



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

**“SISTEMA PORTUARIO MEXICANO COMO  
CENTRO LOGÍSTICO GLOBAL”**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TITULO DE**

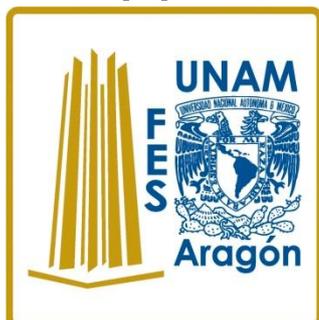
**INGENIERA CIVIL**

**PRESENTA:**

**MARTÍNEZ NORMANDIA EDITH**

**DIRECTOR**

**M. EN C. LUIS POMPOSO VIGUERAS MUÑOZ**



**MEXICO, 2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## AGRADECIMIENTOS

Primordialmente a mis padres, que me dieron educación, por permitirme a base de su esfuerzo, dedicación, tolerancia y amor, que yo haya llegado a este momento, este trabajo es de ustedes, GRACIAS.

Mami, no tengo palabras para agradecerte lo que has hecho por mí, por tu inmenso apoyo infinito en cada una de las etapas de mi vida, muchas de ellas complicadas, aun así estuviste conmigo y siempre creyendo en mí. Agradezco tanto el tiempo que me dedicaste, ahora entiendo el porqué de muchas cosas que me decías mami, eres una mujer maravillosa que sin tu apoyo esto jamás lo hubiera logrado, eres la mejor. Agradezco tanto a la vida porque seas mi madre, te amo, GRACIAS.

Padre, no tengo palabras para darte agradecerte lo que has hecho por mí, por tu inmenso apoyo en toda la carrera y en mi vida, por explicarme tantas cosas, por tus conocimientos infinitos que nunca acaban, por tantos obstáculos que pasamos durante la carrera, por haberme apoyado en todas las escuelas, por creer en mí, tu eres el mejor. Agradezco tanto a la vida porque seas mi padre, te amo, GRACIAS.

A mis hermanas y mi sobrina

Sara Elena, para mi hermana mayor, que me llenas de alegría siempre, mi ejemplo a seguir, gracias por estar conmigo siempre y apoyarme cuando lo necesito, GRACIAS.

Leticia, por tu ayuda de siempre y por tu apoyo, GRACIAS

Carmen, a ti hermana por tus buenos consejos siempre, por ayudarme cuando tengo un problema, por ser mi confidente, por darme la mayor alegría de la vida, GRACIAS.

Carmen Ximena, la luz de mi vida, gracias a ti conocí el verdadero amor y lo que más deseo en la vida es que tú también llegues a ser a una profesionista, Te amo.

A Dios, a la Virgen de Juquila por permitirme llegar a este momento de mi vida, por darme la familia más maravillosa de este mundo. GRACIAS.

## AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis M. en C. Luis Pomposo Viguera Muñoz por su tiempo, dedicación, por sus correcciones y observaciones en la realización de esta tesis  
GRACIAS

## INDICE

<b>OBJETIVO</b> .....	9
<b>PROBLEMÁTICA</b> .....	10
<b>INTRODUCCION</b> .....	11
<b>CAPÍTULO I “ANTECEDENTES”</b> .....	13
<b>ANTECEDENTES DE PUERTOS MEXICANOS</b> .....	14
<b>CENTRO LOGISTICO</b> .....	18
<b>GLOBAL</b> .....	18
<b>PUERTO</b> .....	20
<i>Características generales de los puertos</i> .....	21
<i>Objetivos de un puerto</i> .....	22
<b>PUERTOS MEXICANOS</b> .....	25
1. <i>Puerto de Acapulco</i> .....	27
2. <i>Puerto de Altamira</i> .....	28
4. <i>Puerto Ensenada</i> .....	30
5. <i>Puerto Chiapas</i> .....	32
6. <i>Puerto de Guaymas</i> .....	33
7. <i>Puerto de Lázaro Cárdenas- Michoacán</i> .....	34
8. <i>Puerto de Manzanillo</i> .....	36
9. <i>Puerto de Mazatlán</i> .....	39
10. <i>Puerto Progreso</i> .....	40
11. <i>Puerto de Salina Cruz</i> .....	41
12. <i>Puerto de Tampico</i> .....	42
13. <i>Puerto de Topolobampo</i> .....	44
14. <i>Puerto de Tuxpan</i> .....	45
15. <i>Puerto de Veracruz</i> .....	46
<b>CAPÍTULO II “PLANEACION PORTUARIA”</b> .....	48
<b>PLANEACION PORTUARIA</b> .....	49
<i>Planeación portuaria tradicional</i> .....	49
<i>Planeación estratégica en Puertos</i> .....	50
<b>COMERCIO EXTERIOR Y TRANSPORTE MARÍTIMO</b> .....	50
<i>Intercambio marítimo mundial</i> .....	52
<i>Comercio Marítimo Mundial</i> .....	52
<i>Los sistemas de transporte</i> .....	53
<b>ELEMENTOS FISICOS CONSTITUTIVOS DE UN PUERTO</b> .....	54
<i>Obras Exteriores</i> .....	54

## INDICE

<i>Obras Interiores</i> .....	54
<i>Clasificación de obras o elementos constitutivos de un puerto</i> .....	54
<i>Áreas de Agua</i> .....	54
<i>Áreas Terrestres</i> .....	55
<i>Acceso Terrestre</i> .....	57
CLASIFICACIÓN DE PUERTOS.....	61
<i>Por su navegación</i> .....	61
<i>Por sus Instalaciones y Servicios</i> .....	61
<i>Puertos Comerciales</i> .....	61
<i>Puertos Industriales</i> .....	62
<i>Puertos Pesqueros</i> .....	62
<i>Puertos Deportivos</i> .....	63
<i>Puertos Militares</i> .....	63
CLASIFICACION POR GENERACION.....	63
<i>Puertos de primera generación</i> .....	63
<i>Puertos de segunda generación</i> .....	64
<i>Puertos de tercera generación</i> .....	64
LOS USUARIOS DE UN SISTEMA PORTUARIO.....	64
TRAFICO PORTUARIO.....	64
<i>Tráfico de Mercancías</i> .....	65
<i>Las terminales de mercancías</i> .....	65
<i>Clasificación de Mercancías</i> .....	67
ELEMENTOS DE LA ARQUITECTURA NAVAL.....	68
<i>El barco</i> .....	68
<i>Evolución de las embarcaciones</i> .....	68
<i>El Transporte Marítimo</i> .....	72
EL TRANSPORTE MARÍTIMO DE CONTENEDORES.....	72
<i>Ventajas del transporte en contenedor</i> .....	74
<i>Tipos de buque para el transporte de contenedores</i> .....	74
<i>Crecimiento de la flota mundial y tipos principales de buques</i> .....	76
<i>Crecimiento de la flota mundial de contenedores</i> .....	78
<i>Principales 50 puertos del mundo de contenedores - 2012-2011</i> .....	80
<i>Operadores de terminales de contenedores Internacionales</i> .....	82
<i>Conectividad del transporte marítimo de línea</i> .....	83

## INDICE

<i>Otros sectores vinculados a la actividad marítima</i> .....	84
<i>La globalización del transporte marítimo</i> .....	84
<b>LA ORGANIZACIÓN DE LOS PUERTOS Y EL TRANSPORTE MARITIMO EN EL MERCADO MUNDIAL</b> .....	85
<i>Agentes principales de la industria portuaria y de transporte marítimo mundial</i> .....	88
<i>El papel de los puertos en la economía mexicana</i> .....	88
<i>Granel Mineral</i> .....	89
<i>General Suelta</i> .....	90
<i>Movimiento de Automóviles</i> .....	91
<i>Movimiento de Contenedores</i> .....	92
<i>Arribo de Embarcaciones</i> .....	93
<i>Comparativa entre México y Singapur</i> .....	94
<i>Actividad comercial marítima. Importancia y dificultades para encauzarla</i> .....	95
<b>CAPÍTULO III “DISEÑO PORTUARIO”</b> .....	97
<b>PUERTOS GENERALES</b> .....	98
<b>AREAS DE AGUA</b> .....	98
<i>Accesos al puerto</i> .....	98
<i>Áreas de Maniobra</i> .....	100
<i>Áreas de servicio</i> .....	100
<i>Otras áreas</i> .....	100
<i>Obras interiores</i> .....	101
<i>Obras de acceso y maniobras</i> .....	102
<i>Ancho del Canal de Acceso</i> .....	104
<i>Trazo de canal de acceso</i> .....	105
<b>OBRAS DE ABRIGO Y FONDEO</b> .....	105
<i>Diques Paralelas a la Costa</i> .....	105
<i>Obras Perpendiculares a la Costa</i> .....	107
<i>Diques rompeolas a talud</i> .....	108
<i>Diques verticales reflejantes</i> .....	109
<i>Diques mixtos</i> .....	110
<b>ESTABILIDAD DE DIQUES A TALUD</b> .....	110
<i>Métodos empíricos</i> .....	112
<i>Hudson</i> .....	112
<i>Ejemplo empleando método Hudson</i> .....	114
<i>Van der Meer</i> .....	116

