

241
84



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

Diseño y Construcción de Obras
Marítimas Exteriores

Tesis Profesional

Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a

MODESTO GONZALEZ LIRA

Director de Tesis: ING. JOSE L. MURILLO B.

México, D. F.

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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- I.- INTRODUCCION

- II.- ESTUDIOS PREVIOS
 - II. 1.- Estudios físicos
 - II.1.1- Vientos
 - II.1.2.- Estudios Topobatimétricos
 - II.1.3.- Estudios Oceanográficos
 - II.1.4.- Transporte Litoral

- III.- DISEÑO Y CALCULO
 - 1.- Tipos de Obras
 - 2.- Dimensionamiento-Fórmulas

- IV.- METODOS CONSTRUCTIVOS
 - Métodos, Equipo y Control de Calidad

- V.- ANALISIS DE COSTOS
 - Datos Básicos
 - Análisis de P.U.
 - Costos horarios, maquinaria

- VI.- APLICACION AL PUERTO DE ALVARADO, VER.

P R O L O G O

El mar ha constituido en todas las épocas y para la gran mayoría de los pueblos la principal vía de intercambio, pudiendo aseverarse que en muchos casos el acceso al mar fuera determinante para la evolución económica y social.

La historia muestra una estrecha correlación entre el desarrollo económico de un pueblo y su potencialidad en medios marítimos de transporte.

De acuerdo con la tesis anterior, en nuestro país se pretende influir favorablemente para su desarrollo económico y social mediante el aprovechamiento de los accidentes de las costas, bahías, ensenadas, esteros, lagunas litorales y vías navegables así como los recursos naturales de éstos; para beneficio del pueblo mexicano mediante la construcción de obras de infraestructura, desarrollo de comunidades pesqueras y obras accesorias, de tal manera que el aprovechamiento se verifique con la mínima inversión y produzca los máximos beneficios.

Para lograr lo anterior el gobierno mexicano efectúa estudios, hace planeaciones, presenta proyectos y está realizando obras a través de las diversas dependencias a fin de:

- a) Adecuar sitios con instalaciones portuarias para el transporte marítimo tanto de altura como de cabotaje.
- b) Desarrollar la pesca y el turismo, tanto en el mar como en aguas interiores, aprovechando los bienes de dominio marítimo.
- c) Proteger contra los fenómenos meteorológicos las playas, -
vías navegables esteros y lagunas litorales.
- d) Incrementar la potencialidad de producción de las lagunas litorales a base de obras de dragado.

De acuerdo con dichas finalidades, las obras resultantes son las -
costeras que se refieren a la creación de nuevos puertos y al me-
joramiento de los existentes, las de protección de costas que sir-
ven para conservar los esteros y lagunas litorales, mejorando sus
condiciones bioecológicas para mantener y desarrollar la pesca.

Es importante recordar que todo puerto requiere de una serie de -
obras, que bien pueden denominarse de infraestructura portuaria, -
que no son directamente productivas pero cuya construcción resul-
ta indispensable para su funcionamiento tales como: Rompeolas, -
Escolleras, Dragados etc.

A medida que los puertos evolucionan, es notorio como rebasan - -
gradualmente su carácter inicial de medios de transbordo en la ca

dena de transporte entre el productor inicial y el consumidor final; paulatinamente van adquiriendo una personalidad propia, como gestores del desenvolvimiento económico, al convertirse en centros de atracción para la localización de industrias y centros comerciales.

Esta evolución gradual de los puertos como focos de desarrollo, - deberá actuar favorablemente como un medio importante de descentralización de actividades económicas clave y como una medida -- equilibradora de la distribución demográfica.

La política general del gobierno mexicano en la actualidad, ha dado preferencia a aquellos proyectos de infraestructura que beneficiarán a las regiones menos desarrolladas.

Con las líneas anteriores, de forma muy general trato de explicar cuales son y en que consisten las obras de infraestructura costera cual es su función, la política que en nuestro país se está adoptando con relación al campo de la ingeniería portuaria y su desarrollo.

Para ningún mexicano es secreto que nuestros 10 000 km. de costas litorales, ofrecen un gran atractivo para pescadores propios y extraños por la gran riqueza pesquera que en ellos existe; por lo -

que ha sido una gran aberración durante mucho tiempo que nuestro pueblo este mal alimentado, y la poca cantidad de productos del mar que aquí se consumen, generalmente sea a precios elevado.

Resulta criminal tener que estar dando concesiones a embarcaciones extranjeras, que si saben y tienen con que extraer nuestros recursos pesqueros y lo que es peor, tener que comprarlos después de procesados a precios prohibitivos.

Lo anterior no es más que el producto de no haber apoyado e impulsado el pescador con capacitación, organización, obras y acciones concretas, necesarias para racionalizar y maximizar sus capturas.

Como se dicho anteriormente, en la actualidad el Gobierno Mexicano pretende influir favorablemente y en forma decidida a través de la Secretaría de Pesca a fin de que se cumplan las metas de producción fijadas en sus programas de Desarrollo Pesquero.

Con respecto a la Acuicultura, diremos que es la técnica de criar, desarrollar y capturar diversas especies en cuerpos de agua continental, tales como lagunas, ríos, esteros estatuarios y centros acuícolas construídos exprefeso para ello y en los que se pueden manejar como ya dijimos las más diversas especies.

de agua dulce y salobre.

Si agregamos la producción que se puede obtener de esta forma a la que en forma natural poseemos en nuestro litoral, no deberá haber ninguna excusa en lo sucesivo para no alcanzar un desarrollo pesquero, competitivo con los países pesqueros a nivel mundial, tales como la U.R.S.S., Japón, Perú, España y China, y -- esto será a la postre la mejor justificación de las obras de -- infraestructura que se constuyen para tal fin.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La zona motivo de las obras que se desarrollan en el presente tra
bajo se encuentra ubicada en el Litoral del Golfo de México, en la
planicie costera de la cuenca del Rfo Papaloapan en el Estado de -
Veracruz, donde se forma una zona de inundación conocida como
Laguna de Alvarado y que es drenada precisamente por el rfo Pa-
paloapan.

Realmente es un sistema estuarino que consta de 3 lagunas comuni-
cadas entre sí y ellas son Camaronera, Buen País y Alvarado y -
que se encuentra en una etapa avanzada de degradación debido a -
que hasta hace poco tiempo la Laguna de Alvarado era precisamen-
te la única que alimentaba dicho sistema, y la aportación práctica-
mente nula de agua de mar a las otras dos lagunas, no permitía -
un buen drenaje y lavado de estas.

De aquí que se propuso un nuevo proyecto para que por medio de -
la apertura de un canal se comunicara la laguna camaronera con -
el mar; con esta obra se asegura el desarrollo y explotación de -
los recursos pesqueros de origen marino de la zona, tales como -

el camarón y ostión. La otra obra que reviste gran importancia es la del encausamiento de la desembocadura del Río Papaloapan, ya que con esto y la construcción de las escolleras de la Laguna de Alvarado, ésta quedará debidamente balanceada de las aportaciones de agua dulce y protegida del arrastre litoral que pudiera azolvarla tan fácilmente como venía sucediendo.

Desde el punto de vista pesquero, el Estado de Veracruz reviste una gran importancia en el país debido a que consta con un litoral de 700 Km. y una plataforma continental de 140,000 Km² aunado a una superficie de lagunas litorales de más de 35,000 Ha. -- excelentes para la pesca; siendo ésta una de las principales -- fuentes de abastecimiento para el consumo nacional de productos del mar.

Actualmente cuenta con un puerto en abrigo que es el de Alvarado y tres de altura que son Veracruz, Tuxpan y Coatzacoalcos.

Estos puertos disponen de buenas comunicaciones con los centros de consumo para todo el país, buenas instalaciones portuarias; muelles, bodegas, equipo y personal, buenas instalaciones pesqueras, plantas de refrigeración y procesamiento de productos, etc.

Puntualizando; el Puerto Pesquero de Alvarado dispone de una superficie de 275,000 M² constituido por un muelle de descarga de-

150 m de longitud; muelle de aprovisionamiento de 250 m de longitud, taller de reparaciones, dársena y cuna para reparación de embarcaciones; instalaciones y servicios necesarios, para la flota pesquera, salas de recepción, clasificación y venta de pescado con instalaciones para manejar 80 toneladas diarias del producto; sala de tratamiento para eviscerar, filetear y lavar 48 toneladas de pescado en 16 horas; fábrica de harina con capacidad para 25 toneladas: en materia prima en 24 horas y una tonelada de aceite de pescado diariamente; fábrica de hielo en dos unidades, para producir un total de 100 toneladas cada 24 horas y bodega de almacenamiento para 250 toneladas, planta de congelación para 32 toneladas en 16 horas, 3 bodegas de congelación para 32 toneladas en 16 horas, planta enlatadora de pescado con capacidad de 12.5 toneladas en 16 horas, planta de secado y salado para 16 toneladas en 16 horas; planta de ahumado en frío y en caliente para cuatro toneladas en 16 horas; edificios para oficinas y para pescadores y otros servicios y camiones refrigerados y vías de ferrocarril para transportar el producto.

En el año de 1976 el puerto piloto disponía de veinticinco barcos:

1	Atunero
5	Arrastreros
1	Pintera
18	Camaroneros

Las instalaciones son operadas por Productos Pesqueros Mexicanos contaba muy bajos rendimientos, debido a una flota pesquera insuficiente y a una defectuosa administración industrial y - - comercial.

El puerto fué proyectado para los objetivos siguientes :

- a) Concretar la producción que se obtenga por pesca de altura.
- b) Funcionar como centro pesquero que podrá ofrecer un precio de garantía conveniente a los productos marinos.
- c) Funcionar como centro regulador de los precios de los productos marinos.
- d) Proporcionar instalaciones y servicios que alienten las inversiones ; en barcos de armadores y cooperativas.

Por estas razones y las antes mencionadas a fin de garantizar un calado mínimo para embarcaciones de 3,50 m. se advierte la necesidad de proyectar y construir las obras exteriores; entre ellas las escolleras motivo de este trabajo pues como se sabe este tipo de obras encuadra dentro de las obras marftimas llamadas exteriores y su función es la de brindar protección al puerto resistiendo el constante impacto de las olas, también se utilizan estas - - estructuras para la protección de bocas marinas ya sean naturales o artificiales. Se podrían considerar si se actua con ligereza que una

escollera es un muro de gravedad, debido a su apariencia física y así bajo esta consideración su diseño y cálculo sería de lo más sencillo, sin embargo como está sujeta a la acción constante del oleaje y este a su vez sujeto a la acción de los fenómenos meteorológicos su diseño y cálculo se complica como se verá en el desarrollo de esta tesis.

Precisamente en el capítulo II se describen en forma breve la serie de estudios que habrán de realizarse, previos al diseño y cálculo de las escolleras: tales como Meteorológicos, Topográficos, Batimétricos, Oceanográficos, Geológicos etc., ya que todos estos aspectos influyeron directamente en el análisis y diseño de una estructura de este tipo, por lo que revisten una gran importancia de tal manera que tendrá que conocerse con antelación cuando, donde y de que manera interviene cada uno de ellos.

También se mencionan en los demás capítulos algunas de las fórmulas más usuales para el cálculo, así como los diferentes tipos de escolleras que existen; los métodos constructivos que pueden desarrollarse y el equipo que se utiliza, asimismo se mencionaron algunos criterios para el control de calidad y especificaciones de construcción.

Es importante mencionar que a excepción del capítulo VI donde se

se hace el cálculo y aplicación práctica de los datos obtenidos en los estudios previos de la zona, los demás capítulos bien podrían ser cada uno tema suficiente para el desarrollo de una tesis completa y a esta obedece que sean tratados en forma muy breve y meramente descriptivas.

CAPITULO II

ESTUDIOS PREVIOS

Es evidente que todo proyecto a realizarse requiere de una serie de estudios y análisis previos a su desarrollo, pues de ello dependerá su éxito o fracaso como obra real. Las escolleras o rompeolas no son la excepción y es por ello que deberán realizarse algunos estudios; los físicos por ejemplo, pues dada la naturaleza del proyecto, son a nuestro juicio unos de los más importantes.

Lo anterior quiere decir que si vamos a construir una obra que deberá estar en contacto constante con el mar, lo menos que podemos investigar o estudiar es, en que zona estará localizada o se vá a localizar, que tipo de marea se presenta, que altura de olas incide en el lugar, de que magnitud, corrientes, los vientos ¿ de donde soplan? con que magnitud etc. etc.

Como se dijo anteriormente cada uno de estos aspectos, bien podría ser tema a desarrollar, sin embargo trataré de explicar lo más cuidadosamente posible que son, para que sirven y como se hacen estos estudios previos al diseño y cálculo de una escollera.

II.1 ESTUDIOS FISICOS

Son aquellos que tienen por objeto proporcionar datos adecuados, precisos y suficientes con un fin determinado; generalmente para los análisis de planeación, proyecto de estructuras, determinación de las características de algún lugar o para el conocimiento de un fenómeno determinado.

Los estudios físicos pueden dividirse en:

- a) Estudios físicos para investigación preliminar
- b) Estudios físicos para investigación detallada.

Para el primer tipo de estudios, la información deberá ser expedita; los datos serán los principales. Su objetivo será recopilar los datos necesarios para garantizar la probable construcción de las obras y para trazar el anteproyecto y obtener un antepresupuesto.

Los estudios físicos para investigación detallada se apoyan en los estudios preliminares, serán más cumplidos y detallados. Es importante contar con suficiente tiempo para su realización. Su objetivo es proporcionar datos que servirán de base para formular el proyecto definitivo, para indicar el procedimiento de construcción, señalar las especificaciones y calcular los costos totales.

Los estudios físicos para obras portuarias pueden ser:

- a) De costas y playas
- b) De bahías
- c) De desembocaduras
- d) De formaciones lagunarias
- e) De islas y cordones litorales
- f) De iluminación de costas, etc.

Cuando la complejidad del problema y la importancia de las obras a realizar lo requiere, se procede a su estudio experimental en modelo reducido, ya sea mediante modelos de agitación o de fondo móvil.

Para el estudio de estabilidad de las obras exteriores, se utiliza el canal de olas que permite reproducir la acción del oleaje más intenso actuando sobre las mismas.

Con el análisis de todos los datos obtenidos y la interpretación de los estudios realizados, se procede a la elaboración de diversos anteproyectos de obras de protección contra la acción del oleaje y los acarrees litorales, para elegir entre ellos el proyecto definitivo.

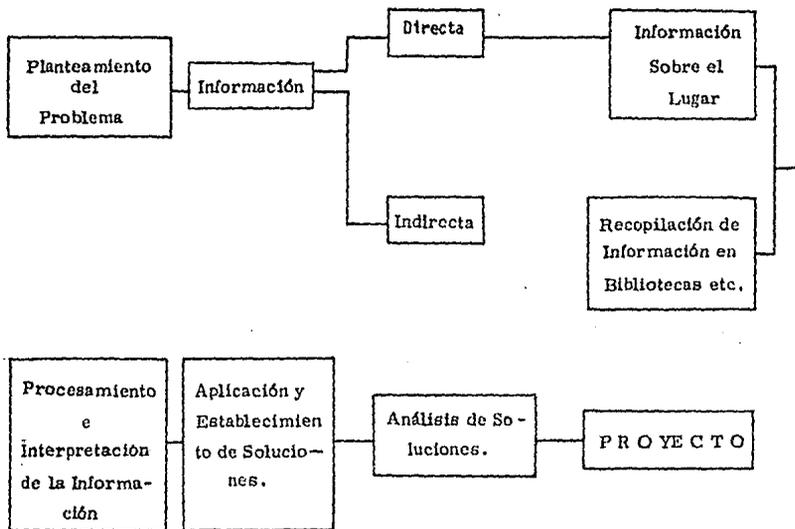
Con el proyecto definitivo de obras exteriores se determina la dis

posición de las obras interiores, así como las diversas etapas del desarrollo en un puerto:

Definidas las dimensiones y localización de las diversas obras - - que se requieren, en necesario llevar a cabo los estudios previos al diseño de estructuras, tales como:

- a) Sondeos Geológicos
- b) Estudios de Mecánica de Suelos
- c) Levantamientos Topográficos al detalle
- d) Determinación de materiales de construcción a Usarse en la obra.

En un diagrama de flujo mostramos las etapas para la elaboración de un proyecto.



Los estudios físicos que más se utilizan en Ingeniería Marítima son:

1. Estudios Meteorológicos

Son aquellos que determinan las causas y efectos de los meteoros tales como el viento, presiones atmosféricas, temperaturas, llu-

vías, ciclones etc., como puede apreciarse los vientos y eventualmente los ciclones serán motivo de estudio por ser factores tan importantes cuanto determinantes en el diseño de la obra para el caso que nos ocupa.

2.I.1 VIENTOS

El viento tal como lo observamos, es el resultado del desplazamiento de masas de aire, cuando este movimiento es en sentido vertical se denomina simplemente corriente de aire, dándole también este nombre a los movimientos horizontales de las capas superiores de la atmósfera.

