

PROYECTO DE ROMPEOLAS

MENDOZA SABINO ANGELA

Av. Lázaro Cárdenas s/n, C.U. Zona Sur, Chilpancingo de los Bravo Guerrero. 7471328061 C.P. 39087
angy35642mdza@gmail.com

VAZQUEZ JIMÉNEZ FRANCISCO JAVIER

Av. Lázaro Cárdenas s/n, C.U. Zona Sur, Chilpancingo de los Bravo Guerrero. 7471002804 C.P. 39087
04118@uagro.mx

DIONICIO APREZA JOSE LUIS

Av. Lázaro Cárdenas s/n, C.U. Zona Sur, Chilpancingo de los Bravo Guerrero 7471191590 C.P. 39087
02518@uagro.mx

CORONA CERECERO EDUARDO

Av. Lázaro Cárdenas s/n, C.U. Zona Sur, Chilpancingo de los Bravo Guerrero. 7475296905 C.P. 39087
corochuis@hotmail.com

ABSTRACT

Our country has a great advantage over several countries due to its climate, geographical location, but above all its proximity to the two oceans and the infinity of beaches that can be enjoyed.

One of the big problems of many beaches is the intense waves that the air produces and that makes them dangerous. With the construction of breakwaters, this problem can be eliminated and quiet beaches can be generated in these areas, which will surely increase the tourist flow with the consequent development of these areas.

This work deals with the topic of breakwaters and its content lists the studies required to develop the project and details of the common construction processes.

A breakwater is that artificial maritime construction to provide protection to the coasts, against the action of the waves. Similar elements are dikes and breakwaters. Here it is generally the breakwater as its name indicates.

One of the determining factors in breakwater design is related to the type and weight of the main mantle pieces, which, with a given slope, are capable of withstanding the stresses due to waves.

RESUMEN

Nuestro país tiene una gran ventaja con respecto a varios países por su clima, situación geográfica, pero sobre todo su colindancia con los dos océanos y la infinidad de playas que pueden disfrutarse.

Uno de los grandes problemas de muchas playas es el oleaje intenso que el aire produce y que las convierte en peligrosas. Con la construcción de rompeolas este problema puede eliminarse y generar en esas zonas playas tranquilas que seguramente incrementará el flujo turístico con el consecuente desarrollo de esas zonas.

En este trabajo se trata del tema de rompeolas y en su contenido se enumeran los estudios requeridos para elaborar el proyecto y detalles de los procesos constructivos comunes.

Un rompeolas es aquella construcción marítima artificial para proporcionar protección las costas, contra la acción del oleaje. Elementos similares son los diques y las escolleras. Aquí se trata en general del rompeolas como su nombre los indica.

Uno de los factores determinantes del diseño de los rompeolas es el relativo al tipo y peso de las piezas del manto principal, que, con un talud determinado, son capaces de resistir las sollicitaciones debidas al oleaje.

KEYWORDS

Breakwater, tide, waves, port, coast.

PALABRAS CLAVES

Rompeolas, marea, oleaje, puerto, costa.

INTRODUCCIÓN

Nuestro país tiene una gran ventaja con respecto a varios países por su clima y situación geográfica, pero sobre todo su colindancia con los dos océanos y la infinidad de playas que pueden disfrutarse, sin embargo, varias playas se consideran peligrosas por el intenso y alto oleaje que frecuentemente se presenta. Esto las convierte en playas de alto riesgo.

En Acapulco, por ejemplo, la playa del Revolcadero, su nombre indica la característica que le acompaña existe turismo, pero con preferencia limitada por esta circunstancia.

La construcción de rompeolas puede significar la solución a este problema y convertir a esas playas en sitios de gran afluencia turística generando como consecuencia un desarrollo económico para esas zonas.

El presente documento surgió como una inquietud de buscar la información necesaria para un Proyecto de Rompeolas. No fue posible obtener las Normas para este tipo de obra o cuando menos no están disponibles al público actualmente. La única institución que construye rompeolas es la Secretaría de Marina.

Se describen los estudios requeridos para el proyecto y el proceso constructivo general, las consideraciones acerca de los bancos de material y las variantes de los equipos y maquinaria comunes para el buen desarrollo de una obra de este tipo

El conocimiento de la reflexión del oleaje en las obras de protección portuaria y costera es de gran relevancia práctica para los ingenieros especialistas, debido a que este efecto puede inducir daños a las zonas aledañas a las playas y costa.