## INDICE

FACTORES FISICOS.....	119
<i>Condiciones Meteorológicas y Oceanográficas</i> .....	119
<i>Maniobrabilidad del Buque</i> .....	121
CONDICIONES DE OPERATIVIDAD.....	121
<b>CAPÍTULO IV “OPERACIÓN PORTUARIA”</b> .....	123
OPERACIÓN PORTUARIA.....	124
<i>Tipología de las operaciones</i> .....	125
<i>Operaciones semidirectas</i> .....	127
<i>Operaciones indirectas</i> .....	128
PRINCIPIOS BÁSICOS DE LAS OPERACIÓN PORTUARIAS .....	129
<i>Operación de desestiba</i> .....	130
<i>Operación de estiba</i> .....	130
<i>Operación de Descarga</i> .....	131
<i>Operación de carga</i> .....	132
<i>Operaciones de recepción o entrega</i> .....	132
<i>Operación de apilado y desapilado</i> .....	133
<i>Operación de traslado</i> .....	134
<i>Distribución de las operaciones en el puerto</i> .....	135
<i>Organización esencial para las Operaciones Portuarias</i> .....	135
<i>Sistemas de Operación Portuaria</i> .....	138
<i>Datos relativos de las Operaciones Portuarias</i> .....	138
<i>Localización de los muelles de Carga General</i> .....	139
EQUIPO UTILIZADO PARA CARGA Y DESCARGA DE MERCANCÍA EN UN PUERTO .....	140
<i>Spreader</i> : .....	140
<i>Telescópico para levante de contenedor Open Top</i> .....	141
<i>Top Loaders</i> .....	142
<i>Montacargas Side Loader</i> .....	142
<i>Forklift Truck (Carretilla elevadora)</i> .....	143
<i>Reach stacker (apilador)</i> .....	143
<i>Patines</i> .....	144
<i>Traspaleta</i> .....	144
<i>Apiladores</i> .....	145
<i>Plataforma</i> .....	145
<i>Multi Trailer System (MTS)</i> .....	146

## INDICE

<i>Cargador de bidones y sacos</i> .....	146
<i>Estrobos</i> .....	147
<i>Eslingas</i> .....	148
<i>Cuchara de Almeja</i> .....	148
<i>Balancines</i> .....	149
<i>Plataforma carga y descarga de automóviles</i> .....	149
<i>Banda transportadora</i> .....	150
<i>Plataforma para carga general</i> .....	151
<b>GRÚAS</b> .....	151
<i>Grúa de torre</i> .....	151
<i>Grúas móviles</i> .....	152
<i>Grúas hidráulicas</i> .....	153
<i>Grúas pluma</i> .....	153
<b>RENDIMIENTOS DEL PUERTO DE MANZANILLO POR TIPO DE CARGA</b> .....	158
<i>Carga General Fraccionada</i> .....	158
<i>Carga General Unitizada</i> .....	158
<i>Granel Agrícola Mecanizado</i> .....	158
<i>Granel Agrícola Semimecanizado</i> .....	158
<i>Granel Mineral Mecanizado</i> .....	159
<i>Granel Mineral Semimecanizado</i> .....	159
<i>Carga Contenerizada</i> .....	159
<b>CAPÍTULO V “OBRAS MARITIMAS”</b> .....	160
<b>MUELLES Y EMBARCADEROS</b> .....	161
<i>Estructuras de Muelle</i> .....	161
<i>Muro de contención de muelles</i> .....	163
<i>Pilas y cajones de muelles</i> .....	166
<i>Criterios de Diseño</i> .....	168
<i>Estructura del muelle</i> .....	169
<i>Diseño de cargas</i> .....	171
<i>Impacto del buque</i> .....	173
<i>Ejemplo Numérico</i> .....	176
<i>Ejemplo de diseño de muelle</i> .....	176
<i>Ejemplo de diseño de muelle</i> .....	179
<i>Utilización de pilotes maestros</i> .....	183

## INDICE

<i>Fallas del subsuelo de muelles</i> .....	187
CONCLUSIONES .....	189
BIBLIOGRAFÍA .....	193
LIBROS Y DOCUMENTOS .....	193
SITIOS DE INTERNET .....	195

## **OBJETIVO**

### **OBJETIVO**

Presentar un panorama general para identificar las principales necesidades de la infraestructura portuaria mexicana, para hacer más eficiente su operación. Comenzando con una visión básica de tipos de embarcaciones y puertos, exponer la necesidad que tiene México de convertir sus puertos en un factor clave para el desarrollo, de la globalización, del comercio y tráfico de mercancías, poder sacar la máxima utilidad de su situación geográfica que tiene pues al estar ubicado entre los dos océanos más grandes del planeta, (el Océano Pacífico al oeste y el Océano Atlántico al Este), se encuentra en el lugar propicio para que el Sistema Portuario Mexicano se vuelva un factor determinante para desarrollar el comercio y tráfico de mercancías a nivel Intercontinental (Asia-Europa), Continental (Estados Unidos, Canadá y América Latina) y local (conectado las diferentes regiones del país a través de sus 114 puertos).

## PROBLEMATICA

### PROBLEMÁTICA

La participación de los países en desarrollo en las actividades marítimas y las relacionadas con estas a nivel mundial, ha seguido distintos caminos y estrategias, buscando dar más ventajas competitivas a las opciones de inversión. Algunos países en desarrollo se han apoyado en la ventaja que significan para los costos, los bajos salarios, otros han ofrecido incentivos fiscales, y otros más han optado por apoyar el desarrollo de sectores marítimos nacionales mediante políticas industriales y ayuda especializada. Para muchos países en desarrollo, su participación en distintas actividades marítimas ha constituido un desencadenante del progreso económico.

La industria del transporte marítimo se ha desarrollado en los últimos años de manera vertiginosa, bajo una mezcla compleja de demandas inducidas, crecimiento económico y estrategias de operación, los principales operadores marítimos y portuarios han venido transformando numerosos flujos directos, en flujos de transbordo buscando con esto la reducción de costos y tiempo de traslado.

Esta apertura comercial ha beneficiado a las personas mejor preparadas y a las empresas con mayores recursos ya que los primeros tienen empleos mejor pagados y las segundas pueden producir con costos muy bajos debido a que en los países subdesarrollados las materias primas y los sueldos son más bajos y estas venden sus productos por todo el mundo. Sin embargo esto ha provocado que muchas pequeñas empresas hayan sido devoradas por los grandes transformadores multinacionales y que las personas más pobres y con menor educación hayan visto disminuir sus ingresos. También es cada vez más incierto el futuro de los sectores estratégicos de los países subdesarrollados como la industria energética (petróleo, petroquímica, gas y electricidad), las comunicaciones ferrocarriles, carreteras, puertos, aeropuertos, flota marítima, televisoras, radio difusoras, el sector salud y la educación pública, porque el desarrollo económico de estos sectores se rige por los intereses de la iniciativa privada nacional y extranjera sin la intervención del estado, por lo que ha aumentado en forma alarmante la desigualdad y la miseria.

El transporte marítimo internacional responde a una estructura de mercado global, esto es esta organizada y opera como un mercado en el cual las grandes líneas navieras cubren las distintas rutas de comercio marítimo intercontinentales y continentales que conectan a los principales centros de producción, distribución y consumo, a través de una amplia estructura de puertos a nivel mundial. De ahí la importancia que México cuente con puertos que puedan integrarse eficaz y eficientemente a esta estructura mundial. México como todo país en desarrollo, afronta un agudo problema desde hace tiempo, del desequilibrio en su comercio exterior, situación que se agrava entre otros factores, por el escaso y deficiente transporte marítimo y las inadecuadas y antiguas instalaciones portuarias. La escasez de técnicos en instalaciones portuarias, en el pasado y aun en el presente, ha provocado que no se hagan las obras en las terminales marítimas a tiempo.

## INTRODUCCION

### INTRODUCCION

La Tierra es un planeta hídrico, único que en el sistema solar que tiene esta característica, tan importante es el mar que es, estabilizador climatológico, arquitecto de islas y continentes y cuna de la vida de todas las especies que han habitado y que habitamos el planeta.

En las cercanías de los ríos o el mar se han desarrollado las grandes civilizaciones y ahí se ha dado paso a la navegación y con esta se han desarrollado las embarcaciones. Los barcos transportan no solo hombres, también mercancías, noticias y conocimientos. Siendo considerado como un estímulo para el crecimiento cultural, económico y el desarrollo de nuevas ideas. El transporte marítimo constituyo durante muchos años el medio a través del cual podía ser prestado el servicio de transporte a un precio lo suficientemente moderado para permitir la apertura de nuevos y cada vez más lejanos mercados para el proceso de intercambio. Por esta razón el crecimiento de la economía mundial ha ido de la mano con el desarrollo de la industria marítima de ahí la importancia para que México aproveche sus extensos litorales

La posición geográfica que México posee, a simple observación de un globo terrestre, que se halla situado aproximadamente sobre un punto medio entre los extremos norte y sur del Continente Americano, y equidistante de los extremos oriental y occidental del Continente Eurásico-Africano.

El proceso de globalización, los avances en la estandarización del transporte marítimo, hace que los servicios inherentes al mismo se vean obligados a ser más rápidos, seguros y menos costosos contribuyendo a la integración de los procesos de producción a escala mundial.

En la actualidad los puertos bajo el mando de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) y dirigidos por las Administraciones Portuarias Integrales (API's) que fueron creadas en 1994, llevan a cabo la promoción de la inversión privada en la construcción y operación de terminales y en la prestación de servicios. Es conveniente analizar y planear el desarrollo de los puertos en México ya que se requiere una mejora y la ampliación de la infraestructura, tanto en áreas marítimas como en terrestres, para así incrementar el hinterland y el foreland de los mismos.

Los temas desarrollados en esta tesis van desde la historia de los puertos, su planeación, la operación portuaria y el diseño de un rompeolas y un muelle.

En el primer capítulo se establecen los antecedentes históricos de los puertos marítimos mexicanos, así como como un amplio desarrollo de cada uno de los principales puertos de altura.

