

12
241



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"PUERTO: SU INFRAESTRUCTURA
OPERACION Y DESARROLLO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N :
JORGE ENRIQUE ALVAREZ ROMERO
ALVARO NEGRETE SANCHEZ



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
60-1-035/96

Señores
JORGE ENRIQUE ALVAREZ ROMERO
ALVARO NEGRETE SANCHEZ
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. RAUL ANTONIO CORREA ARENAS, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

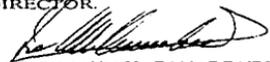
"PUERTO: SU INFRAESTRUCTURA, OPERACION Y DESARROLLO"

- I. INTRODUCCION
- II. PUERTO
- III. PLANEACION PORTUARIA
- IV. LA INGENIERIA DEL PROYECTO
- V. ORGANIZACION Y OPERACION DEL PUERTO
- VI. DESARROLLO PORTUARIO
- VII. CONCLUSIONES
- VIII. BIBLIOGRAFIA

Ruego a ustedes cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberán prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitario, a 11 de abril de 1996.
EL DIRECTOR.


ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLÍS

JMCS/GMP*jbr

A MIS ABUELOS.

JUAN ROMERO Y ESPECIALMENTE
A MA. LUISA CHÁVEZ, POR
HABERME APOYADO EN TODOS MIS
ESTUDIOS CON AMOR Y
CONFIANZA.

A MI MADRE.

MA. GUADALUPE ROMERO, POR SU
GRAN ESFUERZO Y AMOR PARA
QUE YO PUDIERA HACER UNA
CARRERA.

A MIS HERMANOS.

ALEJANDRO Y MIGUEL ALVAREZ,
QUIENES COMPARTIERON MIS
LOGROS Y POR HABERME
BRINDADO SU APOYO
INCONDICIONAL EN TODO
MOMENTO DE MI VIDA.

A MIS TIOS Y PRIMOS.

**ADOLFO ROMERO, FERNANDO
IZQUIERDO, YOLANDA ROMERO, Y A
FERNANDO, BEATRIZ, SANDRA,
SONIA Y SUSANA, POR SU
CONFIANZA DEPOSITADA EN MI Y
POR TODO EL TIEMPO QUE
COMPARTIMOS JUNTOS.**

A MI NOVIA.

**NALLELY VERDUZCO, POR TODO
SU AMOR, DEDICACIÓN Y GRAN
AYUDA PARA PODER TERMINAR MIS
ESTUDIOS.**

ALVARO DEDICA ESTA TESIS A SUS PADRES,
WBLESTER Y LEONOR, POR TODO EL APOYO
QUE ME BRINDARON A LO LARGO DE MIS
ESTUDIOS, A MIS HERMANOS, COTY, JESÚS, ALE
Y MALE, A MIS CUÑADOS, ALEJANDRO, VICTOR Y
PATY, A MIS SOBRINOS, ORSON Y VICTOR
ALEJANDRO, A TODOS POR SER PARTE DE MI
FAMILIA.

A NUESTRO ASESOR ING.
RAUL A. CORREA ARENAS
POR EL APOYO Y TIEMPO
BRINDADOS PARA LA
CULMINACION DE ESTA
TESIS.

A GUADALUPE ROMERO
POR SU GRAN AYUDA EN
LA REALIZACION DE LA
TESIS.

A ALDO VERDUZCO POR
PROPORCIONAR EL MEDIO
PARA EL DESARROLLO
DEL TRABAJO.

EN GENERAL A TODAS LAS
PERSONAS QUE DE ALGUNA
MANERA CONTRIBUYERON
EN LA ELABORACION DEL
TRABAJO, Y A TODOS
NUESTROS COMPAÑEROS Y
AMIGOS.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO I PUERTO.	5
1.1. Definición.	6
1.2. Clasificación.	8
1.2.1 Características Físicas.	8
1.2.2 Función Económica.	10
1.2.3 Importancia.	12
1.3 Componentes del Puerto (Infraestructura y Supraestructura).	12
1.4 Panorama Portuario Nacional.	17
CAPÍTULO II PLANEACIÓN PORTUARIA.	21
2.1. Planeación Aplicada a los Puertos.	22
2.1.1 Introducción.	22
2.1.2 El Plan Director	23
2.1.3 Conclusiones	43
2.2 El Esquema Secuencia de Actividades de la Fase Física del Proyecto.	45
CAPÍTULO III LA INGENIERÍA DEL PROYECTO.	56
3.1 Clasificación, Determinación, Diseño y Construcción de Rompeolas	57
3.2 Dragado y sus Aplicaciones.	79
3.3 Estructuras de Atraque y Amarre.	87
CAPÍTULO IV ORGANIZACIÓN Y OPERACIÓN DEL PUERTO.	104
4.1. Operación Portuario.	105
4.2 Administración Portuaria Integral.	120
CAPÍTULO V DESARROLLO PORTUARIO.	137
5.1 Los Factores que Determinan el Desarrollo Portuario	138
5.2. Tendencias Actuales del Transporte en las Economías de Mercado.	141
5.3. Desarrollo de las Terminales Marítimas.	145
CONCLUSIONES	159
EXOS	164
BIBLIOGRAFÍA.	189

INTRODUCCIÓN

En la Antigüedad:

Aún cuando se dice que 2800 años a.C., los egipcios se lanzaron a la conquista del mar y que Ramsés el Grande, en su afán de adquirir productos de la India, emprendió la titánica labor de comunicar por medio de un sistema de canales el extremo boreal del "Mar Rojo" con el del río sagrado "El Nilo", no fue sino hasta que los fenicios intervinieron en estas actividades cuando nace propiamente el comercio marítimo, principalmente en el ámbito del Mediterráneo.

Fueron los griegos, maestros de la geografía, quienes iniciaron la ingeniería de obras marítimas. El brillo de su genio se vio en "Delos", y donde construyeron por primera vez en la historia un muelle y un rompeolas, y los egipcios en Alejandría en la isla de Pharos, donde se inició el balizamiento o iluminación marítima, hasta alcanzar en el siglo VI el alto nivel creativo con las primeras obras de dragado.

En México:

Las crónicas de la conquista comprueban que a la llegada de los españoles, los aztecas ya conocían la canoa o piragua propulsada con remo, que utilizaban para pescar y transportar personas y mercancías entre puertos ribereños.

Fue hasta la llegada de los conquistadores cuando se inició en los mares de lo que fuera la Nueva España, el transporte marítimo formal, primeramente con las embarcaciones de vela que trajeron los españoles y más tarde con los construidos en nuestro territorio.

Cortés, en su primer viaje a la Metrópoli, consiguió apoyo de la corona para organizar nuevas expediciones y a su regreso a la Nueva España trajo muchos marineros, operarios y soldados. Hizo construir en Acapulco dos navíos y reparar el "San Miguel" y el "San

Marcos", dando el mando de la expedición, que fue la primera en aquella costa, a Don Diego Hurtado de Mendoza, que se hizo a la mar el 30 de junio de 1532.

Por lo que hace a los modos de transporte acuáticos, el marítimo permite la transportación masiva de grandes tonelajes de materias primas e insumos de baja densidad económica, o bien el traslado de mercancías de gran peso o muy voluminosas entre puertos de diferentes países o situados en un mismo país. La operación de los buques requiere de terminales, muchas veces con alto grado de especialización, que resultan ser sumamente costosas tanto en su construcción y equipamiento, como en su operación.

Es un modo por medio del cual, las mercancías pueden ser transportadas a grandes distancias a precios bajos, ya que si bien los costos por terminal son altos, los de la transportación, comparativamente, no son de consideración (se tiene como promedio de costos: 60% en terminal y 40% en transporte de puerto a puerto), lo que explica que sea rentable a grandes distancias y menos conveniente en su uso en distancias cortas, en las que los costos de terminal llegan a absorber hasta el 75% del costo.

El transporte marítimo ofrece algunas ventajas sobre otros modos de transporte, de las cuales, tal vez la más importante, lo sea el contar con la vía natural para la navegación, toda vez que se tienen grandes ríos navegables y los mares ofrecen una gama infinita de posibilidades para el transporte de mercancías de un país a otro, característica solo superada por el espacio aéreo. A excepción de los canales, el transporte marítimo no requiere de gastos elevados para construir las vías, si bien la concentración de capital al construir una terminal marítima es alto y requiere la participación de técnicos y equipos con alto grado de especialización que deben estudiar las condiciones económicas, físicas y sociales de una región a la que va a servir el puerto y que determinarán la naturaleza de la misma terminal.

Otros indicadores que resaltan la ventaja del transporte marítimo respecto a los otros modos son:

A) El peso muerto del barco respecto al peso que transporta, es menor que el del ferrocarril.

B) El gasto de combustible es mayor en el tren que en el barco, comparativamente, por unidad transportada entre kilómetro recorrido.

Cabe observar que si bien el transporte marítimo es periférico y sólo se desarrolla en las costas, con alguna posibilidad de penetrar tierra adentro, cuando existen fiords muy largos o ríos navegables, esto no resulta ser una limitación, pues es obvio que en igualdad de circunstancias, al ferrocarril se le dificultaría transportar dichas cargas a través del medio acuático aún cuando la distancia cayera dentro de su rango económico de transporte.

En la actualidad, el transporte marítimo en general, es el que ofrece menores costos en la transportación, aún cuando en ocasiones el tren llega a ser competitivo con el barco por los subsidios que recibe de los gobiernos, llegando a plantearse a veces, situaciones poco convenientes para el sano desarrollo del sistema de transporte en general.

Contar con un sistema portuario o al menos con una salida al mar coloca a un país, en posición adecuada para discutir los términos de sus convenios, contando también con el sostén de una bien desarrollada flota mercante que respalde sus compromisos comerciales, ya que es evidente, por la naturaleza del medio, que el transporte marítimo es el que adquiere mayor importancia para establecer las bases del comercio exterior y del que se valen las naciones para realizar un gran volumen de sus operaciones.

La existencia de un puerto propicia el establecimiento de flujos de mercancías y la implantación de actividades comerciales, permite el acceso directo a los mercados internacionales. De otro modo, el no contar con un acceso directo al mar propicia el que se tenga que hacer uso de los servicios portuarios de otros países, lo que se traducirá en la salida de importantes cantidades de divisas. Asimismo, en el aspecto político, se infiere que la falta de una salida al mar por lo menos, implicará dependencia en gran medida, de otras naciones y a veces, tener que aceptar condiciones poco deseables, del orden político y económico.

México esta reorientando activamente su política portuaria, propiciando su descentralización, desregulación y privatización. La base de este proceso es la nueva Ley de Puertos, que provee un marco legal moderno y actualizado para el desarrollo y la reestructuración de los puertos mexicanos.

Esta legislación busca fomentar las actividades portuarias en apoyo al desarrollo económico del país, al tiempo que promueve su modernización e impulsa su descentralización con la participación de los sectores privado y social.

Es así que la Ley de Puertos tiene como sus principales objetivos, la modernización y la eficiencia.

Para lograr esta modernización es indispensable la plena descentralización de la administración portuaria, que conlleva la autonomía operativa y financiera de los puertos.

Es preciso alcanzar niveles internacionales de eficiencia para que el enlace de los modos de transporte sea eficaz y el comercio del país sea más competitivo. Ello se logrará a través de la desregulación y transparencia en las operaciones y de propiciar una sana competencia entre los puertos y dentro de los mismos.

A estos propósitos se orienta la redefinición del papel del gobierno en materia portuaria que, en el ámbito jurídico, reafirma y precisa sus funciones de carácter esencialmente normativo de la actividad portuaria.

En síntesis, se busca promover el pleno desarrollo de los puertos, mediante la incorporación de los sectores privado y social en un marco de libre competencia. Es por ello que en la ley se crea la innovadora figura de la administración portuaria integral (API), para que, en uno o varios puertos, sus titulares asuman las funciones de administración que hasta ahora habían sido prestadas por el gobierno central; esto incluye la construcción, planeación, promoción y fomento del puerto y sus instalaciones.

CAPÍTULO I

CAPÍTULO I PUERTO.

1.1. Definición.

Un puerto es una puerta a través de la cual un país establece los flujos de su comercio internacional y en gran medida, de su comercio nacional. Es un factor determinante en la conquista del mercado mundial.

Se dice que un puerto debe ser

Una terminal segura en la costa, en la margen de un río o de un lago, protegida de la acción de los fenómenos meteorológicos

Un lugar que disponga de espacios adecuados para la navegación segura del buque, su atraque y la protección de las mercancías que por éste vayan a ser transportadas; esto es, que disponga de una adecuada infraestructura

Un polo que conjunte los medios de transporte.

Un centro que permita establecer los flujos hacia o desde el puerto, al contar con el equipamiento y las instalaciones adecuadas para facilitar tanto al buque como a los modos de transporte, ya sea terrestre o marítimo, la realización de las tareas de carga y/o descarga en el mínimo tiempo posible.

Una terminal que cuente con el personal entrenado, que cumpla con sus tareas en todos los campos del quehacer portuario.

De este modo, un puerto resulta ser en esencia:

Un conjunto de instalaciones adecuadamente equipadas, cada una con una función característica y propia.

El lugar donde existe el elemento humano capacitado, que efectúa las operaciones.

Ambos aspectos conjuntados para realizar la transferencia de las mercancías entre los modos de transporte, con rapidez, seguridad y economía.

Un puerto cumple con funciones globales como son

- La Económica (la más evidente).
- La Política.
- La Social.

Lo anterior, por virtud de que un puerto es

- Un centro de actividad económica
- Un foco de atención política

Cada aspecto tiene su importancia relativa y para los fines aquí perseguidos, es conveniente destacar la económica, se considerará como la más relevante ya que es sabido que los puertos influyen en el desarrollo de un país o de una región, pero al mismo tiempo son receptores del propio desarrollo económico. Un puerto, se construye para servir a una zona de influencia (puerto determinante), o para que la zona de influencia se sirva de éste (puerto determinado).

Hay entonces que reconocer la existencia de puertos con influencia en la esfera: local, regional, nacional e internacional.

El puerto, como órgano de enlace de los modos de transporte, es un núcleo concentrador de pasajeros y mercancías para su ulterior despacho, y por este hecho se constituye en un centro de actividad de las compañías marítimas, de los transportistas terrestres y marítimos, en general de los usuarios de las instalaciones (importadores y exportadores), es un centro de consolidación de mercancías y siendo un cruce de los subsistemas del transporte, es también un centro de distribución de las mismas.

En resumen Un puerto es un conjunto de instalaciones, cada una con una función propia, localizado en un lugar adecuado de la costa, en la margen de un río o un lago; protegido de la acción de los elementos naturales, para proporcionar abrigo seguro a las embarcaciones, facilitar su atraque y así realizar la transferencia de las mercancías; con equipamiento adecuado, personal calificado y con instalaciones propias para la protección de los bienes. Al puerto concurren los modos de transporte terrestre que lo interconectan con su zona de influencia y al propio tiempo, ofrece la posibilidad de que en sus intermediaciones se establezcan industrias que transformen las materias primas, en productos de alta densidad económica, los que, por el modo (aplicación de modernas tecnologías) y volumen (economías de escala), de su producción, se logran ahorros substanciales, que permite lanzarlos a precios de competencia al mercado internacional, utilizando para ello todas las formas del transporte especialmente el marítimo.

1.2 Clasificación

1.2.1 Características Físicas.

Una primera clasificación podría darse desde el punto de vista físico. Así se tendrá

- a) Por la naturaleza de la protección de las instalaciones.

Se consideran Puertos Naturales, si la conformación de la costa, proporciona una adecuada protección a las instalaciones portuarias de la acción del oleaje y existen las profundidades necesarias para permitir la navegación de las embarcaciones.

Es bueno destacar que estas características naturales, generalmente han sido realizadas artificialmente, puesto que muchas veces no tienen las condiciones adecuadas para que de inmediato el puerto pueda funcionar, para ello deben efectuarse algunos dragados y la habilitación de áreas en tierra, para recibir las instalaciones.

Puertos Artificiales, son aquéllos en que es necesario construir las obras de protección (rompeolas o escolleras); los dragados y los rellenos para las áreas de desarrollo terrestre de las instalaciones.

Los puertos artificiales se construyen ganando terrenos en el mar, como es el caso de los puertos que se encuentran constreñidos por las ciudades, para ello se aprovechan las zonas bajas que al ser rellenas con el material producto de dragado, se incorporan al puerto.

De otro modo, hay puertos artificiales que se construyen penetrando las dársenas en tierra. En este caso casi siempre se aprovecha la existencia de algunas lagunas litoral, de un estero, etc. La construcción de un puerto cien por ciento artificial penetrando en tierra, en el que haya que construir la totalidad de la obra exterior y de navegación, se procura evitarlos por el alto costo que implican; no obstante, se construyen si son estrictamente necesarios.

Dentro de los parámetros extremos de las condiciones del lugar, un puerto será artificial en mayor o menor grado, ya que casi siempre habrá necesidad de realizar algunos trabajos para adecuar el lugar a los requerimientos que imponga la naturaleza de las actividades que deba atender; sin embargo, cuando se habla de la artificialidad de un puerto, casi siempre se hace referencia a la protección que dan las obras exteriores.

b) Por el influjo de las corrientes marítimas y las mareas es posible clasificarlos como:

Puertos abiertos, aquéllos que reciben la influencia de las mareas y las corrientes marítimas.

Puertos cerrados, son puertos bajo el influjo de las mareas y controlan sus niveles de agua, con esclusas que sólo se abren durante el tiempo en que ésta es superior a cierto nivel.

c) Por su situación en las costas y ríos

Puertos Marítimos. Son aquéllos que están localizados en las costas, protegidos artificialmente o en forma natural, del flujo directo del oleaje y las corrientes marinas.

Puertos Interiores. Son los que se construyen en la ribera de un río, que están sujetos exclusivamente al régimen de avenidas del río. Los puertos interiores localizados sobre la margen de un río son también llamados fluviales, y si se localizan en la margen de un lago se les denomina lacustres. También son puertos interiores aquéllos que se establecen en la margen de un canal construido tierra adentro.

Puertos Fluviomarítimos. Son los que se localizan en la ribera de un río y reciben el influjo de las mareas.

1.2.2 Función económica

Otro criterio para clasificar a los puertos es aquel que considera la naturaleza de su función económica, sin que ello signifique que no puedan darse otras dentro de sus recintos portuarios. Así se tiene:

a) De altura, cuando atiendan embarcaciones, personas y bienes en navegación entre puertos o puntos nacionales e internacionales.

b) De cabotaje, cuando solo atiendan embarcaciones, personas y bienes en navegación entre puertos o puntos nacionales.

c) Puertos Comerciales como los puertos mas significantes a lo largo de las costas.

d) Puertos Petroleros, son aquéllos que reciben o envían crudos o derivados para que sean transformados o distribuidos en su zona de influencia

e) Puertos para Minerales. En los puertos mexicanos considerados como principales, se destinan áreas para el manejo de minerales.

f) Puertos graneleros. Son aquéllos cuya actividad fundamental se desarrolla alrededor de las instalaciones tanto para el almacenamiento como para el manejo de granos.

La clasificación de los puertos, es posible llevarla a coincidir con los productos que se manejan por los mismos y tener tantas clases de puertos específicos como productos se tengan.

g) Puertos industriales, son aquéllos que a través de sus instalaciones sirven a las industrias establecidas en sus inmediaciones y que los aprovechan para mover grandes volúmenes de materias primas, insumos o sus productos manufacturados.

h) Puertos Pesqueros. Son aquéllos en los que la actividad portuaria fundamental es la pesca, complementada con plantas industriales que procesan o congelan los productos capturados en el mar.

i) Puertos Turísticos. Son aquellos en que la actividad turística ligada con el mar es la preponderante.

Es una de estas actividades la que le da al puerto en cuestión su característica determinante, de ahí que se diga que en México son de Propósitos Múltiples.

1.2.3 Importancia.

Otra Forma de clasificar los puertos pudiera ser aquélla que considera su importancia. Hay puertos cuya importancia se reduce a la localidad propiamente, al no tener una zona de influencia muy extendida; otros, tienen importancia regional y depende de la extensión del área de influencia, de los medios de transporte que el cruzan y la estructura de su producción (agropacuaria, industrial, mineralera, etc). Es así que algunos puertos llegan a tener importancia nacional, cuando en alguna forma influyen en todo el territorio y los hay de importancia en la esfera internacional cuando se constituyen en centros de convergencia de cargamentos y buques.

1.3 Componentes del Puerto.

Los puertos desde el punto de vista de la Ingeniería, son un conjunto de estructuras que realizan una función básica bien definida y que agrupadas permiten lograr los índices de alta eficiencia que son requeridos en toda unidad de producción, siempre que para ello cuenten con el equipamiento y el personal adecuadamente capacitado.

Los componentes de un puerto se identifican en dos grupos: El Infraestructural y el Supraestructural.

- La infraestructura portuana la componen las instalaciones físicas, tales como las estructuras que le dan protección y que permiten las maniobras de las embarcaciones en aguas calmadas, así como las que permiten su atraque, el almacenamiento de la carga, los servicios generales (el agua, la energía eléctrica, el teléfono, etc.); el señalamiento portuario para dar seguridad a la navegación; los enlaces terrestres (carreteras y ferrocarriles), etc. Y su carácter es Estático (Port facilities).

- Los componentes de carácter Supraestructural, son los elementos que permiten realizar el transbordo y manejo de la carga dentro del puerto como son: la

maquinaria, el equipo, así como los recursos humanos (operacionales, administrativos y de alta dirección), tales componentes tienen un carácter dinámico (Port Services).

En un puerto se distinguen por sus características:

- Las áreas de agua abrigada, propias para el fondeo y la navegación de las embarcaciones.

- Las áreas terrestres propias del puerto, donde se distinguen:

La zona de operaciones constituida por las estructuras de atraque.

Las estructuras adecuadas para el almacenamiento de las cargas.

Las áreas de circulación y estacionamiento de los vehículos terrestres.

Las áreas de administración y servicios.

Los componentes Físicos.

a) Las obras exteriores llamadas también obras de abrigo, reciben el nombre según su abriación, de este modo se les llama escolleras si se construyen en mar abierto para dar la protección necesaria y en otros casos particulares la denominación de espigón cuando su longitud es muy corta comparativamente. Su función es:

Permitir la disipación de la energía del oleaje, proporcionando las áreas de calma.

Impedir el paso de los sólidos a las áreas de agua protegida.

Las obras exteriores se construyen en caso que el puerto no sea natural.

b) Las áreas de navegación son:

El o los canales de acceso al puerto,

El antepuerto, donde las embarcaciones esperan muelles para realizar la transferencia de las cargas y en ocasiones realizan maniobras de transbordo para que éstas las trasladen a tierra firme, operación llamada propiamente alijo, para la que es conveniente contar con boyas de amarre.

Las dársenas de ciaboga en donde las embarcaciones realizan sus maniobras para atracar o desatracar en los muelles y

Las dársenas de operación, aquéllas en las cuales las embarcaciones realizan amarradas a los muelles, las maniobras de carga y/o descarga.

c) Los muelles, son las estructuras que permiten fijar un costado de las embarcaciones para facilitar las maniobras de transbordo de la mercancía.

Las estructuras de atraque se complementan con:

Bitas, que son los elementos para el amarre de los barcos al muelle.

Defensas, elementos que evitan que el barco y las estructuras sufran daño por la agitación que pudiera haber en la dársena o bahía.

d) Almacenes, son las estructuras que permiten regular el flujo de las cargas a lo largo del tiempo.

e) Áreas para la vitalidad interna y de integración del puerto con la ciudad y su zona de influencia.

Dentro de la infraestructura portuaria también se consideran:

f) Los servicios generales:

Energía eléctrica, fuerza y alumbrado.

Combustible para surtir a las embarcaciones que arriben al puerto

Agua potable, para el servicio del puerto y para satisfacer las necesidades de las embarcaciones.

Sistema contra incendio.

Servicio de telecomunicaciones (teléfono, telégrafo, telex, etc):

Drenaje en el puerto y su integración con el de la ciudad.

g) Señalización portuana. Son las ayudas que se proporcionan en los puertos para que las embarcaciones puedan realizar sus maniobras de arribo y zarpe con seguridad. Pueden ser visibles (balizas y boyas), acústicas o radioeléctricas.

Los componentes de Operación y Administración

Los elementos de esta naturaleza son los que integran la superestructura de un puerto y son:

a) Los componentes para la operación:

Equipamiento básico, equipo especial y mecanización especial.

b) Componentes Operacionales y Administrativos:

Operacionales, constituidos por la mano de obra portuaria.

Administrativos, es el equipo humano que por el conocimiento que tiene del conjunto y los objetivos que se persiguen, racionaliza las operaciones de carga y descarga mediante planes de operación adecuadamente estructurados, buscando tanto el máximo beneficio para el puerto como la mínima estadia del buque, en el mismo.

La obtención de resultados se logra con un adecuado control de las operaciones, factor que se introduce para conseguir los objetivos del sistema.

Entre las actividades más relevantes en el control de las operaciones están las de:

- Coordinación de la operación portuaria.
- Seguridad en la relación de los trabajos
- Vigilancia de la carga y las instalaciones dentro del recinto portuario.
- Las de mantenimiento periódico y preventivo de las instalaciones y el equipo, para lograr el máximo de eficiencia en la operación.
- Las de administración de las operaciones contables y aplicación correcta de las tarifas portuarias, su cobro, análisis y actualización constante.
- La generación y concentración de datos estadísticos como resultado de la actividad portuaria.

Otros componentes del puerto.

Existen otras estructuras de índole portuario como lo son los astilleros cuya función es la construcción, el mantenimiento y la conservación de las embarcaciones.

1.4 Panorama Portuario Nacional.

Los puertos nacionales atienden alrededor de la tercera parte de la carga que se transporta en el país y más del 80% de nuestras exportaciones. Representan, por tanto, oportunidades importantes para lograr la modernización de la nación.

Los objetivos inmediatos consisten en contar con puertos a niveles de productividad internacional, para beneficios del comercio exterior mexicano; impulsar sistemas de cabotaje para transporte de bienes a largas distancias, lo que permite un mejor equilibrio en el uso de otros modos de transporte; y apoyar la generación de empleos y de divisas a partir del fomento de polos de desarrollo regional en los litorales para la industria el turismo y la pesca.

Los puertos mexicanos ofrecen amplias posibilidades para asentamiento de industrias, centros de almacenamiento y concentración para productores y exportadores internacionales interesados en el intercambio comercial con los países de la cuenca del Pacífico, Europa, África, Canadá, Estados Unidos, Centro y Sudamérica.

Durante 1991 en relación con 1988 los aumentos de productividad fueron de 100% en la eficiencia operativa del manejo de contenedores en terminales especializadas. En el renglón de graneles agrícolas en terminales semimecanizadas, el incremento registrado fue de un 50%. Se logró así reducir sensiblemente los costos de estadia de las embarcaciones. La concertación de acciones con los trabajadores portuarios, prestadores de servicio y usuarios constituyó un factor muy importante en la consecución de estas metas.

Para atender las demandas potenciales de servicio del intercambio comercial a gran escala, a la concentración y redistribución de carga y al desarrollo portuario industrial, la estrategia establecida consiste en disponer de cuatro puertos a niveles internacionales de

servicio: ALTAMIRA Y VERACRUZ en el Golfo de México, MANZANILLO Y LÁZARO CÁRDENAS en el Pacífico todos ellos ligados con las principales zonas industriales, comerciales y de consumo del país.

ALTAMIRA es un puerto industrial en desarrollo que dispone de amplios terrenos para industria pesada, mediana y pequeña; energía eléctrica suficiente y agua potable e industrial necesaria. Este puerto sirve de manera significativa a la importante zona de actividad económica e industrial de diversos estados: Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, San Luis Potosí, entre otros, y está comunicado por ferrocarril y carretera. Tiene tres posiciones de atraque, 29 hectáreas de patio pavimentadas, una bodega de 5380 m² y cuenta con 12 m de profundidad para barcos de 45,000 toneladas.

VERACRUZ es un puerto comercial por excelencia, ligado a la zona de actividad comercial e industrial más importante del país mediante ferrocarril y carretera. Está ubicado en el centro de la república que comprende a los estados de Veracruz, Puebla, Tlaxcala, México, y la zona Metropolitana de la Ciudad de México.

El puerto dispone de patios, bodegas y muelles para el manejo especializado de contenedores y diversas cargas. Cuenta con áreas para el asentamiento de instalaciones y terminales privadas, energía eléctrica y agua potable.

MANZANILLO es un puerto cuya zona de influencia abarca la actividad comercial más importante del occidente del país: Colima, Jalisco y diversos estados del bajo (Guanajuato y Querétaro). Cuenta con ferrocarril y autopista. El puerto dispone de patios, bodegas y muelles para el manejo de carga general, fluido y graneles agrícolas y minerales. Se tienen áreas para terminales privadas, energía eléctrica y agua potable.

LÁZARO CÁRDENAS es un puerto industrial de gran capacidad. Dispone de amplios terrenos para industria pesada. Allí se encuentran entre otras Pemex, Fertimex y Cicarsa, así como industria mediana y pequeña. Cuenta con energía eléctrica y agua potable e industrial necesarias para abastecer la zona industrial. Este puerto sirve al centro del país y a la zona metropolitana de la Ciudad de México, respecto a la cuenca del Pacífico. Tiene

comunicación por ferrocarril y carretera. Tiene 14 m de profundidad y una terminal granelera para 80,000 tons. y un promedio de descarga en forma totalmente automatizada de barco a barco, de barco a la terminal y de la terminal a autotransporte y ferrocarril de 600 tons. por hora.

En el litoral del Atlántico se cuenta también con los puertos comerciales de Tampico, Coatzacoalcos y Progreso, los cuales desempeñan fundamentalmente un papel de puertos regionales. En el litoral del Pacífico, se cuenta con los puertos comerciales de Ensenada y Guaymas; los nuevos puertos de Topolobampo y Pichilingue; Mazatlán, Salina Cruz y Puerto Madero. Independientemente de sus características específicas dentro de la estrategia de desarrollo regional y nacional, funcionan como puertos alimentadores para Manzanillo y Lázaro Cárdenas

Para la atención de los cruceros y transbordadores turísticos se tienen las instalaciones de Cozumel, la terminal turística más importante de el país, en donde se dispone de una terminal y servicios especializados para los pasajeros; Ensenada; Pichilingue, cerca de la ciudad de la Paz; Cabo San Lucas, en el extremo de la Península de Baja California; Mazatlán, con cinco posiciones de atraque, y Puerto Vallarta con dos posiciones de atraque. Acapulco por su parte, destaca como puerto terminal o de embarque para los pasajeros que amban a él por vía aérea en cruceros de 7 días. Dispone de muelle y terminal especializada, además de que cuenta con todos los servicios para la atención a los pasajeros.

Asimismo, para la atención a embarcaciones turísticas se cuenta con instalaciones especializadas: en Progreso para cruceros y transbordadores y en Puerto Morelos cerca de Cancun para transbordadores.

La estrategia de desarrollo del sistema portuario nacional contempla la participación de inversionistas privados en la construcción y operación de instalaciones especializadas de carga, marinas turísticas asociadas con desarrollo inmobiliarios y terminales para cruceros. Por tal razón, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, inició en 1989, a través de

Puertos Mexicanos, el impulso a la participación de la iniciativa privada mediante convocatorias públicas

En los proyectos que ya están en ejecución figuran terminales especializadas de carga, muelles y terminales para cruceros y marinas turísticas unidas a desarrollos inmobiliarios. Nuestra legislación permite a los inversionistas mexicanos asociarse con capital extranjero en proporciones del 49% o mayor, previa autorización especial.

Puertos Mexicanos tiene la responsabilidad de atender a los interesados, analizar las solicitudes de concesión o permiso y hacer el dictamen sobre la viabilidad de las propuestas de inversión y en caso afirmativo, señalar el plazo y condiciones de los permisos y concesiones.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por conducto de la Dirección General de Puertos y Marina Mercante, otorgará las concesiones o permisos dictaminados favorablemente por Puertos Mexicanos.

CAPÍTULO II

CAPÍTULO 2 PLANEACIÓN PORTUARIA.

2.1. Planeación Aplicada a los Puertos.

2.1.1 Introducción.

Si se parte de la premisa de que los puertos sirven a su zona de influencia, entonces sus características estarán definidas por factores económicos, que deben ser investigados ampliamente

Los estudios deben arrojar datos, tanto para cuantificar los volúmenes de mercancías generadas como los que se espera tener a mediano y largo plazo, así como la oferta y la demanda actual y futura de instalaciones portuarias, que satisfacen los requerimientos de la producción

De otro modo, la necesidad de contar con el proyecto para un puerto nuevo, completar las instalaciones existentes o modificarlas para adecuarlas a las nuevas necesidades, es producto de requerimientos como pudieran serlo entre otros los siguientes:

a) La necesidad de abrir una puerta a través de la cual se establezcan el comercio; o bien, construir nuevas instalaciones, si existe la perspectiva de incrementar el comercio; porque se de un incremento en los volúmenes de mercancías, susceptibles de ser comercializadas, en la zona de influencia.

b) El establecimiento de industrias en las inmediaciones del puerto, bien que éstas sean nuevas o que se hayan reubicado y que contribuyan con nuevos tonelajes al movimiento de carga por las instalaciones portuarias.

c) Por cambios tecnológicos en los modos de transporte y en el manejo de la carga, y por ende, en la influencia que se tenga en el esquema de comunicaciones de ese país o de esa región. Es en la actualidad que se han dado cambios substanciales en la forma de unitizar y consolidar la carga, desde la paletización hasta la contenerización y el

uso de las barcazas, técnicas que han permitido el desarrollo de modalidades en el transporte como lo es el roll on - roll off y el float on - float off, los cuales a su vez han requeando para su progreso de barcos con mayores dimensiones, (calado, eslora, manga), así como de nuevas instalaciones portuarias más amplias y a veces sofisticadas.

