



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

23
12

**CONSTRUCCION DE LA ESCOLLERA ESTE DEL
PUERTO PETROLERO SALINA CRUZ, OAXACA**

Tesis Profesional

**Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL**

p r e s e n t a

OCTAVIO ARANDA ESPINOSA

México, D. F.

1984





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.

INDICE

<u>INTRODUCCION</u>	1
<u>CAPITULO I PROYECTO</u>	10
<u>CARACTERISTICAS OCEANOGRAFICAS</u>	
I. <u>OLEAJE</u>	11
I.1 RECOPIACION DE DATOS	11
I.2 ANALISIS ESTADISTICO	12
I.3 ANALISIS RETROSPECTIVO DE HURACANES	15
I.4 ANALISIS PROBABILISTICO	16
I.5 TSUNAMIS	16
I.6 CAMPANAS DE REGISTRO CONTINUO	17
I.7 ANALISIS DE DATOS	20
II. <u>MAREAS</u>	24
II.1 RECOPIACION DE DATOS	25
II.2 MAREA DE TORMENTA	26
II.3 CAMPANA DE REGISTRO CONTINUO	29
II.4 ANALISIS DE DATOS	32
III. <u>VIENTOS</u>	
III.1 RECOPIACION DE DATOS	33
III.2 ANALISIS DE DATOS	33
III.3 CAMPANA DE REGISTRO CONTINUO	34
III.4 ANALISIS DE DATOS DE CAMPANA	36
IV. <u>CORRIENTES</u>	38
IV.1 RECOPIACION DE DATOS	38
IV.2 CAMPANA DE REGISTRO CONTINUO	39
IV.3 CAMPANAS COMPLEMENTARIAS	41
IV.4 ANALISIS DE DATOS	42

V. <u>MEMORIA DE CALCULO</u>	45
RESUMEN DE DATOS PARA DISEÑO	46
<u>CAPITULO II PLANEACION Y PROGRAMACION</u>	
I. <u>CRITERIOS BASICOS</u>	47
II. <u>CRITERIOS DE OPERATIVIDAD</u>	49
III. <u>ARREGLO GENERAL</u>	52
IV. <u>DIMENSIONAMIENTO</u>	55
IV.1 AREAS DE AGUA	55
IV.2 AREAS DE TIERRA	57
IV.3 REQUERIMIENTOS DE ATRACADEROS	57
V. <u>ROMPEOLAS</u>	61
V.1 ALTERNATIVA DEL ROMPEOLAS	61
V.2 ACCESO AL ROMPEOLAS	64
VI. <u>CANTIDADES DE OBRA</u>	66
VII. <u>DATOS TECNICOS</u>	67
VIII. <u>PROGRAMACION</u>	
VIII.1 CANTIDADES E IMPORTES	70
VIII.2 PERSONAL DE EQUIPO	73
VIII.3 ORGANIGRAMA	73
<u>CAPITULO III CONSTRUCCION</u>	76
I. <u>SUMINISTRO DE ROCA</u>	79
I.1 CARACTERISTICAS DE LOS BANCOS	79
II. <u>PROCESO DE EXPLOTACION DE LOS BANCOS</u>	88
II.1 EXPLOSIVOS	89
II.2 BARRENACION	96
II.3 PROCESO Y CARGA DEL BARRENO, TRONADO	105
II.4 REMOCION, SELECCION, MONEO Y CARGA	107
II.5 ACARREO	109
II.6 COLOCACION	113

III. <u>CONTROL DE OBRA</u>	120
III.1 SISTEMA HIDROLITO	120
III.1.1 ANTECEDENTES	120
III.1.2 DESCRIPCION	122
III.1.3 PROCESO OPERATIVO	126
III.2 BASCULA DE PESAJE	132
<u>CAPITULO IV ANEXOS</u>	
OLEAJE TABLAS 1 A 11	133
MAREAS TABLAS 12 A 18	143
VIENTOS TABLA 19,	150
FIGURA I	151
CORRIENTES FIGURA 2	152
TABLA 20	153
MEMORIA DE CALCULO	154
<u>CAPITULO V CONCLUSIONES</u>	163
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	

INTRODUCCION

La conquista del mar por el hombre ha sido una gesta que quizá no hemos sabido valorar. Se puede --- afirmar que en ella se basa el progreso de nuestra civiliza--- ción y que ha sido fuente infinita de riqueza para aquellos - pueblos que han sabido aprovecharla.

La historia nos da pruebas amplias y elo--- cuentes de tal hecho; habrían de transcurrir más de tres si--- glos y medio después de las primeras actividades astilleras - de Hernán Cortés, para que Salina Cruz se constituyera en un Puerto. Por eso a continuación trataré de esbozar brevemente el esquema del desarrollo marítimo en Salina Cruz, Oaxaca.

Salina Cruz nació como Terminal Marítima- Terrestre de la línea transistmica que comunica el Océano Pa- cífico con el Golfo de México, en donde se estableció la ter- minal de Puerto México, hoy Coatzacoalcos.

El proyecto de alcances internacionales, cuya realidad fuera un éxito entre 1907 y 1914, no pudo compe- tir con el Canal de Panamá no obstante el empeño de los Go--- biernos Federal y Estatal, Salina Cruz no pudo desarrollarse, observándose en la década de 1960-1969 incluso, una disminu--- ción en su tasa de crecimiento demográfico.

La política para un desarrollo equilibrado del País. Ha obligado a crear condiciones que tienden a fortalecer la economía de la región iniciándose su resurgimiento, la inclusión de México en el mercado petrolero internacional y teniendo a Japón como uno de sus mayores consumidores, se vió en la necesidad de construir el primer Puerto Petrolero alojado en la Costa del Océano Pacífico, en Salina Cruz, Oax.

Posteriormente con el desarrollo petroquímico de la zona de Minatitlán-Coatzacoalcos, Ver., se inició un movimiento importante de derivados del petróleo dirigidos a los puertos mexicanos del Pacífico a través de Salina Cruz y se incrementaron las actividades portuarias con las instalaciones del dique seco para la reparación naval.

Los productos más importantes del petróleo y derivados que provienen de Coatzacoalcos; para su distribución son: Diesel, Gasolina, Vapores, Mexolina, Tractolina; los cuales llegan por medio del oleoducto y de los Carros Tanque de Ferrocarril con un total aproximado anual de ----- 2'159,000 toneladas. Están destinados principalmente a los puertos de Acapulco, Manzanillo, Mazatlán y Guaymas.

El aumento en la demanda de combustibles en la zona del Pacífico, requiere de un mayor abastecimiento

por lo que Pemex instaló una nueva refinería a inmediaciones de la zona.

Y para satisfacer la demanda de petróleo y derivados; Pemex construye un oleoducto transistmico paralelo al ya existente y la instalación de unas boyas en mar ---- abierto, que preste servicio a embarcaciones internacionales, para la obtención de divisas tan necesarias para la Economía Nacional.

Teniendo en cuenta los factores de crecimiento señalados y previendo a futuro la interrelación con el Puerto de Coatzacoalcos por mecanismos terrestres, la Comisión Nacional Coordinadora de Puertos en Coordinación con Petróleos Mexicanos juzgó inaplazable realizar la construcción del Puerto Petrolero, ya que el actual es insuficiente por la diversidad de los productos que en el se mueven. El proyecto de el Puerto de Salina Cruz, tuvo que ser sometido a Estudios Físicos, Experimentales, de Planeación y Diseño de Obras de Infraestructura, dichos estudios requirieron de una etapa de recolección de datos, planeación, análisis y discusión de alternativas, que reúnen suficientes elementos de juicio, los cuales permiten adelantar los diseños de obras exteriores a reserva de verificarlo en modelos reducidos, con objeto de -- iniciar las obras de inmediato y cubrir los programas de construcción comprometidos, para el proyecto de esta Obra, que --

forma parte del plan global de desarrollo proclamado por el - Gobierno Federal; asimismo, dentro del proceso constructivo, en lo referente a colocación de la roca para la coraza, se es tá utilizando un nuevo método para la verificación de Taludes bajo el agua, apoyado por un Sistema Computarizado y su nom-- bres es Sistema Hidrolito, adaptado por el ING. BULMARO CABRE RA; Director de Diseño de Carreteras, de la Secretaría de Co- municaciones y Transportes; desplazando en esta obra los méto dos tradicionales como el ecosonda y el de pluma rígida que - son más cortos y menos confiables en la obtención de resulta- dos.

Esta escollera o rompeolas Este se encuen tra en construcción, en la Bahía del Márquez en Salina Cruz, Oax., que es el objeto de tema de esta Tesis.

Cuyos datos Técnicos son :

Características Oceanográficas

Oleajes:	Altura significante 4.34 m. provienen del Sur incidencias E y SE 33%, Sur 28% y 39% W y SW.
Mareas:	Niveles extremos 1.30 m. y -1.10 referi-- das al N.M.M.
Corrientes:	Velocidades máximas 1.1 m/S media 2 predominantes de Oeste a Este.
Viento:	El 61% del Norte velocidad med. 10.1 m/S.

por lo que Pemex instaló una nueva refinería a inmediaciones de la zona.

Y para satisfacer la demanda de petróleo y derivados; Pemex construye un oleoducto transistmico paralelo al ya existente y la instalación de unas boyas en mar ---- abierto, que preste servicio a embarcaciones internacionales, para la obtención de divisas tan necesarias para la Economía Nacional.

Teniendo en cuenta los factores de crecimiento señalados y previendo a futuro la interrelación con el Puerto de Coatzacoalcos por mecanismos terrestres, la Comisión Nacional Coordinadora de Puertos en Coordinación con Petróleos Mexicanos juzgó inaplazable realizar la construcción del Puerto Petrolero, ya que el actual es insuficiente por la diversidad de los productos que en él se mueven. El proyecto de el Puerto de Salina Cruz, tuvo que ser sometido a Estudios Físicos, Experimentales, de Planeación y Diseño de Obras de Infraestructura, dichos estudios requirieron de una etapa de recolección de datos, planeación, análisis y discusión de alternativas, que reúnen suficientes elementos de juicio, los cuales permiten adelantar los diseños de obras exteriores a reserva de verificarlo en modelos reducidos, con objeto de -- iniciar las obras de inmediato y cubrir los programas de construcción comprometidos, para el proyecto de esta Obra, que --

forma parte del plan global de desarrollo proclamado por el - Gobierno Federal; asimismo, dentro del proceso constructivo, en lo referente a colocación de la roca para la coraza, se es tá utilizando un nuevo método para la verificación de Taludes bajo el agua, apoyado por un Sistema Computarizado y su nom-- bres es Sistema Hidrolito, adaptado por el ING. BULMARO CABRE RA; Director de Diseño de Carreteras, de la Secretaría de Co- municaciones y Transportes; desplazando en esta obra los méto dos tradicionales como el ecosonda y el de pluma rígida que - son más cortos y menos confiables en la obtención de resulta- dos.

Esta escollera o rompeolas Este se encuen tra en construcción, en la Bahía del Márquez en Salina Cruz, Oax., que es el objeto de tema de esta Tesis.

Cuyos datos Técnicos son :

Características Oceanográficas

Oleajes:	Altura significativa 4.34 m. provienen del Sur incidencias E y SE 33%, Sur 28% y 39% W y SW.
Mareas:	Niveles extremos 1.30 m. y -1.10 referi-- das al N.M.M.
Corrientes:	Velocidades máximas 1.1 m/S media 24 cm/S predominantes de Oeste a Este.
Viento:	El 61% del Norte velocidad máxima 19.5 m/S med. 10.1 m/S.

Rompeolas

Rompeolas Este Longitud 1,855.00 m.

Ola de diseño 5.00 m.

Peso volumétrico de la roca 2.5 Ton.

Taludes 1.5:1.0

Coraza de Proy. 16 a 26 Ton. Total 185,607 M3 = 464,017.5 Ton.

Coraza reducida 3 a 8 Ton. Total 217,887 M3 = 544,717.5 Ton.

Secundario 1.5 a 3 Ton. Total 230,442 M3 = 576,105.0 Ton.

Núcleo 25 a 250 kg. Total 1'192,164 M3 = 2'980,410.0 Ton.

Volumen de proyecto Total 1'826,100 M3 = 4'565,250.0 Ton.

Localización

El sitio del proyecto en el que se encuentra ubicada es al - SW del actual Puerto y sobre la Bahía denominada Salinas del Márquez.

Las coordenadas geográficas según estudios del oleaje de la zona de la Bahía son:

16.07 Latitud Norte

95.00 Latitud Oeste

LOCALIZACION GEOGRAFICA



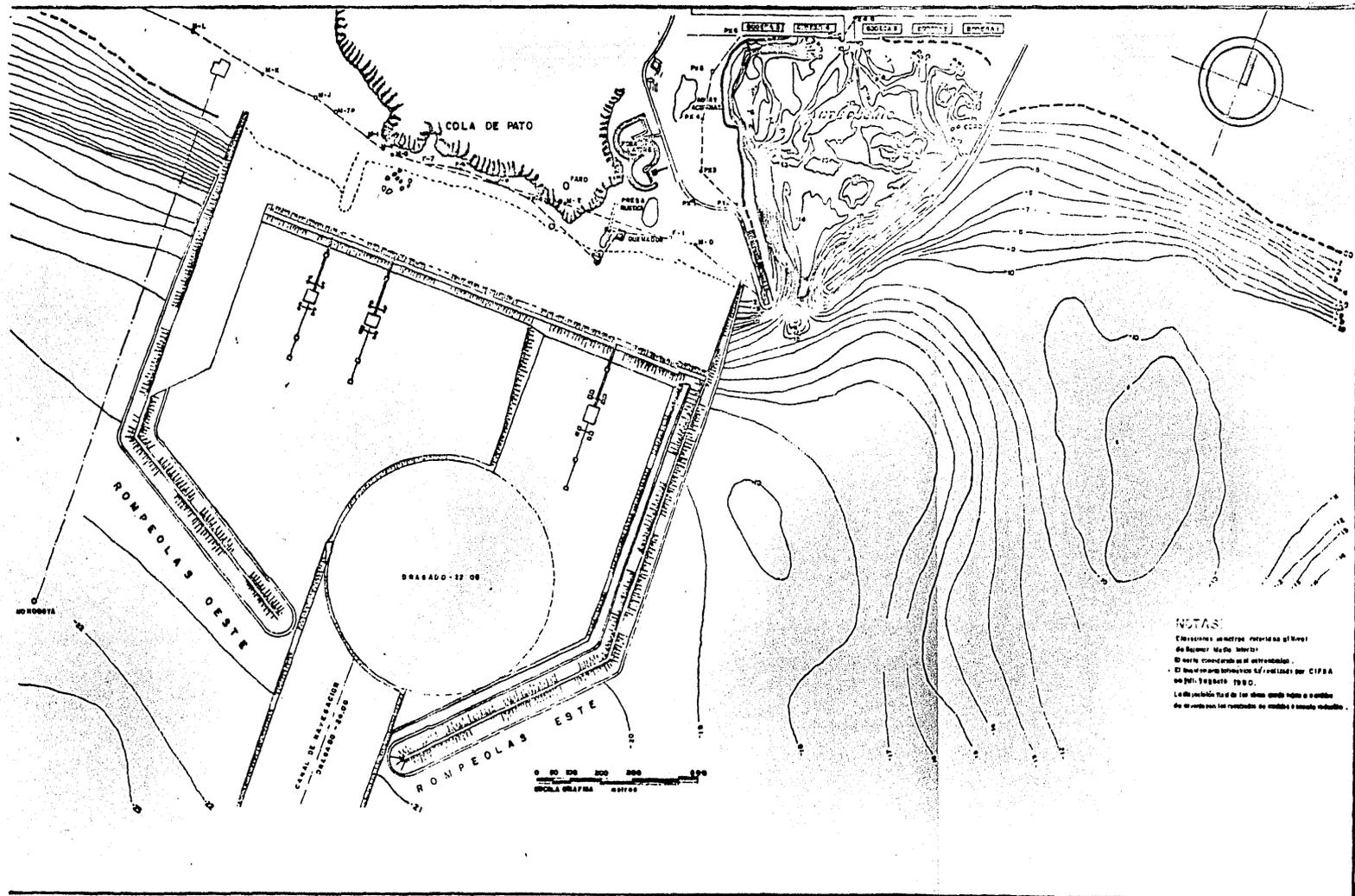
EL NORTE CONSIDERADO
ES EL ASTRONÓMICO.

GOLFO DE
MEXICO

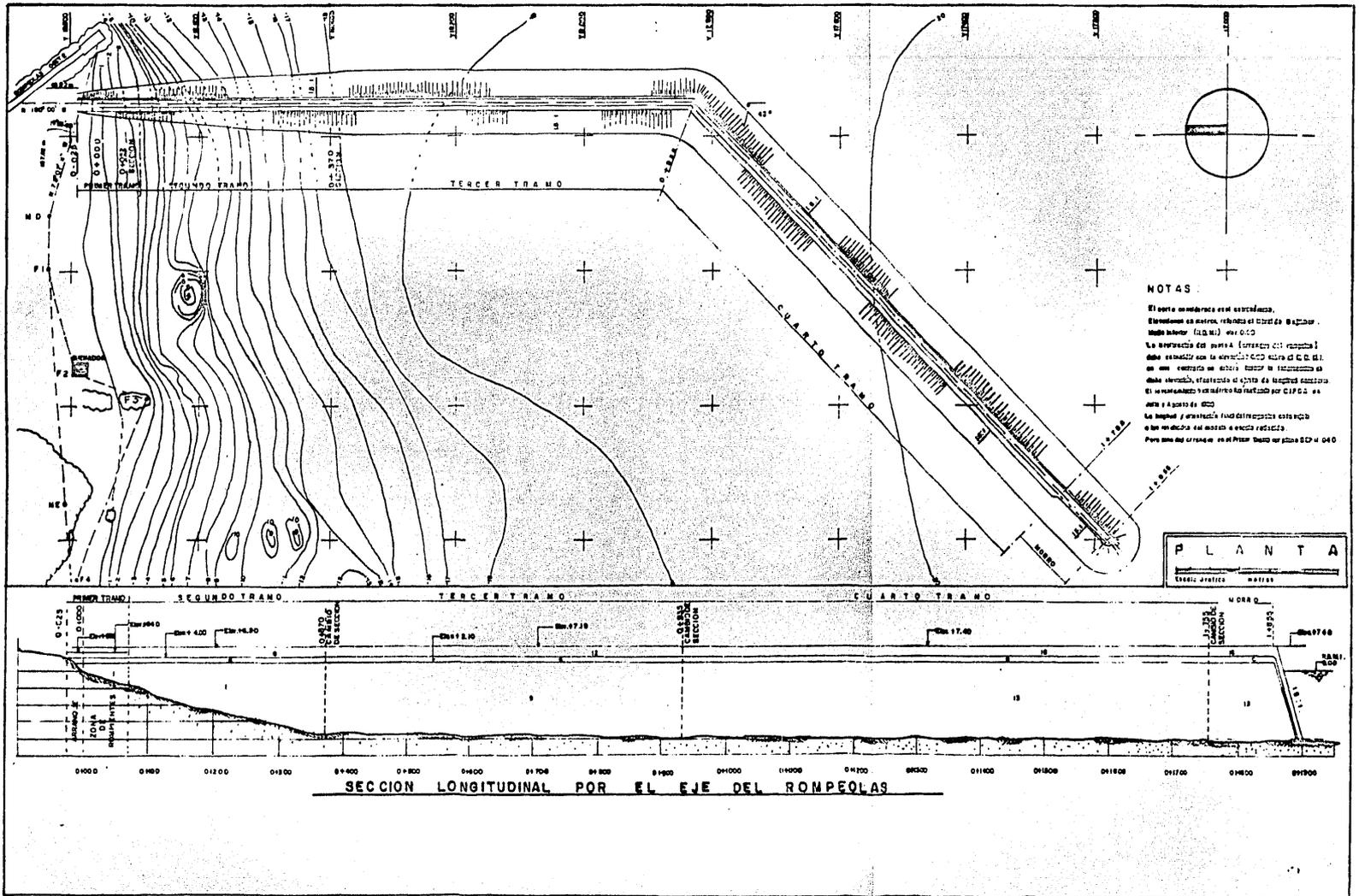
OCEANO
PACIFICO

OAXACA

SALINA
CRUZ



NOTAS
 Escala: 1:50.000
 El levantamiento topográfico fue realizado por el CIPSA en el mes de Agosto de 1980.
 La información de los datos de nivel y de las curvas de nivel son las resultantes de un estudio y trabajo conjunto.



NOTAS:

El corte se elabora en el estado de
 desarrollo en el punto de la obra.
 Para mayor detalle ver el D.O.
 La estructura del muro de contención es
 de concreto armado con la estructura de
 este sistema, el sistema de apoyo de la estructura
 es el sistema de concreto armado por CIPCA en
 una y a punto de 1000.
 La mampara y estructura de la estructura se
 o las mamparas del muro a cada 1000.
 Para más detalles ver el Plan. Dado en el punto 0+000 y 0+100

PLANTA

ESCALA: 1:1000

SECCION LONGITUDINAL POR EL EJE DEL ROMPEOLAS

CAPITULO I

PROYECTO

De los renglones más importantes en estudios para proyectos de obras marítimas se encuentra el de las características oceanográficas y meteorológicas, que determinan el dimensionamiento de las estructuras marinas para que cumplan con los objetivos para el cuál fueron diseñadas.

El presente capítulo está enfocado a definir aquellas características y parámetros oceanográficos que permitan diseñar adecuadamente las obras portuarias, analizando exhaustivamente las distintas fuentes, midiendo en el sitio los fenómenos, y procesando bajo distintos criterios los valores que los caracterizan utilizados en el proyecto del Puerto Petrolero, Salina Cruz, Oax.

Los fenómenos oceanográficos y meteorológicos más importantes para el objetivo del diseño de obras de infraestructura marítima son; el oleaje, las mareas, las corrientes y el viento, que en los siguientes incisos se describen brevemente, para la zona de estructura del Puerto Petrolero de Salina Cruz, Oax.

CARACTERISTICAS OCEANOGRAFICAS Y METEOROLOGICAS

I. OLEAJE

El estudio sobre oleaje consiste básicamente en la recopilación de datos de distintas fuentes que han registrado el fenómeno en la zona durante años, aunque en áreas muy extensas, complementándose con un registro continuo de datos o monitoreo medidos en el lugar durante la campaña de estudios que se han instalado en la zona efectuando posteriormente el análisis y procesamiento de estos datos para el establecimiento de los parámetros básicos para el diseño.

I.1 RECOPIACION DE DATOS

Las distintas fuentes de las que se obtuvo información concerniente al oleaje que afecta a la zona fueron las siguientes:

- 1) Cartas de Sea and Swell, publicadas por la Oficina Hidrográfica de E.U.A.
- 2) Estudio Oceanográfico de Predicción de Oleaje, elaborado por A. H. Glenn and Associates para el Estudio del Puerto Industrial de Salina Cruz.
- 3) Los datos recopilados por Department of Commerce U.S., en el cuadrante limitado por los 14 y 15° de latitud Norte y 95 y 96° de longitud Oeste.

- 4) Estudios físicos sistemáticos del Puerto de Salina Cruz, - Oax., publicados en la memoria N° 13 de la Secretaría de - Marina en julio de 1964.
- 5) El Estudio de Azolves en el Puerto de Salina Cruz, Oax., - elaborado por CIFSA Consultores en 1971.
- 6) Información Isobárica de la Dirección de Geografía y Meteo - rología de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidrául - licos.
- 7) Estudio Geográfico de la Región de Salina Cruz, Oax., de - la Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Maríti - mo de la Dirección de Geografía y Meteorología.

I.2 ANALISIS ESTADISTICO SEGUN LAS DISTINTAS FUENTES

La información analizada en este inciso, se refiere a los resultados del procesamiento de las cuatro - primeras fuentes, las cuales presentan en origen datos en dis - tintas formas. En el caso de las cartas del Sea and Swell, - la información se presenta en rosas de oleaje agrupadas las - incidencias en sectores de 45°, en rangos de altura de ola -- convencionales, clasificado en oleaje local (sea) y oleaje -- distante (swell) en forma mensual. La agrupación de estos da - tos en horas de acción al año se presenta en las Tablas 1 y 2, estos resultados indican que el 61.5% del tiempo se tienen en - tre indeterminaciones, calmas y otras direcciones de propaga - ción que no pueden incidir en la costa de Salina Cruz; el --- 20.5% oleaje en direcciones SW y W, el 6% del tiempo oleaje - proveniente de la dirección S y el 12% oleaje en las direccio - nes SE y E en rangos de altura muy amplios para un cuadrante

muy extenso, que no tiene agrupados los períodos con lo que -
deja esta información gran grado de incertidumbre.

En cuanto a la segunda fuente de informa-
ción, el estudio hecho por A. H. Glenn and Associates, se tra-
ta de un estudio más específico, aplicado a la zona que nos -
ocupa, cuya información se presenta en forma tabular, agrupa-
das las incidencias en sectores de 45° , en rangos de alturas
de ola más desglosados en forma mensual y clasificados tam-
bién los períodos. La agrupación de estos datos en horas de
acción al año, la primera en rangos de altura v.s. dirección
y la segunda en rangos de altura v.s. rangos de períodos, de
esta información podríamos concluir que las alturas de olas -
máximas provienen de la dirección S, SW y SE cuyo rango osci-
la entre 3.0 y 4.6 m, con altura media cuadrática (Hrms) de -
1.06 m, significante (Hs) de 1.5 m y período significante (Ts)
de 8 segundos.

En relación a la información recopilada -
del U.S. Department of Commerce, se presenta en forma tabular,
agrupándose las incidencias en rangos de 30° , alturas y perío-
dos en espacios más detallados, en forma estacional. El aná-
lisis y procesamiento de estos datos se presentan en las Ta-
blas 3 y 4, las cinco primeras correspondientes a la clasifi-
cación altura v.s. dirección en forma estacional y anual y --
las cinco últimas correspondientes a la clasificación período

v.s. dirección en forma similar. Dado que todas las fuentes anteriormente enunciadas recaban su información en aguas profundas, muchas de las direcciones registradas no incidieron en la costa en estudio como son las provenientes del NE, N y NW que registran un gran porcentaje de ocurrencias como puede observarse. Sin embargo el detalle de esta fuente permite -- análisis más completos, así en la Tabla 6, se presentan los resultados de las características significantes, altura media cuadrática, máxima por sectores de incidencia.

Por último, con relación a la campaña realizada por la Secretaría de Marina en 1964 en el Puerto de Salina Cruz en el renglón de oleaje, se efectuaron observaciones durante un año de las características, altura, período y dirección en forma puntual, cuyos análisis y agrupamiento se presentan en las Tablas 7 y 8 que respectivamente muestran la relación de altura de ola v.s. dirección y la relación de períodos. Esta información muestra una correspondencia en relación a los porcentajes de incidencia bastante confiables, ya que en el sitio es conocida la dominancia de la dirección SW sobre la SE, cosa que en las otras fuentes no se aprecia; sin embargo, en relación a las alturas de ola, ésta no es así ya que las olas máximas registradas son de 2.5 m, medidas una o dos veces por día y en condiciones de tormenta no se apreciaron medidas por lo que el rango de alturas de ola no es confiable.

A partir de esta información y de los datos que parecen más veraces se integró un año estadístico de oleaje para aguas profundas aplicable a la zona de Salina --- Cruz, cuyos valores se ilustran en las Tablas 9 y 10, que respectivamente muestran la relación altura v.s. dirección y períodos v.s. dirección. Valores que coinciden con lo observado a la fecha.

I.3 ANALISIS RETROSPECTIVO DE HURACANES

Con objeto de complementar el estudio sobre las características del oleaje, básicamente en lo que se refiere a sus condiciones extremas, se efectuó una recopilación de información meteorológica, que permitiera establecerlas. Para lo cual se recabó la información isobárica de 30 años (1950-1980) para aplicar el método, conocido como el --- S.M.B.

De esta información se encontraron diez ciclones cuyas trayectorias y configuraciones pudieron haber afectado en forma significativa la zona de estudio, los cuales se analizaron, dando como resultado los valores enlistados en la Tabla 9, de donde, se puede apreciar que la altura de ola máxima significativa en aguas profundas es de 5.25 m y el resto menores a cuatro metros, con un período máximo de -- 18 seg. correspondiente a la altura máxima y el resto variable entre 12 y 16 seg.

I.4 ANALISIS PROBABILISTICO

En cuanto al análisis probabilístico las alturas de ola, se calcularon a partir de la distribución de Rayleigh con base en las condiciones de oleaje normal, obteniéndose los resultados ilustrados en la Tabla 10, de la que se podría concluir como resultado significativo el correspondiente a un período de retorno de 50 años, que tiene una altura de ola máxima de 6.60 m; y considerando un grupo de 100 olas, una altura de ola significativa de 4.34 m.

