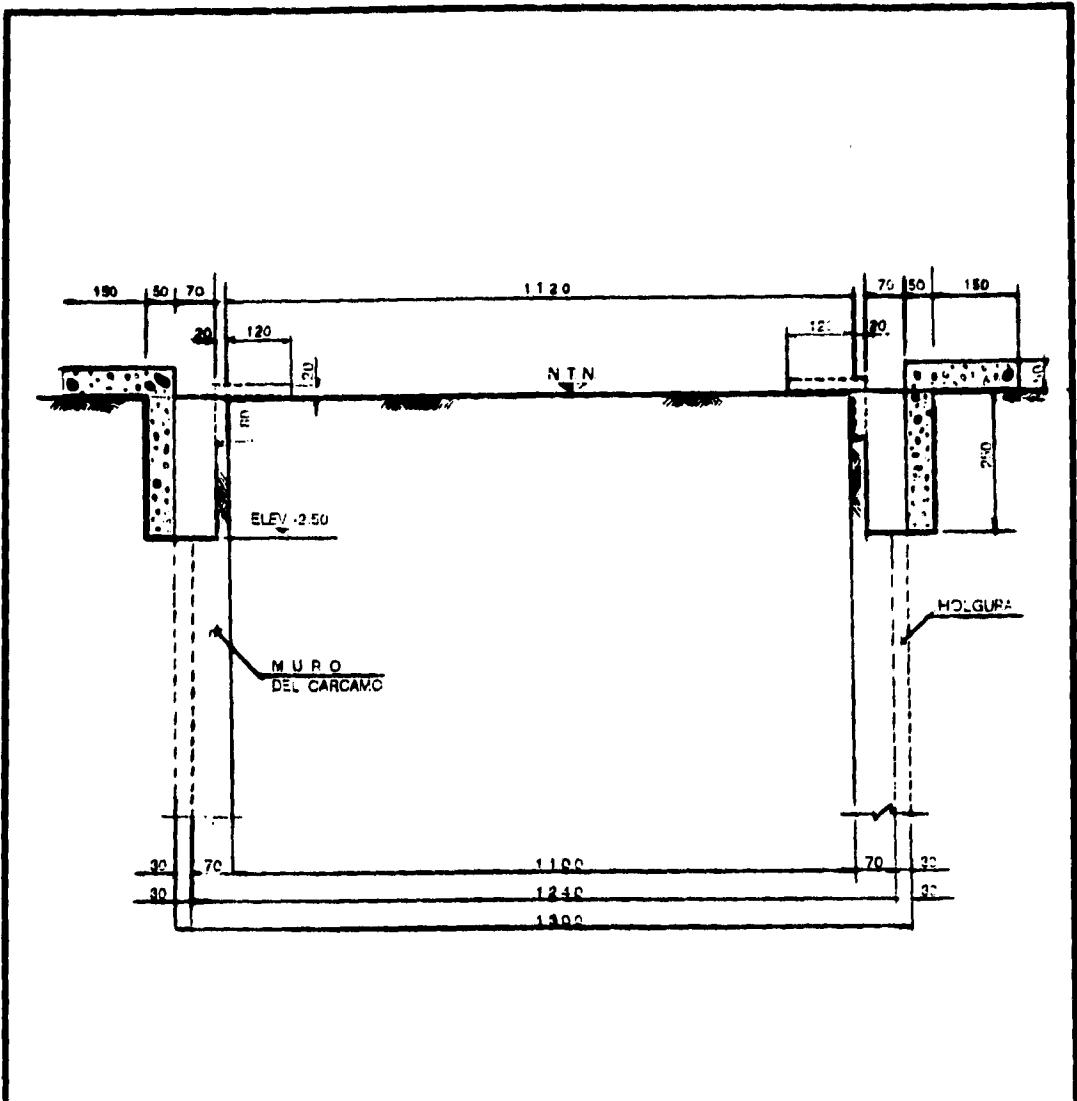
FIGURA II.6 HOJA 1/1

ESCALA S/E

VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO

PRESENTACIÓN DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL

ELABORO OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ



- NOTAS:
- ESCALA 1 : 100.
 - ACOTACIONES EN cm.
 - ELEVACIONES EN m.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

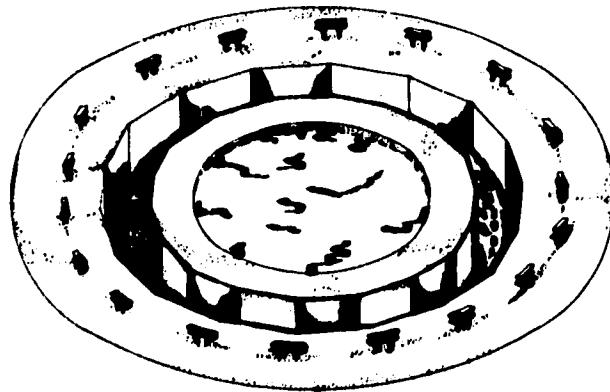
EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE BROCALES

FIGURA II.7 HOJA III

ESCALA 1 : 100S/E

VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO

PRESENTACIÓN DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL
ELABORÓ OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ



VISTA GENERAL DE LOS BROCALES

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL

ESTRUCTURA DE SOPORTE
Vista de brocales

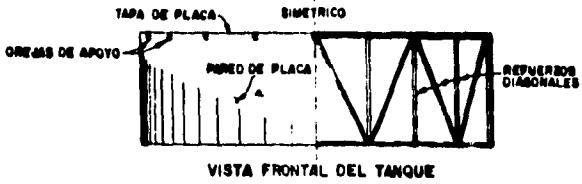
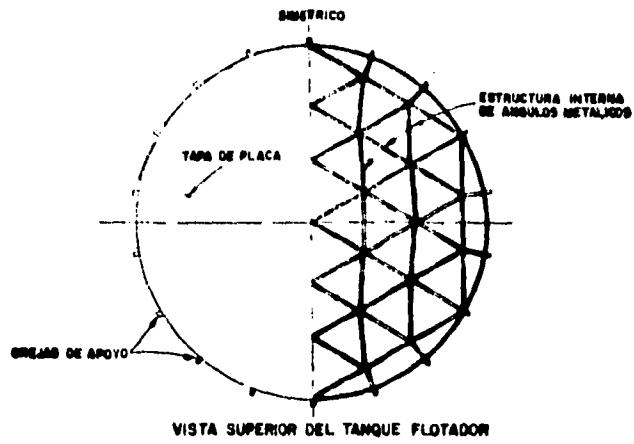
FIGURA II.8 HOJA 1/1

ESCALA S/E

VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO

PRESENTACION DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL

ELABORO OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL

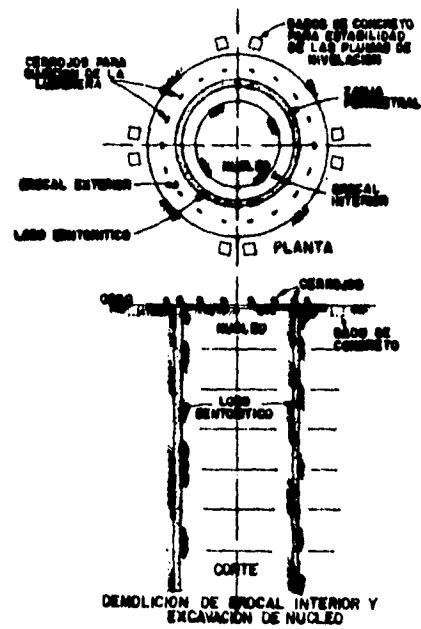
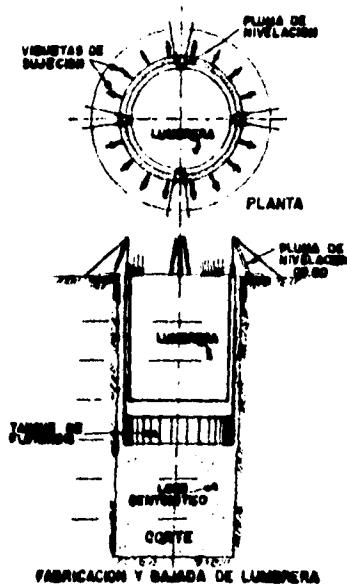
DETALLE DE CONSTRUCCION DEL TANQUE
DE FLOTACION

FIGURA 11.9 HOJA 1/1

ESCALA S/E

VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO

PRESENTACION DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL
ELABORO OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL

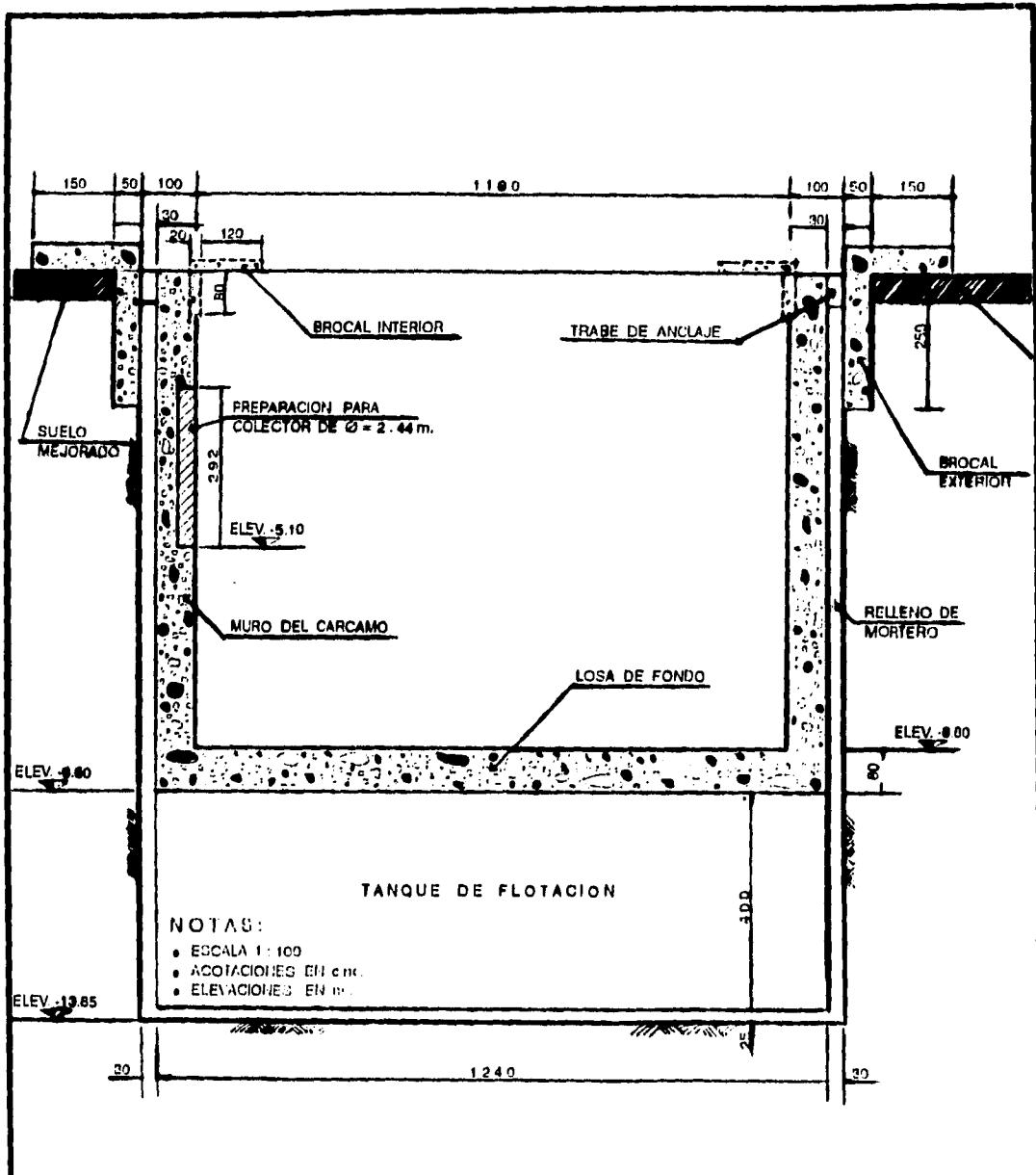
DETALLE CONSTRUCTIVO EN LA INMERSION
DEL TANQUE

FIGURA II.10 HOJA III

ESCALA 1:100

VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO

PRESENTACION DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL
ELABORO OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	DETALLE GENERAL DE CONSTRUCCION CARCAMO DE BOMBEO VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO	FIGURA II.11 HOJA 1/1 ESCALA 1:100
--	---	--

PRESENTACION DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL
 ELABORO OSCAR BUSTOS ENYANCHEZ

CAPITULO III

III. OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA LA OPERACION
DE LA PLANTA DE BOMBEO Y PROGRAMA DE
EJECUCION DE OBRA

III.1 OBRAS COMPLEMENTARIAS

III.2 PROGRAMA DE EJECUCION DE OBRAS

III.1 OBRAS COMPLEMENTARIAS.

A continuación se realiza una descripción de las obras complementarias que constituyen la planta de bombeo (mismas que se pueden observar en la planta de conjunto de la figura III.1), así como de sus características principales y proceso constructivo utilizado.

III.1.1 CÁRCAMO DE REJILLAS

Esta estructura con geometría cuadrada de 5.5 m de lado y 8.90 m de profundidad, tiene por finalidad principal el poder retener los materiales sólidos en suspensión que son arrastrados a través de todo el sistema de conducción del drenaje, su ubicación esta en el conducto que une la caja de distribución al cárcamo de bombeo como se puede ver en la figura III.2, para su funcionamiento se colocará un juego de elementos verticales llamados "rejillas" apoyados sobre un marco de izaje y un dispositivo que permitirá intercambiar un juego de rejillas mientras el otro es limpiado. Esto permitirá garantizar el buen funcionamiento de los equipos de succión colocados en el cárcamo de bombeo. Evitándoles la inclusión de basura mayor a 2" Para la construcción de este cárcamo de menor tamaño y en base a la celeridad de la obra se utilizará el procedimiento constructivo llamado "*hundidos Aincada*".