La importancia del conocimiento de las características del viento es primordial, por ser el elemento principal que genera el oleaje cuya influencia sobre el régimen de las costas es definitivo. Adquiere importancia también por su función de agente generador de mareas de viento y además por las fuerzas horizontales y verticales que produce sobre una estructura en general.

Causas

Este fenómeno se atribuye a las desigualdades de densidad, o sea a las presiones bajas y altas, el excesivo calentamiento del aire hace que éste se dilate y se anime de un movimiento ascendente, de-

jando un lugar vacío llamado centro de baja presión barométrica - ese vacío se llena con aire más denso que procede de otras regiones o lugares de alta presión.

Efectos

Como ya se dijo, al soplar el viento sobre la superficie del mar, se genera el oleaje, que será proporcional a la fuerza con que este sopla, en la dirección del mismo y también es proporcional a la frecuencia del mismo. Es por ello que para la orientación de una escollera se hace necesario conocer estadísticamente las características del viento.

Características Fundamentales en el Análisis del Viento.

Velocidad

El valor representativo de la intensidad del viento es su velocidad (v), el viento que tiene mayor intensidad se llama viento dominante.

Dirección

Esta definida por la dirección de presentación de este, así se tiene que un viento soplando del norte hacia el sur se llama Viento -

del Norte

Frecuencia

Es el número de veces (n) que el viento sopla en una determinada dirección; al viento más frecuente se le llama Viento Reinante.

Estas características se analizan en base a datos estadísticos -- que habrá que obtener del lugar en donde se pretende construir -- la obra. Como se sabe las gentes que se dedican a estas cosas -- han inventado aparatos que sirven para medir y determinar las ca racterísticas del viento, inclusive se ha determinado una tabla o -- escala para clasificar al viento de acuerdo a su intensidad. A esta tabla se le llama "Escala de Beufort" fig. II.1.

TABLA PARA ESTIMACION DE
LA INTENSIDAD DEL VIENTO

SIMBOLO PARA REGISTRO	ESPECIFICACION.	VELOCIDAD EN M/SEG.	DESCRIPCION DEL VIENTO
	Calma	Menor de 0.6	El humo se eleva verticalmente, las hojas de los árboles están inmóviles.
<u>I</u>	Débil	De 0.6 a 2.0	Sensible a las manos y a la cara hace remover una bandera; agita las hojas ligeras.
<u>II</u>	Moderado	De 2.1 a 6.0	Hace flotar una bandera agita las hojas, así como las pequeñas ramas.
<u>III</u>	Algo fuerte	De 6.1 a 12.0	Agita las ramas gruesas de los árboles
<u>IIII</u>	Fuerte	De 12.1 a 18.0	Dobla las ramas gruesas de los troncos de diámetro pequeño.
<u>IIIII</u>	Violento	De 18.1 a 29.0	Sacude violentamente todos los árboles, quiebra las ramas delgadas
<u>IIIIII</u>	Huracán	Mayor de 29.0	Tira las chimeneas levanta los techos de las casas y arranca los árboles.

NOTA: Utilizada por el Servicio Meteorológico Nacional de la Secretaría de Agricultura y Ganadería

Figura II.1.

Como dijimos anteriormente, existen instrumentos que miden, indican y registran la dirección y velocidad del viento.

Veleta.- Indica la dirección del viento fig. 2

Anemómetro.- Indica la velocidad y dirección fig. 3

Anemógrafo.- Grafica las 24 hrs. las velocidades

Con las mediciones anteriores se puede deducir la frecuencia de los vientos y por lo tanto tabular de la siguiente manera:

	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
V								
n								
nV								
V ²								

La justificación del estudio del viento en la planeación portuaria es significativa, pues aporta datos fundamentalmente para:

Orientar los Muelles

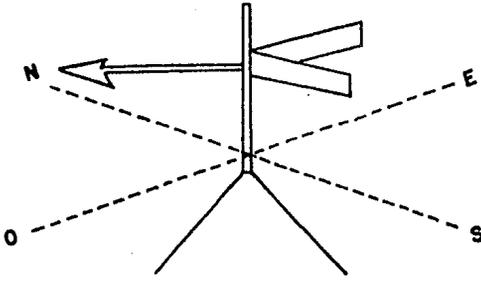
Orientar la Bocana

Predecir el oleaje y las mareas de viento

Valorar el transporte Eólico

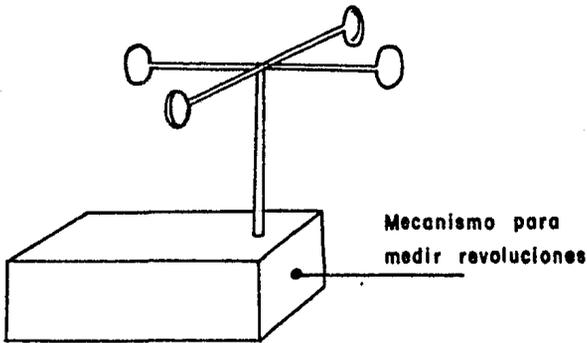
Orientar las escolleras en el caso de puertos artificiales

Debido a la gran influencia que el viento tiene en la formación del oleaje, se hace necesario como dijimos anteriormente, llevar a cabo un procedimiento estadístico de las observaciones sistémicas realizadas en diversas estaciones meteorológicas instaladas expreso, en casi toda la República Mexicana.



V E L E T A

FIG. 11.2



A N E M O M E T R O

FIG. 11.3

El anemógrafo es igual al anemómetro pero cuenta con un aparato graficador

Los resultados del análisis de datos obtenidos se presentan usualmente en un plano llamado "Diagramas de Lenz" en el cual tenemos gráficas que son:

Gráfica de (n)

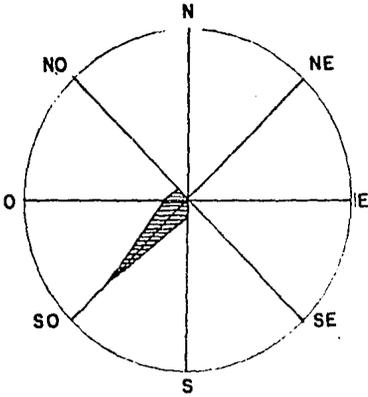
Representa el número de veces que ha soplado el viento en cada dirección. Es la gráfica de la dirección del viento REINANTE en la zona estudiada, estando representada por el valor máximo encontrado.

Se construye la gráfica llevando sobre las direcciones de la rosa de vientos, las longitudes proporcionales a los números obtenidos y uniéndose con trazo continuo los extremos de estas longitudes - este diagrama se llama "Resultante de Lamber".

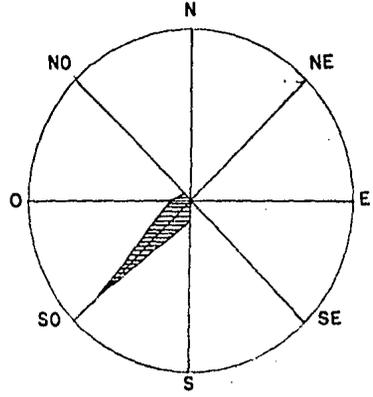
Gráfica de velocidades (v)

Representa el valor de las velocidades que ocurren en cada dirección, se construye llevando sobre la rosa de vientos y a escala los valores representativos de ésta. Esta gráfica nos determina el Viento Dominante.

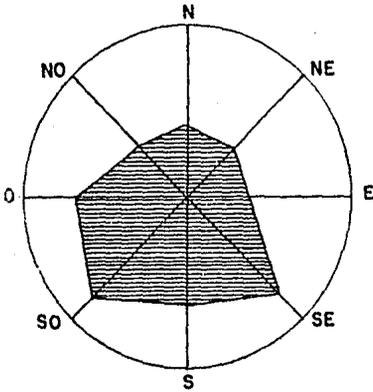
Estos dos diagramas anteriores no tienen aplicación práctica puesto que la velocidad mayor no siempre concuerda con la ocurrencia máxima.



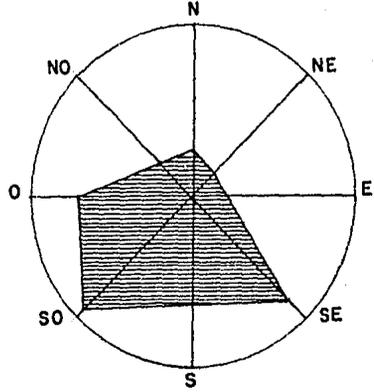
GRAFICA DE "n"



GRAFICA DE "nv"



GRAFICA DE "v máx."



GRAFICA DE "v² max"

Gráfica (nv)

Considera conjuntamente la frecuencia y la intensidad y representa el producto de nv que se llama "Diagrama de Agitación o de Lenz". Nos muestra en forma objetiva la dirección en que se presentan las velocidades y ocurrencias máximas; tiene particular aplicación en los estudios de transporte eólico.

Gráfica de (v^2)

Toma en consideración los cuadros de la velocidad del viento que se ha presentado en cada dirección, pudiendo ser éstas las medias o las máximas. La construcción de estas gráficas es similar a las anteriores.

La utilidad fundamental de esta gráfica es la evaluación de la presión ejercida por el viento sobre las estructuras

II.1.2 ESTUDIOS TOPOBATIMETRICOS

Se llama así a la serie de trabajos que se realizan para conocer los accidentes, tanto terrestres como del fondo de vasos acuíferos, bahías, lagos, lagunas y el mar en general; tienen como objetivo determinar la topografía real, que servirá como base para calcular el volumen de un dragado, las profundidades en las proximidades de una costa, situar y localizar una dársena o una obra de protección. En el caso de los ríos y costas, estos trabajos se hacen sistemáticos para saber el comportamiento del arrastre litoral o de sedimentos, con objeto de detectar las zonas de depósito y/o erosión y consecuentemente proyectar las obras de protección que evitarán o controlarán estos fenómenos.

Equipo

La rapidéz y precisión con que se hagan estos levantamientos depende considerablemente del equipo empleado, por lo tanto es de gran importancia la elección y ajuste de todos los instrumentos.

Metodología utilizada en los levantamientos

Red horizontal.- Como todo levantamiento topográfico la red de apoyo horizontal está formada por una serie de poligonales o trian

gulaciones unidas entre sí, cuya longitud y azimút o ángulos interiores han sido determinados previamente.

Es natural que no puedan darse reglas muy concretas para proyectar toda una red de vértices de poligonación o triangulación; el relieve del terreno, las superficies cubiertas de arbolado, las carreteras y los ferrocarriles son detalles que determinan la clase de red de apoyo que deba de establecerse.

En ríos de poca anchura o ensenadas estrechas, se hace el levantamiento con una sola poligonal en una de las orillas. Si la masa de agua tiene más de cinco kilómetros de anchura, resulta mejor levantar una poligonal por orilla, enlazando con frecuencia ambas poligonales, tanto en azimut como en distancia. Cuando las orillas no son accesibles o están cubiertas por árboles, debe recurrirse a la triangulación.

Red vertical

Se establece una serie de señales de nivel para construir la red de apoyo vertical. Estas señales se disponen cerca de la orilla para facilitar la colocación de las sondas.

Detalle de las orillas

En muchos levantamientos hidrográficos hay que situar todas las irregularidades de las orillas, todos los detalles del terreno y su vegetación, los faros y boyas, etc., para que estos puntos puedan servir de referencia para situar los puntos de sondeo.

Levantamiento taquimétrico

Generalmente todos los detalles del levantamiento hidrográfico, que está cerca de la rívera de los cuerpos de agua, tales como contorno del cuerpo, boyas, vegetación, etc., se hacen por los métodos taquimétricos conocidos.

Este procedimiento está basado en la lectura que se observa sobre el estadal, limitado por la separación de los hilos de la retícula del teodolito. La separación entre hilos generalmente es fija.

En la actualidad prácticamente todos los tránsitos y algunos niveles vienen dotados de estos hilos estadimétricos o de estuche.

Este procedimiento taquimétrico es muy práctico y muy rápido para distancias cortas y de aceptable precisión.

Nivel de referencia

El levantamiento hidrográfico deberá estar referido al nivel me --

dio del mar. (N.M.M.); es decir el banco de nivel de partida -- en el cuál se está apoyando.

El levantamiento deberá estar referido a este plano y en caso de -- que no haya ningún banco de referencia, habrá necesidad de reali--zar una observación de mareas.

Para que estas observaciones sean más exactas, conviene que -- abarquen un período de varios años, sin embargo con las observa--ciones realizadas durante un mes lunar se obtiene la suficiente pre--sición. Los resultados de estas mediciones se comparan con los datos de alguna estación mareográfica cercana que tenga varios -- años de operar, obteniendo de esa comparación el nivel medio del mar.

Situación de los puntos de sondeo

La determinación del relieve del fondo de un cuerpo de agua se lle--va a cabo durante sondeos; al hacer cada sondeo se obtiene la pro--fundidad referida al nivel de agua, corrigiéndola después para refe--rirla al banco de nivel. Antes de trasportar el sondeo ya corregi--do al plano, hay que situar el punto en que se ha efectuado con res--pecto a la poligonal de apoyo.

II .1.3 ESTUDIOS OCEANOGRÁFICOS

Determinan las causas y efectos de un comportamiento de las acciones o fenómenos físicos que ocurren en el mar, como oleaje, mareas y corrientes, y transporte litoral. Esto nos llevará a conocer las características propias de cada lugar en función de la influencia de cada una de las acciones antes mencionadas.

La importancia de este tipo de estudios es fundamental como se verá posteriormente, puesto que aquí en ésta parte del proyecto se determinará si la construcción de la obra se realizará o no en el lugar escogido.

Se puede afirmar entonces que de los estudios previos en obras marítimas estos son los más importantes, como es lógico, la disposición, geometría y características de las obras son una consecuencia de haber interpretado y analizado los datos físicos que se han obtenido en el sitio estudiado.

Tres aspectos, los más importantes dentro de lo que son los estudios oceanográficos: Las mareas, el oleaje y el transporte litoral de sedimentos, serán los que trataremos de describir en este capítulo.

MAREAS

Se llama marea al movimiento periódico que afecta al nivel general del oceano con una oscilación de amplitud variable (de 0.3 a 15.0 m. en las costas francesas) y de un período de 12 ó 24 hrs.

Causas de las mareas

El efecto de atracción que ejercen el sol y la luna sobre la tierra producen las mareas. Desde luego se puede asegurar que estos efectos están descritos por la ley de la Gravitación Universal.

Como la luna al girar alrededor de la tierra lo hace en una órbita elíptica la distancia entre las dos varía constantemente, y como consecuencia la atracción.

El movimiento que tiene la tierra sobre su propio eje ocasiona que el sol y la luna la recorran en toda su redondez diariamente, pero debido a que la segunda tiene su propio movimiento de traslación, su recorrido sufre un atraso diario de 50 minutos aproximadamente lo que origina que después de 29.53 días el atraso total sea de 360°, una consecuencia directa será que las posiciones relativas del sol y la luna varían constantemente, como coincidiendo una vez cada 29.53 días en el novilunio.

Como la atracción resultante en cualquier momento será la suma vectorial de las atracciones de cada astro, al cambiar sus posiciones relativas variará la resultante.

Si a todo lo anterior se agrega que la órbita lunar no conserva una posición relativa constante, sino que también cambia afólicamente se comprenderá que el fenómeno de las mareas es bastante complejo, presentando infinidad de variantes las cuales se reflejan en las horas de ocurrencia, amplitudes y tipos de mareas.

Importancia de las mareas.- Las observaciones de las mareas se justifican, ante la necesidad que tiene el conocer y establecer niveles comunes o planos de comparación de cada uno de los rasgos característicos de la marea; en los diferentes puertos y comunidades costeras.

Esto ha llevado al Instituto de Geofísica de la U.N.A.M., a estudiar en base a los datos estadísticos, el nivel de mareas a todo lo largo de nuestras costas. Los estudios abarcan muchos sitios y está amplia la información que publica anualmente las tablas de predicción de mareas para que tanto el Ingeniero, como el Biólogo o el Geólogo o el científico las consultan en la medida que les son necesarias.

Estudio de Mareas

La determinación de las características de la marea enfrente de la boca, tiene por objeto determinar principalmente, el nivel medio del mar, la pleamar media, la pleamar máxima registrada, la bajamar media y la bajamar inferior mínima registrada, así como el tipo de marea que se presenta, si es diurna, simidiurna o mixta y finalmente las horas en que se presentan los niveles mencionados.

De estos datos, podemos determinar las máximas amplitudes de mareas que se pueden presentar para aperturas de bocas artificiales, posible emigración de las especies marinas hacia la laguna o hacia el mar, para determinar el nivel que se le deben de dar a la corona de las escolleras, el desplante de la plantilla de los canales de interconexión, etc.

Otra información muy importante es la relativa al amortiguamiento de la onda de marea dentro de la laguna en los diferentes sitios de estudio.