En base al registro y procesamiento de datos con que se cuenta a la fecha de la estación oceanográfica, la máxima altura de ola registrada es de 2.40 m y períodos muy variables hasta de 24 segundos.

I.5 TSUNAMIS

El análisis sobre los Tsunamis o las ondas de largo período, se circunscribe a una recopilación de información sobre lo acontecido en la zona en este tema. A partir de los registros de la estación mareográfica de Salina Cruz, Oax., se obtuvieron las características del fenómeno en el puerto; siendo los datos con que se cuenta del ocurrido el 4 de noviembre de 1952 cuyo origen sísmico tuvo lugar en Kamchatka, Japón, y el del 28 de marzo de 1964 generado por un -

sismo en Alaska, cuya gráfica se muestra en la Figura II, como puede apreciarse, las ondas que penetraron al puerto alcanzaron poca altura (20 a 30 cm) pero grandes períodos del orden de 20 minutos, o sea estas características ya en las zonas bajas no afectaron las instalaciones, ni a las embarcaciones que se encontraban en el puerto, pasando desapercibidos y es que tuvieron gran disipación de energía en su propagación hacia este punto, aunque se tienen testimonios de que afectaron otros países. Por lo que es poco probable de que este tipo de fenómenos afecten el proyecto del nuevo Puerto.

I.6 CAMPANAS DE REGISTRO CONTINUO

Como puede observarse de los análisis anteriores la información existente es escasa, dado los pocos datos con que se cuenta y dispersos en un área muy grande y aunque aplicable mediante métodos indirectos a la zona de estudio, sería conveniente, dada la importancia del nuevo Puerto, profundizar en estos aspectos, que permitan mejorar el conocimiento de las condiciones físicas del oleaje para lograr diseños más racionales. Para lo cual se estableció una campaña de registro continuo con un ológrafo autónomo de presión - marca Interocean, modelo WG/7500; el aparato se instaló en un punto intermedio de la zona de estudio para su representatividad, y a una profundidad de 10 m, a la altura del poblado La Reforma, según se ilustra en el plano SC III.1, además de ---

apreciarse algunos aspectos del conjunto de la instalación de la estación oceanográfica.

En cuanto a la instalación se refiere, se colocó una boya cilíndrica luminosa de señalamiento de 2.5 m de alto por 2 m de diámetro anclada a un muerto de concreto de 10 Ton. para identificar la posición de la estación oceanográfica y prever los consecuentes problemas que podría acarrear el tráfico de las embarcaciones pesqueras que abundan en la zona. Para la sujeción del aparato se colocó otro muerto de concreto de 5 Ton. con una estructura de varillas de acero anclada a éste, el cual se botó a unos 50 m de la boya para evitar su interferencia, junto con éste también se colocó un tercer muerto con los corrientómetros. La maniobra se llevó a cabo con un camaronero de 50 Ton. de capacidad auxiliándose con buzos en la colocación.

El aparato se programó para efectuar lecturas cada segundo, durante 16 minutos aproximadamente con un sistema de encendido cada 3 horas, con lo que se podrían obtener registros continuos de unas 100 olas en cada tren, o sea de 20,000 a 25,000 olas mensualmente.

La dirección del oleaje se midió desde la playa mediante observaciones directas con tránsito, refiriendo dicha dirección, a la poligonal de apoyo en uno de sus vértices.

tices, realizando diariamente dos lecturas, una por la mañana y otra por la tarde, lo que permitiría agrupar los oleajes -- por dirección, altura y período.

En cuanto al mantenimiento, éste se hizo cada 21 días, sacando los aparatos cambio de baterías, cambio de cassettes, limpieza de conchuela adherida, una revisión exhaustiva del funcionamiento de sus partes y cambios de partes conducentes en su caso para la reinstalación posterior.

Los cassettes así obtenidos fueron muestreados en Salina Cruz para verificar que los datos se habían registrado y que había operado adecuadamente y posteriormente leídos en las oficinas en México para su interpretación y procesamiento. El equipo de lectura consistió en dos lectoras - Inter Ocean, modelo 696 y dos impresoras Teleprinter, modelo 43 de 300 BPU con lo que alcanzaba un tiempo de 8 horas aproximadamente en la lectura de cada cassette con 240,000 datos puntuales. En la Tabla 11 se muestran 5 grupos de datos obtenidos en agosto de 1981, que ejemplifican el tipo de información resultante y significados de los valores, los cuales están referidos a un nivel de aguas tranquilas establecido por el mismo aparato, por lo que resultan algunos valores negativos.

I.7 ANALISIS DE DATOS

Los cassettes con la información se procesaron en la Ciudad de México, resumiendo los datos en intervalos de tiempo de medio día (correspondiente a cada observación de dirección), una vez clasificados, se elaboraron resúmenes mensuales, que a su vez fueron integrados en análisis estadísticos trimestrales para cada estación del año; concluyendo finalmente en un resumen anual.

El estudio estadístico se llevó a cabo a partir del inicio del Verano de 1980 y concluyó con la terminación de la Primavera de 1981; las direcciones se agruparon en intervalos de 15° y las alturas en intervalos de 0.20 m., clasificando los períodos a cada 2 segundos.

Este análisis queda plasmado en los planos SCIII-23 a SCIII-27, en los cuales se presentan: Localización de la estación, gráficas representativas del oleaje, esquemas representativos en forma de rosa de oleaje, el tren máximo durante el trimestre en estudio y las tablas de distribución de altura v.s. períodos, incluyendo también las tablas presentadas en este informe.

Como puede apreciarse, los resultados arrojados por este estudio fueron los esperados en cuanto a -

período y dirección de oleaje, predominando un período medio del orden de 14 seg. y significativo del orden de 18; siendo - asimismo, dominante la dirección Sur del oleaje, y la del Oeste sobre el Este.

Por lo que respecta a las alturas de ola, éstas tuvieron por debajo del promedio esperado, presentándose la condición crítica en la primavera de 1980, con una Hrms de 0.93 m, y Hs de 1.38 m. independiente a la dirección, y para la S-SE una Hrms de 1.27 m. con una Hs de 1.60 m, y una -- frecuencia del 26.85%.

En los otros trimestres las Hs estuvieron por debajo de 1 m. de altura.

Por otro lado, en lo que respecta a las - alturas de ola máximas que se presentaron fueron entre los -- 3.5 y 4 m., pero en forma bastante escasa.

El hecho de que el análisis haya arrojado alturas de ola tan bajas puede explicarse entre otras cosas - por los siguientes factores:

- a) El análisis se realizó sobre alturas de ola refractada hasta la cota -10 m., variando los coeficientes de refracción entre 0.142 para la dirección Oeste y 0.928 para la dirección Sureste, a ello se debe que en la dirección Oeste se presenten alturas de ola más pequeñas que en el Este.

- b) El período de análisis (1 año) es muy poco representativo de las condiciones imperantes en el sitio, ya que este período bien pudo haber sido de calmas, o viceversa.

Un ligero análisis de las distintas fuentes de información nos arroja datos de tal divergencia como los siguientes:

En cuanto a período se refiere este estudio (CIFSA 1980-81) da valores significantes del orden de --- 18 seg., mientras que A. H. Glenn and Associates da $T_s \pm 8$ -- seg., para este caso cabe señalar que los períodos $T_m \pm 14$ -- seg., y $T_s \pm 18$ seg. son bastante confiables.

En cuanto a direcciones se refiere, se -- llega a la conclusión general de que existe la dominancia Sur, predominando la dirección Oeste sobre la Este.

Por lo que a alturas respecta, es el renglón que presenta mayor discrepancia; por ejemplo:

Este estudio da alturas máximas de ola de 4 m., la memoria 13 de la Secretaría de Marina da alturas máximas de 2.5 m. y el U.S. Department of Commerce hace lo propio con rango de 6 a 7.5 m. de altura, esta última referida a la zona de aguas profundas; aunque un intervalo de convergencia podría ser del orden de 4 a 5 m. de altura de ola máximas.

Para poder eliminar cualquier divergencia en el criterio de selección de alturas de oleaje, sería muy recomendable continuar con el análisis estadístico oceanográfico de la región, apoyado por campañas sistemáticas de medición directa, lo cual redundaría en una mejor operación portuaria, así como en una mejor planeación del aprovechamiento de los recursos naturales en la zona.

II. MAREAS

El fenómeno de las mareas es ocasionado por la atracción de cuerpos celestes sobre la superficie líquida de la tierra.

Los dos cuerpos celestes que tienen influencia decisiva en las mareas son el Sol y la Luna, ésta, por su cercanía a la Tierra y el Sol, por su enorme masa; siendo sin embargo, la atracción de la Luna 2.18 veces mayor que la del Sol.

Ya que la Fuerza de Atracción es regida por la Ley de la Gravitación Universal.

Existen dos teorías que explican el fenómeno de las mareas; una desarrollada por Newton que se conoce como "Teoría Estática de las Mareas" y la otra presentada por Laplace que se denomina "Teoría Dinámica de las Mareas".

El estudio sobre mareas se apoyó básicamente en tres aspectos; el primero consistió en la recopilación de datos registrados durante varios años en el sitio, que permite establecer los niveles significativos del mar, el segundo en la predicción de marea bajo condiciones extremas de tormenta, conocida como marea de tormenta y por último una

campana de registro continuo de niveles del mar en el sitio - del futuro puerto para verificar, si las variaciones con respecto a los registros y predicciones puedan ser significantes.

II.1 RECOPIACION Y ANALISIS DE DATOS

La recopilación de datos se basó en las - publicaciones y registros efectuados por el Instituto de Geofísica de la U.N.A.M., a través de sus Tablas de Predicción de Mareas, cuyos registros se han efectuado de 1952 a 1971, - por medio de un mareógrafo instalado en uno de los extremos - del muelle de PEMEX en su parte exterior, mismo que dejó de - operar a raíz de un accidente, por las maniobras de una embarcación.

De los múltiples años en los que se reali- zaron estos registros se establecieron las constantes armónicas que permiten determinar con exactitud la predicción de ma- reas, mismas que se observan con bastante coincidencia, te- - niéndose bien establecidos los niveles significativos de ma- rea, los cuales se indican en la Tabla 12, cuyas variaciones máximas pueden oscilar en torno a 2.4 m.

Otras características importantes de este registro son las proporciones de la marea dominante en la zo- na, la cual es del tipo semidiurno con amplitud de 1.30 m. -- aproximadamente.

II.2 MAREA DE TORMENTA

El avance de un huracán hacia la costa -- trae consigo una sobreelevación en el nivel normal de la marea, misma que en el peor de los casos se podría sumar a una pleamar y en el mejor de los casos los efectos de elevación -- tenderán a equilibrarse.

El término "Marea de Tormenta", se refiere a la medición del nivel de la marea observado bajo la presencia del meteoro; sin embargo, los efectos del mismo son -- una sobreelevación del nivel normal de la marea.

Este inciso trata de estudiar esta sobreelevación, la cual tiene dos componentes fundamentales que -- son las siguientes:

- I) La producida por el efecto de la generación de un gradiente b \bar{a} rico dentro del campo de acción del huracán.
- II) La producida por los esfuerzos cortantes generados entre el viento y la superficie libre del agua.

El criterio utilizado para valuar estas -- componentes fué el desarrollado por BRETSCHNEIDER, él cual -- considera los siguientes parámetros:

$$h = h_1 + h_2$$

Donde:

h_1 = sobreelevación según el inciso I.

$h_1 = 1.14 \text{ APo} (1 - e^{-R/r}) \text{ ft}$

$h_1 = (0.3048) (1.14) \text{ APo} (1 - e^{-R/r}) \text{ m.}$

En esta fórmula:

h_1 = sobreelevación según el inciso I -
piés.

1.14 = factor de conversión de pulgadas -
de mercurio a piés de agua.

APo = diferencia de presión PN - Po.

Po = presión mínima (en el centro del -
huracán).

PN = presión normal en el sitio.

R = distancia radial del centro del me-
teoro al diámetro donde se suceden
las velocidades máximas (en un sis-
tema compatible con r).

r = distancia radial del centro del hu-
racán al punto en estudio.

$$h_2 = \sum_{i=1}^n h_i$$

$$h_i = dm \frac{(2K M Mx \frac{x}{g dm^2} + 1)^{1/2} - 1}{1}$$

En esta fórmula:

h_i = altura según inciso II en m.

dm = profundidad media en el tramo consi-
derado.

K = parámetro que involucra las condicio-
nes del esfuerzo cortante; numérica-
mente igual a 3.3×10^{-6}

U = velocidad del viento formativo en --
m/seg.

U_x = componente de la velocidad del viento en la dirección en estudio.

x = intervalo de distancia considerado para cada dmi, en m.

g = aceleración de la gravedad 9.81 m/seg^2

En el caso de Salina Cruz, Oax., se valió el fenómeno en 8 huracanes, los cuales tuvieron lugar entre los años de 1973 y 1978; el resultado de este análisis arrojó los resultados que se muestran en las Tablas 13, 14, 15 y 16, en las cuales se puede apreciar que el efecto más desfavorable fué una sobreelevación de 0.40 m. sobre el nivel normal de la marea.

La Tabla 13 muestra los huracanes considerados, así como sus principales características físicas, estos datos así como algunos otros fueron estimados de los cuadernos de cartas de previsión del tiempo que editó el Servicio Meteorológico Nacional en estos años.

La Tabla 14 muestra el resumen de los cálculos de h_1 para todos y cada uno de los meteoros considerados; en ésta se puede apreciar que el efecto de la sobreelevación por diferencia de presiones es prácticamente despreciable, variando ésta entre los 0.05 y los 0.065 m. de altura.

Por otra parte las Tablas 15 y 16 nos ---

muestran el cálculo de la sobreelevación por corte, la cual resultó ser de bastante más importancia que la anterior, variando entre los 0.14 y los 0.34 m. de altura.

Esta estimación se realizó para una combinación que se consideró desfavorable para el sitio; esto es:

- Se tomó $R = r$; o sea el sitio se localiza en la zona de vientos máximos.
- Se consideró $U = U_x$, esto es que los vientos de generación coincidieron con los vientos de incidencia al sitio.

Por otra parte, el estudio se realizó a partir de la profundidad de 200 m. y a lo largo de 36.36 km. de longitud hasta la playa.

Finalmente la conclusión de esta estimación queda plasmada en la Tabla 16 A, la cual muestra los resultados de las 2 estimaciones para cada uno de los huracanes, así como la suma de los efectos de ambos conceptos.

II.3 CAMPANA DE REGISTRO CONTINUO

Como se puede deducir del inciso 3.1, la información sobre mareas en el sitio puede calificarse como confiable, ya que además de abarcar un período de 15 años de registro, tiene identificados los parámetros fundamentales de la onda de marea.

Sin embargo, con el objeto de apoyar este estudio y para particularizar en el sitio del nuevo puerto, se propuso una campaña de registro continuo de mareas, para corroborar los datos que hasta la fecha se tienen.

Para lograr este fin, se procedió a instalar en la estación oceanográfica, con los mismo criterios que en el caso del ológrafo y el corrientómetro; un mareógrafo autónomo de presión, marca Interocean, Modelo TG/7,500 M.

Este aparato tiene la particularidad de filtrar las ondas de corto período (oleaje), con lo cual su registro está compuesto con valores medios de la elevación de la superficie libre del agua.

La sujeción se realizó mediante estructuras similares a las del ológrafo, llevando este aparato a la profundidad de 17 m, bajo el N.M.M.; programando el mecanismo para tomar lectura cada minuto, con lo cual se obtendrían alrededor de 30,000 datos por colocación de cassette (cada 21 días).

Asimismo, el mantenimiento del aparato se realiza cada 3 semanas, cambiando baterías y cassettes, limpiando la conchuela adherida, revisando exhaustivamente los aparatos y reparándolos en sus defectos, para su inmediata reinstalación.

Los cassettes se muestrearon en el sitio para verificar que el aparato estuviera trabajando correctamente y posteriormente fueron enviados a la Ciudad de México, para su lectura y procesamiento. El equipo de lectura al --- igual que en los casos anteriores, consistió en dos lectoras Interocean, Modelo 696 y dos impresoras Teleprinter, Modelo 43 de 300 BPU, con lo cual se alcanzaba un tiempo de lectura de aproximadamente 1 hora.

En la Tabla 17, se muestran 2 grupos de - datos obtenidos en febrero de 1981, que ejemplifican tanto la obtención de la información, como su significado y procesa--- miento; de estos grupos uno corresponde a bajamar y el otro a pleamar; como se puede apreciar el aparato no alcanzó a fil--- trar del todo las ondas de corto período, por lo cual el criterio de estimación fue el de promediar 8 lecturas continuas.

Ya que se presentaron ciertos problemas - en la operación de este aparato por defectos de fabricación, se hicieron observaciones periódicas con una regla instalada en el Muelle de PEMEX, con objeto de complementar los datos y verificar la correcta operatividad, siendo estas las lecturas directas medidas en campo.

II.4 ANALISIS DE DATOS DE LA CAMPANA

Se diseñó una tabla para vaciar los datos en forma horaria, para cada día del año, cuya forma se presenta en la Tabla 18, que como puede apreciarse corresponden las columnas a la hora, el valor esperado, según las tablas de -- predicción de pleamares y bajamares, las mediciones directas de regla en forma horaria y el registro continuo obtenido del mareógrafo. Este último con dos columnas, una de las cuales, la titulada, lectura, se anotó el valor promedio correspondiente a los registros de una hora ya que los datos se obtienen cada minuto y no presentan secuencia ordenada, y la segunda columna, titulada corrección, para corregir los datos por desfasamiento en el tiempo y referirlos al plano de comparación.

En conclusión, habiéndose observado con concordancia en el registro de amplitudes, pueden considerarse los niveles significativos de marea, los anotados en el -- primer inciso.

III. VIENTOS

El estudio sobre vientos consistió en dos aspectos; el primero se basó en la recopilación de datos de registros efectuados en la zona, varios años atrás, que permitan tener una validez estadística, y que establezcan el patrón que caracteriza a la zona, mientras que el segundo se circunscribe a una campaña de registro continuo de datos en tres sitios de la zona en estudio, dada la importancia de los vientos en ésta.

III.1 RECOPIACION DE DATOS

Aunque en la zona exista una estación meteorológica los datos reportados en ella tienen poca validez, y que no se cuenta con un anemómetro que establezca con precisión la magnitud y dirección de los vientos detectándose éstos en base a los patrones de Beufort y la apreciación del observador. Por otra parte se recopiló información de la referencia "C" enlistada en el capítulo de oleaje de la que se tiene un registro bastante completo, que data de 54 años (1917-1971) agrupada en sectores de 30° en rangos de 4 nudos, cuyos valores se presentan en las tablas y clasificándose en horas de acción, en cada uno de los meses del año, estas Tablas no se incluyen en la Tesis, observándose en todos los meses una dominancia de los vientos provenientes del Norte, Noroeste y Noreste.

III.2 ANALISIS DE DATOS

En si, las tablas enunciadas en el inciso, llevan un cierto proceso consistente en la transformación de porcentajes de acción en horas. El resumen trimestral y anual se presenta en las Tablas 19 a 23 que corresponden respectivamente a las estaciones de Invierno, Primavera, Verano, Otoño y al resumen de un año de lo que puede observarse una dominancia de los vientos en la dirección del NW al NE en un 65% del tiempo siendo lo más importante del N y NNE en cuanto a frecuencia y magnitud se refiere, siendo la velocidad máxima en la dirección N con una magnitud de 60 a 69 nudos.

A partir de los resultados anteriores, se elaboraron los diagramas de Lenz, en forma estacional y anual elaborando en cada caso, un diagrama de frecuencias (n), el producto frecuencia-velocidad ($n \times v$), el de velocidad media (V. med.) y el de velocidad máxima, que se muestran en las Figuras 1 a 5 de las que se observan una dominancia en la dirección NNE correspondiéndole una velocidad media de 19.38 nudos.

III.3 CAMPANA DE REGISTRO CONTINUO

Dada la importancia de los vientos en la zona, el testimonio de los efectos en la región de la Ventosa y siendo un factor de especial trascendencia para la selec---

ción del sitio, donde se construirá el futuro Puerto Industrial, se convino el estudiar las características del viento por microregiones en tres sitios ya que los accidentes topográficos pueden tener efectos significativos. Los sitios seleccionados para la medición fueron la zona comprendida entre la escollera Oeste y el Espigón de Cola de Pato, para verificar la zona del Puerto Petrolero, otro en la zona de la Ventosa a la altura del poblado La Reforma para verificar las alternativas en torno a esta zona y por último en la zona de la Bahía del Márquez en la zona de la Laguna Salina del Márquez.

Los equipos utilizados fueron anemocinómetros grafos de registro continuo marca Rossbach, modelo 11.12 tipo propela con indicador para verificar el funcionamiento, éstos se instalaron en casetas, ubicándose las propelas 6 m. arriba de ésta.

El programa de registro es continuo y gráfico simultáneamente indicando dirección y magnitud, durando un mes ininterrumpido el rollo de papel, dándosele un mantenimiento consistente en la revisión de su operación, cambio de papel, tinta y baterías periódicamente.

Para ejemplificar el tipo de registro, se anexa la Figura 6 en la que se observan cambios de dirección del flujo del aire y las variaciones en la magnitud del vien-

to en el tiempo, en la misma gráfica se hacen las indicaciones en cuanto a la interpretación de éstas, también a manera de ejemplo puede observarse que en el período de las primeras horas del 26 de agosto de 1981, se presentó un viento proveniente del Este, que alcanzó una velocidad máxima de 10.5 m/seg. a las 06:10 hrs., cambiando posteriormente a la dirección SSW.

III.4 ANALISIS DE DATOS DE LA CAMPANA

Las gráficas de los 3 aparatos fueron trasladadas a la Ciudad de México, en donde se procesaron de la siguiente manera:

Para cada 20 minutos de acción del viento se hicieron las observaciones de velocidad y dirección, en intervalos de 45° de dirección y 2 m/seg. de velocidad; estos valores fueron vaciados en tablas específicamente diseñadas para este fin, cuyo contenido es, para un día completo:

- La observación de la velocidad máxima para cada dirección.
- El cálculo de la frecuencia para cada dirección.
- El cálculo de la frecuencia para cada intervalo de velocidad.
- El cálculo de la velocidad media para cada dirección.
- El cálculo de la velocidad media general.

Una vez realizados estos análisis elementales, se resumieron en forma mensual, estacional y anual, -- calculando los mismos parámetros fundamentales para cada uno de estos resúmenes estadísticos de viento; para concluir finalmente con la Tabla 24, que corresponde al año estadístico del anemocinómetro # 1, Puertos Libres.

La conclusión de este tipo de análisis, - en los que se muestran los resúmenes mensuales, estacionales y anual de las estaciones, con sus respectivos Diagramas de Lenz, elaborados con las tablas mostradas.

IV: CORRIENTES

En relación al análisis de corrientes en la zona, éste consistió, en la recopilación de datos registrados en la misma por las embarcaciones que transitan por ella; publicadas en las cartas de Northeastern Pacific Ocean, Surface Currents and Temperatures, Hydrographic Office of The U.S. Navy, Washington, D.C., 1974 y una campaña de registro continuo puntual con campañas complementarias estacionales en diversos puntos de la zona en estudio con equipo oceanográfico que permitiera establecer el patrón que caracteriza a la zona.

IV.1 RECOPIACION Y ANALISIS DE DATOS

La información en materia de corrientes - en general es bastante pobre ya que el área que se cubre con estos datos es muy extensa y corresponde a los registros de - embarcaciones que transitan por la zona, cubriendo cuadrantes de un grado de latitud y longitud, agrupados en promedios --- anuales, no contando con un registro mayor de 1,000 datos por cuadrante que desde el punto de vista estadístico es bastante pobre, pudiéndose además considerar como patrones generales y no particulares de la zona en estudio. Esta información se - presenta en la Tabla 25, correspondiendo el cuadrante I y II al ilustrado en la Figura, en el que puede apreciarse una dominancia de las corrientes provenientes del Oeste con magnitu

des medias no mayores de 25 cm/seg. siendo difícil por la escasez de datos y dispersidad de éstos, mayores conclusiones al respecto.

IV.2 CAMPANA DE REGISTRO CONTINUO

Dada la poca precisión de la información estadística de corriente, la particularidad del caso que en ocasiones difiere bastante de los patrones generales, y la importancia de conocer las corrientes que caracterizan a la zona, para diseños más racionales, se propuso una campaña de registro continuo de corrientes que permitiera establecer el patrón del mismo.

Para la realización de estos objetivos, se utilizó la misma estación oceanográfica a la que se hizo referencia en el Capítulo de Oleaje, adaptando un muerto a la sujeción de los corrientómetros. El equipo utilizado para esta campaña de un año, fueron tres corrientómetros marca Interocean, modelo 135-M, de rotor para el registro de magnitudes y un sistema magnético para la identificación de direcciones, colocados en una sola línea a tres niveles en la batimétrica -10 m., tensados éstos con una boya de 300 kg. para mantenerlos verticales.

Los aparatos se programaron para efectuar

lecturas cada 8 segundos, durante 16 minutos (6 grupos) con - encendido cada hora, con lo que se obtienen 120 datos en cada secuencia, o sea alrededor de 85,000 datos mensuales.

En cuanto al mantenimiento de los equipos, éste se hizo cada 21 días, sacando los aparatos, cambio de baterías, y cassettes, limpieza de conchuela adherida, que en este caso es bastante importante ya que la proliferación puede obstaculizar el movimiento del rotor, y por último una revisión exhaustiva de sus partes, así como los cambios conductentes en su caso para su reinstalación posterior.

Los cassettes, así obtenidos fueron sacados y muestreados en Salina Cruz para la verificación de los datos y que la operación hubiera sido normal coincidiendo los datos registrados con los esperados; posteriormente éstos mismos cassettes se leyeron, interpretaron y procesaron en México.

El equipo para lectura de estos cassettes es el mismo utilizado y descrito para el ológrafo, ocupando un tiempo de lectura de unas 6 horas para 120,000 pares de datos. En la Tabla 26 se muestran 8 grupos obtenidos en junio de 1981, que ejemplifican el tipo de información resultante y significados de los valores, para uno de los aparatos, los cuales se agrupan en pares de valores en grupos de 30, signi-

ficando el primero la dirección de la corriente y el segundo la magnitud.

En este caso, los valores impresos son -- claves con un significado; teniendo la escala de direcciones de 000 a 255, siendo estos valores, la equivalencia a la dirección de una corriente que viaja hacia el norte o sea 0 ó 360° respectivamente; en cuanto a la magnitud de las corrientes los valores son similares ya que las escalas varían también de 000 a 225, siendo este último equivalente a una velocidad de 3 m/seg. variando en forma proporcional, según puede apreciarse en la Tabla 26 en donde se ilustra un ejemplo.

IV.3 CAMPANAS COMPLEMENTARIAS

Para verificar los patrones de corrientes, se efectuaron campañas complementarias al registro continuo de corrientes, muestreando otros parámetros como son temperaturas y salinidades a diferentes profundidades y en diferentes sitios.

La forma en la que se realizaron estas -- campañas fué utilizando un corrientómetro portátil marca Interocean, modelo 135-R adaptándole sensores de temperatura, salinidad y profundidad, con registro digital de agujas de los cinco parámetros simultáneamente, además verificando la direcç

ción de la corriente con pantallas de deriva que marcan claramente las tendencias.

Las mediciones se efectuaron en cinco secciones y en tres puntos a cinco profundidades en cada uno, o sea 75 puntos de muestreo en torno a una zona comprendida entre Punta Conejos y La Reforma. Estos registros se realizaron durante un ciclo de marea que se controló simultáneamente, checando a diferentes horas los parámetros para ver en una gráfica continua la variación de éstos con el ciclo de marea, en cuatro épocas del año.

IV.4 ANALISIS DE DATOS DE LAS CAMPANAS

Al igual que con los datos de oleaje, los registros de corrientes se procesaron en la Ciudad de México, en resúmenes diarios, calculando para éstos: el porcentaje de acción de cada dirección y la velocidad media de la misma; -- así como la velocidad media independiente de la dirección, lo cual permitiría observar, si existe dominancia de alguna dirección con respecto a las otras, así como los días de mayor velocidad del flujo.

Las direcciones se clasificaron en intervalos de 45° y las velocidades en clases de 20 cm/seg. cada una; el registro dió comienzo con el Verano de 1980, finali--

zando con la Primavera de 1981, lo cual da un año estadístico de medición continua de corrientes.

Los resúmenes diarios pasaron a formar -- parte de los mensuales, que a su vez, fueron integrados en -- análisis estadísticos trimestrales de corrientes (una para ca da estación del año), para concluir finalmente en el resumen anual 1980-1981.

