



UNIVERSIDAD LA SALLE  
ESCUELA DE INGENIERIA  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

300615

14

2y.

NOVA 12 2021 10:47  
LIBRARY

**PUERTOS ISLA, CARACTERISTICAS Y  
PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A**

**MA. ANGELICA HERNANDEZ MACEDO**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**MEXICO, D. F.**

**1987**



## **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.

## INDICE

### C A P I T U L O 1

Introducción . . . . .	1
------------------------	---

### C A P I T U L O 2

Definición de Puerto . . . . .	4
Hinterland o Area de Influencia . . . . .	4
Análisis Geográfico-Económico para la Creación o Mejoramiento de un Puerto . . . . .	5
Factores Técnico-Económicos que Caracterizan al Transporte Marítimo . . . . .	7

### C A P I T U L O 3

Tipos de Puertos . . . . .	9
----------------------------	---

### C A P I T U L O 4

Rompeolas y Escolleras . . . . .	19
Influencia del Oleaje Sobre la Pared Vertical del Rompeolas . . . . .	20
Rompeolas Tipo Talúd . . . . .	20
Tipos de Rompeolas . . . . .	23
Rompeolas Ligados a la Costa y Paralelos a Ella . . . . .	27

Espigones . . . . .	30
---------------------	----

## C A P I T U L O 5

De Rompeolas y Escolleras de Talúd . . . . .	34
De Rompeolas de Pared Vertical . . . . .	39

## C A P I T U L O 6

Introducción . . . . .	51
Aspectos Importantes . . . . .	52
Aspectos de Diseño y Construcción . . . . .	54
Condiciones Físicas de Diseño . . . . .	55
Consideraciones Geotécnicas . . . . .	58
Métodos Constructivos para Puertos Isla . . . . .	61
Descripción del Puerto de Progreso, Yuc.	
Ejemplo Actual . . . . .	75
Estudios Previos a la Construcción del	
Puerto de Altura . . . . .	80
Dimensiones y Características de la Obras	
Correspondientes al Puerto de Progreso . . . . .	82
Obras Preliminares . . . . .	85
Procedimiento Seguido en la Construcción	
del Rompeolas de la Isla Artificial . . . . .	88
CONCLUSIONES . . . . .	91

GLOSARIO DE TERMINOS . . . . . 94

BIBLIOGRAFIA . . . . . 100

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1 . . . . .	6
Fig. 2 . . . . .	6
Fig. 3 . . . . .	13
Fig. 4 . . . . .	13
Fig. 5 . . . . .	22
Fig. 6 . . . . .	24
Fig. 7 . . . . .	24
Fig. 8 . . . . .	26
Fig. 9 . . . . .	26
Fig. 10 . . . . .	38
Fig. 11 . . . . .	38
Fig. 12 y 13 . . . . .	40
Fig. 14, 15 y 16 . . . . .	42
Fig. 17 y 18 . . . . .	44
Fig. 19 y 20 . . . . .	45
Fig. 21 y 22 . . . . .	47
Fig. 23 . . . . .	48
Fig. 24 y 25 . . . . .	49
Fig. 26 y 27 . . . . .	56
Fig. 28 y 29 . . . . .	62
Fig. 30 . . . . .	63

	Pág.
Fig. 31 y 32 . . . . .	65
Fig. 33 y 34 . . . . .	67
Fig. 35 . . . . .	69
Fig. 36 . . . . .	70
Fig. 37 . . . . .	72
Fig. 38 . . . . .	74
Fig. 39 . . . . .	73
Fig. 40 . . . . .	76
Fig. 41 . . . . .	84

## 1.- INTRODUCCION.

La conquista del mar por el hombre, ha sido una labor que quizá no se ha apreciado en toda su magnitud, se puede decir que en ella se basa el progreso de nuestra civilización y que ha sido una fuente de riqueza para aquellos pueblos que han sabido aprovecharla.

Podemos apreciar que, mientras los imperios puramente terrestres han sido efímeros, los grandes poderes marítimos han perdurado. Y no se refiere esta afirmación a las victorias navales que han alcanzado, sino al comercio que establecieron y que ha sido la verdadera base de su dominio.

Todo desarrollo portuario en la actualidad, está íntimamente ligado a las actividades comerciales e industriales

que abarca en su área de influencia, además de ser un elemento muy importante en el sistema de redes de comunicación nacional e internacional.

Para agilizar este desarrollo portuario es imprescindible contar con las instalaciones adecuadas para el logro de esta empresa. Es por esto que los países en desarrollo, tienen que afrontar una enorme cantidad de problemas económicos, es decir, tratar de estrechar la brecha que los separa de las naciones más avanzadas de Europa, Asia y América.

Medios confiables de transportación y conexiones marítimas están entre los principales requisitos para un desarrollo y progreso económico, un ejemplo claro de esto es México - que por diversas razones principalmente económicas no ha podido mantener el rápido progreso tecnológico como el de otros países.

Por eso en la incesante búsqueda de mejorar la eficiencia portuaria se ha creado un nuevo concepto en la infraestructura portuaria: los "puertos isla" o islas artificiales capaces de desempeñar las mismas labores de un puerto situado en la costa, con la salvedad de encontrarse lejos de ésta.

Si bien, la meta de cualquier puerto es la misma: proporcionar un despacho rápido y eficiente de barcos y un flujo rápido, seguro y económico de la carga a través del puerto,

es seguro que el deterioro de nuestro progreso se deba precisamente a eso, a que no se esta cumpliendo con dicha meta - además de la falta de modernización y ampliación de nuestros puertos.

Por este motivo, actualmente se están ampliando algunos puertos del país introduciendo nuevos métodos constructivos antesnunca empleados en México, que den solución a los problemas técnicos, como en el caso del puerto de Progreso, - Yucatán, donde se construye actualmente una isla artificial - con el propósito de aliviar la escases de movimiento en el -- puerto debido a las características de su antiguo muelle fiscal incapaz de albergar embarcaciones de gran tonelaje debido a la poca profundidad de sus aguas.

Con esta isla se pretende que el número de toneladas de carga movidas al año en el puerto, aumente considerablemente así como el ingreso de divisas extranjeras producto del turismo que se mueve por barco hacia el Caribe.

De este modo, el presente trabajo tratará de explicar en forma sencilla y clara, la parte medular del método -- constructivo empleado para las islas artificiales y sus variantes, así como hacer una informal comparación con los sistemas constructivos tradicionales.

CAPITULO 2

GENERALIDADES

## 2.- GENERALIDADES.

### 2.1 DEFINICION DE PUERTO

Puerto es un lugar en la costa o ribera de un río - adecuadamente protegido por la acción de los elementos naturales, para brindar seguridad a las embarcaciones que a el concurrán. Capaz de recibirlas en cualquier tiempo y dotado de - instalaciones apropiadas para la recepción, almacenaje y transbordo de mercancías y pasajeros, es el nexo entre los sistemas de transporte marítimo y terrestre o viceversa y sirve a una o varias zonas de actividad económica, las cuales en conjunto forman su hinterland.

Cabe mencionar que un puerto isla o isla artificial cumple con todas las anteriores características excepto la de encontrarse en una costa o ribera.

### 2.2 HINTERLAND O AREA DE INFLUENCIA

Las terminales para los vehículos que cubren una ru

ta, no lo son necesariamente para las mercancías que transportan, son solo centros de transbordo, el proceso completo implica la conexión entre productor y consumidor.

La región terrestre de la cual y hacia la cual se oriente el flujo de los productos que se mueven en un puerto costero o isla artificial se llama HINTERLAND.

Un hinterland geográfico es la zona en la cual se consumen, producen o transforman los productos que se mueven por el puerto.

Su extensión quedará limitada por la amplitud de la zona que pueda comunicarse con la terminal: ferrocarriles --- principales y secundarios, caminos troncales y vecinales, rutas aéreas y vías de navegación interior.

Otra clase de hinterland es el económico que constituye un elemento dinámico que define la actividad económica de centros que geográficamente no están dentro de su zona de influencia, pero que tienen en común ser usuarios del puerto.

### 2.3 ANALISIS GEOGRAFICO-ECONOMICO PARA LA CREACION O MEJORAMIENTO DE UN PUERTO

Este análisis es válido para la creación de una isla artificial ya que funcionara como un puerto costero aún -- cuando se encuentre fuera de la costa.

Son nueve los principales puntos de consideración:

1) Movimiento demográfico, actual y futuro. Debe conocerse el

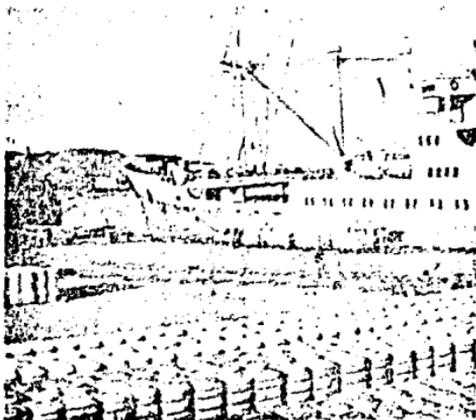


Fig. 1 Patios de almacenaje

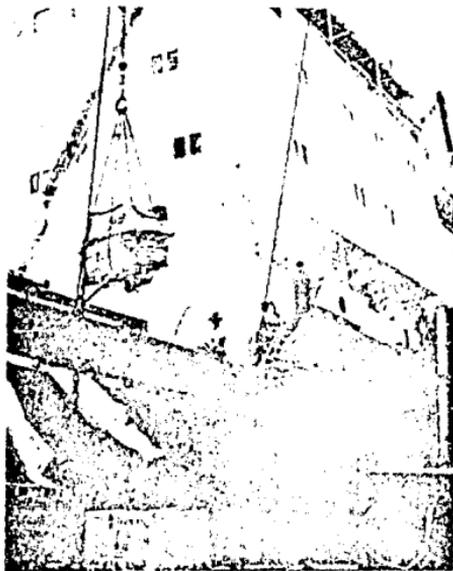


Fig. 2 Maniobras de carga y descarga

crecimiento de la población y las zonas donde se encuentra la fuerza de trabajo.

- 2) Distribución de la fuerza de trabajo.
- 3) Localización de los centros de producción actual y futura.
- 4) Excedencia o déficit de la producción regional. Agricultura, ganadería, silvicultura, pesca, minería, etc.
- 5) Localización de mercados regionales, nacionales e internacionales en función de la oferta y la demanda.
- 6) Vialidad presente y futura.
- 7) Capacidad de la red vial. Redes de comunicación con el interior del país ( carreteras, ferrocarriles, aviones, etc.)
- 8) Tipo y volúmen de producción que con más ventaja podría -- moverse en el puerto.
- 9) Tipo de los productos que se moverían.

#### 2.4 FACTORES TECNICO-ECONOMICOS QUE CARACTERIZAN AL TRANSPORTE MARITIMO

El barco es el medio más barato para grandes distancias y para regiones separadas por mar es el único medio económico de transportar carga a granel, sin embargo como los -- costos terminales son altos para distancias cortas el transporte terrestre resulta más barato, es decir, el costo de flete por barco disminuye conforme aumenta la distancia a cubrir.

Con referencia a la especificidad y movilidad de los

barcos en comparación con otros medios de transporte, se puede decir que el barco ocupa un lugar ventajoso. El barco es menos específico que un camión o un avión, pues puede producir servicios muy variados (espacio refrigerador, bodegas para mercancía valiosa, para carga a granel, etc.). En cuanto a la movilidad, el barco es mucho más móvil que el ferrocarril y que el camión. Sólo el avión tiene más movilidad.

En cuanto a desventajas desde el punto de vista -- técnico-económico, las principales son los altos costos terminales como ya se dijo y la lentitud de su desplazamiento, aún cuando la velocidad se ha duplicado en las últimas dos décadas es baja en comparación con la de otros medios terrestres.

## CAPITULO 3

### TIPOS DE PUERTOS

### 3.- TIPOS DE PUERTOS.

El propósito de exponer algunos criterios de clasificación de puertos, es el de ayudar a entender en forma general las características que los definen.

Se tienen así dos aspectos importantes para su clasificación:

1. Por su ubicación geográfica
2. Por su función económica

#### - POR SU UBICACION GEOGRAFICA

Por la naturaleza de protección a las instalaciones.

- a) Puertos Naturales
- b) Puertos Artificiales

Por el influjo de las corrientes marítimas- y mareas.

- c) Puertos Abiertos
- d) Puertos Cerrados

Por su situación en - las costas.

- e) Puertos Marítimos
- f) Puertos Fluviales  
ó Interiores
- g) Puertos Fluvioma-  
rítimos

#### a) PUERTOS NATURALES

Se llama puertos naturales a aquellos que por su si-  
tuación geográfica proporcionan una adecuada protección a las -  
instalaciones portuarias por efecto del oleaje además de brin--  
dar las profundidades necesarias para permitir la navegación --  
sin necesidad de dragar o construir obras exteriores. Estos ---  
puertos se sitúan generalmente en bahías y estuarios como por -  
ejemplo Acapulco, Gro., Guaymas, Son., Río de Janeiro, Bras,. -  
San Fco., Calif..

Estrictamente hablando es difícil localizar un lugar-  
con las condiciones arriba enumeradas, por lo que estos serán -  
aconicionados para recibir a las embarcaciones, mediante algu-  
nos dragados y habilitación de áreas en tierra para recibir las  
instalaciones necesarias.

#### b) PUERTOS ARTIFICIALES

Como su nombre lo indica son aquellos lugares donde es necesario construir las obras de protección ( rompeolas, - escolleras, espigones), dragados y rellenos de las zonas bajas con el fin de ganarle terreno al mar y poder proporcionar el área suficiente para poder alojar las instalaciones necesarias. Como ejemplo tenemos en nuestro país los puertos de Ensenada, B.C.N., Veracruz, Ver., etc.

Existen puertos artificiales que se construyen haciendo penetrar las darsenas a tierra, aprovechando alguna laguna, litoral o estero como por ejemplo el puerto de Vallarta Jal. y Mazatlán, Sin.

Desde el punto de vista económico se procura evitar la construcción de un puerto 100% artificial por el alto costo que esto implica.

#### c) PUERTOS ABIERTOS

Son aquellos que se encuentran sujetos a variaciones de las mareas y de las corrientes marítimas.

#### d) PUERTOS CERRADOS

Son los que se encuentran situados en lugares bajo el influjo de las mareas y controlan sus niveles de agua con esclusas, que sólo se abren durante el tiempo en que esta es-

ta es superior a cierto nivel.

#### e) PUERTOS MARITIMOS

Son aquellos que estan situados sobre la línea de -  
playa o costa, protegido en forma natural o artificial del o-  
leaje y corrientes marinas, por ejemplo Mazatlán (puerto arti-  
ficial) y Guaymas y Acapulco (puertos naturales).

#### f) PUERTOS FLUVIALES O INTERIORES

Son los puertos situados sobre la ribera de un río.  
Pero existe una limitante en ellos ya que están sujetos úni-  
camente al régimen de avenidas del río. Ejemplo, Tampico, Ta-  
maulipas.

Existen también puertos situados en la margen de un  
lago, a éstos se les llama puertos lacustres, por ejemplo el-  
puerto de Duluth en el Lago Superior.

Son también puertos interiores aquellos que se cong-  
truyen en la orilla de un canal construido tierra adentro.