Metodología

La medición de mareas y niveles se realizará por medio de limnif

grafos de registros semanal, los cuales se intalarán en puntos es tratégicos y se auxiliarán en sitios de segunda importancia por me dio de reglas de mareas. Debiendo llevarse a cabo un reconocimiento de la laguna para proponer los puntos adecuados.

La información recabada por los limnígrafos antes mencionados, - deberá ser por lo menos de un ciclo anual, así como las pleama-- res y bajamares, dicha información deberá recabarse durante un período de 19 años, pues en éste lapso se presenta un ciclo lunar y con ello tendremos ya fijados el nivel medio del mar, así como los otros niveles, con bastante exactitud. Mientras sucede ésto se podrá ir correlacionando la variación de marea que se tiene con - una estación mareográfica cercana al lugar de estudio, o utilizarse las tablas de pronósticos de mareas editadas por el Instituto de Geofísica de la U.N.A.M., haciendo una interpretación de los datos obtenidos del limnígrafo que mide las variaciones de la onda - de marea para la zona en estudio.

OLEAJE

El oleaje es producido fundamentalmente por la acción del viento- sobre la superficie del agua, aunque puede ser producido también por un terremoto, por el paso de un navío o algún derrumbe.

Las principales características de una ola u onda son:

- 1) "L" Longitud.- Distancia horizontal entre dos puntos homólogos consecutivos de una onda ejemplo: entre cresta y cresta o valle y valle.
- 2) "T" Período.- Es el tiempo transcurrido entre el paso por el mismo punto de dos puntos homólogos consecutivos.
- 3) "H" Altura.- Distancia vertical entre una cresta y un valle.
- 4) "C" Celeridad.- La velocidad de propagación de una onda y se calcula como L/T .
- 5) "F" Frecuencia.- Número de olas que pasan en un determinado tiempo por un punto dado. La unidad de tiempo es el segundo y la frecuencia es igual a $1/T$. (T en segundos).
- 6) " ∞ " Angulo de incidencia de la ola.- Es el ángulo formado por la línea de playa o alguna batimétrica con el frente de onda.

La altura y período del oleaje son función de la velocidad del viento

to (V) del fetch (F) línea dentro de la zona de generación sobre la cual está actuando el viento y del tiempo de duración del mismo (d).

La profundidad ejerce también influencia en la altura de la ola, pero sólo en la zona de aguas intermedias y bajas.

Aguas Profundas

Son la zona dentro de la cual el fondo no tiene ninguna influencia sobre la traslación del oleaje. En esta zona, la relación entre la profundidad y la longitud de onda es mayor de 0.5; $d/L > 0.5$.

Límite de aguas profundas.- Es aquella partir del cual el fondo ejerce su influencia y modifica la altura y longitud de onda de la ola. Dicho límite se presenta donde $\frac{d}{L} = 0.5$.

En la actualidad se ha estudiado el oleaje más a través de modelos matemáticos que a partir de observaciones directas. Los modelos hidráulicos reproducen aceptablemente el comportamiento del oleaje.

Los registros de oleaje en un punto fijo muestran que se presentan trenes de olas más o menos regulares y continuas con diferentes

alturas de ola, períodos y frecuencias, por lo que es difícil encontrar un oleaje representativo. Gracias a estudios estadísticos se ha podido definir la distribución del oleaje y en base a lo anterior se definió la altura de ola significativa que es el promedio del tercio de altura de las olas mayores.

Esta es la que se utiliza para el diseño de obras marítimas.

Análisis estadístico de oleaje

Existen cartas que toman información de oleaje desde las embarcaciones. Ellas son:

Sea & Swell Charts

Ocean Waves Statistics

Estas cartas presentan información de alturas de ola, direcciones períodos y tiempos de acción del oleaje. Para ello definen claramente los términos Sea y Swell.

"Sea" Se refiere al oleaje local, es decir aquel que está comprendido dentro del fetch. De características irregulares y de altura de ola pequeña.

"Swell" Se refiere al oleaje distante o sea aquel que se presenta -

fuera del fetch. De mayor altitud y regularidad que el Sea.

Existen modelos matemáticos para expresar el oleaje distante.

Las tablas del Sea & Swell clasifican el oleaje en:

Bajas (B)

Medias (M)

Altas (A)

De acuerdo a los siguientes rangos :

	OLEAJE LOCAL (SEA)		OLEAJE DISTANTE (SWELL)	
	ALTURA (PIES)	ALTURA (METROS)	ALTURA (PIES)	ALTURA (METROS)
BAJAS	1.3	0.30- 0.90	1-6	0.3 - 1.82
MEDIAS	3.8	0.90- 2.40	6-12	1.82-3.05
ALTAS	8 6 >	> 2.40	12 6 >	> 3.05
CALMAS	< 1	< 0.30	< 1	< 0.30

Fenómenos de distorsión del oleaje

Se pueden distinguir tres fenómenos de éste tipo: Refracción, difracción y reflexión.

El oleaje tiene distintas velocidades dependiendo fundamentalmente

te de la profundidad. Para aguas profundas ($\frac{d}{L} > 0.5$).

la velocidad del oleaje está dada por:

$$C = \sqrt{\frac{g T}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L}}$$

Para aguas intermedias: $0.5 < \frac{d}{L} < \frac{1}{25}$, la celeridad -

oleaje es simplemente:

$$C = \sqrt{\frac{g T}{2\pi}}$$

Para aguas bajas la velocidad es simplemente:

$$C = \sqrt{g d} \quad \text{en donde:}$$

C = Celeridad = velocidad de propagación del oleaje

g = Aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg²

T = Período de la ola

$\pi = 3.14159$

$$\frac{\tanh h}{\cosh h} = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

$\frac{d}{L}$ = Relación de esbeltés = profundidad/longitud de ola

Conforme la profundidad disminuye el fondo empieza afectar el mo

vimiento de las partículas de agua induciéndoles un efecto de fricción que provoca una reducción de la velocidad de las mismas y - por ende una reducción en la velocidad de propagación y en la longitud de ola.

Refracción de Oleaje

Así se conoce al efecto de los cambios en la velocidad de propagación de las olas. Esto es cuando un tren de oleaje penetra a aguas intermedias y bajas las distintas partes de la cresta se desplazan con diferentes velocidades de acuerdo a la profundidad provocando que la cresta o frente de oleaje se doble tratando de seguir la configuración de la batimetría (fig. 9)

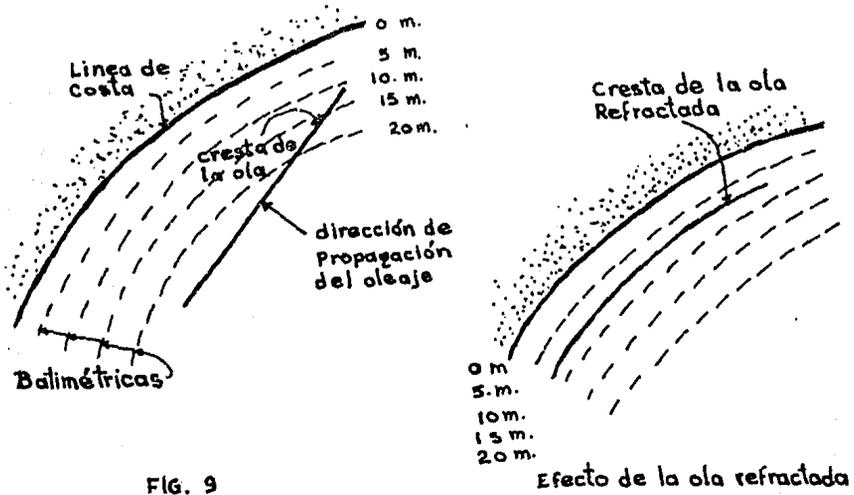


FIG. 9

La importancia de la refracción del oleaje radica en el hecho de - que las estructuras marítimas se construyen en aguas bajas o in- termedias, donde las olas sufren importantes cambios por efecto de la refracción. Un incremento en la altura de la ola equivale a un efecto de concentración de energía.

Reflexión del oleaje

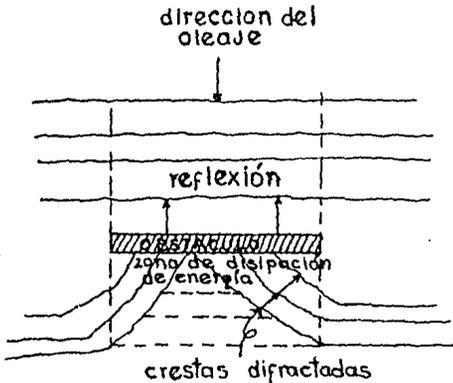
Cuando el oleaje incide sobre un obstáculo se refleja denominándose se a éste fenómeno reflexión. Esto se puede producir de diferen- tes formas, de acuerdo a la dirección del oleaje incidente, con la inclinación de estos y también depende del material con que estén formados.

Cuando la incidencia es normal y el obstáculo tiene paredes verti- cales y lisas el movimiento resultante es una onda estacionaria -- llamada clapotis o chapoteo. El resultado es una ampliación de -- las ondas y su reflexión con el mismo ángulo con que incide.

La reflexión puede llegar a ser crítica cuando los obstáculos tales como muros de contención, malecones y rompeolas tienen paredes verticales o superficiales altamente reflejantes.

Difracción del Oleaje

Cuando una estructura fija o flotante, natural o artificial de longitud finita se interpone en la propagación, de un oleaje, este experimenta algún grado de reflexión, mientras que los frentes de ola que han rebasado los extremos del obstáculo sufren en la vecindad a estas y atrás de la obra una expansión lateral a lo largo de sus crestas, lo cual se conoce como fenómeno de difracción (fig. 10)



El conocimiento de los efectos producidos por la difracción es importante por las siguientes razones.

Fig. 10

- a) La distribución de las alturas de olas en un puerto o en una bahía es influenciada por la difracción.
- b) El diseño y ubicación apropiados para las entradas de los puertos reducen los problemas de azolve y resonancia y requieren de un estudio de difracción.

II.1.4.- Transporte Litoral

El transporte litoral es el resultado de la acción del oleaje y corrientes sobre el suelo marino. Su estudio o evaluación reviste gran importancia si consideramos que una de las funciones específicas de nuestra obra, es precisamente evitar el azolve de las zonas que habrán de quedar protegidas por ésta.

Sobre la forma como se produce el transporte litoral y sus efectos sobre la morfología costera, se pueden distinguir dos zonas, la parte exterior de la playa y la interior de la misma, la frontera entre ellas es precisamente la zona de rompientes. La parte interna puede considerarse a su vez subdividida en dos, la de rompiente y la de strand.

El transporte en la zona exterior es el resultado de la interacción del movimiento oscilatorio de las moléculas de agua y las partículas del fondo. Este movimiento somete a las propias partículas a fuerzas hidrodinámicas que tienden a ser equilibradas por su propio peso, la resultante determinará el estado de movimiento o reposo en el que se encuentren las partículas del fondo.

En la parte interior, el transporte se deberá principalmente al --

efecto turbulento del rompimiento del oleaje por lo que el material puesto en suspensión se moverá por el fondo en trayectoria de zig-zag o diente de sierra, dando por resultado una componente neta de transporte paralela a la línea de playa.

En resumen; antes de la rompiente se tendrá un arrastre de fondo con el mismo sentido de la propagación del oleaje mientras que después de esa zona se presentará transporte en suspensión y de fondo con una configuración sensiblemente paralela a la línea de playa.

Creemos que con la descripción anterior se dá una idea clara de lo que es el arrastre litoral, cuando menos en cuanto a las causas y efectos que produce en las zonas costeras, que son al final de —cuentas las zonas que se ven mayormente afectadas por este fenómeno.

Criterios para valuar el transporte litoral: a pesar del avance — que ha tenido la hidráulica marítima en los últimos 35 años, en el conocimiento de procesos costeros, predicción de oleaje y en la — interacción entre el oleaje y las partículas del fondo del mar, aún no se resuelve en forma completa la evaluación del transporte de arena a lo largo de una playa producido por el oleaje.

Desde un punto de vista exacto queda mucho por hacer, toda vez - que aún no es conocida la forma como el material del fondo es - - arrastrado en cada instante mientras la ola pasa sobre él. Sin - - embargo existen varios procedimientos y fórmulas para cuantifi-- car el transporte litoral.

Los métodos para valuarlo se pueden dividir de la siguiente ma- - nera:

- a).- Obras marítimas de calibración o prueba (escolleras o trincheras).
- b).- Fórmulas empíricas en función de las características - del oleaje.
- c).- Fórmulas empíricas en función de la energía del oleaje y material playero.
- d).- Fórmulas en función de la velocidad de la corriente lito- ral.
- e).- Uso de trazadores

Todos los métodos citados son válidos y aplicables y su utilización dependerá del grado de exactitud que se requiera en los datos, in- cluso en algunos casos podrán aplicarse dos o más de ellos para -

comparar los resultados. Como puede verse el sólo estudio de -
 estos podría ser un tema completo para desarrollar, por lo que -
 solo citaremos una de las fórmulas más utilizadas para valuar el
 transporte litoral en función de la energía del oleaje y material -
 playero.

Fórmula de Larras

$$\Phi_S = K' g H^2 T \text{ Sen } (7/4 \alpha)$$

donde:

Φ_S = Gasto en m^3 /día

K' = función de la esbeltéz de ola y diámetro medio del
 material playero (D_{50}) en mm. y se expresa como

$$K' = 0.118 \times 10^{-5} (D_{50})^{1/2} (L_o/H_o)$$

H = altura de ola en pies

T = período de la ola en seg.

α = ángulo en la zona de rompientes entre la cresta de la
 la ola y la línea de playa.

Haciendo operaciones la ecuación se puede escribir como:

$$\Phi_S = 1.56 \frac{H^2 T^3}{H_o D_{50}^{1/2}} \text{ Sen } 7/4 \alpha$$

CAPITULO III

III.1 Tipos de Obras

Dentro de las obras marítimas exteriores propiamente dichas se citan las siguientes

- a) Rompeolas
- b) Escolleras
- c) Espigones

En este capítulo se tratarán desde un punto meramente descriptivo los aspectos de diseño y cálculo enfocados específicamente a las escolleras y/o rompeolas.

Las escolleras se construyen para crear puertos artificiales, haciendo seguras las maniobras y operaciones de las embarcaciones también se construyen para encauzar una corriente o flujo de marea hacia una área determinada; para evitar el azolve en canales, bocas marinas, desembocaduras de ríos o zonas estuarinas provocado por el transporte litoral.

A veces se construyen rompeolas aislados de la costa y actúan como barreras contra el arrastre litoral, causado por el oleaje y que se distribuye a lo largo de la playa, provocando azolve en un lado y erosión en el otro.

Se dá el caso en que los "bajos" y arrecifes funcionan como rompeolas, creando una área de aguas tranquilas.

Tipos de Escolleras.- Los tipos contruidos, originalmente se clasifican como:

- a). De paramento vertical
- b). Mixto
- c). De Talud

El rompeolas de paramento vertical, está compuesto por un muro de paramento vertical (ó casi vertical), que se desplanta directamente sobre el terreno natural ó sobre un enrocamiento colocado abajo de la superficie del agua. El enrocamiento se considera como cimiento del muro ó como subestructura sobre la que vá un muro como superestructura. La cimentación se prepara colocando capas de piedra, hasta obtener la capacidad necesaria para soportar la estructura completa.

Se usan en aguas relativamente profundas en donde el oleaje incidente sobre ellos no pueda romper y sea reflejado hacia el mar.

El muro ó superestructura del rompeolas de paramento vertical, se construye de bloques ó cajones de concreto.

Rompeolas Mixto

El criterio para distinguir un rompeolas mixto de uno de para-

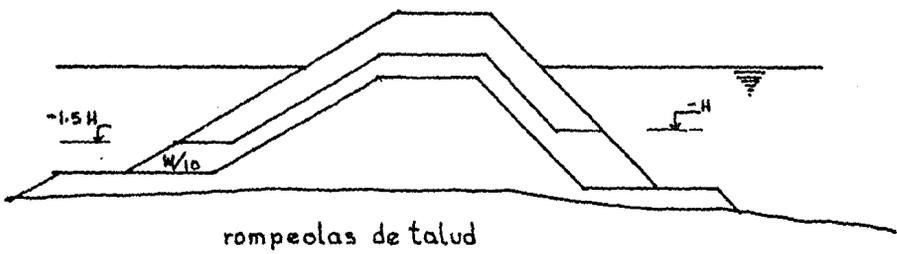
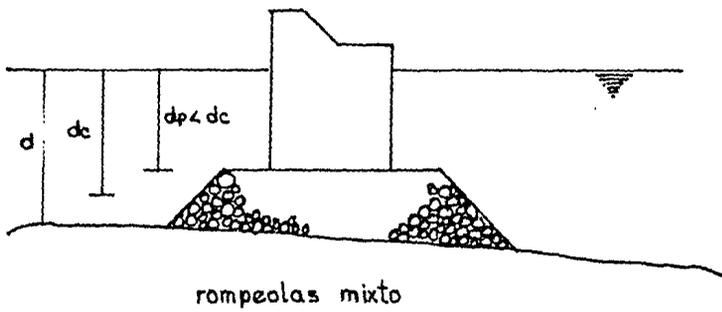
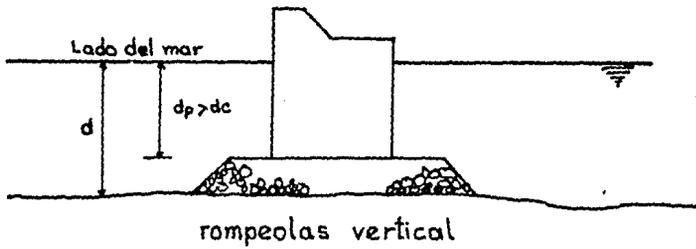
mento vertical, es que en este último, el tirante de agua sobre el enrocamiento debe ser mayor que la amplitud del Clapotis, y en el mixto lo contrario (la ola estacionaria resultante de la superposición de la ola incidente con la ola reflejada se llama Clapotis).