En concreto, como ya quedó establecido anteriormente la construcción de un puerto, la ampliación de sus instalaciones (cualquiera que sea su naturaleza), o la modernización de las existentes, debe fundamentarse en consideraciones cuyo análisis lleve a resultados concretos, como lo es el conocimiento de los costos y los beneficios entre otros, lo cual es básico para llegar a la toma de decisiones.

Los proyectos portuarios deben estar acordes con las políticas de desarrollo económico y social, con el fin de que las inversiones sean aplicadas en base a un esquema de metas y objetivos perfectamente definidos

2.1.2 El Plan Director.

La planeación se basa en la existencia de un plan que podría ser llamado El Plan Director, en el que se contemplan los objetivos que podrían ser alcanzados en las etapas del corto, mediano y largo plazo.

Un plan director debe entenderse, como un instrumento regulador del desarrollo de un puerto el cual se concibe bajo una base de operación óptima, tal que pueda satisfacer los requerimientos impuestos en gran medida por la demanda de servicios actual y futura, tendiente a estimular en primer término la economía de la ciudad y de su área de influencia, y en segundo término la economía nacional, es una imagen futura del puerto, como resultado de un análisis de las condiciones actuales, así como de las posibles tendencias en el comportamiento de las principales variables que determinan su desarrollo, se presenta en general como una vista en planta de los componentes del puerto, además de todas aquellas restricciones físicas para su crecimiento como son áreas para vialidades, zonas de

reserva ecológica, de futura expansión urbana, todas ellas contempladas en ese momento y a largo plazo.

Todo Plan Director de Desarrollo de Infraestructura Portuaria debe ser elaborado teniendo en cuenta, a la vez, las posibilidades objetivas, las necesidades, los apremios económicos y sociales, y las prioridades de cada etapa del desarrollo de un país, por lo que la planeación de un puerto se debe basar en la implementación de un Plan Director. Un puerto o un sistema portuario se planea bajo las bases de la operación, esto es, para que al funcionar satisfaga requerimientos que le son impuestos por su zona de influencia.

Un puerto no es una unidad independiente, ya que opera bajo la armonía y organización de las diversas partes que componen el entorno regional y/o nacional, tales como los sistemas de transporte, la industria, el comercio, la agricultura, las comunidades urbanas y rurales, etc., por lo que debe haber una adecuada compatibilidad entre los elementos del puerto y las partes que componen el conjunto regional, teniendo en cuenta la eficiencia operativa de un puerto que es un factor importante en la programación de los itinerarios de las líneas navieras. Resulta de gran importancia mantener dicha eficiencia en niveles aceptables, especializando las actividades de los puertos, alcanzando niveles operacionales adecuados a las necesidades. Un enfoque general del estudio se presenta a continuación.

El documento busca obtener un programa normativo de desarrollo de infraestructura portuaria, que se adapte a las circunstancias económicas nacionales actuales, y a las más previsibles en el futuro próximo.

Se parte del conocimiento que se tiene de la situación prevaleciente en el campo del comercio y el transporte, sin descuidar la existencia de factores fundamentales que deben ser tomados en consideración para contemplar al puerto en sus más variadas funciones como lo son:

- i) **Parte de un sistema de transporte.**

- ii) Promotor de desarrollo nacional y regional.
- iii) Centro de regulación y distribución de mercancías.
- iv) Parque industrial portuario de alto nivel.
- v) Puerto comercial regional y local.
- vi) Eslabón en la cadena de transporte.
- vii) Centro de transferencia intermodal.

Se presenta una imagen del proyecto en la actualidad, haciendo énfasis en aspectos como:

- i) Las características de las industrias y comercios que se han asentado
- ii) El avance en proporción del equipamiento urbano-industrial.
- iii) La infraestructura marítimo portuaria disponible
- iv) El nivel de los servicios de transporte terrestre en comparación con la demanda.

Se lleva a cabo un ejercicio de pronosticación, con el objeto de obtener:

- i) Demanda futura de servicios marítimo-portuarios comerciales (TUM).
- ii) Demanda de uso del suelo industrial con frente de agua (gran escala).
- iii) Impacto del desarrollo industrial y comercial en la infraestructura de desalojo terrestre del puerto.

Finalmente se propondrá un programa director, que considere y mejore la planeación anterior del puerto en materia de infraestructura marítimo-portuaria, y que contendrá los criterios vigentes en la implementación de otro tipo de infraestructura de apoyo

Los principales aspectos generales que son analizados para elaborar el Plan Director son:

1) Planes y Programas de Desarrollo

Para establecer el marco de referencia en el que se encuentra comprendido el puerto a nivel general, es necesario destacar los lineamientos y estrategias de diferentes Planes y Programas de Desarrollo Bases. Se identifican programas y objetivos nacionales como son:

- Plan Nacional de Desarrollo.
- Programa Nacional de Desarrollo Portuario.
- Programa Nacional de Desarrollo Urbano.
- Programa Nacional de Desarrollo Industrial.
- Programa Nacional de Desarrollo Pesquero.
- Programa Nacional de Desarrollo Turístico.
- Programa Nacional Agropecuario y Estatal.
- Programas Regionales y Estatales.

El análisis del contexto nacional e internacional, considerando la evolución histórica de la economía del país, su potencialidad en el desarrollo, sus problemas estructurales y coyunturales, así como la situación y perspectivas de la economía interna, hacen prever la evolución del puerto en el periodo analizado. Esto se logra con la siguiente metodología.

Reuniones con distintos representantes de las actividades locales y principales usuarios y/o administradores de las facilidades portuarias y actividades afines, teniendo un doble objetivo, evaluar el alcance de opiniones y apreciar directamente la problemática del puerto.

Asesoría de especialistas en operaciones portuarias

Lo anterior complementado con la observación visual de las instalaciones y actividades del puerto.

Entrevistas con las líneas de transportación marítima que usan el puerto, apreciando aspectos críticos.

Existen varios aspectos por destacar en el estudio siendo muy vanadas las formas de abordarlos, algunos de estos factores en forma general pueden ser:

Planteamiento de las Regiones de Desarrollo.

Se analiza el Hinterland del puerto y su área de influencia, la región de desarrollo, los accesos al puerto (terrestre, férreo), analizando su infraestructura y desarrollo, distancias por ferrocarril y carretera de los puertos a los principales mercados, origen y destino del movimiento de altura observado en el puerto.

El Hinterland se conceptualiza como la región tierra adentro que concentra y distribuye las mercancías que llegan o salen de un puerto por los diferentes medios de transporte, puede ser un Hinterland Industrial o Hinterland Comercial

A partir de una serie de estudios realizados en la región y en base en los análisis de la problemática y los recursos naturales y sociales con que cuenta, así como en función a las posibles alternativas definidas en los pronósticos de la zona y con fundamento en los Planes y Programas tanto nacionales como estatales se establece la Región de Desarrollo para el Plan Director del Puerto. La región de Desarrollo se determina de acuerdo a la influencia que en forma directa ejercen los aspectos demográficos, socioeconómicos y los de jurisdicción política.

También se plantea la ciudad portuaria y el puerto industrial y/o comercial, definiendo su ubicación y características.

II) Diagnóstico de la Situación Actual de la Región de Desarrollo del complejo portuario.

Se da una ubicación geográfica y las condiciones naturales que prevalecen en la zona tomando en cuenta:

Fisiografía: vegetación, lagunas, montañas, ríos, pantanos y costas.

Clima: temperatura, precipitación y vientos.

Condiciones Oceanográficas: oleaje, mareas y ciclones.

Aspectos Geológicos: morfología costera y capas geológicas.

Suelo: tipos de suelo, características y usos del suelo.

Condiciones Ecológicas: conservación del medio ambiente.

Condiciones Socioeconómicas del Área del Puerto.

Son parámetros básicos de la zona de influencia del puerto.

Población: estructura demográfica, población económicamente activa, migración e inmigración.

Actividades Económicas, características estructurales de la economía de la zona, agricultura, ganadería, silvicultura, pesca, industria, turismo, comercio, servicios y transporte

Infraestructura: carreteras, ferrocarril, aeropuertos y puertos.

Estas cuestiones deben analizarse en su situación actual y futura, en sus más variados aspectos como lo son

Disponibilidad de los medios de transporte.

Capacidad de los medios y los modos.

Concentraciones en un mismo punto.

Planes de expansión de la red y mejoramiento de las condiciones existentes.

Tendencias futuras de los transportes.

Servicio y Equipamiento Urbano: agua, drenaje, alcantarillado, energía eléctrica, vivienda, educación, salud y comercio.

Condiciones Actuales del Complejo Portuario.**Administración y Operación:**

- Autoridades
- Organización (Organigrama)
- Tarifas y Derechos Portuarios
- Manejo de Carga
- Procedimientos Administrativos
- Reglamentación
- Equipamiento Portuario
- Procedimientos Operacionales
- Concesiones

Servicios Portuarios:

- Practicaje
- Remolque
- Atraque
- Aprovisionamiento
- Ayudas a la Navegación
- Alijo
- Dragado

Infraestructura y Equipamiento Portuario:

- Obras de Servicio (muelles, canales, dársenas, etc.)
- Obras de Protección (rompeolas, escolleras, etc.)
- Sistema y Equipo de Carga y Descarga (grúas, bandas, etc.)

Usos de Suelo en el Puerto:

Recinto Portuario.

Áreas Concesionadas.

Industrias Instaladas y Compromisos:

Tipos de Industrias

Necesidades de Frente de Agua

El análisis de la situación presente es lo que conduce al conocimiento del tipo de mercancías producidas en la zona de influencia que ha de servir al puerto, así como los transportes que en función de la estructura de la carga se han desarrollado; de este modo podría saberse por un lado, qué tipos de carga incidirán en el puerto y qué cantidades se manejarán, y por otro qué medios y modos del transporte intervendrán en su traslado.

Con el conocimiento de los tipos de producción y los volúmenes de mercancías por transportar por la vía marítima, se estará en posibilidad de definir la naturaleza de los tráficos: altura o cabotaje.

Tiene importancia conocer el tráfico desde el punto de vista que los países menos industrializados o menos desarrollados, requieren de una infraestructura portuaria con las características adecuadas, que les permita comercializar sus materias primas con las Naciones más poderosas económicamente hablando.

Los volúmenes permitirán proyectar las instalaciones físicas y el equipamiento que requiera el puerto tanto en la etapa actual como en la futura. Para ello será conveniente conocer los programas de desarrollo en los diferentes ramos de éste, sobre todo en el industrial, que pudieran cambiar la naturaleza de los tráficos y su estructura, al haber transformación de productos primarios a semielaborados o elaborados.

La industrialización de un país, no se da a saltos, se da gradualmente y su incorporación a los nuevos conceptos de embalaje y de manejo de la carga es también

gradual, de ahí que el tamaño y peso de los bultos se da también escalonadamente. De aquí se desprenden elementos de juicio sanos, para equipar un puerto.

Por lo que hace a las instalaciones del puerto se podrán diseñar en función de las características de los cargamentos y los volúmenes que vayan a ser transportados y del modo como sean transferidos y transbordados entre los modos de transporte; esto es, que la carga se maneje directa o indirectamente, si bien la práctica ha demostrado que a menos eficiencia entre la transferencia de los cargamentos, mayor necesidad habrá de instalaciones para el almacenamiento de las cargas.

El elemento más caro en la cadena del transporte lo constituye el buque, de modo que para ciertos cargamentos (en el esquema portuario de carga general), no siempre la transferencia directa de las mercancías entre autotransporte y ferrocarril con barco, es lo más económico, al tenerse muchas veces demoras administrativas y poco o nulo control de aquellos modos del transporte

Para planear un puerto de los llamados comerciales debe tenerse presente el tipo de puerto que se desea, un centro de distribución o un centro de transferencia; para ello habrá que adecuar no solo la infraestructura, también la superestructura administrativa para que los cargamentos fluyan desde el lugar en que se producen hasta el lugar en que serán consumidos. En ambos casos el sistema de distribución juega un papel importante

El esquema anterior permitirá concebir terminales con características bien definidas, tales como pudieran serlo: terminales de carga general no unitizada; de minerales concentrados; de graneles agrícolas; de productos químicos; terminales pesqueras; de pasaje; etc.

En resumen, el tipo de carga impondrá las características físicas de las instalaciones y del equipamiento.

Un elemento que debe ser tomado en cuenta en el diseño de un puerto, lo es el buque; puesto que es evidente que las características del barco que arribó a esa terminal

estarán en función de las características de la carga que manejará, al mismo tiempo, impondrá sus características al elemento más importante del puerto, la frontera que divide las operaciones de agua y tierra: el muelle

La eslora, la manga y el calado de un barco condicionan las dimensiones de las áreas de navegación protegidas, así como la longitud y tipo de estructura más económica de un muelle. Una eslora de 180 a 200 m es normal encontrarla en los buques mercantes que navegan en la actualidad. Asimismo las escotillas han aumentado su tamaño de tal modo que permiten alcanzar los altos índices de productividad requeridos

El cambio en los modos de empacar las mercancías determinó un profundo cambio en los buques, por ejemplo en el campo de la carga general, se ha cambiado gradualmente en la forma de integrar los paquetes individuales en unidades cada vez más grandes y pesadas, pasando gradualmente del preslingado a la paletización y a la contenerización, de este modo los barcos de carga general han ido evolucionando hasta convertirse en los modernos buques celulares semicontenedores y portacontenedores que han revolucionado la concepción de las terminales marítimas en lo que se refiere a instalaciones y equipamiento.

Por lo que hace al equipamiento en las terminales de buques portacontenedores, es conveniente tomar en cuenta: el volumen de las cajas contenedores y su peso así como las características del buque, de modo que estos factores queden ampliamente cubiertos para lograr una operación eficiente. Existe el criterio europeo de equipar los muelles para carga general, con grúas, en este renglón y si se ha de optar por este criterio, deberá ser tomada en cuenta la naturaleza del tráfico, el tipo de cargas, su volumen y peso, del mismo modo considerar las características del barco y las posiciones de atraque para dotar con el número adecuado de grúas al puerto. Otros buques como los del tipo roll on - roll off, han demandado tecnologías que aceleren el manejo horizontal de la carga y en caso de las materias primas, la especialización de los buques para el transporte de minerales, productos agrícolas, petróleo crudo, gases, etc.

En fin, el tamaño, sus características físicas y la forma de operar los buques influirán en el diseño de las instalaciones portuarias.

Por lo antes expuesto, es que cobra importancia el tener un diagnóstico del marco estructural del transporte marítimo, partiendo de la situación actual para de ahí establecer las tendencias futuras, examinando los tipos de barco, sus tamaños y edad (características de la flota), bandera, y factores condicionantes, (características de la carga, modos de empaque de la carga, equipamiento para el manejo de la carga).

Del mismo modo la estructura de la carga a mover por el puerto puede resumirse del siguiente modo:

- Tipos de mercancías y volúmenes de carga
- Medios y formas de transporte de las mercancías
- Fluctuaciones estacionales de la producción

Otros factores a considerar dentro del plan son las tendencias de carácter físico para la construcción de las instalaciones, así como los que se refieren a los recursos humanos que realizarán el proyecto, para hacer las previsiones necesarias.

Movimiento y Flujo de Carga Portuaria.

Para el movimiento y flujo de carga portuaria se consideran varios aspectos; se identifica el sistema general de tráfico de carga, se requiere revisar todas las estadísticas disponibles y características operacionales del puerto, frecuencia de arribos de barcos, características dimensionales de los barcos que arriban al puerto, éstas pueden ser:

Tonelaje Bruto de Registro (TBR).

Rangos de Calado y Eslora.

Factores de Eficiencia Operacional.

Capacidad Potencial de la Infraestructura Portuana (muelles, almacenes)

Evolución histórica de los movimientos de carga, que dará un panorama de las necesidades del puerto para el movimiento de carga, se necesitará también plantear una interfase con el subsistema terrestre, es decir, análisis de los volúmenes de carga transportada por ferrocarril y autotransporte y comparación de los volúmenes transportados por ferrocarril y por vía terrestre, observando ventajas y desventajas

Esta evolución se hace por tipo de carga y por tipo de movimiento (altura y cabotaje) El planteamiento de una estructura jerárquica de movimientos de carga de los puertos aledaños entra en este estudio. Se pueden obtener al final del análisis el estado actual y evolución observada en las actividades comerciales del puerto, la participación en el movimiento del litoral, el movimiento histórico, los movimientos de mercancías por muelles, los productos significativos, el movimiento de contenedores y el origen y destino de los principales productos movidos a través del puerto:

Importaciones

Exportaciones

Entradas - Cabotaje.

Salidas - Cabotaje.

III). Pronóstico de la Región de Desarrollo.

Un pronóstico de la región de desarrollo marcará necesidades en el marco socioeconómico como el escenario de la población a futuro, el escenario industrial (proyecto de inversión), con alternativas de proyectos y selección de algunas de estas necesidades en el sistema urbano asociado al puerto, se proponen bases para el crecimiento futuro, el sistema urbano en si y una red futura de transporte (ferrocarril, carreteras, aeropuertos). Otras necesidades las da el sistema portuano que se fundamenta en el análisis de los pronósticos de carga, tráfico de embarcaciones y tráfico terrestre del puerto en un horizonte de planeación, con el objeto de evaluar las necesidades futuras que al ir ligadas al proyecto

de servicios portuarios (carga y descarga) y a las instalaciones actuales del mismo, permiten una operatividad óptima. Los pronósticos de carga se han elaborado en base a una revisión histórica de los elementos de carga tradicionales, que se han dado por el puerto de acuerdo a las condiciones actuales del desarrollo de la zona. Algunas veces se aplican las siguientes bases para establecer las proyecciones de la demanda de servicios:

Ritmo Natural de Crecimiento: es una tendencia observada para la demanda histórica, sirviendo de "piso" en cuanto al volumen de los recursos para la materialización de servicios.

Crecimiento Acelerado: que es el "techo" de los recursos involucrados para la materialización de servicios.

Se obtiene al final un potencial de desarrollo que incluye pronóstico de crecimiento histórico, carga potencialmente contenerizable y pronóstico de crecimiento acelerado.

El tráfico terrestre, es uno de los elementos más importantes de vinculación en el desarrollo de la actividad portuaria en un país, lo cual, es imprescindible contemplar dado el movimiento de carga futuro que se manejará a través de este, con el objeto de determinar las acciones a seguir a fin de lograr un adecuado flujo carretero.

IV). Condiciones de Desarrollo Económico del Complejo Portuario.

El estudio de las condiciones de desarrollo económico del puerto se hace identificando y seleccionando industrias, debe existir un patrón de localización que permita la desconcentración industrial del puerto y el fortalecimiento de la planta industrial en la región, sin que esto implique una concentración y centralización industrial, se requiere crear un Programa Industrial de Desarrollo que incluya el sistema de industrias relacionadas, el encadenamiento industrial de las plantas instaladas y propuestas, que es una forma estratégica de organización orientada a dos perspectivas básicas para la racionalización que son:

La articulación entre las grandes y pequeñas industrias y,

La racionalización de la estructura de concentración industrial y de competencia.

Contendrá también una zonificación industrial, se determina de acuerdo a la infraestructura existente, a los Programas de Desarrollo de los Puertos Industriales, a los Planes de Desarrollo tanto Nacional como Regional, Estatal y Municipal, así como la identificación del uso del suelo. Se concluye con alternativas de localización de industrias. El estudio incluirá un pronóstico de la oferta con ayuda de la situación relativa con otros puertos atendiendo el movimiento de carga, eficiencia operativa e integración al Sistema Internacional de Transportación Marítima Comercial, un pronóstico de la demanda viendo los principales mercados nacionales, evolución de las tendencias en el transporte de carga marítima y su probable impacto en el desarrollo futuro del puerto, las tendencias observadas en el manejo de carga general y la problemática de la operación actual.

V). Programa Director.

Con base en el análisis de las características de Desarrollo de la Región manifiesta en el diagnóstico y en función de sus consecuencias previsibles definidas en el pronóstico, así como de la influencia directa de las políticas y lineamientos de cada uno de los programas que inciden en la región, se plantea el Programa Director de Desarrollo del puerto en un horizonte de planeación a corto, mediano y largo plazo

Se realiza una planeación urbana, en ella un marco de desarrollo urbano evita que las zonas metropolitanas se estructuren conforme al desarrollo de las actividades económicas afines, sin haber antes una planeación que le antecediera, provocando un anárquico desarrollo de la estructura urbana, se considera la población, la planeación del uso del suelo a manera de mantener y utilizar convenientemente el medio natural, así como el de evitar incompatibilidades, debido al desarrollo de la región, en el Plan Director debe contemplarse esta situación a través de un manejo adecuado, una planeación de transporte con la finalidad de lograr que la estructura urbana futura se desarrolle de manera óptima, permitiendo, la conjugación de las actividades que se realicen en cada zona,

interconectándolas entre sí, así como con el exterior de la región, se hace necesario la planeación de los servicios urbanos, mismos que permitirán el desarrollo de la estructura urbana futura, una planeación ambiental acorde con la región y una planeación ecológica que permita preservar la flora y la fauna existentes.

Se ejecuta una planeación portuaria en la cual algunos factores básicos a considerar para un buen desarrollo son:

Número de Barcos que llegan al Puerto por mes.

Seguridad.

Accesos Actuales.

Longitud de Escolleras.

Profundidad.

Clima.

Mareas.

Apoyo Urbano.

Clima Laboral.

Espacio Disponible para Almacenamiento y Movimiento de Carga.

Costos de Operación.

En esta planeación se hace una localización y dimensionamiento del complejo portuario, un Plan Portuario de Infraestructura que es el punto medular sobre el cual se desarrollan las actividades del puerto, el plan portuario debe proponer la utilización óptima de las instalaciones actuales con un adecuado mantenimiento y, el uso de las futuras instalaciones con el fin de prever los requerimientos para su buen funcionamiento, un Plan Portuario Industrial que permita la incorporación de la industria a la economía nacional, un Plan Portuario Comercial que tiene como objeto establecer las estrategias que permitan un desarrollo equilibrado del puerto, así como el disponer de los elementos que permitan

promover, coordinar y controlar las acciones de un crecimiento económico comercial. Se concluye con las alternativas de distribución de instalaciones.

Hecho lo anterior se continua con la evaluación y selección de alternativas, planeando, diseñando y evaluando de la siguiente manera.

Planeación de las Obras de Infraestructura, escolleras, canales, dársenas, muelles, instalaciones administrativas y servicios.

Diseño de Instalaciones y Servicios Básicos Portuarios; vialidades, red de energía eléctrica, red de agua potable, red de drenaje, plantas de potabilización y plantas de tratamiento de agua.

Evaluación de alternativas.

Se tienen todas las premisas y se produce el Plan de Desarrollo a corto, mediano y largo plazo, a corto plazo se busca establecer las acciones prioritarias tendientes a lograr el desarrollo equilibrado entre la planeación urbana y la portuaria para que se lleve a cabo en forma ordenada y con esto, lograr el mejoramiento de la calidad de vida de la población, así como también la distribución de la economía en la región; a mediano plazo se debe contemplar la creación de nuevas industrias y áreas en el puerto, requiriéndose acondicionar zonas para la instalación de éstas, a largo plazo se presentan las expectativas del puerto que se visualizan, que se ha dado a llamar Imagen Objetivo del Puerto, es un posible escenario para el desarrollo del puerto de acuerdo a las premisas señaladas en el estudio, se da a la luz de las expectativas de comercio marítimo para el mismo, así como de los programas de inversiones en infraestructura portuaria elaborados por el gobierno, delineando una imagen futura, se elabora para diferentes años (horizontes) y alternativas.

Todos los horizontes anteriores contendrán en sustancia lo siguiente:

Premisas del Plan.

Planeación Urbana**Planeación Portuaria:**

Planeación Portuaria Industrial.

Planeación Portuaria Comercial.

Planeación Portuaria de Infraestructura.

Equipamiento de Servicios Portuarios.

Programas de Construcción de Obras**VI). Diseños Preliminares de la Infraestructura Portuaria y Urbana.**

Los diseños preliminares de la infraestructura portuaria y urbana tienen como objetivo mostrar estos así como las cantidades de obra y la estimación de sus costos con el objeto de realizar un programa de obras y de inversión que permita su evaluación económica, siguiendo la secuencia que se presenta se pueden alcanzar resultados adecuados, ésta es:

Diseños Preliminares Portuarios; escolleras, canal de acceso, dársenas, muelles, instalaciones administrativas, servicios portuarios (carga y descarga, agua potable, alcantarillado, combustibles, energía eléctrica, etc.) y vialidades.

Diseños Preliminares de la Infraestructura de Servicio y Vialidad Urbana.

Programación de las Obras y Estimación de Costos; estimación de cantidades y costo de las obras, programación de las obras y programación de inversiones.

VII). Evaluación Económica.

A fin de justificar satisfactoriamente la viabilidad y perspectivas de desarrollo de las obras de infraestructura que se proponen para el puerto, se analizan los parámetros técnicos y económicos determinados anteriormente. El análisis se realiza mediante criterios de evaluación económica empleados frecuentemente como Beneficio-Costo y Tasa Interna de Retorno, con el objeto de que las entidades correspondientes puedan apoyar o descartar la realización del proyecto, ya sea en función de sus propios méritos o frente a otras alternativas de inversión, y por otra parte verificar que todas las decisiones adoptadas en el desarrollo del mismo estén debidamente fundamentadas. El establecimiento de un desarrollo portuario se hace también con base en la consideración de factores económicos como lo es la conveniencia de desarrollar un país atendiendo a planes integrales, buscando que la producción generada se oriente al mercado mundial, como medio de obtener divisas para acelerar su desarrollo.

Dentro de la evaluación económica se requiere realizar la estimación de las inversiones, estimación de costos y presupuestos de operación:

Presupuesto de Ingresos.

Presupuesto de Egresos.

Estimación de Beneficios

Fuentes para el capital de trabajo, la programación de obras e inversiones y la evaluación financiera, los costos y beneficios que ocurren en un periodo amplio, se evalúan a partir de los siguientes criterios:

- 1) VPN (Valor Presente Neto).
- 2) TIR (Tasa Interna de Retorno).
- 3) B/C (Relación Beneficio/Costo).

Estos indicadores son de gran importancia en la evaluación de proyectos, sin embargo conviene aclarar, que en el sistema utilizado por el Banco Internacional para el cálculo de la tasa interna de retorno no se incluyen los costos de oportunidad, sino que se estila comparar este indicador con el de proyectos similares. La tasa interna de retorno, corresponde a una proporción de descuento que permite conocer el periodo en el que el beneficio es igual al valor actual de la inversión que requiere el proyecto; de otra forma, es la proporción de descuento en que el valor presente sea igual a cero, o bien, es la proporción de interés con el que el valor actual de los beneficios sea igual a los gastos de capital. La tasa interna de retorno es la proporción de descuento (d), aplicada en la siguiente fórmula:

$$VPN = 0 - Co + \frac{B_1 - C_1}{(1 + d)} + \frac{B_2 - C_2}{(1 + d)^2} + \dots + \frac{B_i - C_i}{(1 + d)^i} + \dots + \frac{B_n - C_n}{(1 + d)^n}$$

En donde:

- Co = Costo Inicial.
- Bi = Beneficio en el año (i = 1, 2, ... , n).
- Ci = Costo en el año (i = 1, 2, ..., n).
- d = Proporción de descuento (= TIR).

La tasa interna de retorno en sí misma sólo es una medida respecto al valor económico del proyecto, pero no es un criterio de evaluación. Por buen análisis financiero, se precisa el marco de trabajo del administrador portuario. El análisis del financiamiento toma en cuenta varias tablas de tipo financiero, que deben ser ajustadas por la entidad que ejecuta la obra incluyendo el análisis de beneficio-costos del proyecto. Finalmente se dan recomendaciones para la buena administración y operación del puerto, labor que corresponde en ocasiones a muy diversas personas.

Otros aspectos de interés a investigar lo constituyen:

- La investigación económica aplicada a: el costo de las instalaciones y su vida útil; el costo del equipo y su amortización, etc.

- La investigación financiera, que debe comprender la determinación de las fuentes del financiamiento de las cuales puede echar mano la Entidad Gubernamental o Privada que vaya a construir el puerto; derivando de aquí el reporte financiero, en el que se muestran las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas propuestas y en conclusión la alternativa más adecuada.

Un estudio completo de factibilidad económica permitirá definir en forma más precisa la relación beneficio-costos, para el proyecto propuesto. Estos estudios requieren de un gran cúmulo de datos para medir los beneficios directos y los indirectos, para probar consecuentemente que dicha relación beneficio-costos, es atractiva

- El estudio del medio ambiente, es un concepto que ha tomado importancia en los últimos tiempos y que los países donde la industria está creciendo aceleradamente deben tener en cuenta, por los grandes problemas que ocasiona la falta de previsión en la conservación del medio ambiente. En los países más desarrollados, existen organismos que vigilan la preservación de la ecología, sancionando severamente los proyectos que se van a llevar a cabo para evitar que contaminen el medio ambiente del puerto y sus inmediaciones

2.1.3 Conclusiones.

El puerto, por estar determinado en gran medida por el desarrollo de la zona de influencia a la que sirve, sufre los cambios de la misma y su adecuación debe ser continua.

La tendencia actual del desarrollo portuario ha sido condicionado por los incrementos en los volúmenes de mercancías y sus características, así como por el aumento en el

tamaño de los buques y su especialización lo que ha dado como consecuencia el que, en los puertos, se busque tener mayor amplitud y profundidad en las áreas de navegación, muelles marginales que permitan el acomodo de los barcos en una línea continua, amplias áreas en tierra para el almacenamiento y las maniobras, y accesos terrestres para los medios de transporte amplios y expeditos que permitan la movilización de la carga con la celeridad que es requerida.

Este aspecto infraestructural se complementa con equipos más sofisticados, para el manejo de la carga, que le permiten al trabajador portuario realizar sus tareas con más eficacia y el contar desde luego con una superestructura administrativa que ordena, supervisa y valora las acciones emprendidas

Lo anterior ha sido producto, en gran medida, de los avances tecnológicos en el manejo de la carga en los países más industrializados; no obstante, muchos puertos del mundo continúan recibiendo embarcaciones de carga general fraccionada, dándoles el servicio en muelles y bodegas con una antigüedad en ocasiones de principios de siglo, realizándose las operaciones tortuosamente

Para satisfacer las necesidades detectadas siempre habrá más de un proyecto alternativo que permita alcanzar las metas y los objetivos, para que una vez que éstos sean comparados, se seleccione el más viable de modo que el que se lleve a la práctica satisfaga los planteamientos propuestos.

Con la terminación del plan general definitivo puede darse por concluida la primera etapa del estudio.

Suponiendo que el panorama del plan es favorable, entonces se continuará con la siguiente fase.

Como punto clave para determinar la rentabilidad del proyecto y tomando como base los cuadros de flujo de efectivo, se determina la relación Beneficio-Costo, para la cual es necesario considerar el valor del dinero a través de un periodo de análisis. Otro indicador

económico desde el punto de vista de los inversionistas, es la tasa interna de retorno, la cual evalúa esencialmente la proporción entre las utilidades y el monto de los recursos que son necesarios invertir para llevar a cabo cada uno de los proyectos.

El proyecto que se lleve a la práctica será aquel cuya relación beneficio-costos sea mayor y que obviamente vaya a tener el mayor impacto en el desarrollo económico y social del país o de la región, tomando en consideración además que, el proyecto puede ser determinante o estar determinado por el desarrollo, para que a partir de este principio se fije la estrategia a seguir en su realización.

La realización de un proyecto, como lo es la construcción de un puerto, las más de las veces no se lleva a cabo en forma total sino por etapas, construyendo inicialmente las obras básicas de protección y las instalaciones mínimas que sean demandadas, de manera que desde un principio deberá preverse la existencia de áreas para la ampliación futura de las instalaciones. Para el caso de readaptarse algunos puertos antiguos a las nuevas técnicas de la transportación marítima y terrestre, el criterio que se debe aplicar debe estar en función de los nuevos requerimientos del mercado y de las embarcaciones, actualizándolos para elevar la eficiencia en la medida de las posibilidades de quienes deban hacer la aportación de los recursos.

En general cuando se tome la decisión de construir un puerto, debe tenerse especial cuidado de dejar un amplio margen entre éste y la ciudad a fin de que las instalaciones portuarias no se vean ahogadas en poco tiempo por el crecimiento de aquella.

2.2 El Esquema Secuencial de Actividades de la Fase Física del Proyecto.

Permitirá investigar el o los lugares en los que sea factible construir un puerto, a menos que el sitio esté determinado por requerimientos específicos.

La mejor localización de un puerto debe obedecer desde el punto de vista físico, a factores tales como:

- a) Que el volumen a dragar sea mínimo
- b) Que el lugar esté protegido de la acción del oleaje y de los vientos.
- c) Que las características del subsuelo sean tales que si es necesario dragar, los trabajos puedan realizarse con rapidez y economía, aprovechando el material para rellenar zonas bajas o pantanosas, con la circunstancia de que, si en el futuro es necesario profundizar las dársenas y canales, esto sea factible
- d) Que la topografía del lugar permita la construcción del puerto con poco movimiento de tierras.
- e) Que el subsuelo tenga características tales que la cimentación de las estructuras no sean costosas.

La fase completa de los estudios físicos que es conveniente realizar, se resumen en lo siguiente:

A) Reconocimiento Preliminar. Se realizará cuando el probable lugar donde se establecerá el puerto sea poco conocido y no exista información disponible; consistirá de un reconocimiento aéreo mediante el cual sea factible examinar la costa y apreciar la existencia de: bajos, ríos, esteros, etc.

B) Levantamientos aerofotogramétricos. Tienen por objeto el conocer en una franja de tierra paralela el litoral y parte del Océano, los obstáculos y la factibilidad desde el punto de vista físico, de construir el puerto en el área escogida.