En el segundo capítulo contiene la Planeación Portuaria que definitivamente es la base para que un puerto funcione correctamente tomando en cuenta cada uno de los aspectos de desarrollo. Complementándose con la descripción de los elementos constitutivos de

## INTRODUCCION

un puerto, las estadísticas anuales y como han jugado un papel importante en la economía mexicana.

Haciendo así mismo una pequeña comparativa con Singapur uno de los principales países en lo que se refiere al tráfico de carga del mundo que el año 2012 manejo 32.421.602 TEUs.

En el tercer capítulo Diseño portuario se describirán los elementos de un puerto tanto, áreas de agua, como terrestres, continuando con las obras de abrigo y fondeo, tipos de diques, así mismo se diseñara un rompeolas explicando los métodos de Hudson y Van der Meer.

En cuarto capítulo contiene la Operación Portuaria que es el conjunto de actividades organizadas, estructuradas y complementarias realizadas por personas o grupos de personas que contribuyen a la funcionalidad de un puerto.

El movimiento de buques, el manejo, almacenamiento y equipo utilizado para las maniobras de carga y descarga de mercancía en un puerto, ya que de la organización y coordinación depende, que no se produzcan retrasos, congestionamientos y caos. Tomando como ejemplo la Infraestructura del Puerto de Manzanillo.

En el capítulo quinto Obras Marítimas se realizó el diseño de un muelle con anclaje de tablestacas y la explicación de cuando utilizar pilotes maestros, pilas y pilotes.

Por último se presentan las conclusiones que se obtuvieron con la elaboración de esta tesis, planteando criterios y técnicas de análisis que se utilizaron.

La sección bibliográfica en la que se enumera una relación básica de las principales fuentes de consulta, utilizadas para el desarrollo de los temas tratados.

# CAPÍTULO I

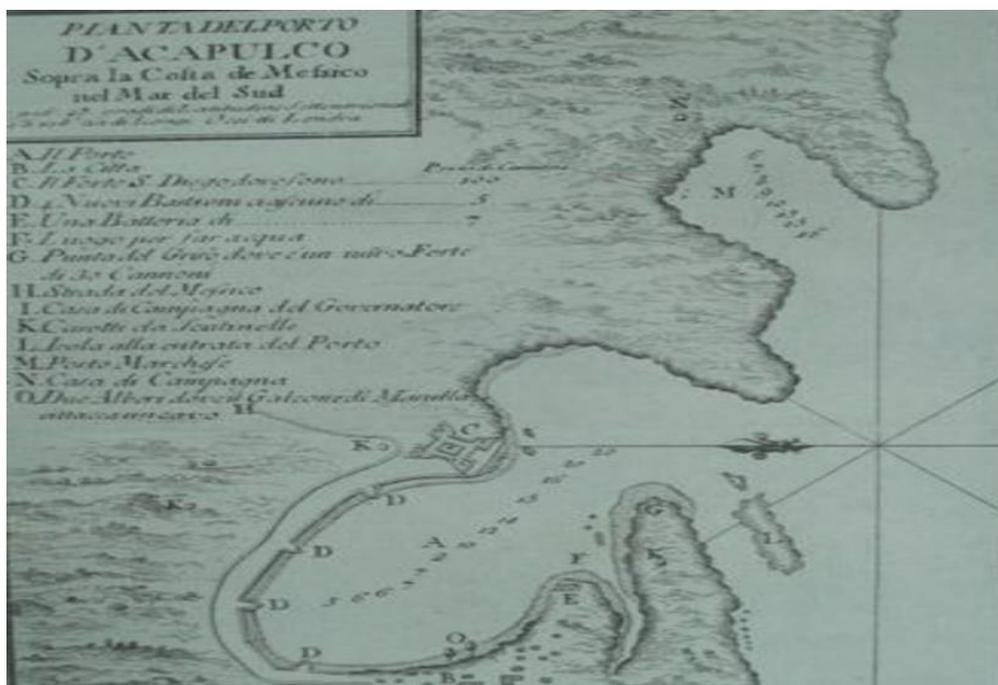
## ANTECEDENTES

### ANTECEDENTES DE PUERTOS MEXICANOS

Los puertos han jugado un papel muy importante a través de la historia en el desarrollo de una región o país.

Por esta razón México debe considerarse como un país favorecido ya que con una extensión litoral de 11,593 km distribuidos en 8,475 Km para el litoral del Pacífico y 3,118 Km para el Golfo de México y Mar Caribe. Tomando en consideración el avance en el desarrollo de las vías de comunicación, se considera cada vez más apremiante, la necesidad de contar con una infraestructura marítima portuaria que permita desarrollar el comercio interior y exterior y tener mejor comunicación entre las diversas regiones del país así como con el resto de nuestro planeta.

El mar como medio de comunicación ofrece grandes ventajas, pero para que ellas sean aprovechadas se debe contarse con elementos que permitan su utilización como son la existencia de puertos para el refugio de las embarcaciones y una flota adecuada en cuanto a sus características, tamaño y operación. Los puertos nacionales la mayoría muy antiguos, crecieron y funcionaron con la única intención de conectarse con los sistemas terrestres, sin ninguna planeación; casi sin equipos con sistemas deficientes de administración que al paso del tiempo los hicieran inoperantes. En el año de 1519, Hernán Cortez desembarca en la costa actual del Golfo de México, en ese mismo año funda Veracruz después Campeche en el Golfo de México, y años después en 1531 se da la fundación de Acapulco posteriormente, serán San Blas y Salina Cruz, en el Pacífico.



**Figura 1.1 Plano antiguo de Acapulco**

A partir de ese entonces se comienza la consolidación de algunos puertos como Acapulco (ver figura 1.1) que por más de 250 años comunicaría a las colonias Asiáticas Españolas con la Nueva España. De ahí surge la famosa y

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

equivocadamente nombrada “Nao de China” que en realidad era un barco tipo Galeón y que partía desde Acapulco y hacía el viaje hacia Filipinas ida y vuelta. Esto sirvió como la base para nuevos puertos para el comercio interior y la consolidación del comercio con Asia (ver figura 1.2). La actividad económica provoco el crecimiento de la colonia, la generación de empleos y la construcción de caminos.



**Figura 1.2 Primeras Embarcaciones**

Hasta el año de 1778 y por causa de las restricciones impuestas por España a México, solo a dos puertos se les permitía el comercio exterior y únicamente entre los puertos de Veracruz hacia Cádiz o Sevilla y entre Acapulco y Manila.

Posteriormente cuando Carlos III libero el comercio, se abrieron nuevos puertos: Campeche, Matamoros, Sisal, Soto La Marina, La Paz, Mazatlán y San Blas. De 1565 a 1600 llegaron a la Nueva España 84 barcos; de 1600 a 1700, 624 barcos; de 1700 a 1800, 1,456 barcos, y de 1800 a 1819 arribaron 492 barcos, lo cual nos da una idea de la magnitud del transporte marítimo en esa época.

Al consumarse la Independencia, la flota española no volvió más y fue cuando México inicio una nueva política, la cual consistió en crear estímulos en beneficio de las compañías de navegación de otros países a fin de que tocaran nuestros puertos. Pero poco se podría lograr si no se acondicionaban los puertos, pero por falta de recurso casi nada se pudo hacer.

Con Porfirio Díaz en el poder, se emprendieron trabajos de reestructuración en los puertos de Veracruz, Tampico, Tuxpan, Coatzacoalcos y Salinas Cruz. Las compañías navieras extranjeras empezaron a hacer uso de los estímulos que el gobierno mexicano les ofrecía y se establecieron en el país aunque con capital extranjero, varias líneas de navegación, las cuales también fueron subvencionadas por el gobierno Mexicano.

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

Así gracias al impulso que el gobierno dio al tráfico marítimo, este se incrementó en 2,787 embarcaciones que había entrado a los puertos mexicanos en el periodo de 1893 a 1897 a 3,904 de 1903 a 1907.

Durante la revolución, las obras portuarias fueron suspendidas; al respecto el general Obregón manifestó: “en este ramo no ha podido hacerse más que conservar y mejorar lentamente las obras existentes, ya que estas obras requieren por su naturaleza, grandes erogaciones que no es posible hacer ahora”.

Durante 1930 casi todos los trabajos fueron de conservación; posteriormente las labores fueron de reparación, poniéndose especial atención en los puertos utilizados para la exportación del petróleo. Fue en 1939 cuando se creó el Departamento Autónomo de la Marina Nacional, y que en abril de 1941 se transformó en Secretaria de Marina.

Es a partir de 1940 cuando el gobierno de México decide destinar en forma constante y progresiva un presupuesto especial para el mejoramiento y ampliación de las comunicaciones y los transportes marítimos.

Durante el régimen presidencial del licenciado Adolfo López Mateos se estableció un Programa para el Progreso Marítimo de México, cuyo propósito era obtener el máximo aprovechamiento de nuestros mares, costas y puertos. El programa comprendía: terminación de obras portuarias ya iniciadas; iniciación de otras nuevas; multiplicación de construcciones navales y estructuración de bases para el fomento de marina mercante, para lo cual se otorga decidido apoyo a la iniciativa e intervenciones particulares; intenta despertar el interés público por el conocimiento

De los aspectos fundamentales de nuestra realidad económico-geográfica, en cuanto se relacionen con las costas y los mares de México. Para estas fechas la flota comercial la integraban 12,138 embarcaciones, con un total de 357,140 toneladas, lo que significó un aumento de 350 unidades y 25,264 toneladas, en comparación con cifras de régimen presidencial anterior.