Rompeolas construidos como rompeolas de paramento vertical en aguas con profundidad insuficiente, funcionan como rompeolas mixtos con los inconvenientes correspondientes.

Rompeolas de Talud

Las secciones transversales de estas estructuras se construyen de material petreo de la siguiente manera:

Primero se coloca una capa de piedra de tamaños relativamente chicos (de 5 a 25 Kg.) la cual forma el NUCLEO de la escollera, a continuación se coloca una segunda capa con piedra de mayor peso y tamaño (de 50 a 500 Kg.) conocida como CAPA SECUNDARIA y finalmente una o dos capas de piedra con mayor pesos que las de la capa secundaria, y que se conoce como CORAZA (de 500 a 3000 Kg.) y es la que resiste directamente el ataque del oleaje; cabe aclarar que los pesos mencionados entre paréntesis pueden ser o no reales ya que los pesos para cada una de las capas se determinan mediante fórmulas que consideran varios factores que se mencionan



d - tirante de agua
 d_c - tirante de agua mínimo
 d_p - profundidad al pie del muro

en este mismo capítulo.

Cuando por alguna circunstancia no es posible conseguir piedra - de los pesos que especifica un proyecto, la Coraza se puede formar con elementos artificiales de concreto precolado tales como, bloques, tetrápodos, tribarras, domos, etc. La característica principal, en cuanto a funcionamiento, es que estas estructuras disipan la energía de la ola incidente provocando que la ola rompa en su talud y causando sólo una reflexión parcial.

Estos rompeolas son los que más comúnmente se utilizan debido a las siguientes razones:

1. - Son relativamente fáciles de construir y reparar.
2. - Sólo sufren daños graduales a medida que son atacados por las olas de mayor altura que las consideradas en el diseño.

Otros tipos de rompeolas, además de los mencionados son:

Cajones de concreto
Tablaestacados
Huacales
Enrocamiento y Concreto asfáltico
Corazón de arena con recubrimiento de concreto asfáltico.

Rompeolas de Cajones de Concreto.- Los cajones se construyen-

en tierra sobre planos inclinados para facilitar su botadura. Se -
llevan flotando al lugar en donde se colocan sobre una cimentación
preparada, generalmente de piedra producto de la explotación de -
una cantera. Los cajones se rellenan de piedra o arena para dar-
les estabilidad y por último se coloca un coronamiento de concre-
to.

Rompeolas de Tablestacas.- Donde las condiciones del oleaje no-
son muy severas, se construyen rompeolas de tablestacas de con-
creto o de acero. Los rompeolas de tablestacas se conciben como
cajones de tablestacas unidas entre sí o como dos paredes de tables-
tacas sirviendo una a la otra de anclaje mediante tensores y dia-
fragma relleniéndose con arena y poniéndoles un coronamiento de -
concreto.

Rompeolas de enrocamiento y Concreto Asfáltico.- Son rompeo-
las de estructuras de enrocamiento en las cuales se rellenan los
huecos con concreto asfáltico, usando dispositivos especiales.

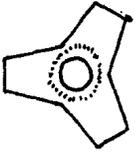
Rompeolas con corazón de arena y recubrimiento asfáltico.- En -
principio, es un bordo de arena con una coraza de concreto asfál-
tico. Teóricamente, es una estructura estable y duradera, pero -
en la práctica es muy difícil lograrlo, ya que cualquier falla en la

coraza permite la fuga de arena, que constituye el corazón o núcleo, produciéndose rápidamente su destrucción.

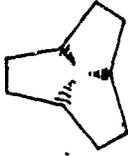
Dependiendo de la altura alcanzada por la ola, se clasifican los rompeolas con talúd como rebasables, o no. Un rompeolas se considera como no rebasable, cuando para cualquier condición del mar las olas no pasen por encima de él. Cuando las olas pasen total o parcialmente por encima del rompeolas este se denomina franqueable.

De acuerdo a la constitución de la coraza.- Ya se dijo que la coraza es la que directamente resiste el ataque del oleaje y ésta puede estar formada por fragmentos de roca natural o por elementos artificiales .

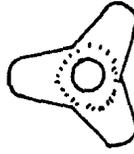
Los elementos artificiales se fabrican de concreto hidráulico, originalmente fueron de forma cúbica o paralelepípeda. Con la ayuda de los modelos hidráulicos, se han obtenido nuevas formas con ventajas sobre los cubos originales. De los elementos artificiales el más común es el Tetrápodo, que permite talúdes más empinados (con el mismo peso de los elementos naturales y artificiales que pudieran usarse en la coraza), por la sencilla razón de



PLANTA



FONDO



PLANTA

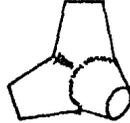


FONDO



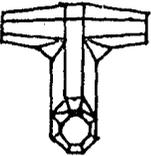
ELEVACION

CUADRIPODO

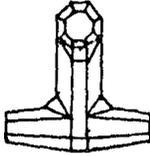


ELEVACION

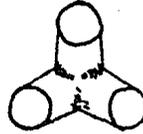
TETRAPODO



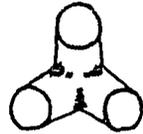
PLANTA



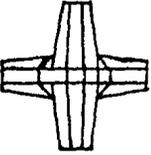
FONDO



PLANTA

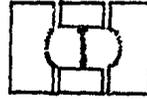


FONDO



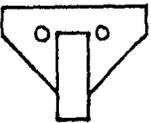
ELEVACION

DOLOS

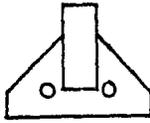


ELEVACION

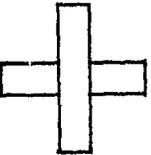
TRIBARRA



PLANTA



FONDO



ELEVACION

DOM

ELEMENTOS ARTIFICIALES DE CONCRETO.

que el porcentaje de vacíos de mayor que con cualquier otro elemento.

Rompeolas Compuestos.- Este tipo de estructuras, no es más -- que la combinación de los anteriores por ejemplo de enrocamiento con elementos precolados, estructuras o cajones de concreto -- con paramentos verticales, inclinados o escalonados y todas las -- combinaciones que el proyecto y las necesidades permitan .

Rompeolas Flotantes.- Existen varios diseños de este tipo y consisten en anclar mediante una estructura en el fondo del mar un obstáculo flotante que deberá colocarse precisamente en la zona de rompientes de ola. Este tipo de rompeolas se utiliza solamente donde las alturas de ola no son muy fuertes.

Rompeolas Neumáticos.- Este tipo de diseño es otra innovación para romper la energía del oleaje y consiste en la colocación de una tubería sumergida en el fondo del mar, perforada en la parte superior sellada en un extremo y con inyección de aire a presión en el otro. Mismo que al salir por la superficie perforada forma una barrera de burbujas de aire que provocan que la ola incidente se vea atenuada por la disipación de energía provocada.

Es evidente que la longitud, orientación y capacidad de presión para formar la corriente de burbujas deberá ser proporcional al tipo de oleaje incidente y lugar que se desea protegerse recomienda utilizar este tipo de rompeolas en lugares dónde el oleaje incidente no es muy fuerte.

III.2.- Dimensionamiento y Fórmulas

Hay dos aspectos fundamentales que deberán considerarse en el diseño de escolleras: Geometría y Estabilidad de la sección transversal, Esto nos obliga al análisis detallado de las características del oleaje y la disponibilidad y características de los materiales de construcción.

Desde luego que la geometría y estabilidad están íntimamente ligadas. La geometría también depende de la finalidad de la obra, es por esto que la utilización de modelos reducidos es a menudo, una de las mejores herramientas con que se cuenta para el diseño de este tipo de obras. Como se sabe, esto nos predetermina en forma muy aproximada el comportamiento de nuestra estructura en la realidad.

El diseño de la sección transversal de un rompeolas, consiste en

cálculo el peso de los elementos que se deberán utilizar para formar la coraza. Una vez determinado esto, se obtiene relativamente fácil el espesor de la propia coraza, de la capa secundaria y el núcleo así como los pesos límite de los elementos que han de utilizarse en estas dos últimas.

Es importante mencionar que el cálculo de los elementos de la coraza se basa en la altura de la "ola significativa" ($H_1/3$ ó H_s), -- que viene siendo el parámetro que nos determinará la ola de proyecto, esto es las dimensiones de la escollera.

Se define la altura de Ola Significante, como "el promedio del tercio medio de las olas más altas de un grupo o tren de olas dadas". Es decir que un grupo de olas se divide en 3 partes, uno de olas bajas otro de olas medias y otro de olas altas. La altura promedio de este último grupo, constituye lo que se denomina OLA SIGNIFICANTE. De igual manera se obtiene el PERIODO SIGNIFICANTE que interviene en algunas de las fórmulas que se conocen para el cálculo.

A la fecha se conocen 18 fórmulas para la determinación de los pesos de los elementos que componen la coraza; en todas ellas intervienen la altura de OLA SIGNIFICANTE, el ángulo que el talud for

ma con la horizontal y el peso específico del material. Como ya dijimos en algunas interviene también el período de la ola significativa.

Solamente mencionaremos las más conocidas y utilizadas en nuestro medio.

$$\text{Irfbarren} \quad P = \frac{K H^3 d}{(S_r - 1)^3 (\cos \alpha - \text{Sen } \alpha)^3} \quad S_r = \frac{\delta'_m}{\delta'_w}$$

$$*\text{Hud son} \quad P = \frac{H^3 \delta'_m}{K \cot \alpha (S_r - 1)^3}$$

$$\text{Beaundeivin} \quad P = K \frac{1}{\cot \alpha - 0.8} \cdot 0.15 \frac{H^3 d}{(d - 1)^3}$$

en donde:

P = Peso en toneladas del elemento a utilizar

S_r = Densidad relativa de la roca o concreto utilizado = $\frac{\delta'_m}{\delta'_w}$

K = Coeficiente con valor diferente para cada fórmula

α = Angulo que forma el talud de la estructura con la horizontal.

H = Altura de la ola significativa o de proyecto

δ_m' = Peso específico de la roca o elemento utilizado

δ_w' = Peso específico del agua = 1000Kg/m³

Para el cálculo del espesor de las capas

Este espesor se calcula a partir de la fórmula:

$$e_{mc} = nKA \left(\frac{P}{d} \right)^{1/3}$$

en donde:

n = Número de capas

KA = Coeficiente de capa y porosidad para diferentes elementos
de coraza (Tabla III.2).

P = Peso del elemento en Kgs.

d = Peso específico del material

Cálculo de los pesos del núcleo y capa secundaria.

Estos pesos se obtienen de la siguiente forma:

Peso capa secundaria $P_c = \frac{P \text{ coraza}}{10} \text{ a } \frac{P \text{ coraza}}{15}$

Peso elementos del núcleo $P_n = \frac{P \text{ coraza}}{200} \text{ a } \frac{P \text{ coraza}}{6000}$

Determinación del Coeficiente K.

Del método de Hudson, este coeficiente es el de trabazón y se obtiene de la tabla III-1.

T A B L A III.1

VALORES DE Kd. PARA DETERMINAR EL PESO DE LOS ELEMENTOS DE LA CORAZA

(Criterio sin daños)

Tipo de Elemento	N	(a) Colocación	(b) Ola Rompiente	(c) Ola no Rompiente	(b) Ola Rompiente	(c) Ola no Rompiente
		CUERPO O TRONCO DE LA ESTRUCTURA			CADEZA O MORRO DE LA ESTRUCTURA	
1.- Piedra de cantera lisa y redondeada	2	a Volteo	2.5	2.6	2.0	2.4
2.- Piedra de cantera lisa y redondeada	>3	a Volteo	3.0	3.2	-o-	2.9
3.- Piedra de cantera rugosa y angular	1	a Volteo	2.3	2.9	2.0	2.3
4.- Piedra de cantera rugosa y angular	2	a Volteo	3.0	3.5	2.7	2.9
5.- Piedra de cantera rugosa y angular	>3	a Volteo	4.0	4.3	-o-	3.8
6.- Piedra de cantera rugosa y angular	2	Especial	5.0	5.5	3.5	4.5
7.- Cubo modificado	2	a Volteo	7.0	7.5	-o-	5.0
8.- Tetrápodo	2	a Volteo	7.5	8.5	5.0	6.5
9.- Cuadrípodo	2	a Volteo	7.5	8.5	5.0	6.5
10.- Hexápodo	2	a Volteo	8.5	9.0	5.0	7.0
11.- Tribarra	1	Uniforme	12.0	15.0	7.5	9.5
12.- Piedra de cantera angular o graduda		a Volteo	Kd. = 1.7 para profundidades < 20' y Kd = 1.3 Profs. > 20'			

T A B L A III.2

COEFICIENTE DE CAPA Y POROSIDAD PARA DIFERENTES ELEMENTOS DE CORAZA

Elemento de Coraza	N	Colocación	Coef. de capa KA'	Porosidad %
Pidra	2	al azar	1.0	38
Piedra	3	al azar	1.0	40
Cubo Modificado	2	al azar	1.1	47
Tetrápodo	2	al azar	1.0	50
Cuadrípodo	2	al azar	1.0	50
Exápodo	2	al azar	1.15	47
Tribarra	2	al azar	1.0	54
Tribarra		uniforme	1.13	47
Piedra Graduada		al azar		37

CAPITULO V

ANÁLISIS DE COSTOS

Proporcionamos aquí los datos básicos, análisis de costos (directo e indirecto), costos horarios de maquinaria y precios unitarios de los conceptos básicos que se manejan en la construcción de escolleras tales como:

1. Explotación de roca en banco, para núcleo y capa secundaria.
2. Explotación de roca en banco, para corona.
3. Carga y acarreo de roca 1^{er} kilómetro.
4. Carga y acarreo de kilómetros subsecuentes.
5. Colocación de roca.

Estos representan aproximadamente el 95% del costo total de la obra y el 5% restante es de conceptos de detalle y no es la intención del capítulo determinar el costo de la obra; por lo tanto no deberán ser enjuiciados en sentido estricto de aplicación, para cuestiones presupuestales. Si no como lo que son, análisis de precios y costos.

VALUACION DEL COSTO INDIRECTO:

1. Costo de Operación por Administración Central

Se considera el costo anual de oficinas centrales en:

\$ 22'500,000.00

y se estima operar un volumen aproximado de obra por:

\$ 750,000,000.00

por lo tanto el cargo por oficina central es de

$$\frac{\$ 22,500,000.00}{\$ 750,000,000.00} = 3.00 \%$$

2. Gastos Generales y Administración de Obra

$$\frac{\text{Gastos de Campo}}{\text{Costo Directo}} = \frac{\$ 24'823,956.00}{\$ 165'493,044.00} = 15.00 \%$$

2. Imprevistos 5.00 %

4. Financiamiento 5.00 %

5. Fianzas y Seguros 1.30 %

6. Impuestos 14.70 %

COSTO INDIRECTO 44.00 %

VALUACION DE LA UTILIDAD

Se considera para esta obra una utilidad del 10.00 %

DATOS BASICOS

CATEGORIA	SALARIO BASE	FACTOR %	JORNAL
1: Mecanico Diesel	\$ 5,000.00	99.70	\$ 9,985.00
2: Cabo General	\$ 5,000.00	99.70	\$ 9,985.00
3: Almacenista	\$ 3,750.00		\$ 6,555.00
4: Fierro	\$ 4,000.00	79.76	\$ 7,192.00
5: Albañil	\$ 4,250.00	84.74	\$ 7,859.00
6: Poblador	\$ 7,500.00	166.00	\$ 12,477.00
7: Cargador	\$ 5,000.00	99.70	\$ 9,985.00
8: Ayudante General	\$ 3,125.00	62.51	\$ 5,072.00
9: chofer	\$ 4,000.00	79.76	\$ 7,192.00
10: Operador General	\$ 5,000.00	99.70	\$ 9,985.00
11: Perforista	\$ 5,000.00	99.70	\$ 9,985.00
12: Carpintero	\$ 4,000.00	79.76	\$ 7,192.00
13: Peon	\$ 2,850.00	56.83	\$ 4,470.00
14: Velador	\$ 3,125.00	62.51	\$ 5,072.00

Análisis Preliminar

1: Hora máquina Tractor DG-7 con motor Diesel de 200 H.P., servo transmisión sobre orugas, completo con hoja anquable No. 7-A accionado hidráulicamente y escarificador No. 7 tipo paralelogramo con 3 dientes.