C) Elección del sitio o los sitios que más satisfagan los requerimientos de carácter físico para construir un puerto. Deben considerarse: las características de la costa, la

existencia de escollos y arrecifes, la existencia de playas tendidas y de fondos bajos, de cantiles en la costa, lagunas o esteros y ríos que desemboken al mar en forma de delta o de estuario, etc. Por otra parte deben tomarse en cuenta las características de los fondos en el mar y en las lagunas costeras existentes y tener presente las condiciones en que se tengan, que realizar los trabajos de dragado, en caso de que sea necesario.

En resumen, el sitio o los sitios escogidos para establecer un puerto deben estar protegidos (de preferencia), de la acción de oleaje, considerar los posibles volúmenes de dragado (en el caso que deban realizarse) y buscarle el mejor aprovechamiento en el relleno de zonas pantanosas y bajas y, que las áreas de tierra para el establecimiento de las instalaciones portuarias sean lo suficientemente grandes para permitir su desarrollo sano en el futuro.

D) Estudios Físicos. Su realización se iniciará una vez que haya quedado definido el sitio, y con la experiencia que el equipo humano tenga, se fijarán los objetivos lo cual determinará la extensión y profundidad con que deban realizarse los estudios físicos.

a) El primer paso es investigar en el gabinete la existencia de información meteorológica que permita conocer sobre los vientos que se dan en la localidad; las temperaturas y el régimen de lluvias, con lo cual será posible programar (en tiempo), la realización de los estudios en el campo, profundidad, costo, necesidad de equipo y personal para realizar el trabajo.

b) Levantamiento topohidrogáfico de detalle. Son los estudios que permitirán conocer los accidentes del terreno con todo el detalle que sea necesario, no sólo de las áreas de tierra (topográfica), también de las áreas acuáticas (batimetría), referidas a un nivel previamente establecido y al sistema de coordenadas terrestres.

c) Estudios geológicos, se realizan en el área de desarrollo con el fin de detectar las fallas geológicas que pudieran existir y que de alguna manera pudieran influir en las estructuras componentes del puerto.

d) Estudios de mecánica de suelos, con dos objetivos:

i) Fines estructurales, para conocer el subsuelo y determinar sus características físicas y el comportamiento mecánico de las capas subyacentes, y así poder proponer los tipos de cimentación y de estructuración más adecuados.

ii) Fines de dragado, para conocer los espesores de las capas de suelo, su compactidad, sus características morfológicas y todos los datos de tipo mecánico que indiquen el tipo de draga y cortadora que deba emplearse para realizar los trabajos de profundización de las áreas de navegación, en caso de que sea necesario.

e) Estudios de Mecánica de Rocas, se hacen con el fin de conocer las características de los bancos que pudieran proporcionar el material que será usado en los rompeolas y/o en las obras de protección playera como lo es, la densidad de las rocas, sanidad, planos de fractura, porcentajes de tamaños. En la actualidad el uso de materiales pétreos se ha restringido casi totalmente a las obras exteriores y pedraplenes. Cuando es posible obtenerlos cerca del lugar y con las características exigidas para determinada obra, conviene utilizarlos pues su costo es menor y el mantenimiento de estos es mínimo. Para elegir la piedra apropiada deberán tenerse en cuenta los resultados del estudio geológico, además de los ensayos físicos. Las propiedades más importantes que debe poseer la piedra para construcciones marítimas son:

1. Ser homogéneas, compactas y de grado uniforme.
2. Carecer de grietas y restos orgánicos.
3. Ser resistentes a las cargas y fuerzas que hayan de soportar.
4. Ser resistentes al intemperismo.
5. Tener bajo porcentaje de absorción.

6. Tener la densidad adecuada al fin a que se destine.

Para la extracción de la piedra, las condiciones topográficas geológicas del banco, así como las necesidades de la construcción serán las que normen el sistema de explotación.

Se localiza la pedrera de material adecuado y lo más cercano a la obra, construyendo accesos para su transportación, siempre y cuando el volumen de piedra por extraer lo justifique, se ensaya la pedrera para obtener los tamaños fijados por el cálculo, y formar el frente de explotación, cuando las pedreras no proporcionan el tamaño de piedra requerido, se recurre al empleo de elementos artificiales

Casi cualquier banco de préstamo cercano a la playa incluirá algo de material de tamaño conveniente. Tomando en consideración que la fuente de alimentación artificial controlará su costo al máximo, es un factor económico importante, la evaluación del volumen proporcional de material con características óptimas (deseadas) que se encuentre en los bancos de préstamo.

f) Estudios de Oceanografía Física. Serán realizados para tener el conocimiento lo más cercano posible a la realidad, de las condiciones que prevalecen en el área. Para cualquier proyecto de ingeniería, las condicionantes físicas de la zona de emplazamiento son básicas para la planeación y definición del mismo.

En el caso de las obras marítimas, las condiciones de oleaje, mareas, corrientes, sismicidad, etc., son de vital importancia para su dimensionamiento.

Las condicionantes físicas normales se refieren a las condiciones de todos los días, sin la presencia de fenómenos extraordinarios.

Dentro de las variables meteorológicas se incluyen las características de vientos y climas.

Las variables oceanográficas consideradas son: oleaje, corrientes y mareas.

Oleaje. - Onda periódica generada por la acción del viento sobre el mar, de corto periodo. Se presenta un régimen anual de oleaje, este régimen de oleaje es en aguas profundas, por lo que es importante darle una correcta interpretación, según sea la orientación de la costa.

Corrientes.- Las corrientes son del tipo superficial y la dirección indica hacia donde se dirigen.

Mareas.- Onda de largo periodo generada por la atracción gravitacional del sol y la luna sobre el mar.

Condicionantes físicas extraordinarias.- Se dan por la presencia de fenómenos especiales como es el caso de los ciclones nortes, sismos, etc.

E) **Anteproyectos.** Con base en los estudios físicos y considerando que éstos indican que es factible construir un puerto, se procederá a su dimensionamiento. Para ello se tomarán en cuenta los factores que determinarán su tamaño y sus características, como lo son los volúmenes de carga estimados, las características de ésta, los tipos probables de barcos que armarán al puerto, y otras, de menor importancia.

- a) Diseño de las obras de protección con base en los estudios de oleaje.
- b) Determinación de la profundidad de las áreas de navegación, se dará en base a la experiencia previa que se tenga para casos similares. Las profundidades a dar y la amplitud de las áreas de navegación en mucho dependerán de los volúmenes y características de las mercancías, quienes a su vez definirán las características de las embarcaciones más probables que armarán al puerto. Las áreas de navegación no tendrán una profundidad uniforme debido a que las embarcaciones que harán uso del puerto no tendrán las mismas características; así, si los buques son petroleros o graneleros los

calados serán mayores que si los barcos son pesqueros, incluso las profundidades que requieren éstos, serán diferentes según el tipo de embarcación, bien que ésta sea para pesca costera, como lo son las camaroneras (3 a 4 m), o para pesca de altura como las atuneras (6 a 8 m)

c) Estructuras de atraque. Es importante definir las características geométricas de las estructuras de atraque por la importancia que tienen en el comportamiento del oleaje de una dársena. Sus características estructurales y geométricas, estarán en función del tipo de las embarcaciones que harán uso del puerto.

d) El diseño de los almacenes se hace a partir del servicio que van a prestar, los volúmenes de carga a mover y las condiciones meteorológicas locales, básicamente de los resultados que arrojen los estudios de vientos y el régimen de lluvias.

e) Accesos. Ligarán al puerto con las carreteras y las troncales del ferrocarril que lo comunican con su zona de influencia

f) Los servicios. Responden a las necesidades que se tienen en un puerto y son el agua, energía eléctrica, combustible, sistema contra incendio, etc.

g) Instalaciones mecanizadas. Las áreas que se requieren para la construcción y expansión futura de este tipo de instalaciones deberán preverse tomando como base los volúmenes actuales y futuros, y así como su capacidad para cargar y descargar los buques. Se considerarán en el anteproyecto en forma indicativa.

h) Desarrollo futuro. Son las áreas para la expansión del puerto, tanto en lo que se refiere a la navegación como a las de manejo de cargas y las que se destinan a la construcción de instalaciones de todos tipos en el futuro.

F) Fuentes de financiamiento. Se definirá qué parte del proyecto se realizará con financiamiento interno y cual con crédito externo; fijando montos, condiciones del crédito, forma de amortización, etc., en ambos casos.

G) Análisis de costos y anteproyectos, se hacen con el fin de tener una idea del costo global del proyecto y saber si desde este punto de vista es factible su realización. Se analizarán a nivel de subsistemas, o sea, de las partes componentes del proyecto global, que aquí se consideran como partes de éste (rompeolas, muelles, bodegas, dragados y rellenos, etc.), presupuestos que al integrarse determinarán el costo global.

H) Los anteproyectos que no satisfacen los requerimientos se desechan

I) Etapa experimental de las obras que tienen contacto con el mar. Se experimenta en modelo reducido el anteproyecto, llevando a escala principalmente las obras de protección, las de navegación y de atraque, para conocer:

- Las nuevas condiciones creadas por las obras de protección en lo que se refiere a los procesos litorales.
- El modo como se afecta el fondo submarino de la zona protegida y la aparición de zonas de erosión, por la interrupción de los procesos litorales.

La experimentación se hace con modelos reducidos de fondo fijo y de fondo móvil.

Cuando el modelo reducido indica la presencia de fenómenos no deseables en el área de estudio, es necesario replantear el problema, aunque sólo sea en los sub-incisos a, b y c, del inciso D, correspondiente a Estudios Físicos.

J) El proyecto definitivo de detalle, se realiza cuando los estudios experimentales han sido satisfactorios y se tiene el conocimiento general de las características físicas, tanto de las estructuras que de alguna manera influyen o se ven influidas por el mar, como de las estructuras de tierra (bodegas, cobertizos, patios de almacenamiento, pavimentos, etc.)

k) **Análisis de costos y presupuestos detallado, se hace considerando el máximo de factores para tener el costo más cierto del sistema (proyecto general), a partir de los presupuestos por obras (sub-sistemas).**

L) **Programa General de Obras. Surge como resultado de la consideración de la totalidad de rutas críticas de los sub-sistemas. La ruta crítica de los sub-sistemas se hace a nivel de concepto como sigue:**

a) **Programa de ejecución de obras (ruta crítica), del cual se deriva.**

b) **Programa de suministro de materiales en función del programa de ejecución, fijando fechas de suministro.**

c) **Programa de maquinana y equipo en el que se prevén fechas para las cuales debe disponerse de tal o cual equipo para realizar la obra.**

d) **Programa de personal, está en función de los programas arriba expuestos y se hace para tener en el momento adecuado el personal necesario mas idóneo.**

e) **Programa de recursos financieros, en el cual se fijan las fechas para disponer del capital necesario para llevar a cabo los programas señalados en los inciso precedentes.**

Existen factores ajenos al proyecto que pueden hacer que éste se interrumpa. Dichos factores pueden ser exógenos (si provienen del exterior), como lo puede ser la suspensión de créditos, las devaluaciones, los cambios en la política de ayuda externa del gobierno de donde provienen los créditos; o endógenos (si son de carácter interno), como pudieran ser los cambio de gobierno, la devaluación de la moneda, los cambios de la política interna, etc.

M) Licitación del proyecto. Se hace entre las empresas constructoras del país que garanticen con la capacidad técnica de su personal y el equipo necesario y suficiente, la realización de la obra, con el máximo de economía en su costo.

N) Realización del proyecto, (ejecución). Es la construcción de cada una de las obras componentes del proyecto general, de acuerdo como lo marca el programa de ejecución, esto es, la ruta crítica general del sistema (el proyecto) y los subsistemas (componentes del proyecto), en forma particular.

O) El control del proyecto. Debe realizarse periódicamente a nivel sistema y de subsistema, valorando el avance de cada obra mediante una comparación entre lo programado y lo realizado, de modo que cualquier desajuste en el programa sea detectado y el esquema retroalimentado en sus cinco programas. (Inciso L).

P) Equipamiento, es la instalación de los equipos mecánicos que permitirán la operación eficiente de cada uno de los componentes del puerto. Por ejemplo: una grúa para el manejo de contenedores, mecanización de una bodega para el manejo de granos; equipo de bombeo para la carga rápida de fluidos en los buques tanques, etc.

Q) Etapa de pruebas del sistema y los subsistemas. Concluida la ejecución del proyecto en la fase de la obra civil y equipadas las instalaciones, se presenta la etapa de pruebas. Si éstos satisfacen los requerimientos impuestos para su eficiente operación, se procede a hacer la entrega a quienes deban responsabilizarse de su operación; en caso contrario se le harán al proyecto las correcciones y modificaciones necesarias volviendo a la etapa de pruebas, para comprobar el correcto funcionamiento de las instalaciones.

R) Recepción de la (s) obra (s). Se hará mediante actas administrativas donde se especifiquen las condiciones bajo las cuales se hace la entrega de cada uno de los subsistemas, así como de los planos de construcción y de operación, fijándose en su caso las contraprestaciones que se deberán cubrir en el supuesto de que el organismo operativo sea distinto del constructor.

S) La operación del sistema en general y de los subsistemas en particular, será objeto de estudio amplio y detenido y una de las metas a alcanzar será tener la máxima eficiencia de todas y cada una de sus partes.

Es en esta etapa donde se detectan los estrangulamientos en el manejo de las mercancías bien por inoperancia de la obra civil y del equipo instalado o por falta de otro que lo complementa, es entonces cuando deben hacerse nuevos planteamientos (de obra civil o equipamiento) para que el sistema total sea más productivo.

CAPÍTULO III

CAPÍTULO III LA INGENIERÍA DEL PROYECTO.

3.1. Clasificación, Determinación, Diseño y Construcción de Rompeolas.

Generalidades Cuando las costas no ofrecen lugares con las condiciones adecuadas de protección para que se construya un puerto, entonces resulta conveniente crearlas formando lo que se ha definido como un puerto artificial, para tener un área de agua adecuadamente protegida de los efectos del oleaje, y las embarcaciones puedan realizar la función de transferir la carga con seguridad y rapidez.

La localización de un puerto no siempre se hace sobre la costa, de ahí que sea frecuente encontrar puertos en la margen de un río o de un lago al que hay que llegar por medio de canales o mejorando las condiciones de navegación de los ríos como lo es la rectificación del cauce, eliminando meandros o profundizándolos, en estos casos el inicio de un canal en la desembocadura de un río no siempre tendrá en la costa condiciones favorables para permitir el acceso de los buques a los puertos, implica alterar las condiciones favorables para eyectar sus volúmenes de agua sin que se formen al menos barras, a no ser que se trate de una corriente cuya desembocadura sea un estuario. La creación de estas condiciones favorables para permitir el acceso de los buques a los puertos, implica alterar las condiciones existentes de la costa, lo cual se logra con las estructuras llamadas ROMPEOLAS Y ESCOLLERAS, similares en su forma y estructura.

Reciben el nombre de ROMPEOLAS, si se construyen en la costa para crear las áreas de navegación con la protección adecuada que necesitan las embarcaciones y ESCOLLERAS, si se construyen en la desembocadura de un río y tienen como función achiflonar la corriente, creando en el río velocidades mayores que las generadas por las corrientes de marea y el oleaje por un lado, y por otro, detener el avance de los sólidos a lo largo de la costa motivado por las corrientes marítimas, para así mantener permanentemente abierta la boca del río.

Las escolleras generalmente se presentan en parejas una en cada margen, aunque no siempre ocurre se construyen con cierta convergencia para reducir el área hidráulica y

así provocar mayores velocidades y por lo tanto disminuir la posibilidad de que los sólidos que acarrear los ríos se acumulen en la desembocadura formando barras y bajos. (Fig. III-1).

Por lo que hace a los rompeolas estos pueden ser de

- a) Un solo brazo, unido a la costa (Fig III-2)
- b) Dos brazos, uno de ellos más o menos paralelo a la costa, formando dos entradas al puerto. (Fig. III-3).
- c) Dos brazos convergentes (Fig III-4).

La función de los rompeolas es disipar la energía del oleaje; sin embargo, en ocasiones la extensión del área de la dársena protegida es tan grande que es necesario aún dentro de ésta, disminuir nuevamente la altura de las olas que se generan, para lo cual se hace necesario construir otros rompeolas interiores que ayuden a disipar su energía.

La selección de la protección con uno o dos brazos rompeolas dependerá básicamente de la dirección del viento y del máximo oleaje, puesto que rara vez el viento soplará en una sola dirección, de ahí que siempre que las condiciones topográficas lo permitan se construirá un rompeolas que facilite el acceso de los buques por dos entradas.

Tómese en cuenta que cuando un barco sale del puerto lo hace hacia aguas abiertas y tiene la facilidad de maniobrar en espacios grandes, al contrario de cuando entra al puerto, en que las áreas de navegación se restringen debiendo hacerlo a veces a toda máquina y en un espacio corto (6 a 7 estoras), reducir notablemente la velocidad para finalmente tocar la dársena de ciaboga e iniciar sus maniobras preparativas para el atraque.

En forma similar a la de las escolleras, los rompeolas se construyen con varios propósitos: romper el oleaje y proporcionar calma interior, detener el avance de los sólidos

a lo largo de la costa, producto del acarreo litoral y a veces funcionar como viaductos, es decir como camino a lo largo del mismo

Clasificación de los Rompeolas.

A) Por su geometría pueden ser:

a) De talud (Fig. III-5), con pendientes tales que disipen el oleaje que incide sobre el rompeolas

b) De pared vertical (Fig. III-6). Cabe anotar que este tipo de estructura no permite que la ola rompa sino más bien que se refleje, regresando la energía al mar; sin embargo, la denominación genérica de rompeolas se ha aceptado tanto para los de talud como para los de pared reflejante.

c) Mixtos (Fig. III-7), poco recomendables en la práctica, pues no facilitan la ruptura de la ola luego de chocar con el muro vertical. Se aplican donde se tiene altura de ola reducida y se pretende tener economía en su construcción.

Cualquiera que sea la función que se quiera que cumpla un rompeolas, estructuralmente deberá ser capaz de resistir las diferentes acciones o fuerzas a las que estará sujeto, siendo la principal de ellas la correspondiente al oleaje. Los esfuerzos que el oleaje produce sobre el rompeolas son:

i) Resultante vertical ascendente (empuje de Arquímedes).

ii) Resultante horizontal, función de las características de la ola que choca contra la pared.

Ante estos esfuerzos el rompeolas opone exclusivamente su peso propio y el rozamiento en su base, los cuales deben ser capaces de garantizar su estabilidad. En el caso de que los esfuerzos del oleaje incidente superen la capacidad resistente, el

rompeolas en la mayoría de los casos se deslizará y, aunque no es muy probable, podría producirse un vuelco.

B) De acuerdo a los materiales constitutivos, el rompeolas se clasifica como sigue:

a) Enrocamiento, material producto de explotación de una cantera, con núcleo, capa secundaria y coraza de protección (Fig. III-8).

b) Elementos artificiales

i) Bloques de concreto simple (Fig. III-5), precolados y colados in situ.

ii) Tetrápodos, piezas de cuatro pies geoméricamente distribuidos (Fig. III-5).

iii) Tribarras, piezas de tres ramas

iv) Hexápodos, piezas formadas por dos tetrápodos unidos por una de sus ramas.

v) Octápodos, piezas de ocho pies, distribuidos simétricamente en el espacio.

vi) Otros elementos prefabricados.

c) De cajones (caissons), según se muestra en la figura III-9.

d) Bolsacreto, son bolsas de material plástico de gran resistencia, las cuales previamente acomodadas en el lugar donde quedarán, se rellenan con mortero de arena y cemento.

e) **Combinados.**

i) **Enrocamiento y bloques de concreto (Fig III-10), empleadas para formar la capa de protección.**

ii) **Tablaestaca, formando gaviones (Celdas), rellenas con material inerte, para darle estabilidad (Fig III-11).**

O bien tablaestaca hincada en línea y protegida lateralmente con otros elementos como lo son bloques de concreto precolado o las piedras producto de explotación (Fig III-12)

En general los rompeolas de talud tienen un remate de concreto que recibe el nombre de coronamiento y su función es servir como pantalla, para evitar el rocío de la ola al romper sobre el lado protegido, y que la carga almacenada a descubierto no sufra daños (Fig III-10), o para alojar diversos tipos de tuberías que distribuyen agua, energía, combustible, gas, etc., en los muelles. También puede ser una capa de rodamiento con material de rezaga, producto de la explotación del banco de piedra que va compactado con un recubrimiento final a base de piedra que se utiliza en la construcción de la coraza

El rebase del oleaje por encima del coronamiento de la coraza, sólo se permitirá en el caso de que no cause ningún daño en el lado protegido del rompeolas o que no cause problemas de operación de las embarcaciones; el que exista o no rebase dependerá obviamente, de la cota de la corona y de la magnitud del run-up (ascenso de las olas incidentes), generado por el oleaje. En algunas ocasiones sobre la corona se construye un parapeto a pared vertical (espaldón) para evitar el rebase del oleaje (overtopping) sobre la estructura.

A veces esta parte de la estructura no se hace necesaria y se suprime, como es el caso de los rompeolas aislados, o de las escolleras en los ríos; no obstante, a veces se emplean como viaductos para llegar hasta las torres de señalamiento.

Factores que Determinan la Construcción de un Rompeolas. La construcción de un rompeolas estará determinada por factores de diversa índole, así, pueden apuntarse algunos, tales como los de carácter técnico, costo y los propiamente derivados de estudios económicos. Se tienen así como factores más importantes

a) La dirección del oleaje de intensidad máxima y la efectividad con que le proporcione calma al puerto (solo podrá ser comprobada en el laboratorio, con un modelo de prueba)

Debido a que es difícil tomar observaciones sistemáticas de las características de las olas (dirección, altura y periodo), en casos comunes es preferible consultar información estadística, regularmente proporcionada por los Sistemas Meteorológicos Nacionales, donde se tienen la frecuencia, dirección y alturas de oleaje correspondientes a distintos periodos y que generalmente es en años. Otra manera de obtener estos datos es haciendo uso de modelos matemáticos y de esta forma predecir el oleaje para condiciones desfavorables

La denominada "predicción del oleaje", es un procedimiento de cálculo que se realiza para conocer las características del oleaje producido por una perturbación meteorológica como puede ser un ciclón o huracán. Para tal efecto, existen diversos criterios o metodologías, de las cuales dos de las más utilizadas son:

i) Método del Huracán Estándar.

ii) Método SMB (Sverdrup-Munk-Bretschneider). Para la aplicación de este método se requiere conocer las características del viento generador, así como las del área sobre el cual actúa.

Cabe señalar que para la aplicación práctica de cualquiera de ellos es necesario contar con datos generales de las perturbaciones como trayectoria, posiciones desfavorables y variables específicas de cada método.

Siempre es conveniente tener un modelo a escala para analizar la estabilidad de la estructura, para ello existen dos tipos de instrumentos:

- iii) El canal de oleaje
- iv) El tanque de morros

Generalmente el tanque de morros se opera con información recabada en el canal de oleaje pero, es más económico hacer modificaciones en el canal para los anteproyectos.

- b) La configuración de la línea de costa
- c) El tamaño del puerto requerido estará determinado por los estudios económicos que fijarán la magnitud del volumen de mercancías que se moverán por éste, en la etapa actual y las futuras
- d) La dirección del eje del rompeolas puede ser recto o curvo o seguir una línea quebrada, ello dependerá de la topografía del fondo, así como de la magnitud del área que se pretenda proteger y de las características del subsuelo en que se asentará la estructura.
- e) Disponibilidad de los materiales adecuados para su construcción.
- f) Cercanía de las fuentes de aprovisionamiento (bancos de piedra, grava y arena), que hagan económicos los acarreos.
- g) Existencia de accesos terrestres.
- h) Disponibilidad del equipo más adecuado tanto para la extracción de los materiales; la fabricación de los elementos constitutivos del rompeolas como para que permita cumplir con los procedimientos de construcción, en forma expedita y económica.

Un primer factor a tomar en cuenta en la toma de decisiones para construir un rompeolas es, que si este es de pared vertical el material principal para su construcción será el concreto y si es de talud, la piedra para formar el enrocamiento

Criterios para Determinar el Tipo más Adecuado de Rompeolas El uso de los rompeolas depende de algunos factores, así un rompeolas de pared vertical se construirá cuando existan profundidades tales que la reflexión se de sin que se produzca la ruptura

En el laboratorio, es posible analizar las condiciones físicas que permiten definir en qué casos se empleará un rompeolas de pared vertical, y en cuál uno de talud, determinando la totalidad de relaciones de esbeltez máximas de la ola sin que se presente la ruptura, para la gama de profundidades relativas

La relación de esbeltez, se define como el cociente de la amplitud entre la longitud de la onda.

$$R e = \frac{H O}{L}$$

Profundidad relativa, es la relación de la profundidad en un punto, a la longitud de la ola.

$$P = \frac{H}{L}$$

De este modo cuando un rompeolas de pared vertical es construido en profundidades reducidas, su comportamiento para ciertas condiciones del oleaje puede ser como el de un rompeolas mixto con los inconvenientes que ello acarrea, produciéndose el efecto de "clapotis", al quedar sujeto al embate de la ola que sube por el paramento vertical y que al descender produce socavación en el pie del muro, fenómeno que se evita anteponiendo a la pared, un pedraplén que absorbe la energía que se produce en estas condiciones.

Si un oleaje, que no ha roto, incide sobre una estructura o acantilado, tiende a reflejarse. Cuando el frente de la ola incidente es paralelo al paramento del obstáculo y, además, este es vertical, plano y con rugosidad prácticamente despreciable, se produce una reflexión perfecta, la cual se manifiesta por la presencia de ondas estacionarias llamadas "clapotis".

El clapotis se forma por la sobreposición de dos ondas progresivas de igual altura y periodo que avanza en sentido contrario, esta onda estacionaria tiene la característica de que duplica la altura de ola incidente

Cuando más vertical y liso sea el obstáculo, mayor será la reflexión, y por el contrario, será menor en el caso de que exista una pendiente gradual, rugosa y permeable

Un rompeolas de taludes, por su forma, permite la ruptura de la ola y de este modo la disipación de la energía en mayor o menor porcentaje, por lo tanto, la energía del oleaje que no es disipada es reflejada hacia el mar. Por lo antes expresado se procurará que la ola rompa sobre los taludes y disipe la mayor parte de su energía en los huecos de la estructura, para que cumpla con el propósito que se le ha encomendado

Los rompeolas mixtos, son estructuras que han caído en desuso debido a que, por la falta de consideración de la totalidad de factores físicos, es frecuente que en la zona de la pared vertical rompan las olas en su totalidad o parcialmente, generando esfuerzos muy superiores a los previstos, llegándose de esta manera a la falla de la estructura. Cuando se presentan olas de amplitud más grande que las consideradas en el cálculo y actúan sobre la estructura, pueden también producir al pie de éstas, efectos no deseables que socaven la base y provoquen la falla total.

En resumen no existen más que dos alternativas para seleccionar el tipo de sección del rompeolas: de talud y de pared vertical (muro reflejante).

El Diseño de los Rompeolas y Escolleras de Talud.

A) Introducción .

El diseño de un rompeolas o una escollera toma en cuenta la geometría de la sección transversal para que ésta sea la más económica posible; esto es, existe una estrecha relación entre el aspecto geométrico (dimensiones mínimas de la sección) y la estructura de las capas componentes del perfil (dimensiones de los elementos pétreos constitutivos).

Es tan estrecha la relación entre la geometría y la estructura, que se puede establecer que, si cambia el talud de un rompeolas haciéndolo más tendido, los elementos que constituyen la coraza podrían ser de menor tamaño, en este orden de ideas el caso extremo podría ser un cordón litoral donde rompiera la ola, siempre y cuando se tratara de una playa en equilibrio estático.

De este modo, en forma cuantitativa, para ciertas características del oleaje la solución puede ser un rompeolas con una sección y un talud determinados, los cuales cambiarán, en función de las características del oleaje.

B) Cálculo de un rompeolas de talud

En 1933, Ramón Iribarren (de nacionalidad española) estableció la siguiente fórmula teórica empírica:

$$w = \frac{K \cdot H_o \cdot \gamma r}{(\cos \alpha - \text{sen } \alpha)^2 (\gamma r - 1)^2}$$

Expresión en la cual,

w = Peso de un elemento componente de la coraza en toneladas.

K = Coeficiente experimental cuyos valores varían de 0.015 para bloques naturales y 0.019 para bloques artificiales de forma paralelepípedica.

H_o = Amplitud de la ola que se ha considerado para el diseño del rompeolas.

γr = Peso específico de los elementos que forman la capa de coraza, bien se trate de roca natural o elementos precolados.

α = Ángulo que forma el talud del rompeolas con el fondo del mar.

Posteriormente a esta fórmula, hacia 1953, a raíz de los primeros ensayos realizados en forma sistemática sobre la estabilidad del talud de los rompeolas, Hudson, del U S Army Engineers Experiment Station, la modificó y propuso la siguiente expresión:

$$w = \frac{\gamma r \cdot H_o^3}{K (Ss - 1)^3 \text{ Cot } \alpha}$$

En la cual:

w = Peso de un elemento componente de la coraza.

H_o = Amplitud de la onda.

K = Coeficiente adimensional que varía con la naturaleza de los elementos componentes de la coraza.

El coeficiente K fue obtenido en ensayos de laboratorio y toma en cuenta, entre las más importantes, las siguientes variables:

a) forma de los elementos.

- b) número de capas que constituye la coraza
- c) forma de colocación
- d) grado de "trabazón" de los elementos
- e) tipo de oleaje incidente (rompiente o no rompiente)
- f) parte del rompeolas (morro o cuerpo)
- g) ángulo de incidencia del oleaje

α = Ángulo que forma el talud del rompeolas con el fondo del mar.

Ss = Densidad relativa del elemento (γ_r/γ agua)

γ_r = Peso específico de los bloques que forman la capa de coraza.

Otra expresión conocida es la propuesta por Beaudevin (de nacionalidad francesa), y es como sigue:

$$w = \frac{K H^3 \gamma_r}{(Ss - 1)^3} \left(\frac{1}{\text{Cot } \alpha - 0.8} - 0.15 \right)$$

En estas expresiones se considera que el oleaje no rebasa a la estructura y que el peso de los elementos aquí determinados, es el peso de los elementos de la coraza, (una pieza).

Por lo arriba expuesto y dado que la estructura no sólo está compuesta por roca de coraza, se imponen algunas limitaciones que fijan el campo de aplicación de tales

expresiones. En la figura III-8 se muestra la sección transversal de un rompeolas de enrocamiento.

En la figura, NPM define el nivel de pleamar máxima, C es la altura de la coraza por encima de dicho nivel y E, el espesor de la capa de coraza principal.

El NBMl. (MLLW), es el nivel de baja mar media inferior y a_1 define la profundidad hasta donde debe llegar el talud de la coraza por debajo de dicho nivel.

La capa de roca secundaria en el lado protegido debe llegar hasta una profundidad a_2 por debajo del NBMl y su espesor es e_2 .

El ancho de la corona es b y w_1 , w_2 y w_n define los pesos de las capas de coraza principal, secundaria y núcleo respectivamente.

Obsérvese que el ángulo α_1 , es mayor que α_2 , debido a que como se expresó antes, si la pendiente del talud del rompeolas tiende a cero el tamaño de los elementos de la coraza tenderá teóricamente también a cero.

Del lado protegido del mar, la altura de la ola será menor y lógicamente el tamaño de los elementos requeridos lo serán también; por otra parte, debe considerarse la importancia que tiene el contar con una gran amplitud de área de agua protegida y el mínimo de obstáculos, lo que explica el por qué de las características de dicha pendiente.

La determinación del valor c , valor que define la altura del rompeolas sobre el NPM (nivel de pleamar máxima), depende de factores tan variables, como:

- i) α_1 , y α_2 , ángulos que forman los taludes del rompeolas con respecto a la horizontal.
- ii) La altura de la ola, esto es la amplitud y el periodo.

- iii) La profundidad del mar, en que se asienta el rompeolas
- iv) Las características de los elementos componentes, bien que sean naturales o artificiales.
- v) La permeabilidad de los elementos de la coraza.

La naturaleza de los factores arriba señalados no tienen una clara relación con el valor de c , de ahí que este valor, en muchas ocasiones sea necesario determinarlo en el laboratorio en forma experimental.

El ancho de la corona b , depende del procedimiento de construcción. Este se fija de acuerdo con el equipo con el que se va a mover y colocar el material.

El diseño de los elementos que forman las capas secundarias se hace empíricamente a partir del peso calculado para la coraza. Así, la capa secundaria tendría 1/20 del peso de la primera. Del mismo modo se define el tamaño de los elementos de la capa terciaria. Procediendo de esta manera, se evita el cambio brusco de tamaño entre la coraza y el núcleo y se impide así que éste escape a través de los huecos que se formarán en la coraza, al construirse una especie de filtro con las capas de piedra graduadas. Debe tomarse en cuenta que el núcleo estará compuesto con material que tendrá una amplia gama de variación de tamaños, desde polvo hasta rocas, cuyo tamaño puede ser tan grande como un 1/20 del peso de las piedras de coraza, lo cual debe permitirle tener una adecuada graduación.

El espesor total de las capas de coraza y secundaria, estará dada por la expresión.

$$e = 3 \sqrt[3]{\frac{W}{\gamma r}}$$

Cuando se empleen rocas naturales, colocadas en tres capas, para que se cumpla la condición de filtro. En la expresión, se tiene:

e = Espesor de la capa en metros.

w = Peso de la roca en toneladas.

γr = Peso específico de la roca en ton/m^3

Cuando los elementos de la coraza son artificiales, se acepta que el espesor de la coraza y la capa secundaria sea el dado por la expresión:

$$e = 2 \sqrt[3]{\frac{w}{\gamma r}}$$

colocada esta en dos capas.

Las expresiones arriba consignadas no consideran lo que pueda pasar en el arranque del rompeolas ni en su terminación, llamado MORRO.

Para el caso del arranque y el morro de los rompeolas o las escolleras, debe recurrirse a los modelos reducidos para determinar las características que deben tener, así como para determinar los efectos que producirá el arranque de las estructuras en la desembocadura de un río, toda vez que se forma un seno de escolleras que sólo puede ser previsto por un modelo de prueba.

