

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

2ej
127

"ESTUDIO GENERAL SOBRE LA CONSTRUCCION DE
LA TERMINAL MARITIMA "DOS BOCAS" TABASCO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A

VICTOR MANUEL MENDOZA BARRERA

MEXICO, D. F.

1982



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL

AVINMA

Al Pasante señor VICTOR MANUEL MENDOZA BARRERA
P r e s e n t e .

FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMENES PROFESIONALES
60-1-251

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Joaquín Rebuelta Gutiérrez, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.


"ESTUDIO GENERAL SOBRE LA CONSTRUCCION DE LA
TERMINAL MARITIMA "DOS BOCAS" TABASCO"

- I. Introducción
- II. Descripción de los recursos naturales
- III. Instalaciones portuarias
- IV. Selección del sitio
- V. Descripción del proyecto
- VI. Conclusiones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 8 de septiembre de 1981
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU.


JSE/051H/sho.

TEMA DE TESIS:

ESTUDIO GENERAL SOBRE LA CONSTRUCCION DE LA TERMINAL MARITIMA
" DOS BOCAS " TABASCO.

INDICE

I.- INTRODUCCION

II.- DESCRIPCION DE LOS RECURSOS NATURALES

- 1.- Localización Geográfica
- 2.- Uso actual del suelo
- 3.- Tenencia de la tierra
- 4.- Capacidad de carga del suelo
- 5.- Topografía del suelo
- 6.- Vegetación
- 7.- Orografía
- 8.- Hidrología
- 9.- Climatología
- 10.- Vías de comunicación y sistemas de transporte
 - a).- Vías férreas
 - b).- Pista aérea
 - c).- Helipuerto

III.- INSTALACIONES PORTUARIAS

- 1.- Instalaciones para producción marina
- 2.- Abastecimiento de materiales para perforación marina
- 3.- Puerto exportador de productos petroquímicos

IV.- SELECCION DEL SITIO

- 1.- Factores que afectan la selección del sitio
 - a).- Estudios fisiográficos.
 - b).- Procesos litorales
 - c).- Batimetría
 - d).- Características del subsuelo
- 2.- Factores climáticos y oceanográficos
 - a).- Mareas
 - b).- Vientos
 - c).- Oleajes
 - d).- Ciclones
 - e).- Corrientes marítimas
- 3.- Selección de la alternativa más conveniente

V.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

- 1.- Escolleras
- 2.- Canal de entrada y dársena de maniobras
- 3.- Sistema marino de carga

- 4.- Tanques de almacenamiento
- 5.- Muelle para carga de buquetanques
- 6.- Puerto de abastecimiento y refugio
- 7.- Puerto petroquímico

VI.- CONCLUSIONES

I.- INTRODUCCION

En el mes de diciembre de 1976, Petróleos Mexicanos dió a conocer su programa de producción de aceite para el sexenio 1977-1982, dicho programa comprendió el incremento de producción de aceite de 980 800 Bls./día en 1977, a 3 264 000 Bls./día, para 1982.

Una parte del crudo producido por los diversos campos, se transporta por oleoductos y estaciones de bombeo a las Refinerías de Minatitlán y Toza Rica, Ver., y otra parte se conduce a las Terminales Marítimas de Almacenamiento y distribución localizadas en la desembocadura del Rio Coatzacoalcos que son:

Nanchital y Pajaritos, Ver., en las cuales se recibe crudo en tanques de almacenamiento con una capacidad de 100 000 y 200 000 Bls., de estos tanques se bombea el crudo para cargar buquetanques que a su vez transportan el crudo a la Refinería de Cd. Madero, Tamps., para su proceso y a la Terminal Marítima en Tuxpan, Ver., que lo recibe, almacena y exporta rebombeando a las Refinerías en Azcapotzalco, D. F. - y Salamanca, Gto.

Para 1982 estas instalaciones serán insuficientes para asegurar una operación continua de la cifra de exportación de 1 627 000 Bls./día, como se muestra en la tabla siguiente:

PRONOSTICO DE DISPONIBILIDAD DE ACEITE

AÑO	PRODUCCION	REFINACION	EXPORTACION
1977	980 800	762 400	202 800
1978	1 310 400	870 000	428 700
1979	1 702 000	1 009 000	665 900
1980	2 254 000	1 135 000	1 083 100
1981	2 879 000	1 188 000	1 645 100
1982	3 064 000	1 388 000	1 627 100

Lo que hace necesario el contar con otra Terminal Marítima para exportación del crudo.

Para tal efecto, Petróleos Mexicanos ha contemplado la necesidad de contar con un gran Puerto en el Golfo de México, - con objeto de:

- a).- Dar servicio de suministro de materiales para el desarrollo y explotación de los campos marinos.
- b).- Exportar productos petroquímicos y crudo hacia los países con posibilidades de mercado para estos productos.

Por lo cual Petróleos Mexicanos ha establecido el programa de exportación de crudo y se requerirá contar con instalaciones de almacenamiento regulador, con capacidad de 8 millones de barriles.

Por otra parte, el embarque de crudo a buquetanques obliga a contar con instalaciones para la recepción y tratamiento del agua utilizada como lastre en esas embarcaciones, con el objeto de evitar la contaminación.

La perforación de pozos se realizará mediante barcasas y plataformas de perforación y suministro de los materiales necesarios para la perforación y el suministro de los materiales, deberá realizarse con embarcaciones auxiliares que los transporten desde un puerto de embarque en tierra hasta las barcasas o plataformas de perforación.

Además cuando las condiciones oceanográficas de viento y oleaje sean críticas y no permitan la continuación de perforación de pozos y pongan en peligro tanto la integridad del equipo, como la integridad del personal, es necesario contar con un puerto de refugio que proteja a las barcasas de perforación y las embarcaciones de suministro, así como también los remolcadores de barcasas y lanchas que se utilizan

para el transporte del personal desde tierra hasta el sitio de perforación en el mar.

Por todo lo anterior se considera justificada la construcción de una Terminal Marítima, como la que se está proyectando para " Dos Bocas " Tabasco. (Fig. 1) En el presente trabajo el objeto principal es presentar los aspectos más importantes de ésta Terminal relacionados con la Ingeniería Civil.

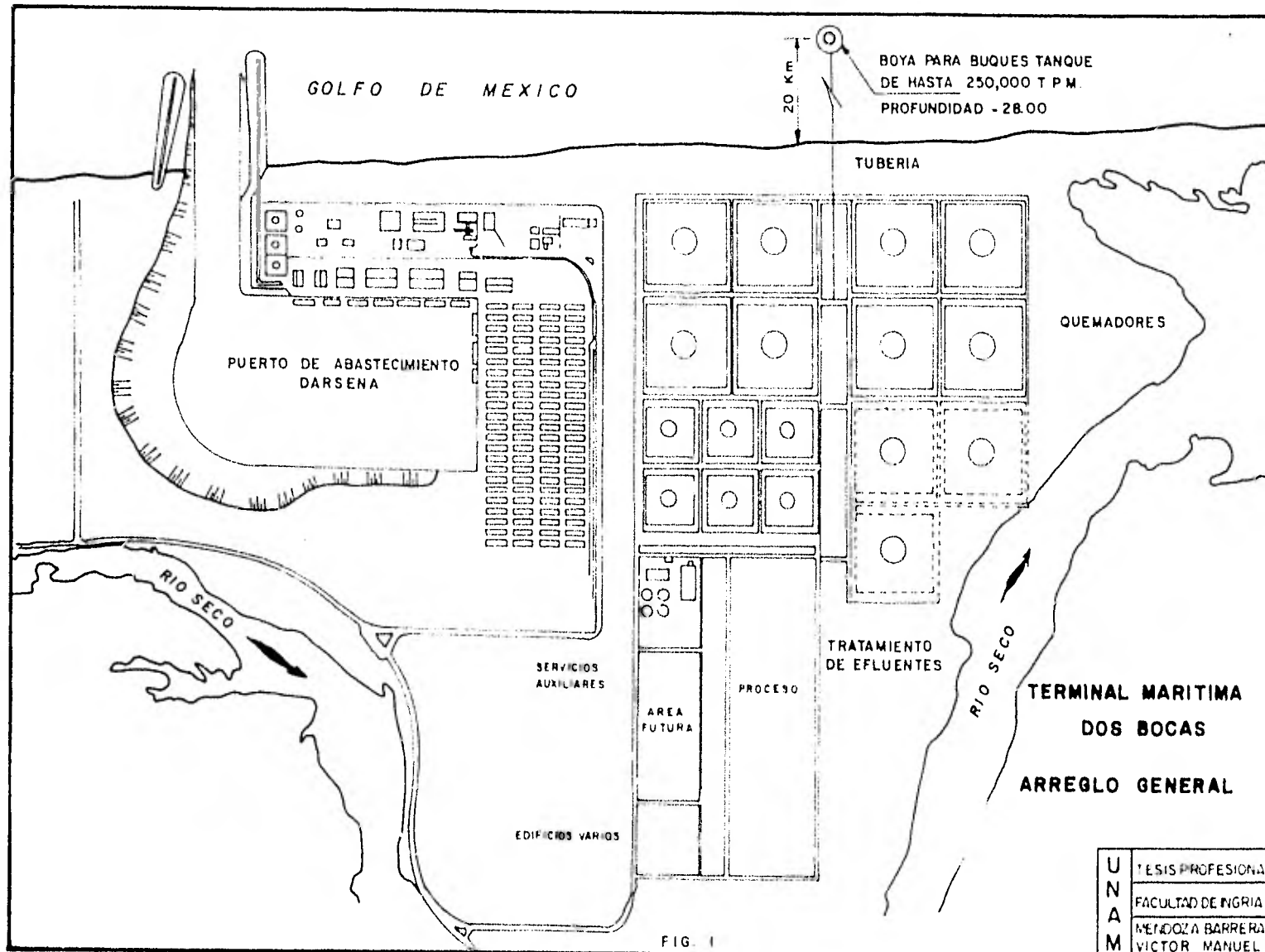


FIG. I

UNAM	INGENIERO PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MENDOZA BARRERA
	VICTOR MANUEL

II.- DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

En éste capítulo se presenta una descripción de la zona donde se ubica el proyecto, en lo que se refiere fundamentalmente a las condiciones naturales, para ello se hace referencia a la localización geográfica y división política, al uso actual del suelo, a la topografía, a la tenencia de la tierra, a la capacidad de carga del suelo, a la vegetación, orografía, hidrología, climatología y las vías de comunicación y sistemas de transportes.

1.- Localización geográfica.

El Municipio de Paraíso se encuentra ubicado en el Estado de Tabasco, en la región de la Chontalpa entre los 18° 24' de latitud Norte y los 93° 12' de longitud Oeste (Fig. 2).

Su extensión territorial es de 577.55 Kms., los cuales corresponden al 2.34% respecto al total estatal, ocupando el 12avo lugar en la escala de extensión municipal.

Se encuentra enmarcado en los límites siguientes:

Al Norte con el Golfo de México, al Sur con el Municipio de Comalcalco, al Este con Centla, Nacajuca y Jalpa y al Oeste con Cárdenas.

I.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

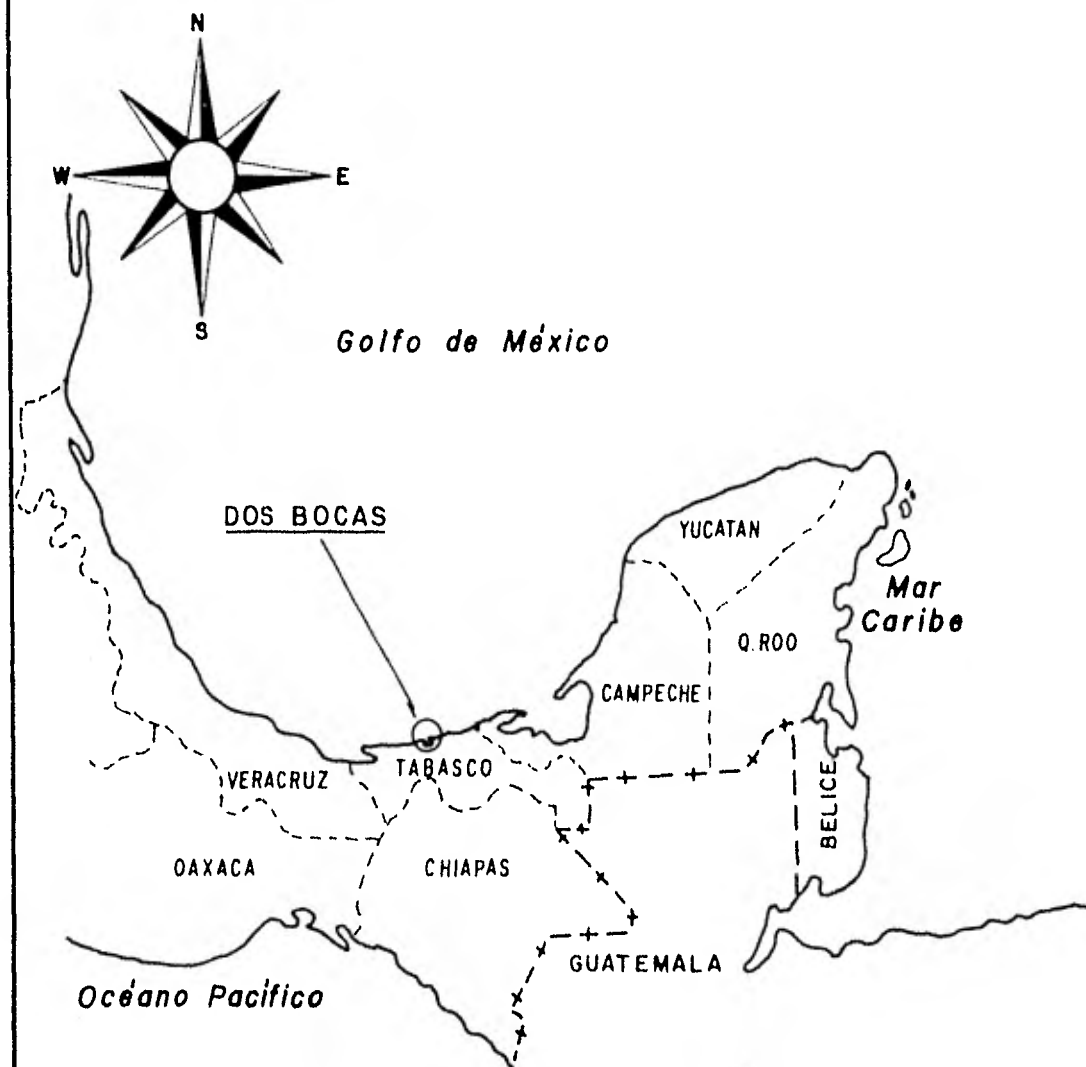


FIG. 2

U N A M	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MENDOZA BARRERA VICTOR MANUEL

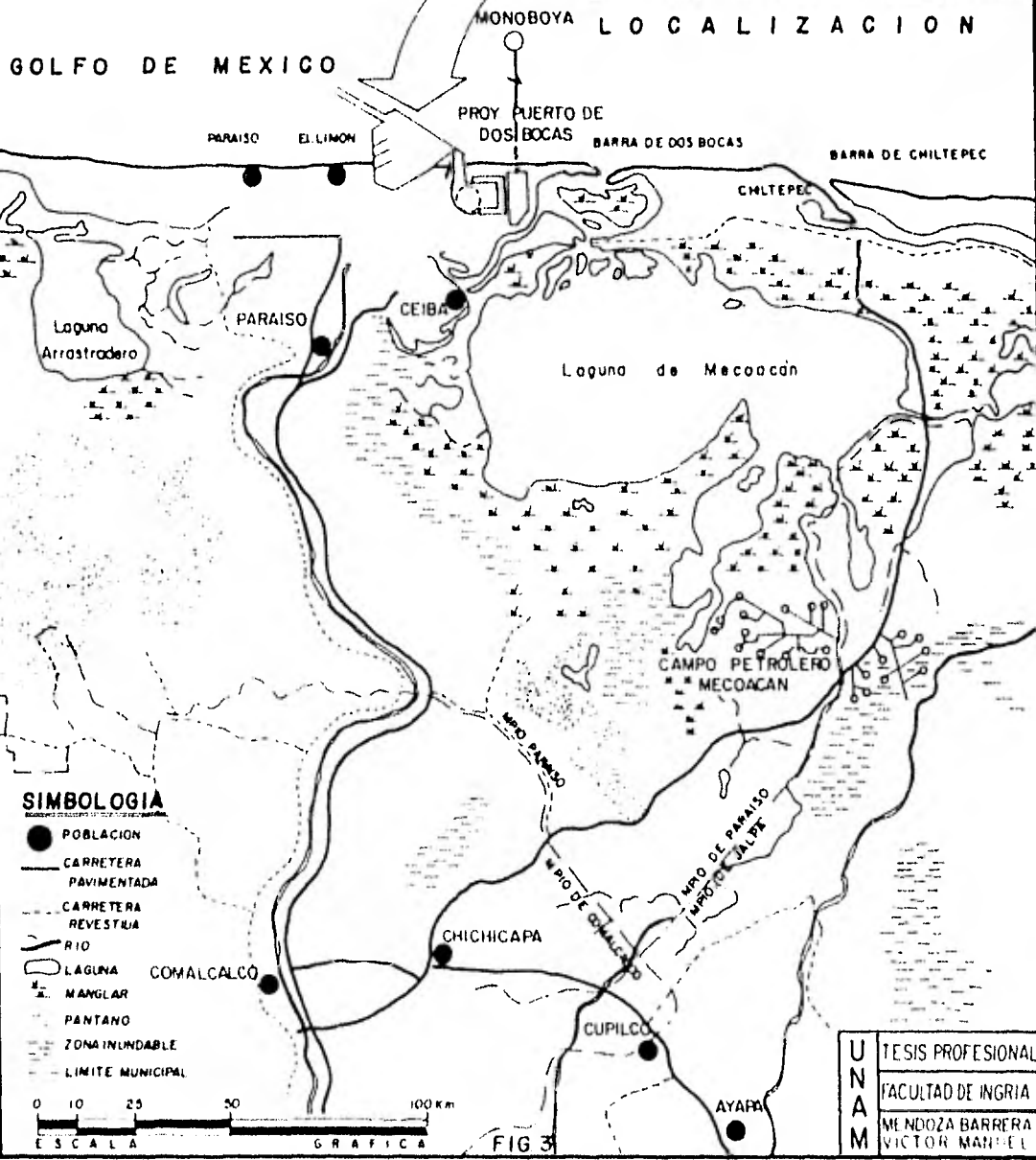
Petróleos Mexicanos ha decidido ubicar el complejo portuario de Dos Bocas (Fig. 3) en la zona Norte del Estado de Tabasco dentro del Golfo de México y colindando al Oriente con la Laguna de Mecoacán, todo el desarrollo se ubica en terrenos correspondientes a la jurisdicción del Municipio de Paraíso.