La Tabla 27 muestra los resultados de este análisis, a resúmenes estacionales de velocidad v.s. direc ción así como el resumen anual de los mismos parámetros.

Como puede observarse en esta tabla, la - información es abundante y bastante confiable, encontrándose buena correlación entre las campañas de registro continuo y - las campañas sistemáticas de medición directa.

Como se mencionó anteriormente, los resul tados del análisis se estiman bastante confiables en general, aunque no resultan válidos para un intervalo de tiempo menor, por ejemplo de un día o una semana.

Junto con este análisis se llevó a cabo - otro para un intervalo de tiempo de 24 hrs., dentro del día - en que se registró la máxima velocidad media del flujo, este

ligero análisis se realizó muestreando datos para intervalos de 3 horas de duración.

Los resultados de este estudio se presentan en la Tabla 28, en la cual se aprecian claramente las altas velocidades y la fuerte dominancia de la dirección Oeste; esta tabla representa la condición crítica presentada durante el año en estudio, con fecha 24 de junio de 1980, a la vez -- que contrastó con las tablas de los resúmenes trimestrales y anual, en las cuales apreciamos claramente la dominancia no tan acentuada de la dirección Oeste y velocidades medias que varían entre los 20 y 30 cm/seg., siendo como es fácil explicarse mayores en la superficie que en el fondo.

V. MEMORIA DE CALCULO

OLA DE DISEÑO:

Hd = 5.00 m.

MATERIALES:

Roca con peso volumétrico : Sr = 2.50 Ton/m³

ESTRUCTURA:

Taludes 1.5:1

Coefficiente de trabazón:

a) Ola rompiente : KD = 2.9 (morro)
KD = 3.5 (cuerpo)

b) Ola no rompiente : KD = 4.0 (cuerpo)

CALCULO:

Aplicando la fórmula de Hudson :

$$W = \frac{Sr H^3}{KD (Sr-1)^3 \cot}$$

RESUMEN DE DATOS
PARA EL DISEÑO

- ALTURA MAXIMA DE OLA

- | | |
|-------------------------------|----------|
| a) ESTUDIO CIFSA | 4 m. |
| b) SECRETARIA DE MARINA | 2.5 m. |
| c) U.S. DEPARTMENT OF COMERCE | 4 a 5 m. |

- MAREAS

- | | |
|------------------|----------|
| a) ALTURA MAXIMA | 1.296 m. |
|------------------|----------|

- VIENTOS

- | | |
|--|--|
| a) FUERTE DOMINANCIA DE LA DIRECCION OESTE | |
|--|--|

- CORRIENTES

- | | |
|--|--------------|
| a) CONDICIONES CRITICAS DE VELOCIDAD DE
CORRIENTES SUBMARINAS | 60.2 cm/seg. |
|--|--------------|

COMO PODRA OBSERVAR LA ALTURA DE DISEÑO SE RIGIO POR LA OLA
Y FUE DE 5 m.

CAPITULO II

PLANEACION

I. CRITERIOS BASICOS

Para la planeación general del puerto se partió de la definición del tamaño de los buques que utilizarán las instalaciones. En este análisis se consideraron por un lado las características estadísticas de la flota mundial de embarcaciones petroleras, y por otro, los montos de tonelaje movidos por los distintos buques petroleros. De este estudio se concluyó que el buque-tanque de 250,000 TPM es el más adecuado para el dimensionamiento del puerto, considerando -- las ventajas de reducir los fletes al emplear buques de gran porte en distancias largas, así como la conveniencia de mecanizar las operaciones con el aumento en la magnitud del buque; así también, de acuerdo a las capacidades actuales de almacenamiento del puerto o sus posibilidades futuras de incremento.

Conjuntamente a la elección del buque de diseño, se llevaron a cabo, según se mencionó el capítulo anterior, los estudios de oleaje, mareas, corrientes y vientos, tanto para condiciones normales como extremas. Lo anterior, con el objeto de poder establecer la configuración general -- del puerto; así, en relación al oleaje, por la orientación de la entrada y condiciones de agitación en el interior del puer

to, los problemas de maniobrabilidad de los buques y la vida útil de las obras de abrigo. Las mareas, en cuanto a los niveles de las instalaciones en la zona portuaria; las corrientes en relación con la maniobrabilidad de los barcos y operatividad del puerto. Finalmente el viento, por los problemas de maniobrabilidad mencionados, la orientación de los atraques, y las fuerzas a producirse en los amarres de los muelles.

II. CRITERIOS DE OPERATIVIDAD

En función de las operaciones básicas del buque de diseño en el puerto, se establecieron las condiciones mínimas que deberán existir para la eficiente maniobrabilidad de éste, en su arribo, estancia y salida del recinto portuario. Para ello, se consideraron cuatro operaciones fundamentales del buque: Aproximación al puerto, parada y maniobra de atraque, permanencia en el muelle y salida del puerto.

En los casos de la aproximación y salida del puerto, se planteó la necesidad de un canal de navegación definido según las condiciones topohidrográficas, que fuera lo más recto posible, con dragado inicial necesario y posterior mínimo; y de acuerdo con las características meteorológicas y oceanográficas, para que la maniobrabilidad de los barcos se viera afectada lo menos posible. Así, se fijaron los siguientes parámetros:

- a) Llegada del buque en lastre. Oleaje menor de 3 m., vientos máximos de 55 Kph y corrientes con velocidades máximas de un nudo.
- b) Salida del buque cargado. Deberán existir oleajes menores de 4 m., vientos máximos de 110 Kph y velocidades máximas de las corrientes de un nudo.

De acuerdo con los datos meteorológicos y oceanográficos disponibles, pudieron determinar las condicio-

nes de operación del puerto en estas maniobras:

Operación factible por condiciones de Oleaje:

Llegada : 98.78 % del año

Salida : 99.78 % del año

Operación factible por condiciones de Viento:

Llegada : 96.61 % del año

Salida : 99.70 % del año

De lo anterior se desprende que la operación del puerto está regida por condiciones de viento, pudiendo anualmente, recibir buques durante 353 días. Para la salida, podrá operar durante 364 días del año.

En relación con las operaciones de parada y maniobra de atraque, se consideró que la primera de ellas - deberá realizarla el buque por sí sólo, ya que los remolcadores no pueden frenarlo. La entrada deberá hacerse con una velocidad mínima de control adecuado del buque, dependiendo de los factores meteorológicos existentes en el momento de las - operaciones.

Sin viento, oleaje y corrientes significativas, el buque puede gobernarse con velocidades de 1.5 a 2.5 nudos, pero al entrar al puerto no deberá hacerlo a menos de

4 ó 5 nudos. La distancia de frenado dependerá de la velocidad inicial, la potencia del buque y el tipo de motores: para 4 nudos de velocidad con el buque cargado, se requieren 590 m. de distancia de frenado; y para 5 nudos, 820 m.

Una vez parado el buque, los remolcadores lo girarán y orientarán para el atraque, o lo empujarán en caso de la salida.

Para la ejecución adecuada de estas operaciones, se requerirá entonces:

- a) Llegada. Oleaje máximo de 3 m. en el exterior, y de 2 y - 1 m. en el interior, para buques de 250,000 y 60,000 TPM - respectivamente; vientos máximos de 55 Kph y corriente interior nula.
- b) Salida. Oleaje máximo de 4 m. en el exterior, y de 2.50 y 1.50 m. en el interior, para buques de 250,000 y 60,000 TPM respectivamente; vientos máximos de 110 Kph y corriente interior nula.

III. ARREGLO GENERAL

El buque seleccionado de 250,000 TPM, tiene las siguientes características básicas:

Eslora Total = Loa = 345.00 m.

Eslora entre perpendiculares: Lpp = 330.00 m.

Manga : B = 50.21 m.

Calado : T = 20.60 m. (en lastre 11.08 m.)

Puntual: D = 27.40 m.

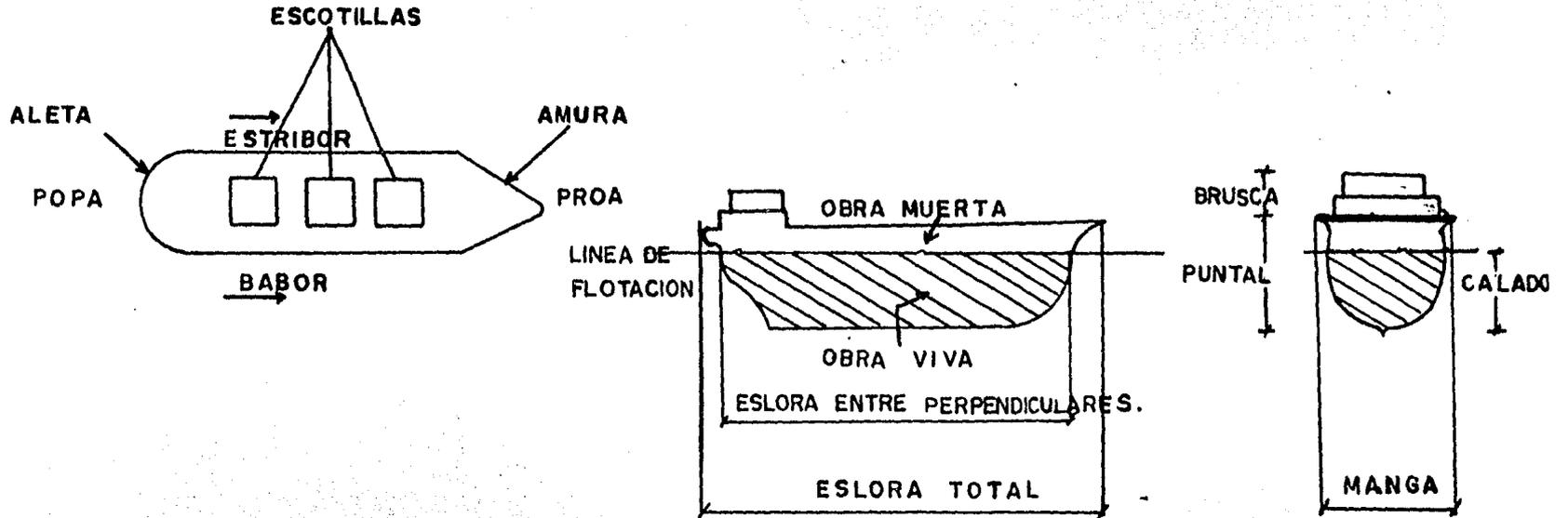
Desplazamiento: A = 305,000 Ton.

De acuerdo con las necesidades de Petróleos Mexicanos, la terminal habrá de manejar los siguientes productos, con los embarques promedio siguientes:

PRODUCTO	TAMAÑO DEL BARCO	VOLUMEN A MANEJAR	
		1982	2000
Crudo	250,000 TPM	250,000 BPD	1'000,000 BPD
Derivados	60,000 TPM	100,000 BPD	400,000 BPD
Barita	10,000 y 30,000 TPM	50,000 Ton/año	200,000 Ton/año
Carga Blanca	10,000 y 30,000 TPM	50,000 Ton/año	100,000 ton/año

Las operaciones a considerar en el movimiento del puerto, son: Llegada y atraque de los buques, conexión con tuberías de tierra, deslastre a fosas, y carga desde tanques de almacenamiento.

NOMENCLATURA NAUTICA



Según los embarques anotados, se sugiere para lograr un mínimo de tiempo en la operación de los barcos, los regimenes de bombeo siguientes:

Crudo : 100,000 BPH

Derivados: 10,000 BPH

El crudo que llega de la región del Istmo será de exportación a Oriente. Los derivados serán: Diesel, gasolinas Nova y Extra, Turbosina y Económico, y se enviarán desde este sitio a toda la costa del Pacífico Mexicano. La carga blanca y barita, son cargas generadas en virtud de las actividades propias de la industria petrolera en la zona.

El Puerto Petrolero se plantea del tipo artificial, protegido con rompeolas, e implementado de un canal de acceso, dársena de maniobras, atracadero para los buques, áreas para tanques de almacenamiento, tanques para lastre e instalaciones complementarias.

IV. DIMENSIONAMIENTO

Las Dimensiones Generales del Puerto se clasificaron en tres partes: Areas de agua, según las dimensiones de los buques y las maniobras que realizarán; áreas de tierra, en función de los volúmenes por manejar en la terminal; y los requerimientos de atracaderos.

IV.1 AREAS DE AGUA

Canal de Acceso. Sitio por donde se aproximarán los buques al puerto hasta parar en la dársena de maniobras. La orientación se obtuvo según las condiciones de máxima rectitud, dragado más económico y mínima influencia de condiciones meteorológicas, quedando como óptima, la orientación Norte-Sur, aprovechando los vientos dominantes del Norte para el frenado de los buques; así también, la orientación de los atraques, para reducir las fuerzas provocadas por el viento.

El ancho del canal se determinó en función de las dimensiones y tipo de buque de diseño, los efectos meteorológicos sobre el barco, problemas de succión por los taludes, la opinión de pilotos experimentados, el uso de una o varias vías de circulación, y finalmente la economía. Se consideró adecuado un ancho de 7 mangas del barco de dise-

ño, con una sola vía de circulación, quedando de 350,0 m. de ancho y taludes en los extremos de 5:1.

Para la dársena de maniobras se fijaron entonces 2 esloras del buque de diseño, obteniéndose un diámetro de 700 m. En las áreas de atraque se estimó la separación mínima entre muelles, como de 5 mangas de los buques por atracar, de esta manera se obtuvo que: Entre muelles para buques de 250,000 y 60,000 TPM: 300.00 m.; entre muelles para buques de 60,000 TPM: 225.00 m.; y entre muelles para buques de 60,000 y 30,000 TPM: 185.00 m.

La profundidad tanto del canal como la dársena de maniobras y las áreas de atraque, se calcularon en función del calado de los buques, las condiciones de sentado y frenado de éstos, y del movimiento y cabaceo de las embarcaciones por efecto de oleaje. Los valores determinados (respecto al NBMI) fueron:

Canal de Acceso : -24.00 m.

Dársena de Maniobras: -22.00 m.

Áreas de Atraque: Buques 250,000 TPM: -22.00 m.

Buques 60,000 TPM: -14.00 m.

Buques 30,000 TPM: -11.00 m.

IV.2 AREAS DE TIERRA

Las áreas de tierra se determinaron en función de los almacenamientos de productos requeridos, de acuerdo con las perspectivas de movimiento planteadas, anteriormente, obteniéndose las siguientes cantidades:

Area para crudo. Considerando la carga simultánea de dos buques y reserva igual a las capacidades de los barcos, se requieren 40 tanques de 100,000 barriles en un área de 22.5 Ha., más 3.38 Ha. para vialidades y servicios.

Area para Derivados. Bastará con 3.38 Ha. para la ubicación de 6 tanques de 100,000 barriles y 0.51 Ha. para vialidades.

Area para Carga Blanca y Barita. Se estima necesario una superficie de 3.3 Ha.

Lo anterior arroja un total de 38.03 Ha de tierra.

IV.3 REQUERIMIENTOS DE ATRACADEROS

Tomando en cuenta los datos anotados en relación con el movimiento de crudo y productos, se aplicó la

teoría de colas para determinar el número de atraques que --- arrojan el costo mínimo, considerando el conjunto muelle-barco.

Así, calculando la estadía anual de los buques en el puerto y los días inactivos, se obtuvieron tanto los costos de pérdida según el número de muelles empleados, como los volúmenes que pueden operarse anualmente en cada caso.

Las conclusiones de este estudio determinaron como manejo más económico, el empleo de dos posiciones de atraque para el movimiento de crudo con embarcaciones de 250,000 TPM, considerando que los volúmenes a manejar estarán entre 32 y 80 millones de Ton/año. Para derivados, se fijaron buques de 60,000 TPM en un mínimo de 4 atraques, para el manejo de 24 millones de Ton/año.

Las instalaciones antes descritas quedarán protegidas mediante la construcción de dos diques rompeolas orientados adecuadamente, en tal forma de cumplir con las condiciones de navegación, maniobra y operación de los buques, de manera segura y eficiente. Lo anterior, se verifica actualmente en modelos a escala reducida, que permitirán optimizar el arreglo final del puerto.

En etapas subsecuentes, se espera construir en primera instancia, dos muelles para barcos de 60,000 TPM con dos posiciones de atraque cada una, para manejo de productos derivados, con posibilidades de ampliación a otras dos unidades similares en el futuro.

Las características de los barcos mencionados y necesidades de atraque se muestran en la Tabla I.

TABLA I

PUERTO PETROLERO EN SALINA CRUZ, OAXACA ALCANCES Y PERSPECTIVAS A CORTO Y LARGO PLAZO DEL PUERTO

CONCEPTO	TERMINAL PARA CRUDO	TERMINAL PARA DERIVADOS	MUELLE DE CARGA GENERAL			
	1982	2000	1982	2000	1982	2000
Tipo de barco	Tanque	Tanque	--	Tanque	General	General
Capacidad	250,000 TPM	250,000 TPM	--	60,000 TPM	10,000 TPM	30,000 TPM
Características del barco	E = 338 m. M = 52 m. C = 21 m.	E = 338 m. M = 52 m. C = 21 m.	--	E = 236 m. M = 34 m. C = 13 m.	E = 145 m. M = 20 m. C = 9 m.	E = 187 m. M = 27 m. C = 10.5 m.
Posiciones de atraque	1	2	--	4	2	2
Proporciones del canal de navegación	A = 350 m. P = 24 m.	A = 350 m. P = 24 m.	--	A = 250 m. P = 16 m.	A = 150 m. P = 12 m.	A = 200 m. P = 13 m.

NOTACION: E = Eslora
M = Manga
C = Calado
A = Ancho
P = Profundidad

V. ROMPEOLAS

V.1 ALTERNATIVA DE ROMPEOLAS

Con el objeto de establecer el tipo de estructuración más adecuado para los diques-rompeolas del puerto, se fijaron para fines de anteproyecto, parámetros preliminares de diseño con los que se dimensionaron distintos tipos de rompeolas. Se consideró para el efecto, una ola de 6.73 m. y 20 segundos que corresponde según el U.S. Department of Commerce, a un período de retorno de 100 años.

Para fines comparativos, se analizaron estructuras rígidas y flexibles. En el primer caso mediante el uso de muros verticales protegidos con enrocamiento en la base, o cajones rígidos protegidos de igual manera contra la socavación. En el caso de las obras flexibles, se plantaron estructuras de talud, formadas mediante un núcleo y capa secundaria protegidos con coraza a base de dos capas de elementos artificiales o con roca; que son la sección que se está construyendo en esta Escollera que es el tema de esta Tesis.

Para el anteproyecto de las estructuras - rígidas, se emplearon las expresiones de Miche-Rundgren, mientras que para las flexibles se utilizó la de Hudson; todos -- los casos, de acuerdo con los procedimientos establecidos por

el Shore Protection Manual, para las mismas condiciones de oleaje, y con una profundidad de desplante de -20.00 m.

Con base en estos criterios se dimensionaron los distintos tipos de rompeolas, clasificándolos de la siguiente forma:

- Alternativa A. Coraza a base de tetrápodos, capa secundaria y núcleo con roca.
- Alternativa B. Coraza a base de dolos, capa secundaria y núcleo con roca.
- Alternativa C. Coraza, capa secundaria y núcleo a base de roca.
- Alternativa D. Sección compuesta de muro vertical cimentado sobre roca.
- Alternativa E. Muro vertical con protección de enrocamiento al pié del muro.

Con los anteproyectos respectivos, se calcularon los volúmenes de obra, afectándolos en su caso por la porosidad correspondiente, y se estimaron los costos por metro lineal de dique, empleando índices para la zona de Salina Cruz, Oax.

En la Tabla II, se muestran los resultados comparativos en volúmenes de obra y costos por metro de rompeolas. Puede observarse que la Alternativa C. resulta la más económica.

TABLA II

PUERTO PETROLERO EN SALINA CRUZ, OAXACA ANALISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE ROMPEOLAS

ALTERNATIVA	VOLUMENES POR M DE OBRA			IMPORTE POR CONCRETO			COSTO TOTAL POR METRO DE ROMPEOLAS (Pesos)
	Concreto (m ³)	Roca (Ton)	Relleno Arena (m ³)	(Miles de pesos)			
A. (Flexible: Tetrápodos)	249	1,893	-.-	622.50	378.60	-.-	1'001,100
B. (Flexible: Dolos)	129	2,389	-.-	322.50	477.80	-.-	800,300
C. (Flexible: Roca)	-.-	Coraza: 947 Otras: 1,893	-.-	-.-	236.75 378.60	-.-	615.350
D. (Rígido: Muro vertical)	81	901	126	405.00	261.29	50.40	716,690
E. (Rígido: Cajón relleno)	120	131	288	600.00	37.99	115.20	753,190

- NOTAS:
- . En obras flexibles: \$2,500/m³ de concreto en elementos prefabricados para coraza, \$200/ton. para roca de núcleo y capa secundaria; y \$250/ton. para roca de coraza.
 - . En obras rígidas : \$5,000/m³ de concreto armado para estructura; \$290/ton. para roca en desplante de estructuras; y \$400/m³ para arena de relleno de estructura.
 - . Todos los precios consideran las maniobras de extracción de banco o adquisición de materiales, fletes del lugar más cercano al sitio, fabricación o construcción y colocación de materiales o estructura en la obra.
 - . Los precios para las estructuras rígidas, no consideran el costo prorrateado de -- los atracaderos necesarios para el movimiento de chalanés.

De acuerdo con lo anterior, se estableció que los diques rompeolas serán estructuras de talud constituidas por enrocamiento en sus tres capas; material que además, resultan de fácil extracción en canteras cercanas al sitio de la obra, de acuerdo con los estudios geológicos realizados.

El criterio empleado para el dimensionamiento de la estructura permite aceptar cierta degradación durante la vida útil de las obras, pero de baja cuantía y fácil reparación.

V:2 ACCESO AL ROMPEOLAS ESTE

En virtud de la configuración topográfica en la zona donde se construirá el Puerto Petrolero, se hace necesario para iniciar el rompeolas Este, la construcción de un acceso que permita una fluidez en el tránsito de camiones con enrocamiento para la obra.

En tales circunstancias se propuso un relleno de material de rezaga de unos 60 m. de ancho hasta la profundidad -3.00, y protegido contra el oleaje mediante un bordo de enrocamiento.

Dicho relleno además de facilitar la construcción del rompeolas, quedará en última instancia como área

definitiva de relleno para fines de almacenamiento de productos y viabilidad del puerto.

Los volúmenes requeridos en este caso, --
son de 150,000 m³ de rezaga y 60,000 m³ de enrocamiento de --
protección.

VI. CANTIDADES DE OBRA

A partir del dimensionamiento de las secciones y perfil de los rompeolas, se calcularon los volúmenes de obra requeridos, utilizando secciones geométricas a cada metro de profundidad y afectándolos por la porosidad correspondiente.

El volumen total de enrocamiento es de 3.4 millones de m³, de los que 1.8 millones, son para el rompeolas Este y 1.6 millones corresponden al rompeolas Oeste.

VII. DATOS TECNICOS

- Planeación:

Buque seleccionado	250,000 TPM
Eslora total	245.00 m.
Eslora entre perpendiculares	330,00 m.
Manga	50.21 m.
Calado	20.60 m (en lastre 11.08)
Puntal	27.40 m.
Desplazamiento	305,000 Ton.

- Dimensionamiento:

Canal de acceso	24.00 m.
Dársena de maniobras	22.00 m.

Area de atraque:

Buques 250,000 TPM	22.00 m.
Buques 60,000 TPM	14.00 m.
Buques 30,000 TPM	11.00 m.
Area para crudo 40 tanques de 100,000 barriles	= 2.5 Ha.
Area para derivados	= 3.8 Ha.
Area para carga blanca y barita	= 3.3 Ha.
Total Area	38.03 Ha.

- Volúmenes a manejar:

Buques 250,000 TPM de 21 a 80 millones Ton/año
Buques 60,000 TPM mínimo 4 atraques 24 millones Ton/año

- Rompeolas:

Rompeolas Este longitud 1,855.00 m. en 4 tramos tipo, peso volumétrico de la roca 2.5 Ton/m³

Taludes 1.5:1

Datos de la curva:

PI = 1 + 165

AT = 45° 00' DER

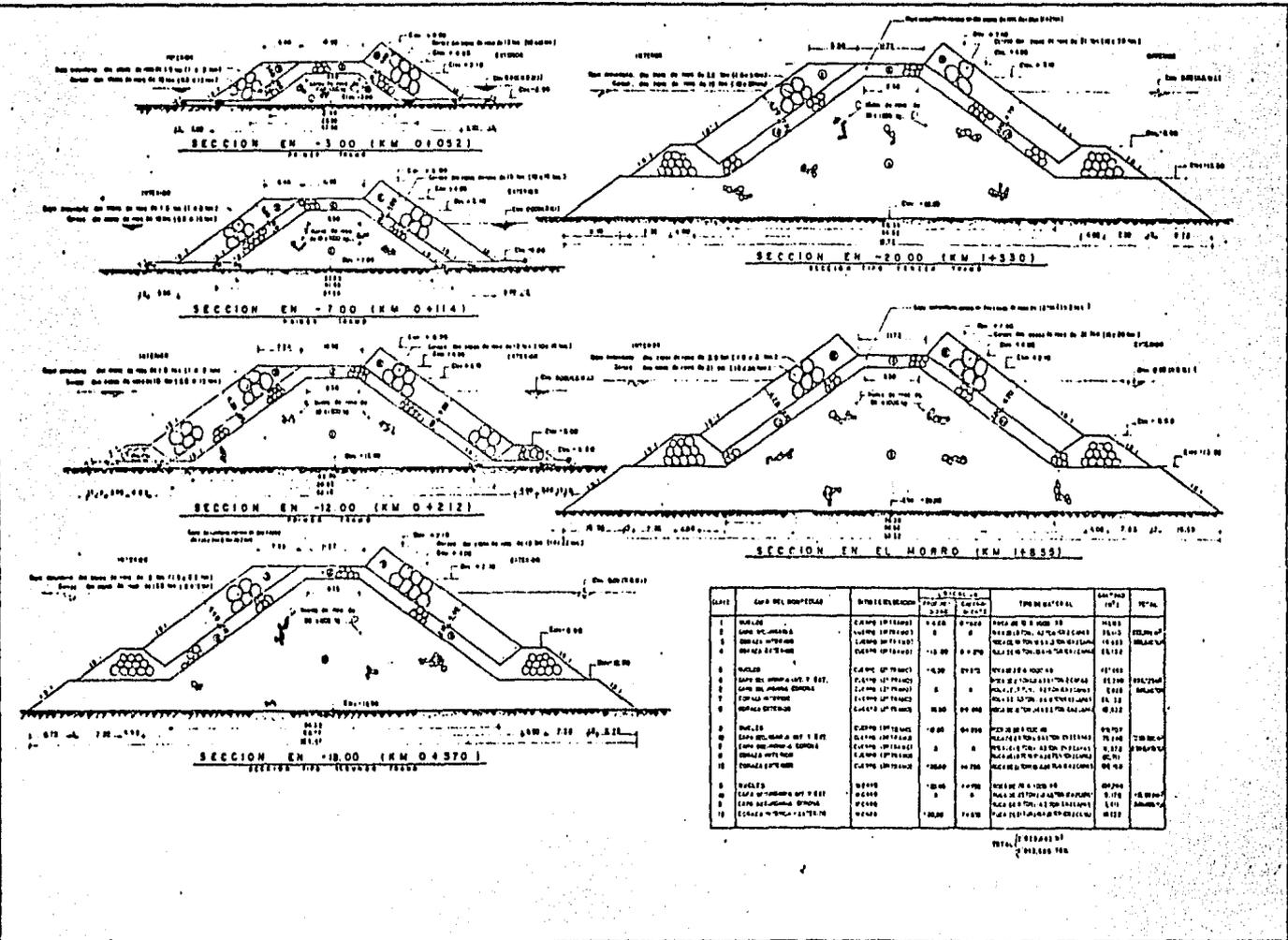
GC = 11° 15'

RC = 101.86 m.

ST = 42.19 m.

LC = 80.00 m.

En el plano de secciones transversales de la Escollera Este, se muestran las cantidades de obra, así como su seccionamiento.



ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR
1	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	10000	1000	10000000	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	10000	1000	10000000
2	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	5000	1000	5000000	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	5000	1000	5000000
3	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	2000	1000	2000000	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	2000	1000	2000000
4	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	1000	1000	1000000	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	1000	1000	1000000
5	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	500	1000	500000	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	500	1000	500000
6	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	250	1000	250000	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	250	1000	250000
7	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	125	1000	125000	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	125	1000	125000
8	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	62.5	1000	62500	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	62.5	1000	62500
9	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	31.25	1000	31250	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	31.25	1000	31250
10	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	15.625	1000	15625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	15.625	1000	15625
11	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	7.8125	1000	7812.5	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	7.8125	1000	7812.5
12	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	3.90625	1000	3906.25	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	3.90625	1000	3906.25
13	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	1.953125	1000	1953.125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	1.953125	1000	1953.125
14	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.9765625	1000	976.5625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.9765625	1000	976.5625
15	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.48828125	1000	488.28125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.48828125	1000	488.28125
16	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.244140625	1000	244.140625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.244140625	1000	244.140625
17	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.1220703125	1000	122.0703125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.1220703125	1000	122.0703125
18	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.06103515625	1000	61.03515625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.06103515625	1000	61.03515625
19	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.030517578125	1000	30.517578125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.030517578125	1000	30.517578125
20	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0152587890625	1000	15.2587890625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0152587890625	1000	15.2587890625
21	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00762939453125	1000	7.62939453125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00762939453125	1000	7.62939453125
22	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.003814697265625	1000	3.814697265625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.003814697265625	1000	3.814697265625
23	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0019073486328125	1000	1.9073486328125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0019073486328125	1000	1.9073486328125
24	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00095367431640625	1000	0.95367431640625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00095367431640625	1000	0.95367431640625
25	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000476837158203125	1000	0.476837158203125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000476837158203125	1000	0.476837158203125
26	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0002384185791015625	1000	0.2384185791015625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0002384185791015625	1000	0.2384185791015625
27	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00011920928955078125	1000	0.11920928955078125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00011920928955078125	1000	0.11920928955078125
28	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000059604644775390625	1000	0.059604644775390625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000059604644775390625	1000	0.059604644775390625
29	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000298023223876953125	1000	0.0298023223876953125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000298023223876953125	1000	0.0298023223876953125
30	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00001490116119384765625	1000	0.01490116119384765625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00001490116119384765625	1000	0.01490116119384765625
31	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000007450580596923828125	1000	0.007450580596923828125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000007450580596923828125	1000	0.007450580596923828125
32	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000037252902984619140625	1000	0.0037252902984619140625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000037252902984619140625	1000	0.0037252902984619140625
33	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000186264514923095703125	1000	0.00186264514923095703125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000186264514923095703125	1000	0.00186264514923095703125
34	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000931322574615478515625	1000	0.000931322574615478515625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000931322574615478515625	1000	0.000931322574615478515625
35	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000004656612873077392578125	1000	0.0004656612873077392578125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000004656612873077392578125	1000	0.0004656612873077392578125
36	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000023283064365386962890625	1000	0.00023283064365386962890625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000023283064365386962890625	1000	0.00023283064365386962890625
37	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000116415321826934814453125	1000	0.000116415321826934814453125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000116415321826934814453125	1000	0.000116415321826934814453125
38	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000582076609134674072265625	1000	0.0000582076609134674072265625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000582076609134674072265625	1000	0.0000582076609134674072265625
39	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000002910383045673370361328125	1000	0.00002910383045673370361328125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000002910383045673370361328125	1000	0.00002910383045673370361328125
40	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000014551915228366851806640625	1000	0.000014551915228366851806640625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000014551915228366851806640625	1000	0.000014551915228366851806640625
41	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000072759576141834259033203125	1000	0.0000072759576141834259033203125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000072759576141834259033203125	1000	0.0000072759576141834259033203125
42	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000363797880709171295166015625	1000	0.00000363797880709171295166015625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000363797880709171295166015625	1000	0.00000363797880709171295166015625
43	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000001818989403545856475830078125	1000	0.000001818989403545856475830078125	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000001818989403545856475830078125	1000	0.000001818989403545856475830078125
44	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000009094947017729282379150390625	1000	0.0000009094947017729282379150390625	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000009094947017729282379150390625	1000	0.0000009094947017729282379150390625
45	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000045474735088641191895796875	1000	0.00000045474735088641191895796875	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000045474735088641191895796875	1000	0.00000045474735088641191895796875
46	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000000227373675443205959478934375	1000	0.000000227373675443205959478934375	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000000227373675443205959478934375	1000	0.000000227373675443205959478934375
47	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000001136868377216029797394671875	1000	0.0000001136868377216029797394671875	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000001136868377216029797394671875	1000	0.0000001136868377216029797394671875
48	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000000568434188608014898697339375	1000	0.0000000568434188608014898697339375	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000000568434188608014898697339375	1000	0.0000000568434188608014898697339375
49	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000002842170943040074493486696875	1000	0.00000002842170943040074493486696875	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000002842170943040074493486696875	1000	0.00000002842170943040074493486696875
50	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000000014210854715200372472193484375	1000	0.000000014210854715200372472193484375	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000000014210854715200372472193484375	1000	0.000000014210854715200372472193484375
51	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000000710542735760018623614721921875	1000	0.00000000710542735760018623614721921875	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000000710542735760018623614721921875	1000	0.00000000710542735760018623614721921875
52	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000000003552713678800093118123609375	1000	0.000000003552713678800093118123609375	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000000003552713678800093118123609375	1000	0.000000003552713678800093118123609375
53	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000000017763568394000465590618046875	1000	0.0000000017763568394000465590618046875	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000000017763568394000465590618046875	1000	0.0000000017763568394000465590618046875
54	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000000088817841970002327953090234375	1000	0.00000000088817841970002327953090234375	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000000088817841970002327953090234375	1000	0.00000000088817841970002327953090234375
55	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000000000444089209850011639765451171875	1000	0.000000000444089209850011639765451171875	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000000000444089209850011639765451171875	1000	0.000000000444089209850011639765451171875
56	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000000002220446049250058198777255859375	1000	0.0000000002220446049250058198777255859375	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.0000000000002220446049250058198777255859375	1000	0.0000000002220446049250058198777255859375
57	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000000011102230246250290993887779296875	1000	0.00000000011102230246250290993887779296875	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000000011102230246250290993887779296875	1000	0.00000000011102230246250290993887779296875
58	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000000005551115123125145496943888896875	1000	0.00000000005551115123125145496943888896875	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.00000000000005551115123125145496943888896875	1000	0.00000000005551115123125145496943888896875
59	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000000000027755575615625727484719444484375	1000	0.000000000027755575615625727484719444484375	TRABAJO DE TIERRAS	M ³	0.000000000000027755575615625727484719444484375	1000	0.00000000002775557561562572748

VIII. PROGRAMACION

Definidos los métodos de construcción y asignando tiempo a cada uno de los conceptos, se procede a -- elaborar la ruta crítica, para saber cuales son las actividades que pueden afectar la fecha de terminación de la obra.

Durante la construcción de la Escollera se tienen que ir relacionando las actividades, ya que existe gran dependencia de unas con otras. Para elaborar el diagrama de barras se dió una secuencia lógica, pero teniendo una observación en lo que se refiere a los inicios de las actividades, que como se podrá observar posteriormente, se ve incorrecto, pero esto es sólo para la programación preliminar, ya que esta condición no se puede presentar en la realidad.

El programa de equipo y su utilización por mes, es indicativo, pues no son tema de este trabajo.

A continuación describo cada uno de los programas que deben hacerse antes de la construcción de una obra.

PROGRAMA DE OBRA.

C O N C E P T O	1981	1 9 8 2												1 9 8 3												1 9 8 4												
	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	
	MOVIMIENTO DE EQUIPO.																																					
SUMINISTRO DE ROCA.																																						
EXTRACCION.																																						
REMOCION Y SELECCION.																																						
MONEO Y CARGA.																																						
ACARREOS																																						
DESPERDICIO.																																						
A 1 KM.																																						
SOBRE ACARREO.																																						
COLOCACION																																						
NUCLEO.																																						
SECUNDARIO.																																						
CORAZA.																																						
OBRAS COMPLEMENTARIAS.																																						
SUPERFICIE RODAMIENTO																																						
TORRE DE SEÑALAMIENTO																																						
CONSTRUCCION DE CAMINOS.																																						
MANTENIMIENTO CAMINOS.																																						
M E S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	

- 71 -

UTILIZACION DE EQUIPO POR MES

	<u>N° UNIDADES</u>	<u>MESES</u>	<u>TOTAL HORAS</u>
TRACTOR D-9 L	8	29	19,200
TRAXCAVO 988	3	29	7,200
TRACK DRILL	9	29	21,600
COMPRESOR C-600	9	29	21,600
COMPRESOR C-350	1	29	21,600
PERFORADORA	3	29	2,200
GRUA 5300	1	8	6,600
GRUA 9110	1	12	13,200
GRUA 70 Ton.	1	8	6,600
MOTOCONFORMADORA	2	33	4,800
PIPA 8000 Lts.	4	33	9,600
CAMION VOLTEO	14	5	14,000
CAMION ROQUERO	20	31	85,800

VIII.1 CANTIDADES E IMPORTES

Para poder elaborar este programa, se agrupan varias actividades de construcción que podrían manejarse como una sola, para que no resulte éste tan extenso. Las cantidades a ejecutarse se consideran de los datos de concurso, así como la unidad y precio unitario, en donde ya están analizados los recursos de materiales, mano de obra, equipo, indirectos y utilidad. El importe es la cantidad total que va a pagar la contratante, por los trabajos que se le van a ejecutar.

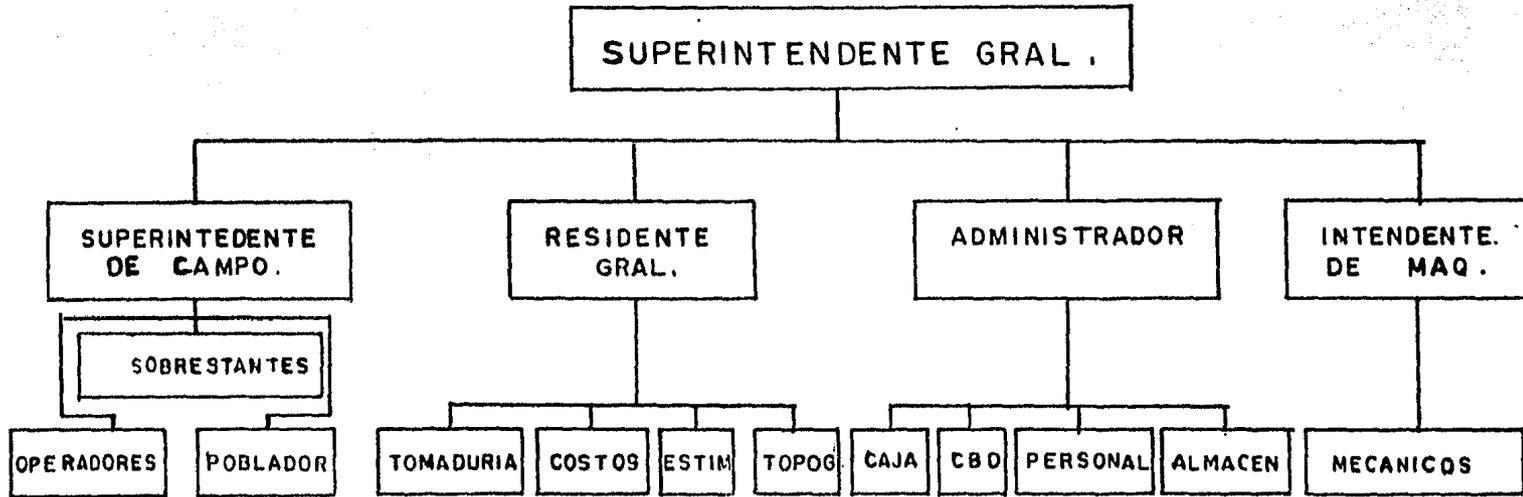
VIII.2 PERSONAL DE EQUIPO

En este programa se debe considerar al personal necesario para operar el equipo a utilizar en la obra, por lo que sólo aparecen los campos que utilizan equipo que requiere operador, el costo se considera en miles de pesos mensuales, incluyendo las bonificaciones y gratificaciones a que pueden tener derecho algunos operadores, como incentivo para que el rendimiento sea óptimo.

VIII.3 ORGANIGRAMA

En toda obra es de suma importancia elaborar un organigrama, el cual deberá de contener los departamentos

ORGANIGRAMA DE OBRA



tos tanto técnico como administrativos, teniendo cuidado de no duplicar las responsabilidades; éste, nos ayuda a delimitar las personas; así como indicar la jerarquía y responsabilidad ascendente o descendente de los componentes necesarios en la obra.

CAPITULO III

CONSTRUCCION

Es uno de los aspectos más importantes en una Obra de Ingeniería Civil, que deberá conjugar adecuadamente los recursos (mano de obra, materiales y equipo) para optimizar los esfuerzos y así tener un correcto aprovechamiento de los mismos, debiendo tener una secuencia acorde con su planeación, lógica y sobre todo económica.

Hay que considerar que existen una infinidad de maneras de poner en acción los recursos, pero ante la imposibilidad física de tiempo y económica de plantearlas, estudiarlas y valorizarlas, habrá que decidirse por una, auxiliados únicamente por la noción de la conveniencia que hayan dejado experiencias anteriores y por las ventajas que pueden ofrecer tecnologías modernas.

Esta Obra da inicio con el movimiento de personal; equipo, construcción de instalaciones (campamentos, talleres, oficinas), aperturas de cuentas bancarias, etc., la dependencia contratante indicó que debería construirse primeramente un camino costero, que ligara los bancos de materiales con la obra y que redujera la distancia de acarreo, así como para formar parte del muelle que no es tema de esta Tesis.

Posteriormente se analizaron los bancos de material designados y como los datos preliminares que arrojaban indicaron que no contaban con material suficiente para los requerimientos de la obra, se procedió a efectuar otros estudios para localizar futuras fuentes de material.

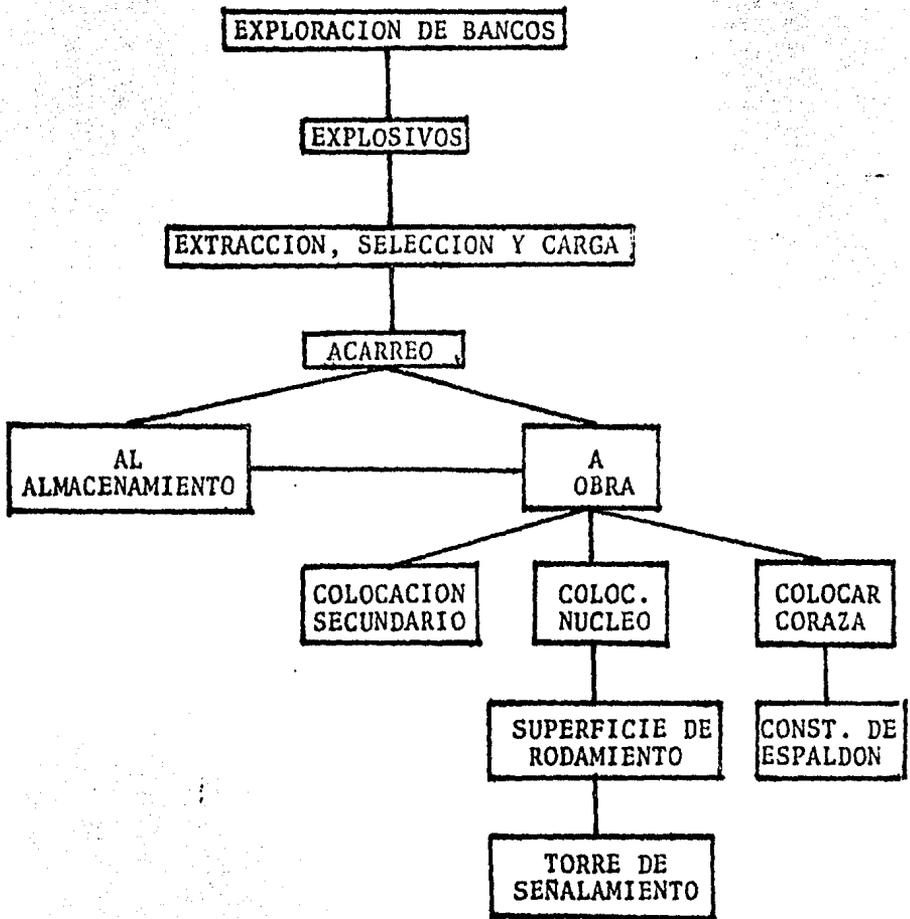
El proceso de explotación de roca de los bancos de material, es a cielo abierto. Con ataque a un frente pero a distintos niveles simultáneamente con el método conocido como el Transboleo con retardos MS.

Para poder controlar el material que se coloca, debe pasar por una báscula de pesaje electrónico, donde previamente se conoce, la tarea bruta del camión roquero, lo cual imprimirá el peso del material acarreado tanto para la colocación en obra, así como para su almacenamiento.

En el proceso de colocación de coraza se implantó un nuevo método en México conocido como Sistema Hidrolito y que sirve para verificar taludes bajo el agua. Siendo una gran aportación a la Ingeniería Civil, desplazando a los tradicionales como son el de: Pluma Rígida, Ecosonda, etc., por ser más costosos y menos confiables los datos que arrojan.

A continuación describo el proceso constructivo, analizando cada uno de los componentes.

**DIAGRAMA DE FLUJO
PROCESO CONSTRUCTIVO**



I. SUMINISTRO DE ROCA

I.1 CARACTERISTICAS DE LOS BANCOS

Para poder obtener los bancos asignados, fué necesario efectuar un Estudio Geológico Regional, en el que se analizó la fisiología y geología regional, su tectónica, sismicidad, geología de los bancos. Ya que la Obra que se trata, es una obra de protección de un Puerto cuyos tamaños de roca varían de 10 kg. a 26 Ton. así como su constitución ya que esta debe ser una roca sana que sea factible en su explotación en tamaños que van hasta de 2.5 mts. cúbicos de volumen que serán para formar la coraza.

A continuación describo brevemente en que consistió cada uno de los estudios para continuar con el proceso de explotación a cielo abierto de estos bancos que se están utilizando en la construcción de la Escollera.

Fisiología y Geología Regional:

El área donde se construye el Puerto Petrolero se localiza dentro de la provincia fisiográfica de las sierras de Chiapas, y en lo que se denomina como sub-provincia de la sierra cristalina.

Esta sierra, que ha sido también denominada Sierra Madre de Chiapas es una cadena de montañas formadas principalmente por rocas graníticas o cristalinas y se encuentra en forma paralela a la costa del Océano Pacífico y orientada de Noroeste a Sureste.

Tectónica:

Tectónicamente el área de estudio pertenece al complejo de Guerrero-Oaxaca al macizo de Chiapas y se encuentra al Sur de los pliegues del geosinclinal Mexicano. Constituye el bloque más austral del transpaís de este geosinclinal.

Litológicamente está constituido por rocas como gneises, esquistos, filitas, granito y serpentina.

Sismicidad:

El área sísmica de estudio es la zona N° 2 de la República Mexicana la cual sufre sismos frecuentes y cuyos focos sísmicos, de los cuales se mencionan sólo algunos de los más activos, todos los cuales se encuentran dentro de un radio no mayor de 100 km. Estos focos han tenido movimientos que fluctúan entre (6.0 y 7.8) de magnitud en la escala de Richter.

Geología de los Bancos:

Los bancos de roca propuestos originalmente para la obtención del volumen requerido en la Obra, se localizan principalmente en el área denominada como el Márquez, en donde se observan pequeñas elevaciones que vienen siendo estibaciones de la sierra que bordea la costa.

Se reconocieron geológicamente varios bancos en los cuales se ha iniciado la apertura y en algunos de ellos la explotación.

Estudios de bancos de roca:

Este estudio tuvo como propósito definir las áreas de donde fuera factible extraer, lo más económicamente posible la roca necesaria para la construcción de la Escollera.

Los sitios elegidos en un estudio preliminar, que presentaban características geológicas superficiales interesantes, son:

COACHI

EL ARROYO

CONCEPCION BAMBA

GUELAGUICHI

EL MARQUEZ

LA VENTOSA

De los trabajos preliminares realizados, se preparó un informe. Con base en estos resultados, se continuó con la etapa de verificación directa únicamente en los sitios:

EL ARROYO

COACHI

CONCEPCION BAMBA

En los sitios en los que se decidió continuar en la etapa de exploración directa, se localizaron los puntos más convenientes para perforar sondeos con máquina rotatoria, de manera que la información que rindieran, pudiera considerarse representativa de un volumen similar al requerido para la Obra.

Para la perforación, en todos los sitios se utilizaron brocas de diamante impregnado en diámetro BX, - habiéndose preferido éstas sobre las de diamante montado, debido a la gran abrasividad de la roca, lo que ocasionó un consumo de brocas muy alto. Las muestras obtenidas se embalaron en cajas exprefeso, las que se etiquetaron e identificaron para posibilitar su futura inspección.

Cabe aclarar que en todos los casos, con el propósito de proteger lo mejor posible la muestra, durante la perforación, se utilizó un barril doble giratorio, sin embargo, la abrasividad y dureza de la roca obligó a un avance muy lento, dando por consecuencia que una determinada muestra permaneciera mucho más tiempo del usual dentro del muestreador, sufriendo consecuentemente un daño mayor.

Para la perforación se utilizaron máquinas rotatorias tipo 24, así como su equipo de bombas para circulación de agua o lodos. El ademe metálico introducido a rotación, con zapata de diamante, únicamente se utilizó para emboquillar los pozos.

Puesto que las características que más deseaban conocer de los macizos rocosos eran la calidad de la roca misma y la sanidad de sus minerales, así como el espaciamiento entre fracturas, diaclasas, fallas o cualquier otro tipo de discontinuidad, que limitara el tamaño mayor de los fragmentos obtenibles, se utilizaron tres índices; el primero, el índice de recuperación, para el grado de sanidad o alteración de la roca; el segundo, la longitud de la muestra de roca entre discontinuidades naturales y, el tercero, como índice global de la calidad de la roca se utilizó el R.Q.D.

En conclusión, las características de la

roca que presentaron los Bancos, son:

Roca tipo Granito

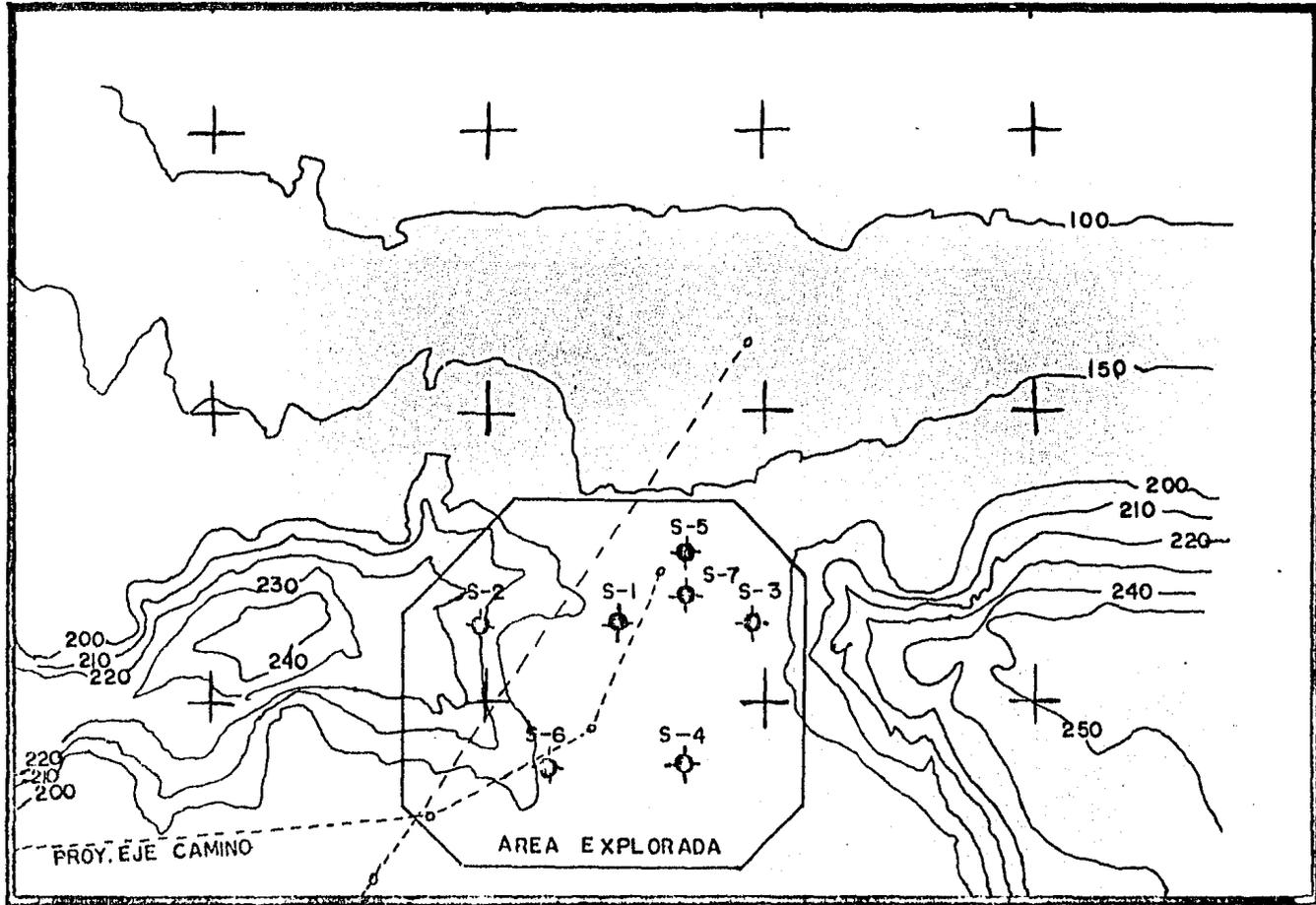
Peso volum. 2.5 Ton/m³

Dureza 4 en la escala de Mohs

Sana, de variable porosidad

Roca Ignea

A continuación muestro el tratamiento que se efectuó a todos los bancos, tipificando únicamente con el Banco Coachi, por ser uno de los más próximos a la Obra, y -- del cuál se ha extraído material para la utilización en la -- Construcción.

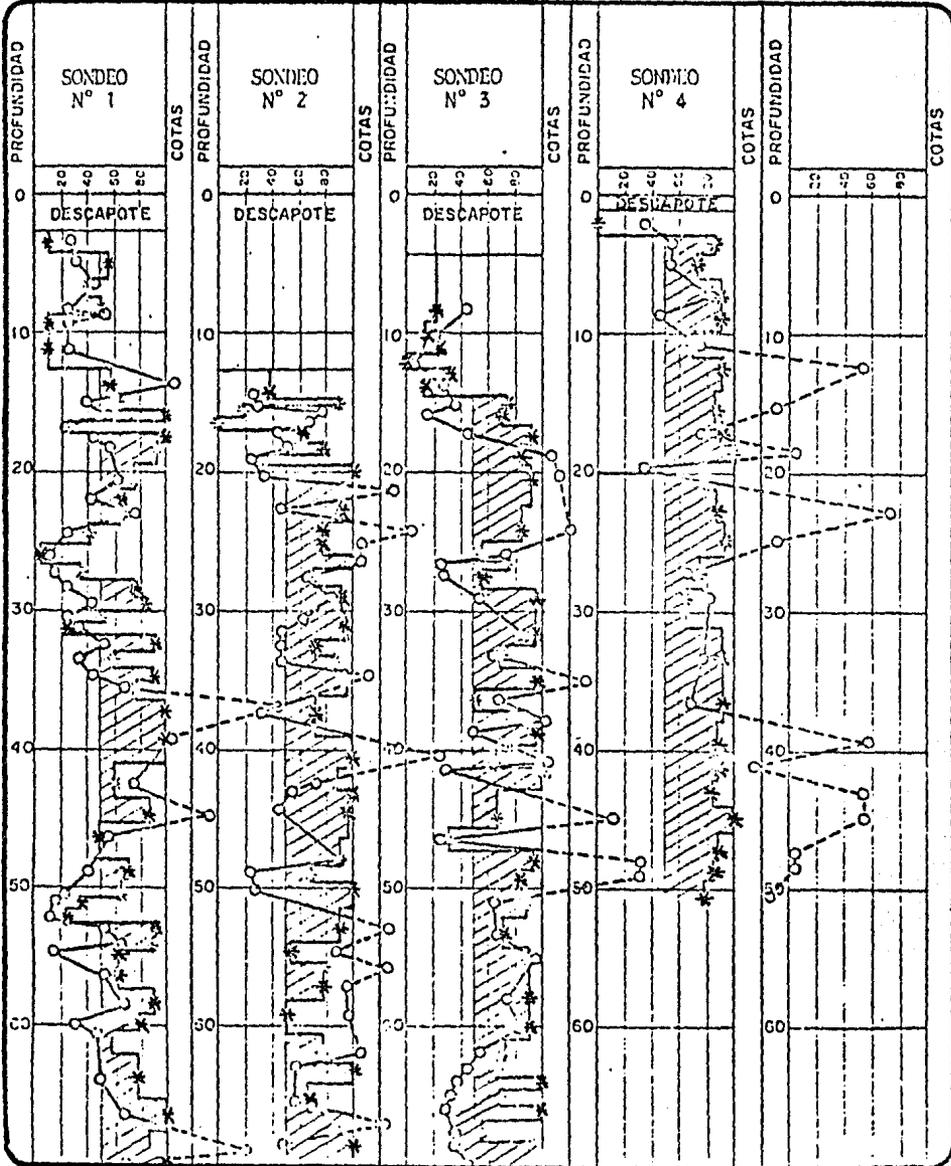


ESTUDIO DE BANCOS
DE ROCA

LOCALIZACION DE SONDEOS.
BANCO COACHI.