#### g) PUERTOS FLUVIOMARITIMOS

Se localizan en la ribera de un río y reciben el in-  
flujo de las mareas, como Coatzacoalcos, Ver., sobre el río -  
del mismo nombre y Lázaro Cárdenas, Mich., sobre el río Bal--

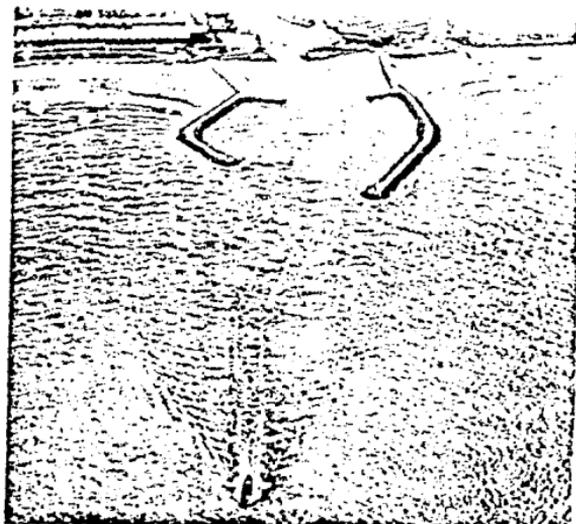


Fig. 3 Boca de entrada a un puerto de carga general.

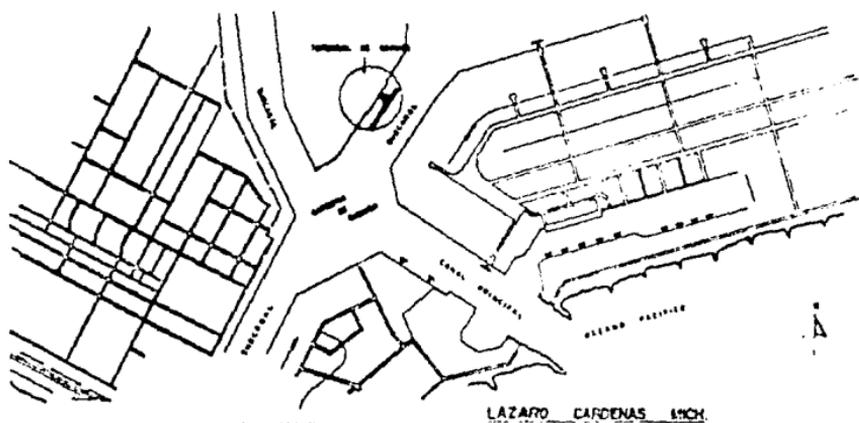


Fig. 4 Ejemplo de puerto fluviomarítimo

## - POR SU FUNCION ECONOMICA

### 1. PUERTOS COMERCIALES

Son aquellos puertos que cuentan con instalaciones - diversas, capaces de recibir todo tipo de carga en general.

Dentro de ésta clasificación están los puertos de - Veracruz, Tampico y Manzanillo en nuestro país; y a nivel mundial están New York y Oakland en U.S.A., Buenos Aires en Argentina, Yokohama en Japón, etc.

### 2. PUERTOS PETROLEROS

Como su nombre lo indica son aquellos que su función es la recepción y envío de crudos o sus derivados para que -- sean transportados y distribuidos en sus zonas de influencia; por ejemplo Cd. Madero, Tamps., Tuxpam, Ver., Salina Cruz, Oaxaca y Coatzacoalcos, Ver.

### 3. PUERTOS PARA MINERALES

Son puertos a través de los cuales se exportan o importan minerales como en las islas de Cedros y Guerrero Negro donde se explota la sal y se embarca principalmente a los --- puertos japoneses.

### 4. PUERTOS GRANELEROS

Su actividad principal se desarrolla tanto para el-

almacenamiento como para el manejo de granos, encontrándose -- en éstas instalaciones mecanizadas de modo que permitan el -- transbordo de granos en grandes cantidades y con alta eficiencia. Dentro de los puertos mexicanos dedicados a éste uso --- están Guaymas y Lázaro Cárdenas.

#### 5. PUERTOS PESQUEROS

Son aquellos cuya actividad primordial es la pesca-- estos puertos cuentan con plantas industriales que procesan o congelan los productos extraídos del mar.

Dentro de ésta clasificación se encuentra Puerto Pqñasco, Son., Alvarado, Ver., Cd. del Carmen en Campeche y Yucalpetén en Yucatán.

#### 6. PUERTOS INDUSTRIALES

Se les llama así a los puertos que a través de sus-- instalaciones sirven a las industrias establecidas en sus inme-- diaciones, teniendo éstas acceso directo a las materias primas que llegan al puerto para ser procesadas y posteriormente dig-- tribuidas al mercado nacional o bien para embarcar al extran-- jero materias primas producidas en la nación.

Actualmente nuestro país cuenta con tres puertos -- industriales principales: El Ostión, Ver., Lázaro Cárdenas, -- Mich., y Altamira, Tamps.

## 7. PUERTOS TURISTICOS

Se les denomina así ya que la actividad turística, es la preponderante, es decir, el movimiento de Cruceros de pasaje, yates y pequeñas lanchas. Por ejemplo Puerto Vallarta en el estado de Jalisco, Cabo Sn. Lucas en B.C.S. y Acapulco en Guerrero.

En esta clasificación es conveniente mencionar las "marinas", que son áreas acondicionadas para recibir embarcaciones de recreo tanto locales como de tránsito. En éstos lugares los embarcaderos están situados en zonas de aguas tranquilas, cuentan con servicios de electricidad, agua potable, estación de combustible, etc., para que las embarcaciones puedan abastecerse o refugiarse en caso de mal tiempo.

Dentro de las instalaciones de tierra cuenta con áreas comerciales, restaurantes, hoteles, etc., así como talleres de reparación y mantenimiento, además de zonas de almacenaje en tierra y en mar.

En resumen se puede decir que la clasificación de los puertos es posible llevarla a coincidir con los productos que se manejen por los mismos y tener tantas clases de puertos específicos como productos se tengan. Estas divisiones pueden hacerse al nivel que se desee, siempre y cuando se cumpla con un propósito práctico.

En México como en muchos otros países, los puertos-  
tienden a cubrir todas las actividades mencionadas o parte de  
ellas en forma simultánea, siendo la más importante de éstas-  
la que da al puerto en cuestión su característica determinan-  
te, es por esto que en México muchos de sus puertos son de u-  
sos múltiples.

C A P I T U L O 4

O B R A S E N E L M A R

#### 4.- OBRAS EN EL MAR.

Las obras que constituyen un puerto se pueden clasificar en dos grupos: en obras exteriores o de protección y obras portuarias de atraque y operación.

En las estructuras portuarias exteriores, se incluyen los rompeolas, escolleras, espigones, muelles, andenes y área de fondeo.

El desarrollo de las estructuras en la ingeniería portuaria está íntimamente relacionado con el desarrollo de los aspectos técnicos de la navegación y el transporte, es decir, a mayor calado de las embarcaciones, mayor profundidad en los canales de navegación que necesariamente deben ser protegidos de los efectos de corrientes, vientos, azolves y oleaje.

Las áreas destinadas al fondeo deben estar localizadas en sitios protegidos del mal tiempo en caso de que éste -

se presente, y pueden o no, ser sitios protegidos natural o artificialmente.

#### 4.1 ROMPEOLAS Y ESCOLLERAS

Rompeolas y escolleras no son términos enteramente sinónimos, un rompeolas es una estructura de protección a un puerto, dársena o embarcadero, del oleaje, por eso previniendo su influencia destructiva el área de navegación debe estar encerrada.

Ahora bien, una escollera es aquella que extiende su cuerpo hacia mar abierto y limita la acción del oleaje y las corrientes además de disminuir el azolve en un determinado canal.

Las escolleras son construidas en la boca de un río o la entrada de una bahía para mantener la profundidad necesaria en el canal.

Basicamente, existen dos tipos de rompeolas: el de pared vertical que puede ser construido de rocas naturales, concreto, acero, madera o mampostería, y el de tipo terraplén que puede ser construido de roca, concreto o una combinación de roca, concreto y asfalto.

Las paredes verticales casi siempre son impermeables.

Hace unos 4000 o 5000 años se usaron bloques rec-

tangulares atados juntos y sujetos con clavijas para formar una pared vertical. Diseños similares fueron comunes en el siglo XIX y principios del XX, aunque ocurrieron muchas desgracias debido a la debilidad de éste diseño, los colapsos fueron causados en parte porque las olas rompían directamente sobre la estructura y por otra el deficiente dragado frente al rompeolas provocando una volcadura.

#### 4.2 INFLUENCIA DEL OLEAJE SOBRE LA PARED VERTICAL DEL ROMPE OLAS.

Cuando la marea baja es cuando con mayor presión azotan las olas la pared del rompeolas.

Las fuerzas que actúan sobre la pared son usadas para calcular la estabilidad de la estructura contra vuelco o deslizamiento.

Los elementos más sencillos de un rompeolas deben ser capaces de resistir la fuerza rompiente de una ola ya que alguna parte del rompeolas se encontrará en una zona de rompientes, es por esto que es necesario conocer la magnitud de dichas fuerzas con cierta seguridad.

#### 4.3 ROMPEOLAS TIPO TALUD

Son aquellos cuya sección transversal es de forma -

trapezoidal. Estas estructuras se construyen con material óstreo y su sección está constituida de un núcleo de piedra de tamaños relativamente pequeños, después una capa de piedra de tamaño un poco mayor al anterior llamada capa intermedia y finalmente una o dos capas de piedra grande colocada convenientemente llamada coraza, siendo ésta última capa la que resiste en forma directa el efecto del oleaje.

En cuanto a su funcionamiento, la característica -- principal de éstas estructuras es la de disipar la energía de la ola incidente provocando que ésta rompa en su talúd causando sólo una reflexión parcial.

Hay dos aspectos principales que deben cuidarse en el diseño y dimensionamiento de éste tipo de rompeolas y son: su geometría y su estabilidad; para ello deben tenerse en -- cuenta las características del oleaje, disponibilidad y tipo de materiales de construcción.

Basicamente el diseño de un rompeolas de talúd, es el cálculo de los pesos naturales o artificiales de los elementos que constituyen la coraza. Una vez determinado el peso se obtiene facilmente el espesor de ésta, así como el de la -- capa secundaria y los pesos límite de los materiales que la -- forman.

A la fecha se conocen 18 fórmulas para la determina

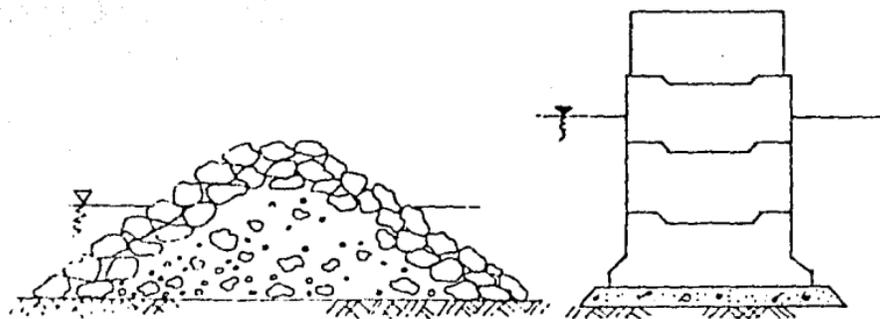


Fig . 5 Rompeolas de talud y rompeolas de pared vertical.

ción de los pesos de los elementos que componen la coraza. En todas ellas intervienen la altura de la ola significativa, el ángulo que forma el talúd con la horizontal, y el peso específico del material a emplear; en algunas fórmulas también interviene el período de la ola.

#### 4.4 TIPOS DE ROMPEOLAS

Cómo ya se emencionó anteriormente, existen dos tipos de rompeolas principales, pero hay otros no tan comunmente usados como:

##### ROMPEOLAS FLOTANTES

Son estructuras que se mantienen flotando y firmemente ancladas para resistir el impacto de la ola y obligarla a disminuir su altura, con lo cual se logra crear una zona de aguas tranquilas o cuando menos con una agitación menor que si no estuviera protegida.

Estas estructuras se recomiendan como obras provisionales para disminuir la agitación en cierta área, de modo que permita un trabajo con menor dificultad, por ejemplo el dragado en una zona expuesta a la influencia del oleaje.

##### ROMPEOLAS DE CAJONES DE CONCRETO

Se construyen en tierra generalmente en planos inclinados para facilitar su botadura. Una vez terminados se lla

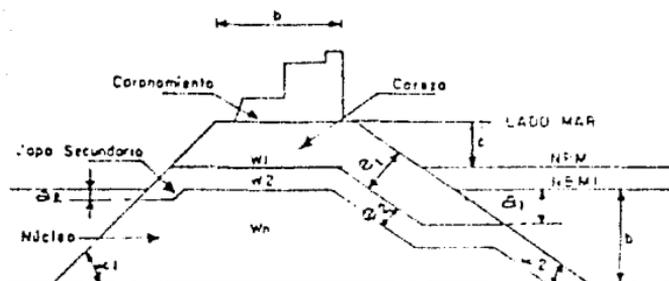


Fig. 6 Rompeolas de enrocamiento material producto de la explotación de una cantera.

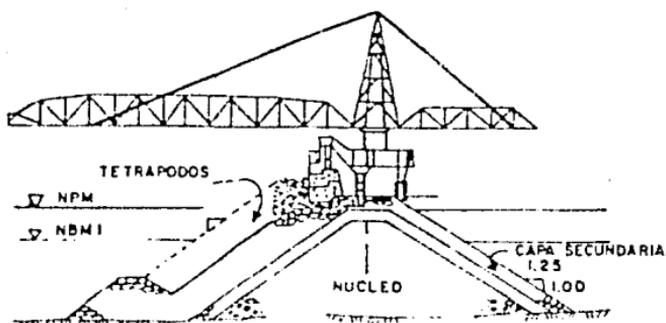


Fig. 7 Construcción de un rompeolas

van flotando al lugar de la obra en donde se colocarán sobre una cimentación anteriormente preparada, usualmente de piedra producto de la explotación de la pedrera. Los cajones se rellenan de piedra o arena para darles peso y estabilidad, y -- por último se les construye un coronamiento de concreto.

#### ROMPEOLAS DE TABLESTACAS

Generalmente son construídos donde las condiciones del oleaje no son muy severas, se construyen con tablestacas de concreto o acero.

Los rompeolas de tablestacas se conciben cómo cajones de tab' tacas unidos entre sí o cómo dos paredes de tablestacas sirviendo una a la otra de anclaje mediante tensores y diafragmas, rellenandoles con material pétreo y poniendoles un coronamiento de concreto.

#### ROMPEOLAS DE CORAZON DE ARENA Y

#### RECUBRIMIENTO ASFÁLTICO

Al principio es hacer un bordo de arena recubierta de una coraza de concreto asfáltico.

Teóricamente es una estructura estable y duradera, pero en la práctica es muy difícil lograrlo, ya que cualquier falla en la coraza permite la fuga de arena que constituye el núcleo, provocando su rápida destrucción.