En 1958 se fundó con capital privado y de instituciones nacionales la empresa Transportación Marítima Mexicana. Esta empresa adquirió en 1960 la Mexican Line, cuyos propietarios eran noruegos y norteamericanos. En 1962 el gobierno de México suscribió el 30% del capital de Transportación Marítima, paso que fue de importancia para que nuestra marina mercante se desarrollara.

Como parte del Programa para el Progreso Marítimo de México, el 10 de enero de 1963 se expidió la Ley de Navegación y Comercio Marítimos, la cual se publicó en el Diario Oficial el 21 de noviembre de 1963. Esta ley tuvo como antecedente el Proyecto de Código Marítimo Uniforme para los países centroamericanos, que fue publicado por las Naciones Unidas en 1958. Durante estos períodos de administración podemos mencionar que los permisos y autorizaciones para la prestación de los servicios públicos de maniobras en los puertos en zonas marítimas bajo jurisdicción federal habían sido

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

proporcionados de manera directa por el Ejecutivo Federal a las Organizaciones de Trabajadores, responsables de proporcionar o ejecutar los trabajos portuarios.

Esta forma de proporcionar los servicios portuarios propició la división de las maniobras, dando origen a la formación de Gremios de Trabajadores y a los radios de acción, es decir, de acuerdo al lugar en donde se ejecutaban los trabajos. Esto en su momento generó una serie de problemas durante el manejo de la mercancía, convirtiendo las maniobras lentas con bajos rendimientos. Asimismo, provocó una alta peligrosidad en la realización de los trabajos y escaso uso de maquinaria y equipo. Es conveniente comentar que no en todos los puertos se agudizó este tipo de problemas (ver figura 1.3).



**Figura 1.3 descargando el primer carro de Metro Puerto de Veracruz**

En octubre de 1971, Naoyoshi Uehara, ejecutivo de Mitsubishi de una de las mayores compañías del Japón, comentaba: “Mientras México no cuente con puertos de fácil maniobrabilidad, los costos de sus exportaciones e importación serán afectados, muy por arriba de los precios internacionales. No hay grúas en ningún puerto para manejar carga pesada. Los sistemas ferroviarios y carreteros que alimentan las zonas portuarias requieren de una total reestructuración. Mover la carga al interior del país resulta problemático, tanto o más que mantener un barco parado en puerto en espera que estiba su carga. El sistema de embarque es lento y esto ocasiona muchas pérdidas. Manzanillo es el más viable para convertirlo en gran puerto de altura”.

Luis Echeverría, el 29 de diciembre de 1970, creó la Comisión Nacional Coordinadora de Puertos, que se estableció para que “las terminales marítimas cambiaran su política y social, su administración y su tecnología”, también estableció que “en la integración del sistema nacional de transportes, son parte fundamental los puertos marítimos y

## **CAPITULO I. ANTECEDENTES**

fluviales, como enlace entre las comunicaciones que se realizan por tierra y agua”. El gobierno federal considero indispensable estos cambios para poder afrontar la problemática del desarrollo.

El plan básico del gobierno 1976-1982, establece que se incrementara la demanda de servicios portuarios en los que se refiere a la carga, para tal propósito se orientara el movimiento de carga al uso de contenedores; se realizaran obras de mejoramiento en los ríos navegables, se promoverá el descongestionamiento de puertos importantes. Se cuenta con programas de dragado, de aumento de la eficiencia de la capacidad instalada, rehabilitación de equipo y reforestación de los márgenes de los ríos. Como se puede observar, la actividad gubernamental en materia portuaria ha sido abundante aunque ha carecido de continuidad y unificación. Es decir, no ha existido una planeación adecuadamente programada. Debería realizarse una planeación portuaria a largo plazo, si se quiere contar con un sistema portuario eficiente que incremente el transporte marítimo y comercial en forma eficaz y productiva para el país mismo que será la base para impulsar el desenvolvimiento económico y social de México.

Se han hecho muchos esfuerzos para que los Puertos Mexicanos estén a un nivel Internacional, la Ley de Puertos de 1993, su reglamento señala que los puertos se explotaran y operaran bajo las Normas Oficiales Mexicanas.

### **SISTEMA PORTUARIO NACIONAL**

El Sistema Portuario Nacional (SPN) es el conjunto de personas, entidades públicas o privadas, instalaciones portuarias con bienes muebles e inmuebles, infraestructura y todo aquello que se destinen al servicio, relacionado directa o indirectamente con las actividades portuarias dentro del territorio nacional.

El Sistema Portuario Nacional es parte de la cadena logística del transporte, contribuye al desarrollo nacional tanto económico como social, mejorando el nivel de vida de la población, prestando servicios de calidades con valor agregado, competitivas, eficientes, eficaces, oportunas, confiables, sostenibles y seguros. Está integrado por recursos humanos calificados y competentes.

### **CENTRO LOGISTICO**

Un centro logístico es el lugar donde se ofrecen todos los servicios de una cadena de distribución desde la recepción hasta la entrega final y cuenta servicios especializados para el manejo, de carga, almacenamiento, transbordo, consolidación, nacionalización, embalaje.

### **GLOBAL**

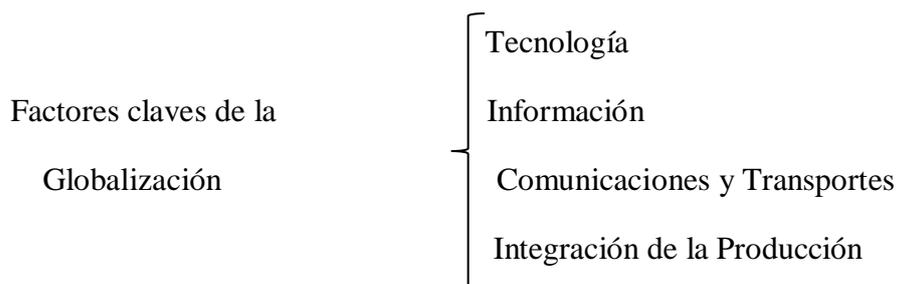
Se refiere a todo aquello que se puede ubicar en un marco a nivel mundial.

### GLOBALIZACIÓN

Actualmente se vive un periodo de gran “intensificación de las relaciones internacionales” con la utilización de la nueva tecnología - electrónica e informática para el incremento sin medida de los flujos tanto de capital como de inversiones y de mercancías. La cada vez más acelerada “globalización”, es un fenómeno fundamentalmente económico, en el cual se ha incrementado la internacionalización de las grandes empresas que se han convertido en “empresas transnacionales, pues instalan sus filiales por todo el mundo en lugares donde más conviene a sus intereses.

Esta apertura comercial ha beneficiado a las personas mejor preparadas y a las empresas con mayores recursos ya que los primeros tienen empleos mejor pagados y las segundas pueden producir con costos muy bajos debido a que en los países subdesarrollados las materias primas y los sueldos son más bajos y estas venden sus productos por todo el mundo. Sin embargo esto ha provocado que muchas pequeñas empresas hayan sido devoradas por los grandes transformadores multinacionales y que las personas más pobres y con menor educación hayan visto disminuir sus ingresos. También es cada vez más incierto el futuro de los sectores estratégicos de los países subdesarrollados como la industria energética (petróleo, petroquímica, gas y electricidad), las comunicaciones ferrocarriles, carreteras, puertos, aeropuertos, flota marítima, televisoras, radio difusoras, el sector salud y la educación pública, porque el desarrollo económico de estos sectores se rige por los intereses de la iniciativa privada nacional y extranjera sin la intervención del estado, por lo que ha aumentado en forma alarmante la desigualdad y la miseria. Ante el endeudamiento excesivo de los países subdesarrollados, la alternativa impuesta por las naciones capitalistas frente al fracaso del papel del Estado benefactor fue la implementación del Neoliberalismo. La política neoliberal reforma la idea del liberalismo de Adam Smith, pretendiendo que sea el libre mercado el que regule la economía internacional. Así el neoliberalismo propone que se eliminen los obstáculos para el desarrollo del libre mercado que a su vez está concentrado en forma mayoritaria en las grandes empresas transnacionales.

La globalización es un proceso económico, tecnológico, social y cultural a gran escala, que consiste en la creciente comunicación e interdependencia entre los distintos países del mundo unificando sus mercados las sociedades y las culturas, a través de una serie de transformaciones sociales, económicas y políticas que les dan un carácter global.



### PUERTO

El Sistema Portuario Nacional está conformado por 114 puertos y terminales habilitadas, 56 en el Pacífico y 58 en el Golfo de México y Caribe; 66 son para tráfico de altura y cabotaje y 48 únicamente de cabotaje. La capacidad instalada para el manejo de carga comercial no petrolera es de 187.3 millones de toneladas, dispone de 198.1 kilómetros de muelles, 149.3 kilómetros de obras de protección y 5.6 millones de metros cuadrados de áreas de almacenamiento (ver figura 1.4).



**Figura 1.4 Puerto natural**

La actividad marítima y portuaria es uno de los soportes principales del comercio exterior del país, de la industria, el campo, la actividad petrolera, la pesca y el turismo.