Valor de adquisición	\$ 120'960,000. ⁰⁰
Valor de llantas	\$ - - -
Suma	\$ 120'960,000. ⁰⁰
Valor de rescate	\$ 24'192,000. ⁰⁰
Valor amortizable	\$ 96'768,000. ⁰⁰

a) Cargas Fijas

Depreciación	$\frac{\$ 96'768,000.00}{9,000 \text{ Hrs.}}$	=	\$ 10,752. ⁰⁰ /Hr.
Mant. Mayor	$0.75 \times \$ 10,752.00/\text{hr.}$	=	\$ 8,064. ⁰⁰ /Hr.
Mant. Menor	$0.25 \times \$ 10,752.00/\text{hr.}$	=	\$ 2,688. ⁰⁰ /Hr.
Almacenaje	$0.08 \times \$ 10,752.00/\text{hr.}$	=	\$ 860. ¹⁶ /Hr.
Inversión	$\frac{0.09 \times \$ 145'152,000.00}{2 \times 1800}$	=	\$ 3,628. ⁸⁰ /Hr.
Seguros	$\frac{0.015 \times 3,628.80}{0.09}$	=	\$ 604. ⁸⁰ /Hr.

b) Consumos

Diesel	$200 \text{ H.P.} \times 0.1032 \times \$ 125.00$	=	\$ 2,580. ⁰⁰ /Hr.
Aceite	$200 \text{ H.P.} \times 0.0034 \times \$ 480.00$	=	\$ 326. ⁴⁰ /Hr.
Grasa, estopa, etc. 10% v.c.		=	290. ⁶⁰ /Hr.

c) Otros consumos

- - -

d) Operación	$\frac{\$ 9,985.00/\text{tno.} \times 365 \text{ tno./año.}}{1800 \text{ hr./año.}}$	=	\$ 2,024. ⁷⁴ /Hr.
--------------	--	---	------------------------------

Costo hora - Máquina \$ 31,919.⁵⁰/Hr.

Análisis Preliminar

2. Hora máquina compresor portátil "Chicago Pneumatic" de 600 P.C.H. motor diesel rods Royce mod. 06-TFL. de 6 cilindros y 200 H.P. sobre rodada neumática.

valor de adquisición \$ 23'839,000.⁰⁰

valor de llantas -- --

Suma \$ 23'839,000.⁰⁰

valor de rescate 15% \$ 3'575,850.⁰⁰

valor amortizable \$ 20'263,150.⁰⁰

Dr. Cargas Fijas

Depreciación \$ $\frac{20'263,150.^{00}{6.000 \text{ hr.}}}$ = \$ 3.377.¹⁹/Hr.

Manf. Mayor 0.75 x \$ 3.377.¹⁹ hr. = \$ 2.532.⁸⁹/Hr.

Manf. Menor 0.25 x \$ 3.377.¹⁹ hr. = \$ 844.⁸⁰/Hr.

Almacenaje 0.12 x \$ 3.377.¹⁹ hr. = \$ 405.²⁶/Hr.

Inversión $\frac{0.09 \times 27'414,850.^{00}}{2 \times 1200}}$ = \$ 1.028.⁰⁵/Hr.

Seguros $\frac{0.015 \times 1,028.^{05}}{0.09}}$ = \$ 171.³⁴/Hr.

Dr. Consumos

Diesel 200 H.P. x 0.062 x \$ 125.⁰⁰ = \$ 1,550.⁰⁰/Hr.

Aceite 200 H.P. x 0.002 x \$ 480.⁰⁰ = \$ 192.⁰⁰/Hr.

Grasa, estopa, etc., 10% v.c. = \$ 17.⁴²/Hr.

e) otras consumas -- --

d) Operación -- --

costo hora máquina \$ 10,118.⁴⁵/Hr.

Análisis Preliminar

3: Hora-máquina perforadora stenwick mod. record 3.1-5 para barrenos de 3" a 4" ϕ , martillo A.S.S. 80 con consumo de aire de 127 p.c.u., tubo de perforación de 70 mm. a 2" $\frac{3}{4}$ ϕ y manguera de 1" $\frac{1}{4}$ ϕ .

Valor de adquisición	\$ 16'800,000. ⁰⁰
Valor de llantas	- - -
Suma	\$ 16'800,000. ⁰⁰

Valor de rescate	- - -
Valor amortizable	\$ 16'800,000. ⁰⁰

a) Cargos Fijos

De depreciación	\$ 16'800,000. ⁰⁰		\$ 2,400. ⁰⁰ /Hr.
	7,000 hr.	=	

Hant. Mayor	0.64 x \$ 2,400. ⁰⁰		= \$ 1,536. ⁰⁰ /Hr.
-------------	--------------------------------	--	--------------------------------

Hant. menor	0.21 x \$ 2,400. ⁰⁰		= \$ 504. ⁰⁰ /Hr.
-------------	--------------------------------	--	------------------------------

Almacenaje	0.12 x \$ 2,400. ⁰⁰		= \$ 288. ⁰⁰ /Hr.
------------	--------------------------------	--	------------------------------

Inversión	$\frac{0.09 \times \$ 16'800,000.00$		= \$ 630. ⁰⁰ /Hr.
-----------	--------------------------------------	--	------------------------------

Seguros	$\frac{0.015 \times \$ 630.00$		= \$ 105. ⁰⁰ /Hr.
---------	--------------------------------	--	------------------------------

b) Consumos

c) otros consumos

aceite lubricante	0.125 lt./hr x 480. ⁰⁰		= \$ 60. ⁰⁰ /Hr.
-------------------	-----------------------------------	--	-----------------------------

d) Operación	$\frac{\$ 9,985.00/Tno. \times 365 \text{ dño}}{1800 \text{ hr./año}}$		= \$ 2,024. ⁷⁴ /Hr.
--------------	--	--	--------------------------------

costo hora-máquina	\$ 7,547. ⁷⁴ /Hr.
--------------------	------------------------------

Análisis Preliminar

4^a Grúa LINK-BELT speeder mod. LS-108-B montada sobre orugas, con capacidad de 45 Ton. con motor diesel Caterpillar D-333.CT de 121 H.P. y pluma de 60' de longitud.

Valor de adquisición	\$ 151'872,000.00
Valor de Llantas	- - -
Suma	\$ 151'872,000.00
Valor de rescate 15%	\$ 22'780,800.00
Valor amortizable	\$ 129'091,200.00

a) Cargos fijos

Depreciación	\$ $\frac{129,091,200.00}{11,000 \text{ hr.}}$	=	\$ 11,735. ⁵⁶ /Hr.
Mant. mayor	0.79 x \$ 11,735. ⁵⁶	=	\$ 9,271. ⁰⁹ /Hr.
Mant. menor	0.26 x \$ 11,735. ⁵⁶	=	\$ 3,051. ²⁴ /Hr.
Almacenaje	0.10 x \$ 11,735. ⁵⁶	=	\$ 1,173. ⁵⁶ /Hr.
Inversión	$\frac{0.09 \times \$ 174'652,800.00}{1,400 \text{ hr.}}$	=	\$ 11,227. ⁶² /Hr.
Seguros	$\frac{0.015 \times \$ 11,227.62}{0.09}$	=	\$ 1,871. ²⁶ /Hr.

b) Consumos

Diesel 121 H.P. x 0.0774 x \$ 125.00	=	\$ 1,170. ⁶⁷ /Hr.
Aceite 121 H.P. x 0.0025 x \$ 480	=	\$ 145. ²⁰ /Hr.
Grasa, estopa, etc. 10% C.V.	=	\$ 131. ⁵⁹ /Hr.

c) Otros consumos

d) Operación	$\frac{9,985.00/\text{tno} \times 365 \text{ tno/año}}{1,400 \text{ hr/año}}$	=	\$ 2,603. ²³ /Hr.
--------------	---	---	------------------------------

Costo hora suajuma \$ 42,381.¹⁰/hr.

Análisis Preliminar

5r Camión de Volteo de 7 m³, motor de gasolina de 200 H.P.; 6 Llantas de 900x20 12 capas de nylon caja de acero reforzada y gato hidráulico de 8" para 14 ton.

Valor de adquisición		\$ 8'000,000.00		
Valor de Llantas		\$ 480,000.00		
suma		\$ 7'520,000.00		
Valor de rescate 20%		\$ 1'496,000.00		
Valor de amortización		\$ 5'824,000.00		

a) Cargos fijos

Depreciación		\$ 5'824,000.00		
		8 000 hr.	=	\$ 728.00/Hr.
Mant. mayor	0.60 x \$	728.00	=	\$ 436.80/Hr.
Mant. menor	0.20 x \$	728.00	=	\$ 145.60/Hr.
Almacenaje	0.08 x \$	728.00	=	\$ 58.24/Hr.
Inversión	0.09 x \$	9'676,000.00	=	\$ 272.70/Hr.
		2 x 1600 hr.		

b) Consumos

Gasolina	200 H.P. x 0.0893 x	141.00		\$ 2,518.26/Hr.
Aceite	200 H.P. x 0.0020 x	480.00	=	\$ 192.00/Hr.
Grasa, estopa, etc.	10% C.V.		=	\$ 271.00/Hr.

c) Otros consumos

Llantas	\$ 480,000.00			
	2500 hr.	=	=	\$ 192.00/Hr.

d) Operación	\$ 7,192.00/tno			
	8 hr./tno.	=	=	\$ 899.00/Hr.

Costo-Horario Camión = \$ 5,804.53/Hr.

Análisis Preliminar

6 Remolcador con motor diesel de 150 H.P. casco metálico de 9.76 m. de eslora, 3.05 m. de manga y 1.53 m. de puntal.

Valor de adquisición \$ 17'000,000.00

Valor de llantas \$ - - -

Valor de rescate 10% \$ 1'700,000.00

Valor de amortización \$ 15'300,000.00

a) Cargos fijos

Depreciación $\frac{\$ 15,300,000.00}{20,000 \text{ hr.}}$ = \$ 765.00/Hr.

Mant. mayor $1.60 \times \$ 765.00$ = \$ 1,224.00/Hr.

Mant. menor $0.64 \times \$ 765.00$ = \$ 489.60/Hr.

Mantenaje $0.44 \times \$ 765.00$ = \$ 336.60/Hr.

Inversión $\frac{0.09 \times \$ 18'700,000.00}{2 \times 2000 \text{ hr.}}$ = \$ 420.75/Hr.

Seguros $\frac{0.015 \times 420.75/\text{hr.}}{0.09}$ = \$ 70.12/Hr.

b) Consumos

Diesel $130 \text{ H.P.} \times 0.1010 \times 125.00$ = \$ 1,613.75/Hr.

Grasa $150 \text{ H.P.} \times 0.0040 \times 480.00$ = \$ 288.00/Hr.

c) Otros consumos

d) Operación

1 operador \$ 9,985.00 /no.

1 ayudante \$ 5,072.00 /no.

$\frac{\$ 15,057.00/\text{no.} \times 3 \text{ no.}}{16 \text{ hr.}}$ = \$ 2,823.19/Hr.

Costo horario máquina \$ 8,311.01/Hr.

Precios Unitarios

1: Explotación en banco de roca con peso de de 5 a 15 kg. incluye: Explotación, selección, clasificación, material de desperdicio, carga mecánica a vehículo, acarreo a 1 Km. peajes y descarga, así como cargos por equipo y herramienta para la perforación, péstado y tronado, dinamita, materiales necesarios y mano de obra. Material medido en banco de ducido el desperdicio.

a) Explotación del banco

2 Compresores de 600 P.C.M. \$ 10,112.⁴⁵ x 2 = \$ 20,226.⁹⁰

1 perforadora Stenwick 250 P.C.H. \$ 7,547.⁷⁴/hr = \$ 7,547.⁷⁴

2 perforadoras manuales \$ 1,625.⁶⁶/hr. x 2 = \$ 3,251.³²

\$ 31,155.⁹⁶/hr.

producción por barreno $2.00 \times 2.00 \times 5.00 \text{ m} = 20.00 \text{ m}^3$

$\frac{20.00 \text{ m}^3}{500 \text{ (long. barreno)}} = 4.00 \text{ m}^3/\text{m}$

rendimiento de la perforadora 7.00 m/hr.

7.00 m/hr x 0.90 de sobre barrenación = 6.30 m/hr.

4.00 m³/m x 6.30 m/hr. = 25.20 m³/hr.

$\frac{\$ 31,155.⁹⁶ / \text{hr.}}{25.20 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 1,236.^{35} / \text{m}^3}$

Materiales de consumo

1 broca de 85 mm. (85 HSS) = \$ 284,000.⁰⁰

$\frac{\$ 284,000 / \text{Pza}}{200 \text{ m} / \text{Pza.} \times 4 \text{ m}^3/\text{m}} = \$ 355.^{00} / \text{m}^3}$

Mano de obra

0.1 Cabo \$ 998.⁵⁰
1.0 poblador \$ 12,477.⁰⁰
2.0 perforistas \$ 19,970.⁰⁰
2.0 Ayudantes \$ 10,144.⁰⁰
1.0 Operadora \$ 9,985.⁰⁰

Suma \$ 53,574.⁵⁰/lno.

$\frac{\$ 53,574.⁵⁰/lno.}{26.30 \text{ m}^3/\text{hr.} \times 8 \text{ hr./lno.}} = \$ 265.74/\text{m}^3$

Explosivos

para voladura de frente 320 gr./m³
para barrenos arrastrados 180 gr./m³
420 gr./m³

dinamita

$0.420 \text{ kg/m}^3 \times 0.23 \times \$ 997.⁶⁰/Kg. = \$ 104.75/\text{m}^3$

nitato de amonio

$0.420 \text{ kg/m}^3 \times 0.75 \times \$ 256.⁰⁰/Kg. = \$ 80.64/\text{m}^3$

estopines

$\frac{\$ 332.40/\text{pza.}}{5 \text{ m/pza.} \times 4 \text{ m}^2/\text{m.}} = \$ 16.62/\text{m}^3$

sub. total explotación \$ 2,059.⁴⁰/m³

b) Extracción, selección y carga.

equipo traccara 955.L \$ 23,824.⁰⁰/hr.

rendimiento idem al producción ∴

$\frac{\$ 23,824.^{00}}{25.30 \text{ m}^3/\text{hr.} \times 2} = \$ 472.79/\text{m}^3}$

mano de obra auxiliar

4 peones en amacice y selección

4 x ₡ 4,470.⁰⁰/tno. = ₡ 17,880.⁰⁰

$\frac{₡ 17,880.⁰⁰/tno.}{8 \text{ hr./tno} \times 25.20 \text{ m}^3/\text{hr.}} = ₡ 177.⁵⁸/m³$

Subtotal extracción, Sel. y C. ₡ 650.⁰⁸/m³

c) - Acarreo per Kilometro

Ciclo: carga a camión 6 min

ida cargado 20 Km/hr. 3 min

espera y descarga 4 min

regreso vacío 20 Km/hr. 2 min

tiempos perdidos 1 min

equipo: Camión de Volteo de 7 m³

costo activo ₡ 5,804.⁵⁸/hr.

costo inactivo ₡ 3,716.¹³/hr.

carga y esperas

$\frac{₡ 3,716.¹³/hr. \times 10 \text{ min/ciclo}}{60 \text{ min/hr} \times 6 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times 0.80 \text{ cap.}} = ₡ 129.⁰³/m³$

acarreo

$\frac{₡ 5,804.⁵⁸/hr. \times 6 \text{ min/ciclo}}{60 \text{ min/hr} \times 6 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times 0.80 \text{ cap.}} = ₡ 120.⁹³/m³$

Subtotal acarreo 1^{er} Km. ₡ 249.⁹⁶/m³

Total Costo Directo = ₡ 2,959.⁴⁰/m³

Costo Indirecto 44% ₡ 1,302.¹³/m³

₡ 4,261.⁵³/m³

utilidad 10% 426.¹⁶/m³

Precio Unitario ₡ 4,687.⁷⁴/m³

Precios Unitarios

2- Idem para piedra y/o roca de 63 a 120 kg de peso para capa secundaria. Se considera el mismo precio del analizado en el concepto N.º 1 de piedra para Nucleo

Precio unitario \$ 4,687.74/m³

3- Idem para roca de 120 a 220 kg. de peso para capa secundaria. Se considera el mismo precio del analizado en el concepto N.º 1.

