



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL ROMPEOLAS ORIENTE DEL PUERTO DE DOS BOCAS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
JUAN GERARDO RIVERO ORTIZ



ACATLAN, EDO. DE MEX.

1986





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLÁN
COORDINACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

CI/143/1986.

SR. JUAN GERARDO RIVERO ORTIZ
Alumno de la carrera de Ingeniería
Civil.
P r e s e n t e .

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 11 de junio de 1985, me complace notificarle que esta Coordinación tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis: "PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO - DEL ROMPEOLAS ORIENTE DEL PUERTO DE DOS BOCAS", el cual se desarrollará como sigue:

- Introducción.
- I.- Sistemas de la Geofísica Marina.
- II.- Rompeolas y sus Elementos Estructurales.
- III.- Selección de Bancos de Roca.
- IV.- Transporte y Vertido Marino.
- V.- Transporte y Colocación Terrestre.
- Conclusiones.
- Bibliografía.

Asimismo fue designado como Asesor de Tesis el señor Ing. Fernando Favela Lozoya, profesor de esta Escuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

A t e n t a m e n t e ,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Acatlán, Edo. de Méx., a 8 de agosto de 1986.


ING. HERMENEGILDO ARCOS SERRANO
Coordinador del Programa de
Ingeniería.

HAS'JAM/rca.

I N D I C E

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

PÁG.

I. SISTEMAS DE LA GEOFISICA MARINA.

1.1. Generalidades.....	1
1.2. Posicionamiento Electrónico.....	2
1.3. Medidor de Profundidad.....	3
1.4. Sonar de Barrido Lateral.....	3
1.5. Perfilador Sonero.....	5
1.6. Perfilador Profundo.....	6

II. ROMPEOLAS Y SUS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

2.1. Definición.....	8
2.2. Roca y sus Propiedades	
2.2.1. El Rompeolas de roca y el Medio Ambiente	8
2.2.2. Propiedades deseadas de la roca.....	11
2.2.3. Materiales Constitutivos del Rompeolas	21

2.2.4. La fajina como Elemento de Cimentación	
2.2.4.1. Generalidades.....	22
2.2.4.2. Fajina de red plástica.....	27
2.2.4.3. Características de la fajina de red plástica.....	30
2.2.5. Colocación de la fajina	
2.2.5.1. Habilitación de la fajina.....	31
2.2.5.2. Maniobras que se realizan antes de la colocación.....	33
2.2.5.3. Procedimiento de colocación.....	33

III. SELECCION DE BANCOS DE ROCA.

3.1. Investigación Preliminar de la Cantera	
3.1.1. Factores a considerar en el caso de un rompeolas.....	41
3.1.2. Valoración tentativa del sitio	
3.1.2.1. Aspectos a considerar.....	42
3.1.2.2. Peculiaridades del sitio.....	42
3.1.2.3. Propiedades físicas de la roca en si	44
3.1.2.4. Justipreciación global tentativa del sitio.....	45
3.2. Banco Balzapote	
3.2.1. Datos Generales del Banco.....	47
3.2.2. Localización Geográfica.....	48
3.2.3. Acarreo del Banco a Rompeolas Dos Bocas	
3.2.3.1. Equipo y Maquinaria.....	49
3.2.3.2. Secuencia de Acarreo.....	50
3.3. Banco Tulija	
3.3.1. Localización Geográfica.....	50
3.3.2. Acarreo del Banco a Rompeolas Dos Bocas	
3.3.2.1. Equipo y Maquinaria.....	51
3.3.2.2. Secuencia de Acarreo.....	51

IV. TRANSPORTE Y VERTIDO MARINO.

4.1. Transporte al sitio de vertido	
4.1.1. Vertido directo de la roca.....	53
4.1.2. Vertido no directo de la roca.....	54
4.2. Secuencia de descarga de la roca en condiciones normales.....	55

4.3. Problemática debida a la existencia de roca previamente depositada en el lecho marino.....	59
4.4. Solución a la Problemática.....	61

V. TRANSPORTE Y COLOCACION TERRESTRE.

5.1. Transporte de la Roca.....	71
5.2. Consideraciones para la colocación terrestre.....	71
5.3. Procedimiento de colocación terrestre tradicional.....	73
5.4. Procedimiento de colocación usado	
5.4.1. A volteo.....	73
5.4.2. Con charola.....	74

CONCLUSIONES.....	89
-------------------	----

BIBLIOGRAFIA.....	92
-------------------	----

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

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

El rompeolas es un elemento estructural cuya -- función es disipar la energía del oleaje para crear una -- zona de aguas tranquilas donde los barcos puedan efectuar maniobras diversas cuya culminación es, generalmente, su carga y/o descarga. Adicional a esta función básica, el rompeolas puede desempeñar otras complementarias que condicionan, en buena medida, el diseño de estas obras. Citando principalmente:

*Protección contra el transporte litoral de canales de navegación al mismo tiempo que encauzan las corrientes fluviales, de marea o ambas.

*Apoyo para vías de acceso y tuberías.

*Protección de terrenos ganados al mar.

Considerando la experiencia mexicana en este tipo de obras se sabe que los primeros rompeolas que se construyeron en México, a finales del siglo pasado y durante la primera mitad del presente siglo, se diseñaban en supuestas analogías con obras andlogas construidas en el país o en otras partes del mundo.

A la fecha sabemos que cada caso particular, es un caso distinto y pensar en analogía, resulta una tesis totalmente desechada en la actualidad.

Sin embargo, es necesario resaltar la gran visión de los ingenieros de la época, ya que sin armas de tipo técnico ejecutaron obras bien concebidas, que a la fecha se encuentran funcionando.

Es conocido que en muchas regiones costeras, la construcción de obras de protección hablan quedado, en cierto modo, restringidas por varias razones; la lejanía de los bancos de roca, la necesidad de construir vías de acceso, equipo de construcción pesado y muchas veces de importación, que involucraban altas inversiones, mismas que implicaban créditos de tipo internacional.

De acuerdo a lo anterior resulta justificable -

el interés de presentar como tema de tesis la construcción de rompeolas oriente del puerto de Dos Bocas, al atractivo que tiene como obra de protección costera, la cual constituye una estructura importante en el Estado de Tabasco.

El puerto de Dos Bocas se localiza en el Estado de Tabasco, frente a las playas de Paraíso, a 80 kilómetros al noroeste de Villahermosa y junto a las líneas tendidas en 1981, hacia a las monoboyas marinas, para el abastecimiento de los barcos petroleros con crudo extraído del yacimiento conocido como la sonda de Campeche.

Se le conoce como puerto de Dos Bocas por tener dos brazos de mar lo cual dió origen a su nombre.

Debido a la carencia de un puerto con el suficiente calado y las instalaciones indicadas para satisfacer los requerimientos de los barcos sisterns, se presentó la necesidad de construir un puerto petroquímico en la zona evitando de esta manera los altos costos de mantenimiento y estadía de los mismos.

En Dos Bocas se reunieron las condiciones necesarias para su construcción, en la actualidad cuenta con

instalaciones adecuadas, faltando la construcción de un rompeolas para darle protección y contar con aguas tranquilas para el abrigo de las embarcaciones.

Los beneficios a la zona son manifiestos, pues la elaboración del rompeolas requiere de mano de obra de los nativos del lugar, mayor demanda habitacional para el personal que opere y de mantenimiento al puerto. El medio de comunicación terrestre, es mejorado con la construcción de nuevas y mejores vías de acceso al lugar, las cuales también servirán para transportar los productos agrícolas que se cosechan en la región.

De tal manera que los servicios a la comunidad son extendidos a lugares donde antes se carecía de los mismos.

Para comprender mejor las causas que propició su construcción es necesario mencionar que de acuerdo -- con el sistema de clasificación de Thorwaite, modificado por Contreras Aréas, la región de Dos Bocas corresponde a un clima húmedo sin estación invernal, lluvioso tropical, con temperatura media superior a 18°C. y precipitación anual mayor de 1,000 mm.

Debido a su situación geográfica, el puerto de Dos Bocas se ve menos afectado por los sistemas sinópticos de julio-octubre, o sea por los ciclones; sin embargo, si se ve muy afectado por los sistemas de octubre-marzo o sea por los nortes los cuales llegan directamente sobre la región, tomándose en cuenta este hecho para fines de diseño, construcción y operación, ya que se generan vientos considerables, y por consiguiente, oleaje importante desde el punto de vista destructivo.

De acuerdo a estas condiciones el rompeolas constituye la estructura más importante de este puerto. Una vez terminado tendrá una longitud de 3 Kilómetros y estará asentado en profundidades que van de 0 a menos de 26 metros.

Además de proteger el puerto, el rompeolas alojará en su interior tres muelles de atraque para la carga de grandes barcos petroleros.

Con todo esto se considera que el rompeolas satisface las condiciones requeridas para su construcción.

Un aspecto que llama la atención es el uso del posicionamiento electrónico, el cual es utilizado desde

un tiempo relativamente reciente en nuestro país para -- orientar a las embarcaciones que realizan las operaciones de tendido de fajina en el lecho marino y en la devertido directo de roca.

Se pondera además el tipo de fajina usada, el material que la compone, así como el sistema de colocación de la misma, el cual resulta novedoso y es producto de la inventiva de profesionales mexicanos, ahorrando en tiempo y costo con su empleo.

El objetivo primordial que se persigue, es dar a conocer el procedimiento constructivo de la obra, planteando la necesidad de desarrollar nuevas técnicas que -- nos permitan mejores obras de defensa costera para explotar nuestros litorales adecuadamente.

Con la tecnología moderna y con la experiencia adquirida se realizarán trabajos seguros y confiables que coadyuven al desarrollo social y económico de las zonas -- donde se ubiquen, siendo este uno de los objetivos que -- tiene el Ingeniero Civil, como persona útil a la sociedad que lo formó, a la cual tiene que servir con su mejor esfuerzo.

El presente trabajo está compuesto por cinco ca

ptulo estando ordenados de la siguiente manera:

I. *Sistemas de la geofísica marina.*

En este capítulo se exponen los diferentes estudios que se realizan para conocer la interacción tierra-mar y en base a los resultados obtenidos, tomar las medidas pertinentes que eviten una falla o riesgo innecesario que afectaría a la seguridad y costo de la obra.

II. *Rompeolas y sus elementos estructurales aquí se presentan.*

Las características y propiedades que debe reunir la roca que se usa en la construcción de un rompeolas, todo esto de acuerdo al análisis efectuado y expuesto en tablas por PEMEX y la ASTM - con las cuales cumplen la roca que se emplea. - Se muestra también el tipo de fajina su habilitación y colocación en el lecho marino.

III. *Selección de bancos de roca.*

Se plantea la investigación preliminar que se -

hace de una cantera, peculiaridades del sitio y los datos de bajos explotados, así como los medios utilizados para el acarreo de la roca al puerto de Dos Bocas.

IV. Transporte y vertido marino.

Se exhibe el tipo de transportación de la roca cuando el vertido es directo en la zona de trabajo, como su descarga en el patio de almacenamiento y clasificación, la problemática existente -- con la roca previamente depositada en el fondo del mar y la solución tomada.

V. Transporte y colocación terrestre.

En este se advierte el transporte y la colocación terrestre de la roca las consideraciones y procedimiento que se toma, con camiones de volteo y grúas con charola.

Esperando que este trabajo cumpla con el cometido deseado, haciendo patente la importancia de este tipo de obras en el campo de la Ingeniería Civil; lo presento para su aprobación a fin de obtener título profesional como Licenciado en esa carrera.

C A P I T U L O I
SISTEMAS DE LA GEOFISICA MARINA.

- 1.1. GENERALIDADES
- 1.2. POSICIONAMIENTO ELECTRONICO
- 1.3. MEDIDOR DE PROFUNDIDAD
- 1.4. SONAR DE BARRIDO LATERAL
- 1.5. PERFILADOR SONERO
- 1.6. PERFILADOR PROFUNDO

C A P I T U L O I

SISTEMAS DE GEOFISICA MARINA.

1.1. Generalidades

Tomando en cuenta la importancia que tienen los estudios previos al inicio de una obra marítima y su reflujó durante el desarrollo de la misma, se considera importante dedicar un capítulo al conocimiento de éstos.

Debido a la complejidad de los análisis que se hacen, es necesaria la participación de los profesionales de Ingeniería Civil, Electricidad, Electrónica, Geología. -- Geofísica y Topografía; los cuales, en conjunto, observan la interacción tierra-mar que es fundamental en este tipo de obras.

En el caso de la construcción del rompeolas se -- ejecutaron trabajos batimétricos, que presentaron la con-

dición del lecho marítimo sobre el cual se construye, durante el transcurso de la misma éstos se siguen haciendo para detectar los espacios vacíos que existen al ser depositada la roca por el barco de vertido por fondo.

El posicionamiento electrónico cumple la función de orientar al barco, al botar la fajina (elemento de desplante) en el mar, así como en el vertido marino de la roca, se puede apreciar que la importancia de éste es permanente durante el desarrollo de la obra.

Al conjunto de métodos que se usan para elaborar dichos estudios se les conoce como Sistemas de la Geofísica Marina, los cuales son presentados a continuación.

1.2 Posicionamiento electrónico

Consiste en el empleo de una unidad móvil interrogadora a bordo que, a través de una antena, envía señales de alta frecuencia a dos puntos fijos de coordenadas topográficas conocidas, en los cuales existen estaciones reflectoras con objeto de conocer el tiempo que tarda la señal en ir a la estación fija y volver a la estación móvil.

Con el tiempo medido y la velocidad de la luz -

se está en capacidad de conocer la distancia a cada una de ellas y así tener el punto exacto en el cual la embarcación se encuentra realizando la operación de posicionamiento.

El conocimiento de estas distancias se lleva a cabo en forma automática y electrónicamente, y con muy alta precisión, en el orden de un metro de altura, de distancias de 60 kilómetros.

El sistema de posicionamiento emplea equipo periférico que facilita el conocimiento y el registro en forma automática de las distancias a las cuales se localiza el barco en un momento determinado con una frecuencia mayor a dos veces por segundo.