De acuerdo con la legislación Mexicana, un puerto se define como “el lugar de la costa o ribera, habilitado como tal por el Poder Ejecutivo Federal, para la recepción, abrigo y atención de embarcaciones, compuesto por el recinto portuario y, en su caso, por la zona de desarrollo, así como accesos y áreas de uso común para la navegación interna y afectas a su funcionamiento; con servicios terminales e instalaciones públicas y particulares, para la transferencia de bienes y traslado de personas entre los modos de transporte que enlaza.” Definición según la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Los puertos son las infraestructuras litorales por excelencia. Se podrían describirse como grandes intercambiadores y puntos de encuentro, entre diferentes medios de transporte terrestres y marítimos. Plataformas localizadas en lugares estratégicos en las que tienen lugar, fundamentalmente, actividades comerciales y de almacenamiento, pero también funciones militares, turísticas, pesqueras, y una gran variedad de servicios auxiliares o de apoyo al transporte. Finalmente, suelen ser lugares

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

propicios para la localización de algunas actividades industriales, entre ellas aquellas que precisan materias primas que se importan a través del mar, o se originan en el mismo, las que precisan posiciones estratégicas en cuanto a los flujos de mercancía (ver figura 1.5).



**Figura 1.5 Embarcaciones de carga en Puerto Chiapas**

Los puertos han marcado profundamente los espacios costeros y litorales. Hay algunas características generales de los mismos que deben tenerse en cuenta a la hora de valorar sus posibles repercusiones sobre el territorio y su ordenación:

### *Características generales de los puertos*

- Suelen estar bien definidos espacialmente, por lo tanto, no suelen generar rápidos procesos expansivos. Por el contrario, cualquier crecimiento implica tradicionalmente largos procesos de elaboración de proyectos, modificaciones, aprobaciones, etc.
- Suelen tener prevalencia con respecto a otras consideraciones, por su importancia económica, que supera normalmente el ámbito local en que se implantan. Por afectar, en muchas ocasiones a intereses generales de todo un país o una región su gestión suele en gran parte estar en manos de los poderes públicos.
- Tienen una enorme capacidad estructurante del territorio, por su capacidad de atracción para otras actividades, por la intensidad con que inciden en el resto de infraestructuras de transporte, etc.
- El éxito de sus funciones depende de circunstancias ajenas a la zona e incluso al país. Las coyunturas económicas internacionales tienen mucho que ver en esta cuestión, marcando con cierto grado de incertidumbre el alcance e interés de sus funciones.
- Tiene profundos efectos sobre todo el sistema territorial y los subsistemas que los conforman. Con respecto al subsistema físico ambiental las relaciones son malas en general: modificación de la dinámica litoral, deterioro de la calidad del agua, impactos sobre flora y fauna, destrucción de fondos, etc. En cambio, con

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

respecto al subsistema económico-productivo suelen ser bastante positivas por lo capacidad de atracción de estas instalaciones con respecto a otras actividades no estrictamente portuarias, por su generación de empleo directo e indirecto, etc. Finalmente, con el subsistema urbano-relacional son complejas y diversas, resultando mucho más difícil generalizar (ver figura 1.6).



**Figura 1.6 Vista de Puerto de Manzanillo de noche**

### *Objetivos de un puerto*

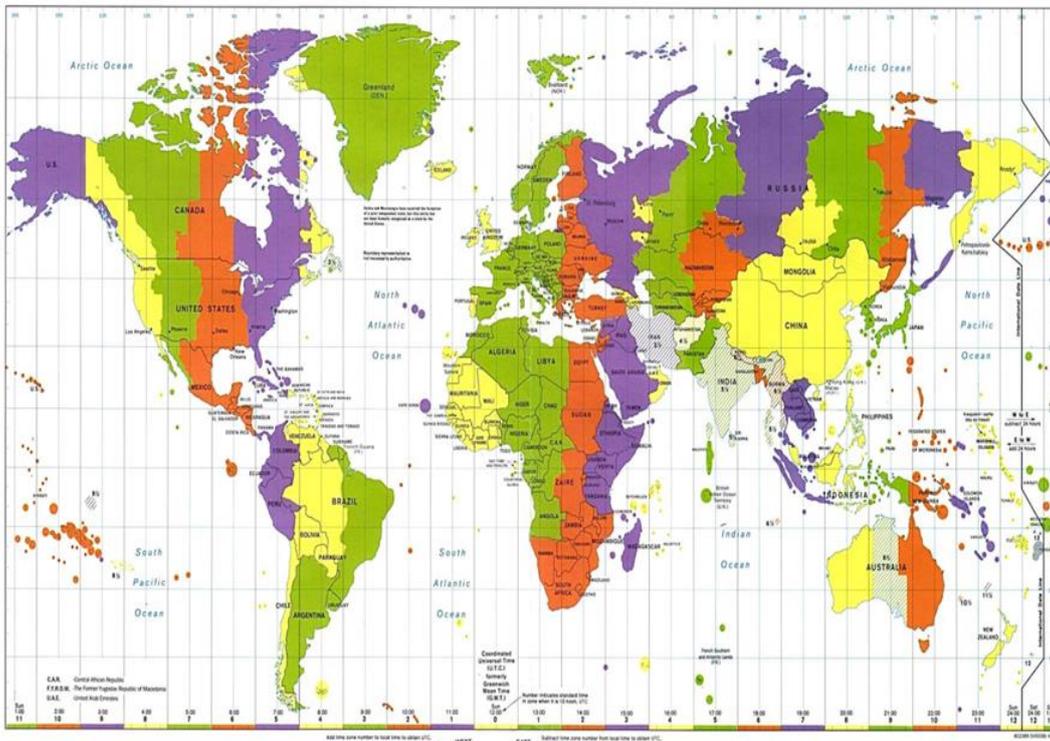
- Minimizar el tiempo de estancia del barco y vehículos en el puerto
- Minimizar el tiempo de la mercancía en puerto y por tanto reducir o eliminar los costes de manipulación e inventario en puerto.
- Minimizar los imprevisibles retrasos y riesgos, incluyendo los efectos de las huelgas, errores humanos y similares.
- Maximizar la integración de los distintos modos de transporte que actúan en el puerto.
- Maximizar la adaptabilidad de las operaciones y tecnología del puerto con la tecnología cambiante de los usuarios y reducir el tiempo de adaptación y predicción del cambio tecnológico mínimo.
- Reducir los costes globales por el uso del puerto

### *Factores que influyen en los puertos*

- *Husos horarios:* Sirven para determinar la hora legal en los países que se encuentran a lo largo de un mismo meridiano; para hacerlo se toman como referencia al meridiano de Greenwich o meridiano origen. A partir del meridiano de Greenwich se establecen 12 husos horarios hacia cada lado de él, es decir hacia el este y hacia el oeste; a cada uno de ellos corresponden 15° de longitud (esto es el resultado de dividir los 360° de circunferencia del planeta entre las 24

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

horas, lo que nos da franjas de  $15^\circ$  de arco, cada una de las cuales equivale a una hora).



**Figura 1.7 Zonas horarias en el mundo**

Al meridiano de Greenwich, que recibe el nombre del observatorio situado en Inglaterra, le corresponden  $0^\circ$  y se le llama Línea internacional del tiempo; a la línea opuesta le corresponden  $180^\circ$ , o sea, el antimeridiano o Línea internacional del cambio de fecha. Esto significa que cuando penetramos al hemisferio oriental y cruzamos la línea del cambio de fecha debemos adelantar un día en el calendario, pero si vemos al hemisferio occidental, al cruzar la línea debemos atrasar un día (ver figura 1.7). Cuando se viaja cuando se vieja hacia el este de nuestro meridiano base hay que aumentar una hora por cada huso horario ( $15^\circ$ ; pero si viajamos al oeste, Hinterland Conocido como “zona de influencia”, traducción más acertada del termino Hinterland, de “inter”, detrás de, y “land”, tierra; por extensión, es la zona en la cual se consumen, producen o transforman productos que se mueven por el puerto. Es por lo tanto un concepto económico-geográfico-dinámico que refleja en el movimiento portuario su actividad económica.

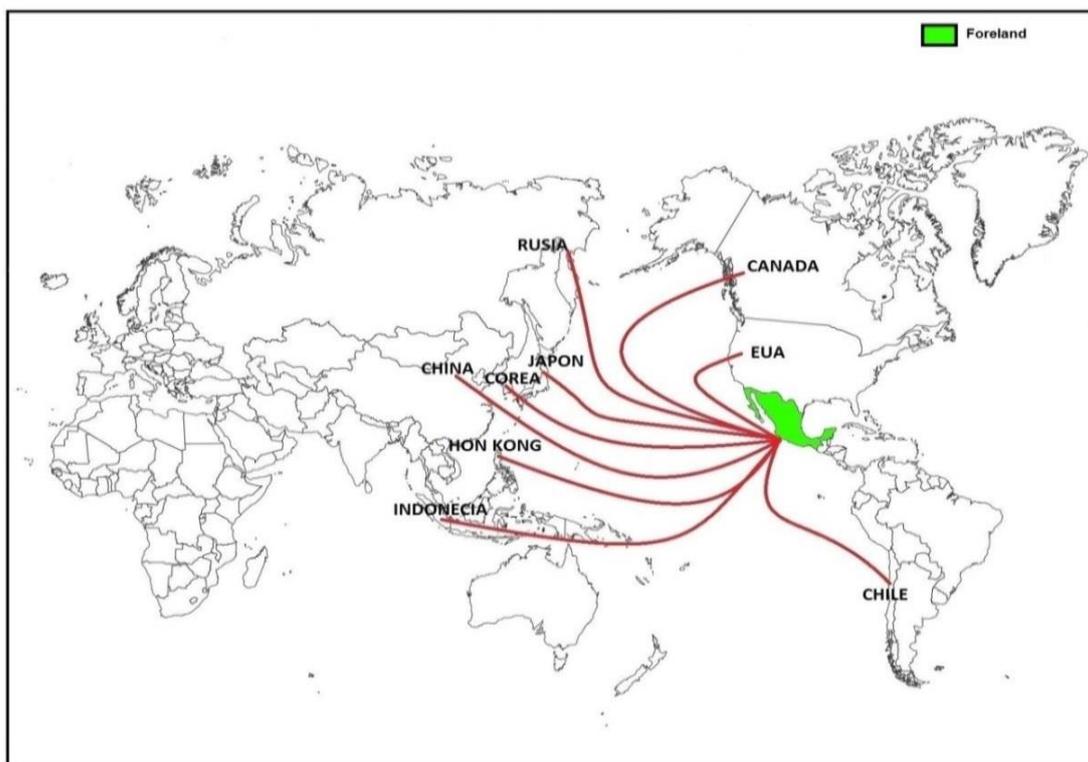
- *Hinterland*: Quedara limitado en todo caso, por la amplitud de la zona que pueda comunicarse con el puerto a través de ferrocarriles principales y secundarios, autopistas carreteras, caminos troncales y vecinales, rutas aéreas y vías de navegación interior (ver figura 1.8).