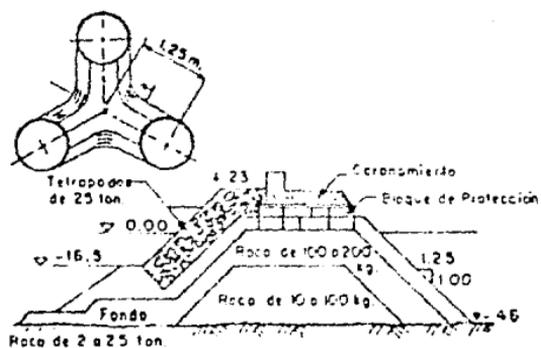


Fig. 8 Ubicación de los tetrápodos en un rompeolas

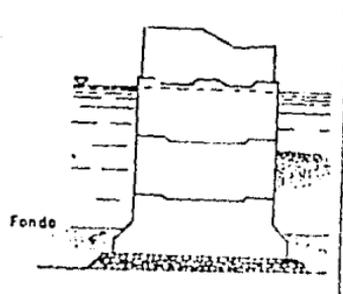


Fig. 9 Bloques de concreto simple precolados o colados "in situ".

## ROMPEOLAS NEUMATICOS

En aguas poco profundas, si se coloca una tubería perforada del diámetro adecuado, a la que se le suministre -- aire, se logra interrumpir la prolongación del oleaje o cuando menos su altura.

En resumen podríamos decir que los elementos artificiales más usados para la construcción de un rompeolas son:

- Bloques de concreto simple precolados o colados " in situ " .
- Tetrápodos, piezas de 4 pies distribuidos geométricamente.
- Tribarras, piezas de 3 ramas.
- Hexápodos, piezas formadas por dos tetrápodos unidos por una de sus ramas.
- Octápodos, piezas de 8 pies distribuidos simétricamente en el espacio.
- Bolsacreto
- Cajones huecos
- Combinados

#### 4.5 ROMPEOLAS LIGADOS A LA COSTA Y PARALELOS A ELLA

Los rompeolas ligados a la costa proporcionan a las embarcaciones protección portuaria. El factor más impor--

tante para localizar un rompeolas es el de elegir el lugar óptimo en el cuál se formará un área de abrigo con un mínimo de agitación durante la mayor parte del año. Esta selección se lleva a cabo por medio de los análisis de refracción y difracción. Otros factores relacionados con la localización son, la dirección del transporte litoral y la magnitud de éste.

El efecto de un rompeolas ligado a la costa sobre la línea de playa, como en el caso de una escollera, interponen una barrera litoral que se encuentra entre el extremo mar adentro del rompeolas y el límite de roción del oleaje, durante el tiempo que se alcanza la capacidad de almacenamiento de la estructura y el material litoral empieza a pasar naturalmente.

Un rompeolas paralelo a la costa es una estructura diseñada para proteger un área de la acción del oleaje. Pueden servir como ayuda a la navegación, como estructura de protección costera, o también como objetivos combinados.

Este tipo de rompeolas se localizan de tal forma que proporcionen abrigo a un acceso portuario, provean una zona de relativa calma en la cuál hasta embarcaciones pequeñas encuentren abrigo.

Los rompeolas paralelos a la costa también se han-

construido frente a malecones para proporcionar la primera línea de defensa.

Probablemente los rompeolas paralelos a la costa son el medio más efectivo de intercepción total de material litoral.

Generalmente se localizan en profundidades mayores que las correspondientes a los extremos mar adentro de las escolleras y espigones. Esto les hace posible controlar una zona amplia del transporte litoral que las estructuras ligadas a la costa.

Debido a que el transporte litoral es resultado directo de la acción del oleaje, la extensión hasta la cual el rompeolas impide el acarreo litoral, es directamente proporcional a la extensión en la cual se intercepta el oleaje.

No es indispensable construir un rompeolas paralelo a la costa como una sola unidad. Una serie de estructuras relativamente cortas producirá los mismos efectos generales que una estructura larga, pero disminuirá la eficiencia de la serie como trampa de arena; condición que en algunos casos es deseable.

Uno de los factores determinantes en la efectividad de un rompeolas paralelo a la costa que funciona como ---

trampa de arena, es su altura en relación con la acción del oleaje en el lugar. Una estructura que elimina completamente la acción del oleaje funcionará como una barrera litoral completa.

Luego entonces, el tipo más eficiente de rompeolas será aquel cuya cresta no permita que la sobrepase una cantidad significativa del oleaje.

En algunos casos puede desearse construir un rompeolas paralelo que no funcione como una barrera litoral de completa efectividad. Esto se puede lograr construyendo un rompeolas con elevación inferior a la necesaria dejando que la ola sobrepase la estructura. Tales barreras parciales no necesitan ubicarse a grandes profundidades, tomando en consideración que los rompeolas sumergidos requieren menor mantenimiento que los rompeolas altos.

#### 4.6 ESPIGONES

Un espigón es una estructura de protección costera diseñada para dar lugar o conservar una playa, protegiéndola del acarreo litoral.

Los espigones son generalmente perpendiculares a la costa y se prolongan desde un punto tierra adentro, hasta el agua, con una longitud suficiente para estabilizar la playa. Son efectivamente angostos y pueden variar en longitud desde-

menos de 100 pies hasta varios cientos.

Los espigones pueden clasificarse como permeables o impermeables, altos o bajos, y fijos y ajustables. Pueden -- construirse de madera, acero, piedra, concreto u otros mate-- riales, o de la combinación de varios. Los espigones impermea-- bles tienen una estructura sólida o casi sólida la cual evita que el acarreo litoral pase a través de ellos. Los espigones-- permeables tienen huecos en su estructura de tal manera que -- permiten el paso de cantidades considerables de acarreo lito-- ral. Algunos espigones permeables de tierra y piedra pueden -- llegar a ser impermeables debido a un aumento considerable -- de la playa.

Una serie de espigones actuando en conjunto para -- dar protección a una larga línea de playa, comunmente se les -- denomina " sistema de espigones " o " campo de espigones ".

Los espigones difieren de las escolleras, estructu-- ral y funcionalmente. En general las escolleras son de mayor-- longitud, con elementos más pesados, y principalmente se em-- plean para dirigir y confinar una corriente o flujo de marea-- en la desembocadura de un río o el acceso de la marea a una -- bahía y evitar que el acarreo litoral azolve el canal.

Un espigón interpone una barrera total o parcial al -- acarreo litoral que se encuentra en movimiento entre el extrg

mo mar adentro del espigón y el límite de roción del oleaje.

La extensión hasta la cual el transporte litoral es modificado depende de la altura, longitud y permeabilidad de la pieza. La forma en que un espigón altera el transporte litoral es aproximadamente igual, cuando opera individualmente que cuando opera dentro de un sistema de espigones, siempre y cuando el espaciamiento entre ellos sea el adecuado.

Bajo algunas limitaciones definidas, los espigones pueden emplearse para:

1. Estabilizar una playa sujeta a períodos intermitentes de regresión y avance.
2. Proveer de protección la costa por medio de una prevención de movimientos de la playa.
3. Construir o ampliar una playa atrapando material litoral.
4. Prevenir pérdida de material fuera de una zona, dividiendo una playa.
5. Prevenir el avance de una zona acarreo abajo, -- actuando como una barrera litoral.
6. Estabilizar una zona específica reduciendo la -- cantidad de pérdidas de la misma.

Todos los propósitos anteriormente enumerados tienen como objetivo modificar el grado de transporte litoral, a la

vez que son formas de protección costera.

CAPITULO 5

METODOS CONSTRUCTIVOS  
TRADICIONALES

## 5. - METODOS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES.

### De Rompeolas y Escolleras de Talúd

La construcción de un rompeolas de talúd, comprende las siguientes operaciones: obtención, elaboración, transporte y colocación de los materiales empleados.

**Materiales.** Pueden ser de roca de diferentes tamaños obtenidos de la explotación de canteras, depósitos naturales y elementos artificiales de concreto tales como bloques, tetrápodos, etc.

**Transporte.** El costo del transporte puede llegar en algunos casos hasta el 80% del costo de la obra. De aquí que después del diseño, se tendrá que estudiar con mucho cuidado el procedimiento de construcción y el factor de transporte.

Se tendrá que analizar el conjunto de elementos para llegar a determinar el menor costo mediante la elección correcta del medio de transporte, los vehículos empleados, su capacidad, distancias, tiempo perdido por carga y descarga.

volumen total por transportar, distribución de tamaños, etc.

Los medios de transporte utilizados en la construcción de un rompeolas o escollera de enrocamiento son por agua ferrocarril o carretera, o la combinación de ellos. Cuando se utiliza el transporte por agua, se emplean chalanes y remocadores. Si es por ferrocarril, se emplean plataformas. Cuando es por carretera, se procura usar los vehículos permitidos de mayor capacidad.

En cuanto al costo de transporte en orden creciente resulta: por agua, por ferrocarril y por carretera. En cuanto a velocidad el orden se invierte.

Ejecución. El equipo será en número y capacidad suficientes que aseguren que la obra se realice de acuerdo con el proyecto, las especificaciones y el programa de trabajo.

El equipo fundamental para colocar la piedra en la obra son grúas de capacidad y alcance necesario, para manejar el material de las distintas capas, éstas grúas podrán moverse sobre orugas o montadas en un chalán, también pueden ser usados camiones de volteo que van vaciando su contenido justo a la orilla del mar.

Los chalanes llevan la piedra sobre su cubierta o dentro de sus compartimientos. Si la piedra va sobre cubierta,

su descarga y colocación se hace con grúa o Bulldozer que va en la misma cubierta. Si la piedra se lleva en los compartimientos, la descarga y colocación en su sitio se realiza abriendo las compuertas de fondo.

#### CONSTRUCCION DEL NUCLEO

El núcleo se formará con piedra colocada a volteo, de tal modo que se irá formando un montículo, hasta que éste sobresalga del nivel del agua, para que así los camiones puedan rodar sobre el primer tramo y continuar con el volteo, de modo que sucesivamente se realice la misma operación hasta alcanzar la longitud predeterminada; los taludes serán terminados colocando piedra con grúas. Para evitar la pérdida de material y destrucción de la obra a medida que avance el trabajo, se irá protegiendo el núcleo con roca de mayor tamaño, a fin de disponer un ancho mayor para las maniobras, podrá permitirse que el núcleo se construya en dos etapas de acuerdo a las condiciones reinantes en el mar, pudiendose dejar de tramo en tramo retornos para facilitar las maniobras del equipo de acarreo y colocación. Cuando se utilice ferrocarril para el transporte de piedra, las vías se llevan sobre el mismo rompeolas, y se van prolongando a medida que avanza la obra, lo que permitirá que el equipo de ferrocarril se acerque hasta donde está la grúa y pueda descargarlo y acomodar la ro

ca en el lugar que le corresponda.

#### CAPA SECUNDARIA

La capa o capas que inmediatamente protegen al núcleo, estarán formadas por fragmentos de roca de los pesos indicados en los planos de proyecto. Para evitar una clasificación mecánica especial se indicarán las variaciones en peso que podrán tener los elementos de la capa secundaria. La colocación de la roca para formar la capa secundaria, podrán hacerse parte a volteo y parte con grúa, usando los aditamentos apropiados y autorizados, cómo estrobos, garras, almejas, redes, etc.

La capa secundaria al igual que se hizo con el núcleo se irá protegiendo con piedra de coraza a medida que se avance el trabajo.

#### CAPA DE CORAZA

La piedra de coraza se colocará pieza por pieza utilizando grúas de la capacidad y alcance adecuados para colocar cada fragmento en su lugar definitivo. Cómo para el caso de la capa secundaria, las grúas podrán utilizar para operación, estrobos, garras u otros medios aprobados.

Los pesos de los fragmentos de roca para ésta capa podrán variar en más o menos un 25%.



Fig. 10 Vista parcial de los tetrapodos ya colocados.



Fig. 11 Tetrapodos apenas descimbrados

Cuando no se dispone de roca natural de los pesos necesarios para resistir la fuerza del oleaje, se recurre al empleo de elementos artificiales como son: Bloques, Tetrápodos, Tribarras, etc. Para la fabricación de éstos elementos se deberá contar con patios de colado de superficie adecuada para colar diariamente el número programado, así como para almacenar la cantidad especificada.

En fabricación de bloques, se podrán usar, moldes metálicos, de madera o plástico.

Para la colocación de piezas artificiales se podrá hacer sólo después que el concreto alcance la resistencia especificada.

#### De Rompeolas de Pared Vertical

Los rompeolas de pared vertical de acuerdo con los materiales que es posible usar pueden ser:

a) Bloques de concreto simple

- Precolados
- Colados "in situ"
- De cajones

b) Tablestacas formando celdas

Para construir un rompeolas de pared vertical, los-

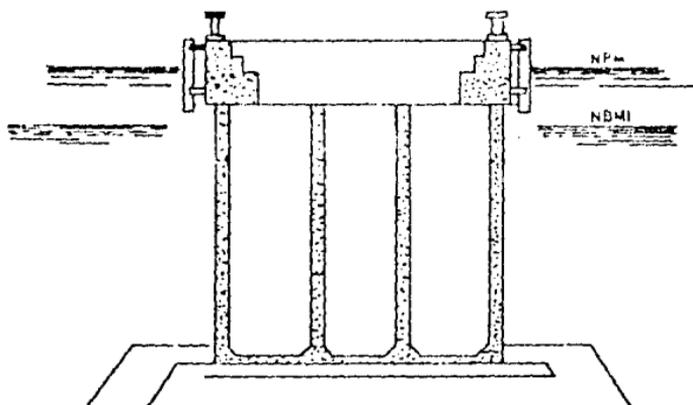


Fig. 12 Rompeolas de cajones o cassóns.

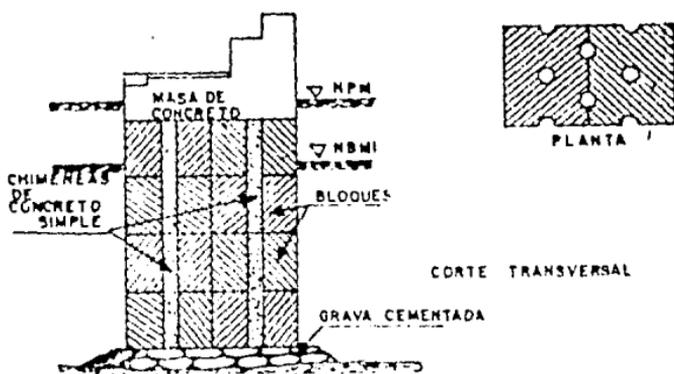


Fig. 13 Muro de bloques de concreto simple

pasos a seguir son:

- Limpieza del fondo submarino, quitando el fango--  
o el material suelto, el cuál de dejarse, pudiera poner en --  
peligro posteriormente, la estabilidad de la estructura cuan-  
do al romper la ola, favorezca la socavación.

- Colocación de un pedraplén de apoyo, con material  
del tamaño del balasto, que se nivela para que al colocar los  
bloques sobre el la distribución de los esfuerzos sobre el te-  
rreno, sea uniforme, previa construcción de una plantilla de-  
concreto bien nivelada.

- Cuando la construcción se hace con bloques cola--  
dos en el sitio, se emplean cimbras ( encofrados ), método --  
que se emplea cuando la agitación del mar no es muy grande.

La colocación de la masa de concreto bajo el agua -  
no es tarea fácil, ya que a toda costa debe evitarse el con--  
tacto de la mezcla con el agua de mar; así no se tendrá conta-  
minación del concreto.

La manera como se hace la colocación bajo el agua -  
es con un tubo conectado a una tolva, empujando la masa hacia  
abajo, sin sacar el tubo del concreto ya colocado. A medida -  
que se llena la cimbra el tubo y la tolva se van desplazando-  
hacia arriba, hasta concluir el trabajo.