Precio unitario \$ 4,687.74/m³

4- Explotación en banco de piedra o roca con pesos de 770 a 1,250 kg de peso y de 1,260 a 2,100 kg. de peso; para canchales (1.º y 2.º capas respectivamente). Incluye: explotación, selección, clasificación, material de desperdicio, carga mecánica y descarga, acarreo 1.º Km., peajes; así como cargas por equipo y herramientas para la perforación poblada, tronado, el manúla, materiales necesarios y mano de obra. Material medido en banco, deducido el desperdicio.

a) Explotación del banco

Equipo

2. Compresores de 600 P.C.M. x \$ 10,118.45 = 20,236.90

1 perforadora Stenwick x \$ 7,547.74 = 7,547.74

2. Perforadoras manuales x \$ 1,685.66 = 1,685.66

Suma \$ 30,230.08/Hr.

producción por barreno

2.50 m. x 2.50 m. x 5.00 m. = 31.25 m³

31.25 m³ = 6.25 m³/m.

5.00 m. Long.

rendimiento de la perforadora

$$7.00 \text{ m. /hr.} \times 0.90 \text{ de sobrebarración} = 6.30 \text{ m/hr.}$$

$$6.25 \text{ m}^3/\text{m} \times 6.30 \text{ m/hr.} = 39.38 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\frac{\$ 30,230.00 \text{ /hr.} \times 1.15 \text{ (desperdicios)}}{39.38 \text{ m}^3/\text{hr.}} = 882.80/\text{m}^3$$

materiales de consumo

1 broca de 85 mm. (85-ASS) - \$284,000.00/pza.
con vida útil de 200 hr.

$$\frac{\$ 284,000.00 \text{ pza.} \times 1.15}{200 \times 6.25 \text{ m}^3/\text{m}} = \$ 261.28/\text{m}^3$$

Mano de obra:

0.1 cabo \$ 998.50 /tno.

1.0 poblador \$ 12,477.00 /tno.

2.0 perforistas \$ 19,970.00 /tno.

2.0 ayudantes \$ 10,144.00 /tno.

1.0 operador Comp. \$ 9,915.00 /tno.

Suma: \$ 53,574.50 /tno.

$$\frac{\$ 53,574.50 \text{ /tno.} \times 1.15 \text{ (desps.)}}{39.38 \text{ m}^3/\text{hr.} \times 8 \text{ hr. /tno.}} = \$ 195.26/\text{m}^3$$

Explosivos

para volcadura de frente 320 gr./m³

para barrenos arrastrados 100 gr./m³

420 gr./m³

dinamita

$$0.420 \text{ Kg/m}^3 \times 0.25 \times 997.60/\text{Kg} \times 1.15 = \$ 120.46/\text{m}^3$$

nitrato de amonio

$$0.420 \text{ Kg/m}^3 \times 0.15 \times 236.00/\text{Kg} \times 1.15 = \$ 92.74/\text{m}^3$$

estopines

$$\frac{\$ 332.40 \text{ /pza.}}{5.00 \text{ m/pza.} \times 6.35 \text{ m}^3/\text{m}} = \$ 10.61/\text{m}^3$$

alambre.

$$\frac{8.00 \text{ m/pza.} \times 62.40/\text{m.}}{6.25 \text{ m}^3/\text{m.} \times 5.00 \text{ m/pza.}} = \text{\$ } 16.09/\text{m}^3$$

b) Extracción Selección y Carga.

equipo : 1 Traxcavo 955-6 = \text{\\$ } 23,824.00/\text{hr.}

rendimiento : el mismo de la producción

$39.38 \text{ m}^3/\text{hr.} \times 2 \text{ equipos}$

$$\frac{\text{\$ } 23,824.00/\text{hr.} \times 0.85 \text{ (roca grande)}}{39.38 \text{ m}^3/\text{hr.} \times 2 \text{ equipos}} = \text{\$ } 257.11/\text{m}^3$$

mano de obra auxiliar

4 peones en amacise y selección

$$\frac{4 \times \text{\$ } 470.00/\text{hno.}}{8 \text{ hr/hno} \times 39.38 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \text{\$ } 26.75/\text{m}^3$$

c) Acarreo 1er. Kilometro

ciclo 16 min.

equipo camión de volteo de 6 m^3

costo activo \text{\\$ } 5,804.53/\text{hr.}

costo inactivo \text{\\$ } 3,716.13/\text{hr.}

carga y esperas

$$\frac{\text{\$ } 3,716.13/\text{hr.} \times 10 \text{ min/ciclo}}{60 \text{ min/hr.} \times 6 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times 0.8 \text{ cap.}} = \text{\$ } 129.05/\text{m}^3$$

acarreo

$$\frac{\text{\$ } 5,804.53/\text{hr.} \times 4 \text{ min/ciclo}}{60 \text{ min/hr.} \times 6 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times 0.8 \text{ cap.}} = \text{\$ } 120.93/\text{m}^3$$

Costo Directo \text{\\$ } 2,143.48/\text{m}^3

Costo Indirecto $943.13/\text{m}^3$

suma $3,086.61/\text{m}^3$

10 % utilidad $308.66/\text{m}^3$

Precio Unitario \text{\\$ } 3,395.27/\text{m}^3

Precios Unitarios

5.- Acarreo en Kilometros subsecuentes de material para escollera en camino pavimentado, incluye equipo y mano de obra.

equipo: camion de Volteo de 6 m^3 activo \$ 5,804.³³/hr.

ciclo

ida cargado a 20 km./hr. 8.00 min

regreso vacio a 30 km/hr. 2.00 min.

5.00 min.

$$\frac{\$ 5,804.³³/hr. \times 5 \text{ min./ciclo}}{20 \text{ min/hr.} \times 6 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times 0.8 \text{ cap.}} = \$ 100.⁷⁷/\text{m}^3 \text{ Km.}$$

Incremento por cambio de especificación en la forma de medición (de medida en camion a medida en escollera), según líneas de proyecto 12% \$ 12.⁰⁹/\text{m}^3 \text{ Km.}

Costo Directo \$ 112.⁸⁶/\text{m}^3 \text{ Km.}

Costo Indirecto 4.4% \$ 49.⁶⁶/\text{m}^3 \text{ Km.}

Suma \$ 162.⁵²/\text{m}^3 \text{ Km.}

10% utilidad \$ 16.²⁵/\text{m}^3 \text{ Km.}

Precio Unitario \$ 178.⁷⁷/\text{m}^3 \text{ Km.}

Precios Unitarios

6. Colocación de piedra a roca en núcleo y capa secundaria en escollera, colocada y medida según proyecto y aceptada por el Ing. Supervisor. Incluye: Equipo, mano de obra necesaria, tiempos ociosos de los equipos, maniobras y todo lo necesario para la correcta ejecución de este trabajo.

Equipo: tractor DG-7 \$ 31,819.⁵⁰/hr.

rendimiento - se considera que este equipo coloca piedra a razón de 70 m³/hr. ∴

$$\frac{\$ 31,819.⁵⁰/hr.}{70.00 \text{ m}^3/hr.} = \quad \$ 454.⁵⁶/\text{m}^3$$

Mano de obra auxiliar

2 peones en afine y papeo

$$\frac{\$ 4,470.⁰⁰/dno. \times 2}{8 \text{ hr./dno.} \times 70 \text{ m}^3/hr.} = \quad \$ 15.⁹⁴/\text{m}^3$$

herramienta 3% de mano de obra. \$ 0.⁴⁸/m³

Costo Directo \$ 476.⁰⁰/m³

Costo Indirecto 44% \$ 207.²⁴/m³

Suma \$ 678.²⁴/m³

10% utilidad 67.⁸²/m³

Precio Unitario \$ 746.⁰⁶/m³

Precios Unitarios

7: Colocación de piedra o roca para coraza en escolleras colocada y medida según proyecto y aceptada por el Ing. Supervisor según especificaciones de obra. Incluye: Equipo, mano de obra necesaria, tiempos ociosos, maniobras y todo lo necesario para la correcta ejecución del trabajo.

Equipo - Grúa Link Belt LS-108 B = \$ 42,381.¹⁰/hr.
 rendimiento - se considera que acomoda piedra a razón de 70 m³/hr.

$$\frac{\$ 42,381.¹⁰/hr.}{70 \text{ m}^3/hr.} = \$ 605.44/m^3$$

Mano de obra auxiliar

2 peones de acomodo \$ 8,940.⁰⁰/tno.
 2 peones aux. grúa \$ 8,940.⁰⁰/tno.

$$\frac{\$ 17,980.⁰⁰/tno.}{8 \text{ hr/tno.} \times 70 \text{ m}^3/hr.} = \$ 32.11/m^3$$

herramientas = 3% de mano de obra \$ 0.96/m³

Costo Directo \$ 638.51/m³

Costo Indirecto 44% \$ 280.94/m³

Suma \$ 919.45/m³

10% utilidad 91.94/m³

Precio Unitario \$ 1,011.39/m³

CAPITULO IV

METODOS CONSTRUCTIVOS

IV.1. La construcción de rompeolas comprende las siguientes operaciones: obtención, transporte y colocación en la obra, de los materiales empleados.

A fin de facilitar la explicación de la construcción de un rompeolas se consideran separadamente las tres operaciones indicadas -- arriba así como el equipo utilizado en cada una.

Obtención.- Los materiales se obtienen por explotación en cantera o en depósitos naturales. La explotación de una cantera es un trabajo especializado ya que se requieren elementos de cierto peso y proporciones. Implícitamente la separación, longitud y diámetro de los barrenos deberán ser de tal manera que cada "tronada" produzca el mayor porcentaje de material utilizable especificado.

El uso de explosivos y equipo adecuado toman gran importancia -- en esta operación, específicamente compresores de aire, perforadoras grúas, palas mecánicas, tractor, cargador frontal etc; así como los operadores a fin de clasificar los diversos tamaños y ti

pos de roca ya sea para núcleo, capa secundaria o coraza.

Transporte.- El costo del transporte puede llegar en algunos casos al 70% del costo total de la obra, de aquí que después del diseño se tendrá que estudiar con mucho cuidado el procedimiento de construcción, analizando el medio de transporte, los vehículos empleados, capacidad, distancias, tiempos pérdidas por carga y descarga, volúmen total por transportar etc.

También se puede utilizar como medio de transporte el ferrocarril o chalanes, barcazos o remolques por mar. En cuanto al costo del transporte en orden creciente, resulta por agua, por ferrocarril y por carretera; en cuanto a la velocidad el orden se invierte.

Colocación o Ejecución.- El equipo empleado será en número, capacidad y de las características 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 las grúas, los tractores o bulldozer de la capacidad y alcance necesarios para manejar la piedra de las distintas capas; y que podrán moverse sobre grúas, vías de ferrocarril o montados sobre chالان.

Ahora daremos una descripción de como en forma general se cons
truye cada una de las capas que constituyen una escollera.

Construcción del núcleo.- El núcleo se formará con piedra en grú
ña colocando a volteo los taludes, serán terminados colócano - -
piedra en grúa mediante la utilización de redes o charolas para --
evitar la pérdida de material y destrucción de la obra.

A medida que avanza el trabajo, se irá protegiendo el núcleo con -
roca de mayor tamaño a fin de disponer de un mayor ancho para -
las maniobras, pudiéndose dejar de tramo en tramo retornos que
faciliten las maniobras del equipo de acarreo y colocación.

Capa Secundaria.- Es la capa o capas que inmediatamente protegen
al núcleo, y está formada por roca de mayor tamaño y peso. Pa-
ra evitar una clasificación mecánica especial, en proyecto se indi
can los rangos de variación de peso y tamaño para cada una de las
capas.

La colocación de esta capa, podrá hacerse parte a volteo y parte -
en grúa. Si la construcción del núcleo se realiza en dos etapas --
las capas de protección se llevarán a la misma altura y a su vez -
la capa secundaria se irá protegiendo con piedra de coraza y así -
sucesivamente.

Coraza.- La piedra de coraza se colocará pieza por pieza, utilizando el mismo procedimiento de la capa secundaria por medio de grúas, requiriendo de mayor cuidado en su colocación ya que siendo la capa que recibe directamente el impacto del oleaje un mal acomodo de la roca podría ocasionar un derrumbamiento parcial o incluso total de la estructura.

Una vez expuesto en términos generales el procesamiento para la construcción de una escollera y haber explicado en que consiste y como se construye cada una de las diversas capas de una escollera, podremos hablar de los métodos constructivos específicos que pueden ser utilizados en diversos casos o condiciones reinantes del mar para cada lugar.

IV.2. Hablar o escribir algo sobre métodos constructivos aplicables en la construcción de escolleras será tan reducido o tan amplio como el ingenio de quién los tenga que aplicar lo permita, -- Porque en este tipo de obras como en muchas otras, no existe nada escrito o definido, si consideramos que el comportamiento del oleaje en el mar es tan aleatorio como difícil de controlar.

Si a lo anterior se le suman las dificultades para el acceso a los lugares de construcción, entonces se tendrá uno que sujetar al ti-

po de maquinaria y/o equipo que sea factible de utilizar en ese lugar específico.

Considerando lo anterior podemos mencionar o describir algunos casos o métodos específicos, que repetimos, no es algo que esté escrito o definido para tal o cuál caso

1.- Construcción en material de enrocamiento a volteo, perfilando sección con tractor o traxcavo.

Este método podrá utilizarse cuando el oleaje en el lugar sea violento o turbulento al grado que no permita las maniobras necesarias con el auxilio de equipo y personal acuático.

Desde luego, siempre que las especificaciones de construcción lo permitan. Y ya que lo mencionamos, podremos decir que en forma general, éstas serán un factor indicativo (no definitivo), del método que deba utilizarse.

2.- Construcción con material de enrocamiento y perfilar sección con grúa o draga.

Este es muy similar al primero y la única diferencia estriba en que la configuración de la sección se construye con un mayor con-

trol de calidad y en el caso de la capa secundaria y la coraza las rocas son acomodadas una por una ya que el seccionamiento se --
checa con equipo especial para batimetrías y auxilio de personal --
acuático para perfilar la sección y elevación del cuerpo de la es--
collera.

Evidentemente los costos del equipo de operación serán mayores --
en este caso y por lo tanto la obra se retrasará incrementando --
los costos directos considerados.

3.- Construcción con material a volteo utilizando chalán o
barcaza de doble fondo.

La utilización de este equipo adquiere mucha importancia cuando --
el acarreo con camiones resulta inadecuado por que sea muy cos-
toso o bien cuando el acceso por tierra se dificulte o de plano sea
imposible.

Desde luego que también se requiere de personal especializado --
y con mucha experiencia, pues el material colocado a volteo pre-
senta 2 problemas que son los más comunes, que el material se --
disgregue con el movimiento constante de oleaje y mareas y que --
la sección no se profile según los lineamientos del proyecto.

Como consecuencia de esto, los costos considerados en la construcción podrían elevarse considerablemente puesto que en muchos casos, el transporte y costo del material rebasan el 70% del costo total de la obra como se dijo al principio del capítulo.

Podríamos seguir enumerando otros métodos que se nos ocurren -- sin embargo resulta conveniente hablar de otros materiales o elementos que existen y se utilizan en la construcción de escolleras, estos fueron mencionados en el capítulo III y son dolos, doms. -- tetrapodos, tribarras y otro que no habíamos mencionado el bolsa creto, ..

La utilización de estos elementos prefabricados es recomendable en los lugares donde resulta antieconómico el empleo de roca ó -- donde no hay, Sobre todo en Europa es donde ha proliferado su -- empleo, también podemos agregar que independientemente de su -- fácil o compleja fabricación lo que diferencia a unos de otros, es su factor de trabazón así como la cantidad de huecos o espacios va -- cios que quedan al colocarlos pues en ellos se disipa gran parte de la energía que produce el impacto del oleaje.

Por lo que respecta a su peso y tamaño estos se fabrican en fun -- ción del cálculo de la ola significativa. En algunos casos llegan a

pesar hasta 15 ton. o más.

Hablando del bolsacreto podemos decir que algunas personas afirman que es de invención mexicana, sin embargo no existe en la actualidad ningún criterio técnico para calcular los proporcionamientos que han de utilizarse en su fabricación. Actualmente existen diversas obras construidas con estos elementos, tanto en el Golfo de México como en el Océano Pacífico mismas que están en proceso de estudio y observación.

La construcción de escolleras a base de estos elementos es un sistema que consta del montaje de los bloques colados "in situ", a base mortero cemento-arena (la proporción se hace a sentimiento), tomando como cimbra grandes bolsas impermeables que son flexibles y convertidas en grandes bloques al fraguar el mortero, que colocados y ligados entre sí se transforman en una estructura compacta.

De las observaciones realizadas se puede decir que se han presentado diversas fallas, debidas a asentamientos diferenciales de las estructuras que provocan desplazamiento y fractura de los elementos. Estas fallas se deben a las siguientes causas:

a) Que el elemento durante el inicio de fraguado, ha sido ex

puesto a la acción del oleaje y al perder su propiedad plástica se fractura internamente. Esto hace que aunque aparentemente el elemento este completo, fácilmente pueda romperse.

b) Al romperse algun elemento, este pierda peso siendo removido por la acción dinámica del oleaje provocando desmembramiento parcial o total de la estructura.

c) Asentamientos totales por falta de una capa firme en el desplante de la base de la estructura.