## CAPITULO I. ANTECEDENTES



**Figura 1.8 Manzanillo Hinterland**

- *Foreland:* Se refiere únicamente al área complementaria de un puerto conectada a este por barco, es decir, al conjunto de áreas desde donde se atraen las importaciones y se distribuyen las exportaciones (ver figura 1.9).



**Figura 1.9 Manzanillo Foreland**

### PUERTOS MEXICANOS

Se describirán los principales puertos de altura de los litorales mexicanos que reciben actualmente una atención especial por parte la Comisión Nacional Coordinadora de Puertos, para hacerlos funcional y que sirvan como instrumento impulsor del comercio internacional.

En el diario oficial de la federación del 14 de diciembre del 2012 se decretó cuáles son los puertos de altura y cabotaje con los que cuenta México de estos los principales son:

1. *Acapulco-Guerrero*
2. *Altamira-Tamaulipas*
3. *Coatzacoalcos-Veracruz*
4. *Ensenada-Baja California Norte*
5. *Puerto Chiapas-Chiapas*
6. *Guaymas-Sonora*
7. *Lázaro Cárdenas-Michoacán*
8. *Manzanillo-Colima*
9. *Mazatlán-Sinaloa*
10. *Progreso-Yucatán*
11. *Salina Cruz-Oaxaca*
12. *Tampico-Tamaulipas*
13. *Topolobambo-Sinaloa*
14. *Tuxpan-Veracruz*
15. *Veracruz-Veracruz*

CAPITULO I. ANTECEDENTES

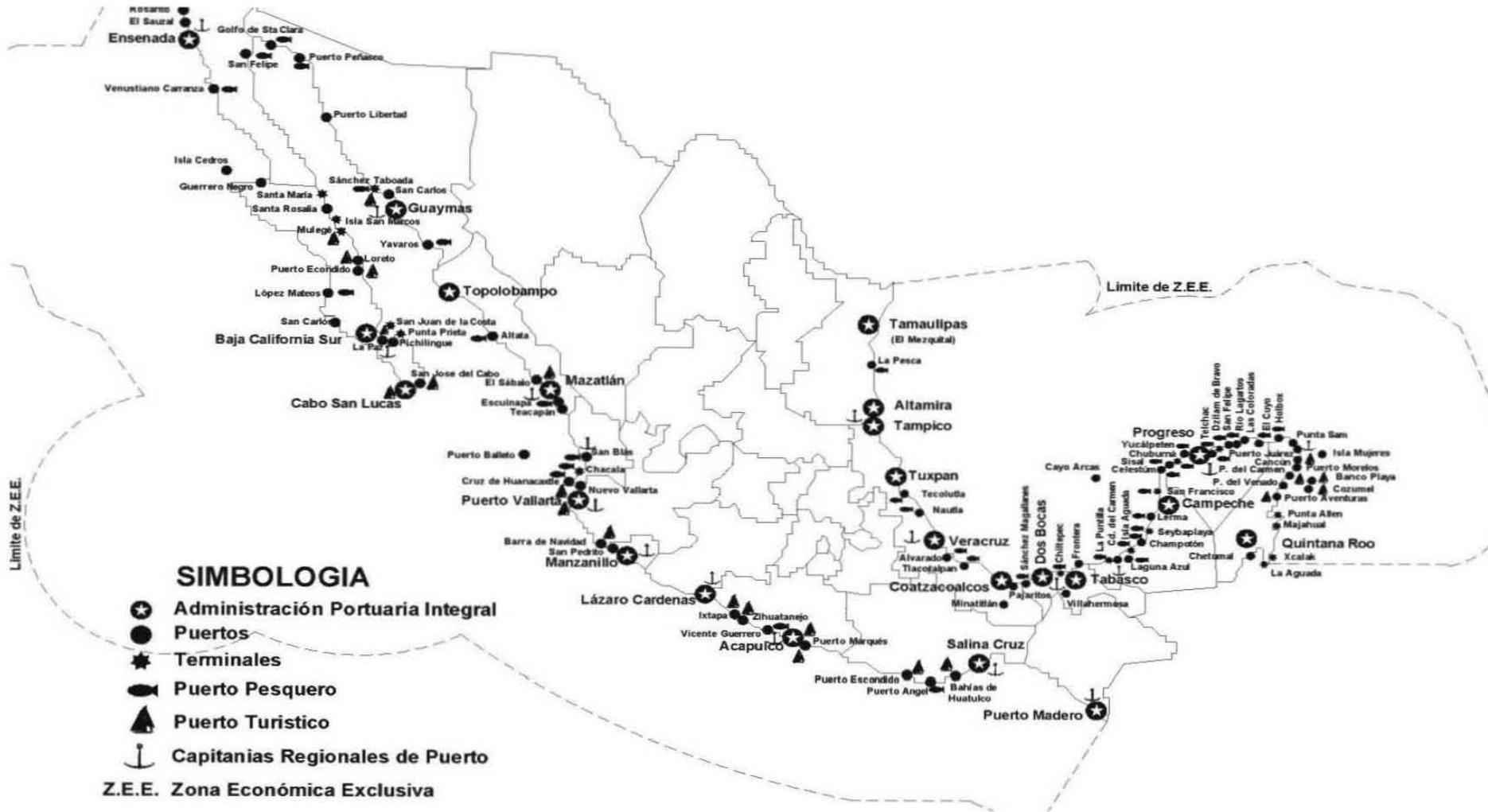


Figura 1.10 Puertos de la República Mexicana  
Fuente: Secretaria de Comunicaciones y Transporte

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### 1. Puerto de Acapulco

El puerto de Acapulco se localiza en la costa oeste de la República Mexicana, en el estado de Guerrero, en las coordenadas 16°51' Norte y 99°54' Oeste

Acapulco orientó de manera clara su actividad portuaria hacia dos vertientes en las cuales hasta la fecha resulta competitivo, estos son los cruceros turísticos (ver figura 1.11) y el manejo de vehículos.



**Figura 1.11 Cruceros en el puerto de Acapulco**

En la actualidad y más por razones geográficas que comerciales el puerto desempeña un papel significativo dentro de los puertos turísticos del Sistema Portuario Nacional, opera el 70% de los vehículos que se exportan por el pacífico mexicano con destinos principalmente en centro y Sudamérica así como lejano oriente (ver figura 1.12). En cuanto a cruceros turísticos, opera el 10% tanto de los pasajeros como de los cruceros recibidos también en el litoral pacífico.



**Figura 1.12 Autos a punto de ser embarcados en Acapulco**

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### 2. Puerto de Altamira

El puerto Industrial de Altamira se sitúa en el estado Tamaulipas, en la parte noreste de la República Mexicana entidad entre los 22° 12' 31" y los 27° 40' 52" de latitud Norte; y los 97° 08' 38" y los 100° 08' 51" de longitud Oeste; su localización en ese estado fronterizo con Estados Unidos de Norte América, favorece las relaciones económicas y las transacciones comerciales con México.

Muy cercano al puerto de Altamira se encuentra el tradicional puerto de Tampico, ubicado en la margen izquierda del río Pánuco a 10 Kilómetros de su desembocadura en el Golfo de México, ha servido tradicionalmente de entrada y salida para diversos productos (ver figura 1.13).



**Figura 1.13 Puerto de Altamira**

En contraste, el puerto de Altamira es un puerto artificial fomentado como parte de un Programa Nacional de Desarrollo de Puertos Industriales, con los objetivos de establecer contactos de comercio exterior con estados del centro y norte de México, y para cubrir la demanda de servicios portuarios y áreas industriales de una significativa industria petroquímica instalada en el sur de Tamaulipas Actualmente operan once terminales marítimas de diversos tipos y especialidades, así como más de un centenar de empresas de servicios portuarios, aduaneros y logísticos, aspectos relevantes para sus intereses productivos y comerciales. Ofrece servicios a la navegación, a las embarcaciones, a la carga y/o mercancía.

La Terminal especializada en almacenamiento y manejo de aceites, gases, químicos, petróleo y sus derivados y Operadora de Terminales Marítimas, ofrece servicios de carga, descarga, almacenamiento y logística de productos líquidos, se encuentran entre las más modernas en su tipo.

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### 3. Puerto de Coatzacoalcos

El Puerto de Coatzacoalcos, en el Estado de Veracruz, se ubica en las coordenadas 18°09 Latitud Norte 94°26 Longitud Oeste en la porción sur del litoral del Golfo de México; muy cerca de los límites con el Estado de Tabasco, se extiende el complejo desde la desembocadura del río hasta la isla de Pajaritos, en una longitud de mas de 6 km.

La terminal comunicada perfectamente por todos los medios (ver figura 1.14), permite operar las embarcaciones nacionales con los puertos de la costa este de los Estados Unidos, con los del Atlántico de Centro y Sudamérica, y con los del norte de Europa, el Mediterráneo y la costa oeste de África.