El principal problema a solucionar para la construcción de este cárcamo (de menor dimensión que el de Bombeo), será librar la resistencia al esfuerzo cortante que presentan los suelos y que para este caso debido a las características del mismo no deberá representar mayor problema, mismo que se vencerá con el auxilio de gatos hidráulicos.

Este método fue elegido entre otros tantos, considerando la reducción en tiempo para su construcción y la dificultad de utilizar algún otro por la proximidad al cárcamo de bombeo. Su principio elemental consiste en el hincado de la estructura conforme se construye en el exterior y en la sustitución de material que se excava. Para lo cual se auxilia de una serie de gatos hidráulicos distribuidos perimetralmente sobre el brocal.

A continuación se describen las actividades constructivas de acuerdo a la cronología de ejecución:

a) Brocal

Se construirá un brocal único denominado brocal permanente a nivel de piso terminado de la planta de bombeo, éste tendrá la función de servir como apoyo a los gatos hidráulicos y más tarde como elemento de sujeción del cárcamo, el cual estará construido por dos elementos denominados alero y faldón (dicho brocal tendrá la característica de ser muy robusto para proporcionar el apoyo de los gatos hidráulicos) y cuando estos entren en funcionamiento, evitar que se comporte en forma irregular el hincado de la estructura. La construcción del brocal se iniciará con la excavación de una zanja rectangular de 6.0 m de lado y espesor de 1.80 m en sus primeros 90 cm y de 0.90 m hasta 1.0 m de profundidad, de ser necesario se encauzará y bombeará la presencia de agua con auxilio de una bomba sumergible de todos tipo "becerro" de 3" de diámetro de succión, se armara y colara el faldón conforme a los planos correspondientes, se continuará con la construcción del alero este tendrá un ancho de 5.50 m y un espesor de 0.80 m; durante la construcción del brocal se deberán de colocar preparaciones para la sujeción futura de los gatos hidráulicos.

b) Cuchillas metálicas

Paralelamente a la construcción del brocal se podrá iniciar la construcción de las cuchillas metálicas conforme al plano correspondiente, Las cuchillas formaran una estructura rectangular provista de "gavilanes o guías de hincado" colocadas perimetralmente y una más en la zona central, la función de éstas es la de servir de guía y facilitar la penetración de la estructura. En la parte inferior se tendrá una cámara sin fondo de forma (rectangular) que permitirá la entrada de material dentro de la misma, con la finalidad de que en cada movimiento de hincado sea factible la excavación del material del núcleo.

c) Gatos hidráulicos

Una vez construido el brocal se procederá a la colocación de los gatos hidráulicos en los lugares en donde se dejaron las preparaciones necesarias que estarán distribuidas perimetralmente siendo un total de 12 piezas.

d) Muros

Se iniciara el habilitado, armado y colado del primer tramo de muro (dovela), dejándose las preparaciones en la parte inferior (puntas de varilla sin colar "barbas") que se descubrirán y desdoblaran a futuro. Para la construcción de la losa de fondo se deberá respetar la longitud de traslape. Se deberán dejar las preparaciones necesarias para la conexión del cárcamo de bombeo y la caja de distribución sin olvidar la holgura que marcan los planos correspondientes, así como las preparaciones para vanos donde se colocaran las extensiones de los gatos. Una vez colada la primer etapa se procede con la maniobra de hincado de la lumbrera hasta el nivel de la siguiente dovela.

e) Excavación

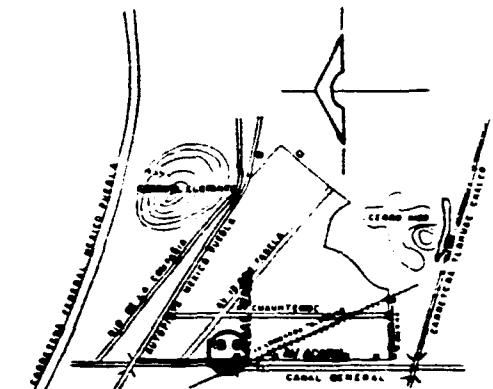
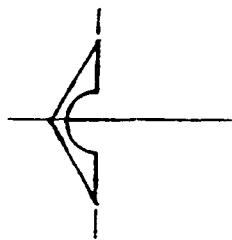
Para la excavación del núcleo se utilizan medios mecánicos como la "Jraga", llevándose la excavación hasta la profundidad de la parte superior de las cuchillas metálicas. Se continuará sujetando nuevamente de la estructura parcialmente construida, con el brocal por medio de los vanos dejados en muros y las viguetas metálicas

f) Anclaje

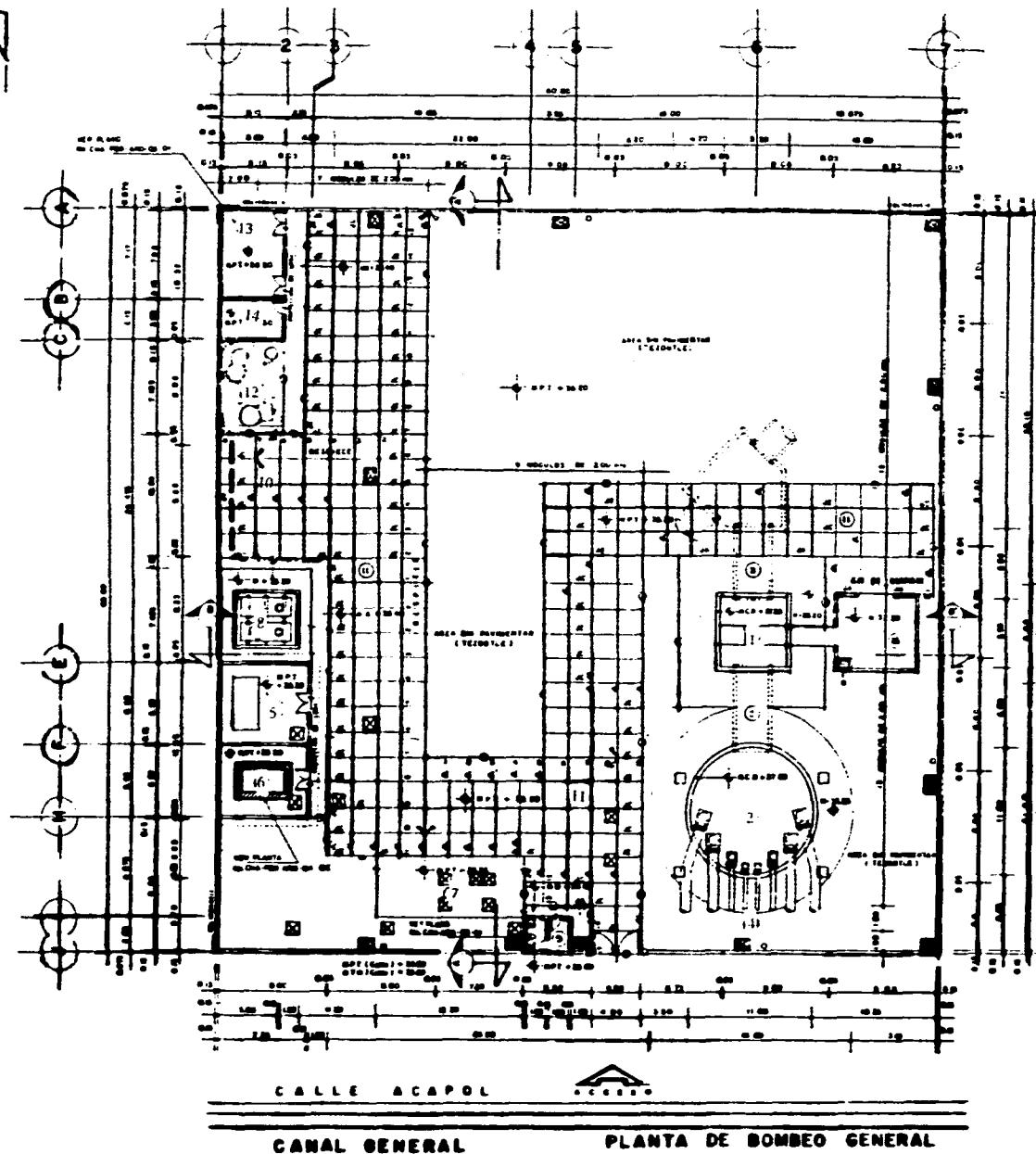
El ciclo de sujeción - colado - hincado se repetirá hasta la terminación de la lumbrera, posteriormente se sujetara la lumbrera al brocal en su posición final por medio de una trabe perimetral de anclaje utilizándose las preparaciones dejadas para este fin en ambos elementos. Posteriormente se excavara hasta el nivel inferior de las cuchillas para rellena con concreto pobre la parte inferior de la losa y darle sustentación al cárcamo; mas tarde se demolerá la parte inferior del cárcamo para descubrir el acero y poder ser anclado al de la losa de fondo, como se puede observar en la figura III.3.

g) colado de la losa de fondo

Una vez sujeto el cárcamo al brocal por medio de la trabe perimetral, se podrá descubrir el acero que se dejo doblado en la zona baja de los muros y que garantizara la continuidad del armado entre muro y losa, y así poder colar la losa de fondo.



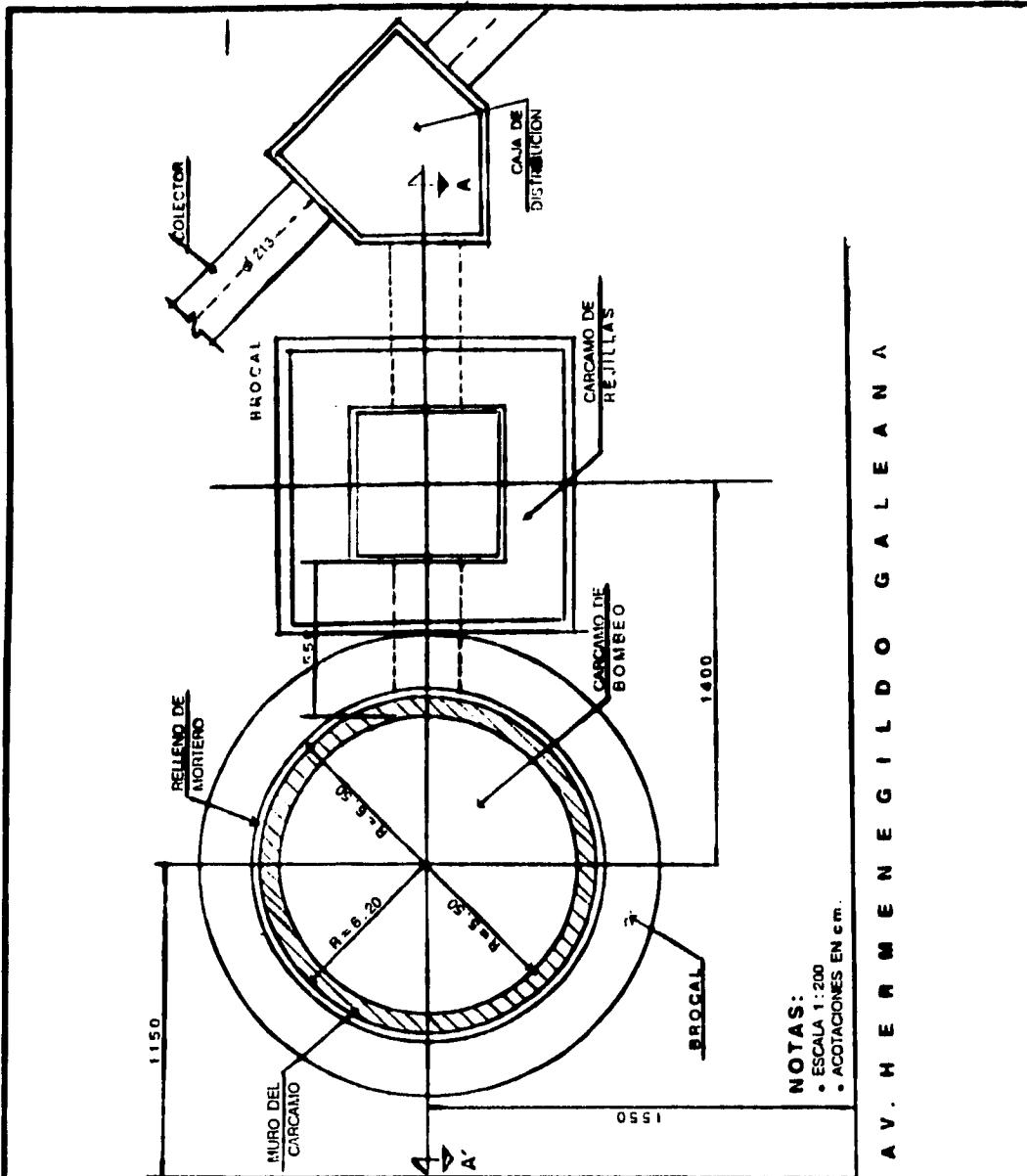
CROQUIS DE LOCALIZACION



CLAVE CONCEPTO	
No	CONCEPTO
1	Carcamo de repillas
2	Carcamo de bombeo
3	Línea de descarga
4	Línea de bombeo
5	Planta de emergencia
6	Cuarto de tableros
7	Subestación
8	Tanques de combustible
9	Caseta de vigilancia
10	Estacionamiento
11	Área de maniobras
12	Jardinería
13	Talleres
14	Deposito de basura

FIGURA III HOJA 1/1
ESCALA 5/1

Universidad Nacional Autónoma de México <small>SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA</small>		
Planta de Bombeo PHS		
<small>PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE BOMBEO PHS DEL CANAL GENERAL DEL DISTRITO FEDERAL</small>		
<small>PROYECTO</small>	<small>FECHA</small>	<small>ESCALA</small>