Petróleos Mexicanos ha decidido tentativamente la incorporación a su patrimonio de un predio destinado a la ubicación del complejo portuario. Este comprende 1 226.3 Has. Sus linderos son; al Norte la línea irregular con un desarrollo aproximado de 7.82 Kms. definida por el litoral del Golfo de México, al Poniente una línea que corre Norte-Sur, con una longitud aproximada de 2.0 Kms. la cual se ubica a 500.00 M. al Oeste del eje de la carretera que llega al fraccionamiento El Limón, al Sur por una línea que corre prácticamente Este-Oeste con una longitud aproximada de 1 700 Kts., hasta el cauce del Río Seco, posteriormente el límite del terreno tanto al Sur como al Este en el cauce del Río Seco con un desarrollo aproximado de 9.53 Kms.

2.- Uso actual del suelo.

Para la clasificación del uso actual del suelo dentro del predio donde se pretende ubicar el complejo portuario, se identificaron tres usos que son:

TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS
LOCALIZACION GENERAL



- SIMBOLOGIA**
- POBLACION
 - CARRETERA PAVIMENTADA
 - - - CARRETERA REVESTIDA
 - ~ RIO
 - LAGUNA
 - MANGLAR
 - ▨ PANTANO
 - ▤ ZONA INUNDABLE
 - - - LIMITE MUNICIPAL

UNAM
TESIS PROFESIONAL
FACULTAD DE INGRIA
MENDOZA BARRERA
VICTOR MANUEL

- a).- Areas cultivadas
- b).- Areas incultas
- c).- Areas sin vegetación apreciable

La superficie cultivada abarca una superficie total de 909.00 Has., de ellas 494.00 y 394.00 tienen cultivo de coco, con densidades de 120 y 90 palmas por Has. respectivamente y 21 Has., tienen cultivo de cacao.

Las áreas incultas abarcan una superficie total de 174 Has., de ellas 24 están cubiertas de pasto, arbustos y matorrales y las 150 restantes son de manglares.

Las áreas sin vegetación apreciable tienen una superficie total de 144 Has., de ellas 88 aproximadamente corresponden a áreas desnudas, 19 a áreas inundables y 38 son de caminos, cuerpos de agua, cauces y zonas pobladas.

3.- Tenencia de la tierra.

De la superficie total donde se ubicará el complejo portuario de Dos Bocas, que es de 1 226.3 Has., 88 aproximadamente corresponden al ejido Torno Largo, siendo éste el único ejido ubicado dentro del área de proyecto, por lo tanto existen -

1 100 Has., que son de propiedad privada.

4.- Capacidad de carga del suelo.

A la fecha unicamente se han llevado a cabo estudios de mecánica de suelos de carácter preliminar y para fines de anteproyecto, es decir, para tener un conocimiento de la formación general del subsuelo identificando los elementos componentes de los estratos y determinando las propiedades mecánicas de resistencia y compresibilidad mediante la prueba de penetración estándar.

De los perfiles estratigráficos se deriva que la distribución de las formaciones en el predio es bastante uniforme con un estrato inicial de arena gris fina y media poco limosa que se inicia en la superficie y alcanza espesores de 10 a 16 Cms., con penetración estándar de 5 a 20 golpes; bajo la capa de arena nace un estrato de arcilla plástico con espesor promedio de 6 mts., con la penetración estándar de 4 golpes, la formación que sigue hacia abajo de la anteriormente mencionada es la de materiales cohesivos friccionantes integrados por arcillas arenosas de color gris claro y arena gris media limosa, con espesor variable y con una resistencia de 10 golpes de penetración estándar.

Finalmente el estrato compacto con la resistencia a la penetración de 30 golpes o más, se encuentra a profundidades que varían de 24 a 28 Mts., su espesor aún no ha sido definido.

Los estudios geotécnicos preliminares establecen en terminos generales que los suelos que subyacen la superficie del predio en cuestión, son de baja compresibilidad y limitada capacidad de carga para soportar estructuras, sobre todo si éstas son de la magnitud de las que se construirán en el complejo portuario y en consecuencia es probable que para desplantar las instalaciones se haga necesario concurrir a procedimientos de precarga, a la aplicación de pilotes ó a las combinaciones de ambos.

El nivel freático en el área de proyecto está sujeto a continuas variaciones por efecto de las mareas y a las fluctuaciones de los cuerpos de agua adyacentes.

La determinación de un valor medio representativo, resulta sumamente complejo y además carece de vigencia permanente por razón de la naturaleza de dicho nivel, sin embargo en el área de proyecto el nivel freático es muy somero.

5.- Topografía del suelo

Ligeramente profundos, con buena permeabilidad, que los hace

favorables para la agricultura, en especial para cultivos perennes como el coco, cacao, plátano y diversos frutales. Su topografía plana en su mayor parte ha hecho posible el uso - de maquinaria agrícola diversificada y de alta tecnología.

6.- Vegetación.

Cuenta con vegetación de selva secundaria media perennifolia de 15 a 30 Mts. de altura, sin embargo muchas de éstas áreas han sido perturbadas originando así otros tipos de vegetación más baja e inestables.

Muchas de éstas perturbaciones han sido por necesidad y para implantar agricultura de temporal; otro tipo de vegetación - abundante son los pastizales que se utilizan para la producción pecuaria, existen además manglares, en las zonas bajas e inestables.

7.- Orografía.

Su superficie está formada por bajos relieves y forma parte de la llanura costera del Golfo. No representa elevaciones - de importancia.

8.- Hidrología.

La localidad donde se ubica el proyecto, contiene en su superficie lagunas y albuferas (lagunas que se alimentan con agua de mar), sobresaliendo la de Mecoacán, la cual se comunica con el Golfo de México por la Barra de Tupilco y por la de Chiltepec, también se comunica con las lagunas del Eslabón La Tinaja y El Bellote por medio de Arroyo Hondo. La laguna de Tupilco, también de gran importancia, se comunica con el Golfo de México por la Barra de Tupilco. Existen otras lagunas que también son de importancia como son las de Coapa y - Arrastradero.

9.- Climatología.

Cálido subhúmedo, con cambios térmicos en los meses de noviembre, diciembre y enero. Se presenta una temperatura media - anual de 26°C, siendo la máxima media de 30.5°C en el mes de mayo y la mínima media mensual de 22°C en el mes de diciembre; a la vez la máxima y la mínima absolutas alcanzadas son 44 y 12°C respectivamente.

En cuanto al régimen de precipitaciones, se caracteriza por un total de caída de agua de 2 001 mm. anuales con un promedio máximo mensual de 303 mm. en el mes de septiembre y con un mínimo mensual de 3 mm. en el mes de abril.

La humedad relativa promedio anual se estimó en 81% con un máximo de 85% en los meses de diciembre, enero y junio.

Con respecto a las mayores velocidades medias de los vientos se encuentra en los meses de octubre, noviembre y diciembre, con 30 Km/h. localizándose las mínimas en los meses de mayo y junio con 21 Km/h.

10.- Vías de comunicación y sistemas de transporte

El desarrollo del sistema vial necesario para satisfacer las necesidades de la primera etapa del desarrollo del complejo portuario tiene una longitud aproximada de 40 km., - con ella se proporciona servicio al puerto de suministro, - al área de almacenamiento de crudo y a la zona de proceso.

El acceso al área del complejo se ha considerado a través del actual camino que une a Paraíso con Torno Largo, en la segunda etapa en que entrará en operación el puerto petroquímico, el sistema vial se incrementará en 7.600 kms. de longitud, el cauce del Río Seco se ubica actualmente dentro de lo que en el futuro será el área de agua, correspondiente al puerto petroquímico, por lo que no será factible seguir utilizando el mismo camino de acceso, por lo tanto se

tendrá que desarrollar un nuevo acceso cruzando el cauce del Río Seco en el límite Sureste del puerto petroquímico. Esto permitirá utilizar la vialidad del muelle en éste mismo puerto.

a).- Vías férreas

Durante la primera etapa del desarrollo, es decir, cuando sólo se demande el servicio de ferrocarril en el muelle Sur - del puerto de abastecimiento, la línea deberá entrar al área de desarrollo en forma paralela al camino que unirá a Cunducán con Dos Bocas, a fin de evitar que en la actualidad, el cruce de la vía de ferrocarril se intercepte con el cauce del Río Seco, se ha previsto que la vía se ubique en los terrenos que en el futuro llegará a constituir el área acuática del - puerto petroquímico.

Cuando en la segunda etapa sea necesario contar con vías férreas dentro del muelle Sur del puerto petroquímico, se levantará una porción de la vía construída durante la primera etapa.

La vía que penetra al área del proyecto se unirá a la vía - que dará servicio al puerto petroquímico y ésta se prolonga-

rá para dar servicio al muelle Sur del puerto de abastecimiento; ésta prolongación requiere de cruzar el Río Seco en el límite Sureste del área acuática del puerto petroquímico.

b).- Pista aérea

La pista aérea se ha anteproyectado con una longitud de 1 800 Mts. con una orientación Norte 20 Este y se ubica al Poniente de la población de Paraíso, ésta zona presenta condiciones adecuadas para la creación de un espacio aéreo libre de obstáculos que permita la correcta operación bajo buenas condiciones de seguridad para los aviones, evitando inconvenientes a poblaciones debido al ruido producido por los mismos aviones.

c).- Helipuerto

El helipuerto se localizó en la porción Norte del muelle Poniente del puerto de abastecimiento, esto permite la creación de un espacio aéreo en la dirección Norte, es decir, hacia el mar, que permita la correcta operación bajo buenas condiciones de servicio y de seguridad para los helicópteros.

III.- INSTALACIONES PORTUARIAS

Se cuenta actualmente con terminales para manejo de aceite - en Pajaritos, Ver., en Tuxpan, Ver. y en Ciudad Madero, --- Tamps., todos en la costa del Golfo de México.

La terminal de Pajaritos para embarque de aceite y petroquí- micos permite la entrada de barcos hasta de 55 000 toneladas de peso muerto (t.p.m.) mediante un canal de entrada que - se mantiene dragado a la cota - 13 M.

Este puerto fué construido en la laguna de Pajaritos, junto_ al puerto de Coatzacoalcos, Ver. del cual se aprovecharon -- las obras exteriores, o sea, escolleras convergentes y canal de entrada.

Esta entrada se ligó a la laguna de Pajaritos por medio de - un canal de acceso al área portuaria. Las instalaciones por- tuarias constan de muelles marginales y en espigón los cuales se disponen para el embarque de aceite y productos petroquí- micos.

La capacidad de almacenamiento de aceite es de 1 200 000 ba- rriles y el ritmo de bombeo a barcos es de 60 000 barriles - por hora, contando con sistema de deslastre de barcos.

La Terminal Marítima de Cd. Madero, Tamps., recibe aceite de la zona Sur, el cual complementa el abastecimiento que por tubería llega a la Refinería instalada en ese lugar.

Finalmente, se tiene en operación la Terminal de Tuxpan, Ver. que se utiliza básicamente para complementar el abastecimiento de aceite a las Refinerías del Altiplano Central, vía Poza Rica, Ver.

Esta Terminal recibe aceite a través de un sistema de monoboyas, en las cuales descargan los barcos de la flota petrolera. En casos de emergencia, esta Terminal podrá embarcar 100 000 barriles por día de aceite.

De lo anterior, puede verse que, en 1978 solamente se contaba con 400 000 barriles diarios, de capacidad instalada para embarque de aceite en la Terminal de Fajaritos, Ver., la cual se incrementó a 720 000 barriles por día a través de muelles durante 1979.

Tomando en cuenta que el volumen de aceite programado para exportación, excedía la capacidad instalada para embarque, se instaló en 1979 una monoboya para recibir buquetanques de 150 000 t.p.m., frente al puerto de Fajaritos a 55 Kms. de la costa y en un tirante de 12 m. de agua. Se aprovechó

la infraestructura de almacenamiento y bombeo existente en Pajaritos y se complementó para la capacidad proyectada para que las instalaciones entren en operación a fines de ese año.

En estas circunstancias se dispone, tanto de la capacidad su ficiente para el manejo de los volúmenes a exportar, como la flexibilidad de las instalaciones para evitar demoras y ries gos por contingencias que pudieran presentarse en algunas de las terminales, satisfaciéndose los requerimientos para 1979 y 1980.

Para 1980 las instalaciones en Pajaritos y Rabón Grande, serán insuficientes para asegurar una operación continua de la cifra de exportación de 1 370 000 barriles por día lo que ha ce necesario el contar con otra Terminal Marítima para expor tación de crudo.

Esta Terminal deberá estar localizada lo más cerca posible - de la zona principal de producción de aceite, que como antes se señaló, es la de los campos del área mesozoica, lo que - significará ahorros considerables en energía para el trans porte de los hidrocarburos.

1.- Instalaciones para producción marina.

La producción de aceite y gas que se obtendrá de los campos ubicados en la Plataforma Continental en el Golfo de Campeche, se producirá por ductos marinos a una Terminal en tierra, en la cual se completará el tratamiento a que deben someterse estos fluidos, o sea, separación de aceite y gas, - deshidratación, desalado, almacenamiento y bombeo de aceite y compresión del gas para su envío a las plantas de proceso.

Se analizaron varias alternativas para el manejo de la producción de aceite y gas de los campos marinos, tomando en cuenta los programas de instalación de plataformas que permitieran iniciar la producción y el transporte lo antes posible, llegándose a la conclusión de que el área de recepción en tierra deberá ubicarse en el sitio de la Terminal de embarque de aceite.

2.- Abastecimiento de materiales para perforación marina.

Las actividades de perforación en su fase exploratoria, y posteriormente en la de desarrollo de los yacimientos de la Plataforma Continental en el Golfo de Campeche, requerirán de un suministro oportuno de los materiales empleados en estos trabajos, como son: tuberías de acero, cemento, barita, - combustibles, agua, productos químicos, etc. El suministro de estos materiales debe realizarse con embarcaciones auxilia

res que operen desde un punto de embarque en tierra, hasta los equipos de perforación y se requiere contar con una Terminal portuaria próxima a la ubicación de los pozos.

Actualmente, el abastecimiento se hace por la Terminal de Nanchital en el puerto de Coatzacoalcos y por el puerto de Ciudad del Carmen, que son los sitios más próximos donde se cuenta con terminales portuarias aprovechables. La Terminal de Nanchital presenta el serio inconveniente de encontrarse muy distante del centro de consumo, aproximadamente a 300 Km. Ciudad del Carmen además de ser un puerto pesquero totalmente congestionado, presenta el inconveniente del acceso terrestre para el abastecimiento de materiales.

3.- Puerto exportador de productos petroquímicos.

La disponibilidad de grandes volúmenes de gas en el área mesozoica, ha planteado la necesidad de construir un complejo petroquímico en esta región, que constará inicialmente de dos plantas de amoniaco con capacidad de 500 millones de pies cúbicos diarios cada una, y dos endulzadoras de 400 MMPCD cada una. Los productos de estas plantas se enviarán vía marítima, a los centros de consumo y requerirán de una terminal portuaria en la cercanía del centro productor.

IV.- SELECCION DEL SITIO

A fin de seleccionar el sitio que presente las mejores condiciones para la ubicación del puerto, se analizó el tramo comprendido entre la Barra de Tupilco y la Barra de Puerto Real, situada en la conexión Oriente de la Laguna de Términos con el Golfo de México.

En principio se identificaron los lugares que presentaron - configuraciones naturales, para que, con cierto grado de acondicionamiento pudiera formarse el acceso, las áreas de flotación y las de atraque.

Como resultado de este reconocimiento se escogieron 4 sitios (Fig. 4) que fueron:

Barra de Tupilco

Barra de Dos Bocas

Barra de Frontera e

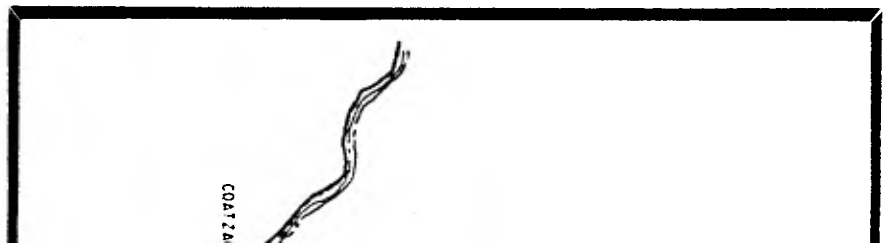
Isla Aguada.

1.- Factores que afectan en la selección del sitio.

Map showing the location of the site in the region of the ...



1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20



a).- Estudios fisiográficos.

La costa comprendida entre la Barra de Santana e Isla Aguada, está formada por una planicie aluvial, muy plana, de escasa elevación sobre el nivel del mar, que aparentemente ha sido formada en el tiempo geológico por la acción combinada de - los grandes ríos que desembocan en la zona, y los procesos - ocasionados por los efectos marítimos.