**Figura 1.14 Puerto Coatzacoalcos**

Los principales productos que constituyen el tráfico de carga del Puerto son el azufre, la melaza y productos químicos (exportaciones), gráneles agrícolas, fertilizantes y productos químicos (importaciones) y gráneles agrícolas y minerales (entradas de cabotaje).

Como un componente muy importante dentro de los movimientos del Puerto debe resaltarse el petróleo, sus derivados y diversos productos químicos que se manejan en la Terminal Marítima de Pajaritos.

La localización del Puerto de Coatzacoalcos en la zona del Istmo Tehuantepec, le confiere un enorme potencial para constituirse no sólo en uno de los extremos del corredor interoceánico sino también como asentamiento potencial de industrias medianas y pequeñas así como de negocios portuarios diversos de carácter internacional.

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### 4. Puerto Ensenada

El Puerto de Ensenada se localiza en la esquina noroeste de México, en el estado de Baja California, su posición geográfica se ubica en las coordenadas 31 51'30" Latitud Norte y 116 38'00" Longitud Oeste punto estratégico en la cuenca del pacífico, a solo 110 kilómetros de la frontera de México con los Estados Unidos de Norteamérica y en la cabecera del Municipio de Ensenada, colindando al norte con los estados de California y Arizona.

Representa la nueva alternativa en el manejo de la carga contenerizada con origen y destino en Asia, Centro y Sudamérica para la región noroeste de México y suroeste de EE.UU. Ensenada es un puerto por su alta actividad comercial y tiene una influencia importante en cuatro de los centros agrícolas y comerciales del estado: Tijuana, Mexicali, Tecate y el Valle de San Quintín, provee servicios de importación y exportación a maquiladoras así como a plantas de manufactura y ensamble,

Ensenada es el único puerto de altura en el estado de Baja California (ver figura 1.15) y forma parte de diversas rutas comerciales que lo enlazan con varias ciudades, entre ellas La Paz, Manzanillo, Mazatlán, Acapulco y Lázaro Cárdenas, así como San Diego, Long Beach y Los Ángeles; Puerto Quetzal, Valparaíso, Honolulu, Panamá, Lima, Yokohama y Hong Kong.



**Figura 1.15 Vista del Puerto Ensenada**

CAPITULO I. ANTECEDENTES



Figura 1.16 Principales Puertos Mexicanos 1

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### 5. Puerto Chiapas

Puerto Chiapas su posición geográfica, 17°59'08'' Latitud Norte 94°07'13 Longitud Oeste Puerto Chiapas se localiza en el extremo sur de México, en el litoral del Océano Pacífico y en el Estado de Chiapas. El puerto está ubicado a 32 kilómetros de la ciudad de Tapachula Puerto Chiapas es el primer puerto de México para el mercado de Centroamérica y Sudamérica Occidental, y una excelente oportunidad para el movimiento de todo tipo de mercancías.



**Figura 1.17 Crucero y buque carguero en Puerto Chiapas**

La infraestructura del puerto posee excelentes condiciones para el arribo de buques de gran porte; cuenta con una banda de atraque de 625 m, un canal de navegación con una longitud de 950 m, una amplitud de 350 m y 100 m de ancho en su canal de acceso, una dársena de ciaboga de 450 m de diámetro, con una profundidad de 11 m en todos ellos.

Debido a La infraestructura está en condiciones de recibir buques Portacontenedores de 1era y 2da generación, Graneleros de hasta 30,000 ton., Roll On Roll Off hasta de 30,000 ton. Cruceros hasta 115,000 TBR pues tiene 33 pies de calado (ver figura 1.17), además de tener un área de almacenamiento de 2500 m<sup>2</sup> y un cobertizo de 630 m<sup>2</sup> así como 22,300 m<sup>2</sup> de patios (ver figura 1.21).

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### *6. Puerto de Guaymas*

El puerto de Guaymas se localiza al norte de México en las costas del Océano Pacífico. En las coordenadas 27 grados 55 minutos al norte y 110 grados 54 minutos al oeste del Estado de Sonora, México. El puerto está a 1.8 km de carretera federal número 15 en la parte norte se encuentra la ciudad de Nogales que hace frontera con Estados Unidos, el puerto de Guaymas está resguardado por una bahía interna, la precipitación en la región y su mínima variación de mareas hacen al puerto uno de los más seguros del Pacífico. El puerto de Guaymas tiene el carácter de un puerto regional, cuyo acceso por vía marítima a las rutas del comercio internacional se realiza por el Océano Pacífico y el Golfo de Cortés. La zona de influencia que actualmente atiende el puerto está representada por los estados de Sonora, Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa y Arizona en E.U.A.

Actualmente el puerto de Guaymas cuenta con 67 Ha de tierra y 77 Ha de agua, lo que le permite tener una capacidad instalada de 7, 644,606 Ton. El puerto dispone de 6 posiciones de atraque en 2 bandas: la banda sur con 360 m y la banda este con 900 m, así como diferentes aéreas de almacenamiento cuenta con infraestructura diversa que permite la navegación segura de buques de gran calado, con un canal de acceso, dársenas de ciaboga y posiciones de atraque que frecuentemente reciben mantenimiento y dragado a fin de mantenerlos en óptimas condiciones (ver figura 1.18).



**Figura 1.18 Puerto de Guaymas**

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### 7. Puerto de Lázaro Cárdenas- Michoacán

La localización geográfica del Puerto de Lázaro Cárdenas es en los 17°54'58" latitud norte y 102°10'22" longitud oeste en la costa mexicana del Pacífico, donde limitan los estados de Michoacán y Guerrero. La ubicación geográfica del Puerto de Lázaro Cárdenas se encuentra en una productiva micro zona conocida como delta del Balsas, donde se desarrolla una gran actividad portuaria, comercial e industrial, dispone además en su cercanía del atractivo puerto turístico Ixtapa-Zihuatanejo;

El Puerto cuenta con varios accesos y canales dentro de los cuales se encuentra la bocana, el canal de acceso y los 4 canales de navegación secundarios del puerto los cumplen con las normas internacionales de seguridad para navegar en un solo sentido (ver figura 1.19). La longitud total de los canales es de 7,579 metros lineales, con profundidades de 14.50 y 16.50 metros de referencia al nivel de bajamar media inferior (NBMI). El fondeadero del Puerto se ubica al sur del mismo, cuenta con 5,282 metros de longitud, con un ancho de plantilla de 2,892 metros y una profundidad de entre 30 y 50 metros. El Puerto cuenta con dos dársenas de ciaboga de 700 y 530 metros de diámetro, con 16.50 metros (NBMI). El Puerto forma parte del Proyecto Bandera impulsado por el Gobierno Federal, el cual tiene como objetivo insertar a los puertos mexicanos en la cadena de suministro de mercancías con origen en Asia y destino final los estados de la Costa Este de los Estados Unidos a través de la activación de los tránsitos internacionales. Actualmente el origen de las mercancías de exportación del sector contenedores son principalmente el Distrito Federal en un 19% principalmente de cerveza y mercancía diversa; Michoacán 15% con aguacate, melón y mango; Nuevo León y Tamaulipas. El destino de dichas exportaciones lo concentran principalmente Japón y China en un 68%.

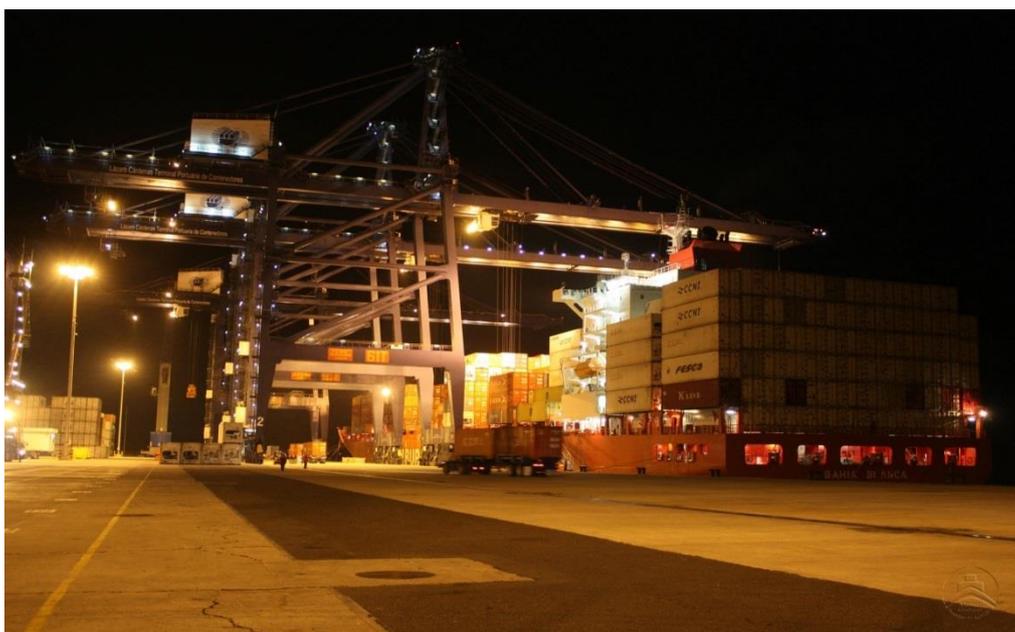


**Figura 1.19 Puerto de Lázaro Cárdenas**

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

En cuanto a las importaciones el 21% provienen de China con productos electrónicos; Nueva Zelanda con 12% (leche en polvo y queso), así como el 13% provenientes de Japón con auto partes y neumáticos primordialmente. El destino de las importaciones es el Distrito Federal en un 38%, Jalisco 7%, Morelos 8% y Michoacán 6% de productos tales como frutas, filamentos, auto partes y artículos electrónicos (ver figura 1.23). Adicionalmente se espera un aumento gradual en los tránsitos internacionales con destino a Estados Unidos. La carga que opera el Puerto de Lázaro Cárdenas cuenta con características que lo hacen diferente a cualquier otro del país, debido a que opera grandes volúmenes de gráneles minerales que se importan de diferentes orígenes.