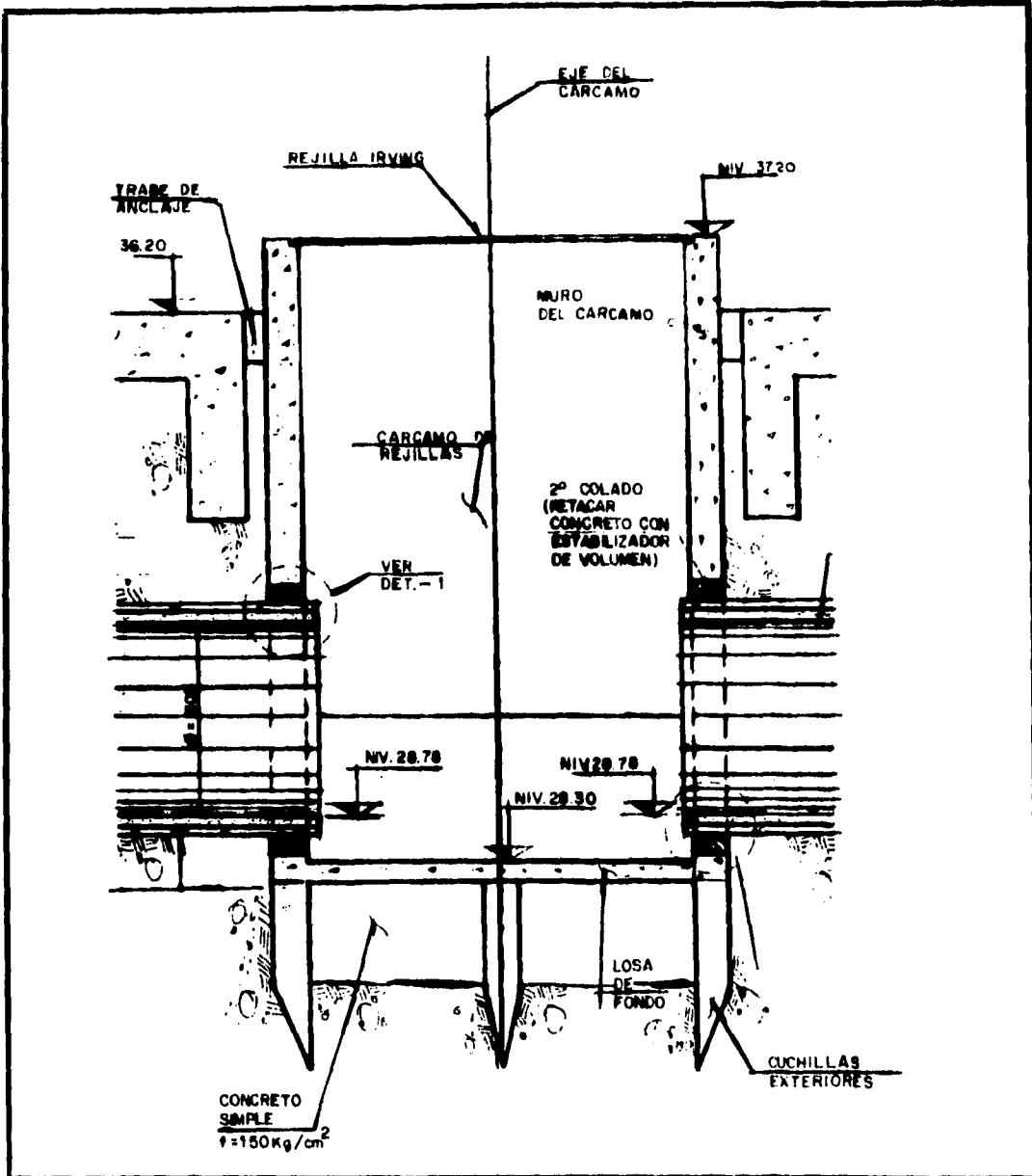


NOTAS:
 • ESCALA 1:200
 • ACOTACIONES EN c.m.

A V . H E R M E N E G I L D O G A L E A N A

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	PLANTA GENERAL DE LA PB-9 LOCALIZACION DE LAS ESTRUCTURAS	FIGURA III.2 HOJA 1/1
VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO		ESCALA 1:200
PRESENTACION DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL ELABORO OSCAR BUSTOS BRYANCHIZ		



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

<p>FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERÍA CIVIL</p>	<p>DETALLE GENERAL DE CONSTRUCCIÓN CARCAMO DE REJILLAS</p>	<p>FIGURA III.3 HOJA 1/1 ESCALA 1 : 100</p>
<p>VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO PRESENTACIÓN DE TRABAJO ESCRITO PARA EXAMEN PROFESIONAL ELABORO OSCAR BUSTÓS ENYANCHEZ</p>		

III.1.2 CAJA DISTRIBUIDORA

Esta estructura de geometría pentágonal, tendrá por función la de conjuntar y encauzar las aguas conducidas por los colectores al cárcamo de rejillas, esta formada por un muro dissipador de energía que evitara la turbulencia en su interior y encauzará las aguas provenientes de los colectores por medio de medias cañas. Su ubicación esta en la intersección del eje longitudinal donde se ubican los cárcamos y el eje de los colectores, como se puede ver en la figura III.1. Su construcción se realizara con auxilio de un muro tablaestaca con dos niveles de troqueles en una sola etapa de excavación, de acuerdo a lo siguiente:

Se iniciara con la construcción de una plataforma de concreto cercana a la caja de distribución, la cual servirá para el habilitado, cimbrado y colado de las tablaestacas conforme marca el plano estructural correspondiente. Esta plataforma será de un espesor mínimo de 12 cm, y tendrá una superficie no menor de 30 x 30 m, lo cual garantizara la producción en serie de todas las tablaestacas (54 piezas + los ajustes necesarios). Las tablaestacas de concreto armado tendrán una longitud de 10 m y para su movilización deberán de cumplir el 100% de su resistencia de proyecto en un periodo no menor de 28 días.

Definida el área de excavación, se procederá a efectuar perforaciones guías de 30 cm de diámetro sin extracción del suelo (solo remodelo) hasta -7.10 m de profundidad, con una separación equidistante de 1.5 m de centro a centro. Una vez que se efectuaron las perforaciones, se procederá a izar cada tableta mediante estrobos de 2" de diámetro, los cuales estarán sujetos en las preparaciones de las mismas; se colocará la tablaestaca en la perforación guía orientando las caras en forma adecuada y se acoplarán en la parte superior de la tablaestaca al "gorro" del martillo; en la figura III.4 se muestra la distribución de las tabletas. Previo al hincado de la tablaestaca, se deberá verificar la verticalidad de la misma en las dos direcciones; se recomienda utilizar durante el hincado un martillo tipo Delmag D30-13 o similar.

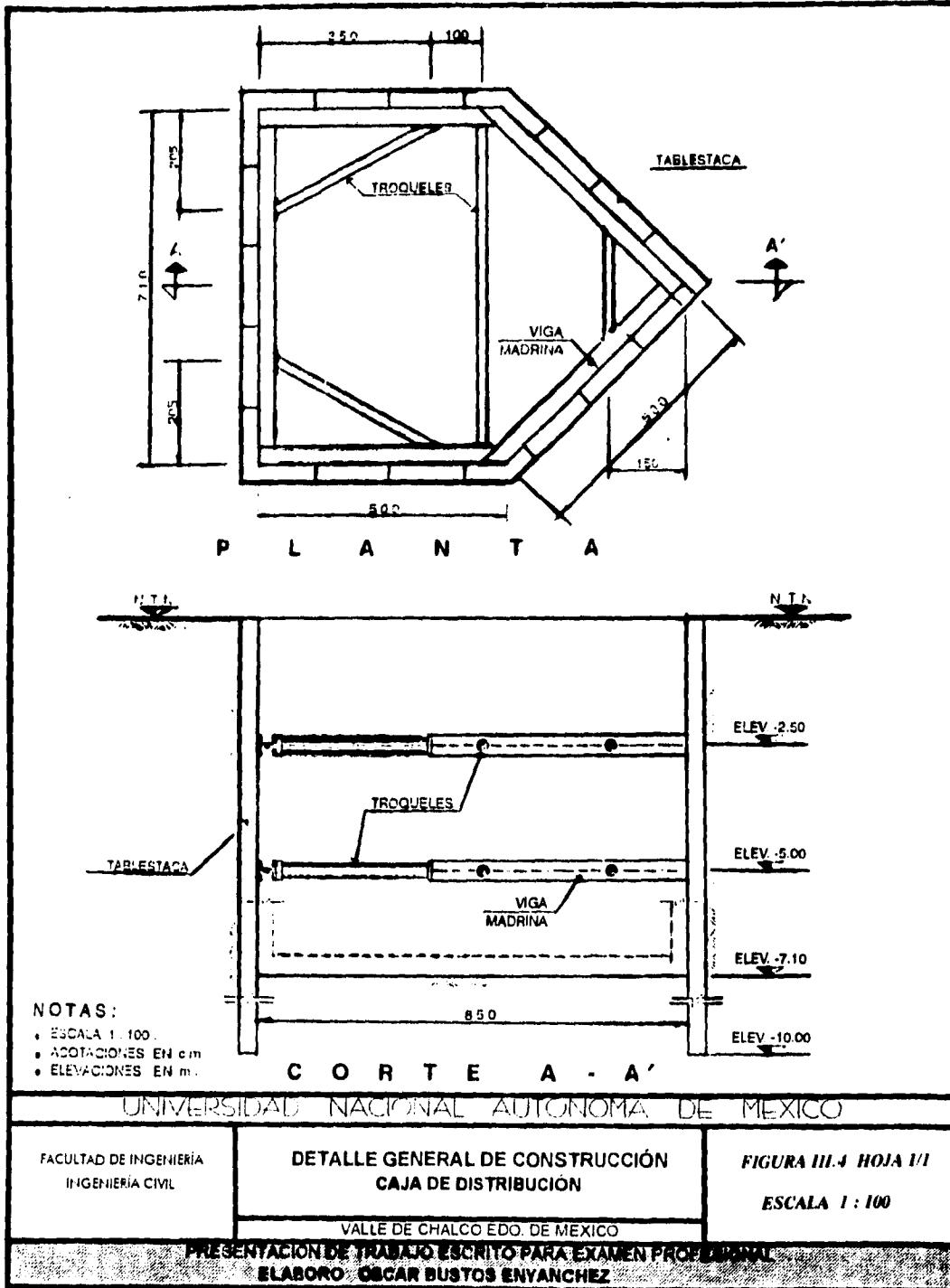
Las juntas entre tablaestacas, se deberán lavar mediante el inyectado de agua a presión. Una vez limpia, se efectuara el sellado mediante una mezcla de agua - cemento con una relación de 0.5 en peso. La profundidad de desplante de la tablaestaca es de 10.0 m medida a partir del nivel del terreno natural, con una tolerancia de ± 5

cm. El eje de la tablaestaca podrá tener una desviación en superficie de ± 1 cm. y la vertical de ± 5 cm. En los planos estructurales se indican las características que deben cumplir las tablaestacas, no se deberán hincar tablaestacas fisuradas o dañadas estructuralmente.

Posteriormente se efectuara la excavación del núcleo central hasta 2.5 m de profundidad, procediendo de inmediato a colocar el primer nivel de vigas mdrinas y troqueles, Hecho lo anterior, se continuará con la excavación hasta 5.0 m de profundidad y se colocara el segundo nivel de vigas mdrinas y troqueles, como se puede observar en la figura III.4. Si durante la excavación se presentarán pequeños flujos de agua, se deberán encauzar a un cárcamo interior y extraerlos por medio de bombas tipo "becerro" de 3" de succión.

Colocando los troqueles, se reiniciará la excavación hasta la profundidad máxima de proyecto (-7.10 m) procediendo de inmediato a colocar un mejoramiento del terreno compuesto por una capa de tezontle de 15 cm de espesor, la cual se compactara (incrustar) en el terreno natural. A continuación se colocara una plantilla de concreto de 7 cm de espesor. Colocada la plantilla, se procederá a armar y a colar la losa de fondo. Se continuará con el armado y colado de los muros de la caja. Conforme se vayan construyendo estos, se retiraran los troqueles y vigas mdrinas. En el caso de zonas de filtración, antes de realizar el colado se deberá sellar esta mediante una inyección de contacto por medio de tres barrenos de 3.18 cm de diámetro y 20 cm de profundidad dentro del terreno natural, inyectando una lechada de cemento con acelerante de fraguado a una presión de 2 kg./cm². Construidos los muros de la caja se efectuara al armado y colado de la losa superior de la misma, tal y como se indica en los planos estructurales correspondientes, y el relleno con material de banco, compactado en capas de 20 cm, al 95% de su PVSM (Peso Volumétrico Seco Máximo) hasta el nivel de sub-base de la planta.

Durante la etapa constructiva deberá llevarse un control de los volúmenes de suelo excavado, el volumen de concreto colocado y el volumen de inyección en cada cárcamo. Al igual que una historia quincenal de nivelaciones y plomos de los cárcamos durante el proceso constructivo y durante sus primeros 6 meses en operación. Las nivelaciones serán también en el terreno circundante a cada lumbrera en un área de 20x40 m.



NOTAS:
 • ESCALA 1 : 100.
 • ACOTACIONES EN cm.
 • ELEVACIONES EN m.

III.1.3. CAJAS DEFLECTORAS

Estas dos estructuras de concreto armado, de geometría rectangular truncada en una de sus esquinas, tendrá la función de encauzar las aguas del sistema de conducción, dando una deflexión de 45° y conducir las por los colectores a la caja de distribución. Su ubicación esta en la zona exterior de la planta, Estará formada por muros laterales de 30 cm de espesor y tendrá en su parte inferior medias cañas para facilitar el encauce y deflexión del agua conducida

Para sus construcciones, al igual que la caja de distribución, se utilizará un muro de tablaestaca de concreto con dos niveles de troqueles en una sola etapa de excavación de acuerdo a lo siguiente:

Se utilizaran las tablaestacas que cumplan con la especificación de proyecto en cuanto a su resistencia y que previamente fueron coladas. Delimitada el área de excavación, se realizaran perforaciones guías de 30 cm de diámetro sin extracción del suelo (solo remoldeo) hasta la profundidad de proyecto, se procederá a izar e hincar la tablaestaca, como se realizo en la caja de distribución.