SÍNTESIS HISTÓRICA

En el año 1925, se hicieron las primeras publicaciones de las ideas del proceso de formación de las olas. Después en 1952, Longuet-Higgins presento un estudio de las propiedades estadísticas de la altura de ola de un registro de oleaje.

Unos de los rompeolas que se ha construido en el estado de Guerrero de acuerdo de la historia el rey Caltzontzin escogió la bahía de Zihuatanejo como su lugar de descanso y ordeno la construcción de un rompeolas que protegiera lo que fue su playa exclusiva contra los tiburones que abundaban en ese entonces. Incluso actualmente se conserva parte del arrecife de rocas que fue construido por los Tarascos en la playa que ahora es conocida como Las Gatas (en referencia a los tiburones con bigotes como los gatos) que ha sido de gran impacto en el turismo en Guerrero por la seguridad de los turistas.

Actualmente prácticamente no se conocen este tipo de obras y sería un buen tema para discutir en las instituciones y Gobiernos Estatales para desarrollar proyectos de este tipo que seguramente generarían desarrollo económico.

1.- MARCO TEÓRICO Y ESTUDIO PREVIOS

El rompeolas es una estructura costera que tiene por finalidad principal proteger la costa o un puerto de la acción de las olas del mar. Son obstrucciones alejadas de la playa paralelas a la orilla y cuyo objeto es de amortiguar o impedir el paso del oleaje. Las fuerzas que se consideran en la estabilidad de un rompeolas son las debidas al oleaje, al peso propio y a la fricción de la base. los rompeolas son estructuras individuales o espaciadas construidas paralelamente a la playa con el objetivo de disminuir la fuerza de las olas que llegan a la playa. Los rompeolas pueden cumplir las siguientes funciones:

1. Retener la arena de la playa
2. Reducir la altura de las olas

Las olas al pasar por el espacio entre el rompeolas se difractan reduciendo su energía. Si rompeolas se construye de gran longitud con respecto a la longitud de las olas y muy cerca de la orilla, se produce gran acumulación de arena entre los rompeolas y la playa formándose un tómbolo el cual conecta la orilla con el rompeolas. Si el rompeolas es corto y se acumula muy alejado de la orilla, se puede formar una saliente en la playa.

La forma definitiva de la orilla después de construir los rompeolas depende de la geometría y de la localización, longitud y espaciamiento de los rompeolas, la dirección longitud y altura de las olas, y la cantidad de arena disponible.

Para predecir la delineación de la playa en planta se realizan modelos matemáticos y modelos los físicos a escala con la configuración de la topografía del fondo marino donde se visualizan dirección y velocidad de las corrientes principales que permiten predimensionar y ubicar con más certeza el cuerpo del rompeolas.

TIPOS DE ROMPEOLAS

Existen dos tipos de rompeolas: los que brindan protección a los puertos comerciales o sus entradas y aquellos que cobijan un fondeadero o rada, siendo usadas por las embarcaciones para escapar de las tormentas violentas. En este caso el objetivo del rompeolas es de proteger las playas y al mismo tiempo atenuar las olas para generar aguas tranquilas donde el turista nade con tranquilidad.

Los rompeolas pueden ser de dos clases, que son fundamentalmente de dos clases, según el modo en que resistan el oleaje:

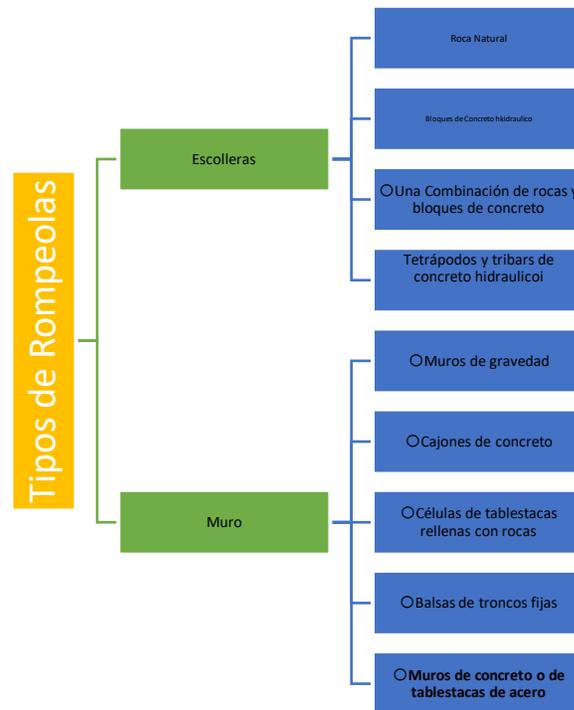


Figura 1: Tipos de rompeolas.