En resumen, podríamos decir que hasta en tanto no se desarrolle la tecnología para la fabricación y utilización de estos elementos no es totalmente recomendable su utilización.

III.3. Control de Calidad

Este concepto resulta de gran importancia dada su naturaleza, pues de su observancia depende la buena o mala ejecución de los trabajos; hemos visto como a medida que pasa el tiempo, el control de calidad va adquiriendo mayor importancia en la ejecución de obras nuevas, incluso se han creado compañías que se dedican específicamente al control o inspección de obras.

Como es lógico su aplicación es indispensable y será de acuerdo a

la magnitud o importancia de la obra. Debido a esto se darán las normas generales y especificaciones particulares que indican y regulan la calidad de la obra y por lo tanto, forman parte de la documentación legal del proyecto que ha de contratarse para su ejecución.

Para nuestro caso particular, aquí mencionaremos algunas especificaciones que podrán permitirnos llevar un buen control de calidad.

Explotación del banco de roca .- Por este concepto el contratista ejecutará las operaciones necesarias para obtener del banco asignado, la roca de los tamaños y pesos requeridos según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero.

Todo el enrocamiento y/o pedraplén, deberá ser nuevo y obtenido de los bancos aprobados por el contratante, La roca deberá encontrarse libre de aceite, alcalís, ácidos, material orgánico u otras sustancias contaminantes que pudieran dañar el material.

La roca deberá ser dura, de calidad uniforme y libre de cantidades daninas, de piezas suaves, desmenuzables, delgadas alargadas o laminadas, material desintegrado, basura u otro material objetable que pueda presentarse libre como un revestimiento de la mis-

ma.

La pérdida de peso, determinada según la designación C-131 de la A.S.T.M denominada "Prueba de Agitación de los Angeles"; deberá ser no más del 50% al cabo de 500 revoluciones.

En caso de que el contratante juzgue conveniente cambiar el banco de materiales, pedirá el contratista que calcule sus nuevos precios unitarios de acuerdo a las condiciones del nuevo banco, para su respectiva revisión y aprobación en su caso. Si el contratista es el que quiere cambiar el banco, deberá obtener la aprobación del contratante sobre las características y calidad de los materiales.

Trazo y señalamiento.- El personal técnico especializado trazará niveles y ejes de la obra proyectada, construyendo en tierra firme mojoneras y bancos de nivel fijos, así como balizas de madera, que permitan verificar lo anterior con la mayor brevedad posible.

Para el trazo de las escolleras se auxiliarán con el uso de boyarines en el avance inicial de la obra, estableciendo sobre éstas mojoneras y bancos provisionales de nivel, que sirvan de base para la terminación de esta zona y a los alineamientos para el resto de la escollera. Posteriormente se comprobará a juicio del ingeniero la inmovilidad de estos puntos de referencia.

Construcción del núcleo y la copa intermedia.- Para la construcción de éstas se debe definir el sitio exacto donde deberán descargar el material. Se planea la construcción por tramos a juicio del ingeniero o sea secciones completas, siendo importante no comenzar el siguiente tramo sin haber terminado el anterior. La longitud de los tramos será a juicio del ingeniero, tomando en cuenta las condiciones meteorológicas, la época del año, el oleaje, corrientes y el rendimiento en la aportación de los materiales. Así mismo deberá tenerse especial cuidado de que no se presenten serias degradaciones de las capas construidas mientras se realiza la colocación de la roca de coraza.

El perfil del talud, se irá dando con niveles, alineamientos y sondas, auxiliados por buzos, los cuales deberán verificar las pendientes de los taludes.

Como se dijo anteriormente, es importante que para la colocación del núcleo y capa secundaria, no se empiece un tramo hasta que se tengan habilitados un número de elementos para la coraza, suficientes para obtener un avance simultáneo. También se deberá procurar que las piedras de menor peso ocupen la parte inferior de cada una de las capas; en la parte marcada en el proyecto como empotramiento, deberá colocarse una mezcla de núcleo y capa secundaria -

en la zona que se encuentra en contacto con la arena.

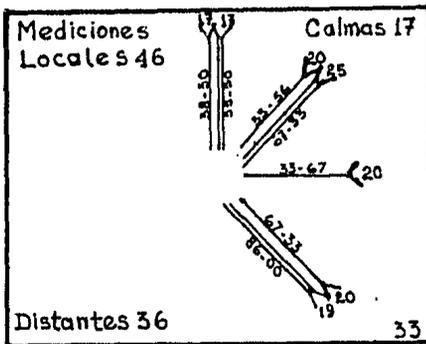
Tolerancias .- En los tamaños y pesos marcados en el proyecto -
no se admitirá que el volúmen colocado contenga más del 20% de --
piedras mayores o menores a los rangos especificados para cada ca
pa de la escollera.

CAPITULO VI

APLICACION AL PUERTO DE ALVARADO, VER.

En este capitulo se hace la aplicación práctica para el cálculo de las escolleras en la laguna de alvarado, específicamente en el estuario del río Papaloapan.

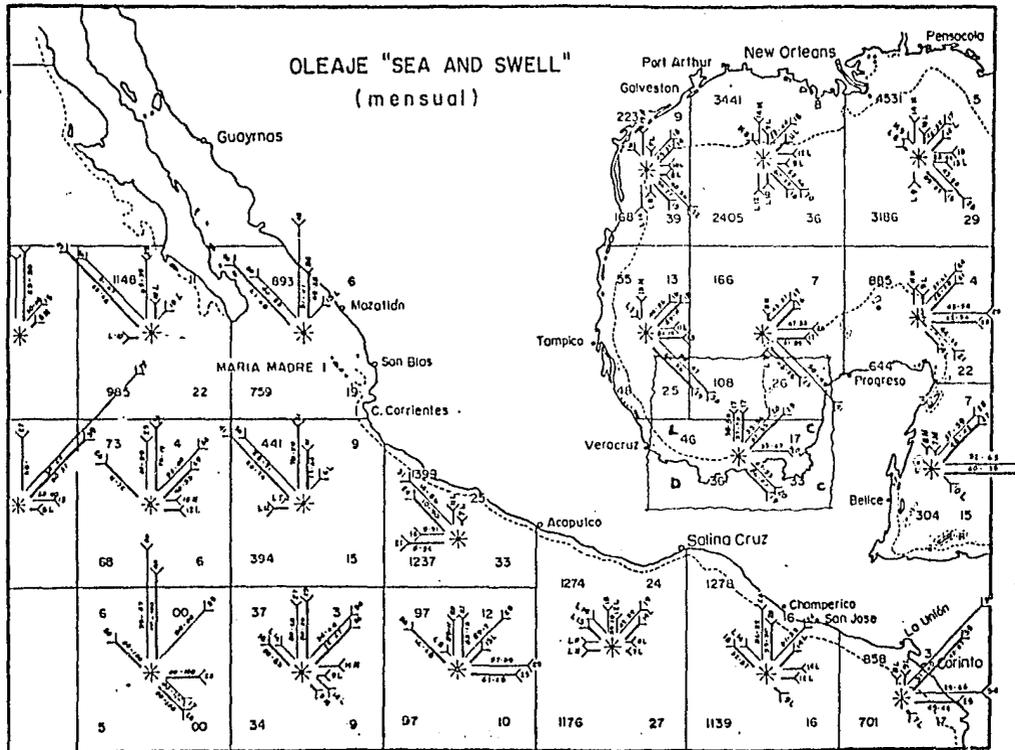
Del procesamiento de datos obtenidos en los estudios realizados se tiene lo siguiente: Para obtener la altura de ola de Diseño de las Escolleras (Ola Significante)



De los datos de oleaje tomados de las tablas "Sea and swell" para la zona - 46 correspondiente a la zona del puerto de Alvarado, se obtuvo la siguiente tabla.

Analizando por separado

OLEAJE "SEA AND SWELL" (mensual)



OLEAJE DISTANTE

Dirección	%	Observa.	Rangos		Tiempos de Acción Hrs.
			%	Observa.	
NORTE	17	6.12	B. 35	* 2.14	18.79
			M. 50	3.06	26.86
			A. 15	0.92	8.08
NORESTE	25	9.00	B. 67	6.03	52.94
			M. 33	2.97	26.07
			A. 00	0	0
ESTE	-o-		- o -	- o -	- o -
SURESTE	19	6.84	B. 86	5.88	51.62
			M. 0	0	0
			A. 14	0.06	8.43
CALMAS	33	11.88			104.03
OTRAS DI- REC.	6	2.16			18.97
TOTAL	100	36.00			316.10

B.- Bajas
M.- Media-
nas.
A.- Altas

Tiempo de acción: $\frac{\text{N}^\circ \text{ Observs.} \times \text{horas en un mes}}{\text{obs. Local} + \text{Obs. Dist.}}$

$$T = \frac{2.14 \times 720}{48 + 36} = 18.79 \text{ hrs.}$$

OLEAJE LOCAL

Dirección	%	Observs.	Rangos		Tiempos de Acción Hrs.
			%	Observs.	
NORTE	17	7.82	B. 38	2.97**	26.98
			M. 50	3.91**	34.33
			A. 12	0.94**	8.25
NORESTE	20	9.20	B. 33	3.04	26.69
			M. 56	5.15	45.22
			A. 11	1.01	8.87
ESTE	20	9.20	B. 33	3.04	26.69
			M. 67	6.16	54.08
			A. 0	0	0
SURESTE	20	9.20	B. 67	6.16	54.08
			M. 33	3.04	26.69
			A. 0	0	0
CALMAS	17	7.82			
OTRAS DI- REC.	6	2.76			
TOTAL	100	46.00			311.88

CALCULO DE ALTURA DE LA OLA SIGNIFICANTE

DIRECCION NORTE

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Intervalo de clase (m)	Anchura de clase (m)	Punto medio de clase	Frecuencia de clase	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa.
	(1.82-0.30)	<u>1.82-0.30</u>			
B 0.30		2			
1.82	1.52	1.06	2.97**	2.97	0.123
				(2.97+3.91)	
M 1.82-					
3.65	1.83	2.735	3.91**	6.88	0.162
A 4.86	1.21	4.255	0.94**	7.82	0.039

DIRECCION NORESTE

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
B 0.30-1.82	1.52	1.06	3.04	3.04	0.126
M 1.82-3.65	1.83	2.375	5.15	8.19	0.214
A 3.65-4.86	1.21	4.255	1.01	9.20	0.042

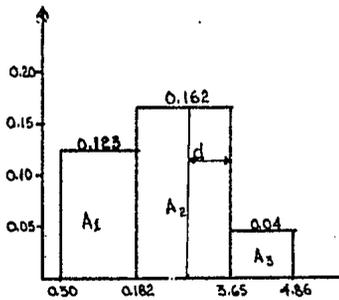
DIRECCION ESTE

1	2	3	4	5	6
0.30-1.82	1.52	1.06	3.04	3.04	0.126
1.82-3.65	1.83	2.735	6.16	9.20	0.255
3.65-4.86	1.21	4.255	0.0	-0-	

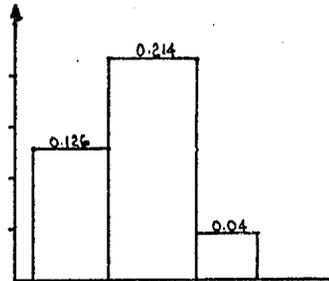
DIRECCION SURESTE

	3	4	5	6
0.30-1.82	1.52	1.06	6.16	0.255
1.82-3.65	1.83	2.735	3.04	0.126
3.65-4.86	1.21	4.255	- o -	- o -

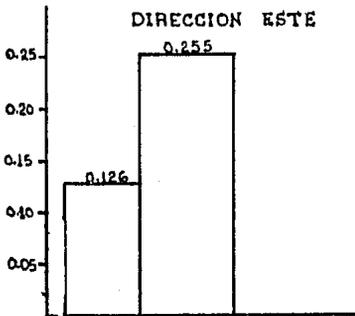
DIRECCION NORTE



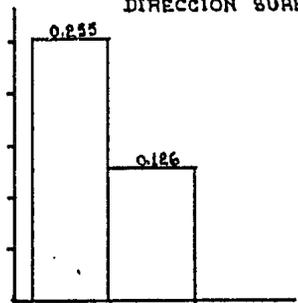
DIRECCION NORESTE



DIRECCION ESTE



DIRECCION SURESTE



GRAFICAS DE FRECUENCIA RELATIVA

DIRECCION NORTE

$$\begin{aligned} \text{Area Total} &= 0.123 \times 1.52 + 0.162 \times 1.83 + 0.039 \times 1.21 \\ &= 0.186 + 0.296 + 0.048 = 0.530 \text{ M}^2. \end{aligned}$$

$$A_{1/3} = \frac{AT}{3} = \frac{0.530}{3} = 0.177 \text{ M}^2.$$

El $A_{1/3}$ del tercio superior abarca todo A_3 y parte de A_2 hasta una distancia d .

$$A_3 \angle A_{1/3} \angle A_2 + A_3$$

$$d = \frac{A_{1/3} - A_3}{f_2} = \frac{0.177 - 0.039}{0.162} = \frac{0.138}{0.162} = 0.846 \text{ M}.$$

Tomando suma de momentos de las areas parciales que comprenden el tercio superior con respecto al eje vertical tenemos:

$$M_o = A_3 \times 4.255 + (A_{1/3} - A_3) \times (3.65 - d/2) =$$

$$M_o = 0.039 \times 4.255 + (0.177 - 0.039)(3.65 - 0.423) = 0.608$$

La cual debe ser igual al momento del área del tercio superior.

$$M_{1/3} = A_{1/3} \cdot H_{1/3} \quad ; \quad H_{1/3} = \frac{M_{1/3}}{A_{1/3}}$$

$$H_{1/3} = \frac{0.608}{0.177} = 3.45 \text{ M}.$$

$$\therefore H_{1/3} = \underline{3.45 \text{ m.}} \text{ dirección norte.}$$

Análogamente se obtiene la altura de la ola significativa para la dirección - - NORESTE.

$$\text{Area Total} = 0.536$$

$$A_{1/3} = 0.179$$

$$d = \frac{A_{1/3} - A_3}{f_2} = \frac{0.179 - 0.048}{0.214} = 0.612$$

y tomando momentos de las áreas parciales del tercio superior, con respecto al eje vertical.

$$M_o = A_3 \times 4.255 + (A_{1/3} - A_3) \times (3.65 - d/2) = 0.642$$

Como M_o es igual al momento del área del tercio superior

$$M_{1/3} = A_{1/3} H_{1/3} = 0.642$$

$$H_{1/3} = \frac{0.642}{0.179} = \underline{\underline{3.58 \text{ m.}}}$$

De manera semejante para la dirección ESTE

$$H_{1/3} = \underline{\underline{3.22 \text{ m.}}}$$

y para la dirección SURESTE

$$H_{1/3} = 2.61 \text{ m.}$$

Resumen :

	Norte	Noreste	Este	Sureste
Altura de ola Significante	3.45 m.	3.58 m.	3.22 m.	2.61 m.

DISEÑO DEL ROMPEOLAS

Datos:

Dirección más desfavorable de incidencia del oleaje = NE

Altura de ola significativa = $H_{1/3} = 3.58$ m.

Período = $T = 8$ seg.

Talud = $K = 2:1$

De la Tabla de predicción de mareas

nivel de pleamar media = N.P.M. = 0.161 m.

nivel de bajamar media = N.B.M. = -0.234 m.

Se construirá de tal manera que no exista daño alguno . . .

La ola no debe rebasar la estructura.

La roca que se usará para la construcción será de un peso específico - - -

$$m = 2800 \text{ Kg/m}^3$$

Desarrollo

- 1) De las diagramas de refracción se han determinado los coeficientes K_r , para el lugar donde se localiza el morro.

$$b_o = 2.4 \text{ cm}$$

$$b_x = 3.3 \text{ cm}$$

$$\underline{K_r = 0.85}$$

b_o = Ortogonal de aguas profundas

b_x = Ortogonal de aguas bajas.

- 2) Condiciones de Rompiente

$$d_b = 1.3 H_d$$

Si $d_b = 1.3 H_d < d$; la ola no rompe

Si $d_b = 1.3 H_d > d$; la ola si rompe

H_d = Altura de ola rompiente.

d_b = Profundidad de rompiente.

La profundidad de desplante del morro será a la - 3.50 m.

Es lógico pensar que el morro es la parte más crítica del rompeolas ya que es en él, donde la ola incide primero por lo que deberá ser más robusto.

Cálculo de los elementos del morro, aplicando la fórmula de Hudson.

$$p = \frac{\gamma_m (H 1/3)^3}{Kd (Sr - 1)^3 \cot \alpha} \quad \text{donde}$$

γ_m = peso específico del material que se utilizará en este caso $\gamma_m = 2,800$ Kg/m³.