En el caso de los rompeolas aislados tendrán dos terminaciones (morros) y los fenómenos que se producen en éstos no están considerados por las expresiones expuestas anteriormente, de ahí que los diseñadores recomienden incrementar el peso de los elementos en los morros, en valores que varían entre 50% y 100% para un mismo ángulo de talud, aunque si lo que se desea es mantener el tamaño de los elementos, lo que se hace entonces es tender el talud en la zona de morros.

Este procedimiento aún cuando proporciona buenos resultados eleva considerablemente los volúmenes de obra y da como resultado un estrechamiento considerable en el canal de acceso y una elevación en los costos de la obra.

Se ha dicho antes que los elementos artificiales ofrecen más ventajas que los naturales en cuanto a que en igualdad de circunstancias (peso), con elementos artificiales, se puede lograr tener taludes con mayor ángulo respecto a la horizontal, lo cual permitirá tener substanciales ahorros en los costos, sobre todo cuando por las características de la cantera no sea posible que de el tamaño de roca requerido, debido a la existencia de planos de falla y otros factores

Respecto a las capas de piedra que quedan sumergidas, pueden construirse de dos maneras.

- i) Conservando el talud y colocando piedras de menor peso
- ii) Conservando las piedras en su tamaño, a una profundidad tal que sea igual a la máxima altura de ola, medida a partir del nivel de la marea más baja observada.

La razón de que el ángulo del talud y el tamaño de la piedra utilizada en la zona de calma de rompeolas sea menor, se debe a que la altura de la ola, también es menor.

Construcción de Rompeolas.

A) Consideraciones generales para la construcción de un rompeolas de talud. Cuando se decide construir un rompeolas en base de enrocamiento, el procedimiento en términos generales es:

- i) Localización de la pedrera, de material adecuado y lo más cercana a la obra en cuestión.

ii) Construcción de los accesos a la pedrera si no los hay, carreteros o ferroviarios, siempre y cuando el volumen de piedra por extraer lo justifique

iii) Ensayos de la cantera para obtener los tamaños de piedra fijados por el cálculo, y formar el frente de explotación en la pedrera.

iv) Explotación de la cantera y selección de tamaños.

v) Transporte de los volúmenes de piedras seleccionados desde la cantera hasta la obra.

vi) Colocacion de enfajinados en el fondo para evitar que el remolino socave el fondo y aumente el volumen de material, por depositar.

Un enfajinado es una especie de atadura o amarre que se hace a los elementos colocados en el fondo para evitar perderlos, otra forma de lograr esto es colocando el llamado faldón o delantal que es una plantilla de materiales usados en el núcleo del rompeolas.

vii) Construcción del núcleo, colocando el material a volteo, cuidando que éste adopte el talud calculado. El material es empujado por un tractor y el ancho de la corona mínima será el ancho de la cuchilla del tractor empleado, o el que luego vaya a ser requerido por otras máquinas.

viii) Las capas secundarias y la coraza se van colocando con una grúa puesta en la corona del rompeolas y su avance debe seguir muy de cerca al extremo descubierto del núcleo, a menos que se tenga la seguridad de que no habrá un mal tiempo, que podría, al generar oleaje de gran tamaño, degradar aceleradamente el núcleo. (Fig. III-13). El material del núcleo, también puede depositarse desde chalanes de fondo abatible y luego ser acomodado manualmente por buzos en el fondo del mar.

Cuando el tipo de rompeolas por construirse requiere el empleo de equipo flotante, se coloca la piedra de coraza sobre un chalán y sobre éste se monta una grúa con la que se va colocando la piedra de coraza y de las capas secundarias para no interferir con el trabajo de construir el núcleo del rompeolas.

Este procedimiento sólo es posible emplearlo cuando la agitación del mar lo permite.

Hay canteras que no pueden proporcionar el tamaño de piedra que es requerido, obteniéndose una distribución de tamaños no convenientes y generalmente deficiente en piezas de gran volumen para la coraza. En estas condiciones se recurre al empleo de elementos artificiales.

Es indudable que los elementos precolados tienen, por un lado, la ventaja de tener las dimensiones y el peso deseado, de tal manera que pueden fabricarse en serie, no obstante, su costo es elevado.

La colocación de los elementos precolados puede hacerse de dos modos:

- i) En montón, arrojados al azar.
- ii) Acomodados.

Desde luego arrojar los elementos al azar es lo más adecuado, pues rompe mejor la energía del oleaje al permitir que penetre entre sus huecos.

Los elementos precolados acomodados tienen la desventaja de reducir el número de huecos y por ende disipan menos efectivamente la energía de la ola, sobre todo si son de forma paralelepípedica.

Para el caso de los rompeolas a base de piedra, se recomienda que éstas sean de alta densidad, sin planos de fractura, resistentes a la erosión (adecuada dureza), así como

a la acción de los sulfatos, al ataque del agua del mar y a la acción de los fenómenos meteorológicos cuando actúan sobre los rompeolas

En la pedrera deben seleccionarse las piedras por su peso, de modo que al ser colocadas en la obra, se cumpla con lo señalado por los planos de construcción.

La graduación de los materiales que se colocan en las capas es importante, ya que de quedar colocadas algunas piedras de menor tamaño que el requerido en las capas superiores, pueden ser arrastrados por los temporales y los ciclones, dejando el talud del rompeolas en condiciones precarias de estabilidad. Esto sucede en virtud de que al tenerse un volumen de huecos menor (los que ocupan las piedras pequeñas), las subpresiones aumentan por virtud de una menor cantidad de movimiento del agua.

La construcción del núcleo del rompeolas, el material de menos peso, se hace a volteo y en la práctica, se considera que durante su ejecución no está sometido a la acción del oleaje. Constituye el apoyo de las capas superiores, las que se forman con materiales de graduación tal, que deben impedir la acción directa de las olas sobre los materiales más pequeños. Luego si su función principal es servir de apoyo, su compacidad debe ser tal que el número de huecos debe ser mínimo, esto es posible lograrlo al segregar las piedras de tamaños mayores de lo que se conoce como "rezaga", que son piedras de todos tamaños; práctica que permite aprovechar de esta manera, la totalidad de material producido. El peso mínimo de los elementos componentes del núcleo está en función de las características del oleaje en la zona donde se construirá; sin embargo, por razones prácticas, el núcleo se compone de material cuyos pesos van desde la fracción del kilogramo hasta varias decenas de kilos; por ejemplo, de 0 a 50 Kg.

El morro constituye el extremo final del rompeolas y lo cierra, protegiendo adecuadamente al núcleo y capas superiores, se construye prolongando la piedra de coraza sobre el extremo.

Es importante señalar que con la construcción del núcleo, paralelamente deben construirse las capas secundarias y de coraza, de manera que se vaya protegiendo el rompeolas del embate del oleaje y no se degrade.

Finalmente la función de las capas secundarias situadas entre el núcleo y la coraza, evita que los finos escapen; lo cual, de suceder, podría poner en serias condiciones de inestabilidad el talud de la estructura.

Algunos rompeolas tienen en su corona un parapeto de concreto a manera de calzada de acceso que lo recorre longitudinalmente (Fig III-5) ello con el fin de tener un ahorro de material, dicha calzada cumple con la función de acceso permanente para el mantenimiento de los taludes del rompeolas.

La conservación de este tipo de estructuras debe hacerse periódicamente ya que constantemente se degradan por la acción del oleaje.

B) Consideraciones generales para la construcción de un rompeolas de pared vertical

Inbarren, les da el nombre de diques, ya que hace el señalamiento de que su función no es romper las olas sino reflejarlas; sin embargo, aquí se les denomina "rompeolas de pared vertical", por simplicidad.

Desde el punto de vista constructivo los volúmenes de obra en este tipo de estructuras son menores que en los rompeolas de talud inclinado.

Es condición para construir un rompeolas de pared vertical que el suelo en el cual se desplante sea de baja comprensibilidad para evitar la socavación del fondo cuando rompa la ola ya que tratándose de una estructura rígida pudieran presentarse asentamientos.

El procedimiento de construcción está en función del tipo de estructura por construir, se hace clasificación general de los rompeolas de pared vertical de acuerdo con los materiales que es posible usar. Los más comunes son:

- i) Bloques de concreto simple
 - Precolados
 - Colados in situ
 - De cajones
- ii) Tablaestacas formando celidas.

Para construir un rompeolas, los pasos que se siguen son invariablemente los que a continuación se indican:

i) Limpieza del fondo submarino, quitando el fango o el material suelto, el cual de dejarse pudiera poner en peligro posteriormente, la estabilidad de la estructura, cuando al romper la ola (bajo condiciones especiales), facilita la socavación.

ii) Colocación de un pedraplén de apoyo, con material del tamaño del balasto, que se nivela para que al colocar los bloques sobre él, la distribución de los esfuerzos sobre el terreno, sean uniformes, previa construcción de una plantilla de concreto bien nivelada.

iii) Cuando la construcción se hace con bloques colados en el sitio, se emplean cimbras (encofrados), método que se emplea cuando la agitación no es muy grande.

La colocación de la masa de concreto bajo el agua no es tarea fácil, ya que a toda costa debe evitarse el contacto de la mezcla con el agua de mar; así no se tendrá contaminación del concreto; la relación agua/cemento no aumentará y no se perderá cemento de la mezcla al entrar en contacto con el agua, factores que influyen al final, en la resistencia de la estructura.

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

Otro procedimiento es mediante el uso de los cajones o pozos indios, que son estructuras rígidas de cimentación de fondo abierto que permiten el progreso de la hinca extrayendo el terreno que atraviesan las mismas.

Una vez alcanzada la profundidad definitiva, se cierran en el fondo, rellenándolas parcial o totalmente. El nombre le viene de la India donde se usan desde hace mucho tiempo. El cajón es de bordes cortantes, en las paredes de estos se han utilizado todo tipo de materiales como obra de fábrica, madera, chapas de hierro y acero y hormigones.

iv) Las dificultades en la construcción de un rompeolas colando in situ, se superan con el uso de bloques precolados, colocados con una grúa montada sobre el mismo muro o bien con una grúa montada sobre una barcaza, para ello a los bloques se les dejan las caras con salientes y entrantes para que al colocarse no se corran (Fig. III-6)

Otro procedimiento muy usado es, que a los bloques se les dejan huecos que coinciden longitudinalmente, en los cuales se colocan armaduras como si fueran pilotes que luego se rellenan con concreto, asegurando de esta manera la unión entre piezas (Fig. III-14)

v) Otro procedimiento es el empleo de grandes piezas, son los llamados bloques celulares o cajones.

Los cajones se construyen de concreto armado formando las paredes y el fondo, provisto con válvulas para inundarlo y sumergirlo a voluntad, de modo que una vez colocado en su lugar se proceda a su relleno con arena de médano, con material de rezaga de las pedreras o con concreto ciclópeo (Fig. III-9).

Otras veces los cajones se construyen en tierra y mediante rampas apropiadas se deslizan hasta ser montados en un chalán que los transporta hasta el lugar donde serán colocados con grúas de gran potencia.

El transporte de los cajones por flotación propia, tiene evidentemente más ventajas, que si se transportaran mediante barcas hasta el lugar en donde serían colocados, al suprimir el uso de maquinaria especial.

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

vi) La construcción del rompeolas de pared vertical a base de tablaestacas puede hacerse iniciando la obra en tierra y avanzando sobre la estructura ya construida o bien mediante el uso de piloteadoras y equipo montado sobre chalanes, cuando la agitación del mar lo permita.

Construida la celda, como se muestra en la Fig III-11, se procede a su relleno con material pétreo y a construir su coronamiento con concreto ciclópeo.

3.2 Dragado y sus Aplicaciones.

Generalidades.

Definición. Dragar es la acción de remover y extraer materiales en un medio acuoso, desde el fondo del mar, lagos, ríos, esteros, etc.

Con el dragado se logra dar profundidad en áreas como las dársenas y los canales, para facilitar la navegación de las embarcaciones, removiendo grandes volúmenes de material, resultando ser el procedimiento más económico para mover tierra cuando existe

un volumen de agua que hace posibles las operaciones, depositando el material a distancias grandes, tanto como lo permita la potencia del equipo que se está empleando, como el tipo de material que se está removiendo

Aplicaciones del dragado. En la Ingeniería Marítima, el dragado se emplea para sanear marismas y pantanos al rellenar grandes extensiones con el material que se obtiene al efectuar los dragados de las dársenas y canales de navegación. Las áreas rellenadas se incorporarán después a las zonas portuarias para dar asiento a nuevas terminales marítimas (patios de carga, bodegas, casas para trabajadores del puerto, etc.) nuevas industrias, áreas para accesos ferroviarios o carreteros, etc

La ampliación de muchos puertos construidos durante la primera mitad del presente siglo, solo ha sido posible lograrlo ganando áreas al mar, a las marismas o los pantanos, por estar constreñidos por las ciudades que generalmente no permiten la expansión de las instalaciones portuarias; resultando a la postre más económico dragar y rellenar áreas que se incorporarán al puerto, que expropiar terrenos adyacentes y desalojar casi siempre grupos de familias, que en general constituyen un problema social y político para las autoridades federales y municipales.

Con las dragas es posible extraer del fondo submano los más variados materiales como son fango, arcilla, limo, arena, grava, rocas coralinas, conchuelas, boleos, etc y que en función de la compacidad van desde su estado suelto, hasta los muy compactos, a veces con un alto contenido de material cementante que dificulta más las tareas, por lo que la extracción de material podrá efectuarse económicamente siempre que para ello se disponga del tipo de draga adecuada y que ésta cuente con los elementos de ataque también adecuados.

El dragado se realiza como una consecuencia de los requerimientos de los puertos, para atender el comercio marítimo, el turismo y la industria lo que ha obligado a investigar permanentemente nuevos equipos y procedimientos de trabajo, con los cuales se pretende atender las actuales y las futuras necesidades que estos sectores económicos plantean.

Las Dragas y su Clasificación.

Definición. Una draga es una embarcación con dispositivos especialmente acondicionados para extraer materiales y así profundizar las áreas de navegación en puertos y canales o para obtener materiales para la industria, la minería o la construcción.

A) Por su movilidad, pueden ser:

a) Dragas estacionarias, aquellas que no tienen medios propios para desplazarse. Generalmente extraen el material y lo vierten inmediatamente para su transporte a: tuberías, bandas transportadoras, canalones, chalanes, tolvas, etc. (Fig. III-15).

b) Dragas autopropulsadas, aquellas que pueden desplazarse autónomamente y disponen de tolvas para almacenar el material extraído, mientras dure la operación del dragado; también reciben el nombre de dragas portadoras autocargantes. (Fig. III-16).

Por las características de las dragas, su empleo se limita a trabajos en zonas abrigadas las estacionarias, y a dragados en áreas de agua con poca protección las autopropulsadas.

c) Dragas mixtas, aquellas que pueden trabajar como estacionarias o autopropulsadas.

B) Por su operación pueden ser:

a) Mecánicas. Fueron las primeras dragas que se usaron en la profundización de los puertos y actualmente siguen siendo insustituibles para trabajos muy específicos. Su característica principal es que el desprendimiento del suelo lo hacen empleando cucharones, cangilones, rompedoras de roca, etc. (Fig. III-17).

b) **Hidráulica.** Desde su aparición ha sido considerada como la más versátil por las aplicaciones que tiene este equipo (Fig. III-18)

C) Por el equipo de ataque para efectuar la operación del dragado se clasifican como sigue:

i) Si son mecánicas

- Dragas con
 - Cucharón de arrastre.
 - Cucharón de almeja
 - Cucharón de gajos.
- Palas con cucharón.
- Dragas de rosario o de cangilones.
 - Con cazuelas simples.
 - Con cazuelas y dientes.

ii) Si son hidráulicas (sean estacionarias o autopropulsadas), el equipo de ataque puede ser:

- En las dragas Estacionarias.
 - De succión simple.
 - De succión simple y cabezas cortadoras.
- En las dragas Autopropulsadas.
 - De succión simple.

De rastras con o sin escrepas con disgregación mediante agua o aire, inyectados a presión.

El Dragado.

La acción de dragar puede tener fines específicos como lo son:

- Dar la profundidad requerida por la navegación, en dársenas y canales.
- Elevar terrenos bajos que periódicamente son inundados ganando áreas que luego puedan ser incorporadas al puerto o a la ciudad y ser destinadas a usos diversos

Cuando los materiales dragados no tienen características adecuadas para un buen relleno (arcillas), por su poco valor de soporte, deben entonces aplicarse técnicas de aceleración en la consolidación de los suelos para que puedan ser utilizados a la brevedad posible.

La consolidación puede hacerse mecánicamente cargando superficialmente el terreno (precarga), previa construcción de drenes o empleando el sistema de "pilotes de arena" combinado con el de "precarga" para que por capilaridad se expulse el agua hacia la superficie. Los "pilotes" se construyen sobre una cuadrícula con separación entre sí de 1 a 2 m.

Hay otros métodos de consolidación como lo son los químicos, empleando los llamados "pilotes de cal" (aún en experimentación), de manera similar a los de arena.

Las diferentes clases de dragado

- Dragados de construcción, aquéllos que se efectúan para formar las áreas de navegación de las embarcaciones, como lo son los canales de acceso a los puertos, las dársenas de ciaboga y de operaciones y los canales intracosteros a través de esteros, ríos y zonas lacustres.

- Dragados de mantenimiento, los que tienen que realizarse periódica, permanente o eventualmente, para mantener la profundidad en los puertos

Estos trabajos se hacen con más frecuencia en los puertos fluviomarítimos que se encuentran sujetos al aporte de sólidos y que se producen al no haber control en las avenidas de los ríos y en los puertos marítimos donde el acarreo litoral influye sobre manera en las profundidades de los puertos.

- Dragados de emergencia, son los que tienen que realizarse en los puertos fluviales por la falta de control de las avenidas de los ríos

Profundidades a dar en los puertos

Generalidades. Los trabajos de dragado tienen como finalidad la creación de las áreas de navegación atendiendo fundamentalmente a las embarcaciones que harán uso de éstas y como la realización de un proyecto lleva implícito un costo, entonces es conveniente hacer algunas consideraciones de carácter técnico que impliquen soluciones al más bajo costo posible

Las profundidades a dar en los puertos dependerán de

A) Los calados de los barcos que escalen dicho puerto, construyendo una curva de frecuencias de arribo en la que se pongan de manifiesto las profundidades requeridas, con el fin de que, conocido el tipo de embarcaciones que usará el puerto, se esté en posibilidad de separar las zonas de operación de buques comerciales, cruceros (de turismo), atuneros, camaroneros, yates deportivos, buques petroleros, graneleros, etc., que tienen diferentes calados y diferentes necesidades de extensión de las áreas de navegación.

B) Del desarrollo que en el futuro pueda tener el puerto en función de los barcos que arriben a éste.

Dinámica de las profundidades a dar en los puertos. Se parte del principio de que los dragados se hacen para permitir la navegación de los buques y que éstos, año con año se diseñan con nuevas características (mayor tamaño y calado) y que por lo tanto requieren de nuevas profundidades y áreas de navegación protegidas, de mayor amplitud y profundidad.

En los puertos se obtienen datos estadísticos de los barcos que arriban a éstos, de tal modo que solo se proporcionarán mayores profundidades en la medida que lo justifiquen factores tales como:

Un incremento sustancial de las cargas que se mueven por el puerto o la incorporación de éste a otras corrientes de cargas que requieran de embarcaciones cuyas características sean diferentes a las de los buques que tradicionalmente acuden a dicho puerto

En general si dentro de la dársena o en las áreas de fondeo hay agitación, la cantidad a incrementar a la profundidad será de $H/2$ (la semialtura de la ola)

Las embarcaciones al navegar tienden a hundirse, se ha calculado que a una velocidad entre 7 y 8 nudos llega a ser de 70 cm aproximadamente, cantidad a la cual, para puertos abrigados, algunos autores recomiendan un colchón de agua adicional de 30 cm, por debajo de la quilla del buque más grande que arribé al puerto si el fondo es arcilla o limo, y si son materiales duros como las areniscas, conchuelas, etc. 90 cm. Otros autores para el primer caso recomiendan 1.20 m, y para el segundo 1.80 m valores estos últimos que se consideran excesivos si los puertos están abrigados, por lo que se adoptarán en cada caso particular los valores que satisfagan los requerimientos específicos del puerto, por investigaciones que se realicen en el lugar

La profundidad total de las áreas de navegación será la que se obtenga con el calado del barco de mayor tamaño que haga uso de esa área del puerto, más una cantidad suplementaria que se dará en función de la naturaleza del fondo y en canales de navegación de gran longitud, una cantidad adicional para absorber el hundimiento causado por el barco al navegar, nivel referido al nivel de baja mar media inferior.

En la actualidad algunos puertos antiguos, deben ser profundizados y ampliados más allá de sus dimensiones originales lo cual en muchas ocasiones no es posible porque la estabilidad de la subestructura de las obras de atraque, no lo permite.

Por lo que hace a los trabajos de conservación de fondos, para mantener una profundidad mínima en las dársenas, el costo de volumen extraído debe prorratearse en el total de toneladas movida por las distintas instalaciones a lo largo del río, el costo por concepto de dragado de mantenimiento será menor. En general, en dársenas o canales artificiales o en los ríos con tendencia a azolverse, es conveniente que se draguen a mayor profundidad para así tener una diferencia entre las cotas mínimas requeridas y la de operación, que en estos casos funciona a manera de una trampa de sólidos.

Finalmente, cabe señalar que existen puertos en donde no se justifica profundizar el canal de acceso por el aprovechamiento que se hace de las mareas astronómicas para permitir la entrada de las embarcaciones a la dársena.

De hecho muchos puertos comerciales, para permitir la navegación de embarcaciones a plena carga necesitan de las mareas vivas para entrar o salir, aún cuando esta situación se ve cada vez menos.

Una profundidad adecuada en las áreas de navegación de un puerto, le da ventajas tales como:

1. Que las embarcaciones puedan entrar o salir con cualquier condición de marea astronómica.
2. Que los buques entren o salgan al o del puerto a plena carga.
3. Que se tenga mayor seguridad en la navegación.

3.3 Estructuras de Atraque y de Amarre.

Generalidades. Las estructuras de atraque son las que se construyen para permitir la operación de las embarcaciones, con lo cual se logra fundamentalmente facilitar el transbordo de las mercancías, así como el de permitir la unión de los medios de la transportación acuática y terrestres. Una estructura de atraque lo es también de amarre, toda vez que en general cuenta con los medios adecuados para fijar el buque y este pueda realizar la transferencia y transbordo de la carga con rapidez y seguridad. Los elementos de amarre son las llamadas "bitas".

Las estructuras de atraque son los muelles y los duques de alba y en este grupo también pudieran caer los amarraderos en mar abierto (fuera de la costa).

Las estructuras de atraque pueden clasificarse de las más diversas maneras, así se tiene:

A) Por su geometría los muelles pueden ser:

a) Marginales (wharf), si su disposición es paralela a la línea de la costa o de la margen de un río y las embarcaciones pueden atracarse longitudinalmente una a continuación de otra, dejando entre ellas una manga, para darles seguridad en la maniobra (Fig. III-19)

b) Muelles en espigón (pier)

Su disposición es normal o inclinada respecto a la costa (Fig. III-20) y las embarcaciones pueden atracarse por uno o por ambos lados. En este caso si los muelles en espigón se construyen en batería, uno a continuación de otro se dice que están "en peine" o que son "muelles múltiples en espigón".

c) Muelles en forma de T (Fig. III-21) y L (Fig. III-22), los cuales constan de una pasarela (la parte perpendicular a la costa o la ribera del río) y el atracadero

propiamente, paralelo a la margen del río o de la costa. Se construyen de esta manera cuando se requiere alcanzar ciertas profundidades que no es posible tener cerca de la costa por la dificultad que pudiera haber para dragar los fondos; resultando de este modo más económico, construir este tipo de estructuras.

d) Hay muelles en forma de "U", para facilitar la circulación de los vehículos sobre las plataformas de trabajo (Fig III-23) toda vez que la plataforma de operaciones debe construirse separada de la costa por las razones anotadas en el inciso "c" y la fuerte variación de mareas.

En general la disposición y geometría de los muelles puede ser de la forma más variada y debe definirse en función de las condiciones del área abrigada, del frente de agua disponible, así como de las características físicas de las mercancías; de esta manera, un muelle MARGINAL se construirá en puertos fluviales, en donde, es probable que no sea económico ampliar más al río en su sección transversal, para dar la cabotaje de los buques. Los muelles en espigón son propios de puertos marítimos creados artificialmente, en donde se trató de aprovechar al máximo el área protegida.

Los muelles pueden tener cualquier geometría

Cada tipo de muelle, será analizado a la luz de las condiciones particulares que imponga su operación, simulando las condiciones que se prevea podrán presentarse.

e) Existen estructuras que no son propiamente muelles y son llamados duques de alba cuyo propósito es precisamente permitir el amarre de las embarcaciones y se construyen aislados, combinados con otras estructuras, o bien, simplemente unidos a tierra mediante pasarelas.

B) Otra forma de clasificar los muelles lo es por el tipo de estructura. Se tiene:

a) Muros de gravedad con pared vertical. Son estructuras cimentadas por superficie, empleadas cuando los estratos en que se sustentan tienen suficiente capacidad

de carga y se encuentran a profundidades tales, que posibiliten la construcción de estos atracaderos.

Son estructuras de tipo masivo cuya estabilidad se logra con su peso propio. La construcción de estos muelles se hace nivelando el fondo rocoso colocando con buzos una plantilla de concreto de baja resistencia, previa limpieza y despalme del terreno. El uso de estas estructuras se ha procurado circunscribirlo a puertos donde la marea no tiene rangos muy amplios, por los problemas que induce en el análisis el empuje de tierras, al bajar considerablemente el nivel del agua.

La pared de atraque del muro debe tener una pendiente de 1 10 a 1 20, por lo que es conveniente que la plantilla en la que se apoya la estructura, tenga dicha pendiente hacia atrás para que al construir la pared (de concreto o bloques), el escarpio se de automáticamente y no queden anstas salidas que afecten a los buques.

Los muros desplantados por superficie se construyen de

- i) Concreto ciclópeo (Fig. III-24).
- ii) Concreto armado (Fig. III-25).
- iii) Bloques de concreto macizos (Fig. III-26).
- iv) Bloques de concreto huecos (Fig. III-27) , rellenos con arena o material de rezaga, producto de explotación.
- v) Bloques calados (Fig. III-28)
- b) Estructuras de tablaestaca, las cuales pueden ser.
 - i) Estructuras formadas por tablaestaca de alma plana I y rellenas interiormente con material pétreo, (Fig. III-29)

ii) Muros formados con tablaestaca y tensores y relleno interior (Fig III-30).

El uso de tablaestacas para formar gaviones o paredes, se emplea cuando se tienen suelos arenosos o gravoarenosos con los cuales se puede tener altos índices de fricción.

Las tablaestacas pueden ser de concreto, madera y acero siendo este último material el más usado; las secciones empleadas son de diferente forma a saber: i (planas). U S Z . (Fig III-31).

c) Muelles de cimentación profunda. Son las estructuras de atraque integradas por una plataforma de trabajo soportada por elementos estructurales como lo son las pilas y los pilotes, desplantados en mantos resistentes que generalmente se localizan a gran profundidad.

La plataforma de trabajo está formada por la losa de concreto y por una retícula de traveses que permiten distribuir uniformemente las cargas.

Las pilas o cilindros huecos de concreto armado, tienen diámetros variables (dependiendo de las condiciones estructurales).

Por su parte los pilotes pueden ser de madera, de concreto o de acero. Si son de concreto lo más común es que sean de sección cuadrada, y si son de acero de sección circular. Los pilotes de madera generalmente son de sección circular.

Los pilotes de sustentación de una estructura de atraque, pueden ser verticales (Fig. III-32) o inclinados, (Fig. III-33) y desde luego el conjunto puede ser una combinación de ambos.

i) Muelle sobre pilotes. Se usa con ventaja una cimentación profunda con base en pilotes, cuando el estrato resistente se localiza a una profundidad tal que el uso de cualquier otro criterio de sustentación de la superestructura resulta antieconómico.

ii) Muelle sobre pilas (Fig. III-34). Una cimentación a base de pilas, se usa ventajosamente cuando se tienen estratos muy resistentes, de tal manera que es posible sustituir los muros de gravedad por pilas de cimentación con las consecuentes ventajas que se logran por el ahorro de materiales.

Los duques de alba pueden servir para varios propósitos como son:

A) Atraque (para fijar las embarcaciones), B) Amarre y C) Protección.

Los duques de alba de atraque, son apropiados para permitir el arribo de buques graneleros, de crudo y derivados del petróleo, mineraleros, etc. (Fig. III-35). En este caso el mecanismo de transferencia de los productos puede ajustarse a las escotillas del barco y el barco permanecer fijo.

Cuando el mecanismo para efectuar la carga y descarga del buque es único y está fijo, entonces el barco debe moverse longitudinalmente para ajustar sus escotillas al mecanismo de transferencia (Fig. III-36).

Los duques de alba también se usan con ventaja en el caso que se desee permitir el atraque de buques tanque (Fig. III-37), para la transferencia de fluidos, cualquiera que sea su naturaleza. Obsérvese en la figura los múltiples propósitos que tienen los duques de alba.

A veces los duques de alba se construyen combinados con otras estructuras (muelles en "T" y "L" Fig. III-38).

Los duques de alba también se utilizan para permitir el atraque y operación de los llamados buques Roll on - Roll off (buques mixtos de carga y pasaje), mejor conocidos con el nombre de ferry boats (Fig. III-39), o transbordadores.

Los duques de alba de protección, como su nombre lo indica, protegen aquellas instalaciones que pudieran ser golpeadas por los buques y por el propósito que se persigue, deben ser estructuras muy flexibles.

Por su estructura los duques de alba son:

a) De gravedad, cuando lo que se pretenda tener sea una estructura masiva, en la cual basen su estabilidad, para ello, es condición necesaria que el terreno sea de alta resistencia

Los duques de alba de gravedad, por el material que los constituyen, pueden ser.

- i) Concreto ciclópeo (Fig. III-40).
- ii) Gavión formado con tablaestaca metálica (Ver figura III-30).
- iii) Pilas (cilindros huecos) rellenas con material pétreo.

b) Duques de alba a base de pilotes.

Los duques de alba formados por pilotes, pueden ser de las más variadas formas y materiales. Se construyen de concreto armado, madera y tubos metálicos. El empleo de los materiales dependen del porte de las embarcaciones que vayan a ser amarradas y pueden formarse con uno o más pilotes (Fig. III-41).

Un duque de alba es, por definición, un agrupamiento de pilotes y todos estarán zunchados (Fig. III-41), o rematarán en una plataforma (Fig. III-42), la cual debe cumplir con varios propósitos entre otros: hacer trabajar a los pilotes adecuadamente con la distribución de cargas, y dar asiento al elemento de amarre que es la bita.

En el caso de pilotes y tablaestacas de acero, en el rango que cubre y descubre el agua con el flujo y el reflujo de las mareas, deben quedar protegidos de la corrosión. (Existen métodos con los que es posible lograr este propósito)

c) Amarraderos en mar abierto.

Existen embarcaciones como los super buques tanque para el transporte de crudos (V L C C, Very Large Crude Carriers), que por sus dimensiones y calado a plena carga, no es posible que hagan uso de las instalaciones convencionales de los puertos, por lo que se ha dado solución a este problema con amarraderos a distancias tan considerables de la costa, como sea necesario, de modo tal, que se tengan las profundidades y espacios que le permitan a la embarcación operar y maniobrar con seguridad (suficiente área de ciaboga en mar abierto)

Las boyas de amarre han sido la solución para facilitar la operación de los VLCC en el mar abierto y aún cuando la operación de amarre parece simple, no lo es tanto. Amarrado el buque, la transferencia de crudos, se hace con mucha eficiencia de buques a tierra y viceversa, siempre y cuando el oleaje no ponga en peligro las operaciones.

Las boyas de amarre se fondean con cadenas de gran diámetro (Fig III-43) y sirven para soportar los ductos que van tanto a tierra como al buque, a través de las cuales se bombean los fluidos en cuestión (crudos o refinados)

Esta solución tiene algunas ventajas:

- Eliminar el uso de remolcadores.
- Le permite al buque acomodarse en la posición más favorable respecto al viento, sin menoscabo de la eficiencia en el transbordo de los fluidos.

- Un barco petrolero en operación, amarrado a un muelle en aguas protegidas, siempre tiene altos riesgos y aquí se reducen al barco, el cual puede quedar rápidamente libre, para buscar otros lugares donde resolver su problema

Criterios para Seleccionar un Muelle. La elección del tipo de muelle se efectuará en función de factores tales como.

- De tipo físico, del lugar donde será construido, buscando la mejor estructuración, que reúna las características que le imponga el terreno.

- Costo mínimo de la estructura tanto de su construcción como de su mantenimiento, durante su vida útil.

- La función que le va a ser encomendada (muelle de carga general, de contenedores, de fluido, etc.)

- Los factores de tipo físico tienen gran importancia en la determinación del tipo de muelle y también deben tomarse en cuenta los vientos y las mareas para definir la orientación de la protección del puerto y por ende la orientación de los muelles, las características del subsuelo (estudios de mecánica de suelos y de rocas), que definirán el tipo de estructura por emplear, topografía del terreno para conocer los volúmenes de relleno; etc.

- Durabilidad que se pretende tenga la construcción, ya que podría suceder que se deseara que solamente sirviera durante un periodo de tiempo relativamente corto (10 ó 15 años).

- Tamaño de los buques que harán uso de los muelles, quienes limitan en la actualidad el empleo de los materiales acero o concreto reforzado. No sucede lo mismo cuando los muelles se construyen para permitir el atraque de embarcaciones menores, como los barcos pesqueros y los yates turísticos que por sus características de tamaño y

desplazamiento permiten el uso de cualquier tipo de material en la construcción de los atracaderos (concreto reforzado, madera, etc.).