Se halla acoplado a este sistema un computador, cuya función principal es comparar los recorridos reales con los programados mediante el cálculo de las desviaciones transversal y longitudinal a las líneas diseñadas, estos datos se despliegan en pantallas digitales y en sistemas analógicos graficados de manera que es posible corregir sobre la marcha el rumbo de la embarcación para lograr recorridos óptimos en función de las condiciones meteorológicas imperantes en el mar, se emplean también programas que permiten llevar la embarcación a cualquier punto en forma directa y lograr así -

los enfilamientos adecuados hacia las líneas de recorrido.

1.3 Medidor de profundidad.

Consiste en el empleo de una graficadora que -- gobierna a un sensor dentro del agua que emite y recibe un pulso acústico que envía y se refleja en el fondo -- del mar, de esta forma se obtiene la profundidad del tirante de la columna de agua.

La información obtenida va siendo graficada en forma continua conociéndose así la profundidad de cada punto explorado, de esta forma pueden elaborarse planos batimétricos o de profundidad de agua.

1.4 Sonar de Barrido Lateral.

Consiste en el empleo de una graficadora conec-tada a un transductor que va remolcado varias decenas - de metros y cuya profundidad dentro de la columna de -- agua está en el orden del 80% del tirante.

Este transductor emite y recibe un pulso acústico en forma lateral, o sea, hacia babor y hacia estri--bor con escalas radiales entre 50 y 500 metros hacia -- cada lado, de esta forma se está en capacidad de cubrir

fajas hasta de 1 kilómetro de ancho en cada línea de -- recorrido.

La información que se obtiene en la graficadora representa una fotografía del fondo de la faja cubierta por la línea de recorrido y permite observar todos los objetos que se encuentren presentes sobre el lecho del mar.

1.5 Perfilador sonero.

Consiste en el empleo de una unidad emisora remolcada a varios metros y a flote que envía un pulso -- acústico máximo de 30 jules que penetra bajo el fondo - y se refleja en las capas subyacentes para que, al ser recibidas por una serie de hidrofones receptores a flote, también remolcados, sean electrónicamente amplificados y enviados a un filtro que elimina señales no deseadas y permite el paso de la información a una graficadora que registra en tiempos la estratigrafía de hasta 60 metros bajo el fondo del mar.

En los registros obtenidos de esta forma se pueden observar los diferentes tiempos de recorrido de estas ondas acústicas en cada estrato subyacente, los cuales dependen de las características de capacidad, dureza, contenido de agua y porosidad de los materiales que

componen los estratos existentes.

El rango de precisión de la información obtenida con este sistema es del orden de 50 centímetros.

1.6 Perfilador profundo.

Consiste en una unidad transductora que emite un pulso acústico máximo de 8000 jules eléctricos de -- baja frecuencia y alto voltaje que también penetra el -- fondo y se refleja en los contrastes entre las capas -- subyacentes, logrando penetraciones de hasta 1 kilómetro de profundidad bajo el fondo del mar.

Las señales enviadas en los recorridos se captan en un sistema receptor de hidrofonos también remolcados que electrónicamente envían la señal eléctrica a un filtro para eliminar ruidos ambientales no deseados y lo pasa a una graficadora, la cual registra en tiempo la estratigrafía existente.

La resolución de este sistema varía de 5 a 8 -- metros y con su empleo se obtiene información geológica que es importante para conocer las características de -- la información de los sedimentos geológicos recientes -- que aparecen, tanto de los registros de este sistema, -- como en los del perfilador sonero.

Durante la ejecución de este tipo de trabajo se tienen, tanto a bordo como en las estaciones reflectoras fijas de posicionamiento, más de 60 diversas unidades electrónicas que componen los cinco sistemas generales descritos.

El uso de todas estas unidades en forma conjunta y simultánea, requiere de gran capacidad de operación y de unidades electrónicas adicionales de laboratorio o de prueba que permiten, cuando así se requiere, proporcionar el mantenimiento preventivo o correctivo necesario mediante la medición de los diversos parámetros electrónicos que se presentan en el empleo de este gran conjunto de unidades.

CAPITULO II

ROMPEOLAS Y SUS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

- 2.1. DEFINICION
- 2.2. ROCA Y SUS PROPIEDADES
 - 2.2.1. El Rompeolas de roca y el Medio Ambiente
 - 2.2.2. Propiedades deseadas de la roca.
 - 2.2.3. Materiales Constitutivos del Rompeolas
 - 2.2.4. La Fajina como Elemento de Cimentación
 - 2.2.4.1. Generalidades
 - 2.2.4.2. Fajina de red plástica
 - 2.2.4.3. Características de la fajina de red plástica.
 - 2.2.5 COLOCACION DE LA FAJINA
 - 2.2.5.1. Habilitación de la fajina
 - 2.2.5.2. Maniobras que se realizan antes de la colocación
 - 2.2.5.3. Procedimiento de colocación

C A P I T U L O I I

ROMPEOLAS Y SUS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

2.1 Definición

Rompeolas: son estructuras formadas por capas - de piedras naturales de diferentes tamaños, protegidas por una o más cubiertas de piedra de un mayor peso, colocadas cuidadosamente para obtener secciones de forma -- trapecial.

La cubierta mencionada anteriormente puede estar formada también por elementos precolados como tetrá podos, bloques de concreto, doms, stabilitis, dolos, -- etc.

2.2 Roca utilizada y sus propiedades,

2.2.1 El rompeolas de roca y el medio ambiente.

El rompeolas de roca es una estructura marina,

cuya estabilidad ante los embates del mar es lograda -- por un diseño y construcción que armonicen el comportamiento del conjunto y el de cada fragmento componente - de este medio físico, heterogéneo y discontinuo.

En el pedraplén los fragmentos van zonificados de los más pequeños al interior, a los mayores y más -- pesados al exterior: núcleo interior, transición y corazas externas, es la distribución básica por zonas.

El peso de los fragmentos individuales en cada zona va estipulado con un determinado intervalo de tolerancia en ambos sentidos; aumenta el peso conforme el - rompeolas se adentra en el mar, y, también de manera -- consecuente, van siendo más exigentes las normas de calidad y las de colocación.

La acción coincidente de las fuerzas actuantes y de la agresividad del medio ambiente en el rompeolas de roca, tratan de hacerla perder su integridad. En contraposición, dicha pérdida de integridad es contrarrestada por la acción conjunta de la resistencia físico- - química y la tenacidad de todos y cada uno de los fragmentos componentes actuando en masa compacta, resultante de una buena trabazón entre las piezas componentes, más de un adecuado soporte por el material de cimentación.

De ahí lo importante de una construcción que asegure la compacidad del rompeolas.

El apoyo adecuado en el material de cimentación es logrado, como es sabido, mediante un diseño que evite la socavación del material de soporte y conserve la integridad y estabilidad del pedraplén; además que evite hundimientos y/o corrimientos laterales mayores de lo permisible, así como deformaciones inadmisibles del rompeolas, considerado en conjunto.

El eminente especialista Per Bruun, consideró que once son las causas posibles, o combinaciones de éstas, responsables de los daños por falla del rompeolas de roca:

1.- Desalojamiento por oleaje, de fragmentos individuales, en la coraza o armadura exterior.

2.- Levantamiento por subpresión, de fragmentos individuales, en la coraza o armadura exterior.

3.- Deslizamiento de la coraza en conjunto.

4.- Rotura por fatiga gradual de fragmentos individuales, en la coraza o armadura exterior.

5.- Socavación del parapeto reflector del oleaje o del coronamiento sólido

6.- Derrame de olas sobre la corona, con desa--

lojamiento de fragmentos en la coraza del talud al lado interior del rompeolas.

7.- Deslave y erosión del núcleo causado por el efecto de la subpresión creada por el oleaje.

8.- Erosión del pedraplén al fondo.

9.- Falla del suelo en la cimentación.

10.- Variaciones de resistencia entre fragmentos vecinos.

11.- Mala construcción.

El rompeolas bien diseñado y construido de materiales apropiados, podrá sufrir algunos daños provenientes de un evento severo y de rara ocurrencia; deterioros que podrán restaurarse a mayor o menor costo y tiempo, pero sin llegar a la falla total.

Se puede observar que de las once causas individuales de falla o que motiven daños más o menos cuantiosos al rompeolas unas 5 ó 6 pueden asignarse, de manera determinante, a la calidad del fragmento de roca individual, por ello la calidad del fragmento ya colocado amerita justificada atención.

2.2.2 Propiedades deseadas de la roca.

La roca usada en la construcción del rompeolas

debe de reunir ciertas propiedades físicas y mecánicas que las hacen adecuadas para el uso que se les va a dar.

A continuación se exponen las propiedades requeridas de la roca, las cuales se consideran de importancia para el uso en la construcción de un rompeolas.

a) Propiedades esenciales requeridas.

Al tenor de lo expuesto anteriormente, los atributos esenciales ideales a procurar, en el caso de rocas para rompeolas, serán estos:

* Tenacidad.

* Hermetismo.

* Inmunidad Química.

b) Características de las propiedades esenciales.

La calidad de los fragmentos de roca obtenidos de cantera determinada, a mi comprender, deberán ser tales que satisfagan los atributos mencionados en el punto (a), en armonía con lo que el diseño del rompeolas demande.

Las características básicas a considerar vienen en la tabla 1.

c) Indices de calidad.

Para la roca natural que se desea utilizar en un rompeolas, conviene buscar aquella dotada con las propiedades esenciales de la tabla 1. Esas propiedades en realidad son conceptos subjetivos, calificables mediante adjetivos, tales como: mucho, poco, etc. Concurren en las mismas varias características en mayor o menor grado.

Para valorar cuantitativamente esos conceptos, precisa medir alguna de las particularidades involucradas en el concepto, mediante pruebas de laboratorio estandarizadas, las cuales, con mayor o menor aproximación, es convenido que representarán a la propiedad esencial deseada. Esas peculiaridades se han anotado antes en la citada tabla 1. Cabe decir que pocas de éstas características se pueden medir directamente.

Los Ingenieros, además, han ideado el expediente de los llamados Indices de Calidad, los cuales se determinan y valoran mediante pruebas de laboratorio o en el sitio, en muestras de roca.

Ahora bien, la cosa no es tan sencilla como parece, hay que reflexionar que muchos de los rasgos distintivos de la roca puestas en la tabla 1, no pueden valorarse directamente como ya fue indicado antes, cuando menos hasta ahora; se mide alguno, quizás el más influyente de los factores componentes de la singularidad

que interesa, desde luego con más o menos razón, se supone que el resultado de la prueba, elevada a la categoría de índice de calidad, representa la característica de la roca que deseamos calificar cuantitativamente.

Es natural y de esperarse de los índices en cuestión, que los puntos de vista y criterios de selección diversos que más se emplean proceden de fuentes indicadas en las tablas 2, 3, 4 y 5 que parecen complementarse entre sí. La tabla 6 se usa como una guía respecto a las formaciones geológicas por considerar, entre las elegibles, como fuentes suministradoras del material natural escogido para los rompeolas de roca.

Es conveniente hacer notar la disparidad en valores recomendados para las resistencias a la comprensión y el peso específico a la densidad específica, en las tablas 2 (PEMEX) y 3 (ASTM).

T A B L A I
CARACTERISTICAS DE LA ROCA PARA ROMPEOLAS

N°	PROPIEDAD ESENCIAL	CARACTERISTICAS
1	TENACIDAD	
1.1		RESISTENCIA COMPRESIVA
1.2		RESISTENCIA EN TENSION
1.3		RESISTENCIA AL CORTANTE: cohesión (c) y, la tan- gente de , para diversos valores del "es fuerzo desviador".
1.4		RESISTENCIA AL IMPACTO'
1.5		DENSIDAD RELATIVA.
1.6		ABSORCION
1.7		SUSCEPTIBILIDAD A LA IN-- MERSION.
1.8		COEFICIENTE DE FRICCION AL DESLIZAMIENTO, DE RO- CA CONTRA ROCA.
1.9		FORMA DE FRAGMENTOS Y NU MERO DE LOS PUNTOS DE -- CONTACTO.
1.10		DEBILIDADES INTERNAS DEL FRAGMENTO: exfoliación, - venas, intrusivas, frac- turas y otros efectos in- trusivos, y de imtempe-- rismo.
2	HERMETISMO	
2.1		POROSIDAD.
2.2		PERMEABILIDAD.
3	INMUNIDAD QUIMICA	
3.1		INTEGRIDAD VOLUMETRICA (Slacking) (Resistencia a desintegrarse sumergi- do en agua del mar, ya sea total o parcialmente, así como en ciclos alter- nados de seco y mojado).
3.2		RESISTENCIA AL ATAQUE -- DEL MEDIO AMBIENTE ATMOSFERICO

T A B L A 2

INDICES DE CALIDAD PARA ROCA ROMPEOLAS SEGUN PEMEX (3)

N°	PRUEBA DE:	REQUERIDO
(1)	(2)	(3)
1	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL ESTADO HUMEDO. (Característica 1.1 en tabla 1)	150 kg/cm ² mínimo.
2	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ESTADO HUMEDO, APLICADO A LA CARGA PARALELAMENTE A LOS PLANOS DE EA FORMACION, cuando los haya. (característica 1.1 en tabla 1)	100 kg/cm ² mínimo.
3	ABSORCION EN POR CIENTO (característica 1.6 en tabla 1)	4 en porcentaje máximo.
4	DENSIDAD RELATIVA (Característica 1.5 en tabla 1)	2.3 mínimo
5	RESISTENCIA AL INTEMPERISMO ACELERADO (sanidad) PERDIDA DE PESO. Propiedades esenciales 1, 2, 3 en tabla 1)	10 en porcentaje máximo.
6	RESISTENCIA AL DESGASTE DETERMINADA POR LA PRUEBA DE LOS ANGELES. (Propiedad esencial 1 en tabla 1)	40 en porcentaje