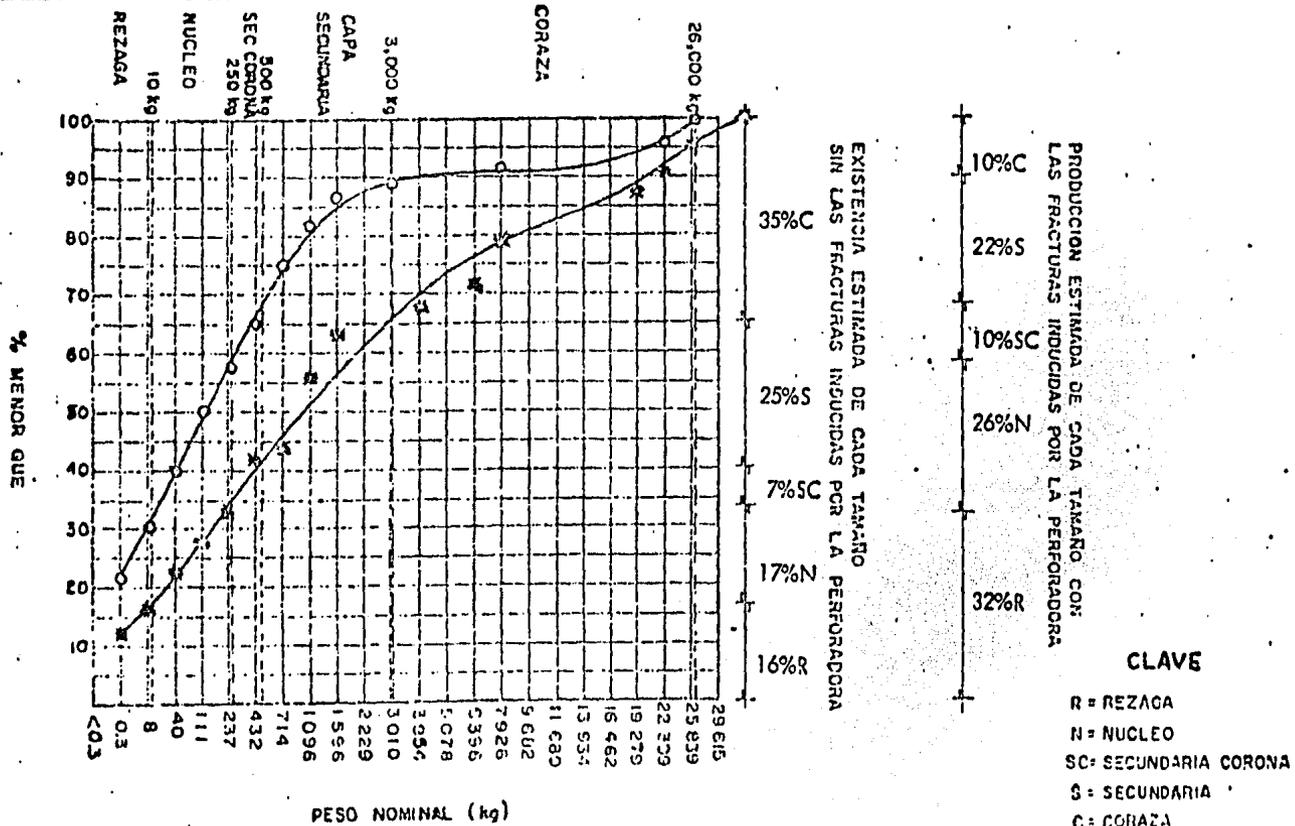
PUERTO PETROLERO SALINA CRUZ
 ESTUDIO DE BANCOS
 DE ROCA
 BANCO COACHI

INTEGRACION DE VALORES INDICE
 O TAMAÑO MAXIMO NATURAL
 * R. Q. D.



PUERTO PETROLERO SALINA CRUZ
 ESTUDIO DE BANCOS
 DE ROCA
 ANALISIS DE SONDEOS

BANCO: COACHI FIG.:
 SONDEO: 4 PROF.: 50.20 m



II. PROCESO DE EXPLOTACION DE LOS BANCOS

Una vez analizado el Banco, que de acuerdo a sus características geológicas es económica su explotación, se procede a retirar el copete del Banco (despalmar el Banco, llamado también descapote), para ello se utiliza un tractor de construcción D-9 con aditamento de Ripper y cuchilla Buldozer, aprovechando este proceso se van elaborando los caminos de acceso, previamente trazados en gabinete y cuidando que cumplan con las dependientes, anchos necesarios para su correcta y segura utilización dándole un mantenimiento operativo con motoconformadora, incorporándole agua por medio de pipas, inicialmente se efectuaba con agua de mar por su cercanía pero esto deterioraba el equipo, procediendo entonces a utilizar agua sin contenido de sales.

Posteriormente se deben ir formando bermas de operación, que servirán para facilitar las maniobras del equipo, tanto para la barrenación, remoción, selección y carga de la roca, que a continuación describo:

N.º 1 EXPLOSIVOS

Los explosivos son sustancias químicas -- que pueden descomponerse rápida y violentamente. Las sustancias químicas, originalmente sólidas o líquidas se transforman en su mayor parte en gases, incluyendo vapor, que tienen un volumen mucho mayor. Con la transformación se genera calor, el cual sirve para dilatar considerablemente los gases.

La explosión por combustión rápida se llama deflagración, y debido a una casi instantánea descomposición se llama detonación. Los explosivos de alto poder detonan.

Las propiedades que se utilizan para seleccionar un explosivo, incluyen sensibilidad, densidad, potencia, velocidad, resistencia al agua, gases que se forman, precio y disponibilidad.

Los explosivos, agentes y detonadores utilizados en esta Obra para carga de barreno son los siguientes:

Godyne

Anfomex

Primacord (E-CORD)

Alambre W-20

Estopines

Los cuales detallo a continuación:

Godyne:

Es un explosivo de alta potencia, de alto rendimiento y bajo costo. Es sensible al cordón detonante, su presentación es en semi-rigido ó salchicha, tiene una densidad de 1.20 g/cm^3 y una velocidad de 13,000 piés/seg., su longitud es de 16". Por su presentación en salchicha es recomendado para la carga de columna.

El Godyne diámetro intermedio ha reducido costos de barrenación cuando las planillas se han ampliado por su potencia y densidad.

Anfomex:

Es un agente explosivo que sustituye con gran acierto a los altos explosivos con economía y obteniendo más seguridad en su manejo.

Además presenta una densidad de 0.75 a -- 0.90 g/cm^3 y una velocidad de 8,000 piés/seg., factores que -- sirven para su utilización con éxito en barrenos secos. Su -- presentación es en bolsas de polietileno o papel de 25 kg. netos.

Su potencia se puede cuantificar como un 60% del equivalente a la dinamita.

Primarcord (E-CORD):

El E-CORD es un cordón detonante de tipo económico, de alta calidad y construcción de primera. Se distingue por su menor contenido de explosivo, la fuerza iniciadora del E-CORD, aunque proporcionalmente menor, es más que suficiente para detonar las dinamitas sensibles a los fulminantes.

La construcción del E-CORD proporciona -- una protección máxima contra la penetración lateral del agua o de combustibles líquidos. Es de estructura relativamente robusta y sin embargo es muy flexible y fácil de manejar, obteniéndose fácilmente conexiones de nudos a cualquier temperatura atmosférica.

Su presentación es en carretes de 300 mts. de longitud y su diámetro de 4 mm. y resiste a la tensión 63 kg. promedio.

Alambre W-20:

Es un alambre conector económico y de alta calidad, en el uso de explotaciones donde se utilizan esto-

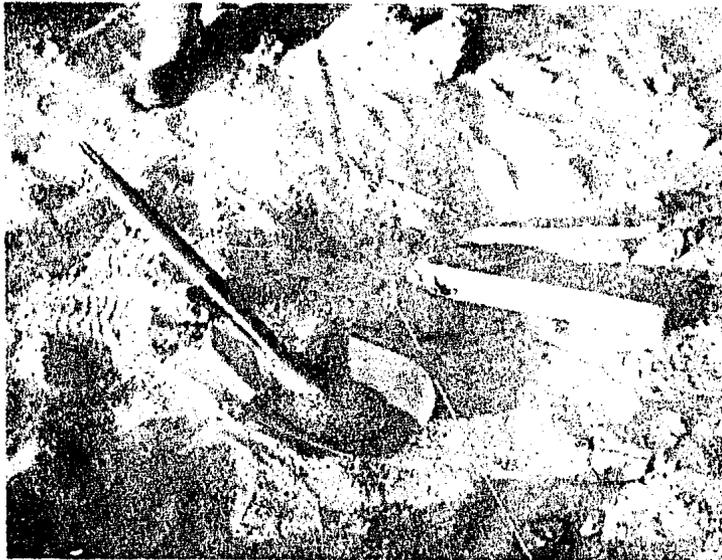
pines. Es muy flexible y fácil de cortar y conectar su diámetro es de 1 mm. y resiste a la tensión 23 kg. promedio.

Estopines:

Los estopines eléctricos como su nombre lo indica, son fulminantes elaborados de tal manera que pueden detonarse con corriente eléctrica, con ellos pueden iniciarse simultáneamente varias cargas de explosivos de gran potencia, presentan una carga básica de tetrillo o algún otro explosivo de alta velocidad, una carga comprimida de ácido de plomo, que sirve de cebo de tipo de píldora.

Cuando se aplica la corriente eléctrica el puente de alambre se pone incandescente y detona el estopín.

Los estopines eléctricos son alambres de 16 pies (4.88 mts) ó menos de largo, vienen generalmente en paquetes de 50 y en cajas de 500, el paquete, se reduce según aumenta la longitud de los alambres.



Manejo y Almacenamiento de Explosivos.

Los explosivos y artificios están sujetos a una gran diversidad de movimientos y manejos, de la fábrica son transportados en ferrocarriles y camiones; se les lleva al cliente y consumidor para ser depositados en polvorines de almacenamiento y distribución, y finalmente son entregados en el lugar mismo donde van a ser utilizados. Es por esto que el manejo y almacenamiento de explosivos y materiales para voladuras requiere, en todo momento, procedimientos adecuados y métodos que no solamente se ajusten al cumplimiento de las Leyes sobre el particular, sino que estén encaminados a la protección y preservación contra el deterioro de estos materiales; considerando siempre el peligro natural que entrañan.

Transporte.

Para transportar explosivos de un lugar a otro dentro de la República Mexicana debe contarse con el permiso de las autoridades competentes.

Sobre el particular, existen algunas recomendaciones, cuyo objeto es el de eliminar, hasta donde sea posible, los riesgos que entraña el transporte de explosivos y la carga y descarga de los mismos.

Almacenamiento.

La consideración más importante es, desde luego, que los polvorines de almacenamiento deben estar ubicados, protegidos, construidos y administrados. De tal manera que puedan evitar una explosión accidental de los productos almacenados y que impidan daños a personas o propiedades en caso de que esta ocurra.

Las condiciones en que se guardan los explosivos tienen una relación muy importante con la seguridad en el uso de los mismos. El almacenamiento inadecuado de los explosivos. Los fulminantes o la mecha puede ser causa de que, al usarse después, se produzcan barrenos quedados, detonaciones incompletas del explosivo o barrenos quemados.

La ubicación de los polvorines suele estar reglamentada por Leyes y disposiciones en cuyo caso hay que sujetarse a estas ordenanzas.

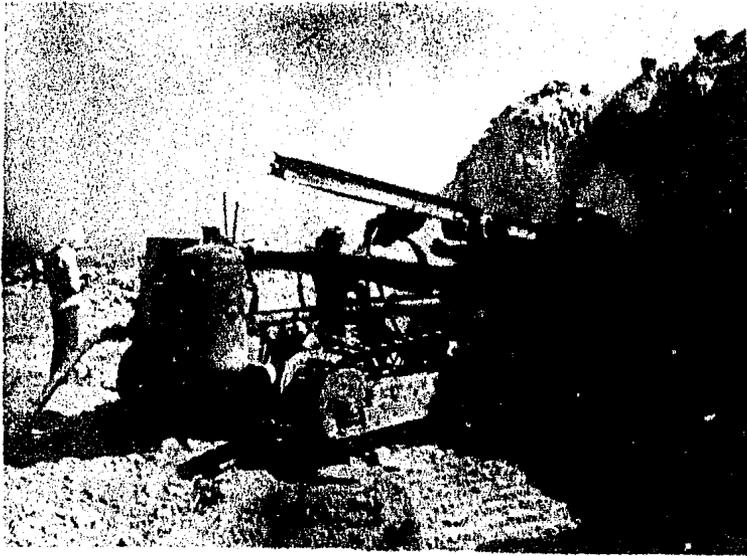
II.2 BARRENACION

Al planear una excavación controlada en roca, con uso de explosivos, es de suma importancia en la barrenación el definirse en primer término, el coeficiente de barrenación, la resistencia del material que se va a remover, y la longitud de barrenación. Estos datos hay que recalcarlos y resultan básicos para preparar correctamente los diagramas de barrenación; por otra parte, de la barrenación que se realice, depende la selección de los equipos. La cantidad de barrenos necesarios por voladura, depende del diámetro de los barrenos así como la fragmentación deseada.

Para obtener un diagrama de barrenación se debe tomar en cuenta:

- a) Los metros cúbicos de roca por metro lineal de barreno!
- b) El número de kilogramos de explosivos por metro cúbico de roca.
- c) El número de kilogramos de explosivos por metro lineal de barreno.

También existe una relación de fórmulas teóricas para calcular la carga total por barreno y a continuación, nombraré las que se utilizaran en la explotación de roca a cielo abierto, para la construcción del rompeolas.



FORMULAS TEORICAS:

$$\begin{aligned}
 V_{\max} &= 40 d \\
 V &= 0.3 V_{\max} \\
 H &= K+V+(K+V) 0.05 \\
 F &= 0.05 + 0.03 H \\
 V &= V_{\max} - F \\
 E &= (1.3 \text{ a } 1.25) V \\
 hb &= 1.3 \text{ max} \\
 T &= (1 \text{ a } 1.3) V \\
 hp &= H = (hp+T) \\
 Q_b &= \frac{I d(\text{min}) \times hp}{1000} \\
 Q_r &= Q_b + Q_p \\
 Vol &= \frac{V E K}{H} \\
 C_b &= f (\text{TALUD}) \\
 Vol. \text{ real} &= \frac{Vol.}{1+C_b} \\
 Vol. \text{ barreno} &= K Vol. \text{ real} \\
 Q &= \frac{Q_r}{Vol. \text{ barreno}}
 \end{aligned}$$

EN DONDE:

Vmax	= Separación frontal máxima
V	= Separación frontal práctica
F	= Factor de corrección por barrenación deficiente.
E	= Espaciamiento práctico entre dos barrenos.
V	= Sobre barrenación interior
H	= Longitud total del barreno
K	= Altura del banco
Qb	= Carga de fondo (kg)
Qp	= Carga de carril (columna) (kg)
Qr	= Carga total
d	= Diámetro de barreno
T	= Taco
b	= Relación cuele-volumen (barrenación específica) m/m ³
q	= Consumo de explosivos o carga específica kg/m ³
Vol.	= Volumen por cada metro de barrenación
Vol. real	= Volumen real por cada metro de barrenación
Cb	= Coeficiente de barrenación
Vol. barreno	= Volumen por m ³ del barreno

Como podemos observar al elaborar la planilla de barrenación y carga del barreno primeramente se calcula teóricamente y de acuerdo a los resultados obtenidos, se procede a ir corrigiendo tanto la distancia de barreno como el cargado del mismo.

El primer diseño teórico y prueba real en el tronado para la obtención de roca fué utilizando el método del transbolillo con retados MS.

Datos:

Cuadrícula:

2.50 m en línea
3.60 m en bordo
14.50 m de fondo

30% y 70% Proporción Agente Dinamita
250 gr carga/m³

Cálculo de la carga:

(3.60 x 2.50 x 14.5) mts. = 130.50 m³
130.50 m³ / 250 gr. = 22.69
9.7 x 1.0 bombillas = 9
22.69 x 23 kg. agente = 20

Transformando el agente explosivo a dinamita de 7/8 x 8" y considerando 1/2 fuerza dinamita.

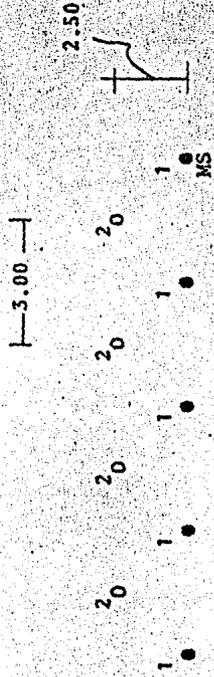
$$\text{Agente } \frac{22.7}{2} = 11.3 \text{ kg.}$$

Repartición de carga en carril:

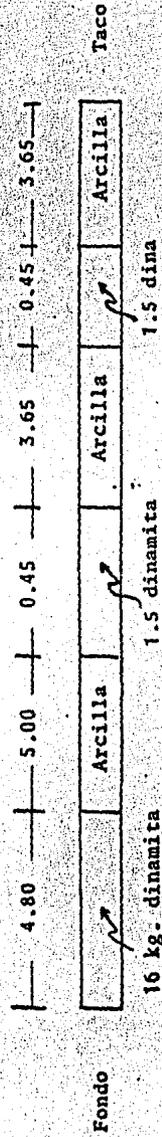
2" x 10 bombillas x 0.40 mts. = 4 mts.
7/8 y h.3 bombillas x 0.20 mts. = $\frac{2.26 \text{ mts.}}{6.26 \text{ mts.}}$
19.50 del barreno - carril cargado = 8.24 de taco

no será: Por lo que el cargado del barreno de dise

PLANTILLA DE BARENACION



CARGADO DEL BARRENO



Efectuando diversas tronadas (9 en total) se llegó a la cuadrícula ideal para la obtención de la roca - que requiere la obra y esta fué:

Cuadrícula:

2.50 m en línea
3.00 m en bordo
14.00 m de fondo

Proporción de 40% dinamita y 60% agente - para barrenos sin agua.

Y para barrenación con agua:

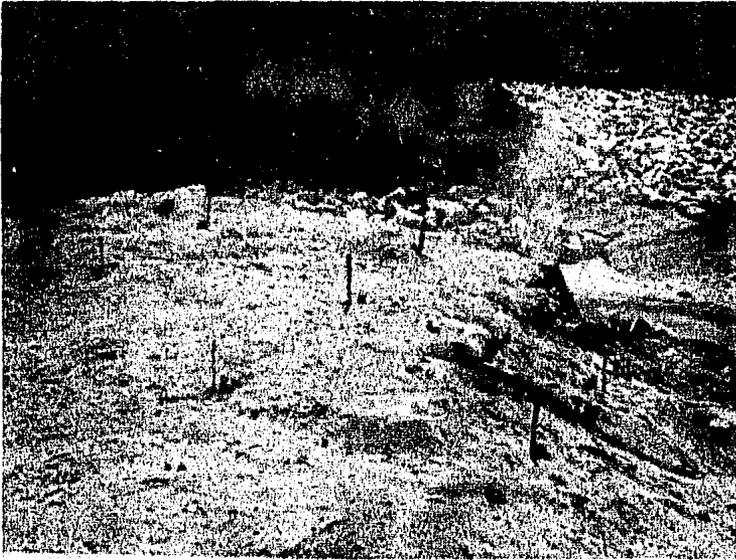
Cuadrícula:

2.50 m en línea
3.00 m en bordo
14.00 m de fondo

Proporción 50% dinamita y 50% agente.

En ambos casos el porcentaje de desperdicio o rezaga no rebasa el 40% que en este tipo de explotación es muy aceptada y costeable; por ser tamaños de 2.50 m³ aproximadamente, con lo que cubre las especificaciones de diseño de la coraza de proyecto de esta Obra.

La barrenación se realiza a una profundidad de 14 mts. utilizando barrenos de 1 1/2" de \emptyset , este proceso se realiza con track drill y compresor de 250 P.C.M. previamente a esto se colocan la cuadrícula de barrenación con estacas de madera.



Plantilla de Barrenación.

Las brocas utilizadas en esta explotación son el tipo giratorio de arrastre. Su matriz esta prevista - de filos de diamante.

Hay que tomar en cuenta que al usar brocas es indispensable que se extraigan los fragmentos de roca para poder atacar la roca sana, lo que se hace bombeando aire por el centro de la barrena a una velocidad suficiente que le permita arrastrar los fragmentos de roca hacia arriba por los costados mismos, el fluido debe enfriar, las partes cortantes así como los cojinetes.

En la Tabla a continuación anoto el repor
te mensual de barrenación que se esta utilizando en la Obra.

REPORTE MENSUAL DE BARENACION

ACUMULADO :

MES	HORAS TRAB.	HORAS PROG.	EFICIENCIA	M. L. BARENADOS	M. L. PROG.	EFICIENCIA	RENDIMIENTO M/H.	CONSUMOS				CONSUMOS ESPECIFICOS				OBSERVACIONES
								BROCAS	BARRAS	ZANCOS	COPLER	BROCAS/M	BARRAS/M	ZANCOS/M	COPLER/M	
ENERO	971	1.712	0.57	8,422	17,070	0.47	8.70	200	11	6	32	0.0227	0.0032	0.0007	0.0029	
FEBRERO	777	1.552	0.47	13,576	16,560	0.61	17.00	271	12	2	17	0.0305	0.0014	0.0002	0.0023	
MARZO	725	2.614	0.28	15,050	27,107	0.56	21.00	331	49	8	51	0.0309	0.0031	0.0025	0.0032	
ABRIL	1.014	2.501	0.41	20,210	26,000	0.79	20.00	161	57	24	12	0.0220	0.0020	0.0012	0.0021	
MAYO	1.315	2.000	0.66	22,579	31,874	0.71	16.50	320	30	2	37	0.0145	0.0013	0.0001	0.0016	
JUNIO	1.315	2.750	0.49	19,249	16,061	1.14	14.41	433	50	60	24	0.0325	0.0030	0.0031	0.0012	
JULIO	1.611	2.500	0.64	21,919	26,000	0.86	13.61	239	16	16	17	0.0332	0.0015	0.0007	0.0021	
-	-	-	-	-	-	-	-	34	10	-	1	-	-	-	-	AJUSTE DE ALMOCEN.
AGOSTO	2.692	2.500	1.10	26,000	26,000	1.50	13.00	43	42	10	66	0.0012	0.0011	0.0003	0.0017	
-	-	-	-	-	-	-	-	72	41	-	50	-	-	-	-	AJUSTE DE ALMOCEN.
SEPTIEMBRE	2.455	2.500	0.99	37,260	26,000	1.45	15.19	53	25	27	90	0.0014	0.0020	0.0007	0.0026	
-	-	-	-	-	-	-	-	200	-	-	-	-	-	-	-	AJUSTE DE ALMOCEN.
TOTALES	10.519	20,630	0.53	196,373	213,955	-	-	2765	446	155	463	-	-	-	-	
PROMEDIOS	1.425	2.273	0.53	21,819	23,774	0.52	15.20	307.0	49.6	17.2	51.4	0.0141	0.0023	0.0008	0.0024	
NOTAS :																
FORMULO :				REVISO :				Va. Ba.								

II.3 PROCESO Y CARGA DEL BARRENO Y TRONADO

Una vez barrenado, se coloca la dinamita, al agente explosivo, el cebo, etc.

Se comienzan a colocar los espesores y cantidades de cada uno de ellos de acuerdo a lo calculado teóricamente y corregido con la experiencia; con el fainero, se van retacando para no dejar huecos que pudieran afectar el tronado, posteriormente se amarra el cordón detonante en forma paralela, que une los barrenos que se van a tronar a este cordón, se le conectan los estopines (previamente verificados con el voltímetro) se van uniendo 4 en una línea que termina en el interruptor.

El poblador debe verificar que las líneas estén bien conectadas y que tengan la secuencia de detonación acorde a lo diseñado.

Posteriormente deberá la brigada hacer sonar una sirena, indicando que se va a efectuar el tronado, como medida de seguridad, el equipo y el personal deberán haber sido retirados del área de explosión y de la zona de influencia del mismo.

REPORTE DIARIO DE VOLADURA DE ROCAS

ACUMULADO

M E S	NUM. BARRENOS	PROF. MEDIA (M)	VOLUMEN (M ³)	C O N S U M O S						C O N S U M O S E S P E C I F I C O S						OBSERVACIONES
				ESTOPONES (No)	CABLE (ML)	PRIMACORD (ML)	GOOTNE (Kg)	ANFORNER (kg)	PROPORCA (%)	ESTOPONES Kg/M ³	CABLE M/M ³	PRIMACORD M/M ³	GOOTNE Kg/M ³	ANFORNER Kg/M ³	EXPLOSIVO GR/M ³	
MARZO	1619	7.05	92,565	1329	19,950	6,250	8,175	10,963	43-57	0.014	0.120	0.070	88.3	112.4	200.7	
ABRIL	2111	6.78	131,117	1450	11,400	10,400	9,725	11,175	47-53	0.011	0.110	0.104	81.4	103.8	165.2	
MAYO	2153	7.07	141,658	1441	11,450	11,005	11,550	14,150	45-55	0.010	0.101	0.094	88.3	105.0	193.3	
JUNIO	2220	8.59	170,326	922	3,430	19,240	14,275	20,100	41-59	0.006	0.021	0.112	85.6	121.4	207.0	
JULIO	4020	8.26	256,976	1845	5,081	28,148	21,250	30,825	41-59	0.008	0.025	0.115	85.1	115.8	201.9	
AGOSTO	2610	10.47	264,081	743	6,882	21,130	16,889	27,479	38-62	0.004	0.034	0.133	82.8	114.4	217.4	
SEPTIEMBRE	2455	10.78	269,943	560	3,600	27,000	18,925	19,150	49-51	0.001	0.017	0.129	90.3	92.1	182.4	
OCTUBRE	2176	10.60	172,317	552	3,564	21,198	19,200	14,875	55-44	0.004	0.022	0.131	113.8	89.6	203.4	
NOVIEMBRE	2622	10.13	205,752	504	2,730	27,321	16,525	24,125	40-60	0.002	0.015	0.135	82.6	117.2	169.8	
TOTALES	23,220	-	1,584,735	9,366	51,197	161,971	136,211	172,125	-	-	-	-	-	-	-	
PROVEDIOS	2,476	8.54	176,082	1,041	7,600	20,711	15,115	19,111	44-55	0.007	0.036	0.112	80.7	111.0	169.7	

- 106 -

NOTA:

FORMULO :

REVISO :

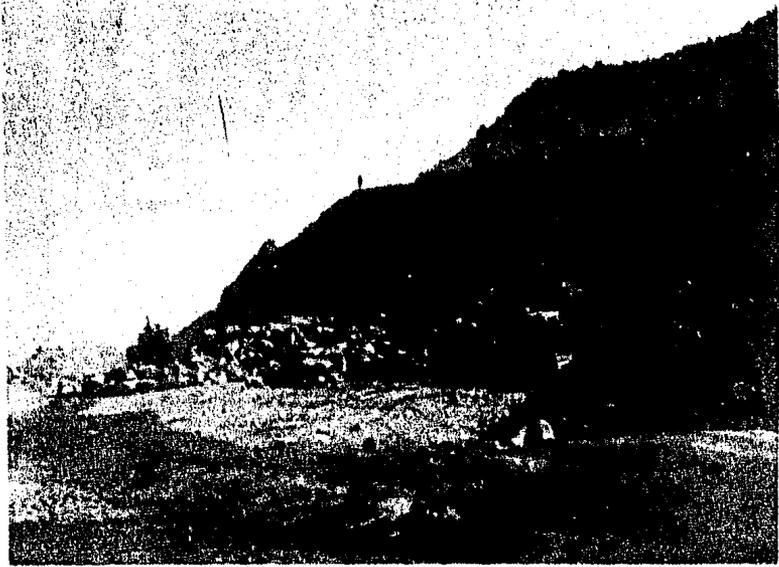
Va. Bo. :

II.4 REMOCION, SELECCION, MONEO Y CARGA

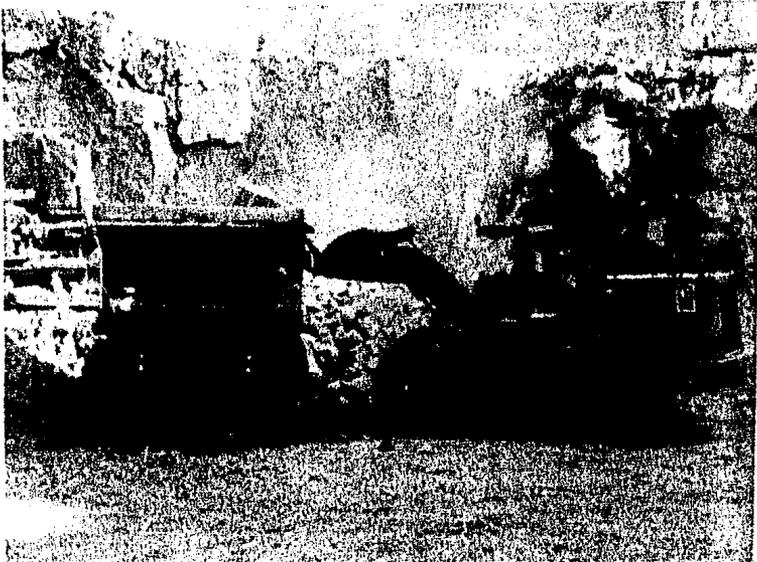
Ya efectuado el tronado se procede a la remoción, esta etapa se efectúa con un tractor de construcción D-9, equipado con cuchilla Buldozer, el tractor tiene gran potencia debido al trabajo tan pesado que realiza y consiste en retirar el material del frente de ataque para seleccionarlo en los tamaños y pesos estipulados por el diseño (coraza, secundario, núcleo y rezaga).