- Las dificultades en la construcción de un rompeo-  
las colado "in situ", se superan con el uso de bloque precola

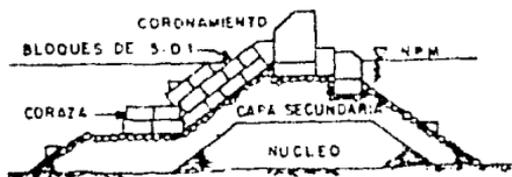


Fig. 14 Rompeolas de enrocamiento y bloques de concreto.

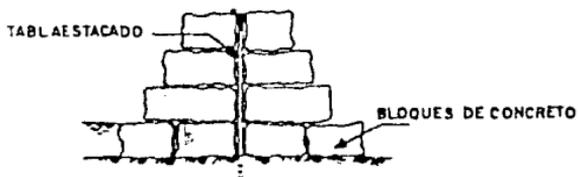


Fig. 15 Tablestaca y bloques de concreto.

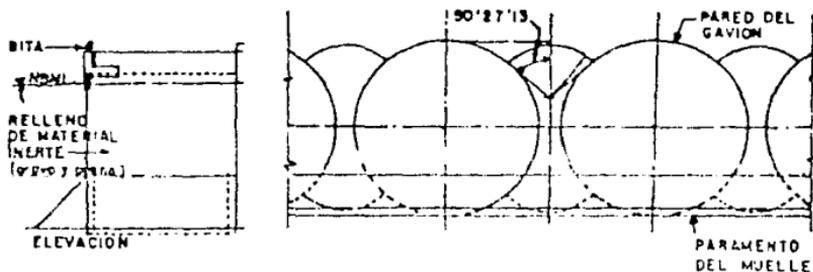


Fig. 16 Rompeolas construido con gaviones formados por tablestacas.

dos colocados con una grúa montada sobre el mismo muro, o bien con grúa montada sobre una barcaza; para ello a los bloques se les dejan caras con salientes y entrantes para que al colocarse no se corran.

Otro procedimiento muy usado es, que a los bloques se les dejen huecos que coincidan longitudinalmente, en los cuales se colocan armaduras como si fueran pilotes que luego se rellenan con concreto, asegurando de ésta manera la unión entre piezas.

- Otro método es el empleo de grandes piezas, son llamados bloques celulares o cajones.

Los cajones se construyen de concreto armado formando las paredes y el fondo, provistos de válvulas para inundarlo y sumergirlo a voluntad de modo que una vez colocado en su lugar se proceda a su relleno con arena, con material de reza de las pedreras o con concreto ciclópeo.

El transporte de los cajones por flotación propia tiene evidentemente más ventajas, que si se transportara mediante chalanes hasta el lugar de la obra, al suprimir el uso de maquinaria especial.

Previamente a la colocación del cajón, el fondo se nivela con una capa de concreto, para que las angulosidades del pedraplén, antes construido, no lastimen la estructura.

- La construcción del rompeolas de pared vertical a base de tablestacas puede hacerse iniciando la obra en tierra

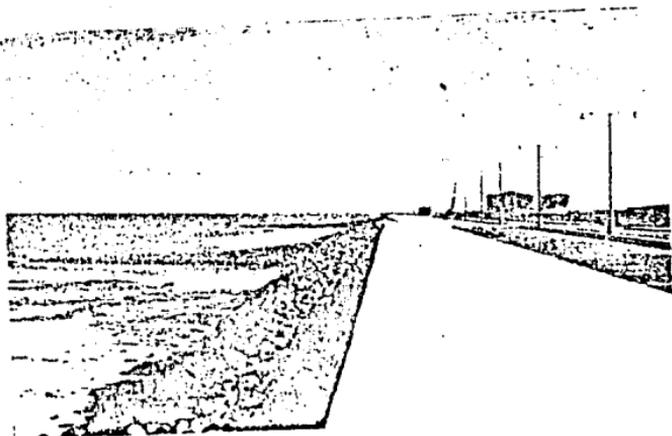


Fig. 17 Sistema de espigones en el puerto de Veracruz.

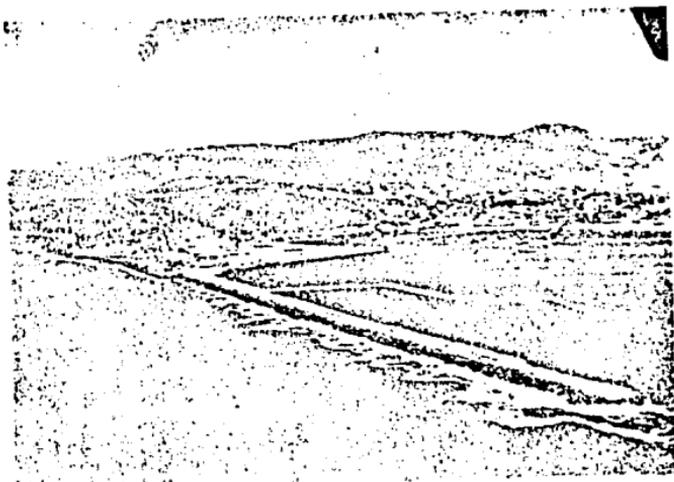


Fig. 18 Rompeolas ligado a la costa en el puerto de Ensenada.

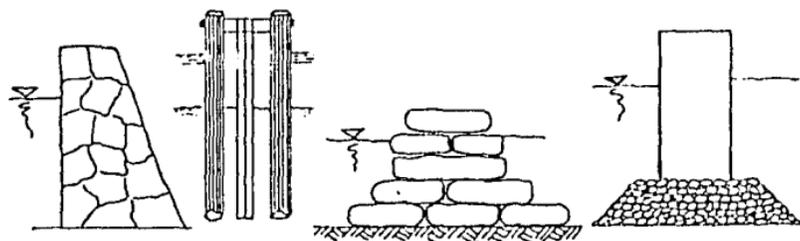


Fig. 19 Estructuras de protección costera, de mampostería, tablestacas de madera, bolsacreto, y mixtos respectivamente.

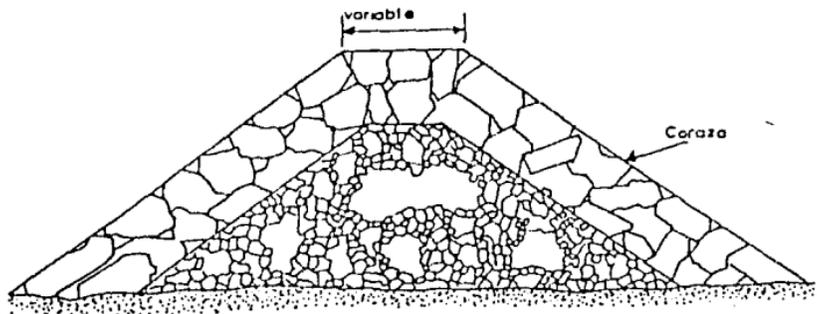


Fig. 20 Sección transversal de un espigón

y avanzando sobre la estructura ya construída o bien mediante el uso de piloteadoras y equipo montado sobre chalanes, cuando la agitación del mar lo permita.

Una vez construída la celda, se procede a su relleno con material pétreo y a construir su coronamiento con concreto ciclópeo.

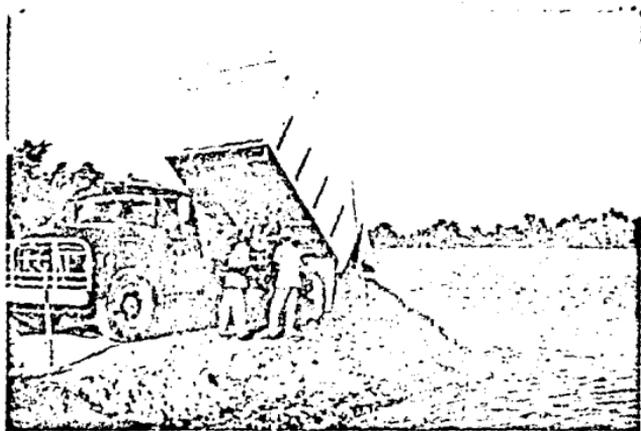


Fig. 21 Construcción del núcleo por volteo



Fig. 22 Protección del núcleo con piedra más grande de la capa secundaria

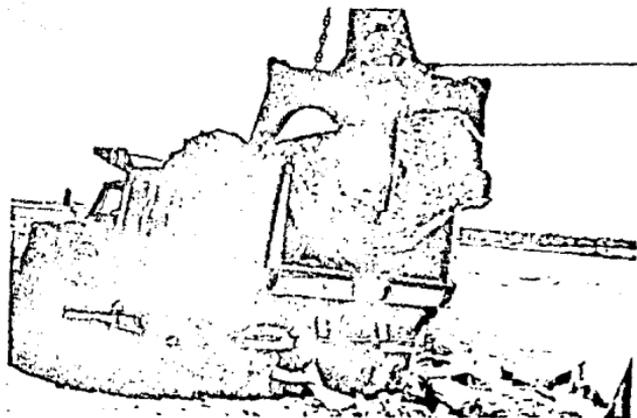


Fig. 23 Seguimiento de la descarga y colocación de la piedra de coraza

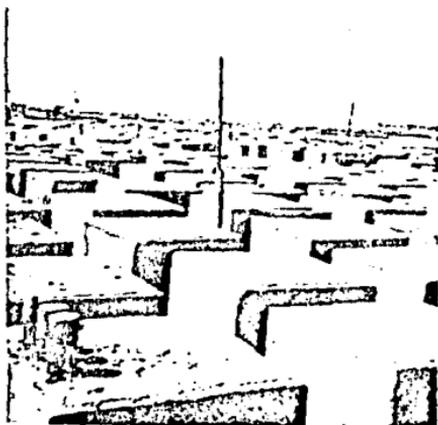


Fig. 24 Patios de colado de bloques para la capa de coraza



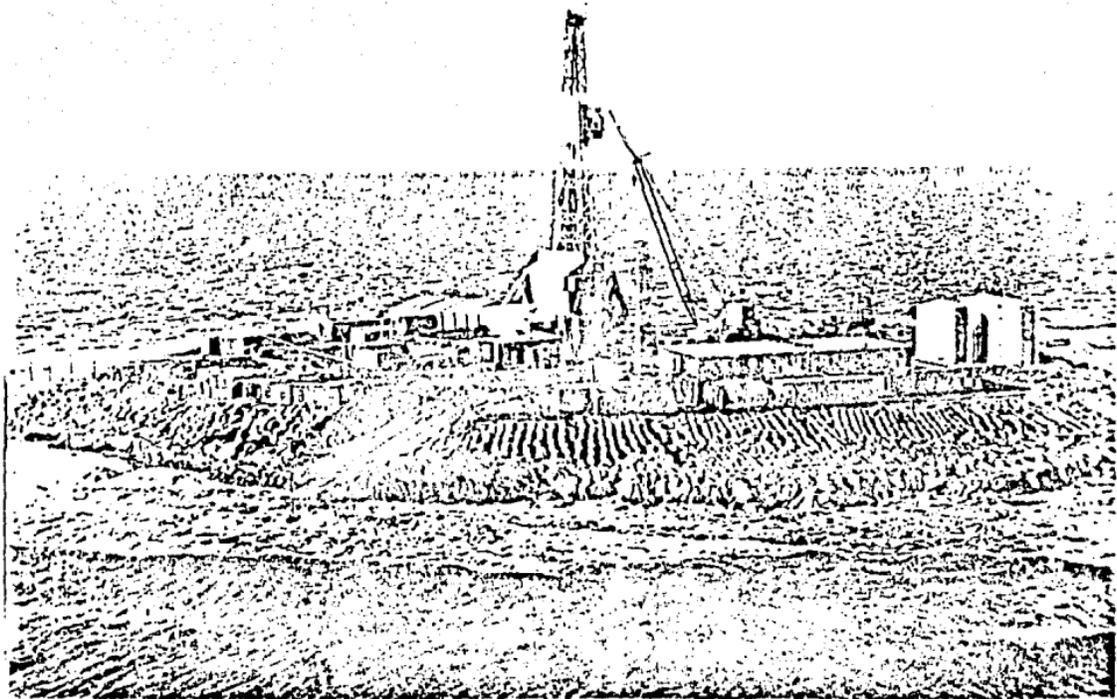
Fig. 25 Colocación del bloque mediante una -- grúa

CAPITULO 6

PUERTOS ISLA

O

ISLAS ARTIFICIALES



## 6.- PUERTOS ISLA O ISLAS ARTIFICIALES

### 6.1 INTRODUCCION

El atractivo de las islas para la humanidad, es el de poseer escenas de belleza y tranquilidad, lejos de la civilización moderna. En años recientes no obstante lo anterior, el interés comercial es un posible uso de éstas islas en desarrollo, por ésto el hombre ahora, crea el mismo sus propias islas artificiales para propósitos específicos. En algunos aspectos éste es un proyecto que ha sido muy estimado por la disponibilidad de grandes volúmenes de material. Particularmente la densidad de población en algunas áreas, las islas artificiales pueden ser la respuesta a la localización de grandes y peligrosas industrias, evitando así la contaminación del medio ambiente.

En algunas áreas las características físicas de un sitio pueden ser semejantes a las de una isla, por lo tanto la creación de una isla artificial es una fácil solución. La-

necesidad de recepción de grandes buques en aguas bajas, la alternativa de construir un puerto isla es en ocasiones -- más económico que dragar y mantener la profundidad de un canal muy largo. Por ejemplo en el Artico las islas artificiales son usadas como plataformas de exploración y explotación de petróleo, como solución a la demanda pero sin poner en peligro el medio ambiente. Esto tal vez sea una de las grandes aplicaciones del concepto de islas artificiales que ha adquirido gran interés en la pasada década.

#### 6.1.1 ASPECTOS IMPORTANTES

En un estudio de factibilidad de una gran isla industrial en Dutch, el comité de allá mismo tomo en consideración 8 aspectos que son inherentes en las islas artificiales:

##### 1. Economía.

Esta es una consideración de peso para una combinación de alternativas para las actividades industriales, requeridas por los servicios públicos, puede ser el establecimiento de una isla. La solución involucra la satisfacción de un profundo análisis, donde se obtengan fundamentos de consideración para hacer la comparación de la producción costera y la de una isla.

##### 2. Tecnología

Procesos industriales, sistemas de energía, técnicas de transportación, etc. son espectativas para un rápido

desarrollo y pueden influenciar grandemente la selección de un sitio para un tipo particular de industria.

### 3. Aspectos Sociales

El alojamiento de los trabajadores y sus dependientes puede ser un factor importante en la reducción de la aglomeración poblacional en el puerto.

### 4. Cercanía y Medio Ambiente

La construcción de la isla, el dragado y la operación de las misma, pueden liberar una gran polución tanto en el aire como en el mar, sin afectar a la población costera pero sin duda los efectos contaminantes son analizados y cualquier medida de prohibición en las operaciones debe ser acatada.

### 5. Planeación

Una isla tiene que ser un lugar con un área también planeada que ofrezca a corto, mediano y largo plazo el desarrollo de la navegación, la pesca, la minería y recreación en mar abierto como si fuera a lo largo de la costa.

Estas cinco condiciones anteriores son de suma importancia para un área portuaria en desarrollo.

### 6. Aspectos Legales

Un puerto isla debe cumplir con los requisitos que marca la ley marítima internacional y aguas territoriales estando completamente apegada a ellas.