- El método de construcción. La disponibilidad de materiales, de equipo y de personal técnico necesario que permitirá resolver el problema, con el procedimiento de construcción más adecuado

La construcción de muelles en el agua requiere de grúas montadas en barcasas o chalanes, situación que se elimina cuando se construye en seco, ya que en estas condiciones el dragado no es requerido hasta que los muelles han sido construidos.

Los atracaderos en general deben localizarse en la parte más abrigada y cuando sea posible, con la dirección en la que sopla la resultante del viento, sobre todo cuando el puerto no esté adecuadamente protegido de sus acciones.

Las estructuras de atraque y su destino. Antes de efectuar el diseño de una estructura de atraque, es conveniente conocer cual será su destino, para así conocer algunas cuestiones que son fundamentales en su diseño tales como:

- Las de carácter físico.
- Las de carácter constructivo.
- Las de mantenimiento.
- Las de operación, que contempla:
 - El tipo de embarcación que recibirá.
 - Las cargas que por ella se moverán.
 - El equipo y la maquinaria que se requerirá para mover las cargas.

Los muelles por su destino pueden ser clasificados como sigue

- Muelles de carga general, si reciben embarcaciones con carga fraccionada, preslingada y paletizada cuyo transbordo podrá efectuarse con las grúas del buque y con el equipo de tierra, con las grúas del puerto, si las tiene. En la actualidad algunos buques de carga general, transportan en su cubierta contenedores que deben ser bajados a tierra o subidos al barco con grúas de gran capacidad que se encuentran en la carpeta, operando en muelles de carga general no especializados

- Muelles especializados para el manejo de contenedores.
 - Con el sistema Lift on-Lift off, en el cual se transbordán al barco los contenedores, con grúas de pórtico, dando una gran movilidad al manejo de la carga, en el sentido vertical. Las grúas son alimentadas por el campo de manejo de los contenedores, desde los patios donde se encuentran depositadas, (acarreo horizontal).

 - Con el sistema Roll on-Roll off, la carga puede entrar o salir del barco con gran celeridad en sentido horizontal, toda vez que en el barco pueden introducirse trailers con la carga, mientras permanece amarrado proa o popa, según el tipo de barco.

- Muelles graneleros, en los cuales las cargas se mueven a través de bandas transportadoras elevadores, etc. y equipos de alta productividad. Pueden servir para el transbordo de:
 - Productos agrícolas (trigo, maíz, sorgo, cártamo, etc.).

 - Productos minerales (carbón, calizas, yeso, roca fosfórica, mineral de hierro, cobre, azufre, etc.).

- Muelles para fluidos (crudos y derivados de petróleo), cargados y descargados de los buques mediante tuberías y sistemas de bombeo y transbordados a tanques colocados a cierta distancia de los muelles.

- Muelles de pesca Pueden destinarse a embarcaciones mayores como los atuneros y balleneros o menores, como los camaroneros, sardineros, huachinangueros, etc.

- Muelles para pasajeros. Son los destinados a recibir cruceros, yates deportivos y transbordadores. Los muelles para yates, son en general muelles flotantes anclados de tal modo que tienen movimiento en sentido vertical, siguiendo la carrera de la marea, pero no horizontal.

La Geometría de las Estructuras de Atraque

Son tres las dimensiones a determinar cuando se hace el diseño de un muelle y son: longitud, ancho y altura sobre el nivel de baja mar media interior (MLLW)

En lo que sigue se examinan criterios de carácter general que luego, podrán ser aplicados a cada paso particular

A) Longitud de un muelle La longitud de un muelle debe determinarse a partir de la consideración de factores tales como:

a) La eslora del buque que arrije al puerto con más frecuencia, determinada estadísticamente.

En la actualidad se considera que 180 m es una longitud adecuada de muelle, para permitir el atraque de un barco mercante, no obstante que los haya de mayor eslora.

Es producto de la práctica suponer que en un metro lineal de muelle se mueven 300 a 600 ton. por año, de carga general fraccionada y que un promedio de 400 ton. por metro y por año, es una cifra adecuada para efectuar cálculos cuando se requiera construir un tramo de atraque, tomando como base el volumen de carga por mover, sin que por ello se olvide el otro factor que es el tamaño del buque.

Para el análisis de longitudes de atraque cuando la carga se transfiere paletizada, debe considerarse entonces el límite superior (600 ton por metro y por año).

Quando la carga se mueve contenerizada, los factores a considera cambian substancialmente y los indicadores deben modificarse, teniendo entonces gran importancia la eslora del buque.

b) El propósito que se persigue al tomar la determinación de construir un muelle.

En general todos lo análisis parten de la consideración de si el barco transborda carga con sus propias grúas y ya en tierra es movida horizontalmente por el equipo de montacargas, tractores y plataformas propio del puerto, o si el equipo se encuentra en tierra (grúa de pórtico) y entonces el barco se supedita a este. Esta consideración involucra el tipo de barco y la carga por mover. Así, por ejemplo, un buque mercante convencional para el transporte de carga general, dispone de sus propias grúas para hacer el manejo de la carga, un buque granelero al llegar al puerto para realizar el transbordo, deberá hacerlo en un muelle donde se disponga de la mecanización adecuada que facilite el manejo de los graneles (agrícolas o minerales), con la celeridad que es requerida de estas instalaciones.

Para los barcos que harán uso de un muelle de carga general fraccionada, la longitud se determinará considerando la eslora más dos mangas. (Fig. III-44)

Como la longitud de las bandas de atraque se da en función de la eslora del barco que ambe al puerto con más frecuencia (Fig. III-45), la longitud total de atraque para "n" barcos es:

$$L = n E + (n+1) M$$

Expresión en la que la L, es la longitud total del muelle, E la eslora del buque, M la manga y "n" el número de barcos que pueden ser atracados (Considérese que M = (1/7) E)

Por otra parte, mediante la expresión:

$$C = \frac{t \cdot n \cdot (e + s)}{\frac{c}{r_1} + \frac{s}{r_2}}$$

Es posible calcular el volumen de carga que puede manejar un puerto (C)

En esta expresión las literales representan:

- C Los tonelajes medios de mercancías descargadas en el puerto.
- s Los tonelajes medios de mercancías cargadas a los buques que salen del puerto.
- t Número de días laborados al año (turnos de 8 horas).
- n Número de grúas en tierra (o plumas de barco), trabajando en turnos de 8 horas.
- r₁ Rendimiento en toneladas por turno, de una grúa, para la descarga (turno de 8 horas).
- r₂ Rendimiento en toneladas por turno de una grúa, para la carga (turno de 8 horas).

Para determinar la longitud de un muelle y construir nuevas bandas de atraque no deben perderse de vista dos aspectos fundamentales que son:

- La tendencia al crecimiento de los diferentes tipos de buques y
- La tendencia en los incrementos de los volúmenes de carga, y la posible mecanización para su manejo.

La determinación de construir una nueva longitud de atraque se toma cuando en las condiciones actuales ya no es posible mejorar la operación e incrementar los rendimientos y por ende la eficiencia ante la presencia de nuevos tonelajes de carga y en paralelo, cuando la mecanización pudiera no resolver el problema.

La longitud de atraque para muelles de cereales y minerales debe hacerse con base en el tamaño del buque y el tipo de descarga (grúas, succionadoras, bandas transportadoras, etc.).

Por lo que hace a los muelles para fluidos (crudos y refinados) en aguas protegidas, no tiene sentido hablar de longitud de atraque, ya que el atraque lo dan los duques de alba, cuya separación no necesariamente define una longitud.

En todo caso, cada muelle en particular, debe estudiarse a la luz de los requerimientos que imponga el tipo y tamaño del barco y el tipo y volumen de la carga.

B) Ancho de un muelle. El ancho de un muelle depende de sus características geométricas, esto es, de si el muelle es marginal o está en espigón; de si está dotado de grúas de pórtico, de vías de ferrocarril, camiles para el tránsito de autotransportes, etc.

En la figura III-46 se han dibujado algunos anchos de muelles; en las figuras que la componen se ha considerado la posibilidad de que circulen hasta tres líneas de vehículos y se atiende a la distancia mínima que tiene que recorrer la carga fraccionada en la transferencia de barco a bodega y viceversa.

En esencia, el ancho de la plataforma del muelle es parte del espacio total que debe existir entre el paramento de atraque y el paramento de la bodega (Fig. III-47), y esta dimensión debe ser de un ancho tal, que puedan realizarse las maniobras ampliamente y sin interferencias.

El ancho de la plataforma de un muelle soportado por pilas o pilotes, pudiera estar referido además por su altura sobre el nivel del mar, definido por el plano de bajar media inferior (NBMI), debido a que para detener los rellenos que se colocan atrás del muelle se construye un montículo de piedra de todos tamaños, cuyas pendientes en general son 1 a 1.25 y su pie no debe ir más alta de la fila frontal de pilotes del muelle. Este montículo llega a una cierta altura y para cubrir el resto hasta la parte media del espesor de la plataforma, es que se construye un muro de mampostería o concreto (ciclópeo o armado), de esta manera el ancho de la plataforma del muelle es posible reducirla a un mínimo.

Recuérdese que los barcos pueden ser alimentados directamente por los modos de transporte terrestre y al mismo tiempo por el equipo del puerto y que para esa doble maniobra se requieren amplios espacios.

Otro factor a tomar en cuenta es que los barcos que arriban a muchos puertos con instalaciones no especializadas, para el manejo de contenedores, deben transferir a veces algunas decenas de cajas y que este tipo de maniobras requiere de espacios amplios. Una distancia "a", entre paramentos (de muelle y bodega), donde se manejan cargas fraccionadas y unitarizadas, podría ser de 20 a 30 m pero no mayor a esta longitud por las distancias tan grandes que tendría que recorrer la carga fraccionada desde el barco hasta la bodega.

En resumen, el ancho de un muelle para carga general debe tomar en cuenta la forma en que se presente la carga para su transbordo (unitarizada o no).

Por otra parte, un muelle para cereales o para minerales debe contemplar la manera cómo soportará la mecanización y el sistema de bandas transportadoras, para efectuar las transferencias.

Los muelles para fluidos se dimensionarán considerando la geometría de la pasarela, que se diseñará en función de que pueda permitir el tránsito de vehículos y además soportar las tuberías, a través de las cuales se transferirán los fluidos de buque a tierra y viceversa.

C) **Altura del muelle.** La altura de los muelles se mide desde el fondo del mar, al pie de donde se construirá, hasta el nivel de la plataforma de trabajo y para su determinación es necesario hacer la consideración de factores tales como:

- El calado máximo del buque de dimensiones máximas (a plena carga), cuyo arbo se permitirá en el puerto (C_{max}), medido desde el nivel de bajamar media inferior (MLLW), como se muestra en la figura III-48.

- Y el buque descargado (C_{min}), referido al nivel de pleamar media superior (MHHW), como se muestra en la figura III-49

- Una cantidad que se agrega al calado del buque (r = resguardo), por debajo de la quilla para resguardarlo de que toque el fondo por efecto del cabeceo que pudiera tener por el oleaje y que aquí se considera de 0.60 m (2 pies aproximadamente). En cada caso particular, esta cifra se considera en función de factores tales como:

- La altura de la ola en el área protegida.
- La clase del fondo.
- El criterio del diseñador.

- **Altura del casco del barco por encima de la línea de flotación cuando esté a plena carga (h_{min}), como se muestra en la figura III-48 y cuando se encuentra descargando ($h_{máx}$), como se ilustra en la figura III-49.**

- **La variación de mareas (A).**

- La agitación en el área protegida del puerto, que produce cabeceo al buque.

Es una práctica usual que el nivel de la cubierta del muelle quede de 1 a 2 m por encima de la pleamar máxima registrada; luego, si se llama "a" a la altura del muelle sobre el MLLW se tendrá, si a A (la variación de MLLW y MHHW) se le suma de 1 a 2 m.

$$a = A + (1 \text{ a } 2 \text{ m}).$$

y la altura del muelle respecto al fondo submarino estará dada por la expresión:

$$H = (C + r) + a$$

CAPÍTULO IV

CAPÍTULO IV ORGANIZACIÓN Y OPERACIÓN DEL PUERTO.

4.1. Operación Portuaria.

La rapidez y eficiencia del movimiento de la carga dentro de las instalaciones portuarias, depende de la racionalidad y oportunidad de la utilización de los recursos disponibles, de la planeación de las maniobras de los sistemas de trabajo empleados y del control que sobre estos aspectos se ejerza para corregir fallas y desviaciones en los programas de trabajo

El grado de productividad, es decir, la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados para llevar adelante la prestación de servicios, puede incrementarse mejorando el diseño de las maniobras apoyado con un sistema de control adecuado y la implantación de incentivos.

El incremento de la productividad en las maniobras desarrolladas en el puerto, debe basarse en la consideración de que existen los elementos adecuados para lograr tal fin. Lo anterior significa que cada uno de los responsables en las distintas fases, sepa perfectamente de sus responsabilidades y atribuciones; que el estado físico de las instalaciones (muelles, bodegas, patios) garantice un adecuado manejo de la carga; que el equipo y maquinaria reúnan los requisitos necesarios para su correcta operación; que los pasillos y áreas para traslado y almacenamiento se encuentren sin obstáculos; que los reglamentos de higiene y seguridad se respalden y que los maniobristas y operadores tengan un grado de capacitación tal que haga posible superar los estándares de producción de servicios para lograr mejores rendimientos operacionales.

Con este fin, es normal establecer un programa tendiente a mejorar la organización y rendimiento de la operación portuaria cuyos objetivos básicos son:

- Aumentar la eficiencia, aprovechamiento y coordinación en la operación de los servicios.

- Reducir los costos de operación e incrementar la productividad.
- Lograr una coordinación adecuada de la operación marítima con los sistemas de transporte terrestre.

Para el caso de buques que manejen carga directa, el movimiento de mercancías deberá hacerse considerando que la capacidad de operación (carga y descarga) debe estar en correspondencia con la capacidad de desalojo que ofrezca el transporte terrestre, en especial cuando se manejen graneles agrícolas.

Cuando las mercancías se manejen indirectamente, habrá que tener en cuenta la capacidad de regulación de las zonas de almacenamiento de modo que no sufran congestión por el desbalance entre las capacidades de maniobra a costado de buque y de desalojo del puerto.

El diseño de las maniobras, involucra por tanto, la definición de los elementos de organización y equipamiento a bordo y en tierra para llevarlas a cabo, todo ello basado en estándares de rendimiento establecidos por la administración del puerto con base en las normas que al respecto fije la autoridad reguladora correspondiente.

Control

Las operaciones que se desarrollan para mover las mercancías dentro del recinto portuario, deberán controlarse de tal modo que el análisis de resultados permita al responsable del proceso tomar las medidas necesarias para evitar desviaciones.

En este caso es recomendable que además de los controles existentes, se introduzca el control de avance de programa que es una gráfica que permite comparar diariamente los resultados obtenidos contra los esperados.

Incentivos

La aplicación de incentivos deberá tener una base técnica de aplicación referida a la cantidad de toneladas de mercancía que se puedan mover en los muelles de acuerdo al tipo de mercancía, su empaque y el método de trabajo empleado.

La aplicación de incentivos procederá cuando se haya cumplido con la cuota de toneladas que se esperaba mover de acuerdo a los estándares del puerto, se juzgue necesario prolongar la jornada de trabajo para terminar las maniobras en un buque, reduciendo su estadía en puerto, los operadores de maquinaria y equipo cumplan con las normas de operación y funcionamiento de sus respectivas unidades o el puerto lo juzgue conveniente por actuaciones destacadas de los trabajadores

Lo anterior nos lleva a establecer

Verificaciones diarias

Independientemente de las acciones de control, ya señaladas, es recomendable comprobar todos los días

- que la conservación, mantenimiento y operación de equipo y maquinaria se efectúe de acuerdo con los programas específicos en cada caso,
- que se efectúe la planeación y programación de actividades del día siguiente incluyendo la asignación de recursos humanos y materiales,
- que se efectúe el control de operaciones tanto en el buque como en tierra,
- que se forme una estadística operacional de modo que los errores y deficiencias en un día de operación no se repitan al siguiente,

- que se respeten las normas de higiene y seguridad en el trabajo implantadas por el comité correspondiente.
- que la operación de maquinaria y equipo sea efectuada por personal maniobrista con conocimiento, experiencia y capacidad demostradas,
- que la utilización del equipo responda a las especificaciones técnicas y de operación.
- que los métodos de trabajo de manipulación de mercancías se apliquen en forma adecuada atendiendo a su clave y empaque.

Verificaciones sistemáticas

De manera general, es recomendable verificar :

- que los sistemas de control de inventarios sean de tal modo funcionales que no entorpezcan el flujo de mercancías y que no interfieran en los sistemas de operación,
- que se disponga de un inventario adecuado y suficiente de refacciones para garantizar el funcionamiento de la maquinaria y equipo,
- que la capacitación del personal maniobrista sea sistemática,
- que se lleven a cabo con toda oportunidad los programas de conservación y mantenimiento de muelles, bodega, patios y demás instalaciones fijas del puerto.

Política financiera del puerto

Un punto clave en la operación del puerto es la política financiera que siga el ente responsable de su manejo.

En la actualidad, la mayoría de los puertos del mundo se manejan bajo un principio empresarial en el que lo menos que puede esperarse es que los ingresos obtenidos por su operación, sean vía derechos portuarios o por cobros de tarifas en la prestación de servicios, cubran los gastos derivados de ella, incluyendo la parte proporcional, de la administración central imputable a la operación del puerto

A partir de ese punto de equilibrio, es deseable que existan ingresos adicionales para financiar el desarrollo del puerto. Sobre este particular, deben distinguirse las inversiones en infraestructura y equipamiento mayores como pueden ser extensión de rompeolas, dragado de nuevas dársenas, compra de remolcadores o de grúas portacontenedores, equipos de gran capacidad para manejo de graneles sólidos, de las destinadas a mejorar la infraestructura como ampliación de patios de almacenamiento y bodegas, mejoramiento de las instalaciones en muelles, reconstrucción y modernización de equipo menor, etc.

Lo anterior en virtud de que es cuestión fundamental en la estructuración de las finanzas portuarias, la referente a los criterios para la recuperación de las distintas inversiones actuales o futuras en el puerto, tanto en infraestructura como en equipamiento. Con este motivo conviene separarlas, según se indicó en el párrafo anterior, en inversiones mayores e inversiones menores.

Para el primer tipo de inversiones, puede considerarse que corresponde al gobierno central hacerlas y afrontar su financiamiento y recuperación con objeto de no gravar excesivamente las finanzas del ente operador del puerto, dejando solo a este último cubrir los gastos de conservación y mantenimiento rutinarios en el caso de instalaciones y este tipo de gastos más los de operación y consumos en el de los equipos mayores, recuperando tales gastos vía el cobro de derechos portuarios para las instalaciones y de tarifas por el uso de los equipos.

Una política intermedia para el caso de los grandes equipos, es dejar que el ente operador del puerto afronte los gastos de amortización siguiendo una política de depreciación por número de servicios anuales en vez del sistema tradicional de la depreciación lineal. De esta manera el cargo responderá a una situación operativa real que tendrá un ingreso tal que mantendrá el equilibrio financiero del puerto.

Para el segundo tipo de inversiones debe considerarse que éstas deberán quedar cubiertas totalmente con los ingresos provenientes del cobro de los derechos portuarios y de las tarifas correspondientes a la prestación de los distintos servicios

Tarifas y derechos portuarios

Como ya se ha dicho anteriormente, en el proceso portuario se genera una corriente de costos y otra de beneficios que, para los usuarios, son estrictamente financieros; si utilizan el puerto es precisamente para obtener un beneficio en la operación.

El responsable de la administración del puerto mediante la implantación de un sistema tarifario, puede manejar parcial o totalmente estos beneficios en forma de una corriente de ingresos.

En consecuencia el problema fundamental a la hora de establecer un sistema tarifario, radica en la determinación del "punto crítico" que mejor corresponda con la política económica del puerto.

A la hora de determinar este punto crítico, hay que tener presente una serie de condiciones que deben cumplir las tarifas. Las tarifas deben cubrir los costos operativos y dar liquidez al ente operador del puerto. Deben al propio tiempo, asegurar una utilización más eficiente de las instalaciones y crear las reservas financieras que permitan al puerto absorber reducciones imprevistas de carga o incrementos, también imprevistos, de los costos y, finalmente, se buscará con ellas que los beneficios derivados del mejoramiento de la operación del puerto se queden en el país y no se transfieran a los buques extranjeros.

Estructura tarifaria

Se denomina estructura tarifaria al número y tipo de tarifas, tal estructura atenderá las condiciones generales expuestas en el apartado anterior, así como las particulares de cada puerto, y deberá cumplir los siguientes requisitos: cada tarifa especificará claramente los servicios que comprende; el sujeto pasivo obligado al pago y sus bases de cálculo deben ser claras y precisas.

Las tarifas deben ser estables en el tiempo pero a la vez deben permitir ajustes rápidos para evitar que el puerto pierda cuando se produzcan alzas imprevistas de cualquiera de los elementos de costo considerados. Deben ser asimismo comparables con las de otros puertos y facilitar la comparación entre ingresos y costos, otorgando igual trato a los distintos usuarios del puerto

Es práctica común agrupar las tarifas en tres bloques

- Tarifas generales o derechos portuarios, que son las que se aplican por el uso general de las obras y servicios generales portuarios de prestación casi de modo obligado, sin que el usuario sea libre de solicitarlos pues se encuentran implícitos en la propia operación portuaria, por ejemplo el utilizar los rompeolas de abrigo para el resguardo al entrar en puerto

- Tarifas específicas, que son las correspondientes a servicios específicos, claramente identificables, prestados por el ente portuario, y que responden a una petición expresa del usuario, que puede prescindir de su utilización a voluntad.

Por ejemplo:

Servicios de maniobras para la transferencia de bienes o mercancías, tales como la carga, descarga, alijo, almacenaje, estiba y acarreo dentro del puerto, para enlazar las vías de comunicación marítimas con las terrestres y viceversa.

Servicios de grúas y aparejos

Servicios de remolque.

Servicios en la terminal especializada o servicio semiespecializado de contenedores.

Las tarifas por contenedor y por tonelada incluyen las maniobras secundarias, como apertura y cierre de escotillas, trincado y destrincado de los contenedores y de la carga, barredura y en general las que estén directamente vinculadas con la ejecución de las maniobras básicas.

Tarifas particulares, que son las proporcionadas por sociedades o individuos particulares siempre sometidos a la autorización y control del responsable de administrar y operar el puerto

Corresponden a servicios tales como:

Electricidad y agua potable en el puerto.

Avituallamiento (abastecimiento de viveres).

Combustibles y lubricantes a buques.

Comunicación telefónica, de telex, telefax, y electricidad a bordo en las áreas de maniobras.

Recolección de basura o desechos, fumigación y eliminación de aguas residuales.

Accesos, oficinas y vigilancia.

Transporte de tripulación desde el buque atracado hasta la ciudad y viceversa.

Derechos portuarios

- **Derecho de puerto.** Comprende la utilización de las instalaciones de protección, señales marítimas y balizamiento, canales de acceso, zona de fondeo y de maniobras.

La base de este derecho debe establecerse de manera que cubra los gastos de conservación y mantenimiento de las obras de protección, señalamiento y ayudas a la navegación, el canal de acceso y las dársenas de ciaboga y operacion. Como en general corresponde a cada país fijar el monto de los derechos, para este tipo particular de derecho, podrá decidirse si se involucra un cierto porcentaje de recuperación de la inversión hecha para construir los rompeolas y el dragado general o si, dada su magnitud se consideran otras fuentes de recuperación indirecta, lo que equivale a no tomar en cuenta estos conceptos de costo dentro de la valuación del derecho

Se calcula multiplicando el derecho base por el tonelaje de registro bruto (TRB) del barco.

- **Derecho de atraque.** Se refiere al cobro que se hace por el uso de las obras de atraque y elementos fijos de amarre y defensa

Para fijar la base del derecho se involucra el costo de recuperación de la subestructura del muelle, defensas y elementos de amarre así como el de la porción de dragado inmediato a él; se toman también los gastos de conservación y mantenimiento y se puede involucrar un cierto porcentaje para el desarrollo de nuevas instalaciones.

Su liquidación se hará de acuerdo con: la eslora máxima del barco, y el tiempo de permanencia en el muelle.

- **Derecho de muellaje** En este caso el cobro corresponde al uso de las cubiertas de los muelles y áreas de maniobras en tierra para el manejo de la carga entre las zonas de almacenamiento y al barco. Incluye también costos de vigilancia de la carga y gastos de iluminación.

Consecuentemente con ello, además de incluir en la base de cobro costos de recuperación de la infraestructura portuaria involucrada, de la conservación y mantenimiento y del porcentaje de recuperación, se consideran los consumos de energía eléctrica y los gastos fijos de personal asignados a la vigilancia de la carga durante el tiempo que permanece en estas zonas del puerto

Se liquidará tomando en cuenta el peso de la carga, y en el caso de los pasajeros, se cobra por pasajero

- **Derechos de almacenaje.** Corresponde al pago por el uso de bodegas y áreas de almacenamiento, su base de cálculo se establece con los mismos conceptos considerados en el caso precedente aplicados a las áreas correspondientes.

Se define con base en la clasificación de la carga, uso del espacio y tiempo de permanencia de la carga y lugar de almacenamiento (a cubierto o en patio).

Ya se ha dicho en un principio que el puerto es un centro colector y distribuidor en el tráfico de mercancías. Este papel primordial en el esquema general del conjunto portuario, descansa en las múltiples maniobras que de modo genérico se han denominado "Operación Portuaria". De ésta y en forma preponderante, depende el éxito del puerto. Su importancia puede medirse en la concurrencia de la carga y relacionarse la estadia de las embarcaciones.

Una organización y coordinación apropiadas de las operaciones a efectuarse, se traduce en aumentos de la eficiencia portuaria y puede, en ocasiones, hacer innecesarias las ampliaciones de las obras.

La coordinación en las distintas operaciones de transferencia de carga, cubre en síntesis, todas las fases de operación que se requieren para recibir un embarque y enviarlo a su destino. De ahí la necesidad de establecer centros de capacitación que preparen obreros especializados en forma teórico-práctica, así como al personal técnico que deba estudiar la operación del puerto (tiempo, movimientos, estadísticas de costos, etc.).

Es de tanta utilidad el análisis de los factores que se involucran en la operación portuaria, que de su estudio pueden obtenerse soluciones adecuadas en el problema de planeación y dimensionamiento de nuevas obras, sobre todo en aquellas que requieren estructuras, instalaciones o equipo especializado.

Así pues, el ingeniero de puertos deberá avocarse al estudio de la operación portuaria, que en resumen es el conjunto de maniobras necesarias para la transferencia de la carga de los transportes marítimos a los terrestres o viceversa, incluyendo el almacenaje de los productos en tránsito.

Los procedimientos utilizados para llevar a cabo las maniobras de carga y descarga de las embarcaciones han ido en continua evolución: en un principio, siendo el hombre el medio de transporte; después, utilizando equipo mecánico cada vez más especializado, hasta llegar a la situación actual, tratando siempre de aumentar la eficiencia de la operación.

Con el fin de cargar y descargar las embarcaciones en un puerto, es necesario disponer de ciertas instalaciones para dar o recibir carga, que pueden ser de tipo fijo o flotante: en el primer caso, los muelles y en el segundo, los chalanés, por medio de los cuales se efectúa el alijo de la carga.

En la operación portuaria intervendrá, por lo tanto, las embarcaciones utilizadas, que variarán según el tipo y cantidad de productos por moverse; los transportes terrestres, ferrocarriles y camiones, que deberán adaptarse al tipo y frecuencia del tráfico; las instalaciones del puerto para el movimiento de productos (atracaderos y almacenes de tránsito); el equipo utilizado para mover la carga del barco al muelle (o chalán y después al

muelle), del muelle a la bodega de tránsito, de ésta al andén y de aquí al transporte terrestre; y por último, el equipo humano necesario para cada una de las maniobras antes citadas

Por otro lado, disponiendo de los vehículos de transporte adecuados, del equipo, tanto humano como mecánico, indicado para cada caso, se podrá con la misma longitud de atraque y área de almacenaje, mover un volumen de carga superior.

Mientras no se alcance la máxima eficiencia de las instalaciones portuarias construidas, deberá tratarse de mejorar, empleando nuevos sistemas de operación, utilizando equipo más adecuado, etc.

Los sistemas utilizados en la operación portuaria, incluyendo vehículos de transporte, instalaciones portuarias, equipo mecánico y humano, variarán según el tipo de carga de que se trate siendo los principales los siguientes: carga general, combustibles y derivados (en general productos líquidos), pesca, cereales, minerales, pasajeros y turismo.

Para el buen funcionamiento es necesario controlar todas las actividades, anotando las interrupciones y demoras, analizando sus causas para eliminar las fallas en los métodos de operación que se sigan en el puerto.

Con esta información puede resumirse, por ejemplo, la actividad de un muelle con relación a los barcos que llegan a él y determinar la eficiencia en las maniobras. A fin de aumentar ésta es conveniente estimular al personal, interesarlo en su especialidad y hacerle estudiar y aplicar nuevos sistemas de trabajo que se ajusten a las cambiantes condiciones del mismo.

Como debe tenderse siempre a mecanizar todas las operaciones, es necesario hacer un estudio detallado de las mismas y de los productos por moverse, a fin de elegir los equipos adecuados.

En lo relativo a la carga y descarga de las embarcaciones para lograr la máxima eficiencia deben cumplirse los siguientes puntos

1. Reducir el tiempo de operación eliminando los retrasos
2. Procurar un manejo uniforme de la carga en las mejores condiciones de seguridad compatibles con una buena maniobrabilidad a efecto de obtener en el equipo un alto rendimiento.
3. Conocer y supervisar todas las operaciones, incluyendo documentación.
4. Coordinar las operaciones a bordo y en el muelle.
5. Mantener en condiciones óptimas de operación el equipo auxiliar.

En resumen, el fin de la operación portuana es el de concentrar y coordinar los esfuerzos para aumentar la eficiencia en las maniobras, lo que se traduce en costos más bajos, al aplicarse, tarifas reducidas que hagan atractivo a los usuarios el empleo del puerto.

En cuanto a las tarifas se refiere debe procurarse la unificación, sencillez, claridad y facilidad de comprobación y que guarden una relación justa con el servicio prestado; conviene efectuar revisiones periódicas en materia de costos, ya que cuando se descubra un aumento excesivo de cualquier operación deben estudiarse los diferentes cargos, hasta encontrar el origen de tal alza a fin de suprimirla

El problema consiste en determinar las relaciones de tiempo, espacio, energía y costo para la carga y descarga de los barcos siendo la finalidad el mejorar los mecanismos y procedimientos para disminuir los conceptos anteriores.

El sistema de maniobras de carga está definido por cinco elementos:

1. Instalaciones Equipo físico, estructuras y fuentes de energía
2. Ruta dentro del área portuaria del transporte terrestre.
3. Transporte marítimo
4. Productos que se mueven en el puerto.
5. Control del sistema: administración, trabajo y dirección.

El proceso de análisis es difícil dadas las complejas relaciones entre los integrantes del sistema la solución de un problema inmediato puede afectar indirecta o determinadamente la de otros. Por lo mismo, antes de dar soluciones prematuras, es necesario conocer las relaciones existentes entre los componentes del sistema. Con estos datos se podrán predecir los efectos que ocasione cualquier cambio que se haga en algunos de los componentes y saber que problemas específicos deberían atacarse primero.

En México la Ley de Puertos señala que la utilización de los bienes y la prestación de los servicios portuarios constituyen la operación portuaria.

Los servicios portuarios se clasifican en:

- I. Servicios a las embarcaciones para realizar sus operaciones de navegación interna, tales como el pilotaje, remolque, amarre de cabos y lanchaje;
- II. Servicios generales a las embarcaciones, tales como el avituallamiento, agua potable, combustible, comunicación, electricidad, recolección de basura o desechos y eliminación de aguas residuales, y
- III. Servicios de maniobras para la transferencia de bienes o mercancías, tales como la carga, descarga, alijo, almacenaje, estiba y acarreo dentro del puerto.

En las áreas de uso común de los puertos y en las terminales marinas e instalaciones públicas, los servicios portuarios se prestarán a todos los usuarios solicitantes de manera permanente, uniforme y regular, en condiciones equitativas en cuanto a calidad, oportunidad y precio; y por riguroso turno, el cual no podrá ser alterado sino por causas de interés público o por razones de prioridad establecidas en las reglas de operación del puerto.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con base en consideraciones técnicas, de eficiencia y seguridad, determinará en los títulos de concesión en qué casos, en las terminales e instalaciones públicas y áreas comunes, deba admitirse a todos aquellos prestadores de servicios que satisfagan los requisitos que se establezcan en los reglamentos y reglas de operación respectivos. En estos casos, los usuarios seleccionarán al prestador de servicios que convenga a sus intereses.

Cuando las terminales e instalaciones de uso particular cuenten con capacidad excedente, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con vista en el interés público, podrá disponer que los operadores de las mismas presten servicio al público conforme a condiciones que no les afecten operativa y financieramente.

La disposición estará vigente en tanto subsistan las causas que le dieron origen

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en casos excepcionales, con vista en el interés público, podrá modificar temporalmente los usos de los puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias. En tal caso, el afectado percibirá la indemnización que corresponda por el uso público de la instalación respectiva.

Los administradores portuarios, los operadores de terminales, marinas e instalaciones y las empresas de prestación de servicios portuarios podrán realizar las operaciones que les correspondan con equipo y personal propios, mediante la celebración de contratos de carácter mercantil con empresas cuyo objeto social incluya ofrecer los servicios con trabajadores bajo su subordinación y dependencia dotados de los útiles indispensables para el desempeño de sus labores; o con otros prestadores de servicios portuarios.