Existen algunas tronadas donde el material extraído es demasiado grande y pesado para poder efectuar su carga; por lo que es necesario realizar el moneo, este proceso consiste en fragmentar las rocas con una pistola neumática, alimentada por un compresor de aire a tamaños más manejables; no es recomendable realizar esto, puesto que incrementa los costos.

Una vez seleccionado el material producto del tronado, se procede a ir cargando el material, este procedimiento se realiza con un cargador frontal sobre llantas (que deberán estar protegidas con cadenas).



REMOCION Y SELECCION



CARGA MATERIAL

11.5 ACARREO

Se nombra así, al movimiento de material que se lleva a cabo de un lugar a otro. Los cálculos de acarreo deberán dar atención al tipo de terreno que va a cruzarse, a la capacidad probable de soporte y resistencia de este, a la tracción (Tabla 1, 2, y 3), a las pendientes que deben utilizarse y al costo de hacerlo y mantenerlo transitable.

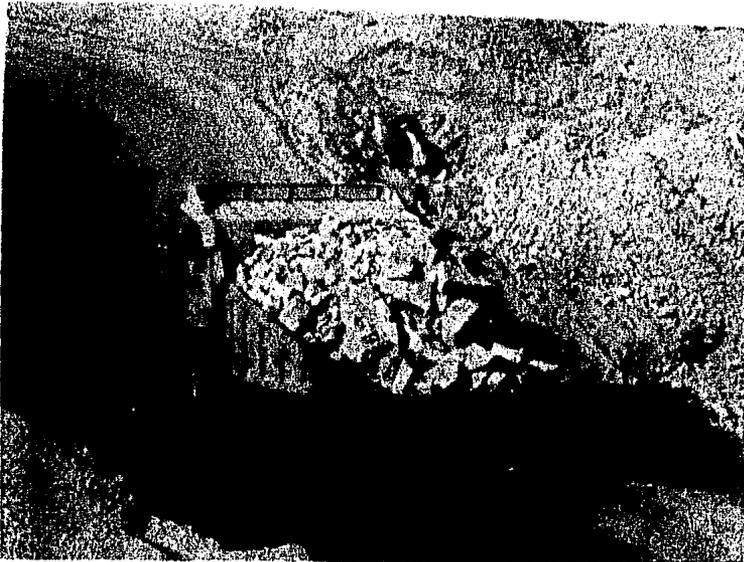
El acarreo incluye el movimiento del material, desde el banco de su explotación a la Obra o hasta el almacenamiento, considerándose para cálculo de tarifa el total en ambas direcciones.

Debido a que el material acarreado es roca se optó por usar camiones fuera de carretera modelo HD-320-2, de 32 Ton. de capacidad; ya que los camiones de volteo convencionales sufren mucho desgaste tanto en llantas como en estructura, además de que se perjudican mecánicamente, lo que los hace antieconómicos.

Algunas ventajas que presentan los camiones fuera de carretera, que obligaron a tomar la decisión de su utilización en esta Obra son:

1. No están sujetos a ningunas restricciones legales respecto al tamaño o al peso.

2. El peso muerto del chasis y de la caja es generalmente -- igual a su capacidad de carga.
3. Un camión grande debe mover tierra a un precio menor, que uno pequeño a la misma velocidad especialmente en los aca rreos largos.
4. Su mantenimiento son generalmente menores tomando como ba se Ton/km.
5. Existe una economía definida en los salarios de los operado res, primas de seguros, etc., con base a los camiones - pequeños .

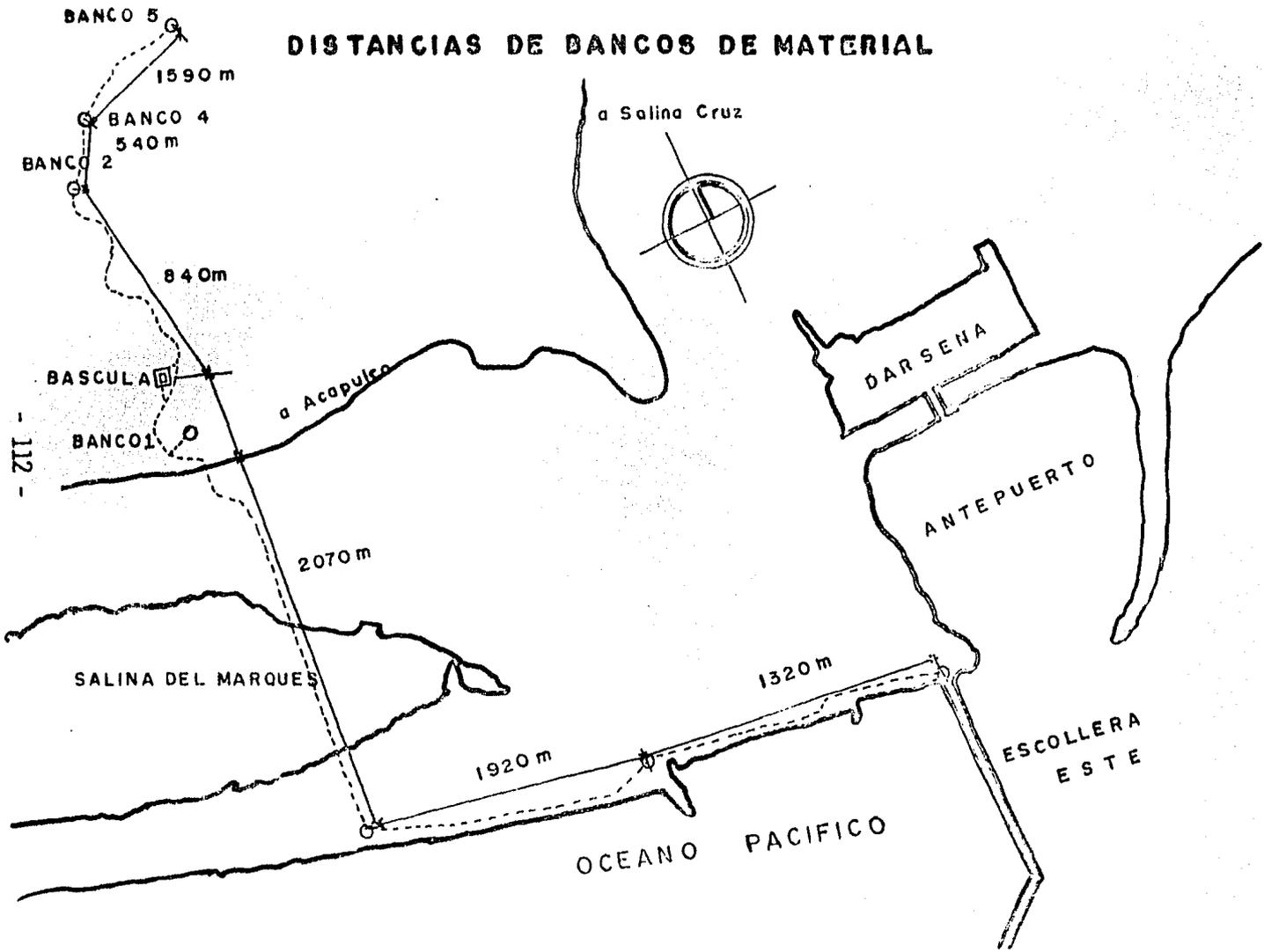


La forma de control de los acarreos se no ta en la hoja anexa, así como posteriormente las distancias - de acarreo de los bancos de explotación al 0+000 del eje de - la Escollera:

CONCEPTO	DISTANCIA DE ACARREO
BANCO 1	5+520
BANCO 2	6+150
BANCO 4	6+690
BANCO 5	8+280
BASCULA	5+310

Todas las medidas son al centro de masa - del banco.

DISTANCIAS DE BANCOS DE MATERIAL



II.6 COLOCACION

La colocación del material en la Obra es el último paso del proceso constructivo de la Escollera, es de gran impacto en los costos si se efectúa incorrectamente.

Los materiales a colocar se dividen en 3 tipos: El núcleo que es el 75% de la misma, formado por 1'525,283 m³ (3'813,208 Ton.); la capa secundaria con un volumen a colocar de 229,121 m³ (572,803 Ton.) que representa el 11% del total; así como la coraza contiene el 14% formado por 271'038 m³ (677,595 Ton.)

Estos materiales se van distribuyendo en 3 tramos tipo y la zona del morro (4 tramos), modificándose por tramo su control de calidad en cuanto a tamaño y peso, los tramos se dividen en :

TRAMO	CADENAMIENTO
1	0-025 A 0+370
2	0+371 A 0+935
3	0+936 A 1+755
4 (Morro)	1+756 A 1+855

El núcleo está constituido por roca que va alterando sus rangos de peso en función del tramo, así; para el primer tramo va de 10 a 1,000 kg., para el segundo de 20 a 1,000 kg., donde el tercer tramo y el morro lo forma una roca de 25 a 1,000 kg.

El proceso de colocación del núcleo es el mismo a lo largo de toda la Obra y consiste en vertir el material acarreado por medio de gravedad en el sitio deseado, bandeándolo con tractor de construcción D-9, equipado con cuchilla Buldozer.

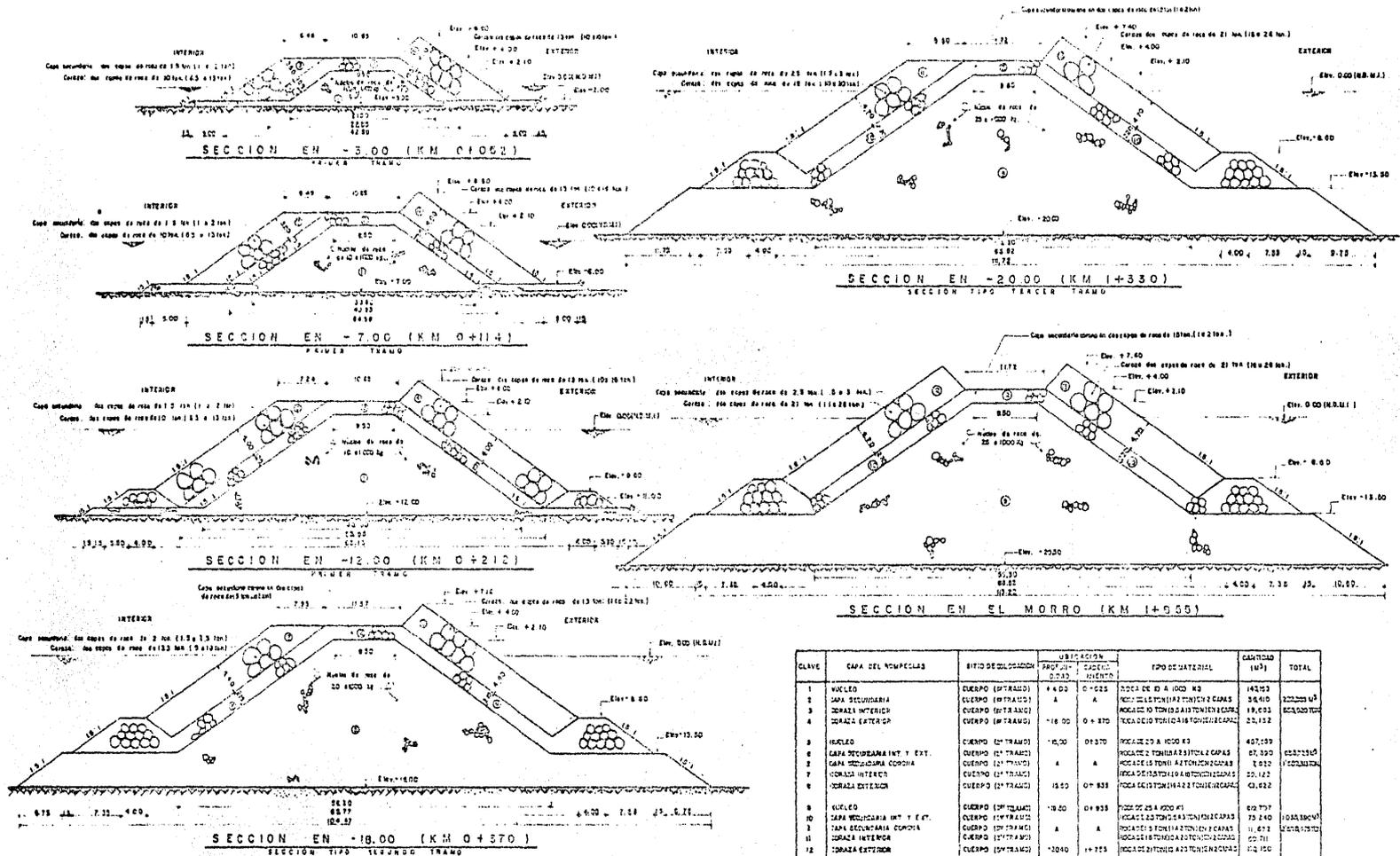
En la capa secundaria el material varía en los siguientes rangos y tramos.

TRAMO	RANGO
1	1 A 2 Ton.
2	1.5 A 2.5 Ton.
3	1.5 A 3 Ton.
4 (Morro)	1.5 A 3 Ton.

Estos valores corresponden a la capa secundaria del cuerpo de la Escollera tanto en la parte interior como exterior.

Existe otra capa secundaria que se coloca en la parte de la corona y presenta un rango de peso de 1 a 2 Ton.

La colocación de las capas va de acuerdo a especificaciones de proyecto que marca 2 capas sobrepuestas; en este proceso se utiliza el mismo equipo que para la colocación del núcleo, así como su procedimiento constructivo.



CLAVE	CAPA DEL ROMPECERAS	ESTRUCTURA DE DISEÑO	UBICACION		TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD (M ³)	TOTAL
			PROYECTO	ESTADO			
1	HUELLO	CUERPO (INT/EXT)	4.00	0-025	ROCA DE 10 A 1000 KG	142,000	
2	CAPA SECUNDARIA	CUERPO (INT/EXT)	A	A	ROCA DE 10 TONELADAS TENDEN EN CASAS	24,400	166,400 M ³
3	ZONAZA INTERIOR	CUERPO (INT/EXT)	-18.00	0+370	ROCA DE 10 TONELADAS TENDEN EN CASAS	18,000	184,400 M ³
4	ZONAZA EXTERIOR	CUERPO (INT/EXT)	-18.00	0+370	ROCA DE 10 TONELADAS TENDEN EN CASAS	25,150	209,550 M ³
5	HUELLO	CUERPO (INT/EXT)	-10.00	0+370	ROCA DE 10 A 1000 KG	427,000	
6	CAPA SECUNDARIA INT Y EXT.	CUERPO (INT/EXT)	A	A	ROCA DE 10 TONELADAS TENDEN EN CASAS	61,000	570,550 M ³
7	ZONAZA INTERIOR	CUERPO (INT/EXT)	-18.00	0+370	ROCA DE 10 TONELADAS TENDEN EN CASAS	20,120	590,670 M ³
8	ZONAZA EXTERIOR	CUERPO (INT/EXT)	-18.00	0+370	ROCA DE 10 TONELADAS TENDEN EN CASAS	43,000	633,670 M ³
9	HUELLO	CUERPO (INT/EXT)	-10.00	0+370	ROCA DE 10 A 1000 KG	60,700	
10	CAPA SECUNDARIA INT Y EXT.	CUERPO (INT/EXT)	A	A	ROCA DE 10 TONELADAS TENDEN EN CASAS	70,200	703,870 M ³
11	ZONAZA INTERIOR	CUERPO (INT/EXT)	-18.00	0+370	ROCA DE 10 TONELADAS TENDEN EN CASAS	11,800	715,670 M ³
12	ZONAZA EXTERIOR	CUERPO (INT/EXT)	-18.00	0+370	ROCA DE 10 TONELADAS TENDEN EN CASAS	11,150	726,820 M ³
13	HUELLO	CUERPO (INT/EXT)	-10.00	0+370	ROCA DE 10 A 1000 KG	24,700	
14	CAPA SECUNDARIA INT Y EXT.	CUERPO (INT/EXT)	A	A	ROCA DE 10 TONELADAS TENDEN EN CASAS	9,100	735,920 M ³
15	ZONAZA INTERIOR	CUERPO (INT/EXT)	-18.00	0+370	ROCA DE 10 TONELADAS TENDEN EN CASAS	1,400	737,320 M ³
16	ZONAZA EXTERIOR	CUERPO (INT/EXT)	-18.00	0+370	ROCA DE 10 TONELADAS TENDEN EN CASAS	10,750	748,070 M ³

TOTAL: 7,029,442 M³
1,063,004 TON.

Haciendo mención que la colocación de coraza en esta Obra, se está efectuando por un sistema computarizado conocido como Sistema Hidrolito, donde es pionero en la Ingeniería Mexicana y que da un gran ahorro en la colocación de coraza, ya que marca el peso y lugar exacto donde debe colocarse la roca por medio de grúas 9310 en el caso de la coraza interior y la PH 5300 en la exterior.

El proceso de construcción de la Obra fué el siguiente:

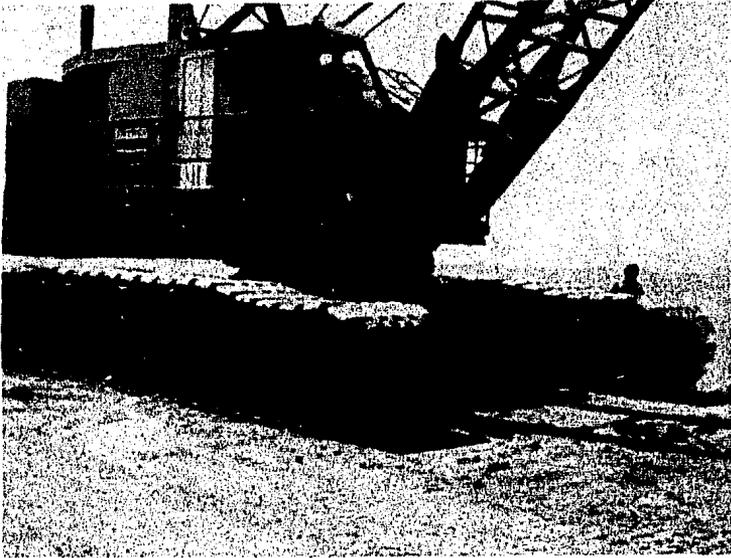
Para atracar la Escollera se hizo un cajón de arranque en la playa que parte de la 0-025 a la 0+030 relleno con capa secundaria, colocada por volteo y bandeado con tractor, la zona de rompientes de la 0=025 a la 0+120 donde presenta una altura de +6.0 mts.

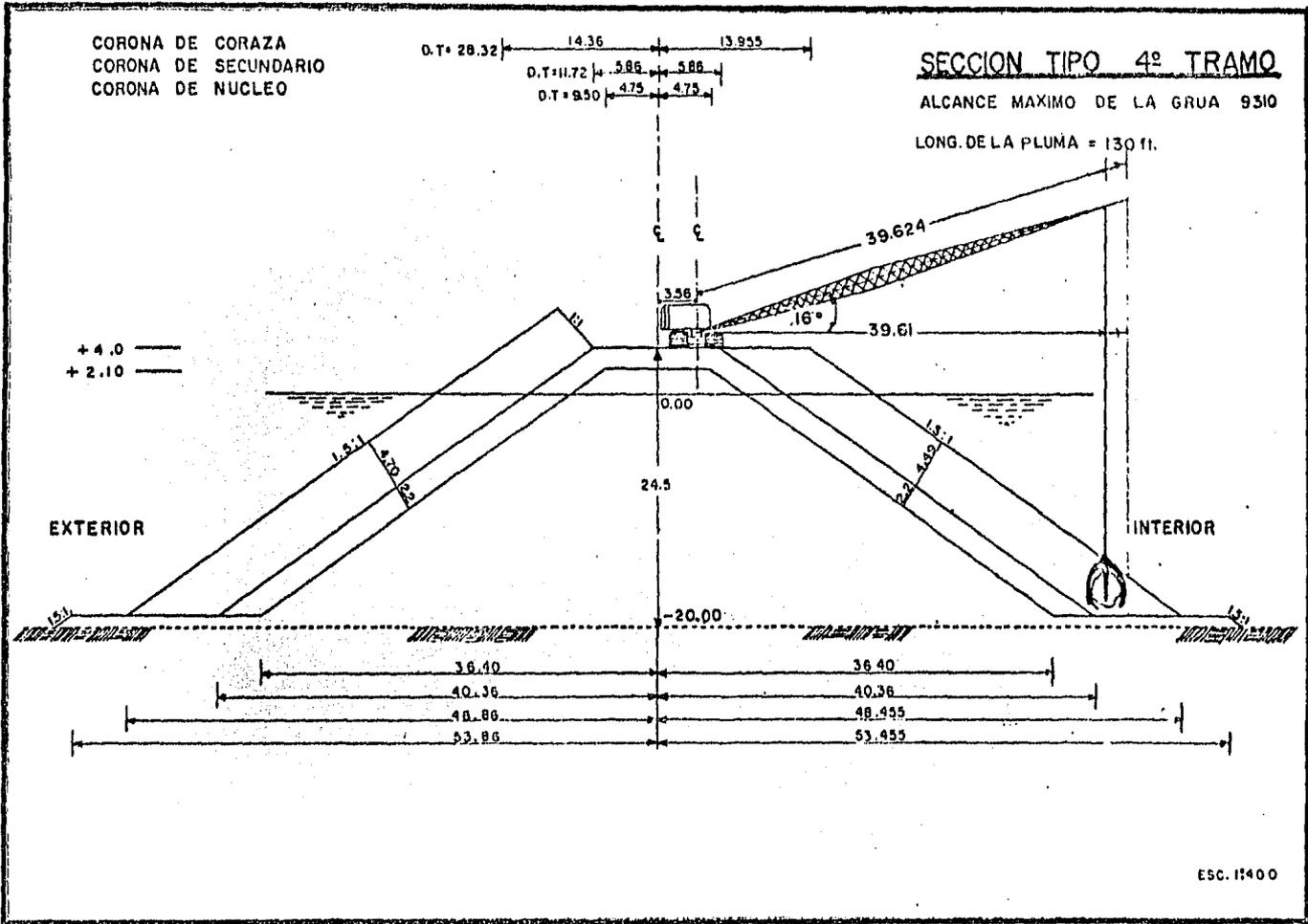
Sin considerar el espaldón, de ahí se continúa hasta llegar a la altura de diseño de +4.0 mts. mediante una zona de transición de 20 mts.

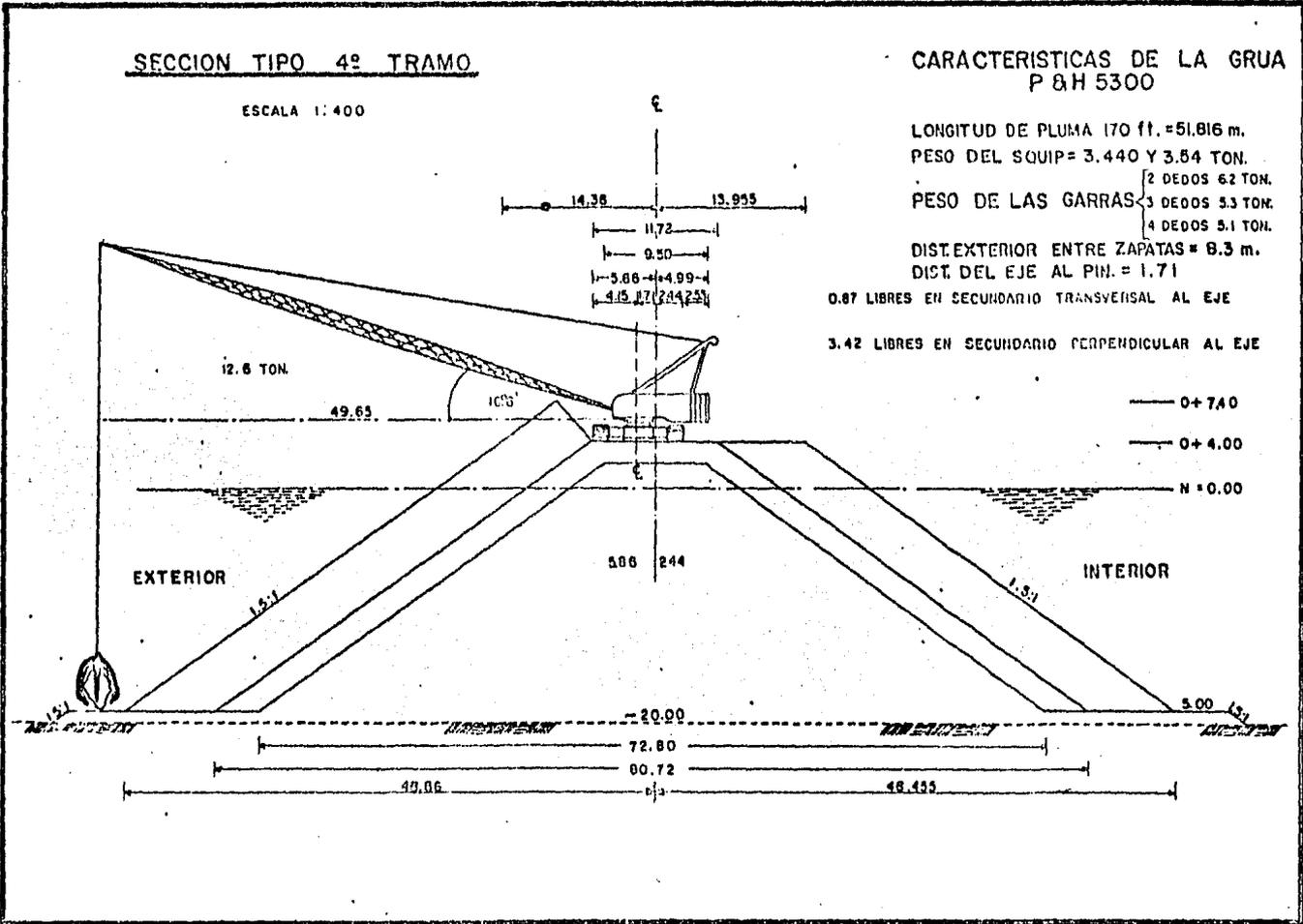
Para colocar la coraza, el Sistema Hidrolito nos marca el peso, la ubicación de la roca en el sitio óptimo. Lo que no ocurría anteriormente ya que el material era vertido al azar. Resultando muy costosa.

A continuación se notan la colocación de coraza esquemáticamente.

La grúa para la colocación de coraza, ha sido provista de un vernier de 360° sobre la cremallera que - marca el ángulo horizontal al que debe colocar, así como transportador que se fijó, entre la pluma y la caseta del operador que nos marca el ángulo vertical.







III. CONTROL DE OBRA

III.1 SISTEMA HIDROLITO

III.1.1 ANTECEDENTES

El Hidrolito, así como otros aparatos que vienen a mejorar e impulsar la tecnología, nace esta idea en Europa, más concretamente en Suecia, donde ya existía un prototipo del Hidrolito, el que se encontraba junto con otros -- aparatos, en una lista de nuevos prospectos de inventos destinados a mejorar la tecnología que dicho país lanzaría al mercado en épocas futuras.