Las estructuras de los rompeolas son generalmente compuestas de grava media con fragmentos de rocas. Se buscan fragmentos del tamaño suficiente para evitar ser arrastradas por la ola, para ello es importante determinar las velocidades máximas que se presentan en las tormentas el peso de la masa de agua influyendo sobre el fragmento multiplicada por la velocidad debe ser contrarrestada por el área del fragmento que se proyecta contra la ola. Esto es la aplicación de la cantidad de movimiento:

$$MV_{\text{mar}} = mv_{\text{roca}} \text{ (masa por velocidad).}$$

Existen para ello fórmulas que determinan el diámetro mínimo requerido para resolver el problema de arrastre de las rocas. Una vez resuelto solo haya que acumular formando el cuerpo del rompeolas cuerpo generalmente de forma trapezoidal con la inclusión de materiales de grava gruesa entre el cuerpo del tamaño tal que no sea extraído hacia el exterior por el oleaje. Son estructuras de gravedad, dependiendo de su peso para tener estabilidad. Por lo tanto, la profundidad del agua y el carácter del fondo son factores importantes en su diseño.

Cuando no hay en la zona disponibilidad de bancos de material que proporcionen el volumen requerido para extraer los fragmentos de rocas.

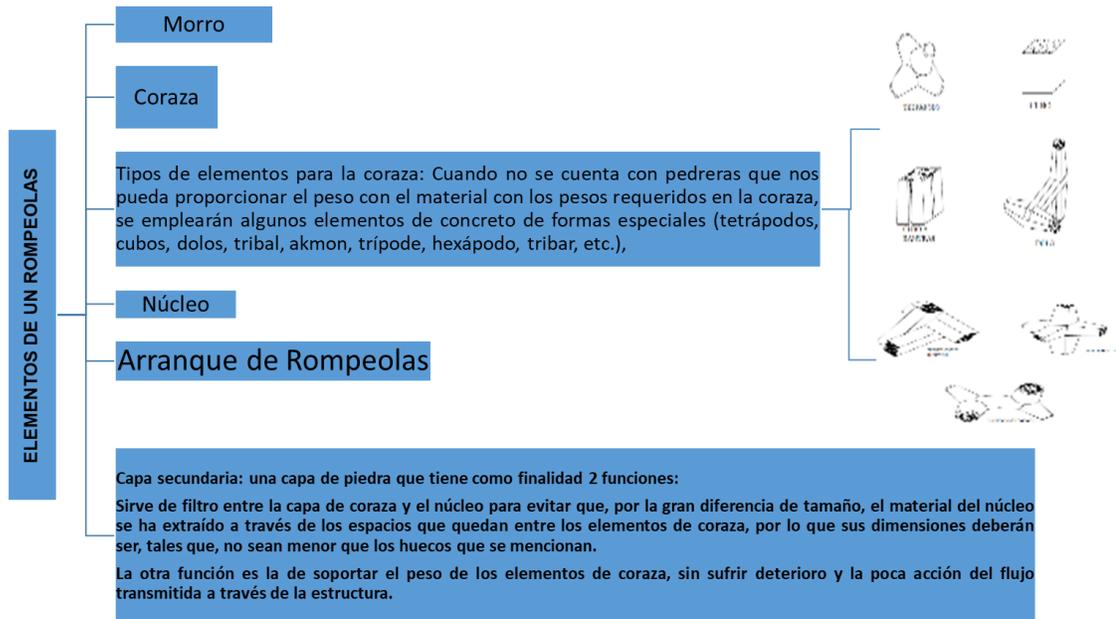


Figura 2: Elementos prefabricados para rompeolas.