## 7. Ingeniería

La factibilidad técnica es considerada en relación a la disponibilidad de material de construcción que se requiera para la obra.

La influencia de la isla con la morfología del lecho marino y la costa, debe ser considerada.

## 8. Localización

Debe cumplir principalmente con los requerimientos de seguridad específicos, y deben tomarse cuidadosamente en cuenta.

### 6.1.2 ASPECTOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION

Son claros los problemas que se relacionan con el diseño y la construcción, el aspecto técnico y el ecológico.

Obviamente el diseño investigará cual debe ser el mejor método y la distancia de la estructura a la costa.

Las islas artificiales se diseñan y construyen de acuerdo con los requisitos básicos como, contaminación, construcción y otros de coartación, como la talla que es un factor de verdadera importancia.

Una ayuda para la reducción del volúmen de construcción puede obtenerse mediante la excavación de la isla y sólo construir un dique en forma de anillo, de éste modo el área -

de la isla se incrementa en radio.

La experiencia obtenida en otros países sobre rompeolas y muros de contención, basados en una serie de estudios constituirá buenas bases para el diseño de muros de contención en la construcción de puertos isla. Un ejemplo de éste tipo de islas es la isla "Arctic Production and Loading Atoll" en Beaufort, construida en dos secciones usando cajones para proteger el puerto donde atracan buques tanque para la carga de petróleo. Las dimensiones interiores del puerto son suficientes para permitir las maniobras de operación, producción y procesamiento, y son alojadas a todo el derredor del dique.

#### 6.1.3 CONDICIONES FISICAS DE DISEÑO

##### Generalidades.

Las condiciones de situación hidráulicas y geotécnicas deben ser conocidas cuantitativa y cualitativamente para el diseño de las estructuras de las estructuras marinas. La información necesaria puede ser obtenida, en principio por:

- 1) El uso de las fuentes existentes;
- 2) Mediciones y en el sitio y modelos físicos;
- 3) Sistemas de cómputo con el auxilio de modelos matemáticos.

En la actualidad la combinación de éstos métodos es empleada.

Las características geotécnicas, pueden variar grandemente de un lugar a otro y previo a cualquier acción debe -

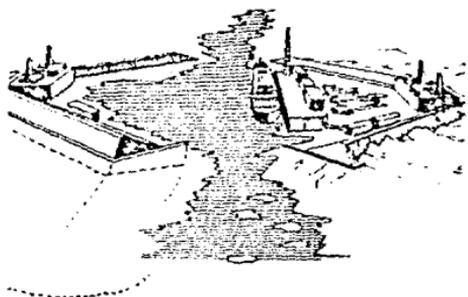


Fig. 26 Isla construída en dos secciones a base de cajones.

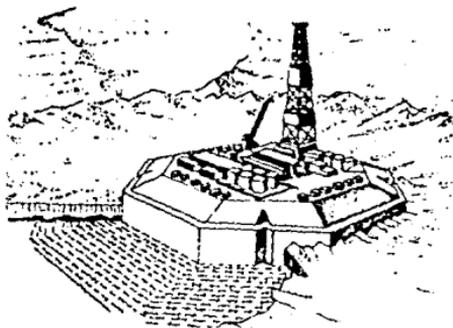


Fig. 27 Isla con muro de retención a base de cajones.

realizarse una investigación de geología e ingeniería costera.

Los estudios geológico, topográfico y de mapas náuticos, además de fotografías tomadas por satélite y aéreas -- serán las bases para una visita física de inspección. Esta información será evaluada en función de las estructuras planeadas en el mar. La geomorfología del área puede cambiar tal -- vez, dependiendo de la marea, oleaje, corrientes y vientos.

Los efectos pueden ser reconocidos durante la evaluación inicial, pero muchas veces pueden ser omitidos o estar ocultos, y sólo pueden ser revelados por un análisis esquemático de los datos.

#### Condiciones Hidráulicas Limitantes.

##### a) Procedencia de la información existente.

Un método económico y rápido para obtener información sobre el oleaje y las corrientes en un sitio específico, es usando los datos existentes. Aunque en muchos casos esta información no está disponible. Entonces otras fuentes más generales deben ser usadas como por ejemplo:

- Datos de las corrientes y mareas locales reunidas por pilotos u otras autoridades portuarias.

- Observaciones realizadas por barcos sobre corrientes y oleaje.

- Cuando ésta información no pueda ser obtenida por los barcos que navegan en el área, puede muchas veces encon--

trarse en atlas especializados.

Si datos detallados para condiciones de operación y diseño son requeridos, las fuentes antes mencionadas son a menudo insuficientes y sólo una información especializada es de gran ayuda.

b) Mediciones.

Si tiempo y dinero son disponibles, una campaña de medición específica debe realizarse. Generalmente un período de mínimo de medición de unos cuantos años, es suficiente para definir las condiciones climatológicas. Este período puede ser reducido a un año cuando es posible comparar las mediciones con mediciones simultáneas de una localidad cercana, - particularmente si ésta forma parte de un período de medición más largo. La extrapolación de tales datos debe ser hecha con gran cuidado.

Generalmente se recomienda que mediciones con boyas sean llevadas a cabo. Tales mediciones incluyen elevación y período de la ola. Mediciones aisladas de mareas y corrientes en un período corto darán una idea de la magnitud de las velocidades pero no más que eso.

#### 6.1.4 CONSIDERACIONES GEOTECNICAS

Las islas artificiales principalmente tienen una --

gran base que debido a su suavidad requiere taludes en todas direcciones para su estabilidad. Las suposiciones de que el volumen del fondo marino se verá afectado por el peso propio de la isla, no es más que eso, suposiciones.

#### Hundimientos.

En los subsuelos arenosos, como el del mar del Norte por ejemplo, provocan hundimientos inmediatamente comenzada la construcción, pero son muy limitados en extensión. En arcilla sin embargo, el asentamiento siempre requiere tiempo para estabilizarse. El asentamiento total puede ser reducido con la remoción de las capas de arena y arcilla suave del fondo marino.

Las variaciones en los hundimientos se deben a las diferentes características del subsuelo, por lo tanto éstos deberán tomarse en consideración a la hora de diseñar la superestructura.

#### Estabilidad.

La estabilidad de un puerto isla o isla artificial pudiera ser seriamente afectada si el lecho marino presenta capas de material suave, entonces el tiempo será un factor de estabilización.

La estabilidad de las islas puede ser incrementada mediante la construcción de bermas y taludes.

- Estabilidad durante la construcción. La estabili-

dad durante la construcción puede decrecer debido a la filtración de agua en el relleno. Estos aspectos dependen enteramente del tamaño y distribución de los agregados, en relación con la duración de la construcción.

El tiempo requerido para alcanzar el asentamiento definitivo varía considerablemente en función de la permeabilidad que a su vez depende de la distribución del material y las presiones hidrostáticas. Los instrumentos de medición de presiones son ampliamente recomendados en todos casos donde la filtración y agitación del agua es muy posible que ocurra, confirmando las estimaciones teóricas.

- Estabilidad durante la operación. La estabilidad durante la operación puede ser afectada por severos factores del medio ambiente. Erosión debida al oleaje, las corrientes o el ataque del hielo (en su caso), en los taludes originales provocando la disminución del factor de seguridad, también los efectos dinámicos de terremotos y el incremento de las presiones, disminuyen aún más el factor de seguridad.

- Estabilidad durante terremotos. Cuando un terremoto ocurre, el movimiento horizontal creciente, inducirá una fuerza vertical en la arena del dique, provocando una total o parcial licuefacción.

La evaluación de la seguridad, de una isla artificial de arena bajo el efecto de un temblor requiere un perfecto análisis.

### 6.1.5 METODOS CONSTRUCTIVOS

Ante la imposibilidad de construir un rompeolas por volteo del material pétreo y caminar sobre la obra a medida que avanza el trabajo, cómo en el método tradicional de construcción de rompeolas, se han ideado equipos específicos para éste trabajo como la plataforma flotante que es remolcada hasta el sitio de trabajo y una vez allí se levanta sobre cuatro patas que se apoyan en tierra firme, y elevan la plataforma que lleva consigo una grúa, hasta que se encuentre fuera del nivel del agua.

La grúa se encargará de tomar el material que llegue por medio de chalanes y depositarlo en el fondo. Esta plataforma se moverá longitudinalmente a lo largo del eje del rompeolas hasta terminar con el núcleo y la capa secundaria; para la colocación de los elementos de la capa de coraza, ya no será una sino dos las plataformas que estarán trabajando colocadas a ambos lados del eje del rompeolas de manera que una de ellas se encargue de afinar un talúd y la otra grúa el otro, obviamente que todo el material que se utilice en la construcción tendrá que llegar flotando, ya que no hay modo de hacer el transporte desde la costa hasta un número de metros o kilómetros mar adentro.

Otra de las variantes del mismo método es aquella -

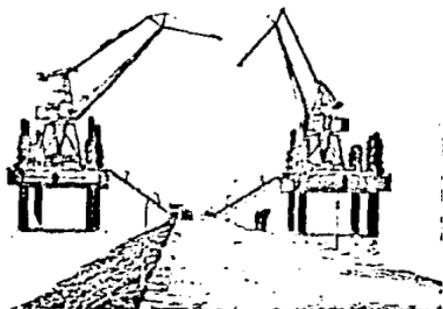


Fig. 28 Plataformas flotantes en operación.

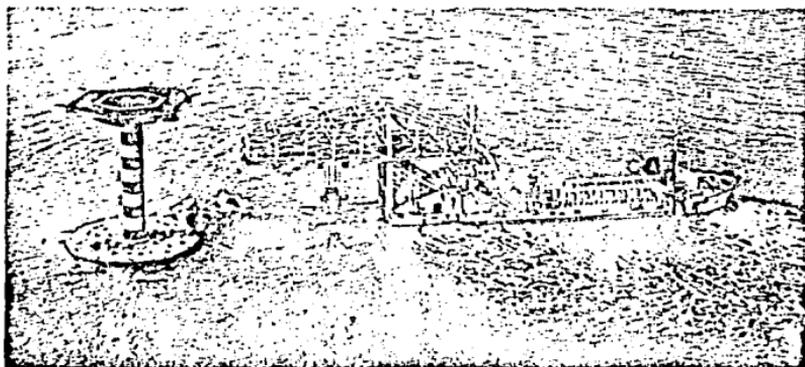


Fig. 29 Barcaza con pluma propia

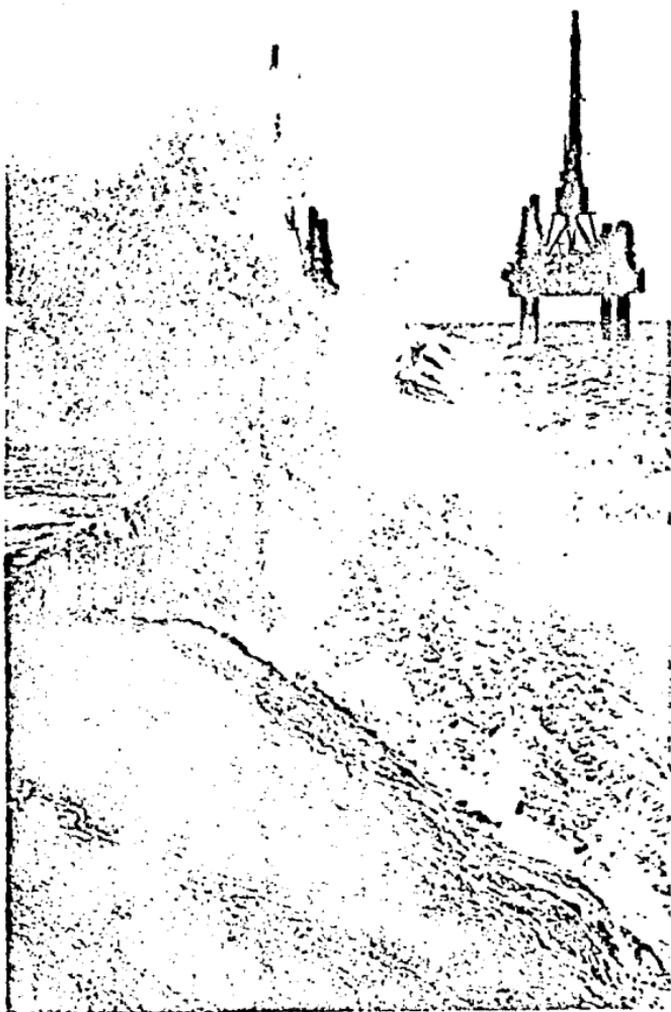


Fig. 30 Plataforma flotante

en la cual se emplea una barcaza que posee su propia pluma - para cargar y descargar el material que lleva dentro, que servirá de coraza, sin necesidad de esperar a que llegue el chalán cargado pudiendo ir y venir a recoger material una vez - que se acabe su aprovisionamiento.

Sin embargo a pesar de que él equipo es sumamente eficaz y abate tiempos de ejecución y por lo tanto reduce costos, su precio es muy elevado por lo que su difusión no ha sido masiva.

Otra forma de operación, es usando chalanes con compuerta de fondo, es decir, una vez que han llegado al lugar - indicado de la obra, abren la compuerta y el material es desalojado, en el caso de contar con éste equipo puede también usarse un chalán común que en su cubierta, junto con el material traiga montado un Bulldozer, dejando que la máquina empuje el material cuando haya llegado a la obra.

Cuando se termine el núcleo y la capa secundaria se hace llegar una grúa sobre un chalán, que vaya colocando los elementos de la coraza con cuidado y en su lugar definitivo.

Para ésta última capa pueden usarse rocas producto de la explotación de las pedreras o elementos artificiales en cualquiera de las variantes del método.

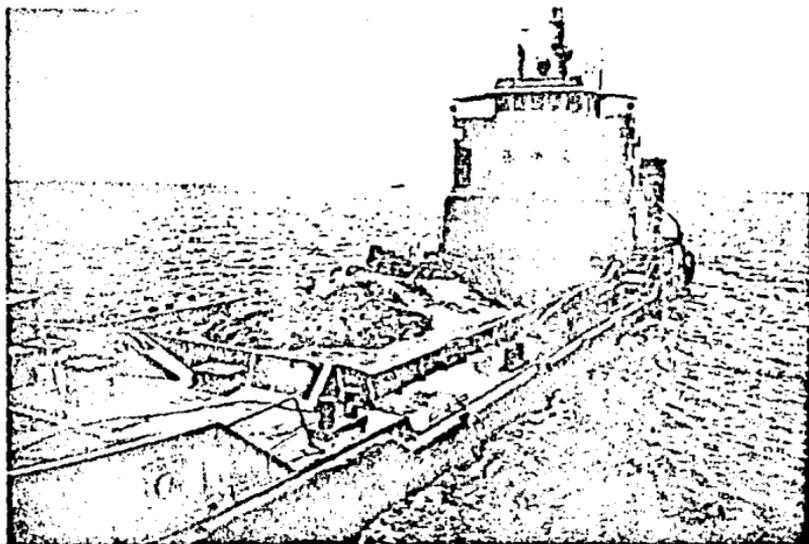


Fig. 31 Chalán con compuerta de fondo

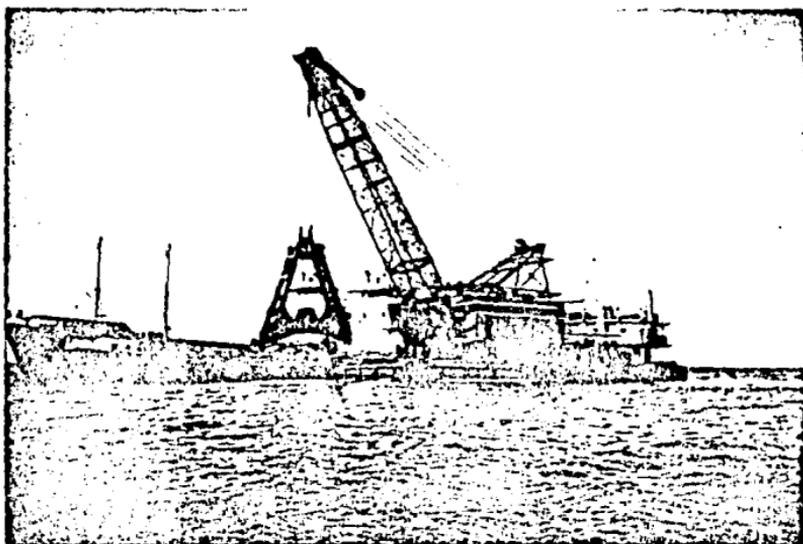


Fig. 32 Grúa montada sobre chalan

Una de las principales ventajas de éstos procedimientos es el ahorro de material, ya que el núcleo no tendrá que sobresalir del nivel del agua para que el equipo pueda estar sobre él, como en un rompeolas ligado a la costa, además del considerable ahorro en el transporte de materiales ya que los chalanes y en general todo el transporte flotante es más económico que el terrestre.