T A B L A 3
INDICES DE CALIDAD PARA LA ROCA DE ROMPEOLAS SEGUN LA A S T M

N°	PRUEBA DE:	REQUERIDO
(1)	(2)	(3)
1	C-170 RESISTENCIA A LA COMPRESION MAYOR DE:	400 kg/cm ²
2	C-127 PESO ESPECIFICO MAYOR DE:	2.5 ton/m ³
3	C-97 ABSORCION	1 a 3%
4	C-88 PERDIDA EN PESO POR ACCION DEL SULFATO DE MAGNESIO	menor de 3%
5	C-88 PERDIDA EN PESO POR ACCION DEL SULFATO DE SODIO.	menor de 3%
6	c-535 PERDIDA AL DESGASTE LOS ANGELES, EN PESO.	menor de 35%

T A B L A 4
 INDICES DE CALIDAD PARA ROCA DE ROMPEOLAS SEGUN LA ASOCIACION INTERNACIONAL PERMANENTE DE CONGRESOS SOBRE NAVIGACION (PIANC) (4)

N°	PRUEBA DE:	REQUERIDO
1	COMPRESION	La mayor posible (10% finos máximo en falla final)
2	DENSIDAD RELATIVA	≥ 2.5
3	ABSORCION DE AGUA	fijar un límite - aceptable.
4	IMPACTO	Idem
5	SOLIDEZ (SANIDAD): PERDIDA EN SOLUCION DE SULFATO.	Idem
6	INTEGRIDAD VOLUMETRICA (SLACKING) EN INMERSIONES REPETIDAS.	Idem
7	FORMA PRISMoidal: RELACION DE LA DIMENSION MAYOR A LA MENOR PERMISIBLE HASTA:	2.5

T A B L A 5
 INDICES DE SOLIDEZ SUGERIDOS PARA SELECCIONAR LAS ROCAS NATURALES A UTILIZAR EN LOS
 PEDRAPLENES. VALORES TESTATIVOS DE MARSAL, (1972)

MATERIAL	Pa para (b) d=25 mm (kg)	ABSORCION DE AGUA % EN PESO	DESGASTE LOS ANGELES (%)	NOTAS:
PARTICULAS DURAS.	>1000	1 a 2.5	10 - 15	a) Datos tomados de la tabla 9 pág. 194, en (2)
PARTICULAS SEMIDURAS.	500 a 1000	1 a 2.5	15 - 25	b) \bar{P}_a carga de ruptura del frag- mento (d_m)=25mm. Véase la no- ta (c) al pie de la tabla.
PARTICULAS BLANDAS (al- gúnas cal- iza, esqui- tos y to- das volca- nicas)	<500	2.5 a 15	25	

NOTA (c): $P = P/x_a$, en la cual: P= a la carga que produce la rotura del primer grano y, x_a es el número de contactos en el fragmento de roca probado, con la dimensión media (d_m)=25mm, en este caso.

<i>T A B L A 6</i>		
<i>LAS ROCAS A PROCURAR PARA ESCOLLERAS Y ROMPEOLAS. GUIA GENERAL.</i>		
<i>FUENTE</i>	<i>GRUPO</i>	<i>CLASE</i>
<i>(1)</i>	<i>(2)</i>	<i>(3)</i>
<i>PEMEX (3)</i>	<i>IGNEAS INTRUSIVAS (GRANO FINO)</i>	<i>GRANITO DIORITA</i>
	<i>IGNEAS ESTRUSIVAS (GRANO FINO)</i>	<i>RIOLITA ANDESINA BASALTO TOBA BRECHA VOLVANICA.</i>
	<i>SEDIMENTARIAS</i>	<i>CALIZAS TRAVERTINO ARENISCA CONGLOMERADO BRECHA</i>
	<i>METAMORFICAS</i>	<i>GNESIS</i>
<i>PIANC (4)</i>	<i>CUALQUIER ROCA DE CANTERA</i>	<i>LOCAL DE BUENA CALIDAD</i>

2.2.3. Materiales constitutivos del rompeolas.

La estructura de enrocamiento tiene forma trapezoidal, y está constituido por un núcleo formado por material pétreo muy fragmentado cuyo rango de peso puede considerarse entre P/200 a P/600, siendo P el peso de roca considerada para la coraza, el núcleo es conformado por la roca todo uno, que tiene un peso que va de 0.00 a 0.25 toneladas.

En el tendido de la fajina, que sirve como cimientito al talón de atraque, en ambos lados del rompeolas, se usa la roca tipo 2 que tiene un peso que va de 0.25 a 0.35 toneladas, para el lastrado de la misma.

Al núcleo lo cubre una capa secundaria de protección, las rocas que forman esta capa pueden tener un rango de peso de P/10 a P/15, a esta roca se le denomina como roca tipo 3 que tiene un peso que va de 0.35 a 0.75 toneladas. Para la protección del núcleo se usa también la roca tipo 5 que tiene un peso que va de 1.50 a 2.50 toneladas, ésta se usa en el talud del lado mar.

El talón de atraque está conformado del lado puerto por la roca tipo 4 que tiene un peso que va de 0.75 a 1.50 toneladas y del lado mar por la roca tipo 6 que tiene un peso que va de 2.50 a 3.50 toneladas, como se puede notar la roca tipo 6 requiere de ese rango de peso por-

que es la que resiste el embate de las olas. Toda la roca cumple con las especificaciones de las tablas 2, 3 y 6, (fig. 2.1.)

A la capa secundaria la cubre la capa principal o sea coraza, constituida por bloques de concreto tipo "R" con un peso de 7.50 toneladas, 14 toneladas, 30 toneladas, 45 toneladas y 65 toneladas, los cuales se usarán en las diferentes secciones que componen el rompeolas.

Los bloques de concreto proporcionan máxima resistencia al embate de las olas debido a la perfecta trabazón que se logra, lo que permite construir taludes con fuerte pendiente.

La gran permeabilidad obtenida en la obra hace que la ola disipe su energía en forma rápida, por lo que la cota de la corona puede reducirse. Esto se traduce en un considerable ahorro de material, obteniéndose además un aprovechamiento mejor del material explotado en la cantera que se utiliza para la construcción del rompeolas.

Los bloques de concreto deben tener una textura uniforme, pues de lo contrario la acción del oleaje aceleraría el desgaste de los mismos, (fig. 2.2 a 2.4)

2.2.4. La fajina como elemento de cimentación.

SIMBOLOGIA (TIPO DE ROCA)

- 1 TODO UNO NUCLEO
- 2 LASTRADO DE FAJINAS
- 3 PROTECCION DEL NUCLEO
- 4 TALON DE ATRAQUE PUERTO
- 5 CAPA SECUNDARIA LADO MAR
- 6 TALON DE ATRAQUE MAR

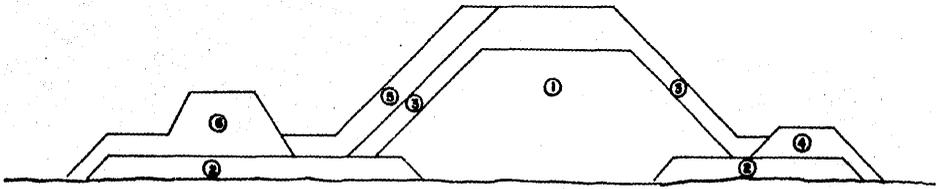


Fig. 2.1 Tipo de roca colocada en el cuerpo del rompeolas

SIMBOLOGIA

I	TODO UNO		
2	ROCA	0.25	A 0.35 TON
3	ROCA	0.35	A 0.75 TON
4	ROCA	0.75	A 1.50 TON
5	ROCA	1.50	A 2.50 TON
6	ROCA	2.50	A 3.50 TON
I	BLOQUES	"R"	7.50 TON
III	BLOQUES	"R"	30.00 TON

SECCIONES V y VI

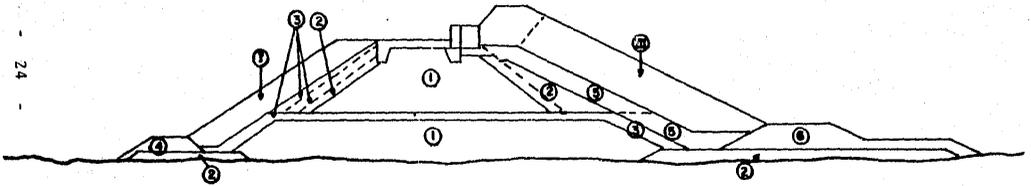


Fig. 2.2 Tipo de roca y bloques de concreto en secciones V y VI

SIMBOLOGIA

1	TODO UNO			
2	ROCA	0.25	A	0.35 TON
3	ROCA	0.36	A	0.75 TON
4	ROCA	0.75	A	1.50 TON
5	ROCA	1.50	A	2.50 TON
6	ROCA	2.50	A	3.50 TON
X	BLOQUES	"R"		7.50 TON
XI	BLOQUES	"R"		45.00 TON

SECCION VII

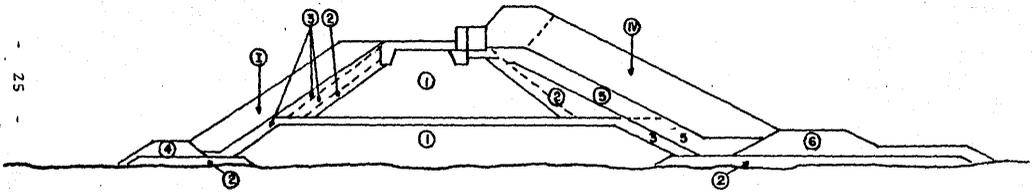


Fig. 2.3 Tipo de roca y bloques de concreto en sección VII

SECCION VIII

SIMBOLOGIA

I	TODO UNO			
2	ROCA	0.25	A	0.35 TON
3	ROCA	0.35	A	0.75 TON
4	ROCA	0.75	A	1.50 TON
5	ROCA	1.50	A	2.50 TON
6	ROCA	2.50	A	3.50 TON
7	ROCA	3.50	A	6.00 TON
III	BLOQUES	"h"		30.00 TON
V	BLOQUES	"R"		65.00 TON

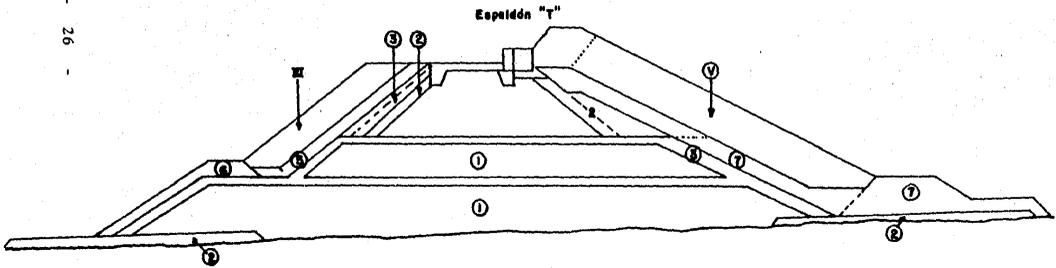


Fig. 2.4 Tipo de roca y bloques de concreto en sección VIII

2.2.4.1 Generalidades

Por la acción del régimen del oleaje, el material natural del fondo, tiende a ser llevado en el proceso constructivo de los rompeolas, sobre todo cuando éstos van en bajas profundidades.

Puede considerarse que desde la línea de playa hasta una profundidad de 4,00 metros, este fenómeno resulta favorable para la estabilidad de los rompeolas, ya que al removerse el material del fondo está sustituido por material de núcleo de bajo costo que en forma rápida queda en condición estable.

El problema de remoción de material de fondo es significativo, por lo cual se han desarrollado técnicas de colocación de material plástico entre el fondo natural y el futuro rompeolas empleando el sistema de fajinas, lo que es recomendable cuando se haya visto el fenómeno de hundimiento de los enrocamientos en su proceso constructivo sea de importancia.

La fajina sirve como filtro para que pase únicamente el agua sin llevarse los finos del lecho marino y de esta forma la estructura no sufra deterioros parciales o totales debido a asentamientos diferenciales.

2.2.4.2 Fajina de red plástica

En las últimas décadas se ha desarrollado una nueva tecnología para filtros de fibras sintéticas en el desplante de obras marítimas. Estos filtros que genéricamente se conocen con el nombre de Geotextiles se han aplicado con éxito en diversos lugares, como por ejemplo en las obras del plan Delta, en Holanda, así como los rompeolas de los Puertos de Dunkerque y Zeebrugge, y en otros puertos de igual importancia.

Uno de los elementos básicos para el diseño de un rompeolas de talud, requiere de la consideración de la cimentación.

El estudio de las condiciones de cimentación se hace en previsión de cualquiera de los siguientes fenómenos:

A) Penetración del material del cuerpo del rompeolas o del terraplén de apoyo en capas suaves del fondo.

B) Inestabilidad de la obra por deslizamientos parciales o totales producidos por el peso propio de la obra.

C) Asentamientos diferenciales de partes de la obra pudiendo llegar al punto de falla o al colapso total de la obra, como ha sucedido en algunos puertos.

D) Problemas de socavación producidos por el oleaje al pie del talud de la obra.

La información para conocer el subsuelo marino se obtiene siguiendo los métodos usuales empleados en mecánica de suelos.

Para colocar el Geotextil en el desplante de las estructuras marítimas, se ha perfeccionado el sistema de las fajinas tipo Holandés de 60 metros de largo y 30 metros de ancho. Este procedimiento resulta práctico para colocar Geotextil en el desplante de los rompeolas --- cuando la superficie de fajinas por colocar sea del orden de 250,000 m².

En el rompeolas Oriente de Dos Bocas, Tabasco - la superficie de Geotextil por colocar es del orden de - 150,000 m² por lo que fue necesario desarrollar una nueva técnica para habilitar en fábrica secciones de Geotextil de 60 metros de largo por 20 metros de ancho, utilizando como prelastrado varilla de acero de 1 1/2" ϕ y roca de 0.25 a 0.35 toneladas uniformemente distribuidas en su -- área.

El geotextil de estas dimensiones se enrolla - en un tubo de 16" ϕ y 25 metros de longitud que se trans-- porta en un chalán de 2,000 toneladas especialmente diseñado y auxiliado por un remolcador de 3,200 H.P. que lo -

coloca en el sitio donde se efectuará el desenrollado en el fondo marino.