ESTUDIOS PREVIOS

Antes de iniciar la construcción de las obras de abrigo se realizarán, las siguientes actividades:

- Reconocimientos Batimétricos a detalle: topografía del fondo del mar, que permite prever las zonas más profundas del fondo para asociarlas con las corrientes posibles (proceso que puede modelarse por computadora o con maquetas a escala).
 - Climas Marítimo y meteorología: Previsión de Dirección, Período y Altura De Ola, velocidad del viento, etc.
 - Análisis de la Propagación del Oleaje.
- También modelado computacional, velocidad en el fondo y a media profundidad y sus variaciones con la velocidad del viento críticas de tormenta.
- Determinación de los Umbrales de Riesgo con el Establecimiento de un Protocolo de Actuación.
 - Estudio geológico y geofísico. Para detallar aspectos de roca en el fondo, algún aspecto de riesgo

- ✚ Estudio de Mecánica de Suelos y de rocas. Para determinar tipo y calidad de la roca en el fondo marino y en los sitios de ubicación de bancos de material, donde también se debe realizar estudio geológico y topografía para determinar volúmenes disponibles.
- ✚ Proyecto de explosivos, para calcular las cantidades y espaciamiento de perforaciones de voladura. Deberá contar con la estricta supervisión de la Secretaria de la Defensa Nacional.
- ✚ Estudio de Impacto ambiental. Para detectar cualquier afectación al fondo marino y especies en el fondo.

2.- DESARROLLO DE PROYECTO

Dentro de los parámetros que influyen en el diseño hidráulico de las obras de defensa contra oleaje se encuentran además de la marea astronómica, la marejada de tormenta y el alcance de la ola, componentes que influyen de manera importante en la fijación de los niveles de desplante y coronamiento máximo y mínimo de las estructuras de defensa, para evitar parcial o totalmente, el rebase y salpique del oleaje en su rebote.

MAREJADA DE TORMENTA

La marejada de tormenta se define como la sobreelevación de nivel que presenta un cuerpo de agua al someterse a la fuerza cortante que ejerce el viento generado por perturbaciones atmosféricas sobre la superficie del agua.

La situación se vuelve desastrosa si se combinan los siguientes factores:

- ✚ El oleaje fuerte por los vientos huracanados.
- ✚ Una marea astronómica alta.
- ✚ Forma cóncava y poca profundidad de las costas.



Figura 3: Diagrama comparativo entre lo que se conoce como marea alta y baja.

Para el caso de que aquí se trata, se debe considerar la velocidad máxima producida en tormentas.

MAREA ASTRONOMICA.

- Es la producida por la fuerza de atracción de la gravedad y su interrelación entre el sol, la luna y la tierra,

ALCANCE DE OLA

El alcance de la ola o run-up se define como la distancia vertical, medida a partir del nivel de aguas de diseño, que se puede alcanzar al indicar el oleaje sobre la playa o algún obstáculo y es función directa de la misma altura de la ola incidente.

Altura de las olas:

Para determinar la altura de las olas en un lugar del mar, hay que conocer tres datos referidos al viento que sopla o soplará en la región:

1. Su velocidad (en nudos)
2. Su alcance (en kilómetros)
3. y su duración (en horas).

OLEAJE NORMAL

El viento es responsable de la generación del oleaje que se desplaza sobre la superficie del agua y que juega un rol muy importante en la modificación de la línea costera. Si se observa el mar durante una tormenta, su superficie parece estar en un estado de confusión y es difícil apreciar que entre el desorden es posible detectar los diferentes trenes de olas que allí se generan.

Las olas se caracterizan por su: longitud de onda, período, pendiente, altura, amplitud y velocidad de propagación, variables físicas y geométricas.

- Longitud de onda (L): es la distancia horizontal entre dos crestas o dos depresiones sucesivas.
- Período (T): es el tiempo, contado en segundos, entre el paso de dos crestas sucesivas por un mismo punto.
- Altura (H): distancia entre la cresta de la ola y el nivel medio del mar.
- Pendiente: relación entre la altura y la longitud de onda (H/L).
- Amplitud (A): distancia entre la cresta y el valle de la ola.
- Velocidad de propagación: $V = \text{Longitud de onda} / \text{Período}$

Para una gran longitud de onda, estas olas siempre "sienten" el fondo (son refractadas), ya que la profundidad siempre es inferior a la mitad de la longitud de onda.