4.2. Administración Portuaria Integral.

Esencialmente la administración portuaria puede ser central y descentralizada. Dentro de este último tipo pueden distinguirse dos variantes en el grado de descentralización:

.. Cuando el ente o empresa administrador mantiene una cierta autonomía pero que depende, en última instancia, de un organismo controlador central que regula y coordina su funcionamiento junto con el de otros entes administradores análogos que operan en otros puertos

- Cuando el organismo administrador es autónomo, con personalidad jurídica y patrimonio propios y sólo se relaciona con el gobierno central a través de las leyes y disposiciones reglamentarias en materia de transportes, en materia fiscal o en cualquier otro punto regulatorio en el ámbito de competencia de su operación. Queda igualmente supeditado a las políticas nacionales que en materia de desarrollo de los puertos del país establezca el gobierno central.

En este caso, el organismo directamente responsable de controlar la administración de los puertos del primer grupo, puede mantener una relación de coordinación con el ente autónomo como una de las formas de regulación apuntadas.

Normalmente, aún en los países más desarrollados, se combinan ambos tipos de figuras administrativas, toda vez que la administración autónoma es una evolución de la descentralizada con organismo controlador o es aplicada a puertos cuya función en la estrategia general de desarrollo económico de una región o del país, requiere de una flexibilidad, agilidad y capacidad de decisión que no se tiene en los entes controlados por un órgano central.

En el caso de la administración central, el propio gobierno central se responsabiliza de la organización de la prestación de los servicios y de la operación general del puerto. Esta forma de administración portuaria genera un conflicto entre el papel de autoridad que tiene

por naturaleza el gobierno central y el de operador sujeto y regulado por las normas que ha establecido sobre la materia

Esta forma de administración es recomendable cuando se trata de puertos pequeños donde la posibilidad o necesidad de una organización de tipo empresarial para operarlo no se justifica y resultaría antieconómico su funcionamiento.

México es un país con una excepcional ubicación geográfica, que lo convierte en un vínculo natural entre América del Norte, Centro y Sudamérica, así como entre las cuencas del Pacífico y del Atlántico. Adicionalmente, el país forma parte de una de las mayores y más dinámicas zonas comerciales del mundo.

El país abarca una superficie de casi dos millones de kilómetros cuadrados y más de 110 mil kilómetros de litorales, en el Océano Pacífico y en el Golfo de México y Caribe.

Con una población de más de 86 millones de habitantes, la economía mexicana es, en términos de su Producto Interno Bruto, la decimotercera del mundo.

México cuenta con un gran número de instalaciones portuarias en ambos litorales. El sistema portuario en su conjunto tiene 73 puertos y su longitud total de muelles asciende a 110 kilómetros. De esta longitud total, 45% se localiza en el Océano Pacífico y 55% en el Golfo de México y el Caribe.

Más del 80% del comercio exterior total del país, y 30% de la carga movilizada por todos los modos de transporte se opera a través de 24 puertos principales y terminales especializadas de carga. La gran mayoría de los puertos están comunicados con las más importantes ciudades del país, tanto por ferrocarril como por carretera.

Nuestro sistema portuario tiene, todavía, que alcanzar los niveles de competitividad y eficiencia exigidos por la apertura comercial y por la globalización de la economía mundial.

Es así que enfrentamos grandes retos que significan cada vez más y mayores oportunidades.

Este potencial se sustenta no sólo en la excelente localización y condiciones naturales del país, sino además, en las cuatro razones que siguen:

Primera: Se están dando cambios significativos en diferentes áreas que complementan a la actividad portuaria, tales como:

- a) La desregulación del transporte carretero,
- b) La expansión y mejoramiento de la red carretera del país, como resultado de importantes inversiones realizadas por el gobierno y el sector privado,
- c) Mejoras en la capacidad de la red ferroviaria del país, a través de nuevas inversiones y de una mayor participación privada;

Segunda: En los últimos cinco años, el Gobierno Federal ha efectuado importantes inversiones en infraestructura portuaria básica que ayudarán a sustentar mayores tasas de crecimiento en los volúmenes operados en el futuro.

Tercera: La promoción y desregulación de las actividades de marina mercante, a partir de una nueva ley de navegación fue aprobada por el Congreso en el mes de diciembre de 1993.

Esta ley establece un nuevo marco jurídico, más claro y transparente, que adecua con flexibilidad al entorno internacional y ofrece la seguridad necesaria para facilitar nuestro comercio por la vía marítima.

Cuarta: y más importante: Se están ya instrumentando profundos cambios en la estructura legal y de organización de los puertos, que permitirán su sano y eficiente crecimiento.

El nuevo modelo de organización institucional del sistema portuario conlleva los siguientes cambios y políticas:

1. Se redefine el papel del Estado en la actividad portuaria. Esto es, el Gobierno dejará de participar en la administración de los puertos, así como en la operación de terminales e instalaciones y en la prestación de los servicios. En el futuro, el papel del gobierno será exclusivamente normativo y de supervisión, sin merma de su responsabilidad como rector de la actividad
2. Se descentraliza la administración de los puertos. Es decir, cada puerto tendrá su propia administración autónoma y así, el sistema portuario mexicano estará conformado por puertos financieramente autosuficientes que compitan entre sí.
3. Se promueve la participación de los sectores privado y social en todos los renglones de la actividad portuaria, incluyendo el de la propia administración de los puertos.
4. Se simplifica la normatividad con el fin de eliminar regulaciones innecesarias y redundantes y se expedirá un nuevo reglamento para facilitar y mejorar la coordinación entre las distintas autoridades que intervienen en los puertos.
5. Se eliminan las barreras de entrada, con el propósito de que todas las empresas que deseen operar terminales e instalaciones o prestar servicios portuarios, lo puedan hacer con sus propios equipos y con libertad de contratación de personal, en un ambiente altamente competitivo dentro del puerto
6. Se establece un mecanismo, la Comisión Consultiva del Puerto, para que las autoridades estatales y municipales correspondientes, así como las cámaras regionales y los usuarios, puedan participar en la promoción y desarrollo del puerto y cuidar aquellos aspectos que afecten la actividad económica y urbana o el equilibrio ecológico de la localidad en que se ubica.

Todos estos cambios y nuevas políticas se contemplan en la Ley de Puertos.

El nuevo marco jurídico proporciona seguridad al inversionista privado y establece lineamientos claros y sencillos para facilitar las relaciones entre las autoridades y los particulares. La Ley protege a los usuarios de los puertos, promoviendo un clima de competencia y libre acceso de operadores y prestadores de servicios.

Concesiones y Permisos

Para la explotación, uso y aprovechamiento de bienes del dominio público en los puertos, terminales y marinas, así como para la construcción de obras en los mismos y para la prestación de servicios portuarios, sólo se requerirá de concesión o permiso que otorgue la Secretaría de Comunicaciones y Transportes., conforme a lo siguiente:

- I. Concesiones para la administración portuaria integral.
- II. Fuera de las áreas concesionadas a una administración portuaria integral:
 - a) Concesiones sobre bienes del dominio público que, además, incluirán la construcción, operación y explotación de terminales, marinas e instalaciones portuarias, y
 - b) Permisos para prestar servicios portuarios.

Para construir y usar embarcaderos, atracaderos, botaderos y demás similares en las vías generales de comunicación por agua, fuera de puertos, terminales y marinas, se requerirá de permiso de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes., sin perjuicio de que los interesados obtengan, en su caso, la concesión de la zona federal marítimo terrestre que otorgue la Secretaría de Desarrollo Social.

Los interesados en ocupar áreas, construir y operar terminales, marinas o instalaciones y prestar servicios portuarios dentro de las áreas concesionadas a una administración portuaria integral, celebrarán contratos de cesión parcial de derechos o de

prestación de servicios, según el caso, en los términos previstos en La Ley de Puertos y demás disposiciones aplicables.

Las concesiones, a que se refiere el punto I. anterior sólo se otorgarán a sociedades mercantiles mexicanas.

Las demás concesiones, así como los permisos, se otorgarán a ciudadanos y a personas morales mexicanos.

La participación de la inversión extranjera en las actividades portuarias se regulará por lo dispuesto en la ley de la materia.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, podrá otorgar concesiones hasta por un plazo de 50 años, tomando en cuenta las características de los proyectos y los montos de inversión. Las concesiones podrán ser prorrogadas hasta por un plazo igual al señalado originalmente. Para tales efectos, el concesionario deberá presentar la solicitud correspondiente durante la última quinta parte del periodo original de su vigencia y a más tardar un año antes de su conclusión. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, fijará los requisitos que deberán cumplirse.

Las concesiones a que se refiere este capítulo se otorgarán mediante concurso público.

En el caso de que se solicite la ampliación de las superficies concesionadas de un puerto para extender las actividades portuarias a los bienes del dominio público colindantes, las Secretarías de Desarrollo Social y de Comunicaciones y Transportes, a propuesta de esta última, delimitarán y determinarán, mediante acuerdo conjunto, aquellos bienes y del dominio público de la federación que constituirán estas ampliaciones.

El titular de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, podrá adjudicar directamente las concesiones correspondientes sólo si la ampliación no es mayor del 20% de la superficie originalmente concesionada y si, con base en criterios comparativos de

costos, se aprecian evidentes ventajas de que el uso, aprovechamiento y explotación de las áreas en cuestión se lleve a cabo por el solicitante.

El título de concesión, según sea el caso, deberá contener, entre otros:

- I. Los fundamentos legales y los motivos de su otorgamiento;
- II. La descripción de los bienes, obras e instalaciones del dominio público que se concesionan, así como los compromisos de mantenimiento, productividad y aprovechamiento de los mismos;
- III. Los compromisos de dragado, ayudas a la navegación y señalamiento marítimo;
- IV. Las características de prestación de los servicios portuarios y la determinación de las áreas reservadas para servicio al público y para las funciones del capitán de puerto, de aduana y otras autoridades;
- V. Las bases de regulación tarifaria;
- VI. Los programas de construcción, expansión y modernización de la infraestructura portuana, los cuales se apegarán a las disposiciones aplicables en materia de protección ecológica;
- VII: Los derechos y obligaciones de los concesionarios;
- VIII. El periodo de vigencia;
- IX. El monto de la garantía que deberá otorgar el concesionario. En el caso de terminales y marinas, ésta se cancelará una vez que se haya concluido la construcción;

X. Las pólizas de seguros de daños a terceros en sus personas o bienes, y los que pudieren sufrir las construcciones e instalaciones.

XI. Las contraprestación que deban cubrirse al gobierno federal, y

XII. Las causas de revocación.

En los títulos de concesión para la administración portuaria integral se establecerán las bases generales a que habrá de sujetarse su organización y funcionamiento y se incluirá, como parte de los mismos, el programa maestro de desarrollo portuario correspondiente

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, podrá autorizar la cesión total de las obligaciones y derechos derivados de las concesiones, siempre que la concesión hubiere estado vigente por un lapso no menor de cinco años; que el cedente haya cumplido con todas sus obligaciones y que el cesionario reúna los mismos requisitos que se tuvieron en cuenta para el otorgamiento de la concesión respectiva.

Las cesiones parciales de derechos derivados de las concesiones para la administración portuaria integral se podrán realizar en cualquier tiempo, en los términos establecidos en la Ley de Puertos y en el título de concesión respectivo.

En ningún caso se podrán ceder, hipotecar o en manera alguna gravar o transferir la concesión o permiso, los derechos en ellos confendos, los bienes afectos a los mismos o sus dependencias y accesorios, a ningún gobierno o estado extranjero, ni admitir a éstos como socios de la empresa titular de dichas concesiones o permisos.

En las escrituras correspondientes se hará constar que, al concluir la vigencia de la concesión o en caso de revocación de la misma, los bienes reversibles pasarán a ser propiedad de la Nación.

Las concesiones terminarán por:

- I. Vencimiento del plazo establecido en el título o de la prórroga que se hubiere otorgado;
- II. Renuncia del titular;
- III. Revocación;
- IV. Rescate;
- V. Desaparición del objeto o de la finalidad de la concesión, y
- VI. Liquidación extinción o quiebra si se trata de persona moral, o muerte del concesionario, si es persona física.

La terminación de la concesión no exime al concesionario de las responsabilidades contraídas durante la vigencia de la misma con el Gobierno Federal y con terceros.

Las construcciones e instalaciones portuarias que ejecuten los particulares en bienes del dominio público se considerarán propiedad del concesionario durante la vigencia de la concesión. Al término de ésta o de su prórroga, únicamente las obras e instalaciones adheridas de manera permanente a dichos bienes, pasarán al dominio de la Nación, sin costo alguno y libres de todo gravamen.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, establecera en el título de concesión que, al término de su vigencia y de su prórroga, en su caso, el concesionario estará obligado a proceder, previamente a la entrega de los bienes y por su cuenta y costo, a la demolición y remoción de aquellas obras e instalaciones adheridas permanentemente que hubiese ejecutado y que, por sus condiciones, ya no sean de utilidad a juicio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La nueva Ley de Puertos prevé, entre otras cosas, la creación de una innovadora figura, la Administración Portuaria Integral, API, constituida legalmente como una sociedad

mercantil, que asume todas las funciones administrativas dentro de un puerto, incluyendo la planeación, la promoción y la construcción de infraestructura.

Es importante destacar que la infraestructura portuaria existente, los terrenos y áreas de agua que constituyen el recinto portuario, no se desincorporan del dominio público; sólo su uso, aprovechamiento y explotación se otorgan en concesión a la API para la administración integral del puerto.

Esta concesión podrá otorgarse, en principio, hasta por 50 años, con la posibilidad de ampliarse hasta por un periodo similar.

Administración Portuaria Integral (A.P.I.)

Existirá administración portuaria integral cuando la planeación, programación, desarrollo y demás actos relativos a los bienes y servicios de un puerto, se encomienden en su totalidad a una sociedad mercantil, mediante la concesión para el uso, aprovechamiento y explotación de los bienes y la prestación de los servicios respectivos.

Asimismo, se podrá encomendar, mediante concesión, la administración portuaria integral de un conjunto de terminales, instalaciones y puertos de influencia preponderantemente estatal, dentro de una entidad federativa, a una sociedad mercantil constituida por el Gobierno Federal o Estatal correspondiente.

La administración portuaria integral será autónoma en su gestión operativa y financiera, por lo que sus órganos de gobierno establecerán sus políticas y normas internas, sin más limitaciones que las que establezcan las disposiciones legales y administrativas aplicables.

Además de los derechos y obligaciones que se establecen para los concesionarios, corresponderá a los administradores portuarios:

- I. Planear, programar y ejecutar las acciones necesarias para la promoción, operación y desarrollo del puerto, o grupo de ellos y terminales, a fin de lograr la mayor eficiencia y competitividad.
- II. Usar, aprovechar y explotar los bienes del dominio público en los puertos o grupos de ellos y terminales, y administrar los de la zona de desarrollo portuario, en su caso;
- III. Construir, mantener y administrar la infraestructura portuaria de uso común.
- IV. Construir, operar y explotar terminales, marinas e instalaciones portuarias por sí, o a través de terceros mediante contrato de cesión parcial de derechos;
- V. Prestar servicios portuarios y conexos por sí, o a través de terceros mediante el contrato respectivo.
- VI. Opinar sobre la delimitación de las zonas y áreas del puerto;
- VII. Formular las reglas de operación del puerto, que incluirán, entre otros, los honorarios del puerto, los requisitos que deban cumplir los prestadores de servicios portuarios y, previa opinión del comité de operación, someterlas a la autorización de la Secretaría;
- VIII. Asignar las posiciones de atraque en los términos de las reglas de operación.
- IX. Operar los servicios de vigilancia, así como el control de los accesos y tránsito de personas, vehículos y bienes en el área terrestre del recinto portuario, de acuerdo con las reglas de operación del mismo y sin perjuicio de las facultades del capitán de puerto y de las autoridades competentes.
- X. Percibir, en los términos que fijen los reglamentos correspondientes y el título de concesión, ingresos por el uso de la infraestructura portuaria, por la celebración de

contratos, por los servicios que presten directamente, así como por las demás actividades comerciales que realicen, y

XI. Proporcionar la información estadística portuaria.

El administrador portuario se sujetará a un programa maestro de desarrollo portuario, el cual será parte integrante del título de concesión y deberá contener:

I. Los usos, destinos y modos de operación previstos para las diferentes zonas del puerto o grupos de ellos, así como la justificación de los mismos,

II. Las medidas y previsiones necesarias para garantizar una eficiente explotación de los espacios portuarios, su desarrollo futuro y su conexión con los sistemas generales de transporte.

El programa maestro de desarrollo portuario y las modificaciones sustanciales a éste serán elaborados por el administrador portuario y autorizados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con base en las políticas y programas para el desarrollo del sistema portuario nacional. Ésta deberá expedir la resolución correspondiente en un plazo máximo de 60 días, previas las opiniones de las secretarías de Manna en lo que afecta a las actividades militares y de Desarrollo Social en cuanto a los aspectos ecológicos y de desarrollo urbano. Estas opiniones deberán emitirse en un lapso no mayor de quince días a partir de que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, las solicite. Si transcurrido dicho plazo no se ha emitido la opinión respectiva, se entenderá como favorable. En el caso de modificaciones menores, los cambios sólo deberán registrarse en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con vistas en el interés público, podrá modificar los usos, destinos y modos de operación previstos en el programa maestro de desarrollo portuario respecto de las diferentes zonas del puerto o grupo de ellos o terminales aún no utilizadas.

Si dichas modificaciones causaren algún daño o perjuicio comprobable al concesionario, éste será indemnizado debidamente

Para los puertos y terminales que cuenten con una administración portuaria integral, el gobierno de la entidad federativa correspondiente podrá constituir una comisión consultiva, formada con representantes de los gobiernos estatal y municipales, así como de las cámaras de comercio e industria de la región, de los usuarios, del administrador portuario y de los sindicatos, así como de quienes, a propuesta del presidente, la comisión determine.

La comisión será presidida por el representante de la entidad federativa que corresponda

La comisión sesionará por lo menos una vez cada tres meses y sus resoluciones se tomarán por mayoría de votos.

Cuando el administrador portuario decida no seguir dichas recomendaciones, lo notificará dentro de un plazo de 30 días al presidente de la comisión, quien podrá informar de ello a las autoridades competentes para que resuelvan lo que corresponda.

Las APIS deberán cumplir con un programa maestro, en el que se establecerán compromisos sobre los usos de las distintas áreas del recinto portuario, sus modos de operación, planes de inversión, y otras medidas para una eficiente explotación del puerto. Cada programa maestro será parte integral del título de concesión, y podrá modificarse a iniciativa del administrador, con la autorización correspondiente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Asimismo, las APIS desempeñarán un papel básicamente administrativo, por lo que estarán habilitadas para celebrar con terceros contratos de cesión parcial de los derechos derivados de su concesión, de modo que sean estos últimos quienes realicen directamente la operación de terminales e instalaciones, así como la prestación de los servicios portuarios.

Las funciones de autoridad dentro del puerto, como las que ejerce la capitania de puerto, o las de aduanas, migracion, marina, ecologia y sanidad, permanecerán bajo el control directo del gobierno. Un nuevo reglamento establecerá los mecanismos para la coordinación entre ellas.

En cada puerto se establecerá un Comité de Operaciones que conocerá los asuntos relacionados con la coordinación entre autoridades, la administración del puerto, los operadores, los prestadores de servicios y los usuarios. La API formulará las reglas de operación del puerto, las cuales serán sometidas a la aprobación del Comité. Una vez aprobadas, estas reglas tendrán carácter de obligatorias al ser registradas ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

El Comité de Operaciones podrá emitir recomendaciones sobre distintos asuntos relacionados con el puerto, tales como:

1. Las reglas de operación y horarios del puerto;
2. El programa maestro y sus modificaciones;
3. La asignación de posiciones de atraque;
4. Precios y tarifas;
5. Quejas de los usuarios;
6. La necesaria coordinación entre todas las partes involucradas en el puerto, de forma tal que éste pueda operar de una manera eficiente.

Adicionalmente, la Ley prevé la creación de una Comisión Consultiva del Puerto, establecida a iniciativa del gobierno del estado donde éste se localice.

Esta Comisión estará conformada por representantes de los gobiernos estatal y municipal respectivos, las cámaras regionales de industria y comercio, los usuarios, los sindicatos y la propia administración del puerto.

La Comisión Consultiva podrá participar en tareas encaminadas a promover la utilización del puerto, y podrá emitir recomendaciones respecto a aquellos asuntos que afecten la actividad urbana de la población y el equilibrio ecológico del área. Para tal efecto, el administrador del puerto deberá informar a esta Comisión sobre el grado de cumplimiento del programa maestro, y de las modificaciones que pudieran hacersele, así como de los principales proyectos de inversión para el crecimiento y modernización del puerto.

Además del sector social, el sector privado, conformado por capitales nacionales o de origen extranjero, podrán participar en todas las áreas de la actividad portuaria. Las oportunidades de inversión son tan cuantiosas como diversas, e incluyen la administración del puerto, la operación de terminales, de instalaciones, así como la prestación de servicios.

La participación de la inversión extranjera en los puertos está regulada por las leyes mexicanas. Por lo que respecta a las APIS, el capital extranjero está limitado al 49%. Por otra parte, inversionistas extranjeros podrán suscribir hasta la totalidad del capital de sociedades mercantiles establecidas en México cuyo objetivo sea operar terminales e instalaciones, o proveer servicios en los puertos.

Como un primer paso, y obedeciendo a razones prácticas, el capital de las APIS será suscrito en su totalidad por el Gobierno Federal. Posteriormente, cuando se consoliden las empresas, las acciones representativas de su capital se ofrecerán en venta a los particulares mediante licitación.

Aún durante esta etapa de transición, cada una de las APIS estará habilitada para establecer políticas y tomar decisiones, de manera autónoma, en todos los aspectos concernientes a la administración del puerto.

El capital inicial que aportará el Gobierno Federal, más los ingresos que obtenga la API por los cobros que hará por concepto de entrada de buques, atraque y muellaje, así como por los contratos de cesión parcial de derechos con terceros, permitirán que el puerto opere de manera autosuficiente, cubriendo todos sus gastos de operación, mantenimiento de infraestructura y de promoción.

En el mes de noviembre de 1993, se constituyó la primera API en Puerto Madero, Chiapas, iniciando así el proceso de descentralización de nuestro sistema portuario. Desde entonces, se han constituido 17 APIS más, en los puertos de: Veracruz, Manzanillo, Lázaro Cárdenas, Tampico, Altamira, Progreso, Acapulco, Guaymas, Ensenada, Topolobampo, Coatzacoalcos, Salina Cruz, Tuxpan, Mazatlán, Puerto Vallarta, y las APIS estatales de Quintana Roo y Campeche.

Es importante mencionar que el órgano desconcentrado Puertos Mexicanos, responsable de la administración portuaria desde 1989, concluyó el 30 de septiembre de 1994, su proceso de extinción. El programa para promover la participación privada en el sistema portuario nacional así como la administración de los pequeños puertos que no cuenten con una API, quedará a cargo de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La participación privada dentro de este proceso de reestructuración y privatización portuaria inició con la licitación pública del servicio y equipo de dragado.

Tomando en cuenta las perspectivas del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica y otros convenios comerciales que México ha establecido, se ha observado también interés respecto a los puertos que cuentan con extensas reservas territoriales y en los cuales se pueden desarrollar modernos parques industriales.

Debe enfatizarse que lo que se está instrumentando hoy día en México es un profundo cambio estructural en la organización institucional de la actividad portuaria; que redefine el papel del gobierno, de los trabajadores y de los particulares. Lo que se busca es la eficiencia y la modernización del sistema portuario, que propiciará la expansión del

comercio y de la economía, brindando así más y mejores oportunidades de empleo a los mexicanos

Finalmente en la figura IV.1, se muestra el nuevo modelo de organización institucional para constituir las APIS, las figuras IV.2 , IV.3 y IV.4 muestran los organigramas de tres Puertos, en donde se puede apreciar la gran diferencia entre las estructuras de la API comercial de Veracruz, la API industrial de Lázaro Cárdenas y la API estatal de Campeche

CAPÍTULO V

CAPÍTULO 5 DESARROLLO PORTUARIO.

5.1 Los Factores que Determinan el Desarrollo Portuario.

La aparición del barco y su evolución ha traído como consecuencia el desarrollo de técnicas de construcción de puertos, de manejo de la carga, y en la cadena del transporte, la interrelación cada vez más estrecha entre los modos marítimo y los terrestres.

Los puertos surgen por la necesidad de participar en las corrientes del comercio internacional aprovechando el medio acuático para transportar personas y bienes, y en la actualidad, su establecimiento está determinado por factores tan importantes como lo son.

a) El incremento constante de la población que demanda cada vez mayores volúmenes de productos alimenticios y energéticos principalmente, y como consecuencia de ello la explotación intensiva de las fuentes existentes y la exploración de nuevas áreas susceptibles de ser explotadas

El intercambio de productos entre los países es lo que define el comercio exterior, y el volumen de mercancías y su naturaleza es lo que condiciona y fija las características de los modos de transporte en general y en particular de los buques y los puertos que los sirven, por medio de los cuales se posibilita la realización de los actos de comercio. En la medida que se han incrementado los volúmenes de bienes susceptibles de ser transportados para su comercialización, los buques han incrementado su tamaño y su número se ha multiplicado.

b) Las distancias cada vez más grandes entre las fuentes de producción y los centros de consumo, ha impuesto la necesidad de contar con buques de mayor capacidad de carga, buscando así, tener el máximo de economía; a ello se debe que la transportación se haga en forma masiva, básicamente con el fin de abatir costos.

c) La actividad industrial de los países requiere de grandes cantidades de materias primas para su transformación a insumos y bienes terminados y como el transporte

es un importante componente de los costos, es que las industrias se han trasladado a los puertos, dando así origen al concepto de Áreas de Desarrollo Industrial Marítimo y Portuario.

Dentro del aspecto del desarrollo industrial de los países esta la industria petroquímica, que es uno de los campos que más oportunidades ha brindado para el desarrollo de la Ingeniería Marítima y Portuaria, como resultado del tremendo desenvolvimiento que han tenido las técnicas en construcción de los nuevos super buques tanque. Esta industria es tal vez la que más ha influido en la transformación de algunas naciones y que más ha contribuido para que en función de ella se imponga estrategias y políticas de desarrollo económico.

El uso de los productos derivados del petróleo tiende a incrementarse, bien en forma de combustibles y lubricantes para los vehículos y máquinas, o de fibras sintéticas, plásticos, pinturas, etc., al grado que es el primer grupo de estos productos el que ha creado la demanda de buques-tanque, cada vez de mayor capacidad.

d) La simplificación de los buques ha requerido de grandes eficiencias en el manejo de las mercancías y ha propiciado el desarrollo de terminales marítimas especializadas, las cuales han crecido gracias a la existencia de cargas masivas como son los crudos y los derivados del petróleo; productos agrícolas como el trigo, maíz, sorgo y azúcar; otros, como los fertilizantes, cemento a granel y minerales como el carbón, acero, bauxita, etc.

Existen puertos que se dedican al manejo de un solo producto y sus derivados, o a una sola actividad, en estos casos, la planeación en general sólo obedece a los requerimientos que esta actividad impone; sin embargo, los puertos de propósitos múltiples deben contemplar el desarrollo de todas las actividades que puedan darse en la región en que el puerto tiene influencia, relacionadas con él mismo.

e) Por otra parte, debe considerarse que la apertura de los campos de la Ingeniería Marítima y Portuana, se ha debido a la ayuda de algunas ramas de la técnica, como son:

i) La Mecánica de Suelos, que ha contribuido a conocer mejor el subsuelo, con lo cual se ha logrado un mayor grado en la racionalización del diseño de las cimentaciones y de las estructuras en contacto con la tierra, teniéndose así economía al eliminar muchos factores inciertos del análisis estructural

ii) La Oceanografía Física y la Ingeniería de Costas, que han permitido conocer el comportamiento de las mareas, el viento y el oleaje así como tener un mejor entendimiento de lo que sucede con las estructuras marítimas bajo la acción de estos fenómenos. Los modelos a escala permiten reproducir los fenómenos naturales para, en poco tiempo, conocer los efectos que se producen en las estructuras bajo las condiciones simuladas.

iii) Nuevas técnicas de construcción han sido desarrolladas al introducirse elementos prefabricados, ahora muy usados en las obras de protección y defensa de las costas (tetrápodos, hexápodos, etc.), permitiendo disminuir la pendiente de los enrocamientos, con grandes ahorros de material y por ende del costo.

La aplicación de estas nuevas técnicas en lugares donde antes resultaba difícil o costoso construir un puerto, han abierto perspectivas insospechadas para el desarrollo portuario.

iv) Las modernas técnicas estructurales han permitido usar ampliamente elementos de concreto precolado y pretensado, usados ventajosamente cuando se requiere construir con rapidez o bajo condiciones poco propicias.

v) Los nuevos sistemas de defensa, desarrollados para proteger los muelles y los barcos al atracar, han permitido absorber gran parte de la energía que produce el barco al hacer contacto con el muelle, por grande que aquél sea.

vi) Los sistemas de protección permiten en la actualidad, tener una mayor duración de las estructuras al hacer uso de resinas en las construcciones de madera en contacto con el agua y de la protección catódica, para el caso de las estructuras de acero que se ven afectadas por los componentes químicos del mar

f) Los métodos para cargar y/o descargar las embarcaciones y transportar la carga, han tenido notables avances. En los grandes puertos el equipo especializado es ahora esencial, sobre todo en aquellos donde se manejan cargas unitizadas, graneles y crudos. Muchos puertos en el curso de su rehabilitación están siendo modernizados con equipos de gran capacidad de elevación y transporte, tales como los de succión, bandas transportadoras para el manejo de minerales y cereales, equipos neumáticos para el manejo de polvos como el cemento, etc., así como grúas de portal para la transferencia de cajas contenedoras y piezas de gran peso. Con ello, se ha procurado dar mayor flexibilidad a la actividad y la transportación de los bienes

5.2 Tendencias Actuales del Transporte en las Economías de Mercado.

En la actualidad el concepto aislado de modo de transporte, en las sociedades más industrializadas, ya no es tan válido, como lo pudiera ser para un país de poca o nula industrialización, que en general son ocupados por sociedades dedicadas a actividades primarias, mismas que pueden ser tan productivas como sea de intensa la utilización de tecnología que permita realizar las tareas en escalas que rebasen la sola necesidad de satisfacer requerimientos locales y siempre que estos productos tengan demanda en el mercado internacional.

Los países que tienen grandes centros de transformación, a veces no tan cercanos a las regiones extractoras de materias primas, para realizar el acarreo de volúmenes de escala, han ideado modos de transporte que lo permite en forma económica, eficiente y segura; han creado sistemas muy complejos que contemplan la posibilidad de emplear coordinadamente los distintos medios de transporte (terrestre, acuático y a veces aéreo), empleando en cada caso los modos y los tipos de vehículos más adecuados.

El problema del transporte masivo a través del medio acuático, de los productos susceptibles de ser industrializados ha sido resuelto con el uso de buques especializados (granaleros, mineraleros y petroleros), y el que plantea su manejo en tierra con equipos de arrastre terrestre y con instalaciones altamente mecanizadas, independientemente del grado de adelanto del país en que se encuentren ubicadas (muchas veces la explotación la efectúa el mismo país que industrializa los productos, transfiriendo tecnología). Es así que los productos transformados y reducidos en sus volúmenes, pero con alto valor agregado, plantea una nueva demanda para su desplazamiento, por la oportunidad con que las más de las veces es conveniente lleguen a su lugar de destino (los centros de consumo), requiriendo de técnicas en ocasiones complicadas, para su rápida movilización.

Luego la aplicación de las técnicas de manejo de la carga se han ido transformando desde las elementales como el prestingado y la paletización hasta el uso del contenedor y las barcazas como las más sofisticadas, con las que se pretende lograr el traslado de las mercancías desde su lugar de origen hasta su destino final con la mayor celeridad (rapidez), seguridad y eficiencia (economía en el transporte).

Alrededor de esta idea de unitarización se han desenvuelto los sistemas de manejo de cargas en los medios terrestres y acuáticos y se ha pretendido que tengan aristas de contacto que permitan realizar con celeridad la transferencia de la carga entre los medios de transporte, atendiendo los parámetros antes señalados. De estas técnicas es la del contenedor, tal vez, la que más haya influido en la cadena del transporte.

No obstante que en las técnicas de integración de las cargas se han tenido notables avances, se continúa manejando cargas sueltas (break bulk), que obliga a realizar transferencias tortuosas y costosas de las mercancías, entre los diferentes modos de transporte.

Bajo estas condiciones, el usuario se ve obligado a contratar con más de un modo de transporte para llevar su carga desde el lugar en que se origina hasta el punto final de su destino, dejando la responsabilidad a cada uno de los transportistas que intervienen en las etapas intermedias, con las consecuencias que ello trae consigo, como son la lentitud en el

manejo y la inseguridad, aspectos que se traducen en pérdidas, daños y sobrecuotas inexplicables.

La respuesta a este esquema, se ha dado con el Sistema de Transporte Multimodal que se basa en el principio de la expedición de mercancías bajo la responsabilidad de un solo transportista, desde el lugar en que se origina hasta el lugar de destino, mediando para ello un contrato único celebrado entre el usuario del servicio y un operador también único del sistema de transporte, quien asume la responsabilidad total del cumplimiento del convenio.

La diferencia fundamental entre esta forma de transportar las mercancías y la tradicional, es la existencia de un solo contrato que regula toda la operación de traslado de los bienes, de almacén a almacén (house to house)

Esta nueva forma de portear, implica la utilización de transportes modernos, con los que se pretende proporcionar un eficaz servicio, reducir las operaciones de manipulación en los puntos de transferencia y, en consecuencia, la reducción de riesgos y gastos excesivos.

Lo anterior será posible realizarlo eficazmente con un sistema de transporte y manejo de carga, que contemple aspectos técnicos de alta especialización, cuando las mercancías que haya que transferir estén integradas, como en el caso de las cargas contenerizadas.