A la fecha el sistema de geotextil se está aplicando y se obtienen óptimos resultados debido a que se substituyó el uso del mangle por malla plástica Geored que hizo más sencilla la fabricación y colocación de la fajina y además pruebas efectuadas a la geored, se comprobó que ésta sí protege con la misma eficiencia que el mangle geotextil.

2.2.4.3. Características de la fajina de red plástica.

1.- Permite la supervisión directa por medio de buzos, de la colocación y lastrado inicial de la fajina, permitiendo además la corrección de desviaciones.

2.- Su fabricación es más sencilla por manejar materiales más ligeros y flexibles.

3.- Por ser una pieza más ligera y que puede manejarse en rollos, se evita el riesgo de dañar la tela de polipropileno tanto en el botado como durante la maniobra de colocación.

4.- Por su método simplificado de fabricación, requiere de menos área para las instalaciones.

5.- Su colocación requiere de equipo menos especializado, que se puede conseguir fácilmente y adaptar en el país.

6.- La colocación puede efectuarse aún en condiciones climatológicas menos favorables.

7.- Permite hacer coincidir los extremos de las fajinas y cumplir con los traslapes indicados.

8.- Como su fabricación es con productos manufacturados se evita cualquier deterioro a la ecología de la zona.

9.- El material utilizado no se descompone ni deteriora para las condiciones de su utilización, por lo que la estructura permanece inalterada con el paso del tiempo dando más solidez a la estructura.

2.2.5. Colocación de la fajina.

2.2.5.1 Habilidad de la fajina.

La fajina se encuentra compuesta por una tela de polipropileno y por una red plástica llamada también geored.

La tela de polipropileno se fabrica con una medida de 60 metros de longitud y 20 metros de ancho, toman

do en consideración que la fajina se coloca en el talón - de atraque requiere tener un ancho de 36 metros y que la longitud de la misma es mayor a los 60 metros, se hace necesario realizar una serie de actividades que considero - interesantes de mencionar.

En el patio de fajinas se tiende la tela y se - superponen otras más hasta darle la longitud y el ancho - deseado, como la fajina tiene que cumplir con la función estructural para la que fue creada, se le deja un traslape de 5 metros en el sentido transversal y otro de 4 en el - sentido longitudinal, (fig.2.5) quedando de esta forma con las medidas requeridas; el siguiente paso a seguir es el cosido de la misma, que se realiza con una máquina manual.

Acto seguido, se coloca la geored que tiene una medida de 60 metros de longitud y 5 metros de ancho dejan do un traslape de 8 centímetros tanto en el sentido trans versal y longitud en las uniones que se hacen una con - - otras.

Se realiza el cosido a mano con piolet para evi tar que la tela y la geored se separen en el fondo del le cho marino.

Para que no existan abolsamientos se prelastra la fajina con varilla de 1 1/2" a cada 2 metros, siendo las - primeras 4 varillas de 36 metros de longitud y las siguien

tes de 2 metros de longitud todo esto a ambos lados de la fajina (fig. 2.6)

Después de todo esto la fajina se encuentra lista para su enrollado en el tubo de 16"Ø.

2.2.5.2 Maniobras que se realizan antes de la colocación.

La fajina ya enrollada se hiza a bordo del chalán por medio de una grúa LS-108 de 3 toneladas de capacidad y se coloca a estribor, lista para su botado en el mar.

Se llevan piedras de 0.00 a 0.25 toneladas a bordo para el prelastrado de la fajina en el fondo del mar, evitando con esto que la corriente marina la desvíe de su sitio.

2.2.5.3 Procedimiento de colocación.

Cuando las condiciones climatológicas son estables, se procede a la colocación de la fajina; para este fin el chalán es remolcado a la zona donde se va a extender la fajina, una boya que se encuentra en el mar nos marca el sitio donde se tendió la fajina anteriormente.

Fig. 2.5 TRASLAPE EN FAJINAS

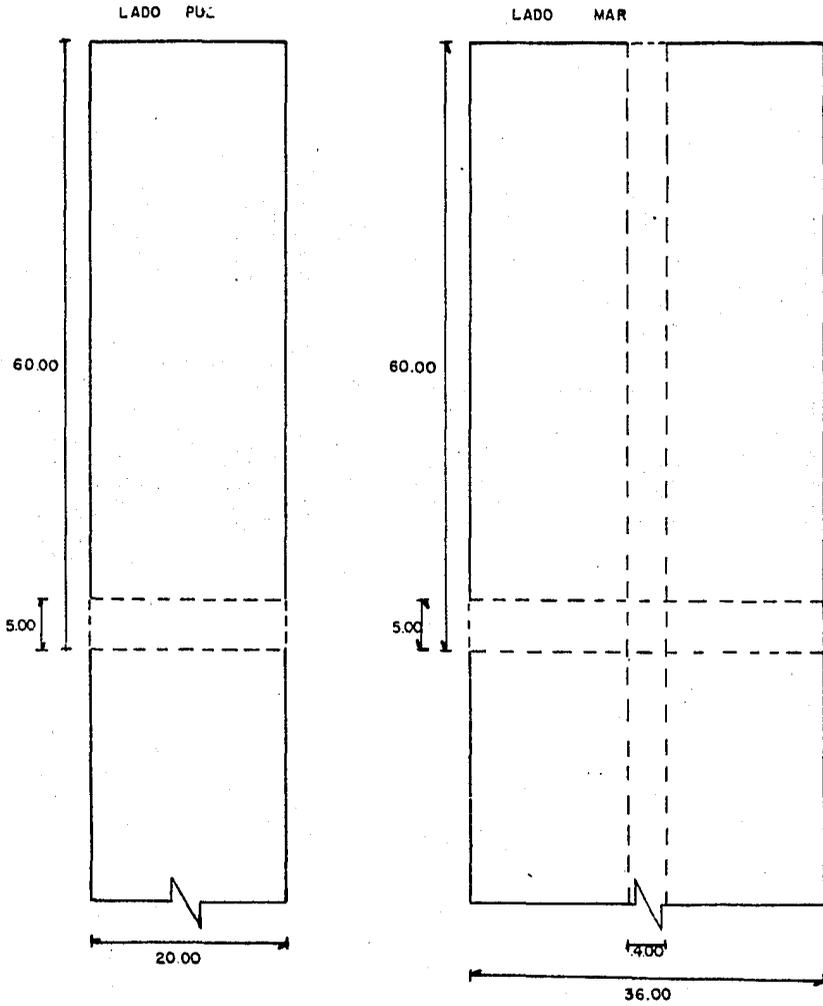
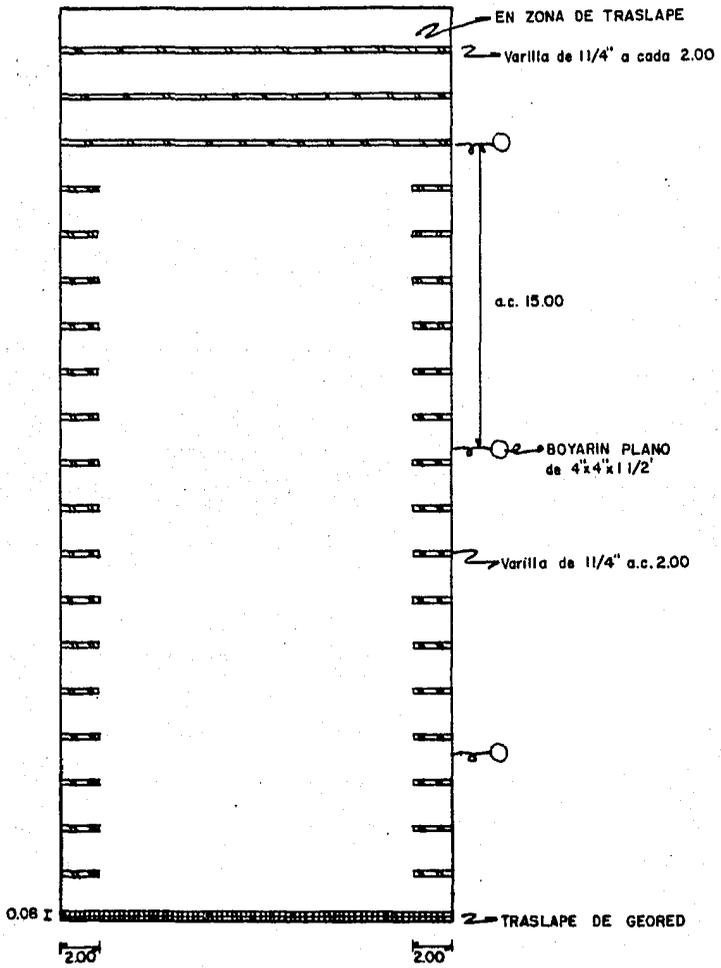


Fig. 286 PRELASTRADO DE FAJINA



El chalán una vez que se encuentra en el sitio correcto tira sus anclas 1 y 4 y posteriormente la 3 y 2, todo en el orden indicado, esto se hace con el fin de que con el vaiven de la embarcación no se salga del lugar previsto, hecho lo anterior se posiciona el chalán al eje de boyas, (fig. 2.7).

El extendido de la fajina consiste básicamente en bajar el rollo con una grúa en el sitio previamente localizado y trazado por la cuadrilla de topografía y señalado por medio de boyerines, una vez posicionado el rollo se procede a su desenrollado tomando como punto de apoyo al remolcador por el cual se hace pasar un cable del chalán, llevado por una lancha a una polea colocada en el remolcador y es enganchada al tubo que contiene la fajina, se recupera el cable desde el chalán por medio de un malacate de 75 H.P., (fig. 2.8 y 2.9).

El desenrollado se efectúa en varias fases dependiendo de las condiciones marinas para evitar abolsamientos y garantizar el perfecto apoyo en el lecho marino. En cada una de las fases se realiza el prelastrado con la roca llevada a bordo previamente, y una inspección submarina por medio de buzos verificar el comportamiento de la fajina. Se deja 7.5 metros de la fajina en sentido longitudinal sin lastrar para próximo traslape, (fig. 2.10 y 2.12).

En este sistema se recupera el tubo en el cual se enrolló la fajina y los tubos auxiliares para el desenrollado.

Para presentar de una manera más clara este procedimiento, menciono las acciones que se siguen en el orden que se indican.

Colocación de fajinas.

- Remolque a sitio.
- Tirar anclas 1 y 4.
- Tirar anclas 3 y 2.
- Acercar chalán a sitio.
- Posicionar chalán a eje boyas.
- Botado y alineamiento.
- Colocar boyas de tubos lastre y fajinas.
- Corregir posición de fajina.
- Inspección visual.
- Enganche y posicionamiento de remolcador.
- Llevar cables de malacate chico.
- Recuperación de 1er. cable a 2o.
- Enganche fajina, desenganchar grúa y corte amarres.
- Desenrollado.

- Lastrado.
- Inspección final.
- Soltar remolcador.
- Recuperar tubos fajina.
- Chalán fuera de zona de trabajo.
- Recuperar anclas 2, 3, 1 y 4.