Los ríos que principalmente han afectado la zona de interés son: El Grijalva en la parte Oeste, El Usumacinta y El Candelaria, que probablemente sea el límite al Este de las corrientes fluviales, que aportando sus sedimentos a la planicie - costera, en sus cauces altamente divagantes, fueron responsables de la gran cantidad de llanuras de inundación, lagunas marginales y esteros que configuran el panorama fisiográfico general de la zona.

b).- Procesos litorales

Para identificar los procesos litorales se compararon las - configuraciones antiguas de la costa con las actuales obtenidas de levantamientos aerofotográficos, de cuyo análisis se hacen las siguientes observaciones:

En la Barra de Santana, situada en la conexión de la Laguna Del Carmen con el Golfo de México, existe un acarreo litoral neto del Noreste al Suroeste del orden de 250 000 metros cúbicos por año.

En la Barra de Tupilco, existe acarreo litoral del Este al Oeste, aunque menor que en la Barra de Santana.

En la Barra de Dos Bocas, sólo pudo identificarse una pequeña erosión en la línea de playa en el lado Oriente y un pequeño depósito en el lado Poniente; sin embargo, las variaciones detectadas no indican una magnitud importante o tendencia definitiva, del proceso litoral.

En la Barra de Chiltepec estos procesos han ocurrido de manera notable, con tendencia al cierre de la desembocadura. Los acarreos litorales se presentan en ambas direcciones, sin poder definir una dirección predominante del acarreo neto como en Dos Bocas.

En la desembocadura del Río Grijalva ha tenido lugar una notoria erosión en el Oeste y un acarreo neto del Este al Suroeste.

En Ciudad del Carmen se manifestó una erosión en el lado -

Oeste, estimada en 750 000 metros cúbicos por año, mientras que en el lado Este ha existido una sedimentación del orden de 300 000 metros cúbicos por año. El acarreo anual neto es de Oriente a Poniente.

En Isla Aguada se han registrado erosiones en el lado Poniente y se ha originado un acercamiento en la playa, con depósitos del orden de 200 000 metros cúbicos por año. El acarreo anual neto es de Noreste a Suroeste.

c).- Batimetría

La información disponible presenta cambios apreciables de configuración en la batimétrica de 20 metros, que encontrándose a 6 Km. de la línea de la playa de Dos Bocas, a la altura de Isla Aguada, se localiza a 40 Km.

d).- Características del subsuelo

Se realizaron exploraciones de subsuelo en cada uno de los sitios seleccionados, a fin de conocer la naturaleza de ellos por su repercusión en problemas de cimentaciones, encontrándose que, tanto en Tupilco como en Frontera, las formaciones superficiales están constituidas por arcillas muy

suaves, en tanto que en Dos Bocas e Isla Aguada son fundamentalmente arenosas.

2.- Factores climáticos y oceanográficos.

a).- Mareas

Los rangos para los sitios estudiados son del orden de 50 Cm.

b).- Vientos

La dirección de los vientos reinantes presentan variaciones notables:

En Coatzacoalcos y Frontera son del Norte y Noreste, en Ciudad del Carmen son del Sureste y para Campeche son del Noreste-Sureste.

c).- Oleajes .

Los oleajes de mayor frecuencia y altura provienen del sector comprendido dentro del Noreste y el Sureste. Los períodos - promedio de los oleajes en esa dirección varían de 7.4 a 6.2 segundos. Las alturas promedio son de 2.3, 2.3 y 1.4 metros para el Noroeste, Norte y Noroeste y la máxima es de 4.5 m.

d).- Ciclones

Se recopiló la información existente sobre los ciclones en el Golfo de México, para estimar trayectoria, duración, velo cidad, etc., con el fin de prever las operaciones marinas - necesarias en estos casos.

e).- Corrientes marítimas

En la misma forma, se recopiló información de las corrientes marítimas para estar en posibilidad de conocer las de máxima intensidad que pueden ocurrir en la zona y aquellas que se - espera produzcan efectos sobre las embarcaciones en esa parte del Golfo.

3.- Selección de la alternativa más conveniente

De los diversos análisis para las alternativas estudiadas, - se llegó a la conclusión de que el lugar más adecuado para - la ubicación del puerto es el que se localiza en las cerca-- nías de la Barra de Dos Bocas por las siguientes razones:

a).- Es el sitio más cercano, tanto al centro de máxima producción de aceite, como al futuro centro de producción de - productos petroquímicos.

b).- Es el sitio más adecuado para el manejo en tierra de la producción que provendrá de los campos marinos del Golfo de Campeche.

c).- Es el sitio que presenta las mejores condiciones para la realización de obras portuarias, ya que la longitud del canal de acceso es menos de la mitad requerida para Frontera e Isla Aguada, siendo ligeramente superior que en Tupilco; - las escolleras necesarias, serían económicamente realizables, tanto en Dos Bocas como en Tupilco, no así en Frontera e Isla Aguada. Los suelos son fundamentalmente arenosos en Dos Bocas e Isla Aguada; en los otros sitios existe fango entre 5 y 6 metros de profundidad; se estima que en Dos Bocas y Tupilco el dragado será ocasional, y en Frontera e Isla Aguada - permanente, con volúmenes que se esperan de magnitud considerable.

d).- Por otra parte, Dos Bocas presenta ventajas adicionales para la operación del puerto de abastecimiento de materiales para las actividades de perforación en el Golfo de Campeche, por las siguientes razones:

Distancia diferencial terrestre:

De Cárdenas a:	Tupilco	81 Km.
	Dos Bocas	66 Km.

Frontera 117 Km.

Isla Aguada 441 Km.

Distancia diferencial marina:

De Campos Marinos a :

Tupilco 189 Km.

Dos Bocas 169 Km.

Frontera 120 Km.

Isla Aguada 98 Km.

A pesar de lo anterior, el costo diferencial de movimiento de carga a partir de Cárdenas, sería:

Tupilco 1.8 millones de pesos

Dos Bocas 0.0 millones de pesos

Frontera 2.4 millones de pesos

Isla Aguada 27.0 millones de pesos

e).- Otras razones:

La infraestructura habitacional para el puerto integral es:

Tupilco No existe

Dos Bocas	Paraíso, Tab., a 9 Km.
	Comalcalco, Tab., a 30 Km.
Frontera	Frontera, Tab., a 10 Km.
Isla Aguada	Cd. del Carmen a 40 Km.
	Escárcega a 115 Km.

f).- Aspecto ecológico:

En Tupilco:	No afecta, en
Dos Bocas :	No afecta; y en
Isla Aguada:	Afecta pesca.

V.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

Los estudios de localización de las instalaciones indican - que el puerto debe ser artificial, con lo que se evitaría - por una parte, afectar la ecología de la Laguna de Mecoacán y por otra, no ser afectado por acarreos de sedimentos el ca-
nal de acceso y las dársenas portuarias. Así mismo, se dis-
pondrá de suficiente material de relleno para las áreas co-
nexas al puerto y destinadas a las instalaciones terrestres.

Tomando en cuenta la magnitud de las obras y de las inversio-
nes que es necesario realizar para la construcción de este -
puerto y con el propósito de aprovechar las instalaciones -
portuarias marinas, el proyecto se ha elaborado considerando
la posibilidad de ubicar también un puerto de tipo comercial
e industrial para uso ajeno al sector petrolero.

El proyecto de las instalaciones y su adecuada distribución,
se ha elaborado tomando en consideración los requerimientos
actuales y futuros, a mediano y largo plazo y la flexibili-
dad suficiente que permita su realización por etapas en la -
medida que éstas se vayan requiriendo.

Las obras que constituyen el proyecto completo serían las -
siguientes:

1.- Escolleras

Las escolleras y rompeolas son estructuras que se construyen para proteger zonas costeras de los efectos adversos del oleaje.

Sirven para reducir la altura del oleaje dentro de una zona en la cual se lleven a cabo operaciones portuarias ó para de tener el arrastre de sedimentos dentro de una zona dada.

Las escolleras que aquí se construyen, son de tipo convergente, de eje quebrado que independizará el puerto de embarque de aceite del de abastecimiento; tendrán una longitud del orden de 3 Km., hasta la batimétrica - 13 m. La distancia entre morros será de 600 m., para permitir el paso de buques de 250 000 t.p.m.

El puerto de abastecimiento aprovechará la escollera Oriente del puerto de suministro, debiendo construirse otra con una longitud de 770 m., hasta la batimétrica - 6 m.

El ancho entre escolleras en la punta será de 200 m., para permitir el paso de embarcaciones de perforación.

El material que se va a usar para la construcción de las escolleras, va a ser roca de cantera (2.56 ton/m^3). Este material está clasificado según el lugar de colocación, tipo y rango en peso, como se aprecia en el siguiente cuadro:

MATERIAL	LUGAR DE COLOCACION	TIPO	RANGO EN PESO TON.	PESO TON.
ROCA DE CANTERA (2.56TON/M)	NUCLEO	1	0.50 - MAXIMO	140 000
	CAPA SECUNDARIA Y TERCIARIA	2	0.15 - 0.30	57 000
	CAPA SECUNDARIA Y CORAZA	3	0.5 - 1.0	44 000
	CAPA SECUNDARIA Y CORAZA	4	1.0 - 2.0	7 000
	CAPA SECUNDARIA Y CORAZA	5	1.5 - 2.5	16 500
	CORAZA	6	2.0 - 3.0	21 500

TOTAL DE ROCA 286 000

MATERIAL	LUGAR DE COLOCACION	TIPO	PESO UNITARIO TON.	NUMERO DE ELEMENTOS	VOLUMEN DE CONCRETO M ³
CUBCS	CORAZA	I	7.5	4 960	16 170
	CORAZA	II	14.0	624	3 800
	CORAZA				
BLOQUES "T"	ESPALDON	A	12.65	544	2 990
	ESPALDON	B	7.60	130	430
CONCRETO DE f'c = 200 Kg/Cm ² EN BLOQUES Y CUBOS					23 390
CONCRETO DE f'c = 200 Kg/Cm ² COLADO EN SITIO PARA UNION DE BLOQUES EN ESPALDON					2 800
TOTAL DE CONCRETOS DE f'c = 200 Kg/Cm ²					26 190
CONCRETO DE f'c = 150 Kg/Cm ² EN LOSA SOBRE LA CORONA DE ESCOLLERAS (L-2)					4 000
CONCRETO DE f'c = 100 Kg/Cm ² SOBRE LA CORONA DEL NUCLEO PARA RODAMIENTO DURANTE LA CONSTRUCCION (L-1)					12 700
TOTAL DE CONCRETOS					42 890

2.- Canal de entrada y dársena de maniobras

El canal de entrada del puerto, tendrá una longitud de 3 850 m., un ancho de 360 m. y 18.5 m. de profundidad hasta la entrada al puerto. (Fig. 5) En la zona protegida alcanza 1 000 m. de longitud con 280 m. de ancho y profundidad variable de 18.5 a 17 m. en su interconexión con la dársena de maniobras.

La dársena de maniobras para buquetanques de carga de aceite se dragará a la cota - 15.5 m. y un diámetro de 750 m.

Para la construcción de esta parte interior y resguardo del puerto, inicialmente se removió la capa superficial, con un espesor hasta de 1.5 m. de arena limosa (en una proporción de 90% de arena y 10% de limo aproximadamente), ocupando para ello cargadores frontales (traxcavos), con los cuales se cortó el terreno hasta la elevación 0.20 - 0.30 m. con relación al nivel medio del mar, haciendo simultáneamente la extracción y carga del material a los vehículos de acarreo, para utilizarlos en rellenos de caminos y posteriormente en los terraplenes de precarga de los tanques.

Una vez removida la capa areno-limosa, se continúa la escava

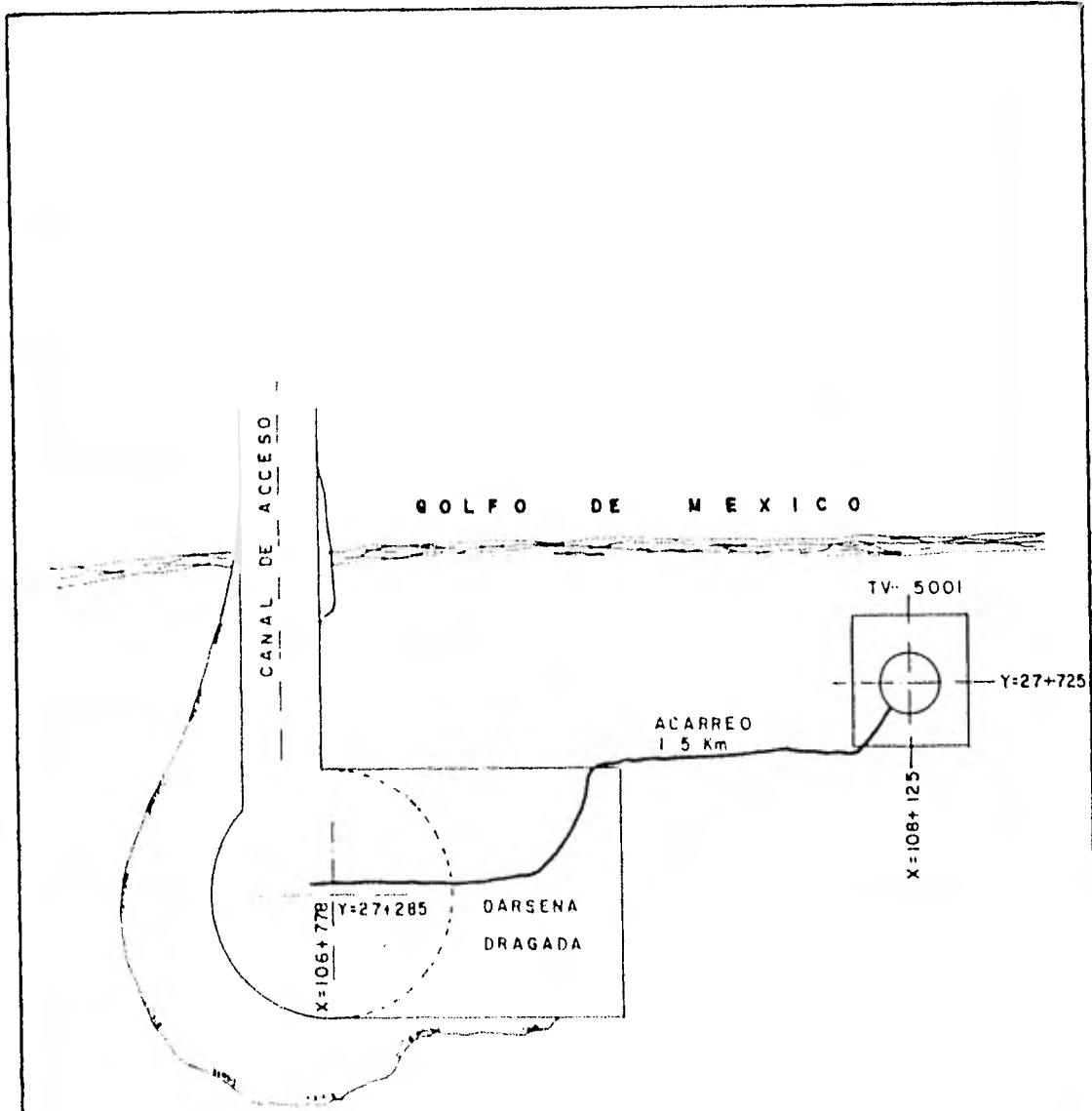


FIG. 5

LOCALIZACION DARSENA TV.- 5001

U N A M	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MENDOZA BARRERA VICTOR MANUEL

ción en arena gris dentro del agua, empleando dragas de arrastre, llegando inicialmente hasta la cota - 2 m. (referida al nivel medio del mar), haciendo montones con el material húmedo, dejándolo reposar unas horas para permitir su drenaje y luego cargarse a los camiones de volteo para llevarlo a los terraplenes estructurales de los diferentes tanques de almacenamiento en construcción.

3.- Sistema marino de carga

Se instalará una monoboya en la batimétrica - 26 m. para recibir buquetanques de 250 000 t.p.m., la cual abastecerá por dos oleoductos submarinos de 12 Km. de longitud y 36" de diámetro cada uno.

Se instalará una estación de bombeo en el área portuaria para cargar buquetanques a razón de 100 000 barriles por hora.

4.- Tanques de almacenamiento

De las instalaciones en tierra urgentes en el puerto petrolero de "Dos Bocas", Tab., definidos hasta la fecha, se encuentra un área de almacenamiento de crudo que se resolverá mediante el uso de tanques cilíndricos verticales de acero, -

para almacenar un total de 6 700 000 barriles, los cuales estarán distribuidos en once tanques de 500 000 barriles y seis de 200 000, con un diámetro de 85.34 m. y una altura de 14.63 m. para los tanques de 500 000 y un diámetro de 54.86 m. con una altura de 14.64 m. para los tanques de 200 000 barriles; tomando en cuenta que los tanques de 500 000 barriles serán de cúpula flotante.

4.1.- Procedimiento constructivo

La parte Oeste del área de la Terminal Marítima, está situada en terreno firme (zona del puerto de abastecimiento), con elevaciones que varían entre 2.20 m. y 3.20 m. referidas al nivel medio del mar, mientras que la parte Este (zona de tanques de almacenamiento) casi en su totalidad se localiza en terrenos inundables y pantanosos, con elevaciones que fluctúan de 0.0 a 2.20 m., con respecto al nivel medio del mar.

En éste capítulo se presenta el proceso que se siguió para la cimentación de los tanques, en una forma generalizada.

4.1.1.- Desmonte

La Terminal Marítima de "Dos Bocas", Tab., se construye en

terrenos sembrados de "Cocoteros" de 20 a 25 m. de altura -
; con una densidad de 200 plantas por hectárea y es necesaa--
rio además de derribar la palma, extraer el bulbo de raíz pa
ra dejar el terreno en condiciones de ser aprovechado para -
la construcción de los tanques.