El Hidrolito fué construido para efectuar levantamientos hidrográficos o sea que con él se pretendía de finir la configuración de las aguas navegables de los ríos, lagos y bahías, pero desafortunadamente el aparato tenía la limitación de que las mediciones en su proyección horizontal, sólo se podían lograr hasta una distancia no mayor de 100 mts. debido a la catenaria que forma la cinta dentro del agua, lo que motivó a desechar ese proyecto.

Se debe la aplicación del Hidrolito en la Ingeniería Civil Mexicana al ING. BULMARO CABRERA, Director de Diseño de Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y

Transportes, el cual fué utilizado por primera vez, debido a la necesidad de proyecto, para obtener la configuración del fondo del Río Coatzacoalcos, que alojará el puente conocido como Coatzacoalcos II.

Aproximadamente un año después, se comenzó a construir la Escollera, a cargo de COCONAL, S.A., quien utilizaba para verificar los taludes, el método conocido como "Pluma Rígida"; pero esta acción es muy costosa, debido a que se debe tener inactiva una draga cuando menos dos días a la semana, lo que obligó a la Compañía a buscar métodos más sencillos y económicos hasta que encontró el Sistema Hidrolito - que describo a continuación.

III.1.2 DESCRIPCION

A continuación describiré como es físicamente el Hidrolito, su funcionamiento y los datos que de él se obtienen.

El Hidrolito está formado básicamente por un tránsito, sobre la base de éste, se ha colocado una torre de aluminio de 1.9 mts. de altura en la parte superior, cuenta con una canal y por arriba de ésta a unos 15 cms. tiene una placa en forma triangular con 3 orificios para que de ahí se sujeten unos cables que ayudan a tensar y que dan rigidez al aparato; la torre tiene una polea en la parte media por donde corre un hilo que se dirige hacia la canal así como la cinta que se utiliza para realizar las mediciones.

En el telescopio del Hidrolito se ha colocado una barra de aluminio de 1.6 mts de largo y sobre ella una escuadra deslizable con el objeto de que al realizar las mediciones entre la barra y la cinta, se forme un ángulo de 90° y se puedan obtener los datos del punto que un buzo ha tomado en la sección de la Escollera.

El buzo y la brigada de topografía utilizan un código de comunicación muy rudimentario para poder entenderse y saber el momento en que se debe hacer la lectura -

de los datos. Así como la posición del buzo con referencia a una sección transversal de la Escollera.

Trataré ahora de describir lo que con el Hidrolito se realiza matemáticamente para poder obtener los datos de los puntos levantados.

Primero mencionaremos que todos los puntos obtenidos están referidos al eje de la Escollera, pero que no necesariamente el aparato debe estar sobre la corona ni mucho menos en el eje, sino que puede colocarse en cualquier parte del talud de la misma, pero sin que el oleaje pueda dañar el aparato.

El sistema coordinado que se ha elegido y que servirá para todos los cálculos, figuras, demostraciones que se someterán a discusión son :

EJE	DIRECCION
X	Al Este
Y	Al Norte
Z	Profundidades Marinas.



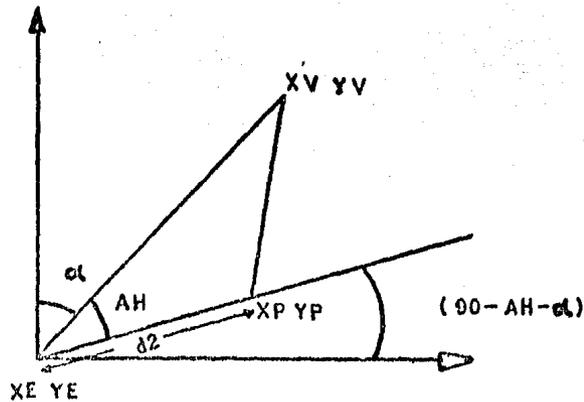
El Sistema Hidrolito se basa en la teoría matemática de planos paralelos y para ser mejor interpretados efectuaremos dos cortes uno vertical y el segundo horizontal, ambos basados en el análisis trigonométrico que a continuación marco:

Cabe aclarar que el valor de 0.0465 que aparece como constante, es debido a la distancia existente entre el centro de la barra y el centro del telescopio del aparato.

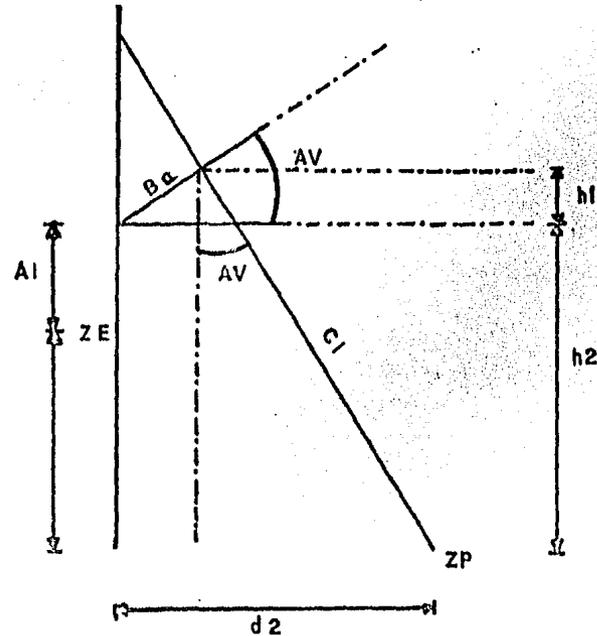
ANALISIS TRIGONOMETRICO HIDROLITO

$$\begin{aligned}
 X &= XE + \left[(CI - 0.0465) \operatorname{Sen} AV + BA \operatorname{Cos} AV \right] \operatorname{Sen} \left(AH + \operatorname{Tan}^{-1} \frac{XV - XE}{YV - YE} \right) \\
 Y &= YE + \left[(CI - 0.0465) \operatorname{Sen} AV + BA \operatorname{Cos} AV \right] \operatorname{Cos} \left(AH + \operatorname{Tan}^{-1} \frac{XV - XE}{YV - YE} \right) \\
 Z &= ZE + AI - \left[(CI - BA \operatorname{Tan} AV - 0.0465) \right] \operatorname{Cos} AV
 \end{aligned}$$

CORTE HORIZONTAL



CORTE VERTICAL



III.1.3 PROCESO OPERATIVO

El Hidrolito para su manejo requiere de una brigada de topografía compuesta por 5 elementos, además de 2 buzos quienes realizan el trabajo del levantamiento de los puntos sobre el talud.

Una primera persona de la brigada tiene a su cargo el manejo y lectura de la cinta, cuidando, que ésta quede lo más tensa posible y no se atore con las rocas de la coraza.

La segunda se encarga de llevar la libreta de campo, anotando las lecturas tomadas de longitud de cinta, barra, ángulo horizontal y vertical, altura de aparato y las observaciones acerca de las condiciones climatológicas y hora en que se realiza el trabajo.

El tercer elemento se dedica exclusivamente a tomar las lecturas de los ángulos tanto vertical como horizontal.

El cuarto integrante maneja la barra, así como la lectura existente entre el cruce de ésta con la cinta y el centro del aparato.

La quinta persona es la que realiza trabajos diversos para el resto de la brigada.

El complemento del trabajo de la brigada lo realizan 2 buzos, los cuales trabajan de acuerdo a las necesidades de la Obra, tomando en consideración que cuentan -- con limitantes para poder llevar a cabo su trabajo, como son: El tiempo de oxígeno en los tanques, la presión a la que están sometidos ya que alcanza profundidades hasta de 22 mts. o el fenómeno de nitrogenación en la sangre por la cantidad de horas bajo el agua, es por ello que se requiere rapidez y eficiencia al tomar las lecturas.

Los buzos llevan consigo una baliza, esta con el fin de que cuando toman un punto que quede en una hoyuedad la cinta, por encima de la roca más alta y cruzan con la baliza colocada en forma vertical, tomando la lectura de la cinta al punto donde ésta se colocó, cantidad que deberá sumarse al análisis trigonométrico en la coordenada Z.

El número de puntos levantados en cada estación puede variar entre 12 y 15, queda a criterio del buzo cuales y cuantos puntos levantar una vez que se le ha dado -- instrucciones de la información que se desea y en que forma - realizar las operaciones para llevar a cabo de la mejor manera y eficiencia el trabajo que se realiza.

El tiempo en que se lleva a cabo el levantamiento de 12 a 15 puntos de un sólo lado del talud en una - estación, es aproximadamente de 30 min., lo que quiere decir, que en cada punto se tardan de 2 a 2.5 min., el Hidrolito pa- ra ser ajustado, nivelado, armado, etc., se lleva un tiempo - promedio de 20 minutos, lo que el rendimiento entonces por -- turno será de 4 estaciones.

Esta operación se realiza a lo largo de - la Escollera tanto interiormente como exterior, primero para conocer la diferencia existente entre el talud real y el de - proyecto, y después para verificar el talud de proyecto; ac- - ción que realiza tomando estaciones a cada 5 mts. Lo que per- mite, exista un control muy rígido para poder de esta manera llegar a construir el talud casi tan bien como lo especifica el proyecto.

Una vez levantados los puntos se procesan en un minicomputador TR-80, el cual realiza el cálculo y arro- ja un listado que será de utilidad para la colocación del ma- terial en la Escollera.

A continuación se elaboran los costos comparando el método de la Pluma Rígida con el Sistema Hidrolito, para justificar aún más su utilización en la verificación de taludes bajo el agua.

COSTOS PLUMA RIGIDA

MANO DE OBRA

CONCEPTO	SALARIO DIARIO	CANTIDAD	IMPORTE
TOPOGRAFO	2,853.82	1	2,853.82
CADENERO	1,669.78	4	6,679.12
OPERADOR DE GRUA	7,773.08	1/2	3,886.54
AYDTE. DE OPERADOR	1,937.08	1/2	968.90
CALCULISTA	2,525.00	3	7,575.00
COORDINADOR 4 DIAS/MES	4,720.00	1	629.33
			\$22,592.71

EQUIPO

CONCEPTO	COSTO HORARIO	HRS/DIA	DIAS/MES	IMPORTE
GRUA AMERICAN MOD. 9310	22,511.55	8	8	48,024.64
				\$48,024.64

VARIOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD DIA	C.U.	IMPORTE
SONDALEZA	PZA.	0.00274	10,000.00	27.39
PAPELERIA	MILLAR	0.06	1,300.00	78.00
OTROS				78.00
				\$ 187.39

COSTO TOTAL DIA/MES =

\$70,800.74

COSTOS HIDROLITO

MANO DE OBRA

C O N C E P T O	SALARIO DIARIO	CANTIDAD	IMPORTE
PROGRAMADOR 2 DIAS/MES	6,666.67	1	444.44
OPERADOR	2,146.66	1	2,146.66
AYDTE. OPERADOR	1,610.00	1	1,610.00
BUZO	2,259.42	2	4,518.64
TOPOGRAFO	2,853.82	1	2,853.82
CADENERO	1,669.78	4	6,679.12
			\$18,252.88

EQUIPO

C O N C E P T O	COSTO DIARIO	HRS/DIA	IMPORTE
HIDROLITO	625.00	8	625.00
COMPUTADOR	2,133.33	6	1,600.00
EQUIPO DE BUCEO	1,500.00	4	2,000.00
			\$ 4,225.00

VARIOS

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD POR DIA	C.U.	IMPORTE
PAPELERIA	CAJA	0.01667	1,000.00	16.67
CINTA P/IMPRESION	PZA.	0.01667	4,000.00	66.67
DISQUETTE	PZA.	0.01667	1,000.00	16.67
CINTA DE PLASTICO	PZA.	0.00274	15,000.00	41.09
CINTA METALICA	PZA.	0.00274	40,000.00	109.60
				\$ 250.70

COSTO TOTAL DIA/MES =

\$22,728.58

III.2 BASCULA DE PESAJE

Debido a que el volumen a mover en acarreo es muy representativo 5'063,606 Ton., se vió en la necesidad de pesar el material para control, tanto de calidad como de Obra, y así poder cuantificar cuanto material se ha ido colocando y cual está en almacenamiento, la báscula que se está utilizando es marca Thurman Mod. APM 2000 con microcomputador, y además es electrónico, está formado por indicador digital, celda de carga e impresor. Las ventajas que ofrece son las siguientes:

1. Puede registrar boletos con folio, fecha, hora, peso bruto, tara, peso neto (kg), camión, tipo de material, banco y el lugar de tiro.
2. La tara de cada camión la mantiene automáticamente en la memoria, ahorrándose el tiempo de alimentación manual.
3. Proporciona resúmenes de los pesos acumulados de cada camión, material y cada banco.
4. Su instalación se efectúa en 3 días con una garantía de un año.

CAPITULO IV

ANEXOS

TABLA 1

PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAXACA ANALISIS ESTADISTICO DE OLAJE (Horas de acción)

ESTACION	RANGO DE ALTURA (m)	D	I	R	E	C	C	I	O	N	CALMAS	OTRAS
		W	SW	S	SE	E						
INVIERNO	0.3 - 0.9	139.91	25.13	25.13	- . -	- . -	- . -	75.71	286.14	355.71		
	0.9 - 2.4	8.37	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	*****	*****		
	2.4	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -				
PRIMAVERA	0.3 - 0.9	133.98	105.36	129.01	43.46	25.35	202.59	140.69				
	0.9 - 2.4	13.64	21.99	15.83	- . -	- . -	*****	*****				
	2.4 -	4.51	7.82	2.75	- . -	- . -						
VERANO	0.3 - 0.9	95.90	127.27	200.19	121.62	51.19	134.54	85.02				
	0.9 - 2.4	24.99	44.18	41.10	13.18	- . -	*****	*****				
	2.4	11.66	14.48	13.76	3.00	- . -						
OTOÑO	0.3 - 0.9	100.67	75.94	77.96	97.47	93.91	187.56	364.47				
	0.9 - 2.4	13.80	13.29	12.95	- . -	- . -	*****	*****				
	2.4	1.60	5.59	3.53	- . -	- . -						
ANUAL	0.3 - 0.9	470.46	333.70	432.29	262.55	246.55	810.83	945.89				
	0.9 - 2.4	60.80	79.46	69.88	13.18	- . -	*****	*****				
	2.4	17.77	27.89	20.04	3.00	- . -						

SUMA: 3,793.90 Hrs.

NOTA: El oleaje corresponde al clasificado como Swell.

FUENTE: ATLAS OF SEA AND SWELL CHARTS.

TABLA 2

PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAXACA

ANALISIS ESTADISTICO DE OLEAJE

(Horas de acción)

ESTACION	RANGO DE ALTURA (m)	D	I	R	E	C	C	I	O	N	CALMAS	OTRAS
		W	SW	S	SE	E						
INVIERNO	0.3 - 0.9	164.68	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	30.95		243.12	508.85
	0.9 - 2.4	11.85	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -			=====	=====
	2.4	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -				
PRIMAVERA	0.3 - 0.9	191.78	51.49	- . -	- . -	- . -	33.82	31.13	226.66	407.95		
	0.9 - 2.4	28.52	- . -	- . -	- . -	- . -	17.18	20.94	=====	=====		
	2.4	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	2.68	1.61				
VERANO	0.3 - 0.9	115.82	61.48	- . -	- . -	- . -	118.88	135.42	189.89	325.33		
	0.9 - 2.4	18.68	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	20.05	=====	=====		
	2.4	1.93	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	1.25				
OTOÑO	0.3 - 0.9	144.94	- . -	- . -	- . -	- . -	26.32	93.65	213.61	557.33		
	0.9 - 2.4	14.44	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	=====	=====		
	2.4	0.60	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -				
ANUAL	0.3 - 0.9	617.22	112.97	- . -	- . -	- . -	179.02	291.15	873.28	1,799.46		
	0.9 - 2.4	73.49	- . -	- . -	- . -	- . -	17.18	40.99	=====	=====		
	2.4	2.53	- . -	- . -	- . -	- . -	2.68	2.68				

Indeterminaciones 953.27 hrs.

SUMA: 4,012.83 hrs.

=====

NOTA: El oleaje corresponde al clasificado como Sea.

FUENTE: ATLAS OF SEA AND SWELL CHARTS.

TABLA 3

ANALISIS ESTADISTICO DE OLEAJE
 PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAX.
 FRECUENCIA DEL OLEAJE PARA EL PERIODO: ANUAL
 UNIDADES EN HORAS DE ACCION

DIRECCION AZIMUT ORIENTACION		RANGO					ALTURA		EN METROS		Ind.	TOTAL
		1	1-1.5	2-2.5	3-3.5	4-5.5	6-7.5	8-9.5	9.5			
N	35-01	231.95	513.70	278.71	129.66	64.05	11.63	5.80	0	36.41	1,271.91	
	02-04	198.31	527.30	386.53	174.79	98.97	15.98	8.71	0.00	14.54	1,425.13	
	05-07	205.96	462.98	207.18	74.36	37.87	11.61	0.00	0.00	11.64	1,011.60	
	08-10	184.00	241.25	52.60	8.75	4.39	2.90	0.00	0.00	8.76	502.65	
	11-13	131.57	172.52	23.36	2.93	0.00	0.00	0.00	0.00	8.75	330.13	
E	14-16	181.10	207.65	30.71	4.39	2.92	0.00	0.00	0.00	2.93	426.78	
	17-19	124.20	295.53	48.28	10.24	2.92	0.00	0.00	0.00	7.32	488.49	
	20-22	113.90	181.47	55.55	2.93	1.46	0.00	0.00	0.00	1.46	356.77	
	23-25	178.13	195.99	48.31	7.32	7.32	1.46	0.00	0.00	11.65	450.18	
	16-28	294.76	245.52	64.31	13.17	5.86	1.46	0.00	0.00	10.22	635.30	
W	29-31	247.98	157.67	26.24	8.76	1.46	1.46	0.00	0.00	14.57	458.14	
	32-34	324.06	272.97	90.38	29.18	16.03	0.00	0.00	0.00	11.69	744.31	
	Indeter- minada	576.42	36.55	4.36	0.00	2.92	10.24	0.00	0.00	19.12	649.61	
	TOTAL	2,992.34	3,511.10	1,316.52	467.94	243.25	55.28	14.51	0.00	159.06	8,760.00	

Fuente: U.S. DEPARTMENT OF COMERCE.

TABLA 5

ANALISIS ESTADISTICO DEL OLEAJE
 PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAX.
 FRECUENCIA DEL OLEAJE PARA EL PERIODO: OCT. Y NOV.
 UNIDADES EN HORAS DE ACCION : 1964

136 -

DIRECCION AZIMUT ORIENTACION	RANGO			PERIODO		SEGUNDOS		TOTAL
	6	6-7	8-9	10-11	12-13	13	Ind.	
35-01 N	95.16	92.23	46.95	19.03	5.86	1.46	11.71	272.30
02-04	81.98	111.26	57.10	19.03	4.39	2.93	4.39	281.08
05-07	99.55	55.63	46.85	11.71	5.86	1.46	7.32	228.38
08-10 E	29.28	24.89	10.89	10.25	0.00	1.46	1.46	70.27
11-13	13.18	8.78	1.46	0.00	0.00	1.46	1.46	24.88
14-16	19.03	7.32	1.46	0.00	0.00	0.00	2.93	30.74
17-91 S	16.10	32.21	13.18	2.93	2.93	1.46	0.00	68.81
20-22	20.50	30.74	14.64	1.46	2.93	0.00	1.46	71.73
23-15	30.74	14.64	5.86	4.39	1.46	0.00	5.86	62.95
26-28 W	43.92	27.82	4.39	7.32	0.00	0.00	1.46	84.91
29-31	23.42	14.64	2.93	1.46	1.46	0.00	1.46	45.37
32-34	43.92	40.99	7.32	7.32	1.46	1.46	7.32	109.79
Indeterminada	2.93	1.46	1.46	0.00	0.00	0.00	106.94	112.79
TOTAL	519.71	462.61	213.75	74.65	27.81	10.23	155.24	1,464.00

Fuente: U.S. DEPARTMENT OF COMERCE.

TABLA 6

PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAXACA

ANALISIS ESTADISTICO DE OLEAJE
Características Significativas

DIRECCION	ALTURA SIGNIFICANTE (m)	PERIODO SIGNIFICANTE (seg.)	ALTURA MEDIA CUADRATICA (Hrms) (m)	ALTURA MAXIMA (m)	NUMERO DE OLAS (año)	PORCIENTO DE ACCION/AÑO
35 - 01	3.15	8.8	2.23	8.13	563,000	15.7
02 - 04	3.41	9.5	2.42	8.81	581,000	17.5
05 - 07	2.89	8.6	2.05	7.40	458,000	12.5
08 - 10	1.86	7.7	1.32	6.00	254,000	6.2
11 - 13	1.51	8.0	1.07	3.50	162,000	4.1
14 - 16	1.53	8.6	1.09	3.50	194,000	5.3
17 - 19	1.74	10.1	1.23	4.30	187,000	6.0
20 - 22	1.81	9.3	1.28	4.43	149,000	4.4
23 - 25	1.86	8.3	1.31	4.62	213,000	5.6
26 - 28	1.81	8.2	1.28	6.00	300,000	7.8
29 - 31	1.62	7.1	1.15	6.00	253,000	5.7
32 - 34	2.08	7.9	1.48	5.28	367,000	9.2

TABLA 7

ANALISIS ESTADISTICO DE OLEAJE
PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAX.
(Horas de Acción Anual)

Rango de altura de ola (m)

DIRECCION	0.3	.3-.5	.5-.75	.75-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	Ind..	TOTAL
W	21.47	42.94	21.47	- . -	64.41	42.94	- . -	21.47	214.70
SW	150.29	472.35	837.35	236.18	558.24	171.76	85.88	472.35	2,984.40
S	214.71	923.23	1,889.41	450.88	- . -	42.94	21.47	687.06	4,787.94
SE	150.29	107.35	257.65	85.88	- . -	21.47	- . -	128.82	751.46
E	- . -	- . -	21.47	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	21.47
Indeterminada	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -	- . -
TOTAL	536.76	1,545.87	3,027.35	772.94	1,180.89	279.11	107.35	1,309.70	8,760.00

Fuente: MEMORIA N° 13 - SECRETARIA DE MARINA.

TABLA 8

ANALISIS ESTADISTICO DE OLEAJE
 PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAX.
 (Horas de Acción Anual)
 Rango de Período de ola (seg.)

DIRECCION	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Ind.	TOTAL
W	-	-	21.47	-	-	64.41	-	42.94	64.41	-	-	21.47	-	-	-	214.70
SW	-	85.88	64.41	150.29	128.82	279.12	536.76	579.71	815.88	171.76	107.35	21.47	-	21.47	21.47	2,984.39
S	64.41	193.24	42.94	279.12	128.82	429.41	966.18	1116.47	987.65	236.18	85.88	85.88	42.94	42.94	85.88	4,787.94
SE	-	21.47	21.47	193.24	-	21.47	257.65	107.35	107.35	-	-	-	-	-	21.47	751.47
E	-	-	-	-	-	-	21.47	-	-	-	-	-	-	-	-	21.47
TOTAL	64.41	300.59	150.29	622.65	257.64	794.41	1782.06	1846.47	1975.29	407.94	193.23	128.82	42.92	64.41	128.82	8,760.00

Fuente: MEMORIA N° 13 - SECRETARIA DE MARINA.

- 121 -

TABLA 9

ANALISIS ESTADISTICO DE OLEAJE
 PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAX.
 ALTURA DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS
 (Porcentaje de actuaci3n anual)

DIRECCION	0-1	RANGOS 1-1.5	DE 2-2.5	ALTURA 3-3.5	DE 4-5.5	OLEAJE 6-7.5	TOTAL
W	1.17	0.98	0.26	0.06	0.02	0.01	2.5
SW	13.81	15.20	3.75	0.68	0.56	- . -	34.0
S	14.09	33.53	5.48	1.16	0.33	- . -	54.6
SE	3.67	4.22	0.62	0.09	- . -	- . -	8.6
E	0.11	0.15	0.03	0.01	0.00	- . -	0.3

TABLA 10

ANALISIS ESTADISTICO DE OLEAJE
 PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAX.
 PERIODO DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS
 (Porcentaje de actuación anual)

DIRECCION	7-9	RANGOS 10-12	DE 13-15	PERIODOS 16-18	DE 19-21	OLEAJE 19-21	TOTAL
W	0.26	0.75	1.24	0.25	- . -	- . -	2.5
SW	1.76	6.42	22.09	3.47	0.26	- . -	34.0
S	3.58	9.71	35.39	4.81	1.11	- . -	54.6
SE	0.58	2.54	5.48	- . -	- . -	- . -	8.6
E	- . -	- . -	0.30	- . -	- . -	- . -	0.3
TOTAL	6.18	19.42	64.50	8.53	1.37	- . -	100.0

TABLA 11

OLOGRAFO "LA REFORMA"

FECHA Y HORA DE INICIO:

19 DE JULIO DE 1981 A LAS 08:50 HRS.

FECHA Y HORA DE TERMINACION:

1° DE AGOSTO DE 1981 A LAS 18:20 HRS.

REGISTROS CADA SEGUNDO

-0527-0579-0604-0546-0411-0241-0060-0114
 0245 0282 0195-0002-0251-0476-0622-0653
 -0553-0364-0165-0027 0016-0032-0126-0196
 -0191-0093 0073 0251 0345 0290 0066-0278
 -0623-0871-1007-1028-0924-0681-0317 0088
 0438 0619 0843 0242-0163-0479-0600-0557
 -0420-0249-0131-0139-0273-0457-0573-0545
 -0363-0074 0228 0424 0447 0313 0091-0135

 -0319-0442-0514-0552-0557-0504-0380-0214
 -0039 0113 0207 0233 0201 0127 0015-0131
 -0287-0432-0560-0679-0776-0791-0657-0366
 -0005 0308 0481 0469 0301 0012-0306-0551
 -0640-0576-0438-0308-0237-0246-0315-0382
 -0356-0185 0102 0428 0638 0632 0376 0056
 -0499-0531-1010-1055-0983-0794-0508-0170
 0140 0360 0457 0437 0313 0125-0066-0228

GRUPO DE 64 REGISTROS

-0376-0522-0660-0760-0791-0726-0566-0313
 0037 0415 0633 0601 0321-0061-0392-0581
 -0627-0588-0514-0413-0309-0183-0047 0058
 0133 0206 0254 0222 0070-0163-0397-0570
 -0688-0753-0762-0718-0620-0493-0284 0097
 0608 0953 0911 0524-0020-0513-0822-0957
 -0995-0959-0865-0762-0568-0277 0069 0399
 0668 0810 0791 0596 0255-0157-0530-0783

VALORES POSITIVOS Y NEGA--
 TIVOS REFERIDOS A UN NIVEL
 MEDIO DE COMPARACION POR -
 EL MISMO OLOGRAFO

-0901-0900-0817-0707-0574-0373-0072 0293
 0616 0792 0730 0425-0031-0458-0746-0897
 -0924-0864-0729-0540-0332-0139 0023 0139
 0206 0208 0157 0068-0031-0130-0238-0359
 -0472-0526-0485-0377-0227-0040 0155 0289
 0293 0167-0046-0269-0446-0548-0577-0572
 -0559-0530-0457-0339-0157 0126 0488 0664
 0611 0309-0112-0491-0757-0517-0984-0966

POR EJEMPLO:
 LA OLA SEÑALADA EN ULTIMO
 GRUPO TIENE ALTURA Y PERIO
 DO H=66.30 + 67.90 = 134.20 cm
 T=17 SEGUNDOS

VALLE CRESTA

-0627-0597-0257 0152 0500 0443 0685 0327
 -0056-0404-0650-0768-0762 0678-0540-0374
 -0235-0156-0099 0012 0206 0400 0461 0344
 0117-0116-0292-0415-0498-0521-0466-0349
 -0217-0115-0071-0078-0113-0158-0200-0244
 -0303-0373-0409-0367-0262-0142-0035 0059
 0136 0175 0141 0016 0175-0358-0462-0444
 -0323-0172-0090-0134-0287-0475-0598-0608

TABLA 12

PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAX.
PLANOS DE MAREAS REFERIDOS AL NIVEL MEDIO DEL MAR

ALTURA MAXIMA REGISTRADA	1.296 m.
PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	1.174 m.
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	0.645 m.
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	0.536 m.
NIVEL MEDIO DEL MAR	0.000 m.
NIVEL DE MEDIA MAREA	-0.006 m.
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	-0.536 m.
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	-0.574 m.
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	-1.112 m.