38-A

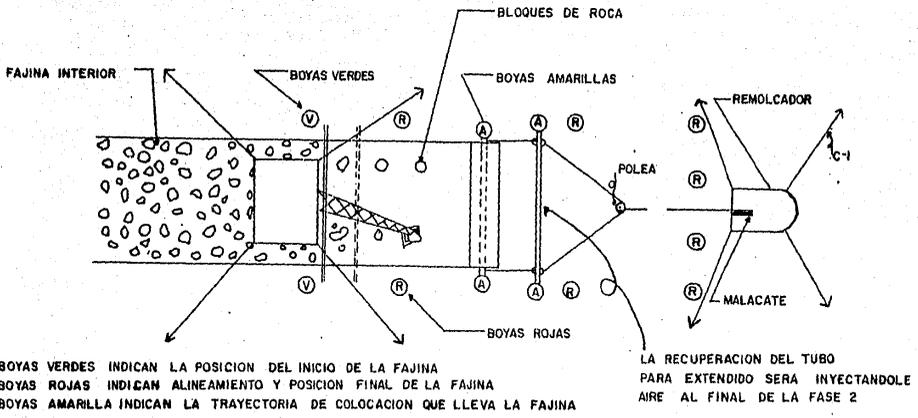


Fig. 2.7 SISTEMA DE BOYAS

38-B

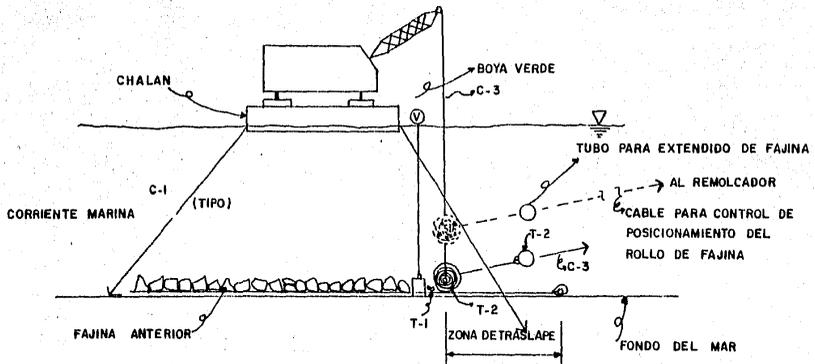


Fig. 2.8 FASE I

HUNDIMIENTO DEL ROLLO DE FAJINA

Fig. 2.9 TENDIDO DE FAJINA

COLOCACION DE BOYARINES PARA
POSICIONAMIENTO DE CHALAN

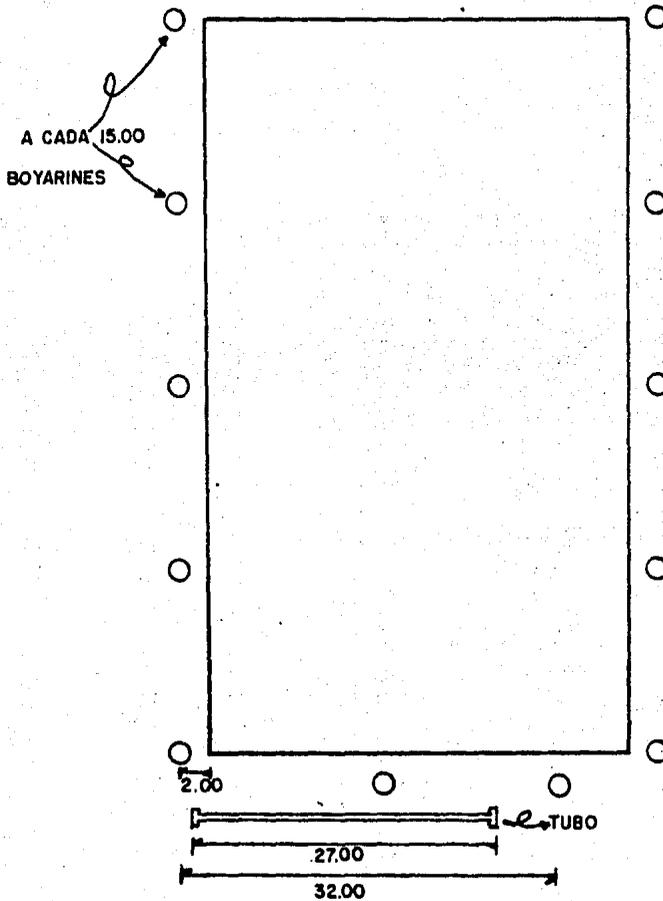
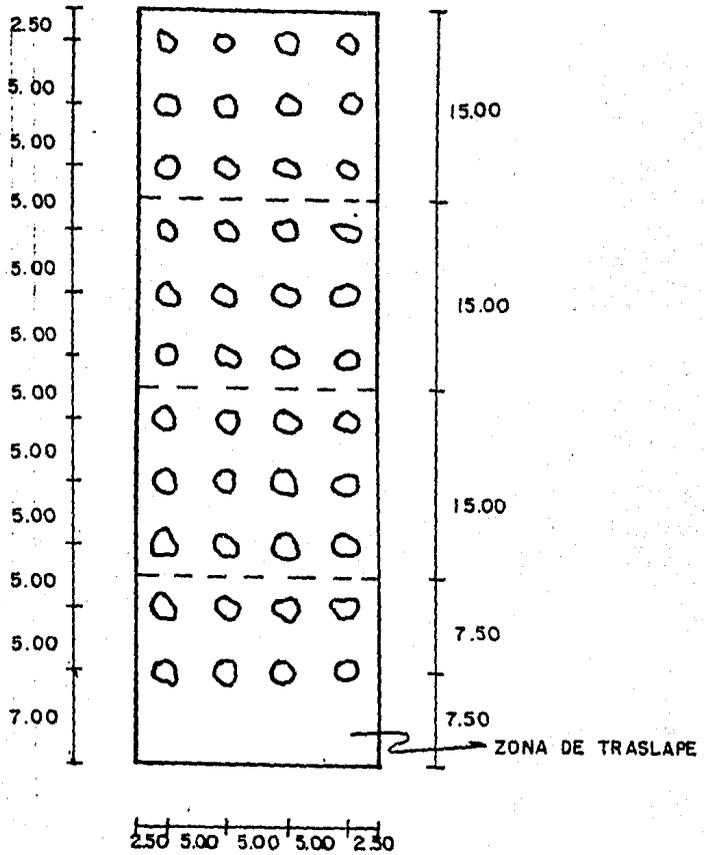


Fig. 2.11 LASTRADO DE FAJINA CON ROCA TIPO I



Nota. 44 piedras (x 2.00 ton./piedra
 88 ton./12.00 m² = 73.00 Kg/m²

40-A

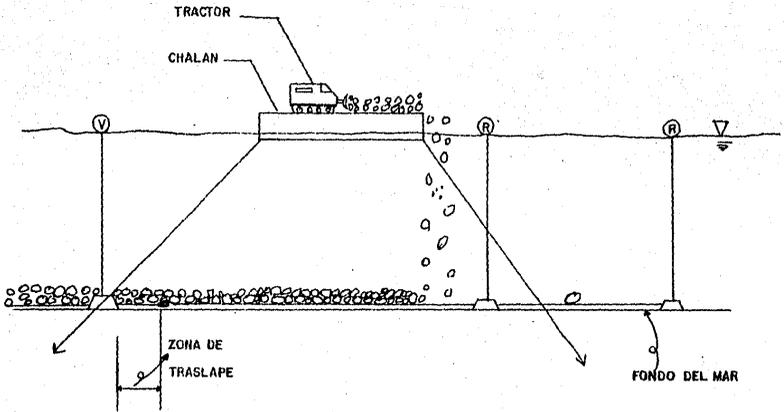


Fig. 2.12 **FASE 3**
COLOCACION DE LASTRE SOBRE LA FAJINA

C A P I T U L O I I I

SELECCION DE BANCOS DE ROCA.

- 3.1. INVESTIGACION PRELIMINAR DE LA CANTERA
 - 3.1.1. Factores a considerar en el caso de un rompeolas
 - 3.1.2. Valoración tentativa del sitio
 - 3.1.2.1. Aspectos a considerar
 - 3.1.2.2. Peculiaridades del sitio
 - 3.1.2.3. Propiedades físicas de la roca en sí
 - 3.1.2.4. Justipreciación global tentativa del sitio
- 3.2. BANCO BALZAPOTE
 - 3.2.1. Datos Generales del Banco
 - 3.2.2. Localización Geográfica
 - 3.2.3. Acarreo del Banco a Rompeolas Dos Bocas
 - 3.2.3.1. Equipo y Maquinaria
 - 3.2.3.2. Secuencia de Acarreo
- 3.3. BANCO TULIJA
 - 3.3.1. Localización Geográfica
 - 3.3.2. Acarreo del Banco a Rompeolas Dos Bocas
 - 3.3.2.1. Equipo y Maquinaria
 - 3.3.2.2. Secuencia de Acarreo

C A P I T U L O I I I

SELECCION DE BANCOS DE ROCA

3.1. Investigación preliminar de la Cantera.

3.1.1 Factores a considerar en el caso de un rompeolas.

Ante todo es necesario tener ideas bien claras respecto a lo que, en última instancia, determinará la ca lidad, tamaño y figura de los fragmentos rocosos obtenibles. De una parte, la geología regional y local, así como la petrografía; de otra, las fuerzas generadas por el oleaje y el pesc propio de la estructura, sin olvidar la agresividad del medio ambiente manifestada en deterioro paulatino del rompeolas en su unicidad y de las piezas componentes.

La predicidad correcta de todo lo anterior, se juzga de importancia decisiva en la calidad y economía del rompeolas y en la selección de la cantera.

3.1.2. Valoración tentativa del sitio.

Tomando en consideración los factores aludidos - en el caso de un rompeolas, se mencionan algunas que se estiman interesantes.

3.1.2.1 Aspectos a considerar.

La valoración de un sitio para explotar la piedra de rompeolas portuario, implica el apreciar dos grupos de características y propiedades que combinadas, determinan el valor del conjunto.

Peculiaridades del sitio;

Propiedades físicas de la rosa en sí.

3.1.2.2 Peculiaridades del sitio.

La peculiaridades del sitio que, de ordinario - - marcan en mayor o menor grado sus características propias, las moldean las condiciones generales geológicas, petrográficas y topográficas de zona; puede agruparse en los aspectos siguientes:

1.- La accesibilidad interna; a los diversos niveles de explotación.

2.- La distancia al rompeolas; esto determina el costo de los caminos u otras vías de transporte (carretero, fluvial, marino).

3.- El porcentaje en desperdicios:

Comprende dos sub-aspectos: el descapote, y, la proporción del material rocoso intemperizado, descalificado como material de rompeolas, es el otro.

El material resultante, los concedores lo incluyen en un porcentaje respecto al volumen total de material por excavar del sitio.

Esta tercera peculiaridad, enmarca las consecuencias prácticas de la cuarta y quinta, en el avalúo cuantitativo global de las peculiaridades del sitio.

4.- La severidad del fracturamiento.

a) Sistemas de fracturas: orientación y número por metro lineal y por metro cúbico.

Figura dominante del bloque individual.

Dimensiones y peso del bloque medio.

Distribución de tamaños y pesos.

b) Zonas cizalladas: Disposición, amplitud, grado de severidad.

De ordinario dan fragmentos chicos.

Puede el material resultar con alto nivel de alteración.

5.- Fragmentación probable: La probable respuesta de la formación rocosa al efecto de las voladuras; y, el trato rudo de los fragmentos en el proceso constructivo post-voladura: impactos de la caída en el frente de explotación, efectos dinámicos por choques durante los procesos de carga, transporte, descarga y colocación final. Todo ello tiende a fragmentar algunos de los bloques originales.

6.- La relación anterior de ninguna manera limita, incluye los aspectos de ordinario más usuales según la experiencia del Ingeniero.

3.1.2.3 Propiedades físicas de la roca en sí.

Las propiedades físicas de la roca en sí -

contribuyen a su vez a la calidad del pedraplén, el rompeolas de roca en nuestro caso. En el tipo de rompeolas posible de construir influyen varios aspectos, tales -- como: resistencia mecánica al desgaste, al ataque químico de las aguas marinas.

Intervienen, además, en la durabilidad y estabilidad volumétrica de la roca bajo el embate de -- las olas generadas por las grandes tormentas.

Los requisitos que definen las propiedades físicas de la roca en sí, según el estado del arte que al presente impera, los califican índices de calidad o requisitos de aceptación, ya presentados en las tablas del Capítulo II.

3.1.2.4 Justipreciación global tentativa del sitio.

Las peculiaridades del sitio manifestadas en las características cuyos varios aspectos son representados en 3.1.2.2 y las propiedades físicas de la -- roca en sí, conforman en buena parte la justipreciación global tentativa del Ingeniero, en un sitio dado -- en relación a:

* La proporción de desperdicio (material

inadecuado), no utilizable,

- * Los tamaños, peso y proporciones relativas, de los grupos de fragmentos obtenibles.
- * Calificación de la calidad, en conjunto, del sitio.
- * La estrategia global de explotación para la cantera de roca: accesos internos y - externos, altura de bancos, arreglo general de las plataformas respectivas, drenaje pluvial, etc.
- * Plan tentativo de recursos necesarios: - humanos en equipo, instalaciones varias, etc.
- * Ideas respecto al orden de magnitud e inversiones, presupuestos, costos unitarios por tonelada neta de la roca al pie de - cantera, etc.

Obvio es que las deducciones cuantitativas originan aproximaciones a verificar, de resultar necesario, con voladuras de prueba efectuadas a una escala -- adecuada.

En la calificación a formular respecto a

la aptitud del sitio, desde luego que intervienen juicios estimativos, unos sobre la intervención del factor humano y otros, respecto a la probable respuesta de las masas pétreas; juicios que pueden llevar a una dosis de predicción y conjetura.

La reflexión acabada de hacer, deberá tenerse muy en cuenta al asignarse el grado de confianza, otorgable a las opiniones que serán expresadas en lo que a continuación viene. De ordinario, se contenta con obtener magnitudes cuantitativas de precisión tal, que imprima un sentido de realidad a la crítica que pretende hacerse de cada sitio en sí y la comparación entre varios.

3.2 Banco Balzapote.

3.2.1 Datos Generales del Banco.

Area del terreno	60 Ha.
Area Rocosa	20 Ha.
Altura Máxima	75 Mts.
Vol. de roca apex.	20'0 Ton.
Tipo de roca	Bazalto

Prof. del mar	20 Mts.
Esp. capa vegetal	+ 1.00 Mts.
Tipo de vegetación	Bosque semi-árido y pastizales.

3.2.2 Localización geográfica.

El banco se encuentra en el poblado de Montepio, que es el más alejado de Catemaco, Veracruz, por el camino que lo une con la costa del Golfo de México.

El banco tiene los siguientes límites:

- (NE) Es el límite más importante en el -- cual se encuentra el mar y los acanti-- lados, con una altura aproximada de - 75 metros de roca bazáltica. La pro-- fundidad del mar en este costado es - de 20 metros según datos obtenidos en el lugar.
- (SO) Es la parte más baja del terreno. En esta zona se localiza un banco de -- grava para revestimiento, con un área aproximada de 3 hectáreas y un espesor de 10 metros.
- (SE) Límite con propiedad particular.

(NO) Límite con propiedad particular.

3.2.3 Acarreo del banco rompeolas Dos Bocas.

3.2.3.1 Equipo y maquinaria.

1.- Barcos de autopropulsión de descarga -
por fondo:

- a) Abullón de 2,000 ton. de capacidad.
- b) Mejillón de 2,000 ton. de capacidad.
- c) Ostión de 1,800 ton. de capacidad.
- d) Almeja de 1,350 ton. de capacidad.

2.- Chalanes:

a) Mai 200.

b) Mai 201.

3.- Remolcadores.

a) Jennifer.

b) Jessica.

3.2.3.2 Secuencia de acarreo.

Las barcazas autopropulsadas son cargadas en el banco con cargas parciales debido a que los nor--tes han dispersado la roca vertida con anterioridad y -- es peligroso cargarlas a su capacidad total, pues podría -- razgarse el casco de las barcazas.

Las barcazas van con su carga desde el banco de Balzapote al puerto de Dos Bocas y vierten direc--tamente en el rompeolas si las condiciones climatológi--cas lo permiten y en caso de no ser así depositan la -- roca en el patio de almacenaje.

Normalmente la roca traída del banco de -- balzapote se vierte directamente.

3.3 Banco Tulija

3.3.1 Localización Geográfica

El banco se localiza en el km. 72 de la -- carretera Villahermosa-Escárcega, en el municipio de -- San Joaquín del Carmen.