El bulbo de raíces tiene un diámetro aproximado de 2.5 m. -
por 1.5 de altura, y tiene ramificaciones que alcanzan los -
bulbos adyacentes.

Posteriormente al seccionamiento topográfico del área, se -
procede a ejecutar la fase de desmonte, la cual dependiendo
del tipo de terreno tuvo diferentes procedimientos.

En terreno firme se utilizaron dos sistemas de ataque:

a).- En una superficie aproximada de 17 hectáreas se siguió
la forma integral, que consistió en derribar las palmeras, -
incluyendo el tronco con todo y bulbo de la raíz, para esto
fué necesario que el tractor ó traxcavo hiciera una excava--
ción inicialmente, alrededor de cada planta, para posterior-
mente empujar con la cuchilla ó el bote desde la base de la
raíz hasta tumbarlo, luego se acarrearón las palmas a una -
distancia promedio de 50 m. para acomodarlos en camellones,-

esta forma de ataque se ha podido aplicar durante los meses de poca lluvia (enero, febrero, marzo y abril).

b).- El resto del área desmontada en zona firme, que cubre una superficie de 138 hectáreas, se hizo separadamente, por la dificultad que presentó el terreno húmedo al ataque de las máquinas, con la presencia frecuente de las lluvias -- (durante los meses de octubre, noviembre y diciembre), el cual consiste en hacer una tala de las palmeras inicialmente, empujando con la cuchilla hasta provocar la fractura del tronco, para posteriormente extraer el bulbo de la raíz, una vez que secó el terreno y permitió el movimiento de las máquinas para lo cual el tractor excavó alrededor de las raíces, empujandolas desde la base con la cuchilla hasta sacarlas.

En terreno inundable y pantanoso se hizo un desmonte de 85.10 hectáreas (zona del área de tanques de almacenamiento), - esta fase se ejecutó en dos partes: Primeramente se efectuó un chapodeo en el área por desmontar, luego se hizo la tala de las palmeras con procedimiento manual (con motosierra), posteriormente al orearse el terreno que se hubo despejado del pasto y de las palapas que impedían la penetración de los rayos del sol, se procedió a la extracción de los bulbos

de las raíces, utilizando en un mayor porcentaje las dragas y un mínimo las retroexcavadoras y los tractores.

Para fines del año de 1979 se encontraba desmontado un total aproximado de 240 hectáreas, dentro de las cuales quedan comprendidas las áreas de la dársena, zona de servicio del puerto de abastecimiento, patios de tuberías, nueve tanques de almacenamiento de 200 000 barriles, casa de bombas provisional, zona de turbogeneradores y caminos de acceso.

4.1.2.- Saneamiento

a).- En terreno firme, posteriormente al desmonte, se hizo un despalme con tractores bulldozer, cortando una capa con un espesor que varió de 50 cms. a 80 cms., con lo cual se logró remover el material orgánico y las raíces, permitiendo contar con una superficie completamente limpia para el desplante del terraplen que soportará al tanque de almacenamiento.

Posteriormente al despalme se compactará la superficie obtenida con equipo vibratorio de gran peso.

b).- En los terrenos pantanosos, se hizo eliminación de agua superficial o freática del área de trabajo por medio de bom-

beo o drenes superficiales según resultara más conveniente.

El saneamiento en terrenos pantanosos consistió en lo siguiente: Utilizando dragas de arrastre y retroexcavadoras, se hizo la extracción de la capa de arcilla mezclada con materia orgánica, en espesores que fluctúan de 0.50 a 2.0 m., y en un área circular aproximada promedio de 120 m. para tanques de 500 000 barriles.

Inicialmente al proceso de saneo, era necesario construir unos pequeños terraplenes que servían de acceso o plantilla para la draga que los usaba como base para apoyarse y poder ejecutar el saneamiento en áreas adyacentes.

También era necesario la construcción de terraplenes, de aproximadamente 1.00 m. de altura, colocados uno tras otro, que servían como diques de retención del agua que emergía por el nivel freático y que iba siendo rebombada de dique en dique y así facilitar el saneo y la verificación visual del material, teniendo el cuidado de llegar hasta el estrato de arena gris limpia, localizándose abajo de este nivel de agua. La Fig. 6, representa la plantilla o base de las dragas de la que se habló, así como los diques de bombeo.

4.1.3.- Area de tiro " Panglar "

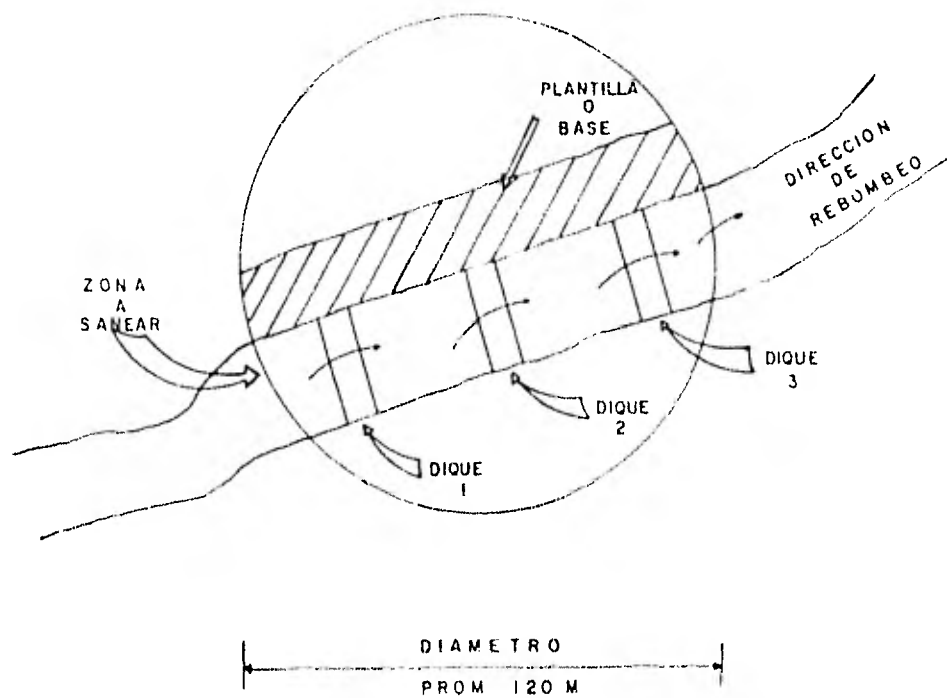


FIG. 6 - PLANTA DE DIQUES DE REBOMBEO Y PLANTILLA O BASE EN ZONA DE SANEAMIENTO.

UNAM	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MENECIA BARRERA
	VICTOR MANUEL

Con este nombre se designó el área elegida que serviría de tiro del material de desperdicio, producto tanto del desenraice, como del saneamiento.

Esta área está localizada en la parte Noreste del área de tanques de almacenamiento de 500 000 barriles, es una entrada formada por el Río Seco.

El material altamente contaminado producto del saneamiento se colocaba en camellones para así lograr que el material se secase y facilitar el acarreo de este al "Manglar".

Igualmente después de ejecutar el desenraice, las cebollas (raíz de las palmeras) junto con el material contaminado, se colocaba en camiones de volteo, utilizando para ello - cargadores frontales, o en su caso dragas de arrastre, y - después de un acarreo de 1.5 Km. promedio, se tiraba en esta área designada, y que a su vez iba siendo extendido y - compactado con tractores de orugas en forma de ir ganando área al Río Seco, y así formar un terraplen como se muestra en la Fig. 7.

4.1.4.- Rellenos de compensación

Simultáneamente a la fase de saneamiento de las zonas bajas

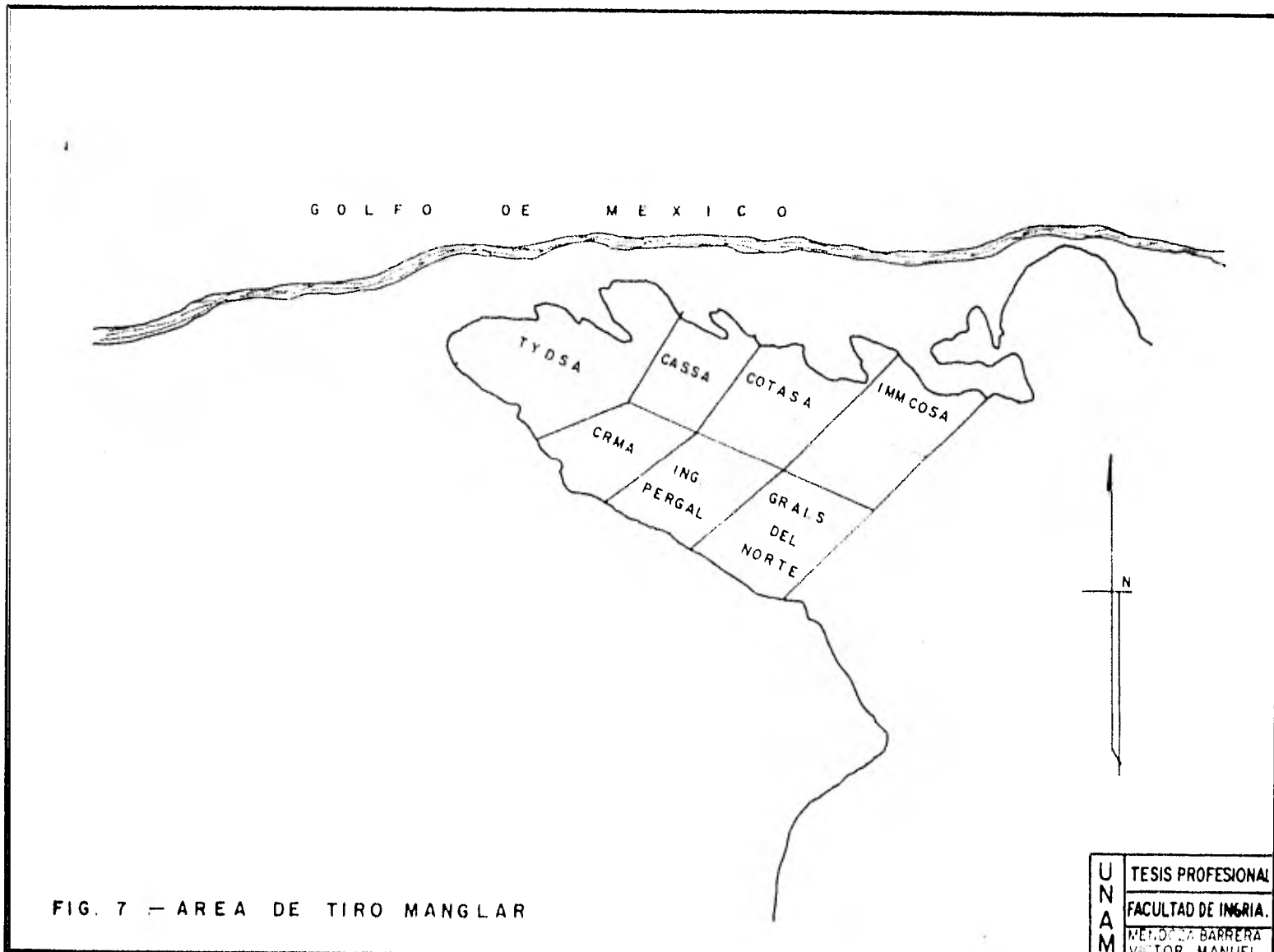


FIG. 7 - AREA DE TIRO MANGLAR

del terreno, se han efectuado los rellenos con arena limpia extraída de la dársena, con el objeto de reponer el volumen de material contaminado que se tuvo que retirar.

Estos trabajos se han desarrollado conjuntamente por dos razones: Por una parte para evitar que la superficie saneada se altere, y por otra, para controlar el flujo del agua que trata de emerger inmediatamente que se hace la excavación.

4.1.5.- Terraplen estructural

Al terminar los rellenos de compensación de zonas bajas, se hacen pruebas de compactación, y una vez que se obtienen los resultados de acuerdo con la especificación que fija el proyecto (un mínimo de 85% de la prueba Proctor Modificada) se inicia el terraplen estructural, teniendo capas de arena limpia proveniente de la excavación de la dársena con un espesor máximo de 20 Cms. Se aplica agua suficiente para tratar de alcanzar la humedad óptima fijada por el laboratorio de Mecánica de Suelos (14%) y haciendo pasar los rodillos vibratorios hasta alcanzar un grado de compactación del 95% de la prueba Proctor Modificada, hasta llegar al nivel que indica el proyecto para el desplante de los tan---

ques. En la Fig. 8 se presentan las divisiones que se hacen sobre el terraplen por medio de tubos de señalamiento para el mejor control de compactación (número de pasadas).

En el tanque TV-5001 se tuvo un promedio de 13 pasadas, y - el equipo que se utilizó fué el siguiente:

- 3 Rodillos lisos vibratorios
- 3 Pipas regando agua
- 2 Tractores tendiendo
- 1 Motoconformadora nivelando

El material procedente de la dársena, se acamellona para formar el terraplen. Una vez acamellonado se procede a extender lo con tractor. y por último antes de compactarlo se conforma o nivela con motoconformadora.

En lugares inaccesibles en los que no era posible compactar con los rodillos vibratorios, por ejemplo las áreas entre - las tuberías verticales de protección a la instrumentación era necesario hacerlo manualmente hasta alcanzar el mismo - 95 % de compactación. Cuando el material venía muy contami- nado, era necesario hacer lo que se nombraba como "pepena - de raíz", y consistía en recoger o separar las raíces en -- montones que posteriormente se quemaban.

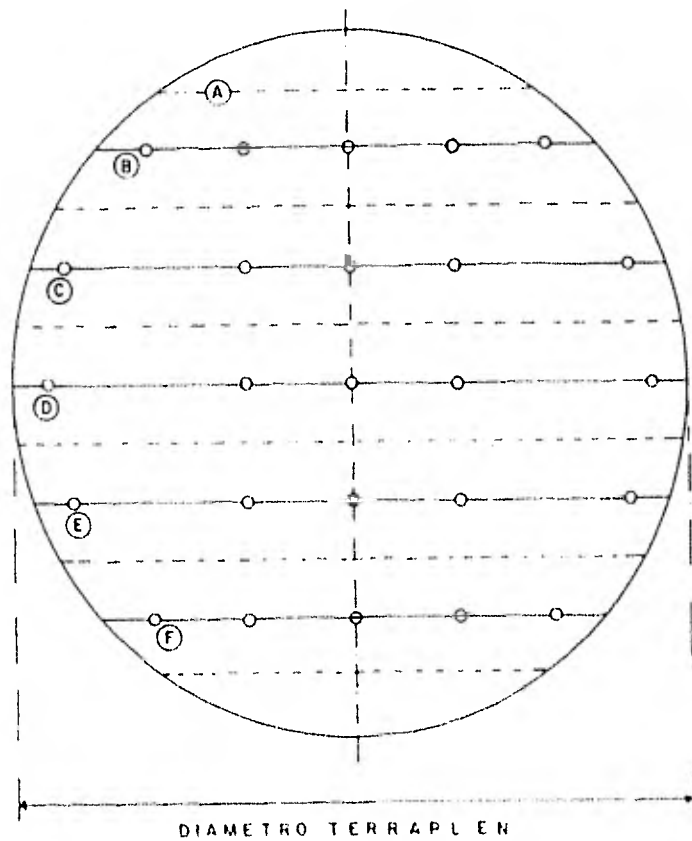


FIG. 8 - PLANTA TERRAPLEN
DIVISIONES PARA CONTROL DE COMPACTACION

U N A M	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MENDOZA BARRERA
	VICTOR MANUEL

Para ir formando con talud 2:1 la forma del cono truncado del terraplén, era necesario marcar los hombros del talud aproximadamente a cada uno o dos metros de altura y a todo lo largo del perímetro correspondiente, esto evitaba - construir un terraplén muy deformado y con un volumen mayor que el marcado por el proyecto.

4.1.6.- Terraplén de precarga

Con el propósito de acelerar la consolidación de los estratos de arenas y arcillas compresibles del subsuelo, se proyectó la construcción de un terraplén con material colocado a volteo, con espesor aproximado de 8 metros sobre el terraplén estructural, para obtener durante su construcción y después de un tiempo de reposo relativamente corto (30 días aproximadamente), un porcentaje alto del asentamiento total esperado, equivalente al que se obtendría con el peso del tanque cargado con crudo, o sea, el terraplén completo de 11 metros aproximadamente de altura transmitirá una sobrecarga neta al terreno cercano a 22 ton/m^2 . (aproximadamente 1.5 veces la carga de diseño del tanque).