Se deberá verificar la verticalidad de la misma en las dos direcciones. Las juntas se deberán lavar mediante el inyectado de agua a presión. Una vez limpia se efectuara el sellado mediante una mezcla de agua cemento con una relación de 0.5 en peso, la desviación de la tablaestaca será de ± 1 cm. verticalmente y ± 5 cm. horizontalmente.

Una vez adomado con la tablaestaca se efectuara la excavación del núcleo hasta 3.0 m. de profundidad, procediendo a colocar de inmediato el primer nivel de vigas mdrinas y troqueles, Hecho lo anterior se continuara con la excavación hasta 5.0 m de profundidad y se colocara el segundo nivel de vigas mdrinas y troqueles.

III.1.4 MARCOS DE IZAJE Y DEPOSITO DE BASURA

Existirá por encima del cárcamo de rejillas una estructura metálica a base de perfiles estructurales sección I de 6" y 8" de aproximadamente 5.50 m de alto, la cual tendrá la función de sustentar el conjunto de rejillas (3) metálicas y permitirá por medio de un "trole" o un polipasto, movimiento ascendente, descendente y horizontal. El movimiento horizontal será hacia un depósito de basura ubicado a un costado del cárcamo de rejillas, como se puede apreciar en la planta de conjunto de la figura III.1

Este depósito de basura podrá alojar un total de 12 m³ y estará construido por muros de tabique rojo recocido, rematados por dadas perimetrales. El depósito estará provisto de un equipo de limpieza a base de agua a presión y tendrá la característica de sobresalir 1.5 m por encima del N.P.T. para facilitar el transbordo a los camiones recolectores.

Para el habilitado, armado y construcción del marco de izaje será necesario tener terminado el cárcamo de rejillas, por lo que a fin de reducir tiempo, se buscara traslapar actividades y trabajar en forma paralela sobre las dos acciones.

El marco de izaje servirá para soportar, y en la parte interior del cárcamo de rejillas, tendrá unas guías metálicas a base de solera que permitirá el libre desplazamiento de las cuchillas

Las rejillas estarán formadas por un bastidor a base de acero estructural sección I de 4" y solera metálica de ½" de espesor y separación máxima de 2". Debido a la exposición permanente a las aguas residuales y desechos orgánicos, se deberá dar una protección a toda la estructura con pintura epoxica y "primer" antes de su colocación, sin olvidar que el mantenimiento será con mayor frecuencia que los mantenimientos de estructuras exteriores

III.1.5 TALLERES, BODEGAS Y CASETA DE VIGILANCIA

TALLERES

Existirán 2 cuartos de 4.30 m x 4.30 m que en su interior albergaran los talleres mecánicos y de mantenimiento, los cuales contarán con todo lo necesario para sortear cualquier eventualidad menor dentro de la planta; tendrán un sistema de iluminación independiente al suministro exterior, así como de todos los sistemas de seguridad necesarios para la planta.

Para su construcción y en base a la escasa capacidad del suelo (como se ha descrito anteriormente) se edificara sobre una losa de cimentación y contratraves. Los muros de carga serán a base de tabique rojo recocido y como elementos estructurales contara con castillos y traves de cerramiento. la losa tapa será de concreto armado con un espesor de 12 cm, como se puede ver en la figura III.5

BODEGAS

Existirán 2 bodegas de 4.30 x 4.30 m que albergaran en su interior los equipos mecánicos, eléctricos y todo lo necesario para tener un buen almacén menor y resolver cualquier eventualidad menor. Tendrá un sistema de iluminación y un sanitario con regadera.

Para su construcción se utilizara, de igual forma que los talleres, una losa de cimentación con todas las características que esta representa.

CASETA DE VIGILANCIA

Se tendrá una caseta de vigilancia ubicada estratégicamente en el interior de la planta de bombeo, para restringir la entrada a toda persona ajena a la planta. Debido a la importancia y sensibilidad que existe del equipo dentro de

ésta, se plantea contar con personal de seguridad que resguardara las 24 horas del día por lo que deberá contar con un cuarto de baño y de aseo personal dentro de la misma caseta de vigilancia. Para su construcción se utilizara, de igual forma que en los talleres y bodegas, una losa de cimentación con todas las características que está representa.

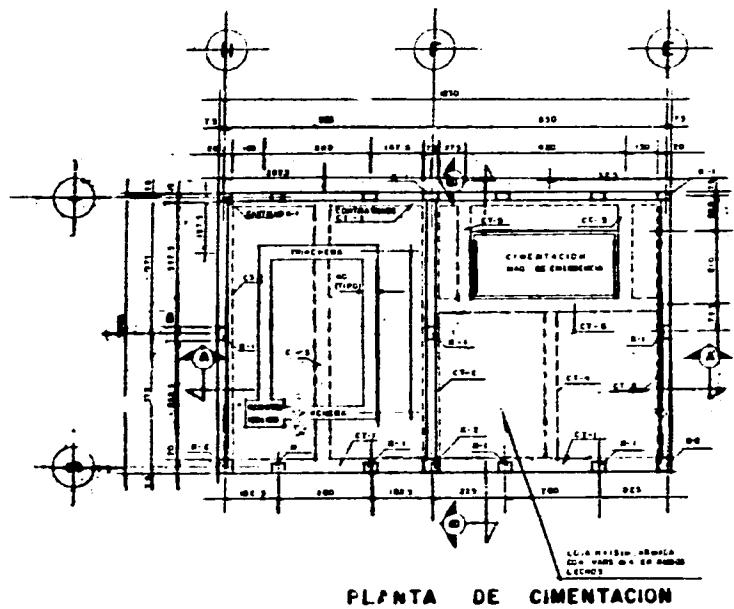
III.1.6 OBRAS EXTERIORES

La planta contara con un patio de maniobras, lo que permitirá el libre acceso a los carros camiones de basura y de combustible, este mismo será a base de concreto hidráulico el cual se sustentara sobre un suelo mejorado por una subbase.

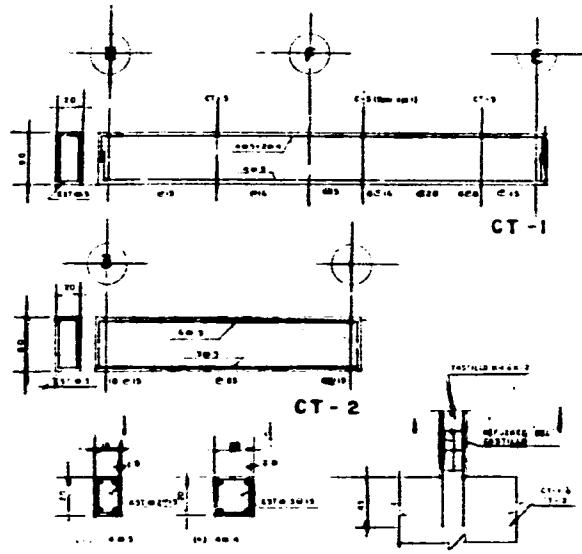
Tendrá también una zona de estacionamiento que será utilizado únicamente por el personal de operación y mantenimiento de la planta. Tendrá un sistema de drenaje interior por medio de trincheras el cual encauzara y conducirá el agua pluvial y sanitaria que se pueda generar dentro de la planta (ver figura III.7). Contara con un área jardinada en su interior que dará un toque estético a la misma. Cabe señalar que la conexión entre los dos cárcamos se efectuara hasta una semana de haber terminado los trabajos, ver figura III.8

III.2 PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA

A continuación se presenta el programa de ejecución de obra que se deberá seguir para la terminación satisfactoria y dentro del tiempo programado para la puesta en operación. Cabe hacer mención que debido, a la premura de la obra, se han trasladado actividades, por lo que será necesario hacer reprogramaciones quincenales en caso de que no se cumpla con las metas parciales, ya que no existe holgura entre las actividades planeadas o bien es muy reducida, ver figura III.6.

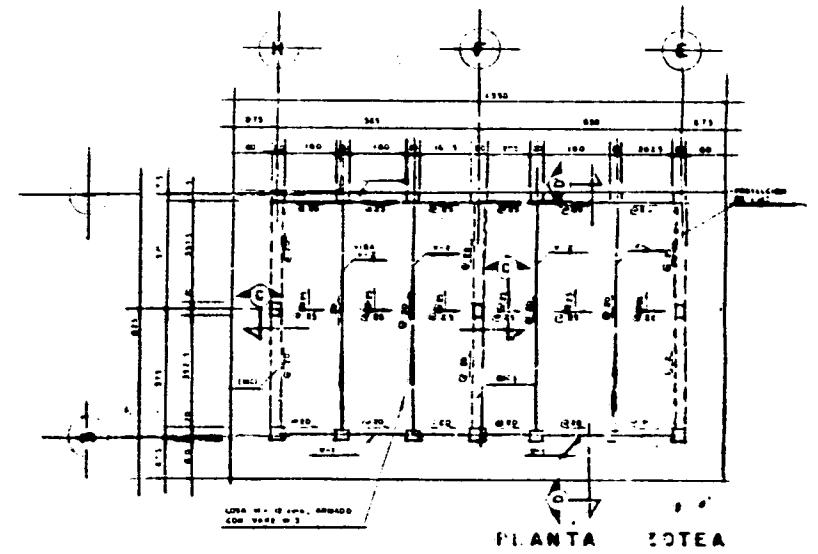


PLANTA DE CIMENTACION

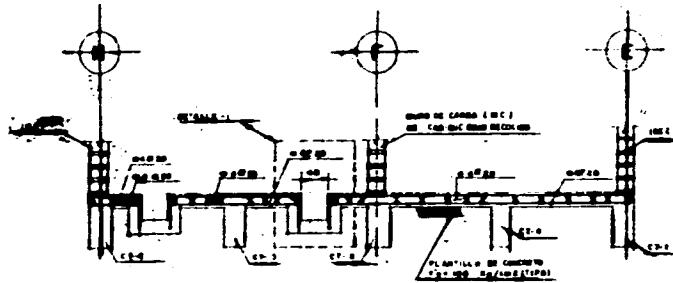


CASTILLO-1 CASTILLO-2

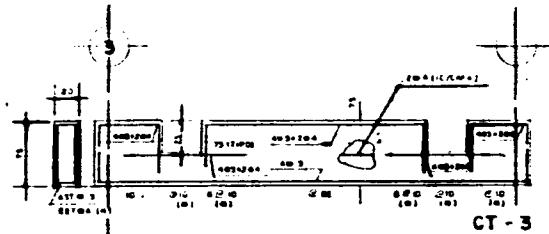
DETALLE TIPO DE ANCLAJE DE CASTILLOS A CIMENTACION



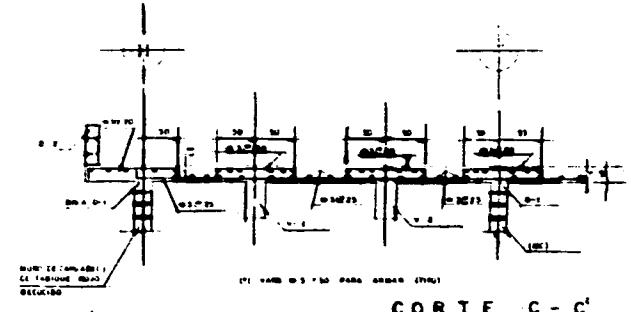
PLANTA ZOTEA



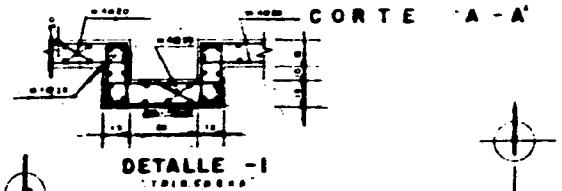
CORTE A-A'



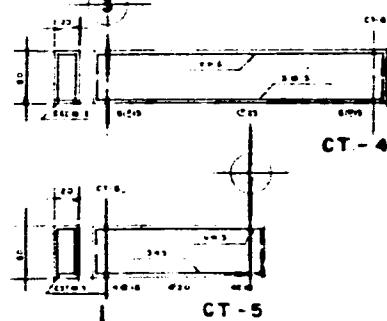
CORTE C-C'



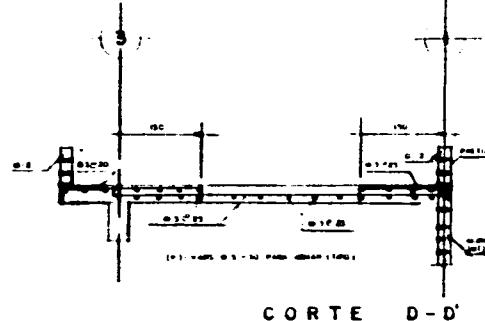
CORTE D-D'



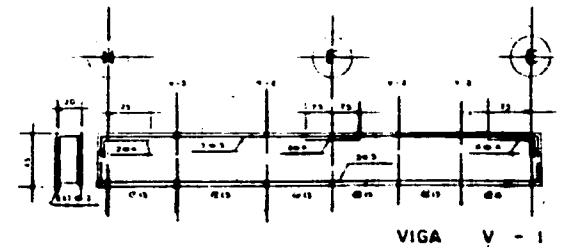
DETALLE -1



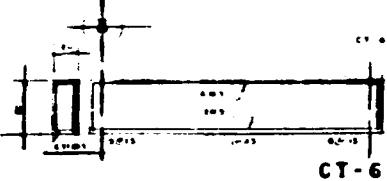
CORTE B-B'



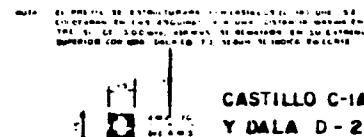
CORTE D-D'



VIGA V-1



CORTE E-E'



CASTILLO C-1A Y DALA D-2

FIGURA III.5 HOJA 1/1

ESCALA 5/8

Universidad Nacional Autónoma de México	
Facultad de Ingeniería	
Planta de Balsa P18	
Proyecto de Ingeniería	
Carrera de Ingeniería Civil	
Módulo de Estructuras	
Asignatura de Estructuras de Acero	
Alumno: [Nombre]	
Fecha: [Fecha]	