Una vez que se ha terminado el rompeolas o el muro de retención, se procede a rellenar el área que servirá para levantar las instalaciones del puerto (bodegas, oficinas, instalaciones sanitarias, tendido de vías, etc.), pero cuidando la filtración de agua en el relleno, ya que posteriormente podrían tenerse problemas con fracturas y deslizamientos, esto si se rellena, pero el área de instalaciones puede estar soportada sobre cajones, eliminando ese tipo de problemas.

Cuando la isla se rellena con material pétreo hay dos caminos a seguir en el proceso de construcción de los muelles, el primero es construir el muelle donde se haya proyectado sin más rodeos, y el segundo, es rellenar toda el área encerrada hasta la boca de entrada y construir los muelles en seco facilitando las operaciones, y cuando se haya terminado la construcción, dragar el canal de entrada y la dársena hasta la profundidad requerida y especificada.

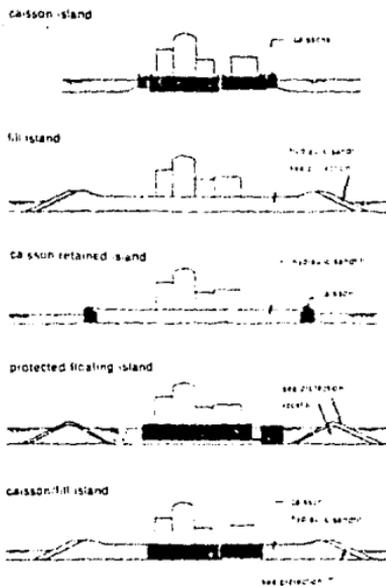


Fig. 33 Tipos-  
de islas arti-  
ficiales.



Fig. 34 Alineamiento de la terminal en un puerto isla.

En ocasiones un puerto isla puede estar conectado con tierra por medio de un viaducto que sirva al transporte terrestre cómo autos, camiones o ferrocarril.

En muchos países del mundo éste método ha sido empleado con gran éxito, por ejemplo en Brasil se ha desarrollado un nuevo concepto con la construcción de una isla artificial para acumular minerales, en una terminal relativamente pequeña para la exportación de sal. Se arreglo el almacenamiento de 60,000 ton en una isla artificial situada a 10 millas de la costa y 20 pies de profundidad; una banda transportadora soportada sobre pilotes lleva la sal hasta una plataforma con equipo para descargar y cargar buques que están en el atracadero de duques de Alba a 1,400 pies de la isla y con 75 pies de profundidad aproximadamente. La sal es llevada desde tierra a la isla en chalanes.

Como éste existen muchos ejemplo en diferentes regiones y con diferentes propósitos, como la terminal para carga de hierro en Latta, Tasmania, a 180 m de la costa en donde descargadores separados se encuentran sobre el muelle para trabajar alternativa o simultáneamente, para asegurar el trabajo ininterrumpido sin tener que mover el buque del muelle.

Una terminal de carga para grandes depósitos de potasa, situados a bastante profundidad, se construyó en 1967/69

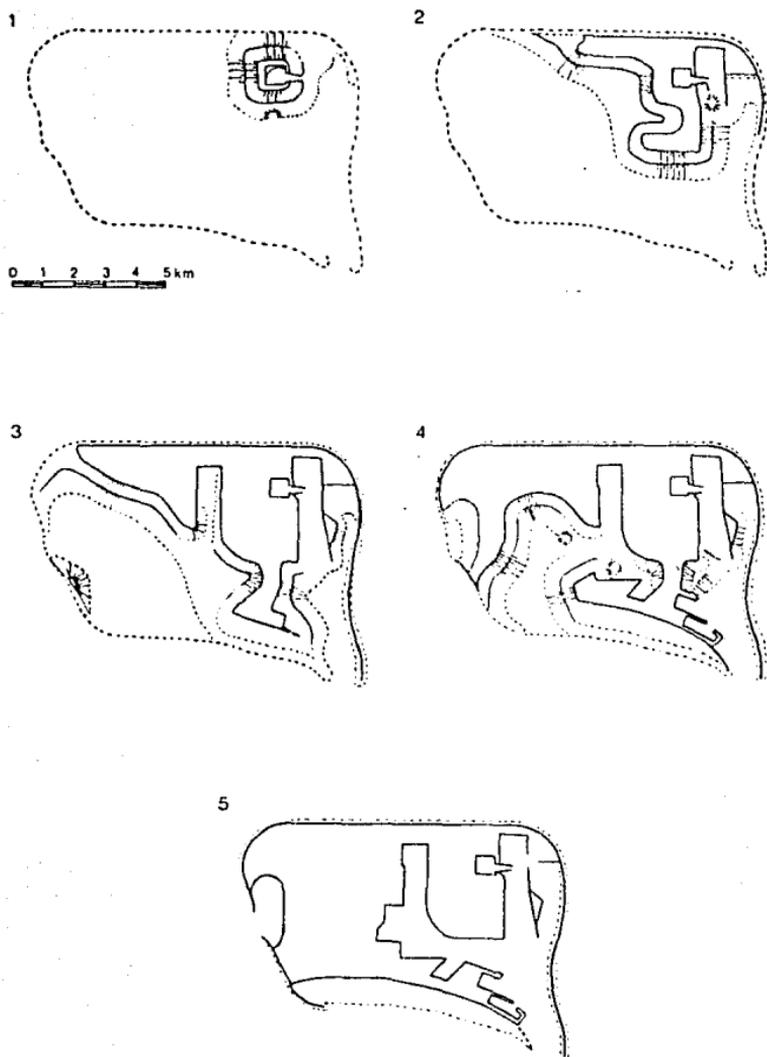


Fig. 35 Seguimiento de un puerto isla en diferentes etapas de construcción.

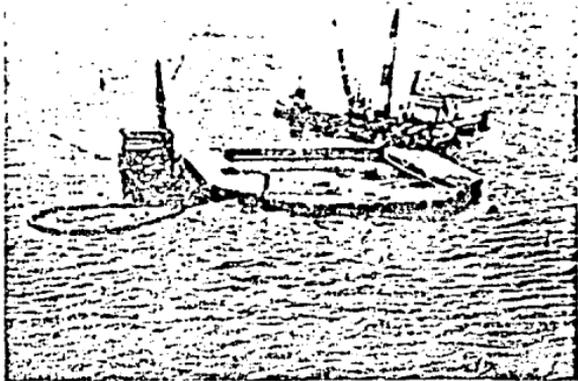
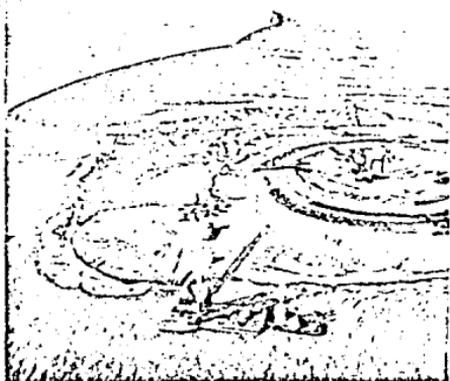


Fig. 36 Islas Artificiales

en mar abierto y retirada de la costa. Las bandas conductoras instaladas sobre el estrecho y largo rompeolas, llevan la potasa desde el lugar de almacenamiento en tierra hasta la plataforma de carga situada en el puerto isla.

Cuando se requiere una considerable profundidad del agua para el atraque de buques tanque gigantes, la estación de carga generalmente se instala sobre una plataforma artificial o sobre un puerto isla, a varias millas de la costa, evitando estén cerca del puerto costero, en un área protegida por un dispositivo flotante a fin de prevenir que se desperdicie el petróleo dentro de las aguas portuarias.

Otro excelente ejemplo es Holanda donde existe la proposición de la construcción de una isla llamada "isla proyecto" que se desea sea una isla multiusos, tal que sea diseñada y equipada para funcionar como una central procesadora de basura, para la industria y actividades relacionadas con ésta. La medida de la isla, son profundidades que van de los 20 a los 40 m, y puede variar desde 50 Ha para la planta procesadora de basura, hasta 100 Ha para grandes plantas nucleares y aeropuertos fuera de la costa.

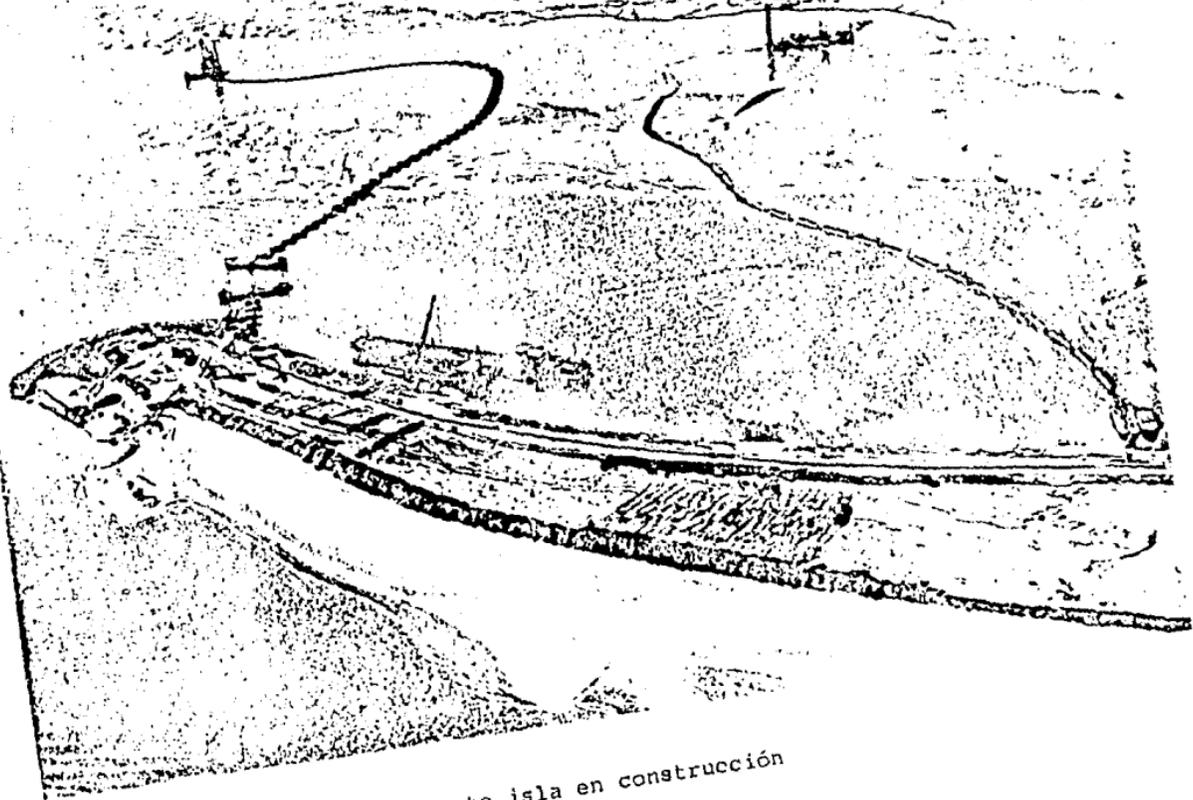


Fig. 37 Puerto isla en construcción

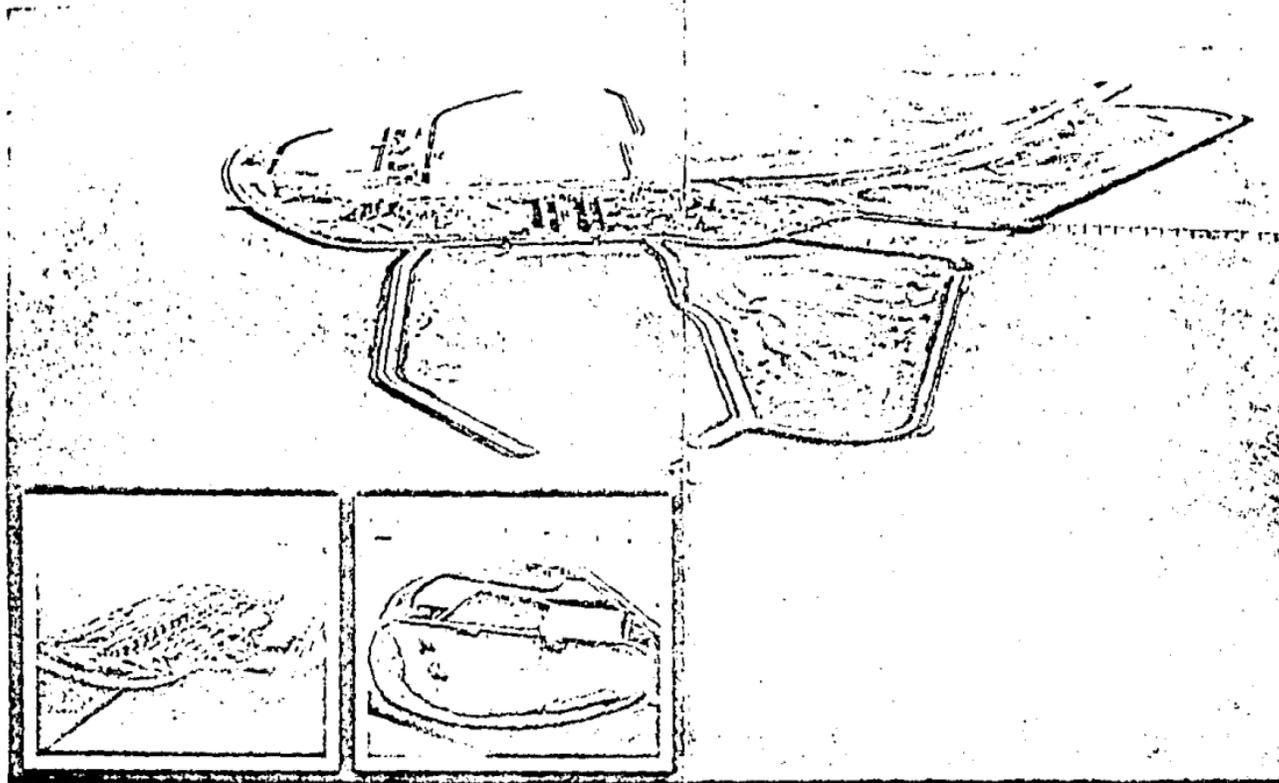


Fig. 39 Vista aérea de un puerto isla totalmente terminado y en operación.