El proceso de construcción del terraplén de precarga fué igual que el seguido para el estructural a excepción de -

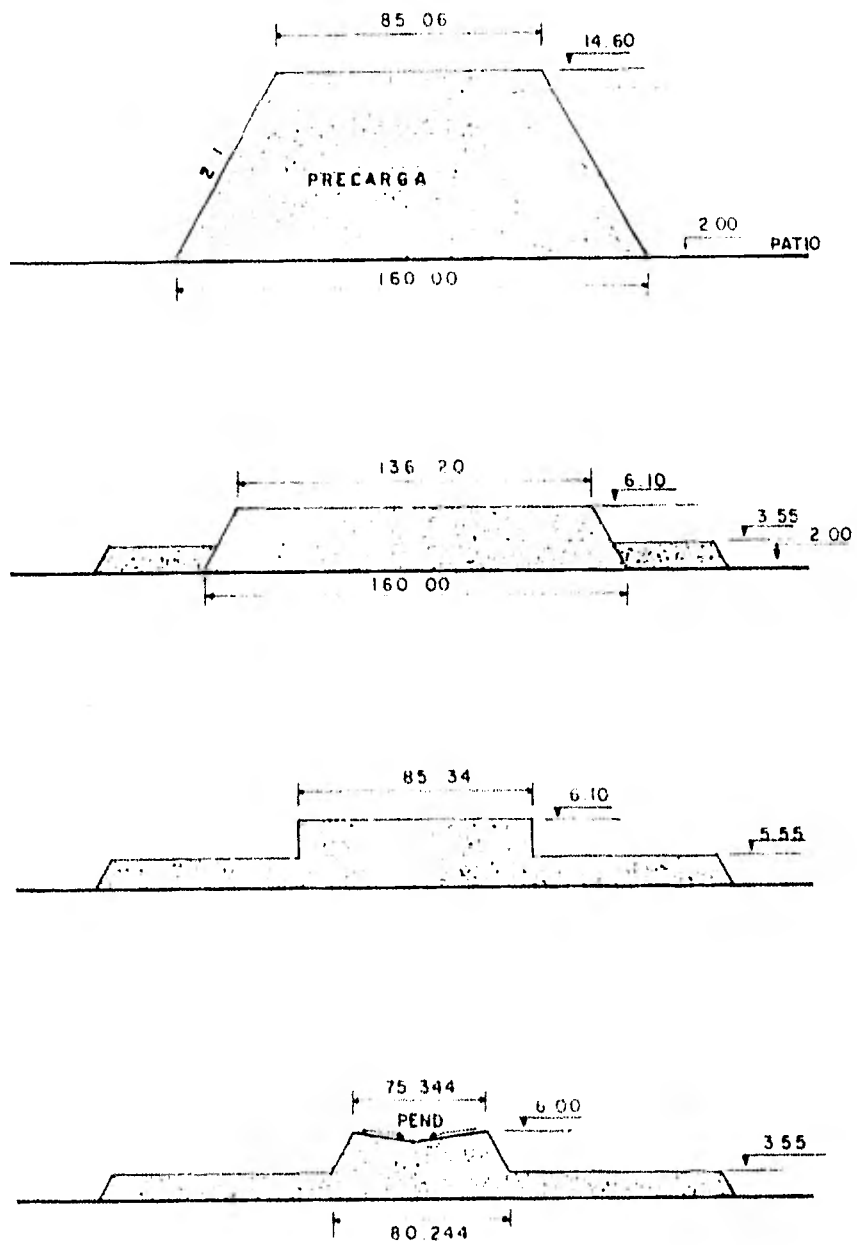
que en éste el material era compactado solo al 85 % de la prueba Proctor Modificada.

4.1.7.- Remoción de la precarga

El 26 de abril de 1979, quedó concluida esta fase en el tanque TV-5001 y estuvo en reposo hasta el día 12 de julio del mismo año, habiéndose obtenido un asentamiento aproximado de 75 cms., la remoción se llevó a cabo de la siguiente manera: Cuando era necesario el material era aflojado, usando tractores para que posteriormente los cargadores frontales pudieran fácilmente cargar a los camiones de volteo; el corte se hacía aproximadamente de 1 a 2 metros.

En la Fig. 9 se presenta en forma esquemática las fases o cortes progresivos que se siguieron en la remoción de la precarga.

El nivel superior de muro para el tanque TV-5001 es de 5.30 (N.M.M.), sin embargo el corte se dejó según la figura hasta el nivel 6.00 (N.M.M.), para que posteriormente se hiciera con motoconformadora una pendiente en toda el área superior del terraplén con dirección hacia el centro del tanque, esto evitará que por efecto del agua de lluvia el terraplén se socabe en las orillas produciendo grietas que pueden dañar considerablemente la estructura del terraplén.



SIN ESCALA

FIG. 9 - FASES PROGRESIVAS DE REMOSION DE PRECARGA

U	TESIS PROFESIONAL
N	FACULTAD DE INGENIERIA
A	MENDOZA BARRERA
M	VICTOR MANUEL

4.1.8.- Construcción del anillo de concreto

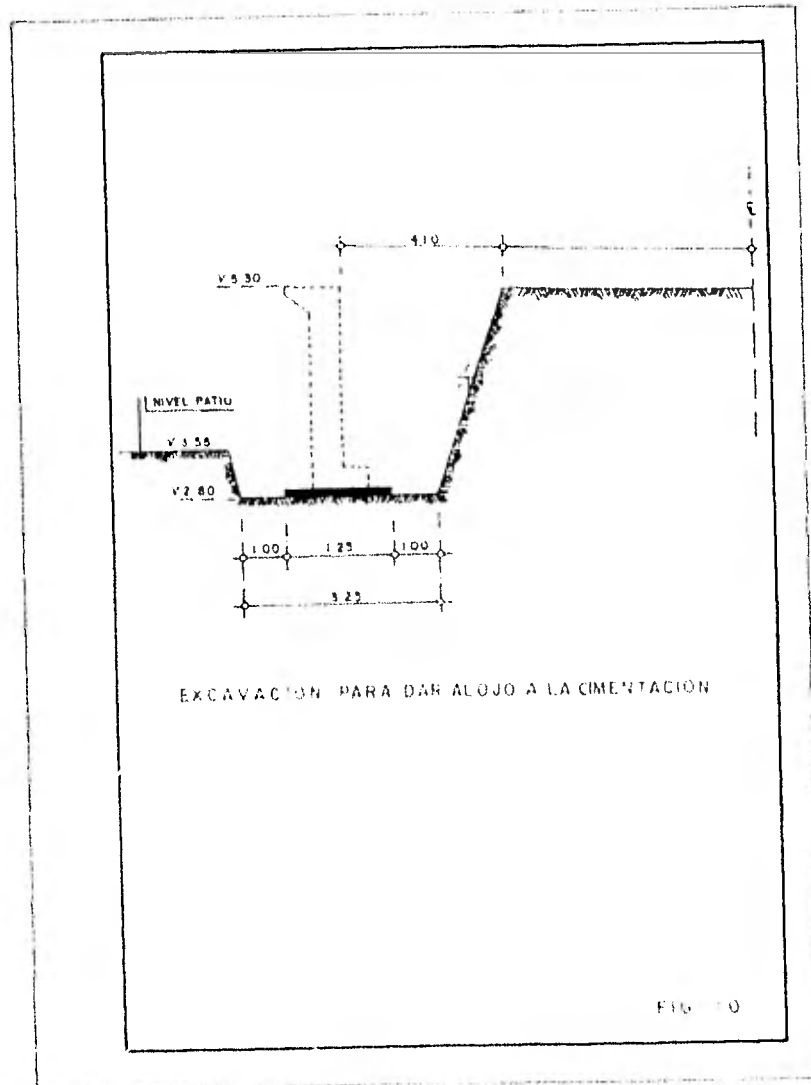
Se procederá a la construcción de este anillo, de acuerdo a los siguientes puntos:

a).- Cuando el relleno de la precarga se haya removido hasta la etapa final, se podrá empezar la excavación que se hará exclusivamente para dar cavida al muro y la zapata, dejando una holgura a cada lado para facilitar las maniobras que se requieran. La sección se presenta en la Fig. 10.

Posteriormente a la excavación se compactará el piso de esta al 95% de la prueba Proctor Modificada.

b).- Se construirá una plantilla de concreto de 100 Kg/Cm^2 sobre el nivel de desplante del anillo con un espesor de -- 5 Cms. (nivel inferior: 2.80 NEM). Se le dejara un ancho de 1.25 metros, esto dejara 25 Cms. libres a cada lado de la zapata, que facilitará la colocación posterior de la cimbra.

La razón principal de la construcción de ésta plantilla, es la de facilitar el trabajo sobre una superficie limpia y firme.



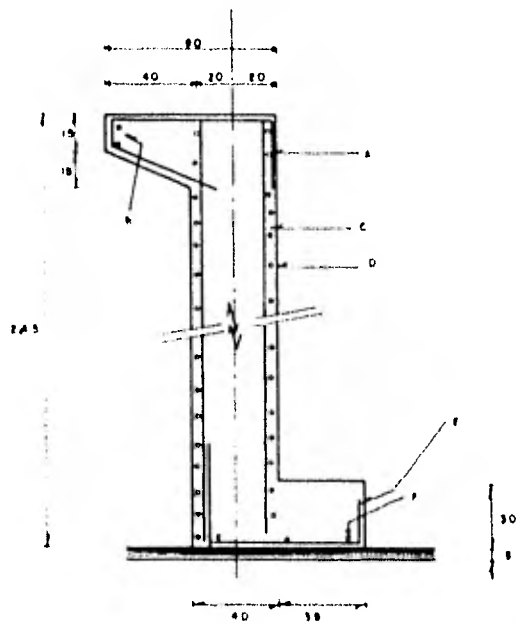
U N A M	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MENDOZA BARRERA
	VICTOR MANUEL

c).- Se colocará el acero de refuerzo ya habilitado con anterioridad en un lugar definido convenientemente según las facilidades de acarreo, las herramientas y el área de trabajo que se tenga.

En la sección del anillo de cimentación (Fig.11), se muestra la distribución del acero de refuerzo con los diámetros respectivos.

Las varillas que corresponden a la zapata y las varillas verticales del muro, se colocan en su totalidad, no así las horizontales o revestimiento del muro, que se colocarán únicamente 3 líneas espaciadas uniformemente a la altura, que harán el trabajo de evitar que se doblen por el momento las varillas verticales y facilitar el colado de la zapata, ya que si se colocaran el total de ellas (con un espaciamiento de 10 Cms.) quedaría una malla demasiado estrecha y dificultaría el paso del concreto.

d).- Se colocará la cimbra correspondiente para el colado de la zapata, haciendo este en secciones de octavos, que corresponden a 33.38 metros lineales c/u, con un volumen de 7.51 m^3 c/u o sea, 60.08 m^3 en total de concreto $f'c = 200 \text{ Kg/Cm}^2$.



- A- Vars 1/2" Ø x 30
- B- Vars 3/8" Ø x
- C- Vars 1/2" Ø x 30
- D- Vars 1" Ø x 10
- E- Vars 1/2" Ø x 30
- F- Vars 1/2" Ø x 30

FIG. II. SECCION Y DISTRIBUCION DE ACERO DE REFUERZO DE LA CIMENTACION DEL T.V. 5001

UNAM	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MENDOZA BARRERA VICTOR MANUEL

e).- Una vez colada la zapata, se terminará el revestimiento del muro, o sea, las varillas horizontales, así como - las que corresponden a la ménsula.

f).- Se colocará la cimbra del muro y la ménsula.

g).- El colado de muro y ménsula (monolítico) se hizo en octavos, es decir, de 33.52 metros lineales c/u (268.12 - M.L. en total) con un volumen de 31.85 m³ c/u (254.82 m³ en total) evitando que las juntas verticales del muro -- coincidieran con las de la zapata. Se observó un rendimiento de 5.90 m³/h. Con dos revolvedoras de un saco c/u; 3 carrretillas por revolvedora y 11 gentes por cada una de ellas en la distribución siguiente.

3	-----	en carretillas
2	-----	en grava
1	-----	arena
1	-----	cemento
1	-----	revolvedora
<u>3</u>	-----	recibiendo
11		

Se construyeron rampas de madera en el lado exterior del - muro y se colocaron tablonés en la parte superior del mismo,

todo esto para acceso de las carretillas para el colado. -
Se vibró y curó el concreto; en las juntas se usó un aditivo
para unir los concretos viejo y nuevo.

h).- Cuando esté completamente terminado el anillo y haya --
alcanzado la resistencia adecuada, se procederá a rellenar y
compactar la parte interior del anillo que fué excavada para
su construcción. Este relleno deberá tener la misma calidad
de compactación que todo el relleno donde se desplante el -
tanque. La secuencia fué la siguiente:

Inicialmente debió hacerse una rampa con arena, que sirvió -
para acceso hacia el interior del terraplén. La maquinaria -
usada en esta etapa fué un rodillo compactador liso, un trax
cavo y dos pipas de agua.

Debido a las lluvias, el talud construído inicialmente (lí-
nea A Fig. 12) fué destruído, formandose pequeñas grietas -
(línea B Fig. 12) haciendo demasiada irregular la superfi-
cie. Toda esta tuvo que uniformarse con un nuevo corte como
muestra la Fig. 13 línea C, para ello fué necesario meter un
traxcavo dentro del área entre el muro y el terraplén. Este
nuevo corte se hizo también con el propósito de darle cabida
al rodillo liso para la compactación posterior, así como pa-
ra el paso de las pipas de agua.

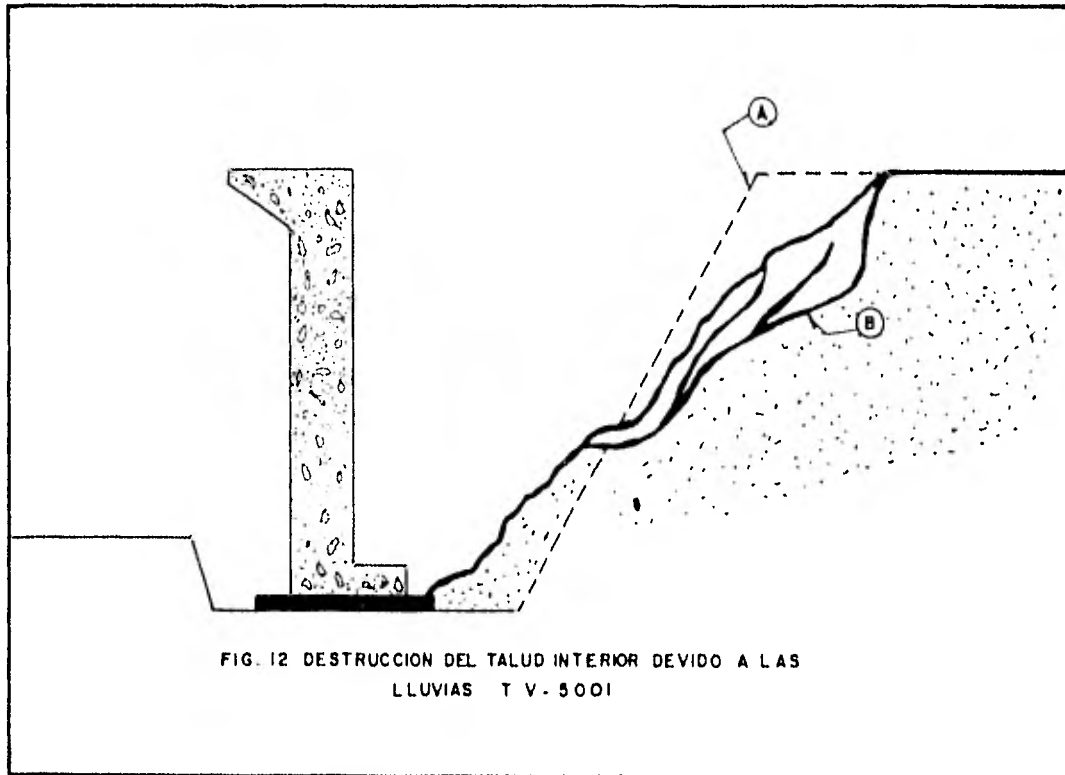


FIG. 12 DESTRUCCION DEL TALUD INTERIOR DEVIDO A LAS
LLUVIAS T V. 5001

U N A M	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MENDOZA BARRERA
	VICTOR MANUEL

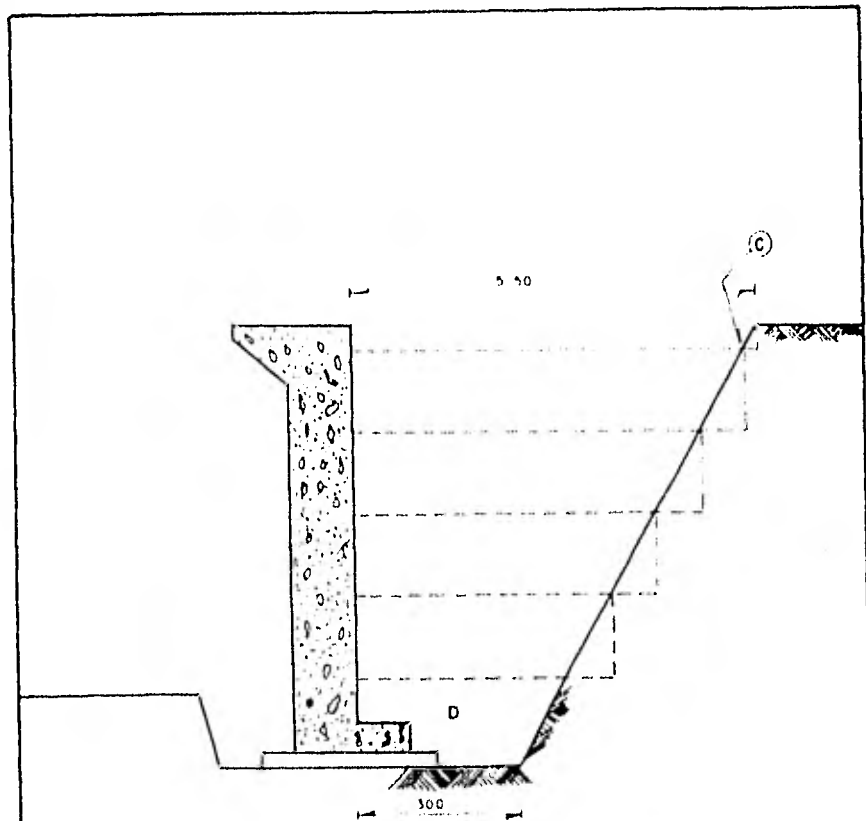


FIG. 13 RECONSTRUCCION DEL TALUD INTERIOR
T V - 5001

U N A M	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MENDOZA BARRERA
	VICTOR MANUEL

Este material de corte se sacó y colocó temporalmente fuera del área a rellenar.