TABLA DE PRODUCCION

CONCEPTO	TOTAL A EJECUTAR	PROGRAMADO SEMANAL	EJECUTADO SEMANA ANTERIOR	EJECUTADO SEMANAL	ACUMULADO PROGRAMADO	ACUMULADO REAL	POR EJECUTAR
- CARCAMO DE BOMBEO							
EXCAVACION DE ZANJA	100%	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00
EXCAVACION DE NUCLEO	100%	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00
TANQUE DE FLOTACION	100%	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00
COLADO DE LOSA DE FONDO Y MUROS	100%	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00
TRABE DE ANCLAJE ENTRE MURO Y BROCAL	100%	100.00	0.00	0.00	100.00	70.00	30.00
MORTERO ENTRE TERRENO Y MURO	100%	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00
- CARCAMO DE REJILLAS							
BROCALES	100%	46.70	0.00	0.00	100.00	50.00	50.00
CUCHILLAS METALICAS	100%	0.00	0.00	0.00	50.00	100.00	0.00
PLANTILLA Y LOSA DE FONDO	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
- CAJA DE DISTRIBUCION							
- CAJAS DEFLECTORAS	100%	0.00	0.00	0.00	100.00	80.00	20.00
- INTERCONEXIONES	100%	0.00	0.00	0.00	100.00	30.00	70.00
- ESPACIOS EXTERIORES	100%	7.78	0.00			5.00	95.00
- OBRA ELECTROMECHANICA							
FABRICACION DE ESTRUCTURA DE DESCARGA	100%	10.93	0.00	0.00	62.50	60.00	40.00
NIVEL Y COLOCACION DE EQUIPOS DE BOMBEO	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

SIMBOLOGIA

 AVANCE REAL DE OBRA

 PROGRAMA CONTRACTUAL

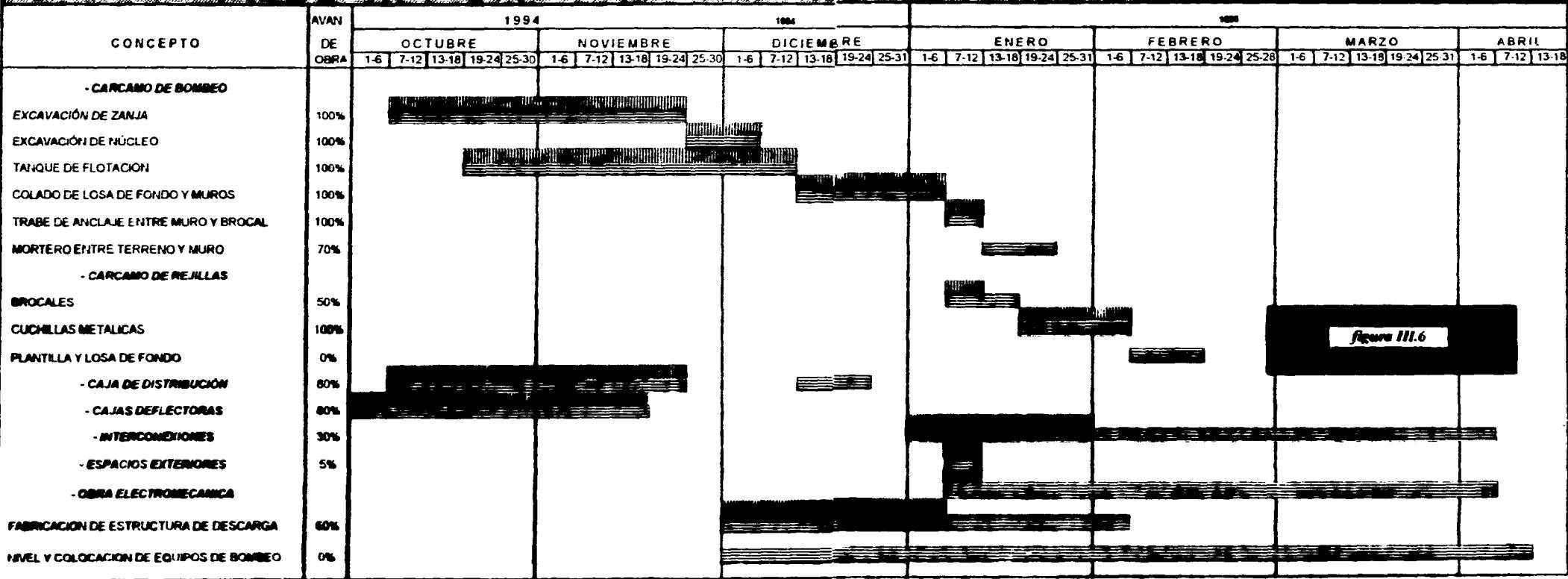
 REPROGRAMACION

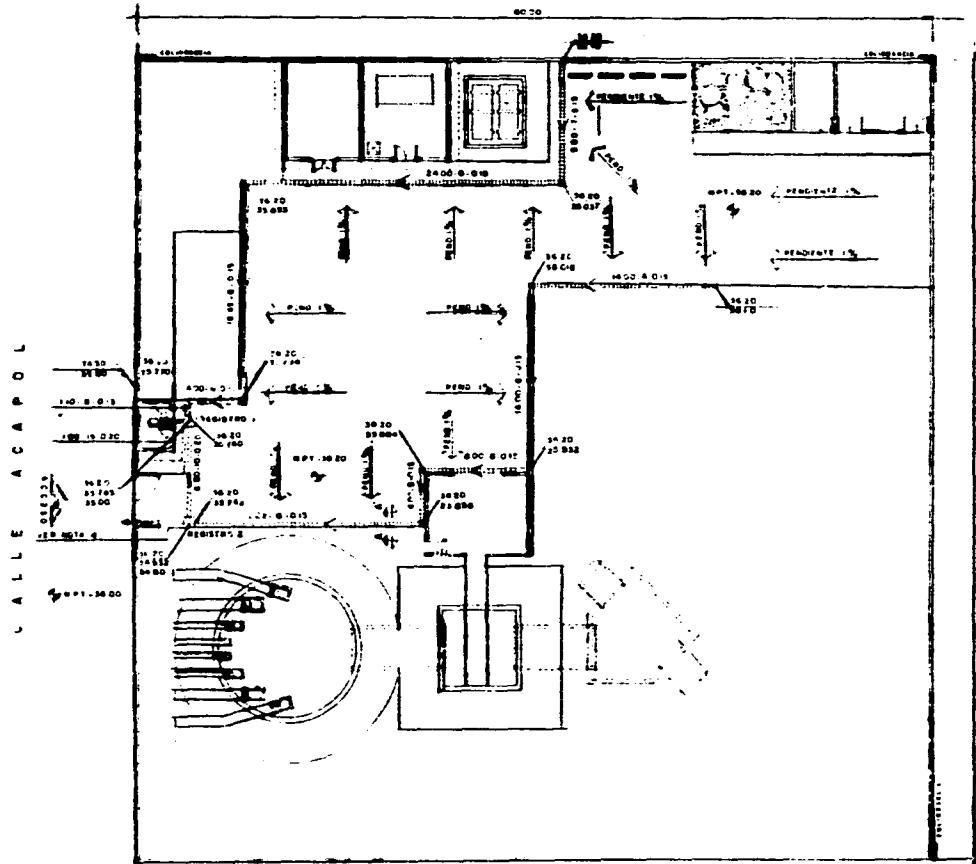
OBSERVACIONES

LOS VOLUMENES DE OBRA AQUI REPORTANDOS SON SEMANALES

EL FORMATO DE PRODUCCION Y PROGRAMA DE OBRA ES IDENTICO AL QUE SE TUVO COMO CONTROL DE OBRA.

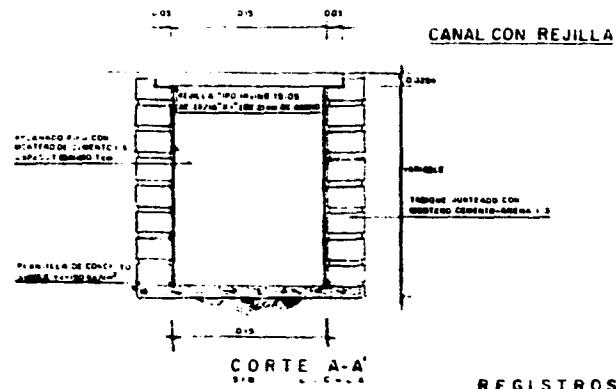
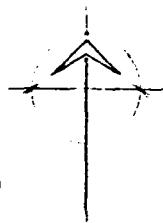
PROGRAMA DE OBRA



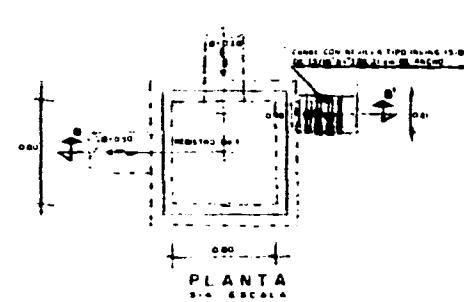


AV. HERMENEGILDO GALEANA

PLANTA DE DRENAJE INTERIOR
Escala 1:200

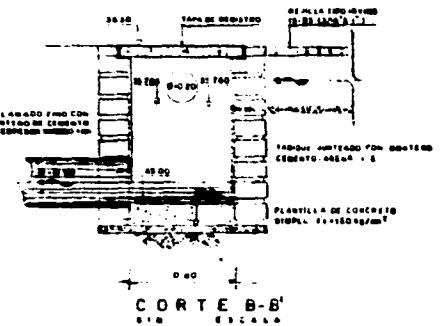


CORTE A-A
Escala 1:200

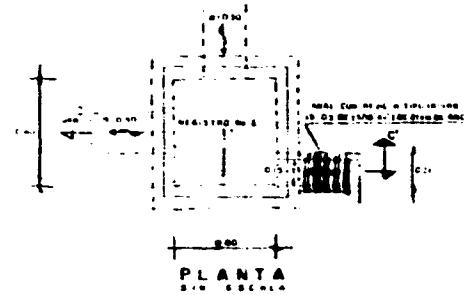


PLANTA
Escala 1:200

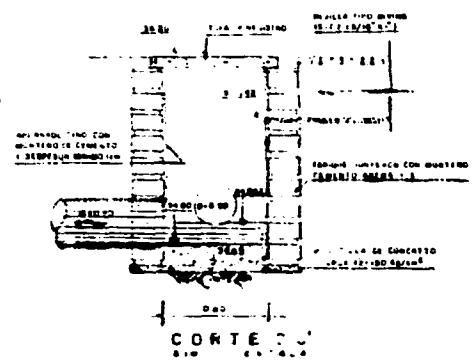
REGISTROS



CORTE B-B
Escala 1:200



PLANTA
Escala 1:200



CORTE C-C
Escala 1:200

FIGURA III.7 HOJA 1/1

ESCALA 1:200

Universidad Nacional Autónoma de México		
Facultad de Ingeniería		
Planta de Bombo PH 8		
MATERIA: DISEÑO DE DRENAJE INTERIOR DE EDIFICIOS		
ALUMNO: []		
FECHA: []		
PROFESOR:	PROFESOR:	PROFESOR:

CAPITULO IV

IV OBRA ELECTROMECÁNICA

IV.1 EQUIPAMIENTO Y SISTEMAS

IV.- OBRA ELECTROMECÁNICA.

Para la puesta en operación de la planta de bombeo uno de los factores mas importantes lo representa la obra electromecánica debido a la complejidad de los equipos y sistemas que se utilizaran. Estos mismos son de construcción especial y no de línea por lo que los tiempos de entrega rebasan en la mayoría las 12 semanas una vez que se ha contratado su fabricación.

Por lo anterior, es de vital importancia hacer un seguimiento con visitas frecuentes a la fabrica para certificar la construcción de los mismos y que no represente un retraso en el programa de obra.

IV.1 EQUIPAMIENTOS Y SISTEMAS

Los principales equipamientos y sistemas que forman la planta son:

- Planta de emergencia y tableros de transferencia
- Subestación y transformador eléctrico
- Centro de Control de Motores CCM
- Bombas y motores eléctricos verticales
- Estructura de descarga
- Tanques de almacenamiento de diesel
- Sistema de tierras
- Sistema de alumbrado

A continuación se describen las características mas importantes de los equipos y sistemas a utilizar y que cumplen con las especificaciones de control de calidad que marcan las especificaciones particulares del proyecto y las mismas NOM.

IV.1.1 PLANTA DE EMERGENCIA Y TABLEROS DE TRANSFERENCIA.

Existirá una planta de emergencia modelo DD-660, de 440 volts, 60 Hz, 3 fases, 4 hilos, Factor de potencia de 0.8, 600 KW y 750 KVA. Estará anclada a la cimentación de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Entre sus accesorios existirá un tubo de acero negro soldable cédula 40 de 4" de diámetro para el desalojo de los gases de escape del motor de combustión interna, rematando a un metro de altura arriba del nivel de la azotea, con protección a la salida de los gases para lo cual se utilizara brida de acoplamiento al silenciador y empaque de asbesto-cemento.

Durante su instalación se revisara que el cargador realice bien su función, así como, del cableado eléctrico a la planta de emergencia y el suministro e instalación del tubo de acero negro cédula 40, extremos roscados, para el sistema de alimentación de diesel al motor de combustión interna de la planta.

Se colocara e instalara el tablero de transferencia y se checará la correcta calibración de los equipos de medición, así como de los ductos eléctricos de PVC tipo pesado del tablero de transferencia a la planta de emergencia y del tablero de transferencia a la planta. Durante la instalación se deberán realizar pruebas de equipo con corriente comercial y de emergencia.

IV.1.2 SUBESTACIÓN Y TRANSFORMADOR ELÉCTRICO.

Existirá una subestación eléctrica formada por gabinetes metálicos blindados, formando un conjunto compacto de servicio intertemporale para operar en 23 KV, 3 fases, 60 C.P.S. con los siguientes elementos:

- Gabinete para alojar equipo de medición de la compañía suministradora de energía eléctrica conteniendo un juego de barras principales de cobre de 400 Amp. y barra de tierra.