TABLA 13

PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAX.
 ANALISIS ESTADISTICO - RESUMEN ANUAL (1980-81)
 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE PERIODOS DE OLA
 (Frecuencias absolutas (%))

PERIODO DE OLA (seg.)	AZIMUT		EN AGUAS		PROFUNDAS		GENERAL
	157.5°-172.5° S-SE	171.5°-187.5° S	187.5°-202.5° S-SW	202.5°-217.5° SW-S	231.5°-247.5° W-SW		
6 - 8	0.224	2.920	0.496	1.183	0.569	5.392	
8 - 10	0.517	4.098	0.808	1.243	0.504	7.170	
10 - 12	1.156	6.579	1.382	1.320	0.616	11.053	
12 - 14	2.244	10.763	2.016	2.258	0.642	17.923	
14 - 16	3.905	18.685	3.672	3.184	1.123	30.569	
16 - 18	1.511	7.393	1.687	1.813	0.749	13.153	
18 - 20	0.873	3.896	0.637	0.857	0.396	6.659	
20 - 24	1.014	5.650	0.520	0.612	0.285	8.081	
Frecuencia Total	11.444	59.984	11.218	12.470	4.884	100.000	
Tm (seg.)	14.97	14.57	14.21	13.77	13.72	14.43	
Ts (seg.)	18.57	18.50	17.56	17.73	18.12	18.29	

Fuente: Campaña de Registro Continuo CIFSA 1980-81

TABLA 14

PUERTO INDUSTRIAL Y COMERCIAL DE SALINA CRUZ, OAX.
 SOBREELEVACIONES DEBIDAS AL GRADIENTE BARICÓ

HURACAN	F E C H A	Po (mb.)	Po (mb.)	h1 (ft)	h 1 (m)
AVA	3/junio/73	1,000	8	0.171	0.052
EMILY	25/julio/73	1,000	9	0.192	0.059
DOLORES	15/junio/74	1,000	9	0.192	0.059
ILSA	19/agosto/75	1,000	9	0.192	0.059
MADELINE	7/ octubre/76	1,000	8	0.171	0.052
SIN NOMBRE	18/mayo/78	997	10	0.213	0.065
NORMAN	31/agosto/78	997	9	0.192	0.059
OLIVIA	22/septiembre/78	997	9	0.192	0.059

$$H1 = 1.14 A_{po} (1 - e^{-R/r})$$

Po es la presión en el centro del huracán.

Po en pulgadas de mercurio

h1 en piés

R = r

T A B L A 15

PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAXACA
 ANALISIS ESTADISTICO PRIMAVERA 1981.
 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE ALTURAS DE OLAS.
 Frecuencias absolutas (%)

REFRACTADA (-10) (m)	AZIMUT	EN	AGUAS	PROFUNDAS
	157.5°-172.5° S-SE		172.5°-187.5° S	GENERAL
0.0 - 0.4	3.321		14.464	17.785
0.4 - 0.8	7.807		30.090	37.897
0.8 - 1.2	7.492		17.724	25.216
1.2 - 1.6	4.526		6.980	11.506
1.6 - 2.0	2.291		2.356	4.647
2.0 - 2.4	1.055		0.933	1.988
2.4 - 3.0	0.325		0.474	0.799
3.0 - 4.0	0.029		0.136	0.165
FRECUENCIA TOTAL	26.846		73.157	100.003
Hm (m)	0.99		0.77	0.83
Hrms (m)	1.27		0.81	0.93
Hs (m)	1.60		1.28	1.38

FUENTE: CAMPAÑA DE REGISTRO CONTINUO CIFSA 1980-81

T A B L A 16

PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAXACA
 ANALISIS ESTADISTICO VERANO 1980
 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE PERIODOS DE OLA
 Frecuencias absolutas (%)

PERIODO DE OLA (seg.)	AZIMUT EN AGUAS PROFUNDAS		GENERAL
	172.5°-187.5° S	187.5°-202.5° S-SW	
6 - 8	8.950	8.830	17.780
8 - 10	12.570	4.690	17.260
10 - 12	10.070	3.270	13.340
12 - 14	10.520	3.480	14.000
14 - 16	12.920	5.940	18.860
16 - 18	6.330	3.400	9.730
18 - 20	2.780	1.800	4.580
20 - 24	3.190	1.270	4.460
FRECUENCIA TOTAL	67.330	32.670	100.000
Tm (seg.)	12.59	12.06	12.42
Ts (seg.)	17.05	17.10	17.07

FUENTE: CAMPAÑA DE REGISTRO CONTINUO CIFSA 1980-81

INICIO: 1 DE FEBRERO DE 1981 A LAS 8:30 HRS. Tabla 17

6884	6889	6906	6881	6908	6883	6913	6847
6938	6879	6911	6887	6906	6884	6883	6952
6856	6914	6896	6862	6890	6850	6920	6826
6843	6892	6748	6948	6790	6814	6843	6784
6836	6856	6792	6878	6795	6820	6820	6854
6777	6864	6814	6859	6811	6847	6870	6837
6839	6829	6869	6815	6825	6865	6823	6869
6810	6840	6819	6810	6833	6801	6796	6830

Tirante de owo cada minuto indicando valores dada la profundidad a que se instaló de 16.803 m., 16.952 m. y 16.826 m.

Los primeros tres grupos corresponden a un período de marea baja.

6802	6847	6841	6848	6826	6836	6869	6846
6840	6874	6838	6846	6870	6843	6867	6825
6843	6836	6849	6841	6891	6778	6827	6859
6831	6842	6835	6823	6859	6825	6883	6858
6799	6860	6848	6815	6895	6831	6913	6850
6856	6906	6879	6883	6857	6864	6834	6873
6854	6847	6894	6849	6869	6864	6822	6843
6823	6905	6860	6851	6890	6844	6865	6891

Los valores encerrados en un rectángulo corresponden a niveles con diferencia de una hora siendo estos 16.884 m., 16.810 m., 16.843 m. y 17.019 m.

6854	6849	6892	6862	6874	6898	6886	6914
6929	6899	6898	6898	6924	6899	6923	6895
6929	6892	6910	6891	6896	6902	6887	6911
6922	6954	6919	6927	6949	6899	6973	6912
6941	6998	6927	7018	6984	6971	7029	6957
6942	7009	7021	6976	6990	6976	7005	7014
6956	7006	6940	7017	6967	7024	6976	6976
7004	6927	7052	7011	7083	7014	6949	7043

7658	7606	7720	7646	7647	7622	7669	7568
7688	7655	7698	7668	7675	7642	7629	7657
7644	7624	7683	7631	7693	7662	7707	7624
7656	7585	7678	7627	7763	7557	7731	7601
7730	7596	7731	7637	7669	7701	7670	7667
7665	7655	7692	7680	7642	7724	7583	7750
7571	7744	7692	7681	7685	7698	7730	7662
7729	7651	7725	7639	7741	7663	7709	7675

El segundo bloque de tres grupos corresponde a una sucesión de la marea alta.

Los valores encerrados en rectángulos corresponden a los valores de 17.656 m., 17.639 m., 17.648 m. y 17.476 m.

7781	7641	7767	7647	7669	7741	7621	7801
7697	7715	7721	7672	7660	7733	7634	7758
7686	7726	7677	7679	7687	7583	7717	7637
7642	7708	7673	7660	7657	7582	7708	7650
7677	7642	7643	7697	7657	7633	7621	7651
7631	7617	7708	7624	7634	7614	7588	7675
7642	7685	7643	7649	7649	7622	7615	7648
7569	7638	7586	7656	7627	7611	7648	7606

7603	7657	7611	7683	7591	7631	7618	7619
7562	7642	7570	7673	7609	7636	7576	7574
7622	7587	7620	7606	7607	7594	7564	7577
7604	7561	7595	7568	7574	7557	7606	7556
7544	7598	7538	7585	7567	7513	7601	7546
7568	7600	7586	7518	7635	7467	7570	7537
7535	7520	7555	7476	7548	7519	7496	7525
7491	7495	7509	7499	7518	7515	7560	7437

**TABLA DE COMPARACION Y
AJUSTE DE MAREAS**

Tabla 18

MES: MARZO

DIAS: 17 Y 18

HORA	TABLAS DE PREDICCION	MEDICION DIRECTA	REGISTRO CONTINUO		OBSERVACIONES
			LECTURA	CORRECCION	
1		0.82	7803	0.938	
2		0.63	7575	0.796	
3		0.39	7379	0.610	
4		0.22	7191	0.322	
5		0.05	7014	0.145	
6	0.09	-0.03	6954	0.085	BAJAMAR
7		0.03	7062	0.193	
8		0.13	7130	0.321	
9		0.40	7450	0.581	
10		0.57	7612	0.743	
11		0.72	7762	0.893	
12	0.88	0.84	7836	0.967	PLEAMAR
13		0.78	7775	0.906	
14		0.70	7649	0.780	
15		0.54	7507	0.638	
16		0.28	7272	0.403	
17		0.15	7149	0.280	
18	0.09	0.12	7030	0.161	BAJAMAR
19		0.17	7082	0.213	
20		0.25	7176	0.307	
21		0.41	7373	0.504	
22		0.63	7605	0.736	
23		0.84	7823	0.954	
24		0.92	7906	1.037	
1	1.01	1.07	8023	1.154	PLEAMAR
2		0.99	7911	1.042	
3		0.82	7763	0.894	
4		0.51	7514	0.645	
5		0.34	7347	0.478	
6		0.12	7155	0.286	
7	0.05	0.10	7038	0.169	BAJAMAR
8		0.11	7130	0.261	
9		0.24	7156	0.287	
10		0.47	7400	0.531	
11		0.75	7858	0.989	
12		0.84	7858	0.989	
13	0.91	0.97	7907	1.038	PLEAMAR
14		0.94	7874	1.005	
15		0.79	7718	0.849	
16		0.67	7494	0.625	
17		0.40	7274	0.405	
18		0.30	7128	0.259	
19	0.09	0.16	7047	0.178	BAJAMAR
20		0.24	7200	0.331	
21		0.29	7327	0.458	
22		0.45	7506	0.637	
23		0.79	7758	0.889	
24		0.91	7859	0.990	

7,467.85

FRECUENCIA EN HORAS DE VELOCIDAD DEL VIENTO (NUDOS)

Anual.

DIRECCION PARA SECTORES DE 30°

(Unidades en Horas de Acción)

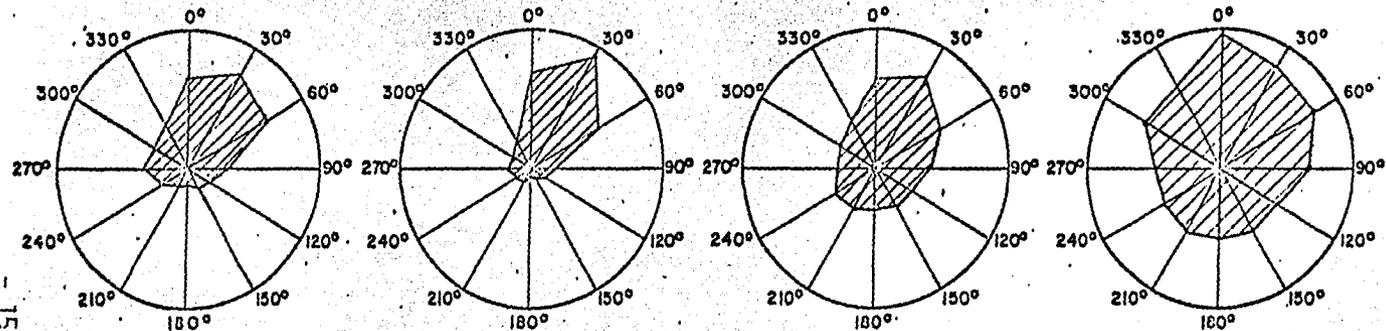
VELOC. (NUDOS)	CALM.	35 - 01	02 - 04	05 - 07	08 - 10	11 - 13	14 - 16	17 - 19	20 - 22	23 - 25	26 - 28	29 - 31	32 - 34	TOTAL
0 - 4	886.2	147.9	79.1	117.2	85.8	83.4	74.4	72.4	60.0	87.2	160.7	134.7	123.5	2111.2
5 - 9	0	282.3	245.5	316.6	191.3	170.0	138.5	98.2	119.2	184.8	267.4	249.3	237.4	2503.9
10 - 14	0	187.6	232.0	260.0	151.2	82.2	57.2	36.5	50.3	82.8	118.0	102.2	144.0	1497.3
15 - 19	0	181.5	264.8	209.6	64.7	32.2	24.2	12.3	18.0	27.6	44.3	45.2	66.5	999.9
20 - 24	0	152.2	270.2	157.2	33.8	13.0	6.4	4.2	8.0	10.2	13.8	12.3	32.8	718.5
25 - 29	0	91.1	121.9	64.7	10.8	2.9	0.7	1.4	5.0	5.7	2.8	2.8	16.8	331.3
30 - 39	0	145.2	229.9	87.6	4.3	1.4	0.7	0.7	2.8	0.7	2.8	2.9	15.9	498.6
40 - 49	0	32.2	52.8	12.4	1.4	0	0.7	0	0	0	0	1.5	1.5	104.8
50 - 59	0	5.9	8.8	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.6
60 - 69	0	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4
70 - 79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80 - 89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90 - 99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	886.2	1229.5	1504.6	1230.1	548.4	383.8	302.6	228.3	267.4	401.1	614.4	552.0	641.1	8784

- 150 -

FIG. No. I

DIAGRAMAS DE LENZ

ANUAL



- 151 -

FRECUENCIA
(n)
HORAS

FRECUENCIA x VEL. MEDIA
(nv)

VELOCIDAD MEDIA
(V med.)
NUDOS

VELOCIDAD MAXIMA
(V máx.)
NUDOS

	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
n	1229.5	1504.6	1230.1	548.4	383.8	302.6	228.3	267.4	401.1	614.4	552.0	641.1
nV	20270.9	29158.8	18033.0	5669.9	3303.2	2431.2	1633.7	2271.6	3333.3	4838.1	4522.4	6557.9
V med.	16.49	19.38	14.66	10.34	8.61	8.03	7.16	8.50	8.31	7.87	8.19	10.23
V máx.	64.5	54.5	54.5	44.5	34.5	44.5	34.5	34.5	34.5	34.5	44.5	44.5

20
TABLA 20

PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ, OAXACA
ANALISIS ESTADISTICO ANUAL 1980-81
CONDICIONES CRITICAS DE VELOCIDAD DE
CORRIENTES SUBMARINAS
24 de Junio de 1980.

INTERVALO DEL MUESTREO (Horas)	VELOCIDAD MEDIA (cm/seg.)	FRECUENCIA DE INCIDENCIA OESTE (%)
0 - 3	54.6	67.6
3 - 6	57.2	74.5
6 - 9	61.4	76.3
9 - 12	59.3	69.8
12 - 15	60.2	77.5
15 - 18	58.7	72.7
18 - 21	54.9	67.9
21 - 24	49.8	75.4
0 - 24	57.01	72.71

FUENTE: CAMPAÑA DE REGISTRO CONTINUA CIFSA 1980-81

Utilizando las recomendaciones del Shore Protection Manual, en cuanto a los rangos de variación de peso, se tiene:

W coraza (+ 25%) = 15.96 a 26.61 Ton; es decir 16 a 26 Ton.

W capa secundaria (+ 30%) = 1.49 a 2.77 Ton; es decir 1.5 a 3 Ton.

W núcleo () = 21.30 a 213 Kg.; es decir 25 a 250 Kg.

3er. TRAMO:

$$W \text{ coraza} = \frac{2.5 (5.0)^3}{(1.5)^3 (1.5) (3.5)} = 17.64 \text{ Ton.}$$

$$W \text{ capa secundaria} = \frac{17.64}{10} = 1.76 \text{ Ton.}$$

$$W \text{ núcleo} = \frac{17.64}{100} \text{ a } \frac{17.64}{1,000} = 17.6 \text{ a } 176.4 \text{ Kg.}$$

Utilizando los rangos recomendados, se tiene:

	<u>EXTERIOR</u>	<u>INTERIOR</u>
Coraza de	= 14 a 22 Ton.	9 a 18 Ton.
Capa secundaria de	= 1.5 a 2.5 Ton.	1.5 a 2.5 Ton.
Núcleo de	= 20 a 200 Kg.	20 a 200 Kg.

2do. TRAMO (CUERPO):

Tomando en cuenta que en esta zona las -- condiciones de fondo empiezan a influir, y que además este -- tramo es francamente perpendicular a la playa, las condicio-- nes de acción del oleaje seguramente serán menos severas. De acuerdo con ello, se consideraron por un lado los coeficien-- tes de refracción en las diferentes direcciones de incidencia del oleaje; y por otro, la imposibilidad de que el oleaje rompa directamente sobre la Obra.

Así entonces, considerando el coeficiente de refracción más crítico (0.95), la ola a considerar será:

$$H'd = K_r H_d = 0.95 (5.00) = 4.75 \text{ m.}$$

Utilizando un coeficiente de trabazón -- KD =4 para ola no rompiente, se tiene:

A. Coraza:

$$W_c = \frac{2.5 (4.75)^3}{(1.5)^3 (4) (1.50)} = 13.23 \text{ Ton.}$$

B. Capa secundaria:

$$W_{cs} = \frac{13.23}{10} = 1.32 \text{ Ton.}$$

C. Núcleo:

$$W_n = \frac{13.23}{100} \text{ a } \frac{13.23}{1,000} = 13 \text{ a } 132.3 \text{ Kg.}$$

Utilizando los rangos recomendados, quedará:

Coraza = 9.92 a 16.53 Ton; dígase de 10 a 16 Ton.
Capa secundaria = 0.93 a 1.72 Ton ; dígase de 1 a 2 Ton.
Núcleo = 13 a 132.3 Kg. ; dígase de 10 a 150 Kg.

Con el mismo criterio empleado en la capa interior, quedará:

Coraza = 6.61 a 13.23 Ton; dígase de 6.5 a 13 Ton.
Capa secundaria y corona = 1 a 2 Ton.
Núcleo = 13 a 132.3 Kg; dígase de 10 a 150 Kg.

1er. TRAMO (ZONA DE ROMPIENTE Y ARRANQUE)

Zona de rompiente. Dado que la profundidad de la playa en esta zona se reduce considerablemente, la ola de diseño reducirá aún más sus proporciones; puede entonces calcularse a partir de que profundidad, podrán colocarse elementos de peso menor a 10 toneladas como límite superior.

En este caso, la altura de ola para un pe

so de 10 Ton, será:

$$H = \frac{3}{1.25} \frac{10 (1.5)^4 (3.5)}{(2.5)} = 3.84 \text{ m.}$$

Siendo ésta la altura de ola que puede resistir el peso de roca inmediato superior al de 10 a 16 Ton.

Para encontrar la profundidad en que esta ola incide, puede emplearse el criterio indicado en el Shore Protection Manual. Así, con una pendiente de la playa de 0.01:

$$\frac{H_b}{d_s + m} = \frac{3.84}{d_s + m} = 0.80$$

Por lo tanto:

$$d_s + m = \frac{3.84}{0.80} = 4.80 \text{ m}$$

y con $m = \text{pleamar} = 0.65 \text{ m.}$

$$d_s = 4.80 - 0.65 = 4.15 \text{ m.}$$

Que es la profundidad mínima en la que pueden emplearse elementos de menor peso al rango anterior. Así entre la profundidad -4.00 y la 0.00, se colocarán elementos de coraza de 5 a 10 Ton.

La capa secundaria, queda:

$$W_{cs} = \frac{7.5}{10} = 0.75 \text{ Ton.}$$

Con los rangos recomendados:

0.53 a 0.97 Ton; digase de 0.5 a 1 Ton.

y el núcleo, en la corona para alcanzar -
la cota + 4: 1 a 2 Ton.

$$W_n = 7.5 \text{ a } 75 \text{ Kg.}$$

Por lo que se mantendrán simétricas. Que
da entonces:

Coraza Inferior y Exterior = 5 a 10 Ton.

Capa secundaria = 0.50 a 1 Ton.

Corona de la capa secundaria = 3 capas del mismo peso para lo
grar el nivel + 4.00

Núcleo = 10 a 150 Kg.

CALCULO DE ESPESORES

Calculados los pesos requeridos en las diferentes partes de las secciones de rompeolas, se procedio a estimar los espesores medios de las distintas capas requeridas.

Con el procedimiento recomendado en el -- Shore Protection Manual, utilizando dos capas de elementos y un coeficiente para roca de $K = 1.15$, se tiene:

$$B = N \cdot K \left(\frac{W}{S_r} \right)^{1/3}$$

siendo:

N = número de capas

W = peso de roca en la capa considerada.

— Entonces, considerando los cálculos para rangos de peso del inciso anterior, se tendrá:

A. Morro:

$$\text{Coraza : } B_c = 2.3 \left(\frac{21000}{2500} \right)^{1/3} = 4.68 - 4.70 \text{ m.}$$

$$\text{Capa secundaria: } B_{cs} = 2.3 \left(\frac{2250}{2500} \right)^{1/3} = 2.22 \text{ m} - 2.20 \text{ m.}$$

$$\text{Corona capa secundaria: } B_{ccs} = 2.3 \left(\frac{1500}{2500} \right)^{1/3} = 1.93 - 1.90 \text{ m.}$$

B. Cuarto Tramo:

$$\text{Coraza exterior: } B_{cex} = 4.70 \text{ m.}$$

$$\text{Capa secundaria: } B_{cs} = 2.20 \text{ m.}$$

$$\text{Corona capa secundaria: } B_{ccs} = 1.90 \text{ m.}$$

C. Tercer Tramo:

$$\text{Coraza exterior: } B_{cex} = 2.3 \left(\frac{18000}{2500} \right)^{1/3} = 4.43 - 4.40 \text{ m.}$$

$$\text{Coraza interior: } B_{cin} = 2.3 \left(\frac{13500}{2500} \right)^{1/3} = 4.03 - 4.00 \text{ m.}$$

$$\text{Capa secundaria: } B_{cs} = 2.3 \left(\frac{2000}{2500} \right)^{1/3} = 2.14 - 2.15 \text{ m.}$$

$$\text{Corona capa secundaria: } B_{ccs} = 1.90 \text{ m.}$$

D. Segundo Tramo:

$$\text{Coraza exterior: } B_{cex} = 2.3 \left(\frac{13000}{2500} \right)^{1/3} = 3.98 - 4.00 \text{ m.}$$

$$\text{Coraza interior: } B_{cin} = 2.3 \left(\frac{9750}{2500} \right)^{1/3} = 3.62 - 3.60 \text{ m.}$$

$$\text{Capa secundaria: } B_{cs} = 2.3 \left(\frac{1500}{2500} \right)^{1/3} = 1.94 - 1.95 \text{ m.}$$

Corona capa secundaria: Bccs = 1.90 m.

E. Primer Tramo:

Rompiente (capa interior y exterior)

$$\text{Coraza: } Bc = 2.3 \left(\frac{7500}{2500} \right)^{1/3} = 3.32 - 3.30 \text{ m.}$$

$$\text{Capa secundaria: } Bcs = 2.3 \left(\frac{750}{2500} \right)^{1/3} = 1.54 - 1.55 \text{ m.}$$

Corona capa secundaria: Bccs = 1.90 m.

ELEVACIONES Y ANCHO DE LAS CORONAS

Considerando los niveles de marea y oleaje normales, se calculó la elevación del núcleo con altura suficiente para permitir la operación y circulación de los vehículos de transporte del enrocamiento, se tiene entonces:

$$H \text{ (altura de ola media normal)} = 0.90 \text{ m.}$$

$$\text{NPMS} = 0.645 \text{ m.}$$

$$\text{NBMI} = 0.574 \text{ m.}$$

$$\text{Elevación referida al NBMI} = 1,219 + 0.90 = 2,119 \text{ m.}$$

La elevación del núcleo será: 2.10 m.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

La situación que presenta México en cuanto a su demanda de Hidrocarburos en la zona del Pacífico, -- así como del mercado internacional con Japón, obligó a Petróleos Mexicanos a la construcción del Puerto Petrolero en Salina Cruz, Oax.

Durante esta Tesis analicé las características oceanográficas, que sirvieron de parámetros para el diseño de las estructuras de protección de esta Obra, aún cuando crea deberá considerarse un rango mayor de muestreo, tanto en la zona como en sus adyacentes, con la finalidad de -- comparar la ola más significativa que determine en obras portuarias posteriores la altura de diseño, ya que de acuerdo a las observaciones físicas en el lugar obtenemos una altura de ola mayor, cabe hacer notar, que los estudios de oleaje, mareas, corrientes y vientos; se analizaron tanto en condiciones normales como en extremas. Recordemos que el oleaje marca la orientación de la entrada y condiciones de agitación en el interior del Puerto; las mareas nos indicaron los niveles que están regidas las instalaciones; las corrientes van en relación con la maniobrabilidad de los barcos así como la operatividad del Puerto y finalmente del viento obte-

nemos la orientación de los atraques y las fuerzas a producirse en los amarres de los muelles.

Cabe hacer notar que el criterio empleado para el dimensionamiento de la estructura y tipo, permite aceptar cierta degradación durante la vida útil, pero de baja cuantía y fácil reparación. Se anexó la Memoria de Cálculo del Rompeolas, cuyo método fué el de Hudson por ser una estructura de tipo flexible.

Para la planeación se partió de la base del tamaño de los buques que utilizarán las instalaciones; para el rompeolas, se calcularon los volúmenes de obra, afectándolos por la porosidad correspondiente, asimismo para control de obra se seccionó por troncos para rematar en la zona del morro, elaboré el organigrama con el elemento humano necesario para llevar a cabo la construcción.

El proceso constructivo, dió una gran estadística en cuanto al uso de los explosivos, aceros de barrenación, rendimientos tanto del equipo como en la explotación de los bancos, los acarrees así como la colocación de los materiales en la obra.

Sobresale el Sistema Hidrolito expuesto en este Tesis, por ser la primera ocasión que se utiliza en

la ingeniería civil mexicana y que reduce los costos tanto de control, verificación y colocación de la coraza, por ser más versátil y económico que los tradicionales (Pluma Rígida, Ecosonda, Sondaleza).

El proceso constructivo de esta obra, es aplicable a cualquier zona en el mundo, presentando como único y principal inconveniente el de una cuantificación más acertada del material en los bancos, su sanidad y la distancia de acarreo a la obra para no encarecer la obra.

Por último para concluir con esta Tesis, hay que tomar conciencia que debemos aprovechar adecuadamente los recursos con que cuenta el país.

BIBLIOGRAFIA

1. COMPENDIO DE HIDROGRAFIA
2a. PARTE, SECRETARIA DE MARINA,
DIRECCION GENERAL DE OCEANOGRAFIA Y
SEÑALAMIENTO MARINO 1976.
2. MANUAL SOBRE EL CALCULO DE PRECIOS UNITARIOS
DE TRABAJOS DE CONSTRUCCION, TOMO III,
SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS.
3. PLANEACION PARA CONSTRUIR UN BOULEVARD
EN CAN-CUN, QUINTANA ROO,
TESIS, ANGEL PEREZ MONTAÑO 1980,
FAC. DE INGENIERIA. ING. CIVIL.
4. PERFORACION Y SONDEOS DEL SUELO
PARA OBRAS DE INGENIERIA CIVIL,
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS,
DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS 1972.
5. ADMINISTRACION DE LOS RECURSOS TECNOLOGICOS,
V REUNION COCONAL, TAXCO 1976,
ING. JORGE A. CABEZUT BOO.
6. TECNICA MODERNA DE VOLADURA DE ROCAS,
U. LANGEFORS Y B. KILSTRUM,
EDICIONES URMO, 1971.
7. MANUAL DE EXCAVACIONES,
HERBERT L. NICHOLS, JR.
COMPANIA EDITORIAL CONTINENTAL 1966.
8. SALINA CRUZ,
PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO METROPOLITANO,
SECRETARIA DEL PATRIMONIO NACIONAL 1975.
9. MANUAL PARA EL USO DE EXPLOSIVOS,
DU PONT,
EDIT. CÉCSA 1973.

10. MANUAL PARA EL USO DE EXPLOSIVOS,
CIA. MEXICANA DE EXPLOSIVOS 1958.
11. INGENIERIA MARITIMA,
ROBERTO BUSTAMANTE, MANUEL CORIA, VICTOR FIGUEROA,
FRANCISCO J. BERZUNZA 1959.
12. ESTUDIOS DE BANCOS DE ROCA,
R.V. OROZCO Y CIA., S.A. de C.V. 1982.
13. PROYECTO, OBRAS EXTERIORES,
PUERTO PETROLERO, SALINA CRUZ, OAX.
C I F S A 1981.
14. INFORME PRELIMINAR DE DATOS OCEANOGRAFICOS
Y METEOROLOGICOS EN LA ZONA DEL PUERTO
DE SALINA CRUZ, OAX.,
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTE,
SUBSECRETARIA DE PUERTOS Y MARINA MERCANTE,
DIRECCION GENERAL DE OBRAS MARITIMAS.