Kd = Coeficiente adimensional que depende del oleaje (si este, rompe o no sobre la estructura), de la trabazón y cantidad de huecos que existen entre los elementos de la coraza y de un porcentaje de degradación admisible (tabla III. 1 Cap. 3)

$H 1/3$ = Altura de la ola de diseño = 3.58 m.

Sr = Gravedad específica de los elementos de la coraza relativa al agua donde se encuentra la estructura = $\frac{\gamma_m}{\gamma_w}$

α = Angulo que forma el talud de la escollera con la horizontal 2:1

Determinación de la altura de ola de diseño

$$H = H_o K_r K_s$$

de los datos $H 1/3 = 3.58$ m., $K_r = 0.85$

nos hace falta K_s ; se obtiene en función de "d" ya que se determina entrando a las tablas con el valor de d/L_o , debido a esto K_s tiene dos valores uno para PLEAMAR y otro para BAJAMAR.

Bajamar:

$$d = 3.50 - 0.234 = 3.266 \text{ m.}$$

$$L_o = 1.56 T^2 = 1.56 \times 8^2 = 99.84 \text{ . . .}$$

$$\frac{d}{L_o} = \frac{3.266}{99.84} = 0.0327 \text{ entrando con este valor a las tablas tenemos :}$$

$$\frac{H}{H_o} = K_s = 1.112$$

Pleamar:

$$d = 3.50 + 0.16 = 3.66 \text{ m ; } L_o = 99.84 \text{ . . .}$$

$$\frac{d}{L_o} = \frac{3.66}{99.84} = 0.0366 \text{ de las tablas } \frac{H}{H_o} = K_s = 1.082$$

como el valor K_s mayor corresponde a BAJAMAR (1.112), se diseña con él . . .

$$H_d = 3.58 \times 0.85 \times 1.112 = 3.38 \text{ m} \approx 3.40 \text{ m.}$$

b). Análisis de las condiciones de rompiente.

$$d_b = 1.3 H_d$$

$$= 1.3 \times 3.40 = 4.55 \text{ m.}$$

como 4.55 > 3.00 . . . la ola rompe en el morro

c). Selección del valor de K_d

de acuerdo a la tabla II.1, para oleaje rompiente la piedra de canteras - rugosa y angular con colocación a volteo y morro $K = 2.0$; $\cot \alpha = 2$ para talud 2:1.

d). Cálculo de los elementos de la coraza en el morro

$$pcm = \frac{2 \ 800 \ (3.4)^3}{2 \ (2.8-1)^3 \times 2} = \frac{110,051.20}{23.33} = 4,718 \approx 5 \ 000 \text{ Kg.}$$

Cálculo del espesor

$$Q_{mc} = n K_A \left(\frac{P}{\rho_m} \right)^{1/3} \quad \text{donde:}$$

n = número de capas = 2 para este caso

K_A = De la tabla III.3 = 1.0

P = Peso del elemento

ρ_m = Peso específico del material = 2 800 Kg/m³

$$Q_{mc} = 2 \times 1 \left(\frac{5000}{2800} \right)^{1/3} = 2.42 \approx 2.50 \text{ m.}$$

c) Cálculo del peso de los elementos de la capa secundaria en el morro.

$$P_{csm} = \frac{P_{mc}}{10} \alpha \frac{P_{mc}}{15}$$

$$\frac{5000}{10} = 500 \text{ valor máximo}$$

$$\frac{5000}{15} = 333 \approx 350 \text{ valor mínimo}$$

$$350 < P_{csm} < 500 \text{ Kg.}$$

Cálculo del espesor

$$Q_{asm} = 2 \times 1.0 \left(\frac{350}{2800} \right)^{1/3} = 1.10 \approx 1.20 \text{ m.}$$

f) Cálculo de los elementos del núcleo en el morro.

$$P_{nm} = \frac{P_{mc}}{200} \alpha \frac{P_{mc}}{6000}$$

$$P_{nm} = \frac{5000}{200} = 25 \text{ Kg. (máximo) y } \frac{5000}{6000} = 1 \text{ (mínimo)}$$

Esta sección se deberá llenar hasta 8 ó 10 veces el ancho que resulte de la corona de la coraza en morro, tanto para el lado del mar como para la del estuario del Papaloapan.

4. Cálculo de los elementos del cuerpo de la escollera

Debido a que la altura de la ola de diseño no presenta gran diferencia con la calculada anteriormente, se usará la altura de ola de rompiente.

de la tabla III.1 $K_d = 2$ $H_r = \frac{db}{1.3} = \frac{4.2}{1.3} = 3.23 = 3.20 \text{ m.}$

a) Cálculo del peso de los elementos de la coraza

$$P_{cc} = \frac{\delta_m (H/3)^3}{K_d (S_r - 1)^3 \cot \alpha} = \frac{2800 (3.2)^3}{2 (1.8)^3 \times 2} = \frac{91.750.40}{23.328} = 3933 \text{ Kg.}$$

3500 P_{cc} 4200 Kg.

cálculo del espesor

$$C_{cc} = 2 \times 1.0 \left(\frac{4200}{2800} \right)^{1/3} = 2.50 \text{ m.}$$

b) Cálculo del peso de los elementos de la capa secundaria

$$= \frac{4200}{10} = 420 \text{ Kg (valor máximo) } \quad . . . \quad 280 < P_{csc} < 420 \text{ Kg.}$$

$$= \frac{4200}{15} = 280 \text{ Kg. (valor mínimo)}$$

Cálculo del espesor

$$Q_{cs} = \left(\frac{420}{2800} \right)^{1/3} \times 2 \times 1 = 1.04 \approx 1.10 \text{ m.}$$

c) Cálculo del peso de los elementos del núcleo.

$$\begin{aligned} P_{nc} &= \frac{P_{cc}}{200} = \frac{P_{cc}}{6000} \\ &= \frac{4200}{200} = 21 = 20 \text{ Kg. (valor máximo)} \\ &= \frac{4200}{6000} = 1 \text{ Kg. (valor mínimo)} \end{aligned}$$

Ahora bien, los elementos de la coraza en el cuerpo tienen un peso de 4 200 Kg., por lo que resulta obvio que son piedras muy grandes que conforme nos acercamos a la playa y la altura de ola disminuye ya no trabajan a toda su capacidad. Por lo tanto a continuación se hace el cálculo para definir a partir de que profundidad se dejan elementos con peso de la capa secundaria.

$$P_{sc} = 420 \text{ Kg.} \quad . \quad . \quad 420 = \frac{2800 H^3}{2 (1.8)^2 \times 2}$$

$$H = \sqrt[3]{\frac{2 \times 420 \times 1.8^2 \times 2}{2800}} = 1.49 \text{ m}$$

$$\text{como } db = 1.3 H = 1.3 \times 1.49 = 1.937 \text{ m.}$$

considerando la altura de marea (+ 0.16 m.) . . .

se propone cambiar de pesos en la batimétrica.

$$1.937 + 0.16 = \underline{2.10 \text{ m.}}$$

5. Cálculo de las elevaciones de las coronas.

a) Elevación corona - núcleo

Por especificación tal elevación debe ser suficiente para que la pleamar no la cubra. . .

Elev. del núcleo = + 0.50 (R N M M) para cubrir la pleamar máxima - observada.

b) Elevación corona - capa secundaria

Eccs = Elevación del núcleo + Espesor de la copa secundaria . .

Eccs = + 0.50 + 1.20 = + 1.70 (N.M.M.)

c) Elevación de la corona coraza

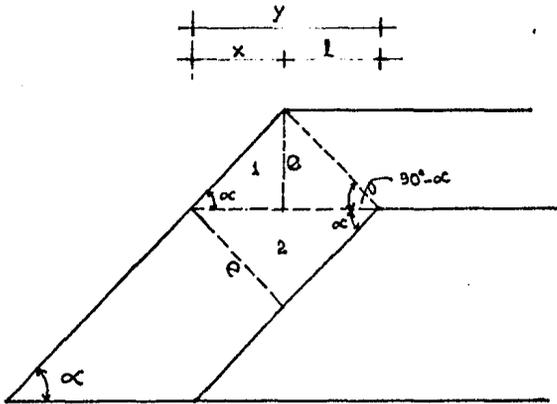
Será igual a la elevación de la capa secundaria + el espesor de la propia coraza . .

Ecc = 1.70 + 2.50 = + 4.20 m. (N.M.M.)

6. Cálculo de los anchos de las coronas

a) Por construcción el ancho de la corona del núcleo, no debe ser menor de 3.50 m. que es el espacio adecuado para que entre y salga un camión.

b) Ancho de la corona de la capa secundaria



del triángulo (1) $\text{Tan } \alpha = \frac{e}{x} \therefore x = \frac{e}{\text{Tan } \alpha}$

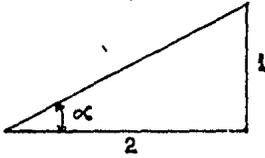
del triángulo (2) $\text{Sen } \alpha = \frac{e}{y} \therefore y = \frac{e}{\text{Sen } \alpha}$

ahora $l = y - x \dots$

$$l = \frac{e}{\text{Sen } \alpha} - \frac{e}{\text{Tan } \alpha} = e \left(\frac{1}{\text{Sen } \alpha} - \frac{1}{\text{Tan } \alpha} \right)$$

si hacemos $\frac{1}{\text{Sen } \alpha} - \frac{1}{\text{Tan } \alpha} = K \therefore \boxed{l = e K}$

para nuestro caso, con talud 2:1



$$\text{Tan } \alpha = \frac{1}{2} = 0.5 \quad \therefore \alpha = 26^\circ 33' 54''$$

$$\text{Sen } \alpha = 0.447$$

$$K = \frac{1}{0.447} - \frac{1}{0.5} = 0.236 \dots$$

$$l = 0.236 \times 1.3 \approx 0.30 \quad \text{finalmente}$$

$$\text{ancho de la corona de capa sec} = 3.50^* + 2(0.30) = \underline{4.10 \text{ m.}}$$

c) Ancho de la corona de la coraza

$$l = 0.236 \times 2.50 = 0.59 \text{ m.}$$

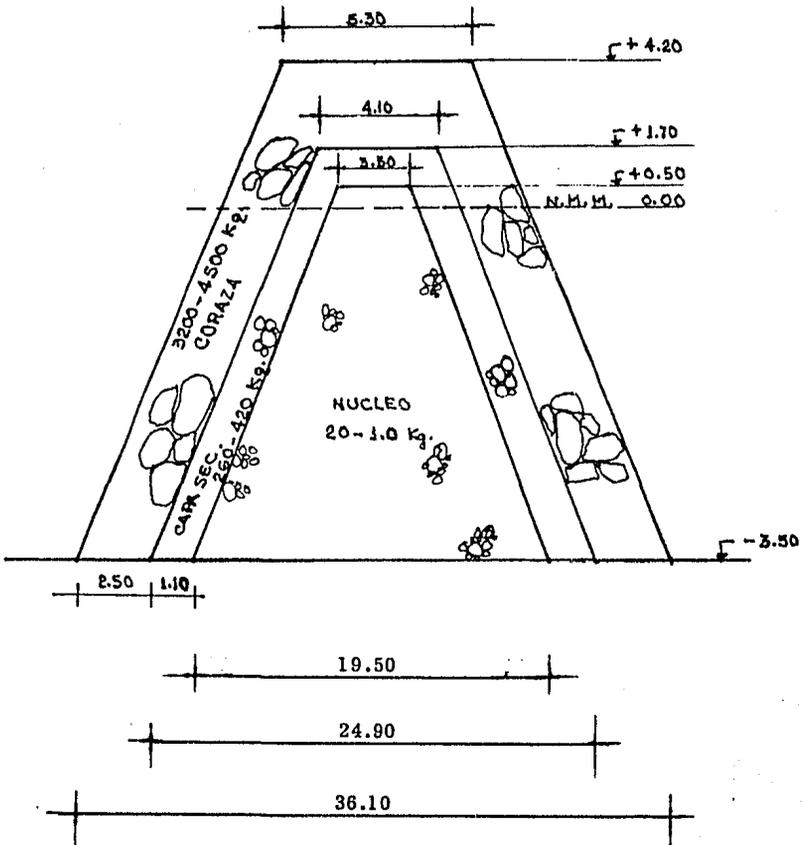
$$\text{ancho de la corona de la coraza} = 4.10 + (0.60) 2 = \underline{5.30 \text{ m.}}$$

De acuerdo con este valor, y como se dijo en páginas anteriores el morro deberá prolongarse hasta 8 ó 10 veces este valor por lo tanto podría prolongarse éste, hasta 50.00 m.

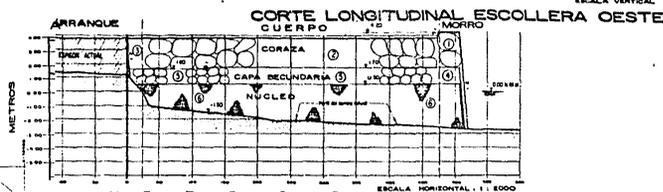
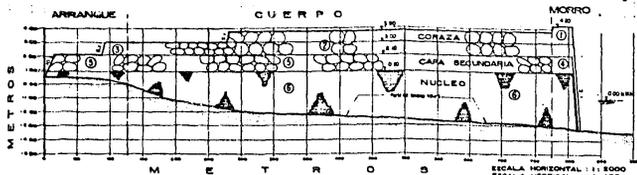
* - considerando este ancho como mínimo para que circule un camión

5. Sección Final

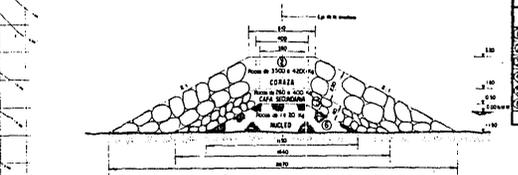
CROQUIS



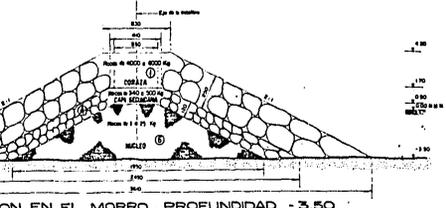
tintamente, ya que la escollera también disipa oleaje y el rompeo - -
las también encausa. Esta es la razón por la que emplearemos los
términos sin ninguna diferencia.



CORTE LONGITUDINAL ESCOLLERA ESTE



SECCION EN EL CUERPO, PROFUNDIDAD -1.50



SECCION EN EL MORRO, PROFUNDIDAD -3.50



SECCION O +1.00,00, PROFUNDIDAD 0.50

VOLUMENES DE CBRA				
MATERIAL	RANGO DE FONDO	ESCALERA OESTE	ESCALERA ESTE	TOTAL
1) Coraza mcm	4000 x 8000	9650	3711	7261
2) Capa mcm	1500 x 1500	24530	4933	54763
3) Capa mcm	1500 x 1500	4021	4255	8276
4) Capa mcm	340 x 300	1350	1906	2756
5) Capa mcm	240 x 400	290	1295	2815
6) Capa mcm	70 x 70	26654	28711	54465
7) Mortar				
TOTAL		74628	80997	155625

NOTAS:

1) Para el cálculo de los volúmenes - Acciones en superficie, estructura en masa, selección de base, tipo de suelo - La construcción y el tipo de obra - Veremos también del presupuesto realizado por el Departamento de Construcción de Pisos - Refiérase al plano de 217 - Los volúmenes expresados en metros cúbicos - Los datos de obra son:

Alto de obra = 3.03 m
 Pesa cubrición = 1.80 kg/m³
 Módulo = 0.8
 Módulo = 0.8

U. N. A. M.	
TESIS PROFESIONAL	
FACULTAD DE INGENIERIA	
DESEMOCADORA DEL RIO PAPILLAPAN	
ESCOLLERAS DE PROTECCION	
Fecha: 1981	Modelo: GONZALEZ LARA

BIBLIOGRAFIA.

Shore Protection, Planning and Design. U.S. Corps. Coastal of - -
Engineers.

Port Engineering Per Brunn.

Design and Construction of ports and Marine Structures. Alonso Quinn.

Proyecto de las Obras de Protección de la Desembocadura del Río -
Papaloapan. Departamento de Pesca.

Apuntes de la clase de Puertos. Héctor López Gutiérrez.

Apuntes de la clase de Ingeniería de Ríos y Costas.

Héctor López Gutiérrez.

La Pesca en México. Gederico Ortiz Jr.

Proyecto de la Terminal Pesquera de Veracruz. Nivel de Factibili-
dad. Departamento de Pesca.

Apuntes de Ingeniería de Costas. Armando Frías.

Nociones de Puertos. Julio Dueso.

Diseño y Construcción de Obras Marítimas. Apuntes
Curso del Centro de Educación Continua, UNAM.

Ingeniería de Costos. Rafael Morral del Carro.

Ingeniería Marítima.

Roberto Bustamante Ahumada.

Oceanografía "La Última Frontera"

Richard C. Vetter.