- Gabinete conteniendo un juego de cuchillas tripolares de un tipo de 23 KV. 60 C.P.S., 400 Amp, nominales, montadas sobre aisladores de resina epoxica, operación en grupo sin carga con accionamiento desde el frente del gabinete, un interruptor en aire, tres polos, operación en grupo con carga 23 KV y protección de sobre corriente por medio de fusibles de 100 Amp, juego de tres apartarrayos autovalvulares para 18 KV eficaces, barras principales y barra de tierra.
- Gabinete conteniendo un interruptor en aire tres polos, operación de grupo, con carga de 23 KV montaje fijo provisto de tres fusibles limitadores de corriente de alta capacidad interruptiva de 40 Amp. Equipado con dispositivo que acciona el interruptor tripolar cuando alguno de los fusibles opera por corto circuito, accionado por palanca desde el frente del gabinete
- Gabinete de acoplamiento mecánico y eléctrico para unir a transformador de potencia, conteniendo un juego de barras y soportes necesarios para conectar con los bushing de alta tensión de transformador.

También existirá un transformador de potencia trifásico en aceite de 750 KVA , 3 fases, 60 C.P.S., enfriamiento "OA" 23 KV en el primario conexión delta ; 0.440/0.254 KV .En el secundario conexión estrella con cuatro derivaciones de 2.5 % dos arriba y dos abajo del voltaje nominal para operar a una altura de 2300 M.S.N.M. y con una elevación máxima de temperatura de 65°C sobre un ambiente de 40°C con gargantas laterales para acoplamiento a los gabinetes de la subestación cuyo ajuste no tendrá ninguna tolerancia permitida.

IV.1.3 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CCM

El equipo electromecánico de la planta estará controlado por 2 (dos) centros de controles mecánicos los cuales estarán constituidos por Gabinetes metálicos formando un gabinete general para servicio interior, 600V, 3 fases, NEMA-1 alambrado tipo NEMA-B, autoportada en el cual se alambren los equipos de control, protección de motores y estará constituido por las siguientes secciones:

CCM-1

Sección I

- Amperímetro de C.A. con escala de 0-1,200 Amp. elemento a 5 Amp. con carátula cuadrada de precisión igual a 1% ,con números y aguja de color negro con fondo blanco.
- Un conmutador de trazo para amperímetro volmetro para C.A. con escala de 0 a 600 V elemento a 150 V
- Conmutador de fases de 4 pasos para voltímetro, dos transformadores de potencia con relevador transformable de 480-120 V, aislamiento 600 V, con fusibles en el lado primario
- Tres transformadores de corriente tipo ventana con relación de transformación 1200/5 aislamiento de 600 V
- Interruptor electromagnético principal de 3 polos rango de 100-1,600 Amp. sensores de 1,200 Amp, operación manual, montaje fijo, para una capacidad interrumpida nominal de 50,000 Amp. Simétrico

Sección II

Combinación de interruptor termomagnético con capacidad conductiva normal de 3 polos, 600 Amp e interrumpida de 30,000 Amp. R.M.S. simétricos y un arrancador magnético a tensión reducida tipo Autotransformador, transición cerrada, tamaño NEMA 6, para

controlar un motor eléctrico de inducción tipo jaula de ardilla de 300 C.P, 440 V, 3 Fases, 60 C.P.S, 590 R.P.M. deberá suministrarse con los siguientes accesorios:

- Relevador de sobrecarga trifásico con tres elementos térmicos de la capacidad adecuada transformador del circuito de control de 480/120 V de 750 V de capacidad.
- Estación de botones de arranque para controlador momentáneo.
- Conmutador selector de posiciones " manual auto fuerza" para operar equipo manual o automáticamente.
- Tres luces piloto de color rojo, blanco y verde
- Tres transformadores de corriente tipo ventana, relación de transformación 600/5 Amp. Aislado a 600 V
- Conmutador de fases de 4 posiciones para amperímetro.
- Amperímetro de C.A. escala 0 ' 600 Amp elemento a 5 Amp.

Sección III

- Igual a partida 2 (sección II)

Sección IV

- Igual a la partida 2 (sección II) pero:
- Interruptor termomagnético de 200 Amp y capacidad interruptiva de 22,000 Amp R.M.S. simétricos,
- Transformador de control de 300 V.

- Transformador de corriente de 200/5 Amp
- Amperímetro de 0 a 300 Amp.

Sección V

- Igual a la partida 2 (sección II) pero:
- Interruptor termomagnético de 100 Amp y capacidad interruptiva de 1,000 Amp. R.M.S. simétrico
- Arrancador tamaño NEMA 3 para motor 40 C.P. 1170 R.P.M.
- Transformador de control de 150 V
- transformadores de corriente de 100/5 Amp.
- Amperímetro de 0 a 100 Amp.

Sección VI

- Interruptor termomagnético de 3 polos, 20 Amp, 440 V, tres fases 10 KVA, 440 - 220V
- Interruptor termomagnético de tres hilos 40 Amp.
- Centro de carga de 12 espacios para operar a 220/127 V.C.A., 3 Fases 4 hilos

CCM - II

Igual al CCM-I pero únicamente secciones I,II,III,IV,V.

A continuación, se presentan en la tabla I de la figura III.1, un resumen con las principales características y especificaciones de elementos que forman cada centro de control de mecánico, así como de los elementos que serán gobernados desde el Gabinete Central.

MOTOR	MOTORES						ARRANCADORES						INTERRUPTORES				CONDUCTOR				
	CONCEPTO	C.P.	AMP	R.P.M.	MARC	REG	CLASE	TIPO	NEMA	ELEM TERM	MARC	REG	AMP	POLOS	VOLT	MARC	REG	CAL	CABLES	MARC	REG
1	BOMBA	300	381	580	U.S.	1815	0000	SNG-1	0	133.3	S.D.	1359	800	3	440	S.D.	4384	300*	6	-	2820
2	BOMBA	300	381	580	U.S.	1815	0000	SNG-1	0	83.33	S.D.	4384	80	3	440	S.D.	4384	300*	6	-	2820
3	BOMBA	100	125	1180	U.S.	1815	0000	SNG-1	4	CC180	S.D.	4384	200	3	440	S.D.	4384	20	3	-	2820
4	BOMBA	40	54	1170	U.S.	1815	0000	SNG-1	3	C75	S.D.	4384	100	3	440	S.D.	4384	4	3	-	2820
SECCION DE ALUMBRADO												30	3	22	S.D.	4384	6	3	2820		

MOTOR	MOTORES						ARRANCADORES						INTERRUPTORES				CONDUCTOR				
	CONCEPTO	C.P.	AMP	R.P.M.	MARC	REG	CLASE	TIPO	NEMA	ELEM TERM	MARC	REG	AMPS	POLOS	VOLT	MARC	REG	CAL	CABLES	MARC	REG
1	BOMBA	300	381	580	U.S.	1815	0000	SNG-1	0	133.3	S.D.	1359	800	3	440	S.D.	4384	300	6	-	2820
2	BOMBA	300	381	580	U.S.	1815	0000	SNG-1	0	83.33	S.D.	4384	80	3	440	S.D.	4384	300	6	-	2820
3	BOMBA	100	125	1180	U.S.	1815	0000	SNG-1	4	CC180	S.D.	4384	200	3	440	S.D.	4384	20	3	-	2820
4	BOMBA	40	54	1170	U.S.	1815	0000	SNG-1	3	C75	S.D.	4384	100	3	440	S.D.	4384	4	3	-	2820
SECCION DE ALUMBRADO												30	3	22	S.D.	4384	6	3	2820		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SISTEMAS
ELECTRICOS

PLANTA DE MANDO Y CONTROL
VALLE DE CHAGRAS EDO. DE MICHUAN
CIENNA ELECTROMECANICA

Figura IV.1

IV.1.4 BOMBAS Y MOTORES ELÉCTRICOS VERTICALES.

Existirán un total de ocho equipos de bombeo .

- a) Cuatro de estos equipos de flujo mixto de 1500 LPS, serán accionados por motores eléctricos verticales de 300 HP, de flecha hueca tipo jaula de ardilla,
- b) Dos bombas mas de flujo mixto de 500 LPS los cuales serán accionados por dos motores eléctricos verticales de 100 HP de flecha hueca tipo jaula de ardilla,
- c) Y dos bombas mas , de flujo mixto de 162 LPS las cuales estarán accionados por dos motores eléctricos de 40 HP de flecha hueca tipo jaula de ardilla.

Todos los motores eléctricos estarán conectados utilizándose ductos eléctricos para cableado al sistema de fuerza. Los motores tendrán su conexión a un registro tipo condulet de 3" y de ½" de diámetro con extensión de tubo metálico flexible tipo liquatite de 3" y ½" de diámetro. Durante la instalación de los equipos de bombeo se deberán realizar pruebas de alineación y rotación en motores eléctricos, pruebas de bombas adaptadas motores eléctricos (transmisión de potencia) así como de, la conexión a la red de tierras de los equipos y pruebas finales de nivelación y funcionamiento de los equipos.

IV.1.5 ESTRUCTURA DE DESCARGA

Esta estructura tendrá la finalidad de conducir el agua que desaloja los equipos de bombeo ubicados encima del cárcamo de bombeo, hacia el canal general. Esta formado por 4 líneas de 0.914 m de diámetro, 2 líneas de 0.762 m y 2 mas de 0.547 de diámetro, serán de tubo de acero de 3/8" de espesor. Debido a su trayectoria para su

construcción se tendrán que realizar 4 deflexiones en el sentido vertical de 45°, así mismo se planea cruzar una vialidad secundaria por lo que será necesario la construcción de un cajón de concreto para este fin, la descarga al canal será con una incidencia de 22.5° sobre una cubeta disipadora de energía.

Se fabricaran en obra un total de 46 codos de 45° en diferentes diámetros, así como de la colocación de piezas especiales formadas con los tramos de tubo recto de 3/8" de espesor en diámetro de 36", 20" y 14", dichas líneas se acoplaran por medio de soldadura de filete o bien por coples tipo DRESSER para garantizar el acoplamiento.

Las especificaciones en cuanto a limpieza, tratamiento de antirrosivo y acabado final en tuberías son las que rigen las NOM, para la construcción de la planta se deberán seguir los planos correspondientes, así mismo se lista en la tabla de la figura IV.2 al final de este capítulo el equipo necesario para su construcción.

IV.1.6 TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL.

Se fabricaran e instalaran dos tanques de almacenamiento de diesel de 7,500 lts cada uno al igual que un tercer llamado "tanque de día" dentro del local para la planta de emergencia de 1500 lts. Para su alimentación se contara con un sistema de tubería de acero negro de 38 mm de diámetro cédula 40, para alimentación de diesel los tanques de almacenamiento del exterior, así como de un sistema de tubería de acero negro de 13 mm de diámetro cédula 40, para la alimentación de los tanques al tanque de día y para alimentación y retorno del motor de combustión interna de la planta de emergencia.

Dicho sistema tendrá una válvula check de columpio y accesorios para la toma en banqueta de 38 mm de diámetro, así como un filtro tipo "Y", válvulas y accesorios en las líneas de combustible diesel en tanques y motores de combustión interna.

Durante su construcción se deberán cuidar la colocación de los soportes, de la aplicación de anticorrosivo y de las pruebas hidrostáticas en tanques y tuberías.

IV.1.7 SISTEMA DE TIERRAS

Todos los equipos y carcasas deberán ser aterrizados a una red de tierras, la resistencia de la misma no deberá ser mayor a 10 ohms, en caso de ser superior a este valor se disminuirá por medio de tratamiento o aumento de varillas. Todas las partes metálicas no portadoras de corriente se deberán aterrizar sólida y permanentemente. Los cables de la red de tierras serán de cobre desnudo, semiduro, trenzado clase "B" ASTM y deberán enterrarse los disparos a 0.60 m del N.P.T. para el sistema se emplearan conectores mecánicos y soldables para las uniones, los cables principales de la red de tierras serán del 2/0 AWG y el cable derivado del numero 2 AWG.

Durante su puesta en servicio se deberán hacer pruebas finales generales de resistividad en la red de tierras, así como se deberán construir los pozos de dispersión y varillas tipo copperweld en registro.

IV.1.8 SISTEMA DE ALUMBRADO.

La planta contará con un sistema de alumbrado exterior con 6 luminarias de vapor de sodio de 1500 Watts colocadas sobre postes de 6 m de alto.

Así mismo contará con un sistema de iluminación de todas las áreas interiores, existirán 3 circuitos independientes controlados por un centro de carga tipo QO2. Para la distribución de la red se utilizaran ductos tipo conduit galvanizado para el sistema de alumbrado. Contactos y apagadores de los circuitos interiores que albergaran los locales serán de la marca SQ o similar.