3.3.2 Acarreo del banco a rompeolas Dos --

Bocas

3.3.2.1 Equipo y Maquinaria

- 1.- Embarcaciones empujadas del río.
- 2.- Chalanes.
 - a) Mai 200.
 - b) Mai 201.
- 3.- Remolcadores.
 - a) Jennifer.
 - b) Jessica.
- 4.- Camión de Volteo pesado R-35 (6)
- 5.- Grua sobre orugas (2)
- 6.- Cargador sobre neumático 988 (2)
- 7.- Tractor sobre orugas D8K (1)

3.3.2.2 Secuencia de acarreo

La roca se transporta del banco hacia el río Tulija con camiones pesados R-35, teniendo un recorrido de 2 km. de un sitio a otro, en este lugar es cargada sobre chalanes con un tractor sobre orugas y es --

llevada por empujadores de río hasta la desembocadura al mar en Puerto Frontera, con un recorrido de 100 millas náuticas.

Al llegar los chalanes a la bahía de Puerto Frontera son cambiados por chalanes vacíos que serán llevados por los empujadores de río al sitio donde serán cargados de nuevo, los chales cargados serán llevados por los remolcadores hacia el puerto de Dos Bocas donde serán descargados por un cargador sobre neumáticos, que a su vez -- cargará los camiones pesados R-35, que trasladarán la roca al patio de almacenamiento y la depositarán en el lugar que le corresponda de acuerdo al tipo de roca de que se trate.

CAPITULO IV

TRANSPORTE Y VERTIDO MARINO.

- 4.1. TRANSPORTE AL SITIO DE VERTIDO
 - 4.1.1. Vertido directo de la roca
 - 4.1.2. Vertido no directo de la roca
- 4.2. SECUENCIA DE DESCARGA DE LA ROCA EN CONDICIONES NORMALES.
- 4.3. PROBLEMATICA DEBIDA A LA EXISTENCIA DE ROCA PREVIAMENTE DEPOSITADA EN EL LECHO MARINO
- 4.4. SOLUCION A LA PROBLEMATICA

C A P I T U L O IV

TRANSPORTE Y VERTIDO MARINO

4.1 Transporte al sitio de vertido.

4.1.1 Vertido directo de la roca.

Para el vertido directo de la roca en el -
rompeolas se operan cuatro barcazas autopropulsadas de
descarga por fondo:

Abulón de 2,000 ton. de capacidad

Mejillón de 2,000 ton. de capacidad

Ostión de 1,800 ton. de capacidad

Almeja de 1,350 ton. de capacidad

Estas barcazas traen la roca de los bancos

y hacen el vertido directo sobre el rompeolas de acuerdo al tipo de roca que transporta y a la sección que -- haya que vaciar.

Previo el vertido se realiza la batimetría del lugar, la cual nos indica la zona que requiere de un mayor vaciado, pues debido a los nortes que se presentan, la roca suele ser dispersada con el consiguiente deterioro del rompeolas y del peligro que esto representa para las embarcaciones que hacen el vertido.

4.1.2 Vertido no directo de la roca

Este tipo de vertido se ejecuta cuando la batimetría que se realiza en el lugar indica que existen huecos en la sección o cuando no se hizo un vaciado completo, en este caso se cargan las barcazas con la roca que se encuentra en el patio de almacenamiento y se -- lleva al lugar donde la batimetría indica que hace falta.

Para saber si el ángulo de inclinación del talud se encuentra dentro de las especificaciones se hace uso del módulo de verificación electrónica, el cual nos indica si está correcto o existe un error para que se corrija a tiempo.

Cabe hacer la mención que en el vertido de roca se procede primero a verter la roca todo uno, que conforme al núcleo, enseguida la capa secundaria de protección y por último la del talón de atraque.

4.2 Secuencia de descarga de la roca en -- condiciones normales.

Los barcos descargan en una posición perpendicular al eje del rompeolas orientando proa hacia la marejada para mejorar la maniobrabilidad de la embarcación y lograr mayor exactitud en su posicionamiento. (fig. 4.1).

Cuando un barco ha descargado, el siguiente se coloca en una posición paralela al anterior de forma que se tenga un traslape aproximado de un metro entre posiciones sucesivas de la tolva.

Haciendo esto, la roca descargada en el fondo marino presenta una configuración como la mostrada en la figura 4.2

Abordo, el Capitán recibe instrucciones -- con relación a la posición en la que tiene que descargar, (coordenadas y curso) alimenta la computadora con la identificación del barco, las coordenadas y la orientación del curso a seguir por el mismo durante la des--

carga. La computadora está programada para determinar la posición relativa del centro de la tolva con respecto a la ubicación de la antena "Trisponder" (fig.4.3).

Una vez alimentada la computadora, el Capitán observa en la pantalla la ubicación de su barco con relación al rompeolas y a la posición de vertido (fig.4.4).

Cuando el barco está cerca de la posición de vertido, se amplifica la imagen del video para una mejor apreciación y el Capitán mueve su embarcación hasta que la posición de la tolva coincide con la posición de vertido que aparece en la pantalla (fig.4.5) y entonces vierte la roca. De esta forma se depositan los cargamentos 1, 2, 3, 4, etc., y, si la profundidad lo permite, los subsecuentes son también depositados (fig. 4.2).

La última capa de roca a verter entre el nivel alcanzado con las cargas depositadas previamente y la cota de coronación del núcleo, que según la de proyecto es la de -4.70-, puede ser de menor espesor. Por ejemplo: de tan sólo 1.50 m.; en ese caso, el barco recibe instrucciones de repartir la carga en un espacio mayor al ancho de la tolva (fig.4.6).

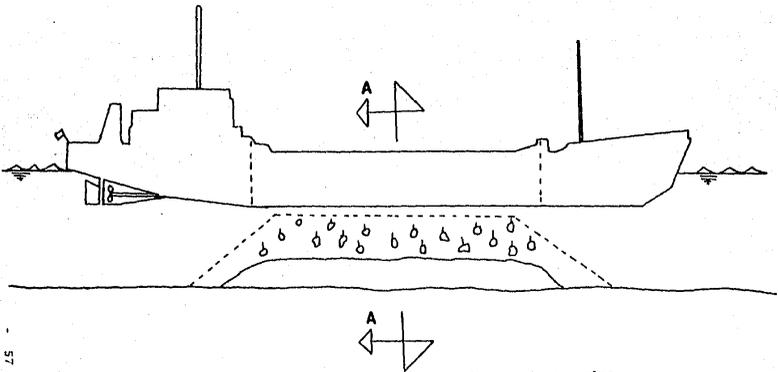


Fig. 4.1 Descargo de roca en posición perpendicular al eje del rompeolas

VISTA A-A

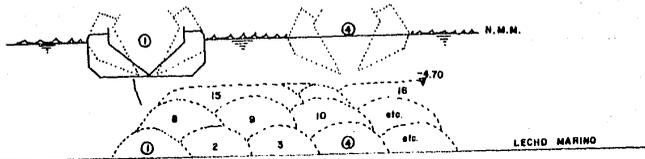


Fig. 4.2 Configuración de la roca descargada en el fondo marino.

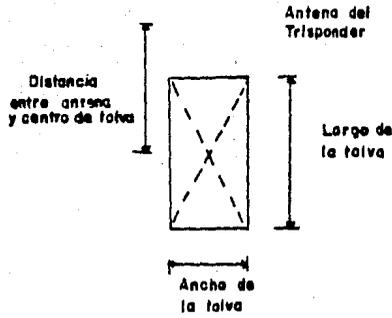
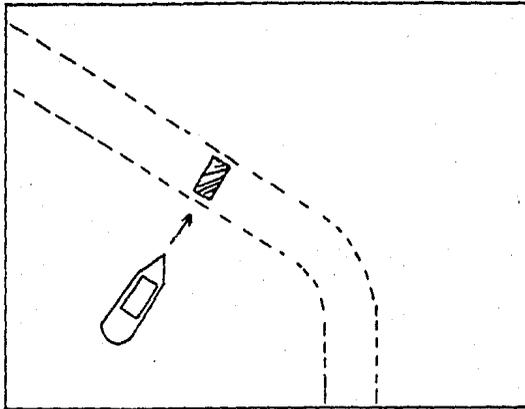
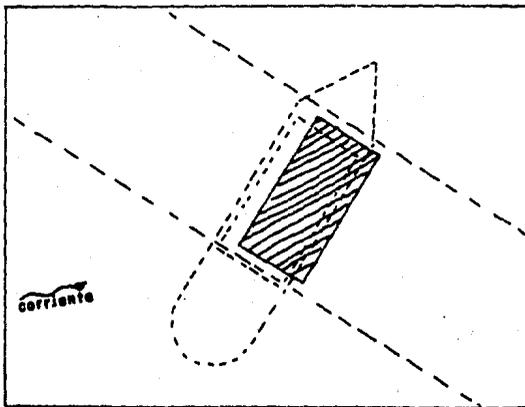


Fig. 4.3 Posición relativa de la tolva, respecto a la antena trisponder.



Vídeo
Normal

Fig. 4.4 Ubicación del barco con relación al rompeolas y a la posición de vertido.



Vídeo
Amplificado

Fig. 4.5 Coincidencia de la posición de vertido, con la de la tolva del barco.

En la pantalla aparecerá la ubicación del vertido con un ancho mayor al de la tolva. Durante su aproximación al sitio de descarga, el Capitán recibe el movimiento relativo del barco bajo la influencia de la corriente y del viento. Dependiendo de estos factores - decide de que lado se acercará a la zona de vertido -- (fig.4.7 y 4.8). Si la corriente y el viento son tales que el barco no pueda derivar sobre el área de vertido durante la duración de éste, el Capitán pedirá ayuda al - barco de posicionamiento "Bárbara B", de esta forma, -- las cargas 15, 16, etc., ilustradas en la fig.4.2, serán depositadas.

4.3 Problemática debida a la existencia de roca previamente depositada en el lecho marino.

En la situación en que una gran cantidad de roca yace en el fondo marino, con grandes irregularidades en altura y distribución, la secuencia de vertido descrita anteriormente, que fué la prevista en el estudio de licitación, no se puede llevar a cabo de la misma manera porque si los barcos vierten cargas completas en forma sucesiva, tan solo lograrían mantener la - irregularidad del perfil elevándolo y consecuentemente aumentando la problemática (fig. 4.9).

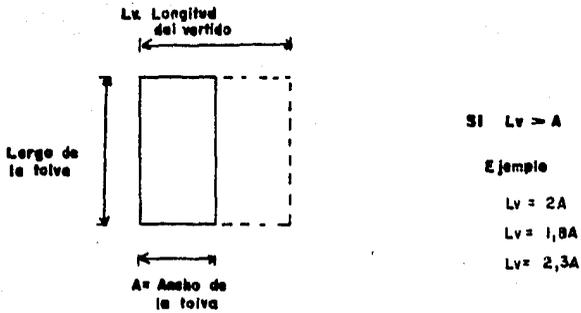
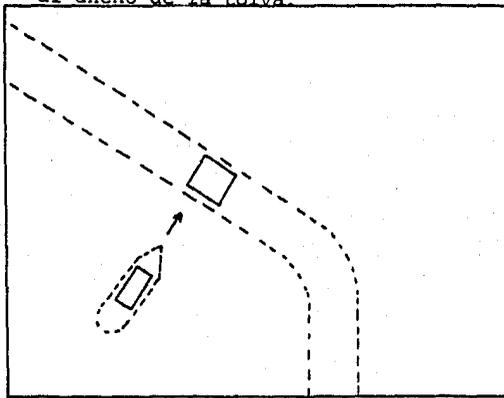
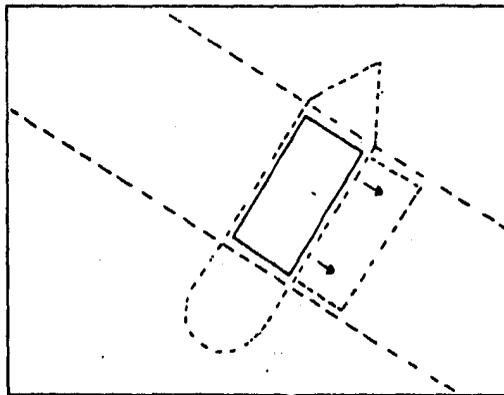


Fig. 4.6 Repartición de la carga de roca en un espacio mayor al ancho de la tolva.



Video Normal

Fig. 4.7 Acercamiento a la Zona de vertido en pantalla.



Video Amplificado

Fig. 4.8 Derivación sobre el área de vertido en pantalla

4.4 Solución a la problemática.

Es necesario regularizar las secciones rellorando los huecos con vertido marino, donde esto sea posible, vertiendo cargamentos parciales según lo requiera el volúmen faltante de cada sección (fig. 4.10).

Para poder llegar a un perfil regular, los barcos tienen que descargar a 90° con respecto al eje de rompeolas, (fig.4.1) y cuando la situación lo permita en una posición paralela al eje de rompeolas (fig.4.11).

En ambos casos, el éxito de las operaciones requiere un cálculo del tonelaje a verter en cada una de las maniobras en particular.

Por lo antes expuesto se requiere lo siguiente:

A) Cargar las barcasas de descarga por el fondo con cargamentos parciales según se necesite, para restaurar los perfiles del núcleo del rompeolas.

Los cargamentos variarán aproximadamente dentro del rango enlistado a continuación:

ABULON	de 1,000 ton. a 1,500 ton.
MEJILLON	de 1,000 ton. a 1,500 ton.
OSTION	de 800 ton. a 1,200 ton.

ALMEJA de 500 ton. a 1,000 ton.

Los cargamentos promedio por barco durante los primeros 30 viajes empleados en la reparación han sido:

ABULON 6 viajes 1,206 ton. como promedio.

MEJILLON 6 viajes 1,120 ton. como promedio.

OSTION 4 viajes 1,025 ton. como promedio.

ALMEJA 12 viajes 675 ton. como promedio.

Con base a lo anterior, se calculó que durante todo el programa de reparaciones los cargamentos promedio serán:

ABULON 1,200 ton.

MEJILLON 1,200 ton.

OSTION 1,025 ton.

ALMEJA 750 ton.

B) Se precisa de mayor tiempo para la operación de posicionamiento y descarga (de 1.50 a 2.00 horas adicionales en cada operación) debido a que la --

aproximación de los barcos a la zona de vertido se hace más peligrosa y difícil; especialmente cuando las condiciones de corriente, viento y marejada sean severas.