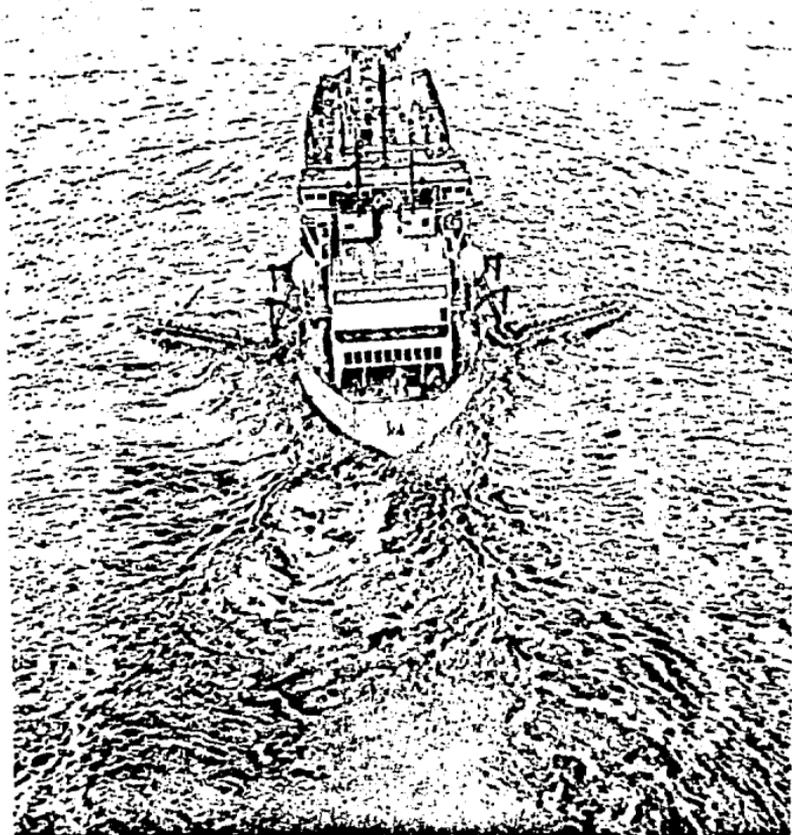


Fig. 38 El "Cosmos" limpiando derrames de petróleo.

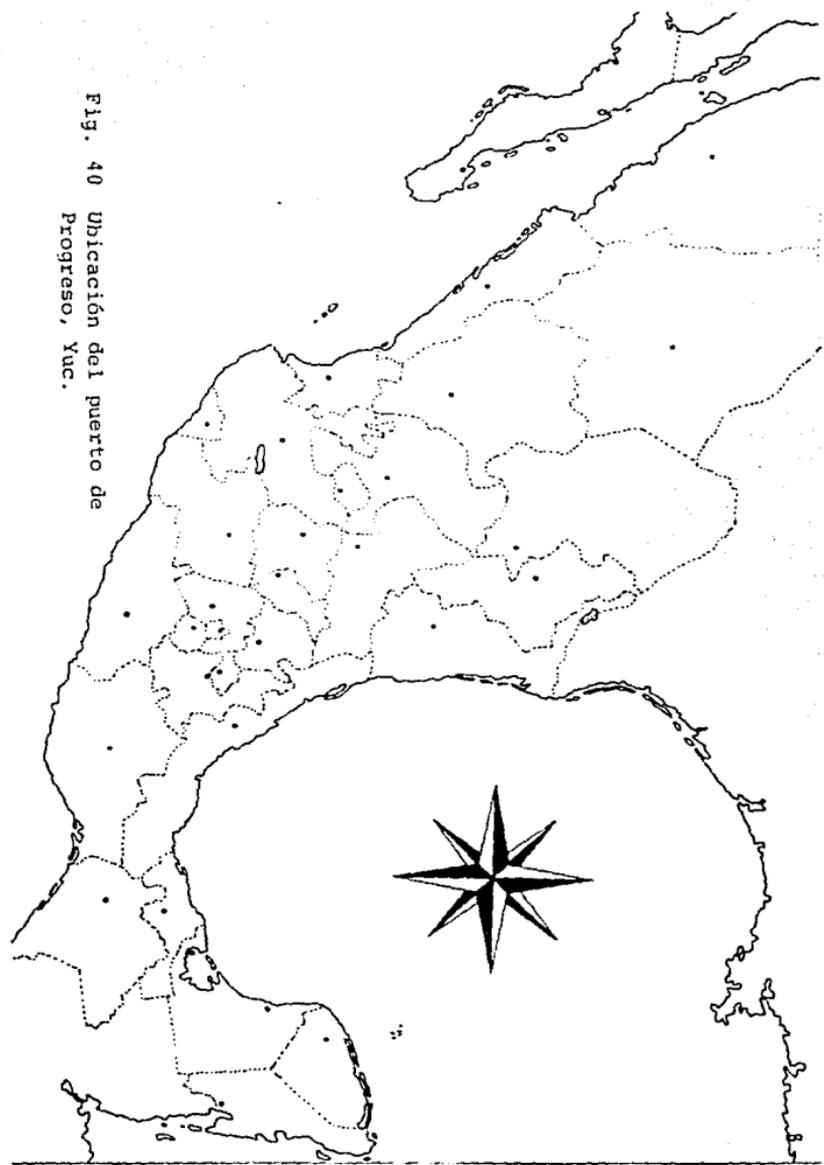
6.2 DESCRIPCION DEL PUERTO DE PROGRESO,  
YUCATAN. EJEMPLO ACTUAL.

El puerto de Progreso situado en la península de Yucatán, se planea sea un puerto con mayor movimiento comercial y turístico por su excelente situación geográfica, debido a lo cual se están dando las facilidades al gobierno del Estado para la ampliación del mismo, mediante un puerto isla o isla-artificial que a su vez ofrezca todos los requerimientos de un puerto de altura que pueda albergar barcos de gran calado ya sea de pasajeros o de carga a granel, que antes no se podían recibir por las características del muelle fiscal antiguo, cuya superestructura de bóvedas se apoya sobre pilas; y consta de tres partes principales: un tramo de acceso en tierra sobre enrocamiento, de 145 m de longitud; un viaducto de 1752 m de longitud y una cabeza de atraque de 205 m de largo y un ancho de 50 m; la longitud total es de 2100 m. En la cabeza de atraque se tiene un calado de 5.50 m al iniciarse y 6.00 m en el extremo.

Las pilas del viaducto algunas son de sección circular y otras de sección elíptica; las primeras tienen en su base 4.10 m de diámetro y las segundas 7.00 m en su eje mayor y 4.40 m en el menor; el eje menor está en sentido longitudinal al viaducto.

En general por cada 5 pilas de sección circular, se intercala una sección elíptica, apoyandose directamente so--

Fig. 40 Ubicación del puerto de Progreso, Yuc.



bre el suelo rocoso, desalojando sólo una delgada capa de arena y roca suelta.

Como se observa una de las limitantes del muelle fiscal existente para albergar barcos de gran tonelaje es la poca profundidad de sus aguas, por eso la ampliación del puerto mediante una isla artificial, es tan importante.

Es por ésto que la desición política tendiente a abrir la península de Yucatán al turismo nacional e internacional y vincularla con otras regiones de economía complementaria, repercute consecuentemente en aplicar los métodos de rentabilidad, aprovechando la posición geográfica del puerto de Progreso para efectos de exportación, asegurando la utilización inmediata de las obras correspondientes sin depender de inversiones cuantiosas en otros sectores. Como consideraciones preliminares de la factibilidad del proyecto, debe mencionarse que a nivel nacional se podría realizar un servicio de transbordadores basado en el estudio de origen y destino del tránsito terrestre actual de vehículos turísticos y comerciales, que proceden de sitios de importancia que arriban a la ciudad de Mérida, como son: Monterrey, Guadalajara, México Puebla y Veracruz, de los cuales se podría captar un porcentaje importante con la habilitación o creación de una terminal para tal efecto ubicada en el puerto de Veracruz; tal trayec-

toria marítima (Veracruz-Progreso) sería aproximadamente de-- 23 hrs., con un recorrido total de cabotaje de 700 Km., lo -- que repercutiría como ahorros en la depreciación del vehículo seguridad en el manejo de la carga, prestación apropiada de - los servicios portuarios, disminución en el riesgo por acci-- dentes, etc., lo que nos daría como indicadores del beneficio una derrama anual por transporte en transbordadores naciona-- les, una creación de empleos estimulada por la construcción y funcionamiento del puerto, un estímulo al desarrollo urbano - de Progreso y una apertura de alternativas de ocupación en la población de la zona henequenera.

Como efecto primordial sería la diversificación de-- las vías de acceso del turismo internacional a la Península, - puesto que la profundidad del puerto permitiría el arribo de-- cruceros turísticos procedentes de Cozumel, y que a su vez -- provienen de los puertos de Miami, New Orleans y Galveston, - manejando un promedio de pasajeros por crucero de 870, con un promedio de cruceros por año de 200, con lo cual se obtendría un total anual de 174,000 pasajeros, con los que se estima -- que cada uno desembolsa en su visita al estado de Yucatán, un promedio de \$ 80.00 dls., y representaría una derrama anual - para el Estado de \$ 13'920,000.00 dls.

Estas consideraciones, así como el estímulo de la -

producción industrial actual, la potencialidad de crear instalaciones de pesca de altura y otras que serían producto de efectos secundarios, manifiesta los efectos positivos que se obtendrían con la creación de la ampliación del Puerto de Altura.

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

6.3 ESTUDIOS PREVIOS A LA CONSTRUCCION  
DEL PUERTO DE ALTURA

Debido a la cantidad de roca necesaria para la construcción de las obras principales del puerto, y ante la baja calidad de la roca caliza propia de la región, para éste tipo de obras fué necesario hacer un planteamiento que contemplaba tres bancos potenciales de material ubicados en los costados de la carretera Mérida-Progreso, y conocidos como Cruz Verde, Flamboyanes y Km-26. Con éstas alternativas se solicitó el apoyo de SCT para la realización de sondeos aleatorios para conocer la densidad del material rocoso que se tiene en cada uno de los mantos pétreos.

Con el objeto de reducir los costos de acarreo de materiales al embarcadero, se eligió el banco ubicado en el Km-26, ya que era el más cercano al sitio de embarque salvando una distancia de 14 Km (banco-embarcadero).

Asímismo, se visitó en repetidas veces la zona donde se ubicaría el embarcadero para el atraque de los chalanes que transportarían el material hasta el sitio de la obra, y se decidió localizarlo dentro de una dársena natural conocida como "Ratón Miguelito" procurándose una profundidad de 2.40 m respecto al nivel de bajamar media inferior, en una longitud de 80 m.

La localización del rompeolas a 4,300 m de la banda Norte del muelle fiscal actual, se determinó por medio de un análisis económico que planteaba la posibilidad de efectuar un dragado en roca y formar un canal de navegación hasta alcanzar la profundidad de 8.30 m, la cual resultaba onerosa para las condiciones económicas actuales por lo que se prefirió extender el viaducto actual hasta la localización que se tiene en el proyecto.

El análisis comparativo para poder tomar la decisión sobre el viaducto de pedraplén o su construcción por medio de una estructura tipo puente, triplicándose el costo de ésta última debido a la prefabricación de los elementos estructurales y las maniobras que hubieran tenido que efectuarse en altamar, el colado en el sitio de las pilas y colocación de las traveses de la superestructura, por lo cual se optó por la primera alternativa.

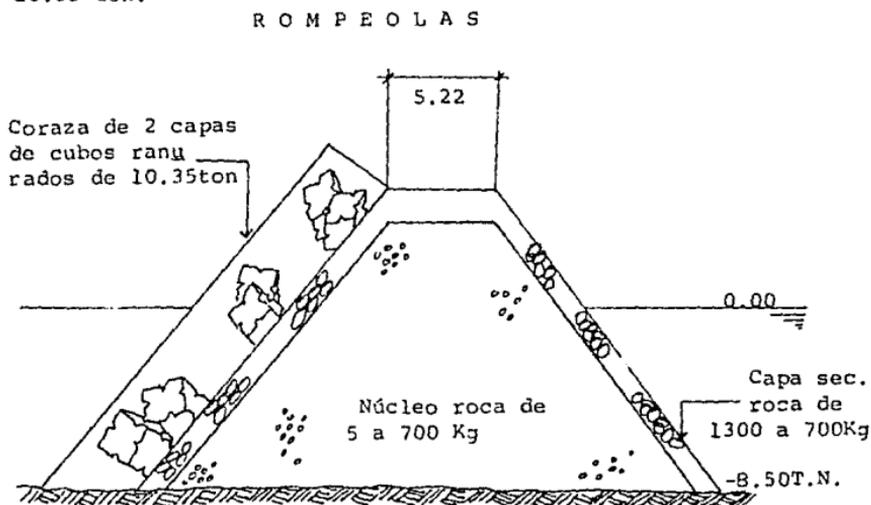
Con relación a la instalación de la vía férrea, será necesario esperar los acondicionamientos naturales de la estructura, para proceder a la instalación de dicha vía, con una pendiente tal que el ferrocarril pueda desplazarse y/o estabilizarse sin problema de deslizamiento por gravedad.

6.4 DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS  
CORRESPONDIENTES AL PUERTO DE PROGRESO

La ampliación del puerto de altura de Progreso, Yuc. contempla la construcción de un rompeolas de protección de -- 580 m en forma de U abierta a 4,300 m de la banda Norte del - muelle fiscal actual, que tiene las siguientes dimensiones:

140 m hacia el Noroeste formando un ángulo de  $140^\circ$  - con respecto al eje del viaducto actual, para dar un giro de  $135^\circ$  al Oeste con una longitud de 300 m, y posteriormente 140m con un ángulo de  $135^\circ$  hacia el Sureste.

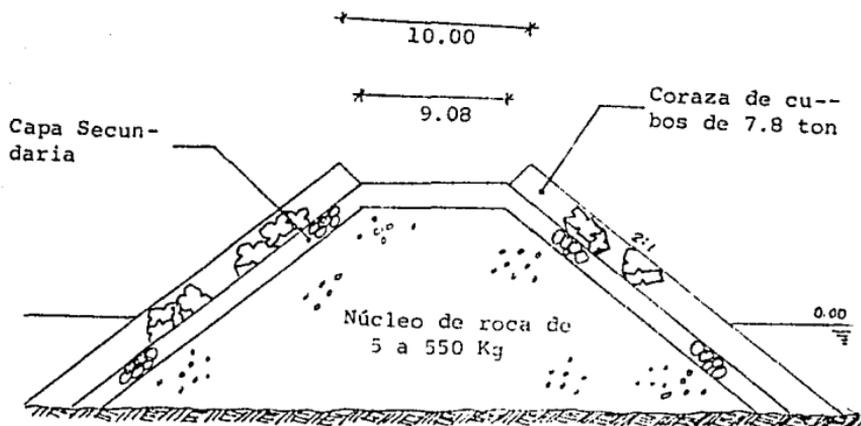
El rompeolas es de estructura flexible de forma trapecial, constituida por un núcleo a base de enrocamiento protegido por una capa secundaria del mismo material, con una - tercera capa de coraza formada a base de cubos modificados de 10.35 ton.