1	JUNTA DRESSER COMPLETA DE 914 mm DE DIAM. ESTILO M	Pza	20	28	TUBO DE ACERO DE 762 mm DE DIAM. Y 1000 mm DE LONGITUD	Pza	4
2	JUNTA DRESSER COMPLETA DE 762 mm DE DIAM. ESTILO M	Pza	3	29	TUBO DE ACERO DE 762 mm DE DIAM. Y 1020 DE LONGITUD	Pza	1
3	JUNTA DRESSER COMPLETA DE 508 mm DE DIAM. ESTILO M	Pza	4	30	TUBO DE ACERO DE 762 mm DE DIAM. Y 5000 DE LONGITUD	Pza	1
4	JUNTA DRESSER COMPLETA DE 475.2 mm DE DIAM. ESTILO M	Pza	3	31	TUBO DE ACERO DE 508 mm DE DIAM. Y 2000 DE LONGITUD	Pza	1
5	EXTREMIDAD DE TO TO DE 914 mm Y 600 mm DE LONGITUD	Pza	4	32	TUBO DE ACERO DE 508 mm DE DIAM. Y 1600 DE LONGITUD	Pza	1
6	EXTREMIDAD DE TO TO DE 508 mm Y 500 mm DE LONGITUD	Pza	4	33	TUBO DE ACERO DE 508 mm DE DIAM. Y 1750 DE LONGITUD	Pza	4
7	EXTREMIDAD DE TO TO DE 475 mm Y 400 mm DE LONGITUD	Pza	2	34	TUBO DE ACERO DE 508 mm DE DIAM. Y 1300 DE LONGITUD	Pza	1
8	CARRETE BRINDADO DE TO TO DE 914 mm Y 500 mm DE LONGITUD	Pza	2	35	TUBO DE ACERO DE 508 mm DE DIAM. Y 1100 DE LONGITUD	Pza	1
9	CARRETE BRINDADO DE TO TO DE 510 mm Y 500 mm DE LONGITUD	Pza	2	36	TUBO DE ACERO DE 475.2 mm DE DIAM. Y 1000 DE LONGITUD	Pza	4
10	CARRETE BRINDADO DE TO TO DE 355.8 mm Y 500 mm DE LONGITUD	Pza	2	37	TUBO DE ACERO DE 475.2 mm DE DIAM. Y 1100 DE LONGITUD	Pza	1
11	VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE DE 152.4 mm DE DIAM	Pza	4	38	TUBO DE ACERO DE 475.2 mm DE DIAM. Y 500 DE LONGITUD	Pza	1
12	VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE DE 101.6 mm DE DIAM	Pza	2	39	TUBO DE ACERO DE 355.2 mm DE DIAM. Y 1000 DE LONGITUD	Pza	1
13	VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE DE 58.8 mm DE DIAM	Pza	2	40	TUBO DE ACERO DE 355.2 mm DE DIAM. Y 2200 DE LONGITUD	Pza	1
14	VALVULA DE RETENCION TIPO DWO-CHECK DE 508 mm DE DIAM	Pza	2	41	TUBO DE ACERO DE 355.2 mm DE DIAM. Y 1750 DE LONGITUD	Pza	4
15	VALVULA DE RETENCION TIPO DWO-CHECK DE 355 mm DE DIAM	Pza	2	42	TUBO DE ACERO DE 355.2 mm DE DIAM. Y 500 DE LONGITUD	Pza	2
16	TUBO DE ACERO DE 914 mm DE DIAM. Y 600 DE LONGITUD	Pza	2	43	CODO DE ACERO DE 15° Y 914 mm FORMADO POR GAJOS	Pza	2
17	TUBO DE ACERO DE 914 mm DE DIAM. Y 400 DE LONGITUD	Pza	2	44	CODO DE ACERO DE 45° Y 914 mm FORMADO POR GAJOS	Pza	2
18	TUBO DE ACERO DE 914 mm DE DIAM. Y 300 DE LONGITUD	Pza	2	45	CODO DE ACERO DE 45° Y 762 mm FORMADO POR GAJOS	Pza	3
19	TUBO DE ACERO DE 914 mm DE DIAM. Y 1750 DE LONGITUD	Pza	8	46	CODO DE ACERO DE 45° Y 508 mm FORMADO POR GAJOS	Pza	5
20	TUBO DE ACERO DE 914 mm DE DIAM. Y 2200 DE LONGITUD	Pza	1	47	CODO DE ACERO DE 45° Y 457.2 mm FORMADO POR GAJOS	Pza	3
21	TUBO DE ACERO DE 914 mm DE DIAM. Y 1700 DE LONGITUD	Pza	1	48	CODO DE ACERO DE 15° Y 355.2 mm FORMADO POR GAJOS	Pza	5
22	TUBO DE ACERO DE 914 mm DE DIAM. Y 800 DE LONGITUD	Pza	1	49	UNION DE TUBERIA TIPO Y DE 365.2 mm A 457.2 mm	Pza	1
23	TUBO DE ACERO DE 914 mm DE DIAM. Y 1000 DE LONGITUD	Pza	16	49	UNION DE TUBERIA TIPO Y DE 508 mm A 762 mm	Pza	1
24	TUBO DE ACERO DE 914 mm DE DIAM. Y 900 DE LONGITUD	Pza	1				
25	TUBO DE ACERO DE 914 mm DE DIAM. Y 950 DE LONGITUD	Pza	2				
26	TUBO DE ACERO DE 914 mm DE DIAM. Y 1020 DE LONGITUD	Pza	1				
27	TUBO DE ACERO DE 914 mm DE DIAM. Y 500 DE LONGITUD	Pza	4				

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL

ELABORADO POR OSCAR BUSTOS ENRICH
FIGURA IV.2

PLANTAS DE BOMBEO DE AGUA
VALLE DE CHALCO FDO. DE MEXICO
OBRA ELECTROMECHANICA

CAPITULO 1

V CONTROL DE CALIDAD

V.1 ACERO DE REFUERZO

V.2 CONCRETO

V.3 FODO BENTONICO

V.- CONTROL DE CALIDAD

V.1 ACERO DE REFUERZO.

La calidad y colocación del acero de refuerzo que se utiliza para la construcción de la Planta de Bombeo, deberá cumplir con las especificaciones particulares del proyecto en lo referente a: Almacenamiento, Calidad y Colocación.

Las especificaciones que se refieren a calidad, están comprendidas en el Reglamento de construcciones del Distrito Federal, y considera los métodos de ensaye aprobados por la Dirección General de Normas (DGN), la American Society of Materials (ASTM) y la American Weldin Society (AWS).

Las varillas y mallas que se almacenan en la obra deberán estar separadas por lote, diámetros y tamaños, de tal forma que sean fácilmente identificables para el muestreo y localización. Las superficies de las varillas deberán estar libres de polvo, cemento, escamas de laminación, tierra, grasa o cualquier material objetable, conservándose en estas condiciones hasta que queden ahogadas en el concreto.

Todas las varillas se doblaran en frío, observando que el doblado no produzca fisuramiento, laminación o desprendimiento superficiales. Los empalmes serán de dos tipos, traslapados y/o soldados a tope y su uso será el que fijen los planos. Salvo otra indicación, en una misma sección no se debe permitir empalmar mas del 50% de las varillas y rigiendo las observaciones siguientes:

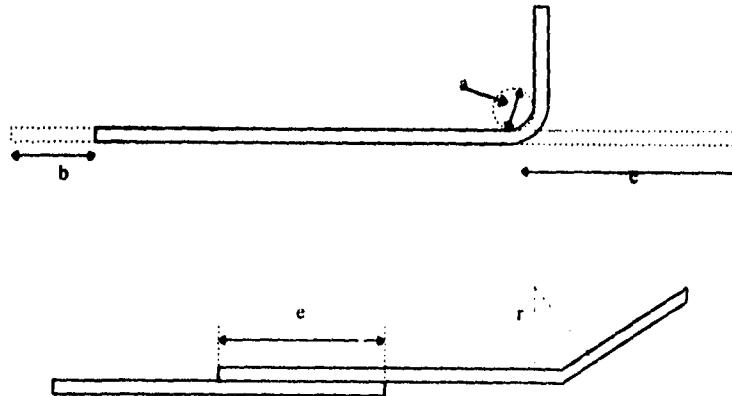
- No deben traslaparse varillas mayores del numero 8.
- En elementos sujetos a flexión, las varillas traslapadas sin contacto entre si, no deben separarse mas de 20 % de la longitud de traslape, ni mas de 150 mm.
- La longitud de traslape de los paquetes de varillas será la correspondiente al diámetro individual de las varillas del paquete, incrementadas en 20 % para paquetes de tres varillas y 33 % para paquetes de cuatro varillas

Los dobleces se harán en frío alrededor de un perno con diámetro no menor que ocho veces el de la varilla. La posición, traslape, el diámetro y forma de las varillas deberán ser las que se consigne en los planos y ajustarse a las tolerancias que se muestran en la tabla siguiente.

2.5	50	50	150	150	200	200	200
3	60	60	180	200	200	200	200
4	80	80	200	250	300	300	250
5	100	100	250	300	300	450	600
6	120	150	350	400	700	650	-
8	160	200	450	500	-	-	-
10	210	300	650	700	-	-	-
12	250	400	850	900	-	-	-

Notas * las unidades son en mm.

de donde :



V.2. CONCRETO.

Definición: Es una mezcla bien dosificada de cemento, agregados, agua y adicionales (puzolana, aditivos) los cuales al mezclarse constituyen una pasta que al vaciarse en moldes adquiere la forma y dimensiones deseadas con una cierta resistencia.

Es un material heterogéneo con características variables según el mezclado de sus ingredientes. Para una adecuada calidad del concreto, debe existir un control desde sus componentes hasta su colocación. El control de calidad del concreto de acuerdo al proceso de fabricación, y hasta la obtención de resultados, se basa en un muestreo, y toma en cuenta la dosificación, la calidad de los materiales (cemento, agregados y agua), el mezclado, el transporte, la colocación, el curado y los ensayos.

El concreto está compuesto de: Cemento, agua y agregados pétreos; El cemento es una pasta aglutinante que constituye el 7% al 15% de volumen total de concreto, el agua líquida permite que haya una reacción química (hidratación) originando una homogeneización de todos los componentes del concreto en función del tipo de cemento y otras condiciones de obra. Los agregados pétreos son componentes (por lo regular naturales) que constituyen un 60% y un 80% en su volumen.

Para la construcción de la planta de Bombeo y originado en las condiciones de terreno, fue necesario el empleo de concreto premezclado con la utilización de cemento Tipo 2 "Cemento Modificado". Este cemento es utilizado principalmente en estructuras de concreto expuestas a la acción de sulfatos, de calor de Hidratación moderado; es utilizado en obras de drenaje profundo, en pilas de estribos gruesos, muros de contención y en general para concretos que se cuelean en climas cálidos. Cabe aclarar que era recomendable la utilización del cemento tipo 5 "alta resistencia a sulfatos". pero por la dificultad que ha representado en los últimos años su comercialización y

prácticamente su desaparición del mercado, es que se decidió hacer su sustitución sin que represente gran problema por las características del cemento Tipo 2.

Debido a que el concreto que se utiliza en todas las estructuras de la Planta de Bombeo es premezclado y a su vez es suministrado por diversas compañías premezcladoras, éstas se comprometen a que la calidad de los materiales, así como la elaboración y el transporte sea responsabilidad de las mismas, por lo que el desarrollo de este capítulo solo contempla aspectos de control y seguimiento de acciones una vez que el concreto es puesto en obra.

De las primeras acciones de control de calidad, la representa la prueba de revenimiento la cual se basa en la Norma Oficial Mexicana NOM-C-156-1980 y consiste en medir la consistencia del concreto fresco en términos de la disminución de altura, en un tiempo determinado, de un cono truncado lleno con concreto fresco de dimensiones especiales.

La función del revenimiento como medida de la trabajabilidad del concreto es obvia, relacionada con el control de calidad del material. Un revenimiento mayor que el especificado suele ser síntoma de exceso de agua y por lo tanto de un concreto que desarrollara resistencia insuficiente, un revenimiento excepcionalmente bajo no solo anuncia dificultades en la colocación de concreto, sino bien puede ser el resultado de un retraso en la entrega de concreto premezclado, y no debe sorprender que redonde también en resistencia insuficiente.

Otra de las acciones para el control de calidad que se lleva en campo lo representa la obtención de su peso volumétrico en el lugar, es decir en estado fresco, existen también una serie de parámetros a seguir para determinar la calidad del concreto, como es el calor de hidratación el cual se toma de un registro manual por medio de un termómetro.

Dentro de las acciones más importantes que se tienen en obra es la de obtención de cilindros de concreto, para ser ensayados a compresión y determinar la resistencia del mismo a diferentes edades, no existe una convención

aceptada universalmente sobre que tipo de espécimen es el mejor, para realizar ensayos a compresión, comúnmente se usan de tres tipos: cilíndricos, cúbicos y prismáticos.

En nuestro medio y en numerosos países del mundo, se usan cilindros con una relación de esbeltez igual a dos. En estructuras de concreto reforzado el espécimen usual es cilíndrico de 15 x 30 cm. En estructuras construidas con concreto masivo, donde se usan agregados de 10 a 15 cm, se usan cilindros de 30 x 60 cm. y en ocasiones moldes de hasta de 60 x 120 cm. para establecer índices de resistencia.

Siguiendo la notación de la NOM-C-155-84 se acostumbra designar con $f'c$ a la resistencia a la compresión especificada de un cilindro estándar a los 28 días o a la edad en que el concreto vaya a recibir su carga de servicio.

Para lograr una prueba a la compresión aceptable, es necesario que las cabezas de la máquina de ensaye estén totalmente en contacto con la superficie del espécimen en ambos extremos, de manera que la presión ejercida sea lo mas uniforme posible. Adicionalmente se deberán cabecear los especímenes, esto consiste en aplicar un cierto material, generalmente azufre o pasta de cemento, a los extremos del cilindro para producir una superficie lisa de apoyo.

Aun cuando se sigan cuidadosamente las especificaciones y el proceso sea realizado por operadores experimentados, los resultados que se obtienen no serán uniformes, siempre existirá dispersión en los datos, como en cualquier proceso de medición. Estas dispersiones pueden ser inherentes al tipo de ensaye, debidas a errores accidentales o a la uniformidad del material ensayado.

Algunos factores que afectan directamente a los resultados obtenidos en especímenes de ensaye son:

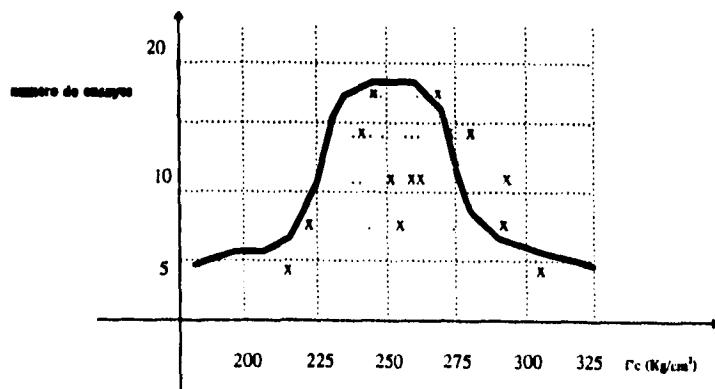
Efecto de la deformación ,

- Efecto de las condiciones de curado,
- Efecto de esbeltez
- Efecto de la velocidad de carga
- Efecto de las condiciones de humedad y temperatura durante la prueba ,
- Efecto del tamaño del espécimen sobre la resistencia,
- Efecto del tamaño de molde y tamaño del agregado,
- Efecto de la edad del espécimen ensayado,

Algunos de estos factores no solamente afectan a los resultados de pruebas a la compresión, sino también, a los resultados obtenidos en otro tipo de ensayos, como son los de tensión y flexión, aun más, aunque en menor numero, a los resultados obtenidos en pruebas no destructivas.