C) Flexibilidad en la elección de lugares alternos de vertido. De antemano se le asigna a cada barco el tipo de tonelaje de roca que debe transportar para el llenado de un hueco en particular.

Como entre las operaciones de carga, vertido y viraje se tiene una duración aproximada de un día y en esta zona las condiciones del mar pueden variar fácilmente durante ese período, al arribar el barco podría darse el caso de que el viento y las condiciones del mar no permitiesen descargar entre los picos de roca existentes en el punto previamente asignado, sin exponer la nave a riesgos de siniestro. Por lo anterior es imperativo tener previstos puntos alternos de descarga dentro del área de tolerancia de avance longitudinal. En caso que, por las condiciones existentes, los puntos alternos mencionados también sean inaccesibles, se hace además necesario tener una tolerancia que permita el vertido de material para el núcleo, más allá de los 100 m. especificados de avance longitudinal durante la construcción y para lo cual se propone en este caso, verter el cargamento en un lugar donde la cima del montón for-

mado al descargar se mantenga por debajo de la cota --
equivalente a la mitad de la profundidad del sitio; de
esta forma se degrada el montón de roca vertido, esto -
es una regla empírica y se ha visto que funciona en la
construcción de rompeolas.

De la fig. 4.12 a 4.16 se presenta el proceso que
sigue durante la construcción del cuerpo del rompeolas.

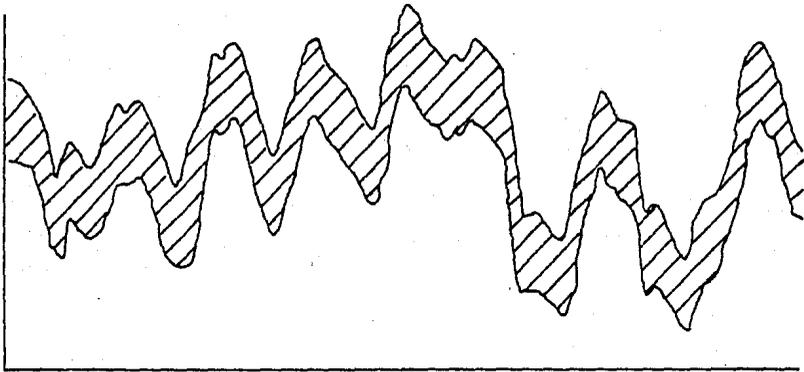


Fig. 4.9 Perfil irregular en el vertido de roca.

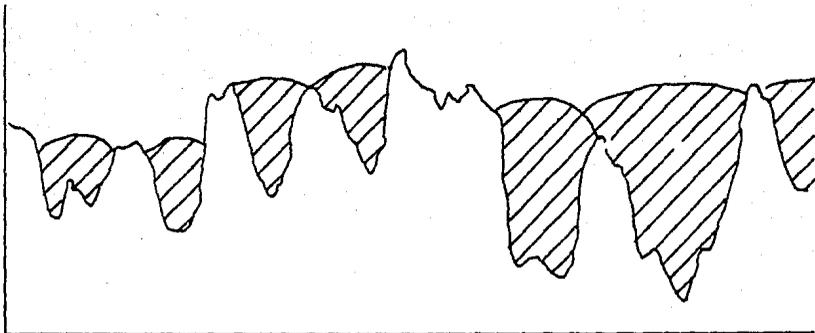


Fig. 4.10 Perfil de vertidos parciales, para cubrir volumen faltante en la sección.

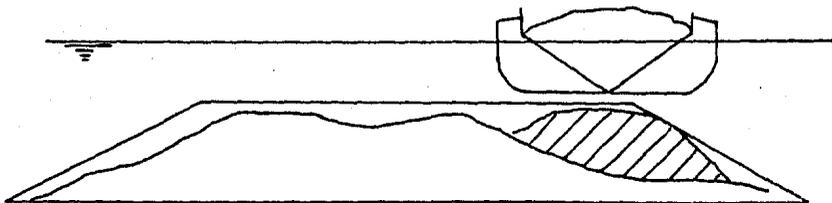


Fig. 4.11 Posición paralela del barco con el eje del rompeolas

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

VERTIDO MARINO

LADO PUERTO
N.B.M (0.00)

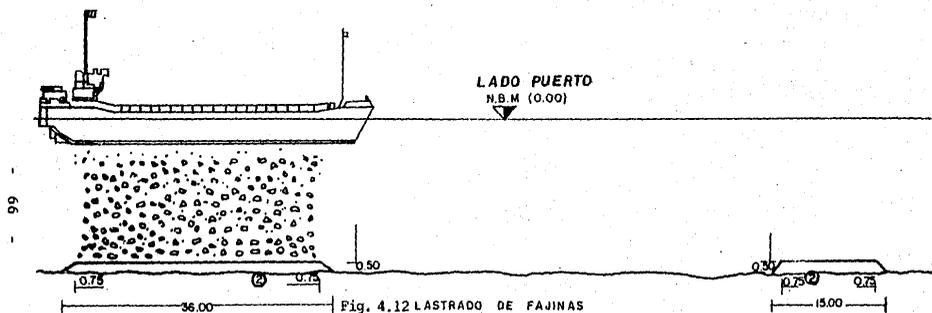
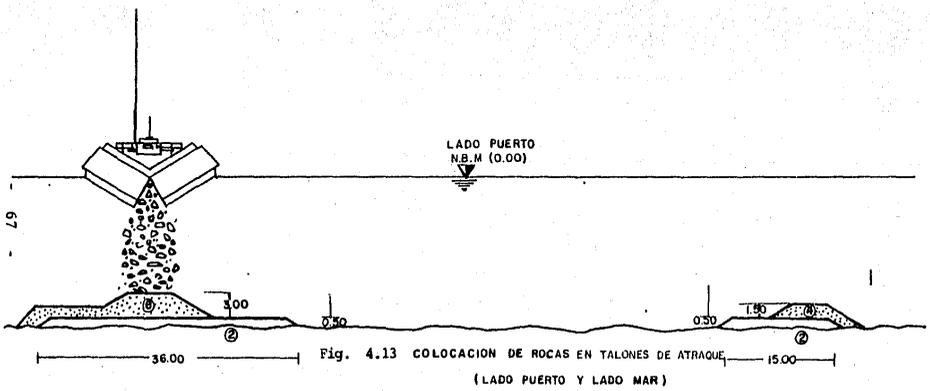


Fig. 4.12 LASTRADO DE FAJINAS



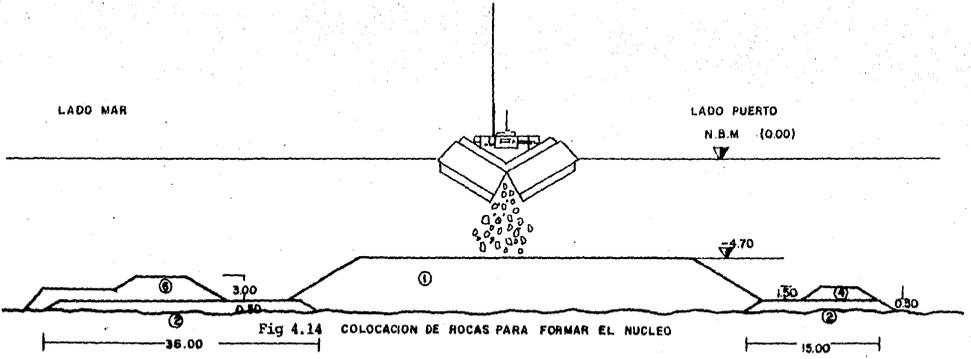


Fig 4.14

COLOCACION DE ROCAS PARA FORMAR EL NUCLEO

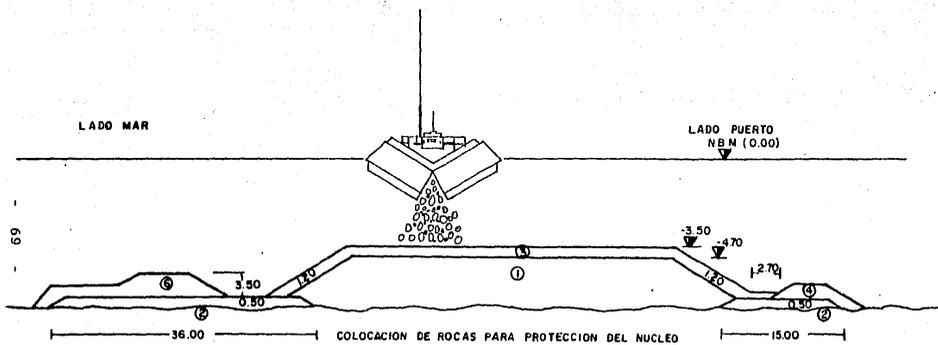
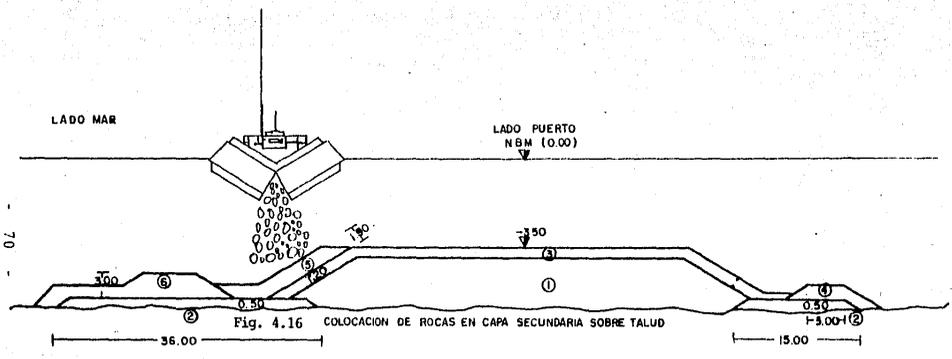


Fig. 4.15



CAPITULO V

TRANSPORTE Y COLOCACION TERRESTRE.

- 5.1. TRANSPORTE DE LA ROCA
- 5.2. CONSIDERACIONES PARA LA COLOCACION TERRESTRE
- 5.3. PROCEDIMIENTO DE COLOCACION TERRESTRE TRADICIONAL
- 5.4. PROCEDIMIENTO DE COLOCACION USADO
 - 5.4.1. A volteo
 - 5.4.2. Con charola

C A P I T U L O V

TRANSPORTE Y COLOCACION TERRESTRE

5.1 Transporte de la roca

El transporte de la roca se realizará con la ayuda de un cargador frontal sobre neumáticos 988-B y camiones de volteo pesado R-35.

El cargador, cumpliendo con su función, -- deposita la roca sobre las cajas de los camiones y éstos la transportan hacia el sitio donde se va a utilizar.

5.2 Consideraciones para la colocación terrestre.

Para evitar que la acción del oleaje desaloje el material de los taludes, y/o corona del núcleo, al ser terminado un cierto tramo de éste, se procederá de inmediato a cubrirlo con roca de la capa secundaria que le corresponda y cubrirá toda el área terminada del mismo, de manera tal que la roca de la capa secundaria no permita que sea desalojado el material del tramo del núcleo en cuestión, llevándose a término totalmente el espesor del tramo de capa secundaria en la zona de que se trate. Si la construcción de enrocamiento se está -- realizando con un cierto grado de agitación del mar, deberá procederse a recubrir de inmediato la capa secundaria con la capa de roca de coraza.

Debe determinarse en cada caso y dependiendo de la violencia del oleaje, la longitud del núcleo - que pueda permanecer sujeta a esta acción, sin ser removida por ella antes de ser protegida por la capa secundaria.

Antes de continuar con la construcción de un nuevo tramo de núcleo, se cubrirá con la roca de la - capa de coraza toda el área terminada de la capa secundaria y una vez cubierta ésta, como lo indique el -- proyecto, se continuará la construcción de un nuevo -- tramo de núcleo, repitiendo la secuencia ya descrita.

5.3 Procedimiento de colocación terrestre tradicional.

Terminado el revestimiento principal hasta donde es posible trabajando desde tierra, con el mismo material grueso del revestimiento se construye una berma de tal manera que la grúa de tierra pueda colocarse sobre ella y terminar la base del talud. Como esa berma queda fuera de la sección proyectada, se va transportando hacia adelante a medida que la obra avanza. Es necesario avanzar la construcción del núcleo la menor longitud posible, sin que éste quede recubierto.

Al construir el núcleo, será siempre necesario colocar material grueso en su parte exterior, de tal manera que resista la acción del oleaje reinante, sin que al reacomodarse el material del núcleo se salga de la sección de proyecto.

5.4 Procedimientos de colocación usado.

5.4.1 Avolteo.

Este procedimiento consiste en que, una vez alcanzado el nivel -3.50, del nivel 0.00 al -3.50

se hace el vertido marino, se procede a colocar la rosa por tierra. Por consiguiente en el patio de almacenamiento se cargan los camiones de volteo pesado R-35 con la ayuda del cargador frontal 988-B, los caminos transportan la roca a la corona del rompeolas a cada 50 mts. -- (fig. 5.1 y 5.2), ahí un tractor D8-K se encarga de empujar el material hacia el talud, como la roca cae por gravedad al lecho marino no forma el talud especificado en proyecto se hace uso de una grúa limbert LS-518 con una capacidad de carga de 140 ton. que va acomodando la roca que forma el talud.

5.4.2. Con charola.

Este procedimiento se utiliza para arrojar la roca en las áreas que no se cubrieron, por consiguiente, de los montones de roca que se encuentran a cada 50 mts. se carga la charola que tiene la grúa limbert y así se van rellenando los huecos, tratando de que el talud que tenga sea el indicado, (fig. 5.3).

En la colocación de las capas que forman el entroncamiento del proyecto, siempre se empleará la grúa adecuada que garantice que éstas sean construidas a las líneas y nieves de proyecto, (fig. 5.4).