De este modo, se facilitan las operaciones del transporte y se permite un adecuado control por parte del responsable del servicio

El tratamiento del Transporte Multimodal, se hace a partir de una definición sintética que lo reconoce como la combinación de diferentes modos de transporte y uso de elementos conexos para efectuar el traslado de un objeto entre dos puntos denominados origen y destino.

Se aprecia en esta definición que el Transporte Multimodal no es en realidad ninguna novedad. No cabe duda que el hecho de combinar los diversos medios materiales para conseguir el traslado de un objeto, es ciertamente tan antiguo como el mismo transporte, por lo que cabe indagar la razón de que esta actividad haya ocupado la atención de usuarios y profesionales del transporte en los últimos años y se manifieste en boca, el tratamiento de este concepto

Durante el Feudalismo, las economías regionales se caracterizaron entre otras cosas, por la movilidad más o menos sistemática en pequeños radios de acción y un reducido e infrecuente intercambio comercial entre puntos relativamente alejados, situación que con el establecimiento del mercantilismo como fase del capitalismo internacional, modifica esencialmente el papel del transporte en el mundo; pues es entonces cuando el transporte marítimo se constituye en el elemento sustancial de enlace entre las grandes ciudades y las colonias para desarrollar el comercio internacional y más propiamente el saqueo de las últimas por las primeras. Justamente, es a través del transporte marítimo que la transferencia de riquezas entre dos naciones tiene lugar, es pues, un asunto económico de orden comercial en el que el transporte juega el papel de medio de realización principalmente.

Las características actuales del transporte internacional encuadradas en un esquema de expansión, son las causales del surgimiento del concepto de transporte multimodal, esto es, la extensión del radio de acción de la empresa de transporte internacional que al superar el límite de los puertos y fronteras, se entrelaza con la explotación del transporte interior para obtener mayores ganancias, en su participación como ente activo en el juego de las exportaciones e importaciones de mercancías y que lo hace adquirir la categoría de Empresa Transnacional, es el elemento relevante para atender al transporte a través del concepto multimodal.

Naturalmente, los efectos del operador de transporte multimodal nacido del llamado primer mundo, lleva consigo efectos en los puntos que toca; cambios tecnológicos y modificación de sistemas entre los más evidentes y, por supuesto, otros subyacentes que

se traducen casi siempre en descapitalización nacional e incorporación a los intereses extranacionales, generando una acentuación en la dependencia.

El establecimiento del transporte de mercancías unitarizadas a través de múltiples formas, obedece por una parte, a las necesidades de eficiencia operativa y económica del mundo desarrollado pero también, es una necesidad de las naciones menos favorecidas y posiblemente, el acento debiera ponerse en estas últimas, donde el incremento de la productividad es inaplazable.

5.3 Desarrollo de las Terminales Marítimas.

El incremento constante de la población ha requerido y requiere de volúmenes de mercancías cada vez más grandes, lo que aunado al impetuoso desarrollo tecnológico de algunas naciones ocurrido durante la primera mitad de esta centuria, propició la aparición de nuevas técnicas en el transporte de mercancías, fundamentalmente de aquellas susceptibles de ser comercializadas en el ámbito internacional.

La división de mercancías por sus características, (carga general, graneles, fluidos y perecederos), en volúmenes de escala, es lo que ha permitido manejarlas en instalaciones altamente especializadas, para lo cual los países con más recursos han creado técnicas para su eficiente manejo.

En la actualidad, ha sido el modo de empacar las mercancías lo que ha determinado un profundo cambio en su manejo a través de los modos de transporte y ha coadyuvado a revolucionar el tamaño de las embarcaciones, que han tenido que incrementar el tamaño de sus escotillas, aspecto que ha permitido alcanzar altos índices de productividad en el manejo de las mercancías.

Es en el campo de la carga general donde se ha cambiado gradualmente la forma de integrar los paquetes en unidades cada vez más grandes y pesadas, pasando gradualmente del preslingado a la paletización y de aquí a la contenerización. De este

modo los buques de carga general han ido evolucionando hasta convertirse en los modernos buques celulares portacontenedores, que han impuesto cambios sustanciales a los puertos en el aspecto superestructural

Es evidente que los avances en el campo de la integración de las cargas obedece a esquemas de desarrollo industrial de los países más adelantados, que han buscado en los nuevos conceptos de embalaje y del manejo de la carga, la economía y rapidez que es necesaria en la comercialización de los bienes producidos

Ahora bien, si ha de hacerse referencia a las materias primas que son manejadas a granel, en las que el costo de su transporte incide en gran medida en el costo último unitario del producto y que las mas de las veces las fuentes de producción están lejos de los centros de transformación y de consumo, es que los barcos han debido tener un crecimiento impresionante más aquéllos que cargan materias primas sin valor agregado alguno, con lo cual se ha logrado reducir los costos de la transportación en forma notable

Como consecuencia de lo anterior, las terminales portuarias han tenido que ser adecuadas a los nuevos requerimientos con instalaciones especializadas de muy alta eficiencia, en forma tal que las mercancías y las materias primas deben ser cargadas y descargadas en el mínimo tiempo posible.

Es evidente que a mayor facilidad en el manejo de los productos, se tiene mayor productividad y que esta se alcanza con los fluidos y graneles, mas que con la carga general. Sin embargo, en este campo se han tenido logros notables al introducirse en la segunda mitad de la década de los sesentas nuevas tecnologías que han permitido elevar notablemente la productividad de los puertos, al desarrollarse equipos con características totalmente diferentes a los tradicionales.

El concepto de puerto ha tenido profundos cambios, mismos que se han dado con la transformación que ha sufrido la cadena del transporte, en la que las terminales marítimas se han constituido en eslabones y que cuando el transporte se da intermodalmente, adquieren importancia relevante, desarrollándose alrededor de esta idea la unitarización de

la carga, en favor de los ahorros sustanciales por los conceptos de manipulación y estadia de los modos de transporte en las terminales maritimas, en particular de los buques al permitirse la transferencia de las mercancías en tiempos considerablemente más cortos al no tenerse que manejar fraccionadamente.

Es obvio que el puerto será eficiente, en la medida que logre transferir la carga de un modo de transporte a otro en el minimo tiempo posible, de ahí la importancia que tiene el que se cuente con adecuados modos de transporte terrestres, buen equipamiento y personal bien entrenado. Las ligas del puerto con los medios de transporte tienen una decisiva importancia, ya que es así como el puerto pierde su carácter de terminal concentradora para convertirse en frontera de transferencia, efecto que es más notable en los países más desarrollados, esto como resultado de las técnicas que se han aplicado al unitarizar la carga en unidades de mayor tamaño para obtener sustanciales ahorros por los conceptos de manipulación y transportación. Así, las técnicas de manejo de carga contenerizada son las que más han afectado el antiguo carácter de los puertos y a toda la cadena del transporte.

En el esquema tradicional de manejo de carga, ésta se genera en los centros de producción, (unidades de poco peso y volumen), luego es transportada al puerto, almacenada y finalmente embarcada. Los puertos tienen un comportamiento de concentradores, así como de distribuidores, esquema que también es válido en el sentido inverso en los puertos de destino de las mercancías.

En la actualidad, las áreas de almacenamiento han debido ser ampliadas, sustituyendo a las bodegas tradicionales en virtud de que la carga al consolidarse en los contenedores, en el lugar mismo en que se produce, y transportarse hasta el puerto y depositarse en éste debidamente protegida, requiere de amplios espacios, así como de equipo especializado, con el cual es posible manejar estas cajas voluminosas y de gran peso.

La diferencia fundamental entre el esquema tradicional de manejo de la carga y la opción que ofrece la contenerización, estriba en que con las terminales tradicionales se dan

una serie de actividades que en las terminales de contenedores son trasladadas a otras áreas. Partiendo del hecho de que si en lugares distintos al puerto las mercancías han de producirse y luego consumirse, debe ser en estos puntos de origen y destino final donde las cargas deben ser consolidadas y desconsolidadas, para no afectar las líneas de producción efectivas del transporte y en especial del mismo puerto, con lo cual se le quita el carácter de terminal consolidadora y desconsolidadora de carga, que en el mejor de los casos se le considera una función secundaria.

En otro campo, los barcos portabarcasas que, para efectuar sus maniobras sólo requieren de aguas protegidas, han revolucionado la transportación al posibilitar que las mercancías sean trasladadas hasta lugares muy cercanos de su destino final, aprovechando canales y ríos de poca profundidad. Esta técnica ha tenido gran éxito en los países que cuentan con extensos sistemas fluviales, a veces como único acceso desde los océanos, eliminando la construcción de costosas instalaciones portuarias para buques de gran porte, y otras que forman parte del esquema tradicional de los puertos.

Ante este panorama general que se ha presentado, algunos países en vías de desarrollo para satisfacer sus necesidades, se han adaptado a estas tendencias de la unitarización procurando no afectar aspectos tan importantes como lo son el desplazamiento de la mano de obra portuaria y la adquisición de costosos equipos, buscando con ello no empeñar, sus cada vez más comprometidas economías.

Las cuestiones planteadas anteriormente mueven a concluir con las siguientes reflexiones:

Las técnicas desarrolladas para el manejo de carga unitarizada ha abierto una gran brecha en los puertos de los países del mundo, ya que en un extremo de la escala se encuentra la terminal marítima especializada para el manejo de contenedores y en el otro, los puertos que además de ser pequeños, no cuentan con los recursos para equiparse adecuadamente y que en alguna medida participan de estas nuevas corrientes, con volúmenes de carga que los colocan en el rango de terminales alimentadoras de los primeros.

Por lo que hace a los puertos de los países en vías de industrialización, se colocan en el rango de las terminales de propósitos múltiples, toda vez que manejan una amplia gama de mercancías en volúmenes de poco monto, pero si las instalaciones de sus puertos responden al manejo de importantes volúmenes de un solo tipo de carga, esta circunstancia las colocará en el rango de las terminales marítimas especializadas.

Las terminales que mueven materias primas como lo son minerales y fluidos, generalmente son de muy alta productividad y permiten efectuar una transferencia rápida de los productos que por ella manejan, sin importar el nivel tecnológico del país en que se ubique la terminal.

A continuación se presenta un panorama general de las terminales marítimas más usadas en la actualidad.

Terminales para el Manejo de Carga General.

La unitarización de la carga ha venido a resolver algunos problemas en su manejo, y es un concepto que se refiere a la integración que de pequeñas unidades se hace para lograr unidades estandarizadas de dimensiones y pesos mayores, susceptibles de ser manejados con el equipo convencional de los puertos, en condiciones más ventajosas, por el ahorro que se logra tener en los gastos de manipulación y transporte, al acelerar las operaciones.

Los métodos más usuales y comunes de unitarización son: preslingado y paletización, como las más simples, contenerización y en barcazas, como las más complicadas. No debe perderse de vista que los dos últimos conceptos han sido los pivotes alrededor de los cuales ha girado el desarrollo de técnicas altamente especializadas que han revolucionado a las embarcaciones y los puertos.

El preslingado fue el primer intento por unitarizar la carga y consistió en agrupar varios sacos, costales, bolsas, tambores, tiras de madera, etc.; con ello, se trató de manejar

cargas integradas, que de este modo fuera posible enganchar directamente con las grúas del barco.

A este intento de incrementar los volúmenes manejados, siguió la paletización, técnica que consiste en integrar en una tanca varias unidades individuales. El incremento de los pesos obligó a introducir en las operaciones portuarias nuevos equipos con más capacidad para el manejo de la carga, que los hasta entonces empleados.

El "pallet", es un término inglés que se ha aceptado en la lengua castellana como palet y define a una tanca que puede ser de madera, carton comprimido o lámina de acero.

El palet de madera consta de dos plataformas separadas por travesaños, de unos quince centímetros de altura, de modo que entre ambas, es posible introducir las horquillas del montacarga, para su manejo.

El palet permite el acomodo de la carga integrando unidades de tamaño y peso uniforme, con lo cual es posible estibarla para una altura tal, que será la que permita la misma carga para aceptar otra arriba, o la capacidad del equipo para remontarla en la estiba.

En las terminales de manejo de carga no especializada, las cargas se presentan sin consolidar (break bulk), preslingadas y paletizadas cuando más y pocas veces contenerizadas, empleando para su manejo vertical el equipo propio del barco que generalmente es muy elemental y el propio del puerto que consiste en plataformas, tractores, montacargas, cucharones de almeja y tolvas para los graneles, grúas móviles de poca capacidad, etc., para el arrastre de la carga desde el costado del buque hasta las áreas de almacenamiento y viceversa.

Terminales Especializadas para el Manejo de la Carga.

Una terminal especializada para el manejo de carga, es parte del sistema intermodal de manejo de carga y es tal vez, en la cadena del transporte, la parte más importante; de ahí la conveniencia de analizar continuamente sus principios, de manera que al conocerlos se vayan adaptando a las nuevas circunstancias

Pese a que la paletización resolvió algunos problemas de unitarización y consolidación de la carga, la tendencia ha sido manejar unidades integradas de mayor peso con el mínimo de maniobras, procurando que la estadía del buque en el puerto llegue a ser mínima. La forma como se ha logrado este propósito, ha sido mediante el uso de contenedores (containers)

Se dice que con el uso de los contenedores en el transporte de mercancías, se ha llegado a la forma más refinada de unitarización de las cargas, al resolver problemas graves como lo es el manejo lento y por ende costoso, que se tiene con los sistemas tradicionales, la participación de numerosos trabajadores a veces con poca capacitación y fundamentalmente el logro de la concordancia de los modos de transporte, eliminando los inconvenientes de la transportación convencional de la carga general. De este modo el contenedor es movido dentro de un sistema en el que cada una de sus partes está especialmente adaptada o diseñada para efectuar su manejo y transporte, sin que el contenido tenga que ser manipulado y removido de su empaque hasta que es recibido por el dueño de la carga.

Es un sistema que se inició en las naciones más industrializadas y más altamente desarrolladas, quienes realizan el intercambio de mercancías en flujos más o menos balanceados en ambas direcciones, para garantizar el aprovechamiento óptimo del sistema, el cual exige la existencia de transportes terrestres bien integrados para efectuar el acarreo de las cargas; es por ello que se dice que la economía del sistema de contenedores no se decide en el mar, sino en tierra.

De este modo, una terminal de contenedores se construye y se opera de modo tal que los buques no deben esperar para atracarse y una vez atracados deben realizar sus operaciones continuamente las 24 horas del día.

El contenedor es una caja que en su interior permite el acomodo de carga para su transporte, y debe ser lo suficientemente resistente para que pueda ser usado en forma repetida, tiene aditamentos que permiten que la unidad pueda transportarse de manera expedita, empleando para ello equipo especializado y su diseño es tal, que facilita su transferencia con rapidez y a bajo costo.

Para que el contenedor pueda ser manejado expeditamente, se le ha dotado de los dispositivos que permiten su transferencia desde un modo de transporte a otro, en forma relativamente rápida, empleando equipo de características uniformes.

Los contenedores tienen peculiaridades como son la impermeabilidad, de modo tal que la protección de las mercancías es máxima los daños o pérdidas por este concepto mínimas y otras, como la rigidez, lo cual no tiene relación con el hecho de que puedan ser desarmables o plegables.

Los contenedores más comunes son los de 20' y 40' de longitud, los primeros con un peso bruto de unas 20 toneladas y los segundos unas 30 toneladas aproximadamente.

La Sea Land emplea contenedores de 35' de longitud por 8' de ancho y 8'6" de alto, un peso bruto de 30 toneladas y un volumen de 56 m³.

La Matson, también maneja contenedores de dimensiones especiales: 24' de longitud, 8' de ancho y 8'6" de altura, 20 toneladas de peso bruto y capacidad de 38 m³.

Cuando la carga que se origina en un lugar permite llenar uno o más contenedores, el transporte de bodega a bodega se realiza con grandes ventajas, ya que los transportes terrestres implicados en las terminales de contenedores los acarrearán hasta la puerta misma del usuario. Sin embargo, cuando el volumen de carga no es suficiente para llenar

una unidad, los lotes de carga proveniente de distintos usuarios deben ser concentrados en las bodegas de consolidación de las terminales, para que ahí sean integradas las que tengan un mismo destino. En el sentido inverso, las bodegas de consolidación juegan un papel de bodegas desconsolidadoras para las mercancías de puerto a puerto, teniéndose como resultado que el sistema ya no resulte tan ventajoso.

Hay diversos tipos de contenedores y es posible clasificarlos de las más variadas formas

A) Los contenedores son plegables y no plegables

El contenedor no plegable tiene un armado tal que sus elementos son fijos.

El contenedor plegable, tiene la característica de contar con paredes que pueden ser abatidas con relativa facilidad.

B) Por el material de que están hechos. Los contenedores se fabrican de: a) Acero, b) Aluminio y c) Fibra de vidrio y madera. Cada material tiene sus méritos así como también desventajas en su uso y su elección depende principalmente de la forma en que el contenedor va a ser usado.

C) Los contenedores se clasifican por su uso en:

- a) Contenedores para carga seca
- b) Contenedores con unidad de refrigeración (reefers).
- c) Contenedores con tapa removible (open top).
- d) Contenedores planos.
- e) Contenedores graneleros.

- f) Contenedores de redilas.
- g) Contenedor tanque.
- h) Existen otros tipos de contenedores, como las bolsas de hule, que son colocadas y transportadas sobre la plataforma del trailer para el acarreo de fluidos.
- i) Otros son los llamados contenedores palets y son plegables.

Estos contenedores palets, están diseñados de tal modo que al integrarse pueden a su vez ser introducidos en contenedores de mayor tamaño,

Terminales Especializadas para el Manejo de Productos Granulares.

Es evidente que en el mercado internacional, el costo de los productos granulares es bajo, toda vez que no llevan valor agregado alguno, de ahí que tenga importancia la minimización de los costos, tanto de su transporte, como de su manejo en la terminal.

Los constantes incrementos de los volúmenes movidos de materias primas e insumos a granel, en rutas a veces muy largas, ha permitido el crecimiento de los buques graneleros, que han impuesto algunas condiciones, a su vez, al tamaño de las terminales y por ende a las características del equipo que permitirá la transferencia de los productos.

El transporte de graneles presenta dos aspectos:

- a) El transporte de volúmenes sin reducir (materias primas).
- b) El transporte de volúmenes reducidos (productos semielaborados, insumos para otras industrias)

Las terminales para el manejo de productos granulares, casi siempre de materias primas, con poco o nulo valor agregado, deben tener capacidad para recibir buques de gran porte y permitir transbordos y transferencias con economía y alta eficiencia, que las haga terminales de alta productividad.

Una terminal para el manejo de productos granulares, puede ubicarse en aguas calmadas, en las áreas del puerto más protegidas del oleaje y se busca que su localización no interfiera con las otras actividades del recinto portuario, y cuando por los volúmenes de carga a mover el tamaño de los buques y las condiciones físicas del lugar no lo permitan, se buscará una solución en mar abierto construyendo isletas o simplemente atracaderos, con base en duques de alba.

Es usual que una terminal de productos granulares este asociada a una planta industrial, como es el caso de las siderúrgicas que requieren de carbón y mineral de hierro, o las plantas de fertilizantes que requieren de roca fosfórica, lo mismo si se trata de productos agrícolas, que pudieran estar asociados a molinos de harina y otras procesadoras.

Terminales para Buques Petroleros.

La tendencia actual de construir buques transportadores de crudo y derivados del petróleo procedentes de los países productores del Medio Oriente y Latinoamérica hacia los Estados Unidos de Norteamérica, Europa Occidental y El Lejano Oriente (Japón), ha motivado la construcción de terminales marítimas, para buques de características muy especiales que, por sus dimensiones en forma muy particular y su calado, harían incosteable la construcción de puertos como los tradicionales, por el costo tan elevado de las obras de infraestructura (dragados, atracaderos y la habilitación de las áreas adyacentes de la terminal).

Para el atraque de buques tanque de porte medio que si puedan entrar a los puertos, es que se construyen las terminales que se localizan en aguas protegidas de los puertos

convencionales que permiten el arribo de buques que no calan más de 18m y que transportan crudos o derivados del petróleo para alimentar las áreas de influencia de los puertos y ocasionalmente crudos para refinerías que quedaron en antiguas zonas de producción, ahora agotadas o notablemente disminuidas, o para, a través de ellos, establecer el comercio con los países que por su cercanía hacen costeaable el transporte en buques de este porte.

La ventaja de estas instalaciones es que estando protegidas de las condiciones meteorológicas podrán tener un aprovechamiento más extenso y continuo.

Las terminales en mar abierto están orientadas al envío o recepción de crudos desde los países productores hacia los países consumidores. Estas terminales reciben los crudos directamente desde los campos petroleros a través de oleoductos que lo transportan hasta almacenarlo en grandes tanques desde donde será bombeado a los buques tanque que lo transportarán a su destino. Surgen como una respuesta a la operación de los buques de más de 250 mil TBR, que en áreas protegidas no la pueden realizar. Esto en virtud de que los puertos no pueden ser sometidos a cambios continuos en sus dimensiones bien por incosteabilidad o porque físicamente no sea posible, o bien porque su construcción sea tan tardada que cuando entran en operación ya ha pasado bastante tiempo de que fue planteada.

Terminales Pesqueras.

Un puerto pesquero es un conjunto de plantas pesqueras cada una con sus instalaciones propias para la descarga, transporte y procesamiento de las especies para su distribución y comercialización, apoyada en la participación eficiente del transporte terrestre para hacer llegar al consumidor los productos elaborados o preparados.

Las instalaciones que componen una terminal de pesca, deben complementarse con astilleros y diques para la construcción y mantenimiento de las embarcaciones.

La tendencia actual de las embarcaciones pesqueras es que se construyan de mayor capacidad, de ahí la necesidad de contar con plantas industriales de mayor tamaño

A grandes pasos se describe la actividad pesquera del siguiente modo:

- a) Navegación y localización de bancos.
- b) Captura.
- c) Regreso a las instalaciones y descarga.
- d) Refugio y avituallamiento para cumplir con un ciclo más.
- e) Cuando una embarcación sufre desperfectos se repara en la terminal, en los talleres de mantenimiento.

Los puertos pesqueros tienen características tales como son:

- Permitir el acceso de las embarcaciones al puerto, bajo cualquier condición de marea;
- Localización adecuada respecto a los mercados y
- Adecuada comunicación por medio de expeditas vías terrestres y aéreas.

Las plantas procesadoras, congeladoras, hieleras, etc., que se establezcan en la zona de la terminal de pesca se construirán de acuerdo con una planeación de desarrollo integral del puerto pesquero. Las actividades de construcción y reparación navales tendrán también su área de trabajo; la de actividades de procesamiento de harina de pescado y otras bien definidas, en la zona donde menos molestias se causen, por los gases que despiden; para ello se tomará en cuenta la dirección de los vientos de modo que sean mínimas a la población y al resto de las industrias.

En algunos países, a la terminal pesquera se le asocia un mercado para ventas al menudeo, cuyo dimensionamiento y características caen en mucho, en el campo de la arquitectura

El estudio detallado de una terminal pesquera para determinar sus características y dimensiones, debe hacerse con base en las terminales ya establecidas y que se sabe funcionan adecuadamente, para tomar de éstas lo positivo.

CONCLUSIONES

- Modificar y ampliar la imagen de los puertos, creando un esquema en el cual, además de la función que históricamente han desempeñado (considerados sólo como elementos de apoyo a la actividad comercial), se les contemple como una industria administrada y operada de manera independiente y autosuficiente
- Considerar al puerto como un sistema de transporte diseñado para desarrollar y fortalecer la infraestructura de las comunidades costeras regionales, como enlace entre el transporte marítimo y terrestre como base de actividades industriales y como un sitio para desarrollos urbanos.
- No es conveniente descuidar un sistema portuario, por ser la puerta a través de la cual se permite la comercialización de los excedentes de un país, siempre que estos tengan demanda en los mercados internacionales por su calidad y precio. Estos factores pueden verse afectados por el mal manejo y transporte de la carga, debido a la falta de instalaciones y equipamiento adecuados, llegando de esta manera a detener el comercio exterior de un país.
- Los gobiernos de los países en vías de desarrollo, deben hacer inversiones de infraestructura y equipamiento así como la capacitación del obrero, para tener altas eficiencias en el manejo de la carga y disminuir tanto como sea posible el costo por estadía del buque.
- Contar con una mayor amplitud y profundidad en las áreas de navegación, muelles que permitan el acomodo de los barcos en una línea continua, áreas más extensas para almacenamiento, maniobras y accesos que permitan la movilización de la carga con la velocidad requerida, todo esto debido al incremento en los volúmenes de mercancías y sus características así como por el aumento en el tamaño de los buques y su especialización.

- Para lograr la operación óptima del puerto, debe contarse con un adecuado Plan Director, el cual puede obtenerse siguiendo cinco etapas, estas son

1a. etapa. Se establecen los objetivos que pretenden alcanzarse con el proyecto y la forma de medir y evaluar el grado de cumplimiento de cada uno de ellos

2a. etapa. El sistema deberá descomponerse en un conjunto de subsistemas. Para cada uno de ellos habrá que definir diversas alternativas con las cuales se integrarán las alternativas de solución para el sistema

3a. etapa. Con base en los criterios técnicos, económicos, sociales y políticas establecidas en la primera fase, se evalúan y seleccionan las mejores opciones

4a. etapa. Cada una de las alternativas seleccionadas se analiza con mayor detalle con datos y estudios más precisos y específicos y se someten a un nuevo proceso evaluatorio que permita verificar el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos

5a. etapa. Como resultado de la evaluación anterior, se selecciona la mejor alternativa a partir de la cual se producirá en forma detallada el Plan Director del puerto.

- Continuar con la implantación de las APIS logrando desenvolverse en su totalidad a nivel local, reservando solo para el nivel central la definición de las grandes políticas nacionales y la compatibilización con otros planes regionales de desarrollo de sistemas portuarios. Esto implica el fortalecimiento de las estructuras locales para llevar a cabo las labores de planeación, programación, ejecución y seguimiento requeridas.
- Es importante fomentar la participación del Ingeniero Civil en las fases de planeación, operación y desarrollo de un puerto, específicamente en la ingeniería del proyecto, como es la clasificación, determinación, diseño y construcción de infraestructura portuaria.
- En el desarrollo de un puerto toda su infraestructura tiene una vida útil, si es demasiado larga la instalación se vuelve obsoleta y es casi seguro que habrá necesidad de

reemplazar parte de la estructura y/o darle un mantenimiento intenso. Por lo tanto es importante contar con programas de conservación y mantenimiento.

- Los Puertos en nuestro país deben continuar con su modernización, para lo cual es indispensable continuar con los siguientes lineamientos
 - Una nueva Política Portuaria, que permita al país alcanzar niveles de eficiencia a la altura de los grandes puertos mundiales, logrando así captar mayores volúmenes de carga en nuestros puertos, esto da como resultado que la economía nacional mejore y sirva al desarrollo de la nación. Esta nueva política debe ser más competitiva y dejar atrás los vicios que toda Secretaría de Estado padece.
 - Descentralización, tratar que todo puerto sea autónomo y autosuficiente, dejando al Estado las grandes decisiones que pudieran cambiar el Sistema Portuario y la forma de administrarse y operar, buscando la participación privada ya sea nacional o extranjera.
 - Privatización, al verse a los puertos como un negocio atractivo y con grandes oportunidades de inversión, es posible captar los enormes capitales que permitirían una eficiente explotación del puerto, de esta forma se podría lograr lo expuesto anteriormente.
- Actualmente con la puesta en marcha de las APIS se ha podido ver que ideas nuevas e innovadoras rompen el esquema clásico de operación de los puertos, permitiendo el desarrollo de aquellos que han podido constituir este nuevo modelo de administración, la incorporación del sector privado y social ha demostrado ser una excelente vía para alcanzar todos los propósitos que persiguen las nuevas políticas portuarias. El éxito de esta administración se debe a la inversión privada que participa casi de igual forma que el Estado, debido en parte a los pocos recursos que este asigna al sistema, olvidando que es el mejor modo de transporte a gran escala, a pesar de ser una empresa privada los bienes del dominio público seguirán siendo accesibles a toda la población, todos los prestadores de este servicio han cambiado la forma de atención a toda persona que requiera información como estadísticas, Planes Maestros, organigramas, tarifas, servicios que presta el puerto,

asesoramiento técnico, etc., esto se logra por la entrada de nuevo personal con vocación de servicio, que se ajusta a las políticas de las empresas o personas que dirigen las APIS. Lo anterior conviene a gente que se ha dado a la tarea de investigar aspectos que conforman los puertos, mayormente aquellos que preparan un trabajo formal.

- Dentro de las gerencias que contiene toda API se encuentra la de Ingeniería, siendo de vital importancia para la construcción de nuevas instalaciones, mantenimiento de las mismas y creación de proyectos, permitiendo al puerto continuar con su desarrollo, esto da excelentes oportunidades de trabajo y el poder iniciar la vida profesional que actualmente con la situación del país debida al mal manejo del Sistema de Gobierno, se dificulta enormemente para los recién egresados de las distintas áreas de la ingeniería. Permitirá por las facilidades que estas empresas otorgan la capacitación y adquisición de conocimientos y tecnologías de punta, aplicadas actualmente en los puertos más importantes mundialmente hablando

- Los resultados que arrojen estas nuevas políticas administrativas, solo se podrán analizar de manera objetiva a largo plazo, el hacerlo a corto y mediano plazo sería caer en un análisis precipitado y por consecuencia tomar decisiones erróneas que llevarían al retroceso del desarrollo portuario que con tanta dificultad se ha logrado a la fecha, es decir regresar a los vicios anteriores.

- Se debe tratar de dar confianza a los usuarios de las buenas intenciones que persiguen estas administraciones con sus políticas, aceptando que todo cambio es bueno siempre y cuando se maneje adecuadamente, se lograra si se evita el caer en todas las irregularidades que padecieron los puertos anteriormente.