V.2.1 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS DE EVALUACIÓN DE PRUEBAS

Normalmente los resultados de los ensayos de resistencia a compresión de especímenes de concreto en proyectos de controlados caen dentro de la curva de distribución normal de frecuencia o de Gauss (al realizar un muestreo todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados).



La primera medida para tener un valor general representativo pero único de tal conjunto de datos es un **promedio** de ellos, obtenido de la división de la suma total de todos los valores de la resistencia, entre el número de especímenes ensayados.

Sin embargo una segunda observación al problema hará ver que el simple promedio aritmético no basta, pues no indica nada sobre cuanto difieren los datos del promedio obtenido ni de la frecuencia con la que se presenta cada uno.

$$\bar{x} = \sum X_i / n$$

donde $X_i = x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$

\bar{x} = es el promedio de los resultados de los especímenes que componen la muestra

n = número total de muestras que se obtienen de una misma revoltura a la misma edad.

La **desviación estándar** es la medida más usual de dispersión con respecto al valor central. Expresa el grado de dispersión en valor absoluto.

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

donde S_x = desviación estándar en Kg/cm²

x_i = ensaye individual de la resistencia a cilindros de 28 días

\bar{x} = promedio de n resultados de ensayos de resistencia a compresión

n = número de muestras ensayadas

El otro factor que se debe tomar para la evaluación de los ensayos obtenidos, es el coeficiente de variación, el cual denota la **disparidad de valores** con respecto al promedio general y se obtiene de la siguiente expresión.

$$Cv = Sx / x$$

donde Cv = coeficiente de variación

Sx = desviación estándar

x = promedio de la resistencia.

V.3. LODO BENTONITICO.

Bentonita, Se conoce como una roca arcillosa natural, de estructura molecular plana, formada por una capa intermedia de aluminio entre dos de sílice, su densidad en estado seco es de 2.5. Dependiendo del lugar en donde las cenizas volcánicas que la originan se hayan enfriado y cristalizado, se establece una diferencia, clasificadas en sodicas y calcicas.

Para nuestros propósitos, la bentonita sodica presenta mayor ventajas debido a que al estar en contacto con el agua aumenta su volumen hasta 13 veces, en tanto que en la calcica, su incremento es de 3 y además no es conveniente por que reacciona desfavorablemente con el cemento.

A fin de aprovechar al máximo las características de este material, se tritura y muele hasta alcanzar una finura similar a la del cemento, esto quiere decir, que las partículas mas gruesas alcanzan un tamaño de 0.07 mm. La alta finura y el aumento de volumen de las partículas, le da propiedades de suspensión cuando se mezcla con el agua, formando un lodo que se describe como tixotropico estando en reposo, por que presenta cierta resistencia al corte que se pierde cuando esta en movimiento, siendo esta acción reversible.

Sus aplicaciones son innumerables ya que por su densidad mayor a la del agua y menor a la del concreto, lo hace un medio optimo para ser utilizado como un liquido de contención en ademes provisionales de excavación.

La aplicación de la bentonita en morteros y lechadas de inyección tiene como objetivo principal, evitar la sedimentación rápida del cemento y la arena de los morteros y lechadas, para esto la proporción de la bentonita con respecto al agua utilizada, normalmente queda comprendida entre 3 y 4 %.

La bentonita , previamente a su aplicación, deberá someterse a un proceso de hidratación., recomendándose para esto un periodo no menor de 24 horas.

Con relación a los requisitos de los materiales restantes (arena y cemento) y pruebas de calidad, son similares a los del concreto normal, excepto en la granulometría de la arena, en la que se requieren módulos de finura que varían de 1 a 2 como máximo, o sea que sus tamaños quedan comprendidos desde polvo hasta partículas de poco mas de 1 mm.

Inyección de mezcla. Se le da este nombre, a la operación de forzar a través de un barreno, los productos líquidos apropiados (denominados mezcla) para conseguir la impermeabilización , consolidación de un suelo y en éste caso que nos ocupa para rellenar el contacto entre el revestimiento y el suelo.

Como se ha mencionado anteriormente, una vez construida la lumbrera, se realizara un relleno (inyección de contacto) entre la lumbrera y todo el perímetro que circunscribe la estructura, a fin de garantizar una unión libre de oquedades y darle una sustentación mayor a la estructura. Para esto se utilizara una mezcla de mortero (cemento-arena- agua) según marca el proyecto.

V.3.1 ESPECIFICACIONES DEL LODO BENTONITICO.

Se utilizara una mezcla que cumpla con un peso volumétrico de 1.8 t/m^3 y su aplicación podrá hacerse por medio del método "Tremie" ya que existe una separación considerable entre ambos elementos, en la parte inferior de la estructura (losa de fondo). Se inyectara mortero para consolidar el suelo remanente de bentonita y ahogar el tanque de flotación.

El control de calidad se realiza dentro de la zona de preparación de los lodos y es factible llevarlo a cabo en un laboratorio relativamente pequeño y desarmable de 3 x 3 m, donde se pueden instalar los instrumentos de medición para controlar las siguientes propiedades de un lodo bentonítico: **densidad, viscosidad, gelatinosidad, espesor de costra "cake", pérdida de agua por filtración, contenido de arena y acidez del lodo o pH.**

Para obtener la **densidad**, o la cantidad de masa por unidad de volumen, se utiliza la balanza de lodos que tiene una barra o regla graduada con un recipiente, adaptada en un extremo y un contrapeso deslizante para equilibrarla; además consta de una base y un nivel de gota. El procedimiento consiste en introducir el lodo en el recipiente, de manera que ocupe perfectamente el volumen calibrado en el mismo, luego se coloca sobre la base y se nivela, equilibrando la balanza con el contrapeso y se toma la lectura.

La **viscosidad** es la resistencia del fluido al movimiento, debida a la fricción interna por la cohesión de sus moléculas. A la temperatura ambiente, el agua tiene una viscosidad de un centipoise, aproximadamente y la miel, una alta viscosidad de 1,000 centipoises. Un centipoise equivale a la centésima parte de un poise: que es la unidad, viscosidad, definida como la fuerza de una dina aplicada a un área de un centímetro y que la hace moverse con la velocidad de un centímetro por segundo. La viscosidad depende de tres factores; la viscosidad en estado líquido; tamaño forma y cantidad de sus partículas en suspensión y las fuerzas de atracción entre sus partículas. Para su determinación se puede utilizar el embudo de Marsh. Consiste en un cono con un tubo corto acoplado y una malla en la mitad superior del cono, que detiene sólidos mayores a 1/16". En ocasiones también se define a esta viscosidad como el tiempo que toma el embudo en drenar un litro (949 cc) a través de él.

La **gelatinosidad** es la resistencia del gel al corte: es el esfuerzo mínimo suficiente para efectuar en el lodo un movimiento deslizante entre sus partículas, La medida se expresa en gramos y se utiliza el viscosímetro Stormer.

Para el espesor de costra "cake" y la pérdida de agua por filtración, se dispone de la prensa filtro Baroid, formada principalmente por un recipiente hermético, para soportar presión proporcionada por un gas, una pequeña

malla a la que se encuentra adherido papel filtro, un tubo de alimentación para el gas, y una probeta graduada donde se recibe el agua filtrada. Adicionalmente se utiliza un cronometro y un tanque de gas. El tanque se llena de lodo y se somete a una presión durante 30 min; el lodo y el agua se han filtrado durante este tiempo lo que nos proporciona el resultado de esta prueba, se mide tanto el volumen del agua filtrada en centímetros cúbicos, como el espesor de la costra "cake" que es la película que se forma en el papel filtro después de los treinta minutos, se mide con una pequeña regla y se expresa en milímetros .

El contenido de arena nos indica el porcentaje de arena que esta suspendido en el lodo, y se obtiene generalmente con el tubo de Baroind y en un embudo con una malla integrada del no. 200. El tubo tiene dos marcas: una que indica el nivel al que debe llegar el lodo y otra que indica el nivel al que debe verterse el agua. Una vez introducido el lodo, se agita fuertemente y la mezcla resultante se hace pasar por la malla. se invierte la malla y con ayuda de la presión de un chorro de agua se hace descender el material retenido hacia el tubo. Finalmente se observa el nivel al que llegaron las partículas de arena en el tubo en el cual se lee directamente el porcentaje.

La acidez del lodo o pH (potencial de hidrogeno) define el estado eléctrico del lodo y se refiere a la concentración de iones H+ en la solución. El pH se mide con un aparato llamado pH-metro, pero comúnmente, y aunque es menos exacto, se utilizan indicadores como el papel tornasol, que al ponerse e contacto con el lodo toma una cierta coloración que indica el valor del pH en un escala de colores.

A continuación se describen los parámetros limites que son utilizados en obras civiles.

viscosidad	entre 10 a 15 centipoises
límite de fluencia	entre 8 y 15 lb/ft ²
viscosidad de marsh	entre 35 y 50 segundos
cantidad de arena	máximo 3 %
volumen de agua filtrada	máximo 20 cm ³
espesor de costra	entre 1.0 y 1.5 mm
densidad	entre 1.03 y 1.06 Kg/h
pH	entre 7 y 10

CAPITULO VI

VI. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.

VI.- COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Como resultado final de este trabajo, se presentan las conclusiones y recomendaciones a las cuales se han llegado. Cabe señalar que el objetivo principal de la construcción de la Planta fue la puesta en operación de la misma en un tiempo menor de 6.5 meses, lo cual se cumplió parcialmente debido a que existieron actividades que no se terminaron, como fueron la jardinería y algunas otras menores, pero se logró el desalojo del agua residual.

Por otra parte es importante remarcar que el objetivo se logró gracias a una buena conjunción y una correcta coordinación de todas las partes involucradas.

Otro de los aspectos importantes, fue la favorable respuesta del proyectista, ya que el proyecto ejecutivo y procedimientos a utilizar fue motivo de ajustes en obra, mismas que con la anuencia del proyectista y por medio de boletines y ajustes mínimos, no permitió retrasos en el programa de obra.

Es importante que obras de este tipo, se lleven a cabo minuciosamente, cuidando no dejar pasar ningún detalle, ya que por mas pequeño que este sea, puede traer consecuencias graves, que afecten la calidad, el costo o los programas de la obra, siendo estos requisitos indispensables para la buena ejecución de la misma.

Por lo tanto, debe de existir personal especializado encargado de vigilar las acciones que se realizan diariamente, así como de los materiales, maquinaria y esfuerzo humano utilizados. Observando que cada uno de ellos reúna las características que se indican en las especificaciones, normas planos, presupuestos y programas establecidos previamente, y en caso de no reunirlos hacer lo necesario para que sean corregidos.

A su vez, se debe ser capaz de solucionar los problemas que se presenten, dando soluciones que se apeguen a las especificaciones y normas mencionadas, de la misma manera se debe estar pendiente, de que todo lo consignado en las estimaciones se haya efectuado veridicamente, ya que el incremento o decremento de unidades de cualquier

concepto provocaría, ya sea un sobre pago o una deducción respectivamente a la contratista , lo cual origina un perjuicio para la obra en general.

Cabe mencionar que esta obra, debido a la importancia que se le presto en cuanto a recursos asignados, fue motivo de constantes criticas, ya que debido al enfoque político que tomo, provoco un excedente en el personal de supervisión , en el personal de laboratorio, en el personal de diseño y en constantes visitas a la obra y a los talleres de construcción del equipo utilizado. Todo esto origino un sobrecosto que repercutió en el monto original del presupuesto.

Todos los trabajos que se lleven a cabo dentro de la obra, deben reunir ciertas características en cuanto a calidad se refiere, esto se puede llevar mediante un control de los materiales, la mano de obra y maquinaria de acuerdo a lo estricto que marque la especificación y según las calidades que estas mismas indiquen, al mismo tiempo de llevar un sistema rígido de pruebas de laboratorio que comprueben tanto la veracidad de las mismas, como la autenticidad de los datos y los resultados, informándose oportunamente a la contratista, para de esta manera continuar con el procedimiento adecuadamente.

Se debe verificar que la ejecución de los trabajos y la protección de estos correspondan a lo marcado por el proyecto, que se obtengan las muestras de los insunios utilizados para analizarlas en laboratorio y se tomen las medidas correctivas cuando se detecten desviaciones.

Se puede concluir que la organización debe ser una actividad prioritaria para la construcción de cualquier obra de Ingeniería civil y forma específica para obras cuyo plan de trabajo implique recortes de tiempos en su ejecución normal. Se debe de considerar un programa de obra real sin especulaciones y metas imposibles, que tenga constantemente una retroalimentación con las metas parciales y sea motivo de valorizaciones periódicas que permitan corregir cualquier desviación .

El costo de obras cuya organización implica una perfecta articulación entre las partes involucradas, sobrepasan por encima de los costos originales en condiciones normales, por lo que su construcción debe ser motivo de un exhaustivo análisis sin que existan presiones de carácter político o de interés particular, por lo que los directivos gubernamentales deben tener un amplio criterio técnico - económico, ya que una obra de este tipo no puede caer en un exagerado costo sin que cumpla con los objetivos .

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

BIBLIOGRAFÍA

Normas generales para la supervisión de obras	ICIC
Interpretación de resultados de resistencia de concreto	INSPECTEC
Tesis "Supervisión de obra civil"	UNAM
Folleto informativos	Cia. Estrella
Proceso constructivo para planta de bombeo PB-8	Dirac s.a. de c.v.
Problemas en el concreto: causas y soluciones	IMCYC
Manual de operación del equipo electromecánico PB-8	Dielem s.a de c.v.