La zona D de la Fig. 13 fué compactada manualmente al 95% - ya que se dificultaba con el rodillo, y con esto se protegía a la zapata. Las zonas restantes se compactaron al 95% de la Proctor Modificada con rodillo liso vibratorio, en capas de 20 cms. haciendo un corte escalonado aproximadamente cada 2 capas como lo muestra la Fig. 13, para así lograr una mejor unión entre el terraplén.

i).- Una vez terminado el relleno interior, se nivelará el terreno dejándolo aproximadamente 25 cms. bajo el nivel superior del muro, para dar alojamiento a una base de 20 cms. y la carpeta asfáltica de 5 cms. (Fig. 14).

La base se construyó con el fin de dar consistencia al terreno y evitar que, al momento de tender la carpeta, se levantara ésta con todo y arena al paso de los volteos. La base está compuesta con un 85% de revestimiento, esto da un volumen de 1 349 m³ suelto y un 15% de arcilla que corresponde a 238 m³ suelto. La secuencia fué la siguiente:

La arcilla se tiró a volteo, formando un camellón en un área

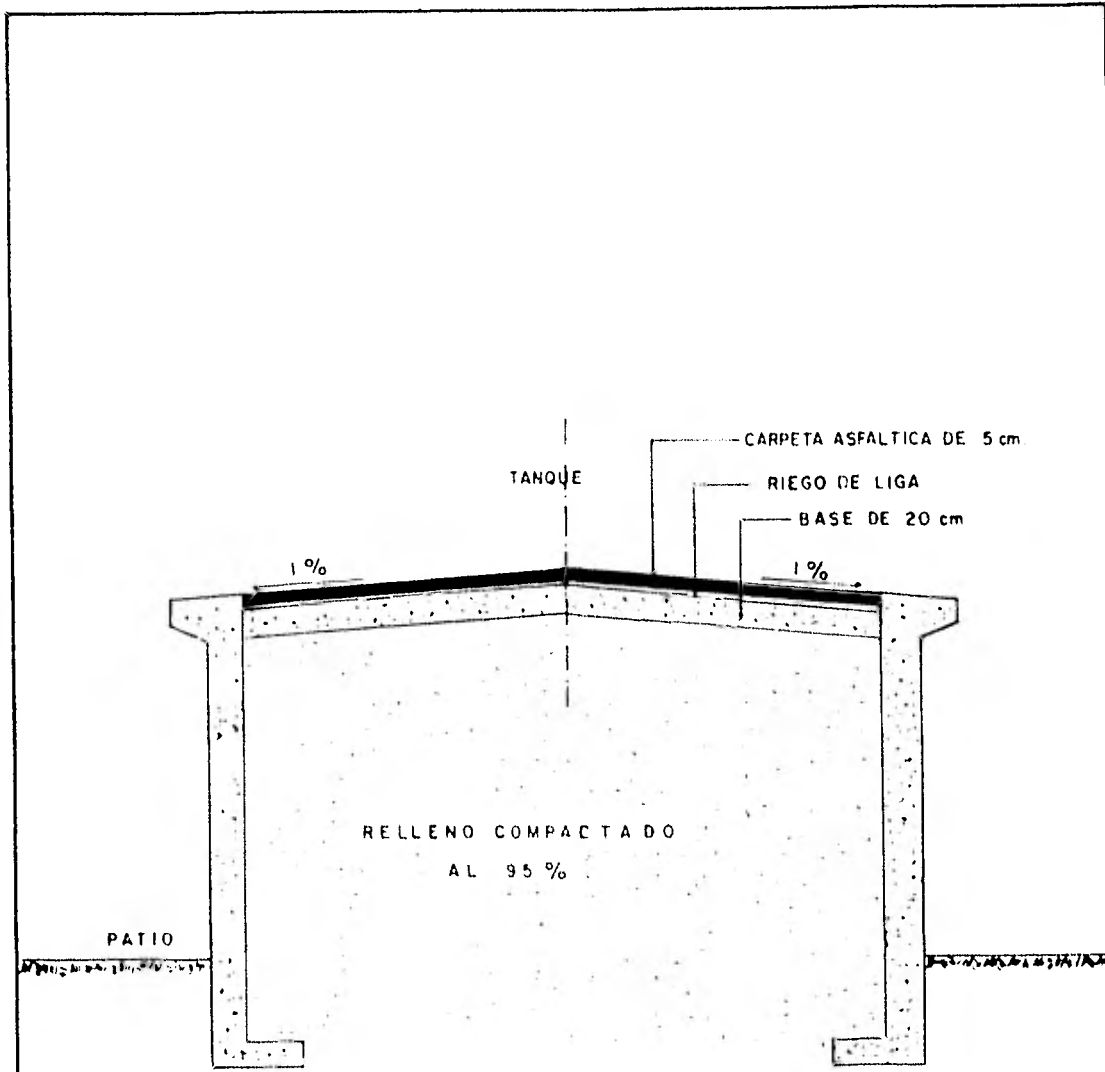


FIG. 14.

BASE Y CARPETA ASFALTICA TV- 5001

U N A M	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MENIQUA BARRERA
	VICTOR MANUEL

cercana. Con motoconformadora se le dió varias vueltas hasta revolverlo y posteriormente se extendió para que quedara perfectamente seco y no formara grumos al revolverlo. Después de esto, se mezcla con el revestimiento, previamente colocado, también en forma de camellón y separando los montones según el por ciento correspondiente, para lograr así una mejor mezcla.

Ya mezclado se tenderá dentro del anillo y se compactará al 95%. Una vez terminado se le dará un riego de liga que corresponde a 8 500 litros de emulsión (1.5 lts/m²) y posteriormente se tenderá y compactará una carpeta asfáltica de 5 Cms. de espesor.

4.1.9.- Características generales de los tanques

Cada uno de ellos cuenta con 6 anillos, el primer anillo - tiene un espesor de 1 1/2" y 30 pies de longitud, cada placa tiene un ancho de 8 pies. Todas las placas son de acero al carbón con bajo contenido de éste; el segundo anillo tiene un espesor de 1 3/8"; el tercero de 1"; el cuarto 13/16" el quinto 9/16" y el sexto de 3/8".

Las placas de techo de 5 mm., las de fondo son de 6 mm. - y cada una de ellas tiene que llevar protección anticorrosi

va RF-4 y RF-5 con alquitrán inorgánico de Zinc y alquitrán de hulla respectivamente.

Las placas que van al fondo, reciben un procedimiento llamado de samblasteo, que consiste en tirar sobre la placa un chorro de arena a presión, aplicado mediante un compresor para quitar la corrosión y óxido que tienen las placas, posteriormente se le aplica pintura.

El soldado de las placas de fondo, se hace por medio de juntas a traslape que es cuando una lámina va arriba de otra, -éstas juntas deben de tener un traslape mínimo de una pulgada y máximo de 1 1/2", también se hacen juntas de tope en las cuales van parejas las láminas.

La soldadura que se utiliza es de 60-24, 60-10 y 60-18, las especificaciones de la soldadura dependen de la resistencia de éstas, así las 60^S tienen una resistencia de 60 000 lb/-pulg. y las 70^S de 70 000 lb/pulg., hay diferentes tipos de 60^S, las cuales dependerán de la penetración y de la vista.

Después de que el tanque está construido, se hacen pruebas para ver si hay poros o grietas dentro de la base (de las placas con traslape), éstas pruebas son las siguientes:

a).- Prueba neumática; ésta se hace poniendo alrededor del tanque 3 hileras de tabiques, se le hecha agua alrededor y por dentro en el centro del tanque, se le aplica aire con un compresor, se riega jabón en todas las juntas, y si hay algún defecto, empezará a hacer espuma.

b).- Prueba radiográfica; ésta prueba se le aplica a las juntas de tope, las placas que se toman se leen en un megatoscopio para ver si existen poros, socavaciones, grietas o quemaduras. Esta prueba se le aplica también a los anillos.

c).- Prueba con penetrantes; es otra manera de ver los defectos en la soldadura, se aplican a éstas y se dejan secar, se le rocía un líquido para limpiarlas y después se aplica el revelador, el cual va a indicar los defectos que existen en la superficie.

Los anillos se montan con 1 ó 2 grúas, con capacidad de 18 toneladas, el peso total del tanque sin crudo es de 1 700 toneladas, lleva 29 placas de 30 pies y un cierre.

Para montar la cúpula se va a construir una obra falsa dentro del tanque a una altura de 12.5 m, dentro de él se van a colocar las láminas y boyas para que la cúpula flote.

El tanque también va a llevar un sistema de drenaje, en la parte superior cuenta con boquillas donde va a escurrir el agua del techo, la cual va a bajar hasta el primer anillo por medio de unos dispositivos de tubería que van a funcionar como codos, el costo total del tanque terminado es de 200 millones de pesos.

5.- Muelle para carga de buquetanques

Tomando en cuenta el volumen, naturaleza y tipo de carga a manejar en la Terminal portuaria y el número de embarcaciones a las que se deberá dar servicio, se realizaron estimaciones de las dimensiones máximas y mínimas necesarias de la Terminal portuaria, basadas en las siguientes consideraciones:

a).- El canal de acceso permitirá el paso de una barcaza - de perforación conducida y auxiliada por un remolcador que guarde un ángulo de 30° con respecto al eje longitudinal - del canal.

b).- El área de flotación deberá tener dimensión suficiente para permitir la maniobra de la barcaza remolcada, sin ayuda de empujadores en el caso de las dimensiones máximas

y con ayuda de éstos, si sólo se pueden establecer las dimensiones mínimas estimadas.

c).- La longitud de atraque deberá ser suficiente para permitir la carga simultánea de todos los abastecedores.

d).- El puerto deberá dar un atraque seguro a todas las embarcaciones auxiliares y a 3 barcazas, cuando se requiera dar abrigo en época de ciclones.

5.1.- Nivel de muelles

Con el objeto de definir el nivel de operación más adecuado en los muelles del puerto de abastecimiento, se consideró que en ello atracarán los siguientes tipos de embarcaciones:

- 1).- Abastecedores para el transporte de materiales.
- 2).- Remolcadores y chalanes para el transporte de combustible.
- 3).- Remolcadores y chalanes para el transporte de tubería.
- 4).- Barcazas de perforación en busca de abrigo.

Dicho atraque se realiza bajo diferentes condiciones de --
agitación y elevaciones del nivel del mar, para lo cual se
tomó la siguiente información:

a).- Características de la flota de Petróleos Mexicanos que
operará en este puerto.

b).- Variación de mareas en el lugar, basadas en las tablas
de predicción de mareas, editadas por el Instituto de Geofí-
sica de la UNAM.

c).- Estudio de las condiciones oceanográficas y meteoroló-
gicas en la zona de Dos Bocas, realizado por la firma Dames
And Moore.

d).- Modelo de agitación que actualmente se estudia en el
laboratorio de Hidráulica del Instituto Politécnico Nacio-
nal.

e).- Se consideró, con base de comparación, los niveles de
operación en diferentes instalaciones en puertos del Golfo
de México.

En relación con la flota que operará en el puerto de abas-

tecimiento, se puede observar que el nivel de operación - quedará definido por los abastecedores, remolcadores y chlanes que transportarán tubería, materiales y combustibles, cuyas condiciones extremas son:

CONDICION	FUNTAL(m)	CALADO(m)	LIBRE BORDO(m)
Embarcación cargada	3.96	3.35	0.61
Embarcación descargada	4.27	1.83	2.44

Las barcazas de perforación sólo entrarán al puerto en busca de abrigo en el caso de que las condiciones del tiempo así lo exijan, no obstante, éstas definirán la profundidad de dragado en la dársena de maniobras, por lo que su calado es de 4.80 m. y considerando un tirante de agua adicional entre el fondo y la quilla de la embarcación, dicha - profundidad se definió que fuera de - 6.00 m. referida al nivel de baja mar media.

Con base en las observaciones y mediciones mareográficas - el Instituto de Geofísica de la UNAM, presenta un resumen de los diferentes niveles de las mareas que pueden esperar se en el Puerto de Frontera, Tab., muy cercano a Dos Bocas, que son las siguientes:

CONDICION:	NIVEL. (m)
Pleamar máxima registrada	+ 1.14

CONDICION:	NIVEL (m)
Pleamar media	+ 0.50
Nivel medio del mar	+ 0.29
Marea media	+ 0.25
Bajamar media	0.00
Bajamar mínima registrada	- 0.39

Puede observarse que combinando la condición de bajamar - (o marea) mínima registrada con embarcación cargada, se obtiene un nivel de cubierta de $0.61 - 0.39 = + 0.22$ m. y bajo la condición de pleamar (o marea) máxima registrada con embarcación descargada, se obtiene para el mismo nivel $2.44 + 1.14 = 3.58$ m., tomando el promedio de estos niveles se obtiene como nivel teórico requerido la cota + 1.90 referido al nivel de bajamar media.

En el estudio de las condiciones oceanográficas y meteorológicas de la zona de Dos Bocas, Tab., se presenta una gráfica que relaciona marcas de tormenta con su frecuencia de ocurrencia; tomando una frecuencia de ocurrencia de 50 años, se obtiene de dicha gráfica una marea de tormenta con una elevación de 1.45 m. referida al nivel de bajamar media.

Además, en el modelo de agitación del puerto de abasteci--

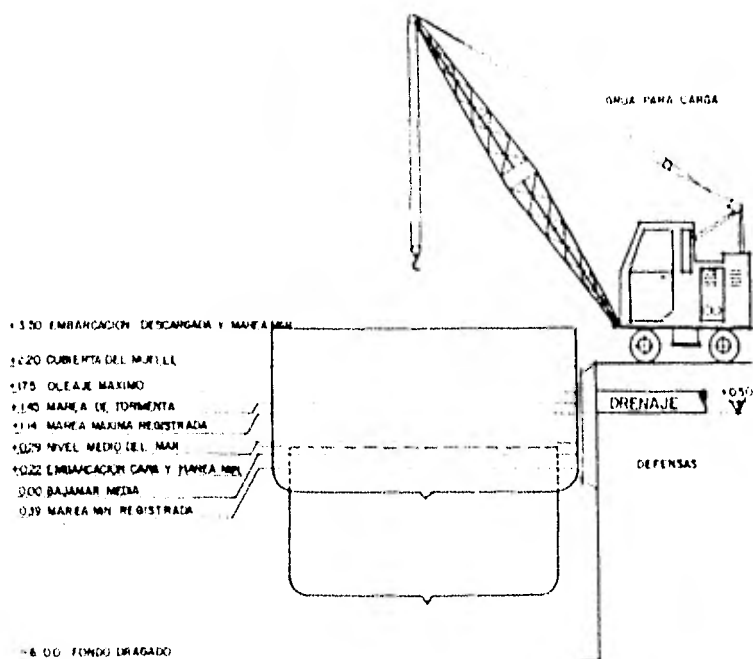
miento, se ha obtenido una altura máxima de la ola (ampli tud de cresta a valle), en la zona de muelles de la dársena de maniobras de 0.60 m., cuando la altura de ola en la bocana es de 6.00 m.

Sumando la semiamplitud de dicha ola al nivel de marea de tormenta, se obtiene una elevación de 1.75 m (N.B.M.) por lo que, el nivel de proyecto en la cubierta de los muelles de 2.20 m. parece razonable, sobre todo si este se compara con los datos estadísticos de niveles de operación de instalaciones similares a la estudiada en diferentes puertos del Golfo de México y si se toman además, algunos aspectos constructivos, tales como la situación de las tuberías para los diferentes materiales a abastecer, líquidos y a gra nel, considerando las facilidades para su mantenimiento; - las conclusiones se muestran en la Fig. 15.

5.2.- Longitud de muelles

La longitud de muelles se definió basándose en los requeri mientos de materiales únicamente para 23 plataformas de perforación y considerando un factor de ocupación de muelles de 33 % y manejo separado de los diferentes materia les; además se tomó en cuenta la capacidad de las embarca-

TERMINAL MARITIMA DE DOS BOCAS, TAB.
 PUERTO DE ABASTECIMIENTO
 NIVELES DE PROYECTO



LA EMBARCACION MAS GRANDE CONSIDERADA ES EL LEVELYNTIDE Y LA MAS PEQUENA ES EL REMOLCADOR TIPO PEMER 300. ELEVACIONES EN METROS REFERIDAS AL NIVEL DE MAREA BAJA MEDIA. DIMENSIONES EN METROS. LOS DATOS DE NIVELES FUERON OBTENIDOS DE LAS TABLAS DE PREDICCIÓN DE MAREAS DEL INSTITUTO DE GEOFISICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, ASI COMO DE LOS ESTUDIOS HIDRAULICOS, MARITIMOS Y DE LA FLOTA QUE OPERARA EN ESTE LUGAR REALIZADOS PARA ESTE PROYECTO.

FIG. 15

U N A M	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MELENDOZA BARRERA VICTOR MANUEL

ciones abastecedoras y sus respectivas dimensiones (eslo-
ra y manga), así como los rendimientos de la carga y des-
carga en ton./h. y los tiempos de atraque y desatraque.
Por lo anterior se definió una longitud total de muelles -
de 1 250 .00 m.

Haciendo combinaciones de carga simultánea de los materia-
les mencionados, aparentemente sería posible reducir dicha
longitud, no obstante, si se toma en cuenta que:

a).- Conviene realizar las maniobras frente a sus corres-
pondientes instalaciones.

b).- Se está proyectando aumentar el número de plataformas
de perforación.

c).- Es posible que se requieran obras para una zona de -
construcciones y reparaciones navales.

Por lo tanto, se recomienda que no varíen la longitud defi-
nida.

Existen otros métodos para determinar la longitud necesaria
de muelles para el destino y condiciones específicas, pero,

considerando el primero de los puntos arriba mencionados, el método aquí usado resulta aceptable.