Dada la longitud y características del rompeolas, - se requieren para las capas de enrocamiento como son el núcleo o y la capa secundaria, un total de 230,000 ton, utilizandose de éstas 165,000 ton para el núcleo y 65,000 ton para la capa secundaria. Para la capa de coraza deberán fabricarse y colocarse 6,700 cubos formando dos capas de los mismos.

Para unir el muelle fiscal existente con el rompeolas de protección, es necesario construir un viaducto de pedraplén de 4,300 m de longitud con características y sección semejante al del rompeolas, la cual varía únicamente en la pendiente de los taludes que se señala como 2:1, lo cual repercute en el peso de los elementos de coraza que son de 7.80 ton.

#### V I A D U C T O



De igual modo, para la construcción de los muelles y duques de alba para el atraque de los cruceros y buques de carga en general, es necesario hacer un relleno para formar una plataforma de maniobras de aproximadamente  $30,000 \text{ m}^2$  donde se alojarán los servicios para el desembarque de pasajeros y servicios para el movimiento de carga, así como de las instalaciones propias para el agua potable, energía eléctrica, teléfono y sistema contra incendios.



Fig. 41 Cubos modificados.

## 6.5 OBRAS PRELIMINARES

### a) Banco

Con relación a la explotación de materiales se escogió por conveniencia de la obra el mencionado Km-26, en el que la zona de explotación se localiza a 450 m a un costado de la carretera Mérida-Progreso, ya que es necesario atravesar una franja de ese mismo ancho propiedad de particulares se tuvo que hacer un camino de acceso a dicha zona de 450 m de longitud por 10m de ancho, a base de material de rezaga -- del banco y acabado de terracería. Además también fué necesario el suministro de energía eléctrica para abastecer a la -- trituradora y la dosificadora que se encuentran ahí mismo.

### b) Unión de Carreteras

Con el propósito de reducir la trayectoria de -- las góndolas y mezcladoras montadas en camión, se unieron las carreteras de entrada y salida al puerto de Progreso, en una longitud de 80 m a base de materiales del banco con superfi-- cie de rodamiento de pavimento asfáltico, obra con la cual se evito el movimiento de los vehículos mencionados anteriormente en la zona urbana de la ciudad y el puerto, minimizando con -- ésto los accidentes que pudieran ocurrir al transportar los -- materiales de construcción.

### c) Camino sobre la Ciénega

Previendo el conflicto que pudiera generarse utilizando como paso de los camiones la zona urbana de la ciudad de Progreso, se construyó un camino de 2,745 m al Sur de Progreso y aproximadamente a 40 m del inicio de la ciénega para la transportación de los materiales de construcción hacia el embarcadero, este camino se planea sirva como muro de contención de las aguas en tiempos de máxima precipitación pluvial.

d) Instalación de Básculas

Para controlar el peso de los materiales de construcción del rompeolas, fué necesaria la instalación de dos básculas de plataforma, para la determinación del número de toneladas por viaje.

e) Señalamiento Marítimo

Para efectos de previsión de accidentes en alta mar, fueron ancladas dos boyas de señalamiento para ayudar a la navegación, y una boya luminosa para la identificación de la obra en navegación nocturna.

f) Laboratorio

Para la supervisión del colado que se utiliza en la fabricación de cubos, se instaló un laboratorio para el a-

nálisis granulométrico de agregados, propiedades del cemento, fabricación del concreto, ensaye de especímenes de concreto y todo lo relacionado con la construcción de la obra.

## 6.6 PROCEDIMIENTO SEGUIDO EN LA CONSTRUCCION DEL ROMPEOLAS DE LA ISLA ARTIFICIAL

Para la explotación de la piedra para el núcleo y --  
capa secundaria, se procedió al desmonte, despalme y barrena-  
ción en cuadrículas de 1.60 x 1.60 x 0.80 m, con lo cual se -  
obtuvieron rocas de 0.70 x 0.70 x 0.65 m, de dimensiones a---  
proximadas para el núcleo y de 0.80 x 0.80 x 0.90 m, para ob-  
tener piezas de 700 y 1,300 Kg respectivamente, las cuales se-  
clasificaron de acuerdo a la utilización que se les daría; --  
posteriormente son cargadas en góndolas para conducir las ha--  
cia la zona de almacenamiento próxima al embarcadero en donde  
son nuevamente reclasificadas para cargar el chalán, que se e-  
fectúa por medio de una canasta formada por la caja de un ca-  
mión de volteo izada por una grúa de 60 ton, para depositarlas  
sobre la cubierta del chalán.

El transporte del material se realiza durante las -  
24 horas del día, de acuerdo a la cantidad almacenada en el -  
embarcadero. Una vez cargada la roca en el chalán, éste es re-  
molcado hasta la zona del tiro haciendo un recorrido total de  
aproximadamente 10 Km, en donde con la ayuda de un traxcavo -  
es empujada la roca para formar el núcleo hasta la elevación-  
de +2.00 m, en tramos variables de acuerdo a las estaciones -  
del año, protegiéndose inmediatamente con roca de la capa se-

cundaria, la cual es colocada con traxcavo hasta donde el nivel de marea lo permita, complementándose ésta operación con la grúa montada sobre chalán de 100 ton, hasta +3.50 m que es la elevación de proyecto. El promedio diario de colocación de roca (núcleo y capa secundaria) fué de 1,000 ton con tres viajes de chalanes al día.

Para la fabricación de cubos se cuenta en el banco con una trituradora de quijadas donde se obtienen agregados que varían de  $3/4"$  a  $3\ 1/2"$ , los cuales se llevaron a una dosificadora por medio de camiones de volteo hasta una tolva de recepción que desplazaba los materiales por medio de una banda transportadora. El mezclado del concreto se realizó revolventoras montadas en camión de 4.00, 6.50 y  $7.50\ m^3$ , los cuales transportaban el concreto hasta el patio de colados ubicado en un área alledaña al embarcadero donde se encontraban los 22 moldes para la fabricación de los cubos modificados cuya sección es, en la base superior  $1.65 \times 1.65\ m$ , en la base inferior  $1.75 \times 1.75\ m$  y una altura de 1.78 m, ésto es, un volumen de  $4.97\ m^3$  y un peso de 10.35 ton.

El desmolde de los cubos se efectuó con un camión - grúa de 3 ton ayudado por un gato hidráulico para despegar el molde del concreto y posteriormente se impregnó de aceite mineral en espera de un nuevo colado.

Para la carga de cubos a los chalanes, se hacia con una grúa de 60 ton que tenía en su gancho una pinza que sujetaba a los cubos y luego los izaba y rotaba hasta acomodarlos en la cubierta del chalán. La colocación de los cubos en la obra se hizo por medio de una grúa montada sobre chalán la cual los colocó en su lugar definitivo.

En lo que respecta al viaducto, en virtud de la situación que atraviesa el país, fué necesaria una reprogramación sobre la construcción del Viaducto de comunicación, que consiste en la construcción inicial 1,100 m.l. de viaducto, - partiendo de la cabecera Norte del muelle fiscal actual, con - sección a base de enrocamiento, y luego 500 m hacia el Oeste de características semejantes a la anterior para formar una - terminal intermedia que tendría aproximadamente 300 m de muelles.

La continuación del viaducto hasta alcanzar la ampliación del puerto de altura está sujeta a la operabilidad de la ampliación mencionada, es decir, si la Isla Artificial tiene una demanda justificable para concluir el viaducto, éste será construído en su totalidad.

## CONCLUSIONES.

Puertos eficientes y comunicaciones terrestres confiables con los centros principales de sus zonas de influencia, forman la columna vertebral de la prosperidad de la mayor parte de los países en desarrollo. Son una condición de gran importancia para la exportación provechosa de las mercancías locales y para importaciones económicas de los artículos principales y de consumo provenientes de otras naciones.

Es por esto, que es urgentemente necesario que las mejoras de los puertos y de las rutas de acceso reciban la alta prioridad que se merecen y se hagan todos los esfuerzos posibles para crear un adecuado y moderno sistema portuario.

Una observación real y sin la necesidad de un profundo análisis, demuestra que la infraestructura portuaria -- adecuada, redundante en el incremento de tráfico marítimo que a su vez procura el desarrollo, ya no sólo del área de influen-

cia del puerto, sino de la nación ya que el transporte marítimo es más barato en relación al terrestre o el aéreo; y si a esto todavía le adicionamos una eficiente operación portuaria que abata tiempos de estadía de las embarcaciones en los muelles y agilice las maniobras de alijo, el ahorro es determinantemente muy significativo, si bien estas ventajas son de gran peso, esto no significa que los puertos siempre se manejen así ya que existen factores como el económico que pueden obstaculizar el desarrollo portuario.

Los puertos en desarrollo deben estar preparados para la introducción gradual de técnicas modernas que ofrezcan en su aplicación sencillez, productividad y sobre todo una alta en la economía. Un ejemplo de estas técnicas modernas es el desarrollo del concepto de Puertos Isla o Islas Artificiales, en donde el equipo que se emplea para su construcción está en función básicamente del alcance tecnológico nacional que se tenga, es decir, a mayor tecnología y más experiencia en el área, mejores y más sofisticados equipos.

Siempre en la búsqueda de mejorar y facilitar una tarea determinada, se crean una serie de necesidades que sólo pueden ser satisfechas en este caso, mediante la creación de nuevos y superiores modelos en equipo que hagan de la construcción una labor fácil, sin limitaciones y ante todo que disminuya los tiempos de transportación en el caso de tener

que transportar materiales a mar abierto, como en el caso de los Puertos Isla.

Desafortunadamente nuestro país en su incipiente desarrollo tecnológico, no tiene la capacidad de fabricar sus propios equipos teniendo que importarlos, en detrimento de su economía; no vayamos lejos un ejemplo actual claro, es el del puerto de Progreso, Yuc., en donde todo el equipo flotante (chalanes para monta de equipo, chalanes con compuerta de fondo, etc.), han tenido que ser rentados o comprados a compañías transnacionales a un elevado costo.

Es por ello, que en mi opinión personal, es importante que se conserve o por lo menos se trate de conservar el dinamismo en el desarrollo de la tecnología marítima (equipos y procedimientos), a fin de poder responder con oportunidad y eficiencia a la creciente demanda de los servicios portuarios.

## GLOSARIO DE TERMINOS

Abrigo	Area marítima natural o artificial que sirve de protección a las embarcaciones contra los fenómenos naturales que afectan en mar.
Acarreo litoral	Transporte de materiales a lo largo de las costas, bajo la influencia de olas y de corrientes.
Agitación	Cualquier movimiento de la superficie de las aguas.
Altura	Término relativo a alta mar.
Atracadero	Estructura a la cual se puede arrimar y amarrar una embarcación.
Azolve	Material que es arrastrado por el oleaje o por las corrientes y que se deposita en las zonas portuarias o vías navegables

- Bahía** Extensión algo considerable de mar, que penetran en la costa y tiene así una boca de mayor o menor anchura, que puede servir de fondeadero y protección de las embarcaciones.
- Barcaza** Embarcación de fondo plano sin propulsión propia que se emplea en la navegación en operaciones de carga y descarga de los buques y en diversos servicios de obras portuarias.
- Berma** Formación casi horizontal a lo largo de la playa, causada por el depósito de material bajo la influencia de las olas.- Escalón que se deja al pie de un talúd o entre dos taludes.
- Bolsacreto** Elemento constructivo consistente en una bolsa rellena de arena.
- Boya** Cuerpo flotante sujeto en el fondo del agua, que se coloca como señal o como elemento de amarre.

- Calado** Distancia vertical desde la parte más baja de un barco a la superficie del agua.
- Canal** Parte más profunda navegable de un río, bahía, etc. Corte artificial en tierra o dentro del agua para formar una vía navegable.
- Corriente** Desplazamiento de las aguas en una dirección y siguiendo un movimiento muy bien definido, originado por fenómenos naturales.
- Costa** Faja de tierra de anchura indefinida, -- que se extiende desde la orilla del mar hasta encontrar el primer cambio notable en el aspecto del terreno.
- Chalán** Embarcación de fondo plano y en forma de cajón, con o sin propulsión propia.
- Dársena** Área de agua protegida contra la acción del oleaje y con la extensión y profundidad adecuadas, para que las embarcacio--

nes realicen las maniobras de atraque, -  
desatraque y ciaboga con seguridad.

Difracción de la ola      Modificación del comportamiento del oleaje como resultado de su expansión lateral provocada por un obstáculo o por una abertura.

Dique      Muro o terraplén que sirve para conteneraguas o azolves.

Dragado      Operación que consiste en excavar o limpiar el fondo de los puertos, ríos, canales, etc.

Duque de Alba      Estructura aislada formada por un piloteo por un grupo de ellos, que sirve para maniobras de una embarcación o para su atraque.

Encofrado      Cimbra o forma para confinar al concreto en tanto fragua.

Esclusa      Recinto con compuertas, que se construye-

en un canal para que los barcos puedan---  
pasar de un nivel a otro.

**Flujo** Corriente de agua que se produce al subir la marea en bahías, ríos, esteros, lagunas, etc.

**Fondeadero** Area de agua cuyas condiciones de agitación permiten anclarse a las embarcaciones.

**Gabión** Celda generalmente cilíndrica constituida por tablestacas con relleno de material pétreo.

**Hinterland** Zona de influencia económica de un puerto, región terrestre de la cual y hacia la cual se orienta el flujo de los productos que se mueven en el puerto.

**Marea** Movimiento regular y periódico de las aguas del mar cuyo nivel sube y baja alternativamente debido a la atracción de la luna y del sol.

- Período de la ola** Es el número de segundos que transcurre--  
entre el paso de dos crestas sucesivas --  
por el mismo punto.
- Reflexión de la  
ola** Cambio de dirección de la ola, debido a -  
un obstáculo.
- Refracción de la  
ola** Proceso por medio del cual la dirección -  
de una ola en aguas reducidas, cambia por  
la variación del fondo.
- Roción** Salpicadura de la ola al chocar con un -  
obstáculo. Oleaje que sobrepasa una es---  
tructura.
- Terminal Portuaria** Conjunto de edificios, estructuras y equi  
pos donde termina y empieza el transporte  
marítimo, los que se utilizan para trasla-  
do de carga y pasajeros.

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

- "Port Engineering"  
Por Per Bruun  
U.S.A 1973; editorial Gulf Publishing Company
  
- "Ingeniería Marítima"  
Por R. Bustamante, Coria T., Paz P., Figueroa C.  
México D.F. 1976; ediciones Temas Marítimos S. de R.L.
  
- "Protección de Costas, Planificación y Diseño"  
Por Ejército de los E.E.U.U. Centro de Investigación de Ingeniería de Costas  
U.S.A; Reporte Técnico
  
- "Puertos" Tomo 2  
Por Fernando Hernández de Labra  
México D.F.; Apuntes UNAM
  
- "Los Problemas Portuarios de los Países en Desarrollo"  
Por Bohdan Nagorski  
México D.F. 1974; ediciones Temas Marítimos S. de R.L.
  
- "Proyecto y Construcción de Obras Marítimas"

Por Juan Valera Adam

México D.F.; División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería de la UNAM

- "Hydro Delft"

Por Delft Hydraulics Laboratory

Delft, Netherlands (publicación)