- Finalmente, se puede pensar que no es necesario el tener tantos puertos por el simple hecho de que un país cuente con grandes extensiones de litorales si se encuentran con un grado de deterioro inaceptable, es mejor centrar los esfuerzos en aquellos puertos que prometan (previo estudio de factibilidad económica) una gran rentabilidad. En México esto se ha dado por el mal manejo del Sistema de Gobierno y debe pensarse que para salir

del estancamiento en el que se encuentra el Sistema Portuario, debe votarse por seguir implantando estas medidas y así cambiar la forma de pensar de futuras generaciones

ANEXOS



FIG III-1

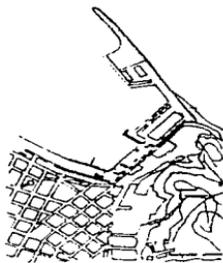


FIG III-2

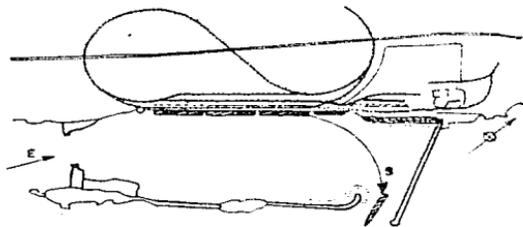


FIG III-3

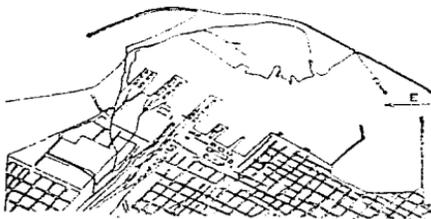


FIG III-4

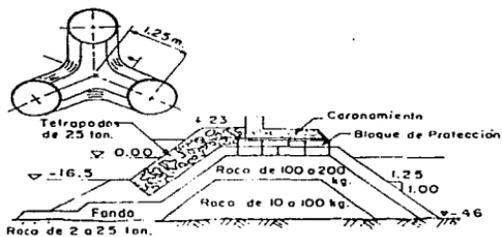


FIG III-5

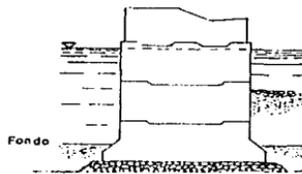


FIG III-6

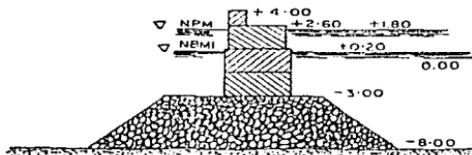


FIG III-7

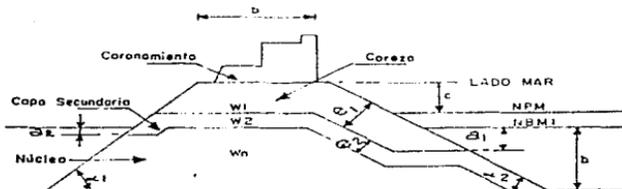


FIG III-8

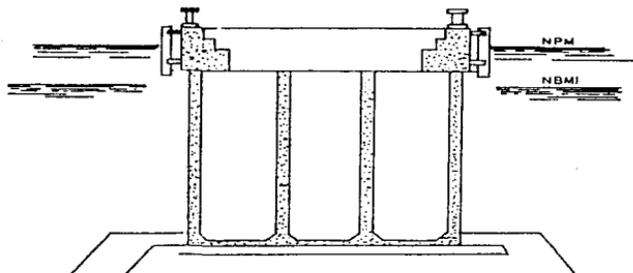


FIG III- 9

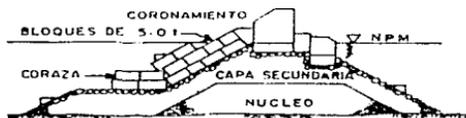


FIG III- 10

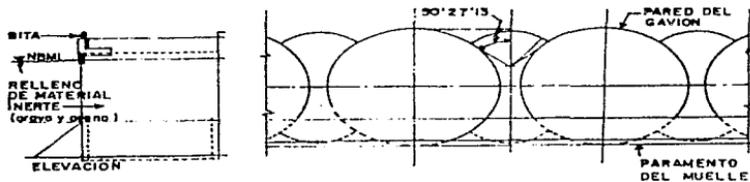


FIG III- 11



FIG III-12

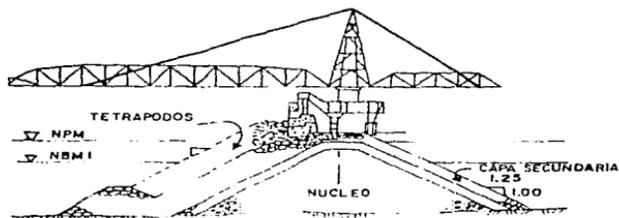


FIG III-13

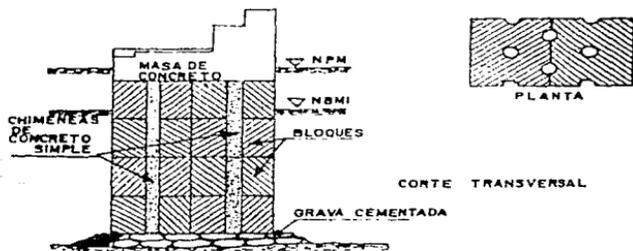


FIG III-14

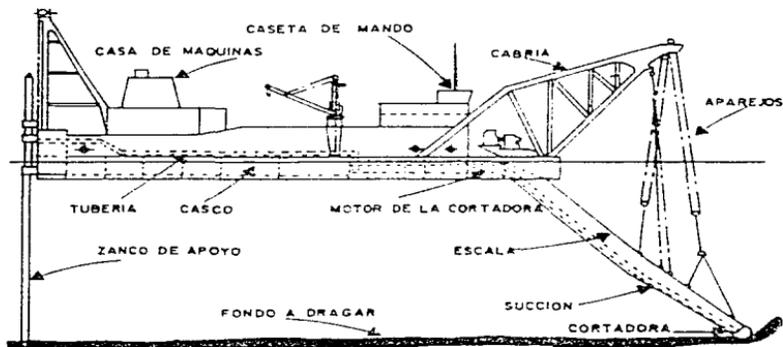


FIG III-15

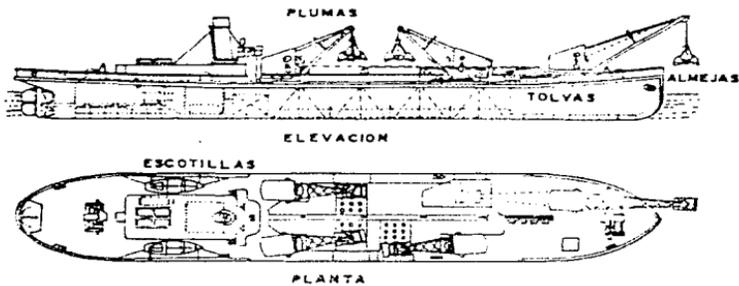
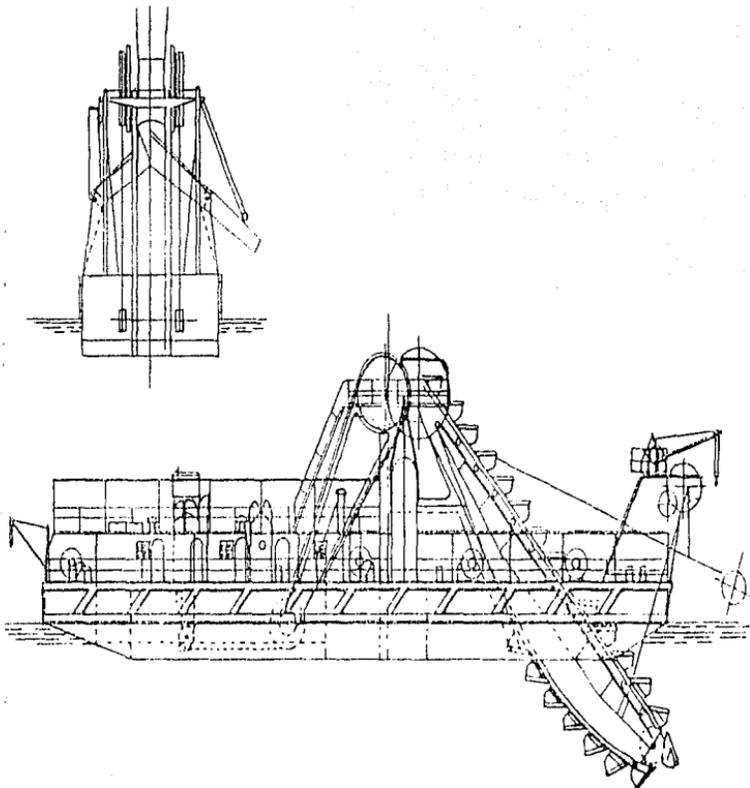


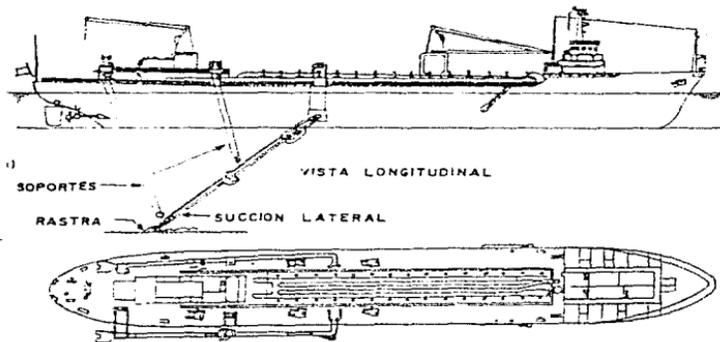
FIG III-16

FIG III-17



CARACTERISTICAS

ESLORA	1140 m.
MANGA	196 m.
CALADO	105 m.
PESO MUERTO	11,000 TBR
PROFUNDIDAD MAXIMA DE DRAGADO	- 300 m.
CAPACIDAD DE DRAGADO EN ARENA	6,000 m ³ /hora
POTENCIA EN LA MAQUINA	5,000 HP(2 maquinas)
VELOCIDAD DE VIENTO BAJO LA CUAL PUEDE OPERAR	14 nudos o menos



PLANTA
FIG III-18



FIG III-19

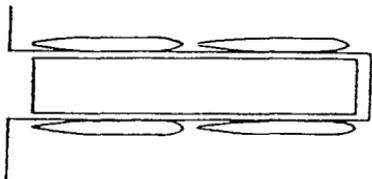


FIG III-20

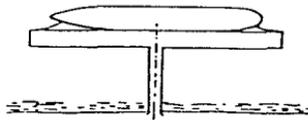


FIG III-21

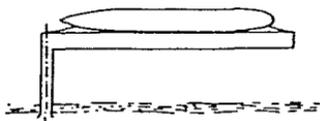


FIG III-22

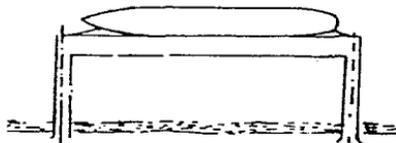


FIG III-23

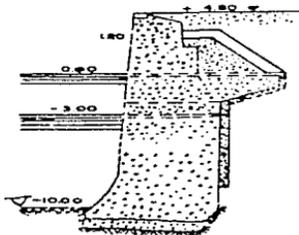


FIG III-24

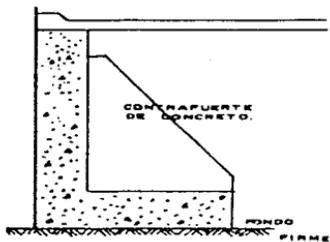


FIG III-25

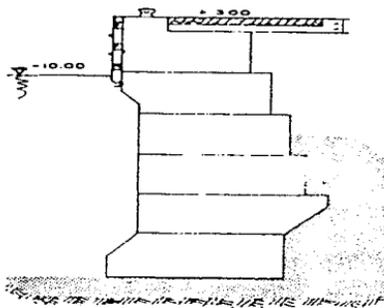


FIG III-26

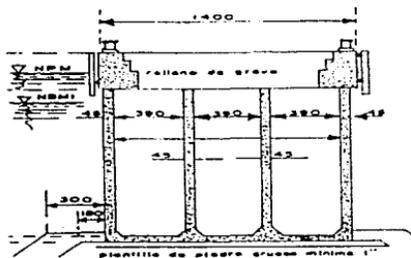


FIG III-27

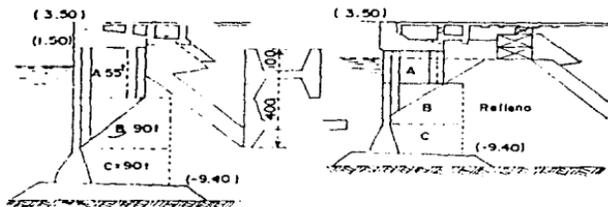


FIG III- 28

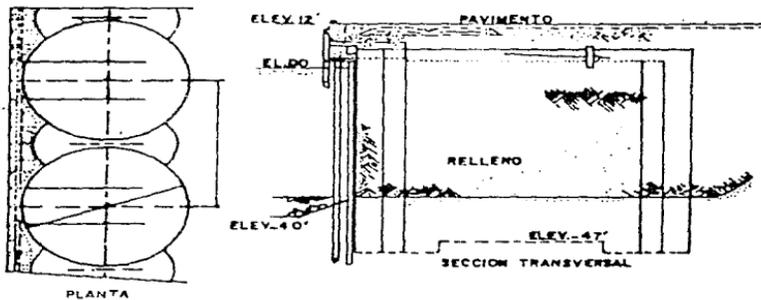


FIG III- 29

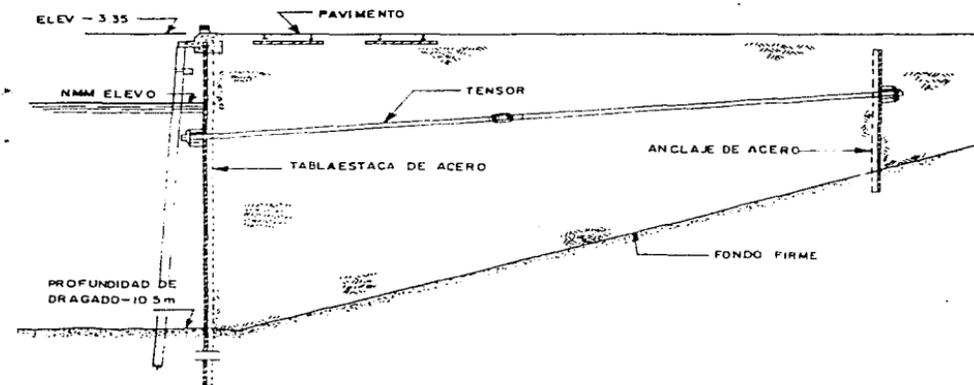


FIG III- 30

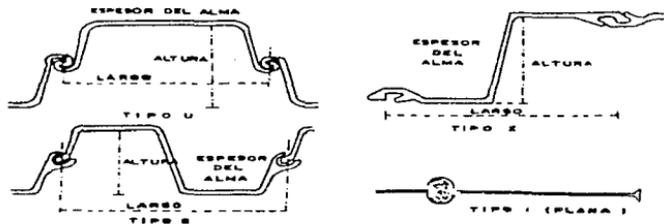
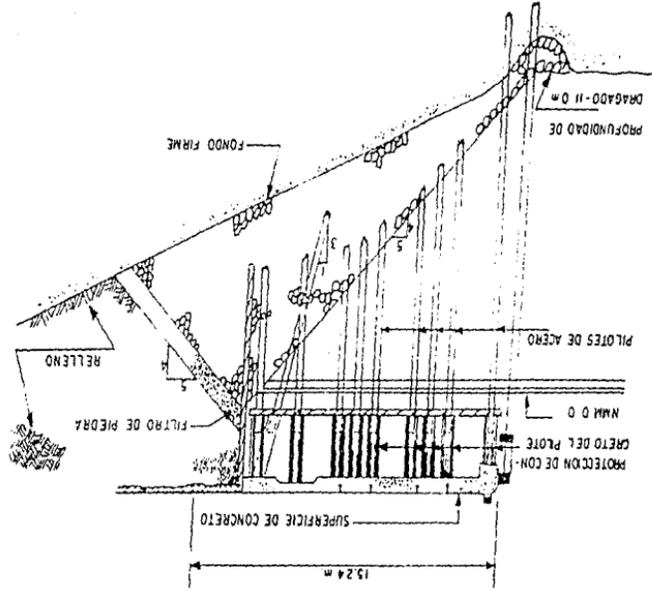


FIG III- 31

FIG III-32



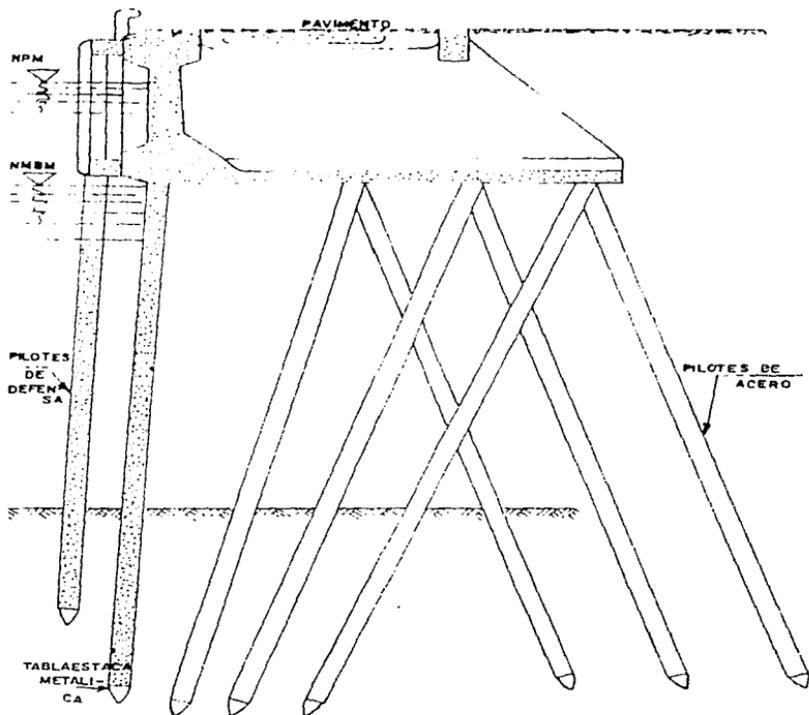
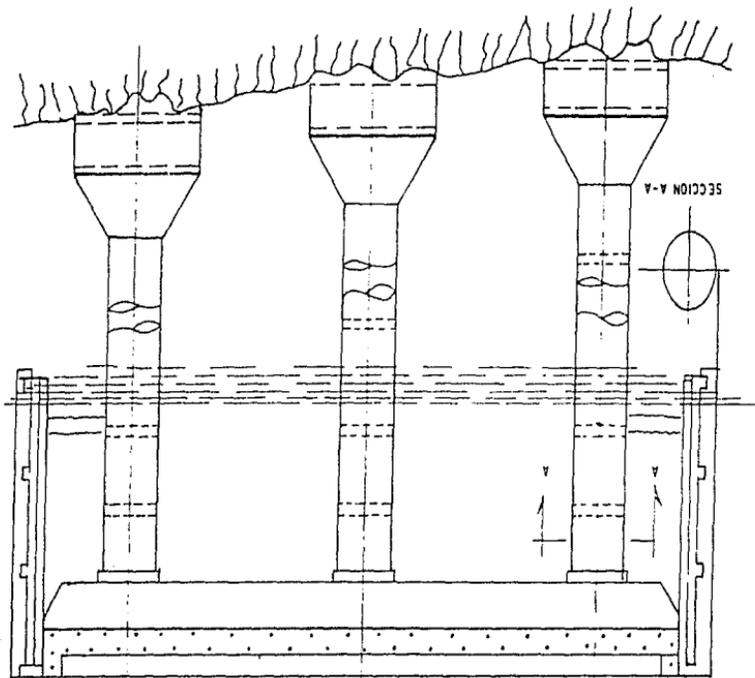


FIG III-33

FIG III - 34



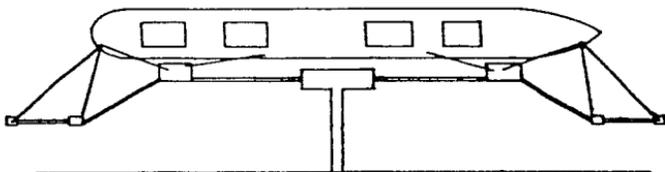


FIG 111-35

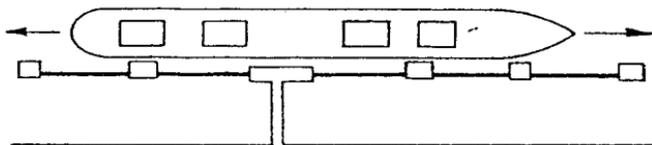


FIG 111-36

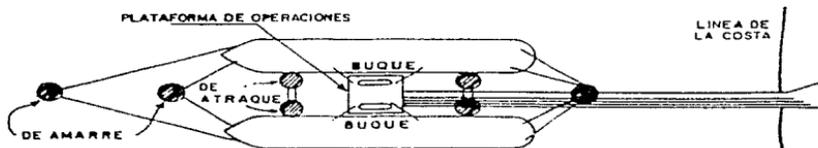


FIG 111-37

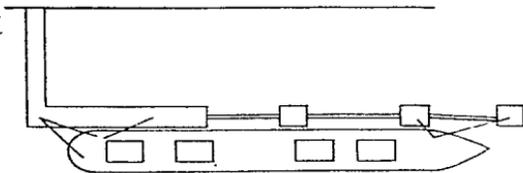


FIG 111-38

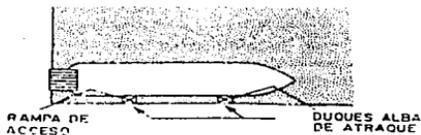


FIG 111-39

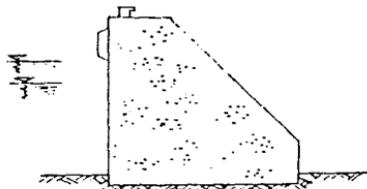


FIG III-40

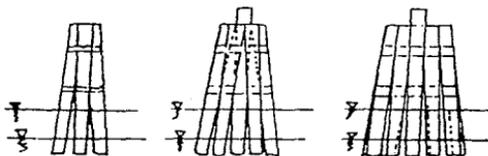
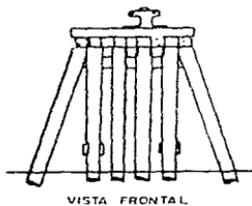
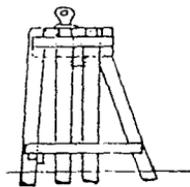


FIG III-41



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

FIG III-42

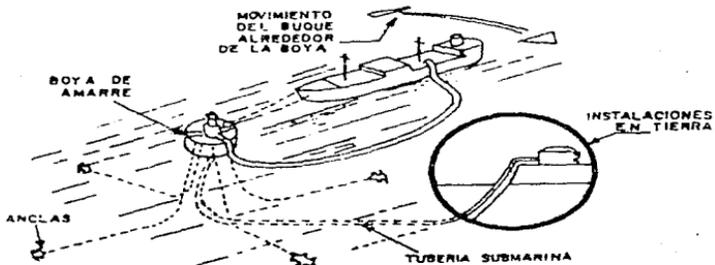


FIG III-43

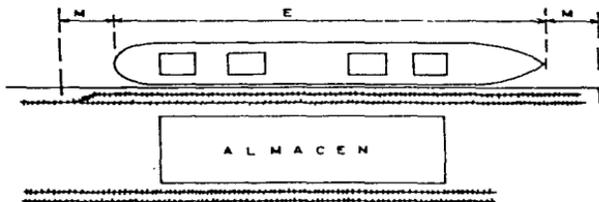


FIG III-44

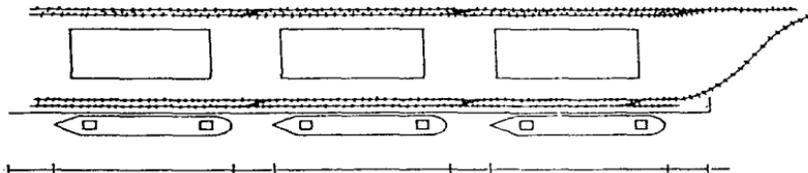
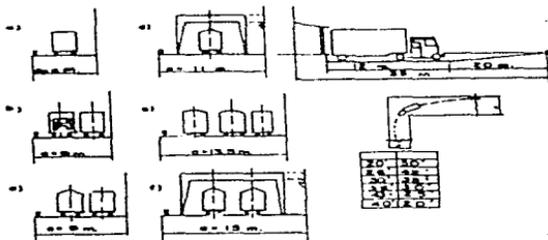


FIG III-45



- (1) PARA UN CAMION.
 (2) PARA DOS CAMIONES.
 (3) PARA UN TREN Y UN CAMION.
 (4) PARA UN TREN Y UNA GRUA DE MUELLE.
 (5) PARA DOS TRENE Y UN CAMION.
 (7) PARA DOS TRENE Y UNA GRUA DE MUELLE.

FIG III-46

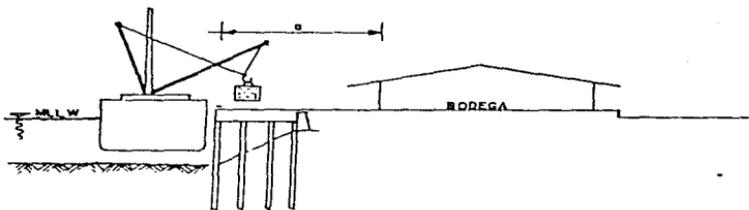


FIG III-47

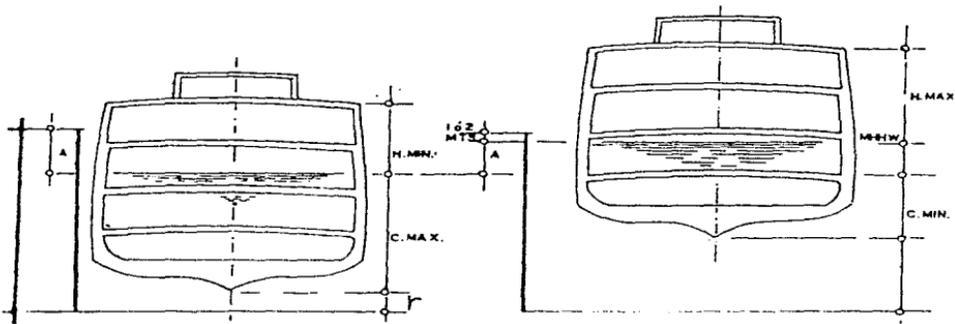


FIG III-48

FIG III-49

NUEVO MODELO DE ORGANIZACION INSTITUCIONAL

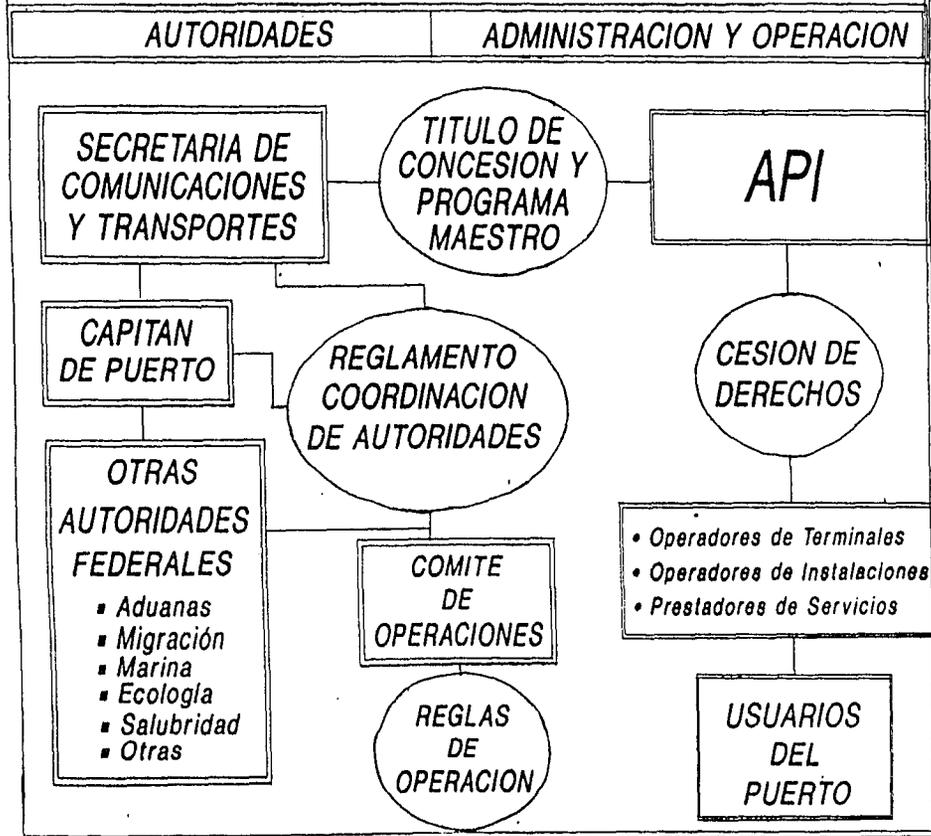


FIG IV-1

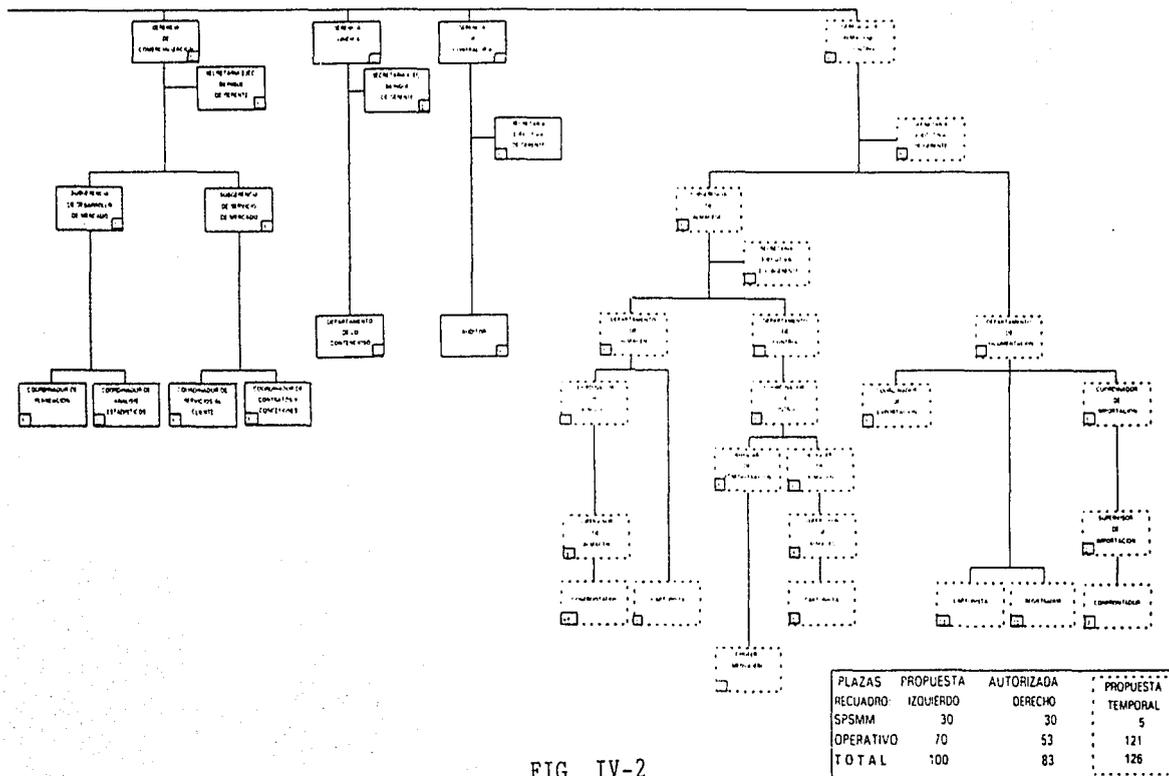
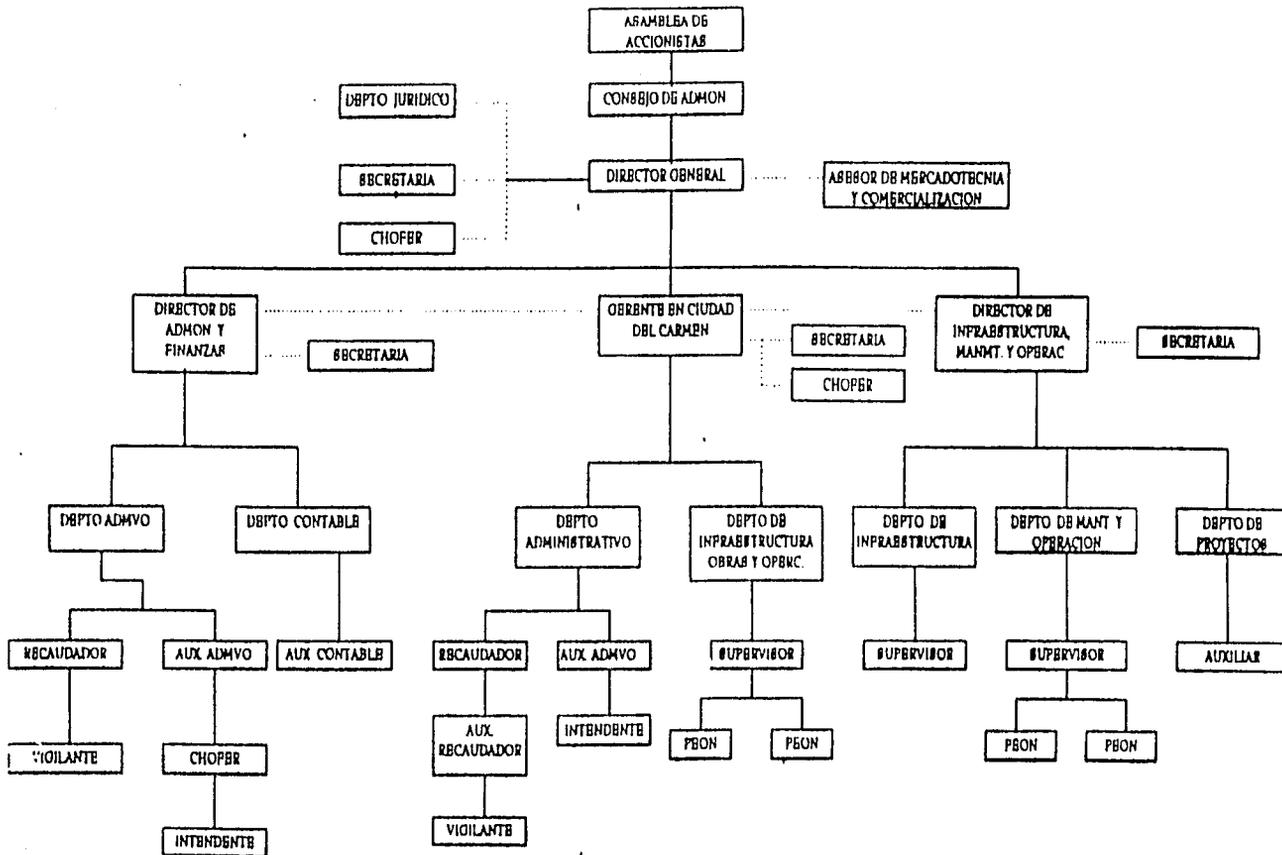


FIG IV-2

ESTRUCTURA ORGANICA ADMINISTRACION PORTUARIA INTEGRAL



Total de Funcionarios y Empleados: 38

FIG IV-4

BIBLIOGRAFÍA

1. BUSTAMANTE AHUMADA, ROBERTO, ING Y OTROS AUTORES
Ingeniería Marítima
Ediciones Temas Marítimos, S. de R.L.
Reimpresión, 1976
2. BUSTAMANTE AHUMADA, ROBERTO Y ZERTUCHE M.
GUILLERMO
Elementos de Operación y Administración Portuaria
Ediciones Temas Marítimos, México 1976
3. DEL MORAL CARRO, RAFAEL
Planificación y Explotación de Puertos
Ingeniería Oceanográfica y de Costas
Madrid, 1980
4. DEL MORAL CARRO, RAFAEL
Obras Marítimas
Madrid, 1980
5. DUESO, JULIO
Nociones de Puertos
Publicación del Instituto Marítimo Mexicano, A.C.
1958
6. IRIBARREN CAVANILLES, RAMÓN
Obras Marítimas, Oleaje y Diques
Editorial Dossat, S.A., 1954
7. LAVALLE ARGUDIN, MARIO
Manual del Dragado
Secretaría de Marina, México, 1973

8. L. TARGHETTA ARRIOLA Y A. LÓPEZ ROA
Transporte y Almacenamiento de Matenas Primas en la Industria
Básica
9. NACIONES UNIDAS
"Desarrollo de los Puertos, Mejoramiento de las Operaciones
Portuarias e Instalaciones Conexas"
Documento No. T D/B/C. 4/42/Rev. 1
Nueva York, 1969
10. NAGORSKY, BODAN
"Los Problemas Portuarios en los Países en Desarrollo"
Principios de Planeación y Organización Portuaria
Editorial Temas Marítimos, México
11. P. HEADDEN, WALTER
Desarrollo Portuario (Traducido al Español)
Edición de la Comisión Nacional Coordinadora de Puertos
1981
12. PUERTOS MEXICANOS
Los Puertos Mexicanos Inversión hacia el Futuro.
Proceso de Reestructuración y Privatización
Octubre 1994. Folleto
13. PUERTOS MEXICANOS
Los Puertos Mexicanos: Inversión hacia el Futuro
Ley de Puertos 1993. Folleto