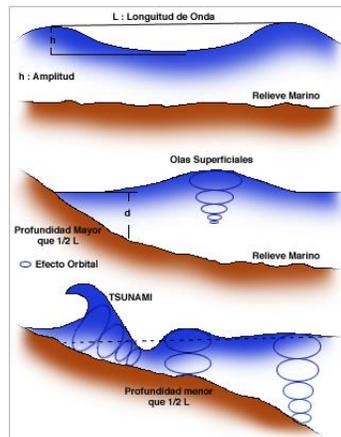


Figura 4: Parámetros físicos y geométricos de la onda de tsunami.

Las magnitudes de los parámetros que intervienen en la fijación de los niveles de piso de la plataforma de operaciones y patios de almacenamiento, así como los niveles de coronamiento máximo considerados que fueron terminados como se muestra a continuación:

$$N_c = N_{ad} + kA + f_c$$

$$N_{ad} = M_T + M_A$$

Donde:

N_c = es el nivel de coronamiento mínimo (m).

N_{ad} = es el nivel de agua de diseño, compuesto por la suma de la marejada de tormenta y la marejada astronómica (m).

k = es el coeficiente que afecta el alcance de la ola, en función del grado de salpique y rebase el oleaje sobre la corona del rompeolas. Para este caso, $k=1.00$

A = es el alcance de la ola (m).

f_c = es un factor de seguridad. Para este caso $f_c=0.20$ m.

M_T = es la marejada de tormenta, determinada como el rango de variación existen 3 nivel de bajamar mínima registrada en una zona.

M_A = es la marea astronómica e igual 0.60 m.

3.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

PLANEACION GENERAL DE LA OBRA

Para la ejecución de cualquier obra de ingeniería es necesario conocer las características tanto de la naturaleza y complejidad de la obra, así como las condiciones del lugar donde se plantea realizar los trabajos, con la finalidad de llevar a cabo la selección del material y equipo adecuado en cada una de las etapas del proceso constructivo, buscando los mejores rendimientos, seguridad y calidad de obra.

BANCOS DE MATERIAL

Se debe realizar un Estudio de Mecánica de suelos para localizar y estudiar todos los Bancos de materiales requeridos, generalmente donde existan rocas sanas no erosionable, de preferencia Rocas Ígneas. Es necesario presentar un plano con las vías de acceso, desde y hacia el sitio de la construcción del rompeolas de tal manera que no exista confusión generalmente se utilizan mapas de Google con las coordenadas correspondientes. Como parte de los trabajos preliminares deben buscarse las vías legales para explotación de los bancos y utilización de explosivos para obtener volumen del enrocamiento necesario en el rompeolas.



Figura 5: Explotación de los Bancos de Materiales

ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Estos estudios son de gran importancia y abarca todas las áreas del proyecto incluyendo el sitio del rompeolas para evitar afectaciones a especies marinas importante, por ejemplo, corales.

INSTALACIÓN PREVIA, PERMISOS Y ACCESOS

Una vez contratada la obra se sí se lleva a cabo el procedimiento de inmediato a la tramitación del permiso de almacenamiento y uso de los explosivos para la realización de la obra. Se construyen los polvorines siguiendo estrictamente las especificaciones emitidas por la Secretaria de la Defensa Nacional para dar cumplimiento a la seguridad de la obra.

DESMONTE Y DESPALME

Para comenzar el proyecto se realiza el desmonte en el área de trabajo en el cual consiste en quitar todos los desechos de vegetación natural. En el despilme se retira el material que se encuentra sobre la roca del Banco de tal manera que quede libre para los trabajos de explotación.

BARRENACIÓN Y VOLADURA

Las barrenas integrales ayudan a realizar un trabajo de excavación o perforación de manera eficiente. Es por esto que conviene conocer las diferentes alternativas que existen para realizar este trabajo de la forma rápida posible, cuidando los aspectos de seguridad por sobre todas las cosas.

Los métodos de barrenación más utilizados son mediante golpes o percusión y mediante equipo de rotación.

Las barrenadoras más comunes son las siguientes:

- Martillo de barrenación
- Perforación de carriles

REMOCIÓN, SELECCIÓN Y CARGA DEL MATERIAL

Toda la forma de construcción del rompeolas implica el transporte continuo de los materiales para su vertido al mar, es necesario tener un control sobre el avance y los volúmenes de topografía ejecutada, así como también la colocación de los elementos de acuerdo con las líneas del proyecto. Dicho control se puede lograr mediante el empleo del equipo topográfico necesario el cual será permanente durante el tiempo de construcción de la obra. El material que se haya tratado se puede seleccionar los tamaños específicos para reutilizar en la obra.