5.3.- Estratigrafía en zona de muelles

Los estudios de suelos que se han realizado son sondeos - con muestreo continuo, tanto en la zona de tanques de almacenamiento de crudo, como en la zona de muelles. Los sondeos de esta última zona se localizan en el lugar donde se ubica la dársena, en una de las alternativas para el arreglo general, por lo que sus profundidades fluctúan entre las cotas - 11.00 m. y - 16.00 m. referidos al nivel medio del mar, ya que únicamente se requerían para conocer la naturaleza del material que se dragará; por lo tanto, la estratigrafía a partir de la cota - 16.00 m. se supuso semejante a la estratigrafía de la zona de tanques, en la cual los sondeos se hicieron mas profundos.

El perfil estratigráfico que se consideró para fines de cálculo, así como las propiedades de cada uno de los estratos, se muestra en la Fig. 16.

5.4.- Alternativas para muelles

Se han propuesto siete alternativas para muelles las cua-

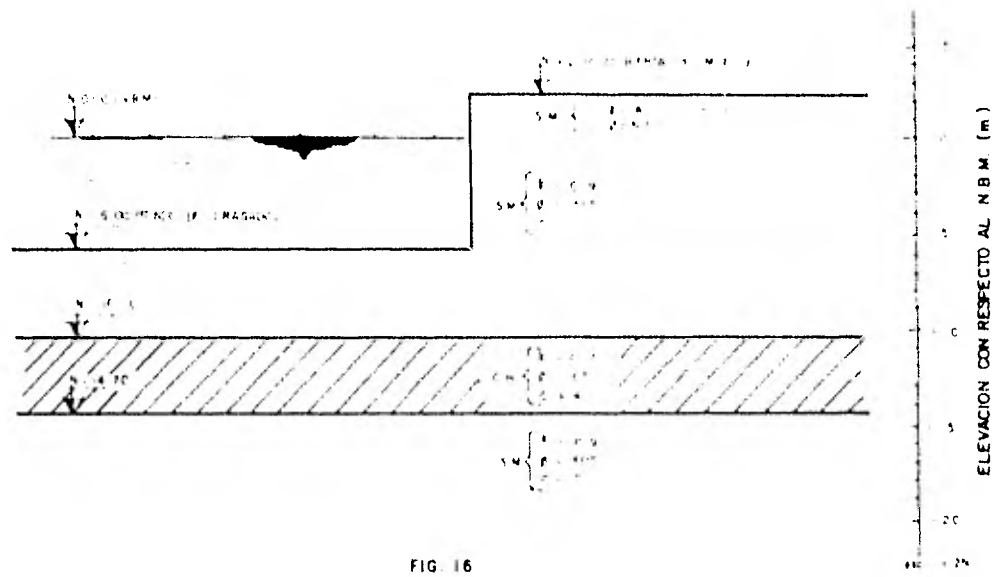


FIG 16

ESTRATIGRAFIA EN ZONA DE MUELLES

UNAM	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MENDOZA BARRERA
	VICTOR MANUEL

les se describen a continuación:

ALTERNATIVA I

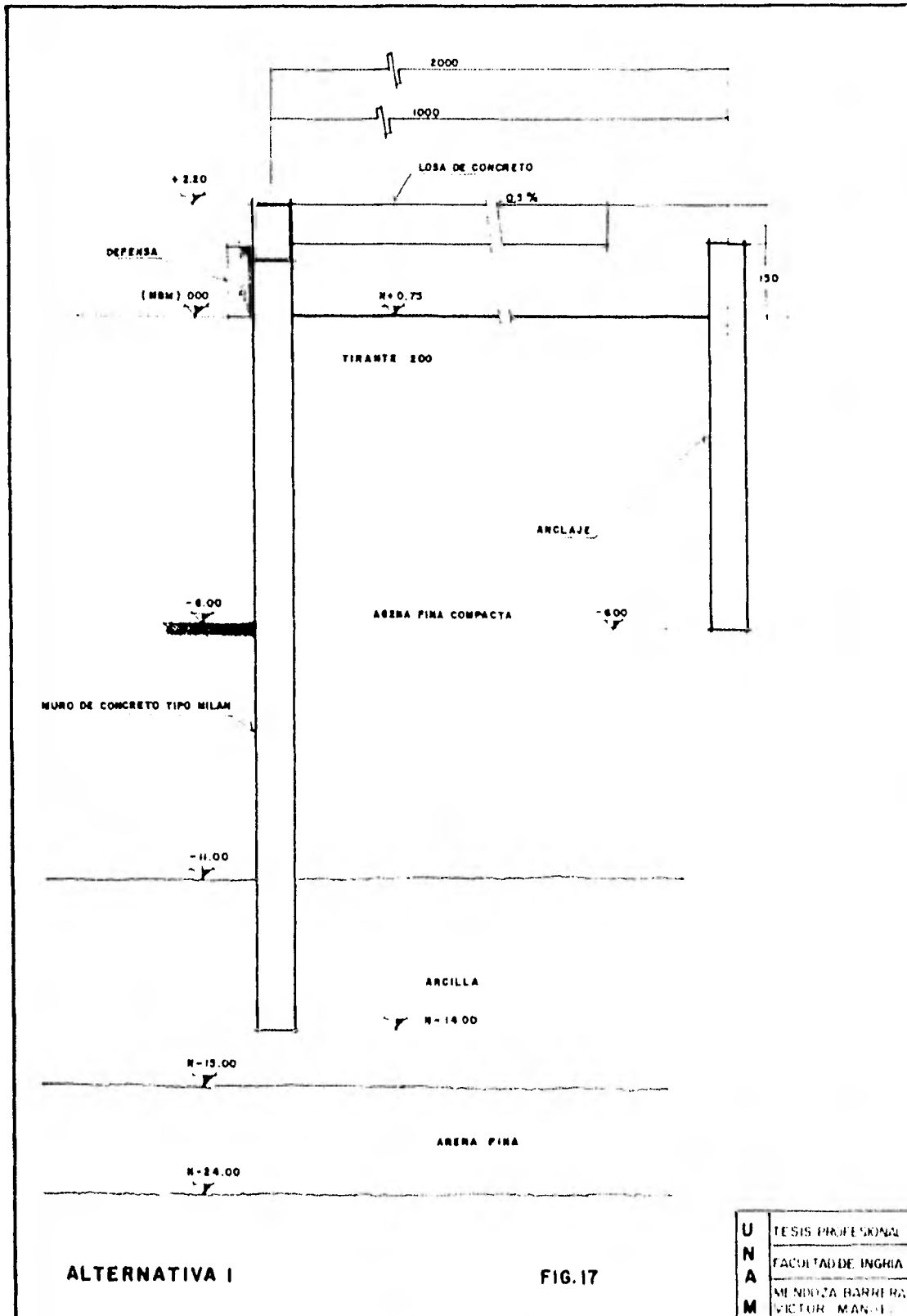
La estructura del muelle consiste en un muro de atraque tipo Milán, de 82 Cms. de espesor, desplantado a la cota --
- 14.00 m. y con nivel de cubierta de 2.20 m., anclado con tirantes de acero a cada 2.00 m., los cuales se apoyan en un muro de anclaje, también de tipo Milán, desplantado en la cota - 6.80 m. y a una distancia de 30.00 m. del muro - de atraque.

Además se colocará una losa de 30 Cms. de espesor en el -
área de maniobras. (Fig. 17)

El procedimiento de construcción se puede resumir en las -
siguientes actividades:

- 1).- Colado de muros de atraque y anclaje.
- 2).- Colocación y tensado de tirantes.
- 3).- Dragado.
- 4).- Colocación de bitas y defensas.
- 5).- Colado de losa de 30 Cms.

ALTERNATIVA II



ALTERNATIVA I

FIG. 17

U N A M	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MELENDOZA BARRERA
	VICTOR MANUEL

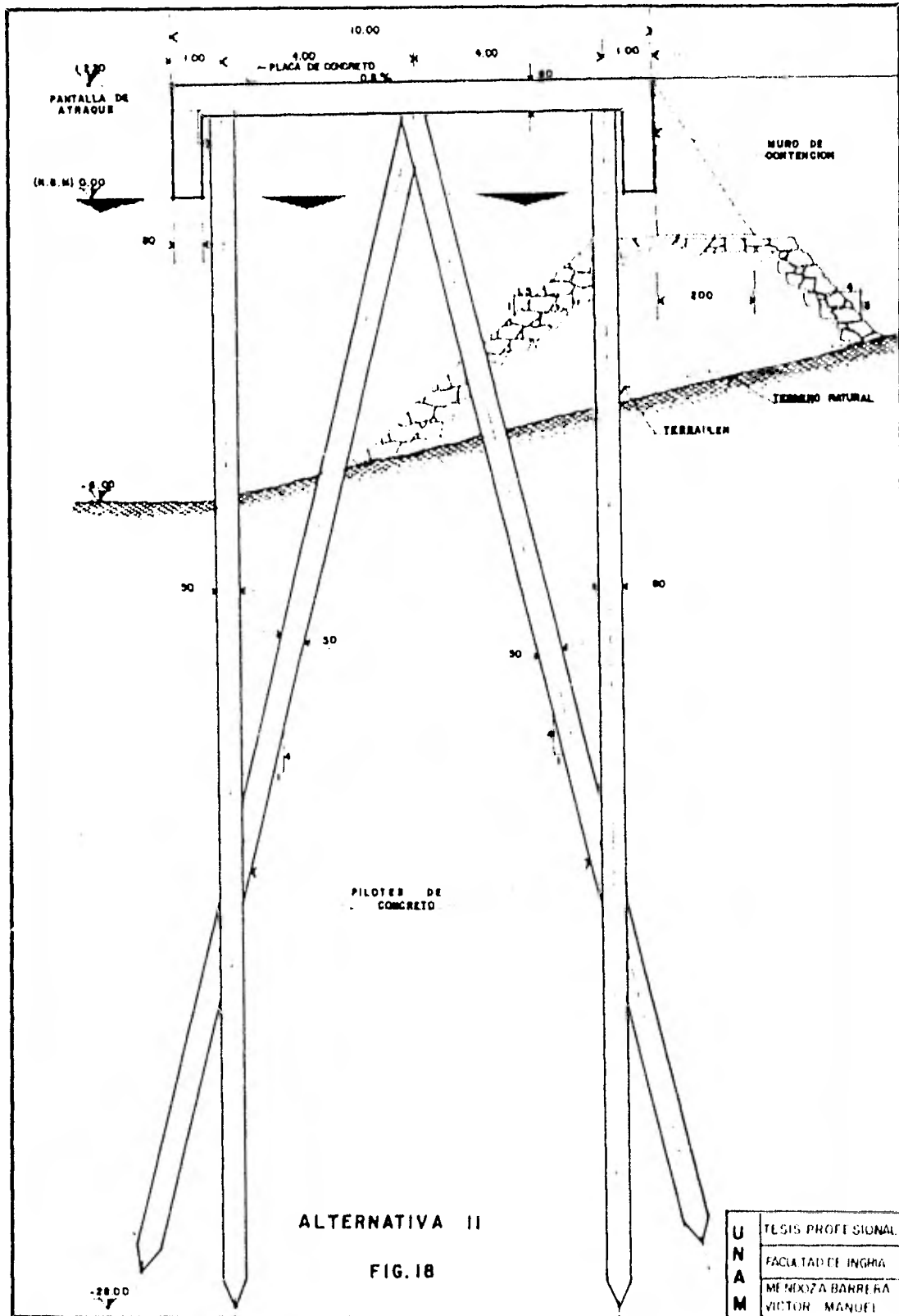
Esta alternativa consta de una superestructura formada por losa plana de 60 Cms. de espesor y dos pantallas de concreto reforzado, una de atraque y otra posterior, un muro de contención de concreto precolado apoyado sobre un pedraplén y sobre la pantalla posterior. La cimentación es a base de pilotes verticales e inclinados de 50 x 50 cms. de concreto reforzado, el ancho total del muelle es de 10.00 m. -
(Fig. 18)

El procedimiento de construcción se resume a continuación:

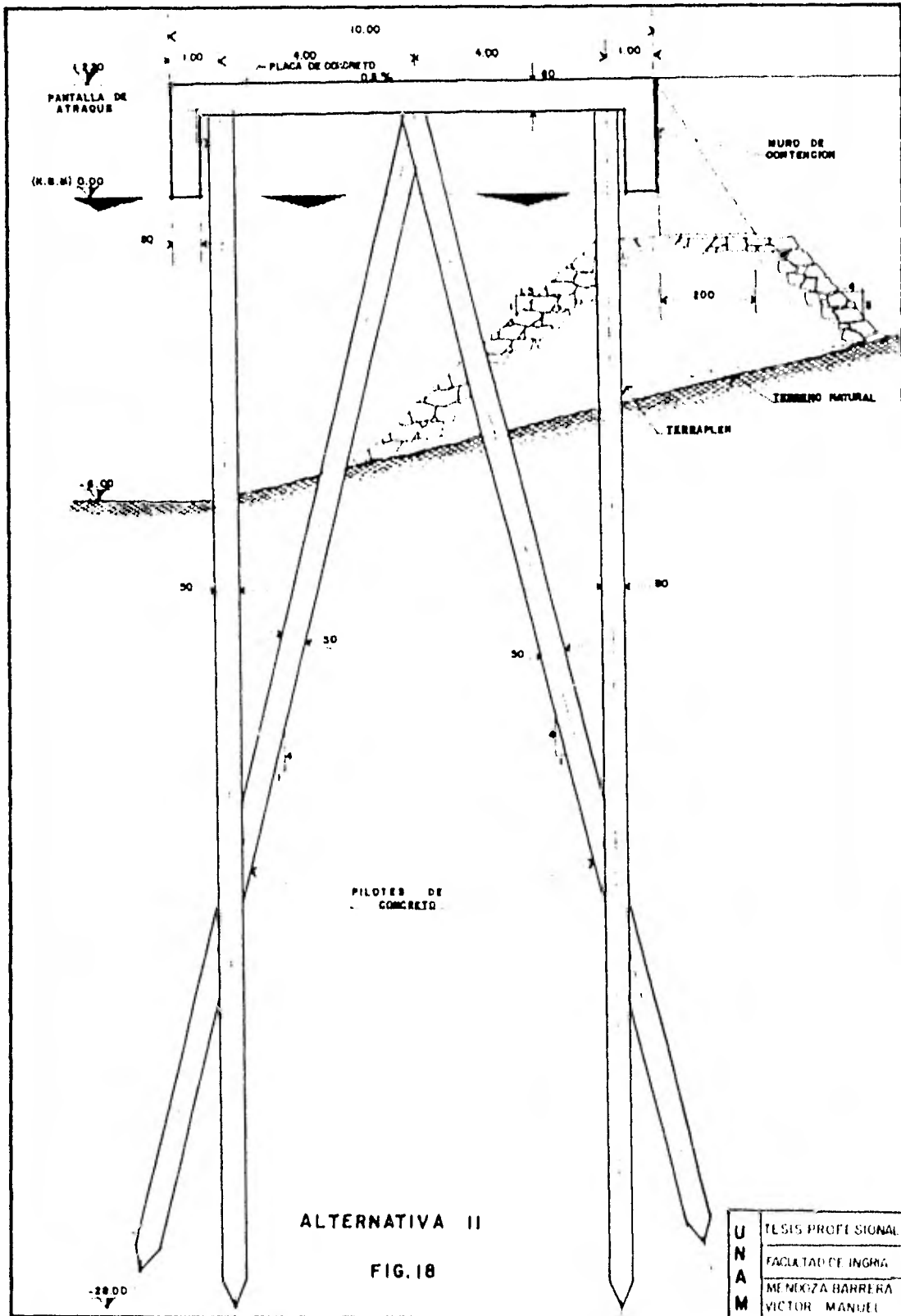
- 1).- Dragado.
- 2).- Hincado de pilotes.
- 3).- Colocación de pedraplén.
- 4).- Colado de superestructura.
- 5).- Colocación de muro de contención.
- 6).- Colocación de relleno.
- 7).- Colocación de bitas y defensas.

ALTERNATIVA III

El muelle está formado por una superestructura idéntica a la alternativa II, apoyada sobre pilotes de concreto verticales y en batería de 50 x 50 Cms., el muro de contención



U N A M	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	ME MEXICA BARREJA VICTOR MANUEL



U N A M	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MENEXZA BARRERA VICTOR MANUEL

y el pedraplén de dicha alternativa se sustituye por una tablestaca de concreto desplantada a la cota - 8.00 m. y coronamiento de concreto. El talud del terreno natural se rá de 4 a 1. (Fig. 19.)

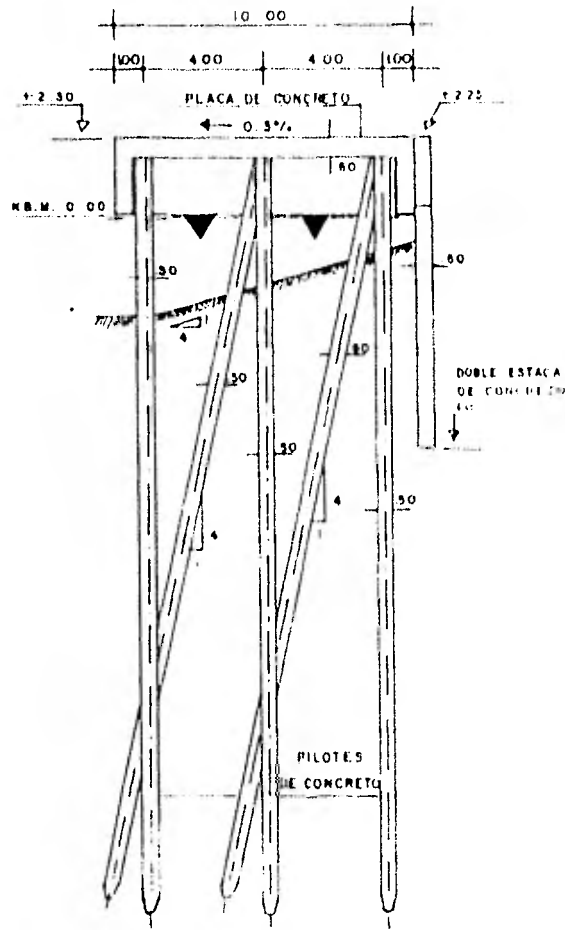
El procedimiento de construcción es el siguiente:

- 1).- Hincado de pilotes y tablestaca.
- 2).- Colado de superestructura y coronamiento de tablestaca.
- 3).- Dragado.
- 4).- Colocación de bitas y defensas.