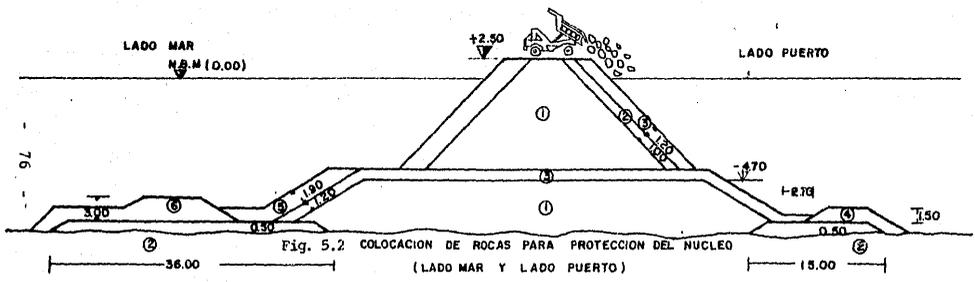


Fig. 5.2 COLOCACION DE ROCAS PARA PROTECCION DEL NUCLEO
(LADO MAR Y LADO PUERTO)

El uso de tractores en la colocación de -- roca, serán únicamente empleados en acciones complementarias de las operaciones fundamentales de las grúas. Todas las capas del enrocamiento siempre deberán construirse colocando los elementos que las forman del pie del talud hacia la corona y nunca empujando éstos hacia los taludes. Se deberá evitar siempre toda operación que en alguna forma tienda a degradar alguna capa. En algunos casos es necesario el empleo complementario de grúas flotantes, se deben tener en cuenta estas circunstancias.

La parte superior del rompeolas no terminado puede usarse como acceso del equipo de transporte, teniendo en cuenta que antes de que se coloque piedra -- adicional los materiales usados en el acceso anterior, deberán removerse dejando limpio el mismo. Esta remoción permitirá tener superficies de piedra limpia, de tal manera que una nueva capa quede colocada directamente sobre la anterior amarrando perfectamente.

A fin de disponer de un ancho mayor para las maniobras podrá permitirse que el núcleo se construya en dos etapas de acuerdo con las condiciones reinantes en el mar, pudiéndose dejar de tramo en tramo retornos para facilitar las maniobras del equipo de acarreo y colocación, pero invariablemente deberá protegerse con la capa secundaria de la coraza.

Si la colocación de piedra de núcleo se -- realiza en dos etapas las capas de protección de éste - se llevarám hasta la misma altura.

Si fuera indispensable suspender temporalmente la obra, deberá protegerse lo suficiente el área frontal expuesta del núcleo por medio de la capa secundaria y ésta a su vez con roca de coraza según de determine, con el fin de evitar que la acción del oleaje, -- mientras dura la suspensión, desaloje los materiales -- del núcleo y capa secundaroa, al reanudarse la obra, se continuará la construcción siguiendo la misma secuela - aquí, descrita.

Para verificar si el talud es correcto se hace uso de la grúa que tiene una pluma de 36.50 m. de longitud, al subir o bajar la pluma se van formando grados de inclinación y con las alturas marcadas en su cable nos va indicando el ángulo de reposo del talud (fig. 5.5 a 5.7)

Cuando se ha terminado de colocar la roca que confórma el núcleo y la capa secundaria del rompeolas se procede a la colocación de los bloques de concretos que le van a dar una mayor protección, pues éstos - resistirán el embate directo del oleaje, éstos del patio de almacenamiento son transportados a la corona del

del rompeolas teniendo cuidado durante su transporte y colocación que su superficie sea uniforme ya que si presenta alguna fractura la acción química de la sal ocasionaría su desgaste prematuro..

Ya que se tienen los bloques de concreto - sobre la corona del rompeolas se usa para su colocación una grúa AMERICAN AM-9310 teniendo una capacidad de carga de 250 ton., la grúa tiene colocada una pluma de -- 36.50 m. de longitud, ésta se encarga de colocar los -- bloques en su sitio en el orden previsto, desde el tablón de atraque hasta la corona, los bloques se acomodan entre sí por la acción del oleaje, este procedimiento se repetirá en todas las hileras que se colocan, (fig. -- 5.8 a 5.10).

Fig. 5.5 COMPROBACION DE TALUDES DE ROCA TIPO 2y3

SECC. VI 04586 a H315

LADO MAR

G ^o inclinacion	h talud de roca tipo 3	h talud de roca tipo 2 y 3 vertido (m)
30°	13.00	15.12
35°	12.14	14.26
40°	11.17	13.30
45°	10.10	12.22
50°	8.92	11.05
55°	7.66	9.79
60°	6.32	8.44
65°	4.91	7.03
70°	3.43	5.56

nota. A la h Sumarle la altura de aparato (A) para determinar la lectura en el cable.

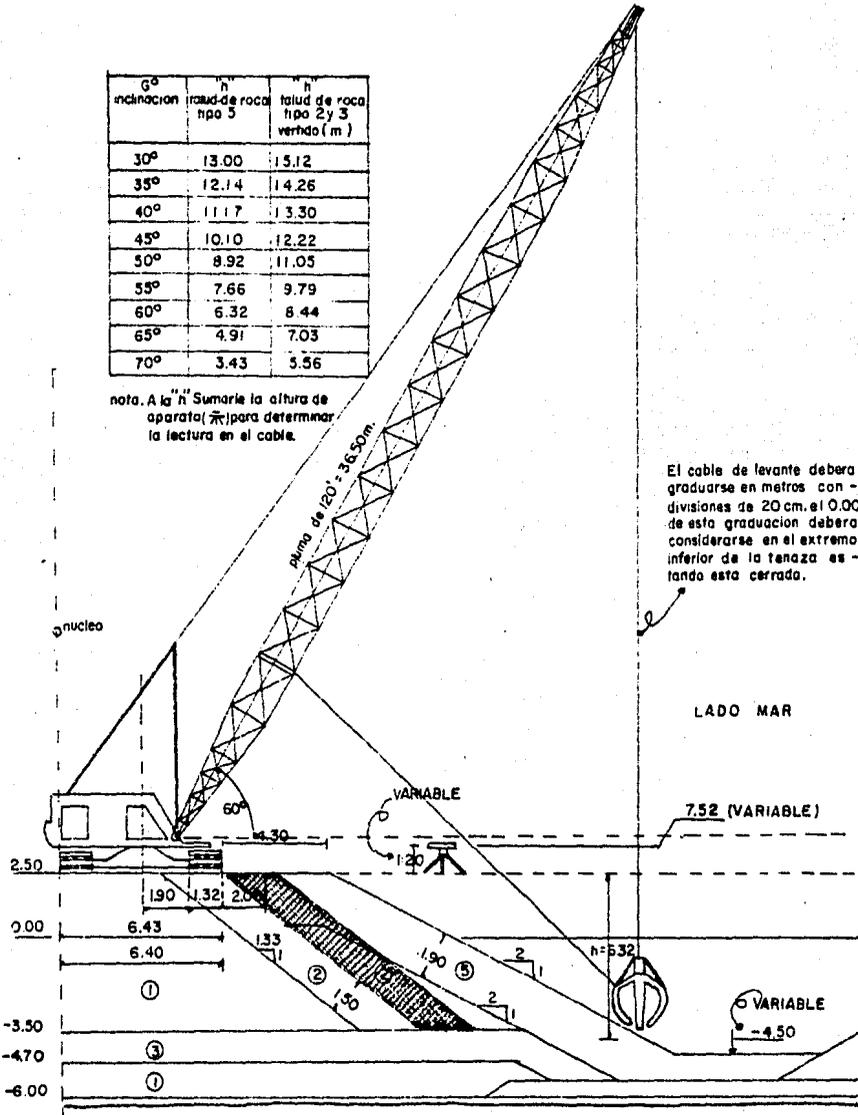


TABLA PARA LA 1ª CAPA

BATIMETRIA	G° DE INCLINACION DE LA PLUMA EN LA HILERA N°											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
- 4.50	52°12'	48°00'	57°35'	61°18'	64°35'	68°25'	71°31'					
- 4.75	51°12'	46°00'	56°38'	60°25'	64°03'	67°35'	71°01'	74°23'				
- 5.00	50°11'	45°51'	55°42'	59°31'	63°11'	66°44'	70°11'	73°34'				
- 5.25	49°09'	44°45'	54°44'	58°36'	62°18'	65°32'	69°21'	72°45'				
- 5.50	48°07'	43°38'	53°46'	57°40'	61°24'	65°01'	68°31'	71°55'				
- 5.75	47°03'	42°29'	52°48'	56°44'	60°30'	64°08'	67°40'	71°06'				
- 6.00	45°58'	41°18'	51°48'	55°47'	59°38'	63°16'	66°49'	70°16'				
- 6.25	44°52'	40°06'	50°48'	54°50'	58°41'	62°23'	66°57'	69°26'	72°50'			
- 6.50	43°44'	38°52'	49°47'	53°52'	57°46'	61°30'	65°06'	68°36'	72°01'			
- 6.75	42°36'	37°36'	48°45'	52°54'	56°50'	60°36'	64°14'	67°45'	71°01'			
- 7.00	41°25'	36°17'	47°41'	51°54'	55°53'	59°41'	63°21'	66°54'	70°21'			
- 7.25	40°13'	34°56'	46°37'	50°34'	54°36'	58°47'	62°28'	66°03'	69°31'			
- 7.50	38°59'	33°33'	45°32'	49°33'	53°38'	57°51'	61°35'	65°11'	68°41'	72°06'		
- 7.75	37°43'	32°06'	44°25'	48°31'	52°00'	57°51'	60°41'	64°19'	67°50'	71°16'		
- 8.00	36°25'	30°35'	43°17'	47°48'	52°00'	55°59'	59°47'	63°26'	65°59'	70°26'		
- 8.25	35°05'	29°01'	42°08'	46°44'	51°00'	55°02'	58°52'	62°34'	66°08'	69°36'	73°00'	
- 8.50	33°41'	27°21'	40°57'	45°38'	49°59'	54°04'	57°57'	61°40'	65°16'	68°46'	72°11'	
- 8.75	32°14'	25°35'	39°44'	44°32'	48°57'	53°05'	57°01'	60°47'	64°24'	68°46'	71°21'	
- 9.00	30°44'	23°42'	38°29'	43°23'	47°34'	52°06'	56°05'	59°52'	63°31'	67°04'	70°31'	
- 9.50	27°31'	19°22'	35°33'	41°04'	45°45'	50°05'	54°10'	58°02'	61°46'	65°21'	68°51'	72°16'

CONCLUSIONES

C O N C L U S I O N E S .

1) Los sistemas de Geofísica Marina son - - aplicados para el conocimiento de las características físicas del medio explorado, agua y suelo, con objeto de - auxiliar el proceso que culmina con la terminación y buen funcionamiento de las obras portuarias en que son empleados. En los últimos años se han establecido metodologías técnicas mediante la utilización de equipo electrónico de alta resolución acústica con el cual es posible conocer, - tanto la geometría estratigráfica del subsuelo marino, como la presencia de estructuras geológicas, que por sus características y origen generen riesgos para la cimenta-- ción de obras marítimas.

2) Se observa de manera clara que los mate-- riales pétreos constituyen un elemento de gran importan--

cia en la construcción de obras marítimas, aunque en la actualidad su uso se ha restringido casi totalmente a las obras exteriores y pedraplenes.

El uso de este material se hace conveniente artificiales, ya que las exigencias de mantenimiento son mínimas.

3) La fajina usada es la conveniente, pues además de cumplir con la función a que está destinada, -- presenta la ventaja de un ahorro en tiempo y costo en su colocación.

4) El banco que proporciona la roca para la construcción del rompeolas, cumple con los requisitos para su uso, considerando su estudio geológico, además de los ensayos físicos. Debemos considerar que para la extracción de la piedra, las condiciones topográficas y geológicas del banco, así como por las necesidades de construcción, tipo y función de la obra estuvieron supeditadas a las necesidades del lugar.

5) El transporte y vertido marino de la roca se hace por medio de chalanes y barcazas de vertido -- profundo, las cuales las depositan en los patios de almacenamiento y cuando el clima es óptimo se vierte directamente en el sitio o con la roca almacenada, de acuerdo -- tipo de roca requerida.

Todo esto aunado a la ventaja que representa la rapidez en el tendido de la fajina permiten un avance acelerado en la obra, lo cual representa un ahorro en tiempo y costo, cuidando de igual manera la seguridad y eficacia del trabajo realizado.

6) El transporte y colocación terrestre de la roca no varía en mucho en el procedimiento utilizado - en otras obras marítimas de este tipo, sin embargo presenta características particulares debido a que es posible colocarla tanto en camiones como por grúa que cuida el ángulo de inclinación que debe tener el talúd del pedraplén.

BIBLIOGRAFIA

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

- 1.- BUSTAMANTE AHUMADA, ROBERTO y ZERTUCHE M. GUILLERMO, Ingeniería Marítima, Ediciones Temas Marítimos, S. de R.L., México, Reimpresión, 1976, Pp. 380.
- 2.- BUSTAMANTE AHUMADA, ROBERTO, Experiencia Mexicana en el Diseño y Construcción de Rompeolas, México, Editorial C.I.C.M., Año 1981, Pp. 92.
- 3.- CARO DEL MORAL, RAFAEL, Obras Marítimas, Edición-1980, México, Editorial, Omega, Pp. 280.
- 4.- IRIBARREN CAVANILLES, RAMON, Obras Marítimas, Oleaje y Diques, 2a. Edición, España, Editorial Dossat. Año 1954, Pp. 260.
- 5.- I. TAMAYO, JORGE, Geografía Moderna de México, 9a. Edición, México, Editorial Trillas, Año 1980, - - Pp. 260.
- 6.- LOPEZ GUTIERREZ, HECTOR, Criterios de Diseños de Rompeolas, México, Editorial C.I.C.M., Año 1981, - Pp. 120.

- 7.- PEMEX, Especificaciones Particulares para Obras Portuarias, México, Editorial PEMEX, Año 1979, Pp. 145
- 8.- PORRAS JIMENEZ LABORA, MAURICIO, Tecnología Mexicana para la Construcción de Pequeños Rompeolas, México, Editorial C.I.C.M., Año 1981, Pp. 60.
- 9.- Información Recabada en el Puerto de Dos Bocas.