MAQUINARIA Y PERSONAL EMPLEADA EN BANCO DE MATERIAL Y EN LA FORMACION DEL CUERPO DEL ROMPEOLAS.

- Compresor (Ingersoll Rand 1600 PCM, Ingersoll Rand 1100, Sulliar, Joy) y operador.
- Track Drill Ingersoll Rand ECM 350 y operador.
- Rock Drill Ingersoll Rand y operador.
- Cargador (Cat 950 B, Cat 966 F, Cat 988 B, Michigan 175) y operador.
- Tractor (Komatsu 155, Cat D 8K, D6, D9N, D10N, Cat D6) y operador.
- Motoconformadora y operador.
- Retroexcavadora Cat 235 y operador.
- Pipa para Transportar Diesel y operador.
- Camioneta 3.4 Ton. Y operador
- Camión De Volteo y operador.
- Planta De Soldar 300 AMP y operador.
- Mecánicos
- Eléctricos
- Pobladores
- Checadores
- Trabajadores

ROMPEOLAS

ACARREO Y COLOCACIÓN

Para el acarreo de las piedras es necesario tomar en cuenta la señalización de la especificación correspondiente con la capacidad mínima de 12 m³.

Se debe tomar en cuenta que la carga del material ya clasificado, que se requiere para seguir la secuencia de construcción de las diferentes capas de forman el enrocamiento. Para lo cual es necesario una comunicación eficiente entre el lugar de colocación y el Banco de material.



Figura 6. Colocación del material.

CUBOS DE CONCRETO

Los cubos de concreto tienen como función recibir el impacto de la acción del oleaje, siendo en este caso cubos ranurados de concreto prefabricado.

El concreto prefabricado se refiere a elementos que se cuelean en algún lugar distinto de su ubicación final en la estructura. Cuando ya se han curado hasta que alcanzan la resistencia para su manejo, se sacan de la siembra y se colocan en la estructura. Los elementos prefabricados sólo después de 28 días de fabricación se pueden manejar, transportar y colocar en el sitio de la obra; indicado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

MOLDES E INSTALACIONES PREVIAS

Para tener una constante producción de los cubos de concreto se puede realizar una serie de instalaciones previas para garantizar una constante producción de estos a fin de evitar algún contratiempo y con esto un retraso en este frente de trabajo y por consiguiente en toda la obra.

Los moldes pueden ser prefabricados en el sitio, con lámina de acero reforzado con ángulos de acero de las dimensiones de 1.80 m de base, 1.70 m de altura y 1.60 m de ancho para unos cubos de 10.4 ton y para los cubos de 7.8 ton con dimensiones de 1.64 m de base, 1.56 m de altura y 1.46 m de ancho, en dicha obra y para una mayor duración y protección a estos se les aplica pintura anticorrosiva.

FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO

Una vez por su paso por la planta premezcladora el concreto es transportado en ollas revolventoras de 7 m³ de capacidad, colocado y consolidado sin segregación. Dicha consolidación se realizó llenando todas las partes de los moldes eliminando todas las bolsas de aire que pudiese formarse.

Se utilizan agregados mayores de 4", ya que fueron los idóneos para el tamaño de los cubos.



Figura 7: Fabricación de los cubos.

MAQUINARIA Y PERSONAL EMPLEADA EN LA FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO

- Dosificadora de concreto con un operador y 2 ayudantes
- Ollas de concreto y 3 coladores
- Vibradores de concreto y operador
- Cargador frontal y operador
- Camiones de 14 y 36 m³

CIMBRADO Y DESCIMBRADO

Procedimiento:

- I. Primeramente, se asienta un molde metálico sobre el piso, previamente se coloca tela de plástico y aplicación por las paredes interiores de un desmoldante a base de diésel y aceite quemado, para recibir el concreto sin adherencia.
- II. Una vez colocado el concreto en el molde y que éste empezará a fraguar un poco se les colocó el aditamento (gancho) que sirvió para dejar las preparaciones y para el izaje.
- III. El cimbrado del molde se realizó con gatos de 50 T y un aditamento especial para levantar la cimbra apoyándose con el propio cubo.
- IV. Una vez retirados los gatos por el cual se descimbran los moldes se levantan con grúas, se limpian perfectamente, se aplica al desmoldante y se vuelven a colocar para el siguiente colado.