ALTERNATIVA IV

Esta alternativa es idéntica a la alternativa III, excepto la tablestaca de concreto que se sustituye por un muro de concreto tipo Milán, (Fig. 20) con un coronamiento de concreto. El procedimiento de construcción es semejante a dicha alternativa, Como se indica a continuación:

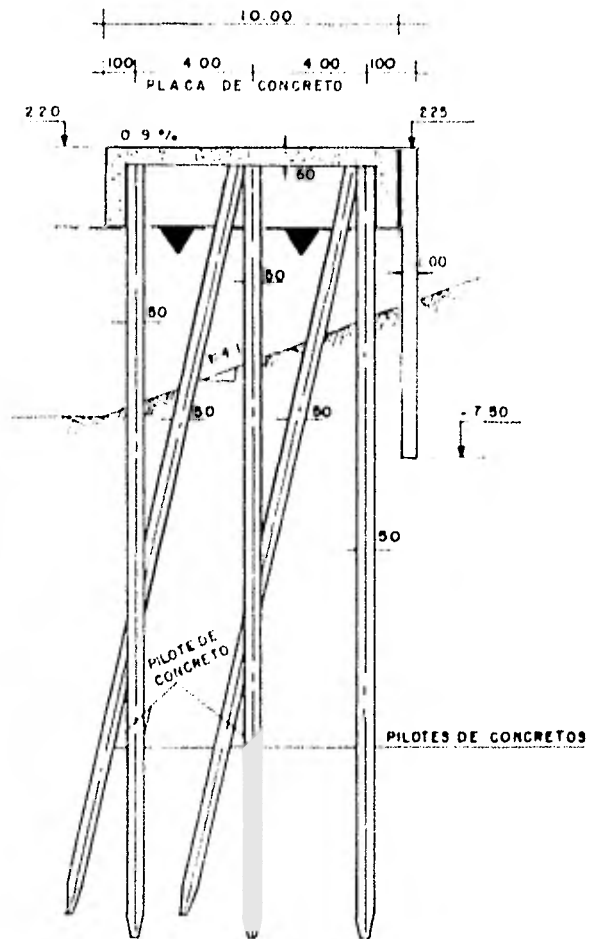
- 1).- Hincado de pilotes.
- 2).- Colado de muro Milán.
- 3).- Colado de superestructura.
- 4).- Dragado.



ALTERNATIVA III

FIG. 19

U N A M	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MENDOZA BARRERA VICTOR MANUEL



ALTERNATIVA IV

FIG. 20

U N A M	TESIS PROFESIONAL
	FACULTAD DE INGENIERIA.
	MENDOZA BARRERA VICTOR MANUEL

5).- Colocación de bitas y defensas.

ALTERNATIVA V

La superestructura y la disposición de los pilotes es semejante a la alternativa II, únicamente el volumen de pedraplén se aumenta hasta rebasar el nivel de la pantalla posterior (Fig.21).

La construcción puede realizarse basándose en la secuencia de las siguientes actividades:

- 1).- Dragado.
- 2).- Hincado de pilotes.
- 3).- Colocación de pedraplén.
- 4).- Colado de superestructura.
- 5).- Colocación de bitas y defensas.
- 6).- Colocación de relleno.

ALTERNATIVA VI

El muelle tiene un ancho total de 20.00 m., la superestructura la forma una losa plana y dos pantallas de concreto - de atraque y posterior, consta además de un muro de conten

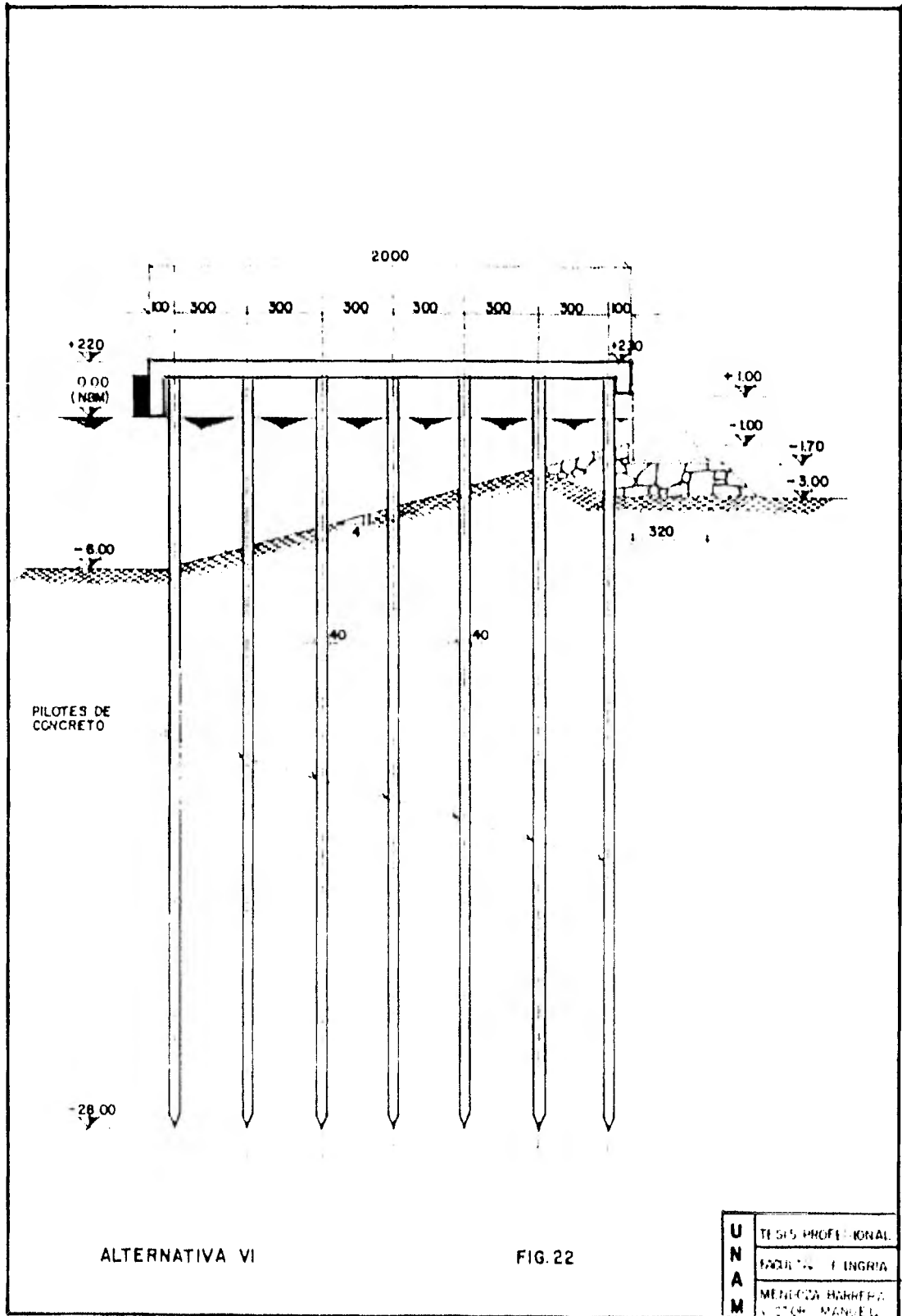
ción de concreto precolado, desplantado a la cota - 1.00 m. (N.B.M.) y apoyado sobre un pedraplén. La cimentación la constituyen pilotes de concreto verticales de 50 x 50 Cms. (Fig. 22).

La construcción puede realizarse según las actividades siguientes:

- 1).- Dragado.
- 2).- Hincado de pilotes.
- 3).- Colocación de pedraplén.
- 4).- Colado de superestructura.
- 5).- Colocación de muro de contención.
- 6).- Colocación de material de relleno.
- 7).- Colocación de bitas y defensas.

ALTERNATIVA VII

La superestructura y cimentación es semejante a las alternativas III y IV, únicamente el respaldo de éstas, se sustituye por una tablestaca de concreto formada por pilotes de concreto de 50 x 50 Cms. con una ranura longitudinal en su extremo superior donde se introducen y apoyan losas de concreto de 10 Cms. de espesor y 1.70 m. de ancho, los pi-



lotes se desplantan a la cota - 18.00 m. y las losas a la cota - 4.64 m., consta además este respaldo, de un coronamiento de concreto (Fig. 23).

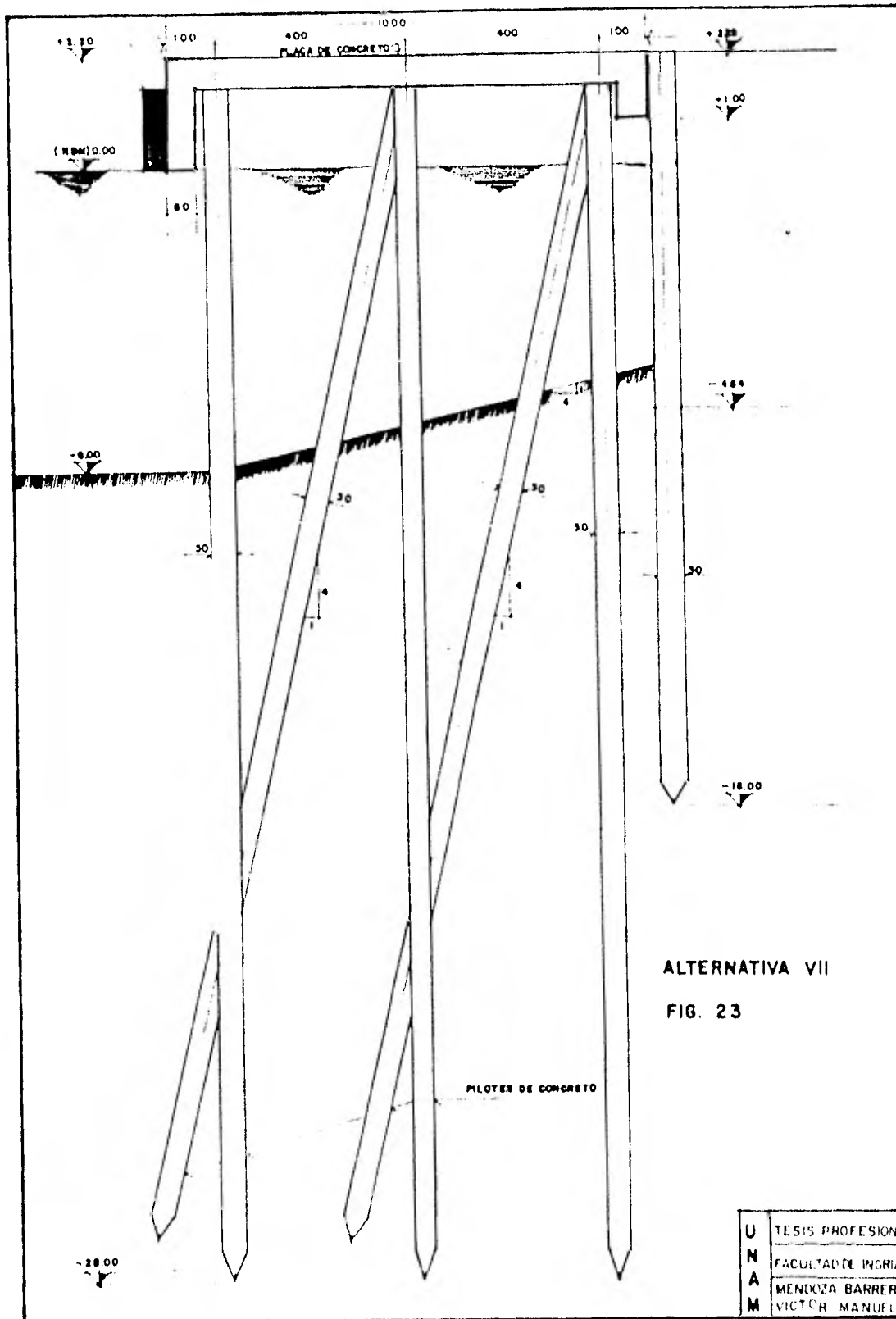
El procedimiento de construcción es el siguiente:

- 1).- Hincado de pilotes.
- 2).- Hincado de tablestaca.
- 3).- Colado de superestructura y coronamiento.
- 4).- Dragado.
- 5).- Colocación de bitas y defensas.

5.5.- Diagnóstico cualitativo de las alternativas

La subestructura a base de pilotes de las alternativas II a VII, es un procedimiento constructivo muy experimentado en México, lo cual presenta ciertas ventajas sobre la alternativa I, la que además de no ser muy común, se colará (previamente al dragado) en excavaciones, cuyas paredes pueden presentar problemas de estabilidad.

Sin embargo, como el estrato resistente se encuentra muy profundo, los pilotes deberán tener una longitud grande (30.00 m.) y esto representa problemas en su hincado, ya



ALTERNATIVA VII
 FIG. 23

U	TESIS PROFESIONAL
N	FACULTAD DE INGENIERIA
A	MENDOZA BARRERA
M	VICTOR MANUEL

que los equipos comunes utilizan una altura de hincado de aproximadamente 15.00 m., por lo que se tendrá que optar por equipo especial o cortar los pilotes a la mitad y conectarlos posteriormente.

La única diferencia entre las siete alternativas en cuanto a materiales se refiere, es la cantidad de roca a usar. Existe una gran dificultad para conseguir material pétreo en la región, por que las alternativas II, V y VI presentan serias desventajas.

Excepto la alternativa VI, todas las demas tienen aproximadamente el mismo tiempo de ejecución.

De la alternativa I, se puede decir que el único problema en cuanto a su estabilidad, sería si se encontrara en la zona de desplante un gran estrato de turba que ocasionara una falla local, pero por los sondeos que se tienen, los mantos de turba que existen son tan pequeños que se pueden despreciar. Por otro lado, el factor de seguridad usado en el dimensionamiento del muro de anclaje, es lo suficientemente alto como para tener la certeza de que no se produzca ninguna falla local.

Las alternativas III, IV y VII tienen la desventaja de que

las cargas sobre los pilotes son altas en comparación con las cargas recomendadas, por lo que las cargas vivas deberán reducirse ó reducir la distancia entre ejes de pilotes ó aumentar el número de estos últimos.

Las alternativas II, V y VI, son en comparación con las demás alternativas de pilotes, las que se comportan estructuralmente mejor, ya que las cargas horizontales son menores que en aquellas.

Las alternativas con respaldo a base de tablestacas, presentan problemas de fuga del terreno, produciéndose asentamientos indeseables.

5.6.- Conclusiones

Después de analizar los puntos anteriores, se eligió como alternativa más favorable, la I, por las siguientes razones:

- a).- Es la de costo más bajo.
- b).- El procedimiento constructivo en cuanto a dificultad, es comparable al resto de las alternativas.
- c).- No requiere gran cantidad de material pétreo.
- d).- Estructuralmente, se comporta bien.

e).- Según el modelo en estudio no se presentarán problemas de reflexión de olas.

f).- Las juntas frías entre módulos, no ocasionan pérdidas de relleno.

5.7.- Procedimiento de construcción

El muelle se está construyendo por medio de dos muros: un muro de atraque y uno de anclaje.

El muro de atraque va a ir en contacto con el agua, actualmente se está trabajando en seco, dejando 60 m. de banquetta para poder hacer los trabajos previos, este muro es del tipo Milán, el cual se está excavando por medio de una grúa tipo almeja, colocada en la parte mas baja de una barra Kelly y va a ir desplantado desde la cota - 13.00 m. hasta la cota 0.

De la cota 0 a la 2.20 m. se lleva una trabe de coronamiento, en ésta trabe van alojadas las estacas donde se van a fijar los tensores, los cuales van a ir colocados entre los muros de atraque y los de anclaje.

El muro de anclaje va colocado a 20.00 m. de distancia, paralelo al muro de atraque; ésto se hace con el objeto de -

darles firmeza; son paquetes de 10 tensores de 1 1/2" cada uno a 6 m.

Para la construcción del muro Kilán, es muy importante la elaboración de los lodos bentoníticos a través de agua y bentonita, el mezclado se debe hacer con mucho cuidado para no tener sedimentos, lo cual puede ocasionar que falle la acción de los lodos, ya que como se dijo antes, éstos tienen como función evitar los azolves de la excavación.

6.- Puerto de abastecimiento y refugio

Contaría con 2 100 m. de muelles marginales, capaces de recibir el número máximo de barcos abastecedores que operarán en el desarrollo de campos marinos en el Golfo de Campeche; así mismo, este puerto contará con bodegas, patios de tuberías y servicios suficientes para carga y descarga de los diversos materiales empleados en la perforación de pozos marinos. En esta área se prevén instalaciones para reparaciones de equipo marino menor.

7.- Puerto Petroquímico

Contaría con muelles en espigón de 350 m. cada uno, para -

recibir barcos petroquímicos hasta de 60,000 t.p.m., los -
cuales cargaran amoniáco, propano y butano y en una etapa
posterior se cargaran otros productos petroquímicos.

VI.- CONCLUSIONES

Al construir Petróleos Mexicanos la Terminal Marítima de Dos Bocas, para la mejor redistribución del petróleo en México, está contribuyendo al desarrollo de la población de Paraíso, Tabasco y sus alrededores, ya que está generando numerosas fuentes de trabajo que hace que se reduzca notablemente el desempleo en ésta localidad, y al mismo tiempo, se está elevando el nivel de vida de las personas que la habitan.

Así pues, es una obra que lejos de causar un problema, está produciendo un bien para el Municipio, para el Estado y en general para nuestro país.