MAQUINARIA Y PERSONAL EMPLEADA EN CIMBRADO Y DESCIMBRADO

Maquinaria y personal

- Gatos de 50 Ton. y operador
- Grúa de 14 Ton. y operar con ayudante

CARGA, ACARREO Y COLOCACIÓN DE CUBOS

Estos trabajos se realizan con el mayor cuidado, ya que en caso de que algún cubo sufriera daños serios durante, su carga, acarreo o colocación tenía que ser reemplazado por uno en buenas condiciones y el elemento de concreto dañado quedara inservible.

Para las maniobras de remontar cubos y cargarlos a los vehículos de transporte se usaron grúas equipadas con tenazas.

BORDOS Y RELLENOS

Estos trabajos se realizan comúnmente en 2 frentes de trabajo el primero es para la ejecución del patio de contenedores, así como la construcción del patio para terminar tanto de cruceros y de transbordadores.

Primeramente, se acarrea el material del Banco el cual debe de contar con las especificaciones que se marcan en el proyecto.

Posteriormente con material producto de degradado se procede a la conformación de rellenos los cuales posteriormente compactados con equipo terrestre quedando finalmente una plataforma.



Figura No. 8 Formación del cuerpo del Rompeolas

DRAGADOS.

Es necesario realizar el dragado de los materiales sueltos hasta llegar al terreno donde hay suelos duro no erosionable, generalmente eso se determina cuando la pala de dragado se arrastra y se extrae “limpia” es decir, cuando ya no hay material suelto.

Después del dragado continua la formación del cuerpo de rompeolas.



Figura 9: Proceso del dragado.

4.- CONCLUSIONES

La construcción de rompeolas en México no ha sido un tema de interés para los gobiernos. Sin embargo, por los cambios climáticos, los oleajes han incrementado su intensidad frecuencia y altura de acuerdo con los especialistas de geología física. Incluso se mencionan incrementos en el nivel del mar. Este es un motivo suficiente para pensar en este tipo de obras para protección de las playas.

Desde el punto de vista económico, el hecho de construir rompeolas en las playas que están en mar abierto puede ser un detonante en la economía de zonas que actualmente están prácticamente abandonadas. Las costas se verían con mayor afluencia turística con los beneficios que eso conlleva. Tener playas protegidas con este tipo de obras sería un motivo más que suficiente para atraer al Turismo Nacional e Internacional a las Playas de México.

Al llevar a cabo esta investigación se pudo constatar la complejidad del proceso constructivo y el tamaño del equipo necesario, así como la gran cantidad de estudios e Información que se requiere para llevar a buen fin un proyecto de esta índole además de la especialización que se requiere para el personal. No fue posible adquirir las Normas actuales y solo se investigó en bibliografía y en Internet para describir el proceso constructivo.

REFERENCIAS

- [1] Silva, R. 2005. Análisis y descripción estadística del oleaje. Serie de Docencia, Instituto de Ingeniería UNAM, México, 186 p.
- [2] Quiñones Huerta, L. J. (2006). Estabilidad de diques en talud. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- [3] Mendoza-baldwin, E. et al. (2010). Evolución del comportamiento hidráulico y de la geometría de diques homogéneos al ser deformados por el oleaje. Tecnología Y Ciencias Del Agua, I, 21–35.
- [4] Mansard, E. P., & Funke, E. R. (1980). The measurement of incident and reflected spectra using a least squares method. In Coastal Engineering 1980 (pp. 154-172).
- [5] Gutiérrez, F. 2014. Análisis de la interacción del oleaje suelos finos. Tesis de Licenciatura, UNAM, México, 123 p.
- [6] González, G. 2016. Reproducción en laboratorio de la falla por hundimiento de estructuras cerca de la costa sobre suelos finos: Análisis del comportamiento del suelo. Tesis de Licenciatura, UNAM, México, 116 p.
- [7] Comisión Federal de Electricidad, CFE (2014),” Manual de diseño de obras civiles, Obras marítimas”, CFE, Tomo III, México, pp 116 – 134.