Consecuentemente se caracteriza por tener a sus principales clientes cautivos en el mismo puerto por el tipo de actividades industriales que realizan, donde se recibe un mayor volumen de materias primas de importación y de cabotaje de entrada con relación a los productos terminados y semi-terminados que salen del puerto vía exportación en tráfico de altura y por vía terrestre al interior del país. En el aspecto comercial la competencia está relacionada con tres mercados principalmente: contenedores (ver figura 1.20), vehículos y carga general. Para el sector contenerizado existe una franca competencia con el Puerto de Manzanillo, por los tráficós que tienen origen y destino en la Zona Centro y Bajío del país.



**Figura 1.20 Descargando buque portacontenedores**

Las conexiones ferroviarias con las que cuenta y la posibilidad de crear puentes terrestres con puertos del Golfo y Atlántico. El Puerto cuenta con 11 corredores multimodales que conectan con los principales mercados nacionales. Hoy en día, el Puerto de Lázaro Cárdenas se ha caracterizado por ser un puerto industrial y zona productora de acero más importante del país al producir el 34% de este bien elaborado en México. A lo largo de 31 años el Puerto de Lázaro Cárdenas ha mantenido tasas de crecimiento considerables en el manejo de carga. En los últimos doce años la tasa de crecimiento de carga ha aumentado en 14% anual promedio.

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### 8. Puerto de Manzanillo

Manzanillo es un puerto comercial y destino turístico con un alto crecimiento en infraestructura y atracciones turísticas. Se localiza entre los 103°59' a 104°44' de longitud oeste y a los 18°53' a 19° 18' latitud norte, con altura sobre el nivel del mar de 4 metros en el malecón.

Manzanillo, que ha sido uno de los puertos mejor atendidos en los últimos años, cuenta con servicios y comunicaciones que lo han colocado en primer lugar. El puerto de Manzanillo se ubica en estado de Colima, dentro de la República Mexicana en la costa del Océano Pacífico.

Por su parte, la zona de influencia internacional del Puerto está integrada por la costa oeste del continente americano y la Cuenta del Pacífico. Los principales países con los que se realiza intercambio comercial son EUA, Canadá, Guatemala, Colombia, Ecuador, Chile, Japón, China, Taiwán, Corea, Indonesia, Malasia, Singapur y Filipinas. Por otro lado, existe también una importante actividad comercial con España, Rusia y Alemania; así como Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica. El puerto de Manzanillo es para México, la principal entrada de contenedores, con una participación del 60% en el Pacífico Mexicano y el 46% en todo el país (ver figura 1.21).



**Figura 1.21 Puerto de Manzanillo**

Manzanillo cuenta con 14 empresas operadoras para el manejo de todo tipo de carga, brindando rendimientos de clase mundial compite favorablemente con otros puertos ubicados en el pacífico mexicano. La Terminal Especializada en el manejo de contenedores (TEC), con capacidad de operación de hasta tres buques simultáneamente, y rendimientos de hasta 120 cajas por hora buque.

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

Destacan la Instalación de minerales preferentemente de Yeso, con capacidad de almacenamiento de 60,000 toneladas y rendimiento de carga a buque de 2000 ton/hora. Cámaras de congelación en la terminal pesquera con capacidad de almacenamiento de hasta 3,500 toneladas de productos del mar. Una instalación granelera con tres silos de almacenamiento de 7,000 toneladas c/u. La instalación granelera de Comercializadora La Junta, con capacidad de descarga de hasta 1,000 toneladas por hora, y almacenamiento para 50,000 toneladas.

Dos Instalaciones de usos múltiples para el manejo de carga general y contenerizada. Una instalación para el manejo especializado de productos líquidos a granel, como lo son el aceite de palma, y el aceite de pescado, con capacidad de almacenamiento por 13,900 m<sup>3</sup>.

Un frigorífico para el almacenamiento de productos perecederos, con capacidad para 3,000 toneladas.

Un almacén para el manejo de cemento a granel con capacidad de 25,000 toneladas operado por APASCO. Dos almacenes operados por CEMEX, uno para el manejo de 50,000 toneladas de Clinker y el segundo para el manejo de 16,000 toneladas de cemento a granel.

El puerto cuenta con una capacidad estática de 49,069 Teu's y dinámica de 2'132,667 Teu's (ver figura 1.22).



**Figura 1.22 Terminal de carga Manzanillo**



Figura 1.23 Mapa de los principales Puertos Mexicanos 2

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### 9. Puerto de Mazatlán

El municipio de Mazatlán está localizado en sur del Estado de Sinaloa, su localización esta entre 105° 56'55" y 106° 37'10" longitud oeste, y entre 23° 04'25" y 23° 50'22" de latitud norte. La altura sobre el nivel del mar es de 1.2 m., es un puerto de importancia regional dado que su zona de influencia está limitada a los estados vecinos de Sinaloa, pero en algunos productos, como automóviles, es de importancia nacional. Tiene un papel muy importante en el tráfico de cabotaje, en las rutas de cruceros y en los comercio de automóviles (ver figura 1.24).



**Figura 1.24 Transbordador en el Puerto de Mazatlán**

Además de servir al Estado de Sinaloa, el Puerto de Mazatlán atiende movimientos de carga de los estados de Nayarit, Durango, Sonora y Baja California Sur. El Puerto de Mazatlán constituye una importante vía para productos de exportación e importación tradicionalmente agrícolas y pesqueras y, en años recientes, bienes industriales como automóviles y para la industria de transformación, con rollos de lámina.

El Puerto de Mazatlán ha reforzado su vocación múltiple: contenedores, carga general, vehículos, cruceros, transbordadores, petroleros y atuneros, principalmente, para reforzar la economía en la que participa activamente.

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### *10. Puerto Progreso*

Puerto de Progreso Se localiza en el Golfo de México al noroeste del estado de Yucatán en situación geográfica Latitud 21° 16' 58" N, Longitud 89° 39' 49" W y a 36 km al norte de Mérida, la capital del estado las actividades que se realizan son turísticas, pesqueras y comerciales (ver figura 1.25). Progreso es base de una importante industria pesquera y se ha consolidado ya a partir de la construcción del Puerto de Altura, singular instalación marítima consistente en un viaducto que se interna en el mar 6.5 Km., para ganar profundidad y permitir el atracado de naves hasta de un calado de 34 pies, como un centro estratégico para la logística de exportadores e importadores de la Península de Yucatán. Los contenedores cargados de mercancías salen de Progreso hacia el mundo y llegan del exterior para ser distribuidos a la Península de Yucatán y otros lugares cercanos.



**Figura 1.25 Puerto de Progreso**

Es también Progreso un puerto turístico en pleno crecimiento. Operan actualmente cruceros grandes, que por lo general se detienen en una escala durante 24-36 horas. Los pasajeros desembarcan en el Puerto de Altura y son llevados a visitar el puerto de Progreso, Mérida, Izamal o los sitios arqueológicos mayas de Chichén Itzá, Uxmal y Dzibilchaltún.

El canal de navegación está orientado de Norte a Sur y tiene una longitud aproximada de 7.8 Km con una plantilla de 150 m en su sección recta, y en la sección de la curva va de 180 m al inicio hasta 280 m al final de la misma, una dársena de maniobra de 450 m de diámetro.

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### *11. Puerto de Salina Cruz*

El puerto de Salina Cruz, Oaxaca, se localiza en la parte norte del Golfo de Tehuantepec, en el Océano Pacífico, en situación geográfica latitud norte  $16^{\circ}09'30''$  y longitud este  $95^{\circ}11'30''$ . Está catalogado como puerto de altura y cabotaje. Desde el punto de vista del manejo de carga comercial, Salina Cruz es un puerto regional; sin embargo, por el alcance del abasto de combustibles que se realiza a través de él, puede calificarse como puerto de importancia nacional. Salina Cruz participa con el 5% de la carga transportada por vía marítima en el país.

Los límites del Puerto comprenden el área de circunferencia de 0.5 millas; cuyo centro es el punto de intersección del eje del canal con la línea imaginaria que une los extremos de los dos rompeolas, el antepuerto y la dársena de maniobra. El Puerto comercial cuenta con una sección de muelle, un muelle especializado para atención de embarcaciones portacontenedores; en la Zona Pesquera se tiene siete tramos de muelles en espigón y un muelle marginal para el servicio de embarcaciones pesqueras; en el área que ocupa la Terminal Marítima a cargo de PEMEX se tiene un muelle para carga de gas y una sección de muelle para atención de buque tanques para carga de productos derivados del petróleo líquidos y en el Sector Naval se dispone de dos muelles marginales para reparación a flote, un sincroelevador y un Astillero para reparación de embarcaciones, todos propiedad del Gobierno Federal . Además de la atención de los buques petroleros en rutas de cabotaje y de altura, Salina Cruz atiende buques en ruta de buques tipo trampa para el manejo de granel agrícola y carga general con origen o destino en el puerto (ver figura 1.26).



**Figura 1.26 Puerto de Salina Cruz**

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### *12. Puerto de Tampico*

El puerto de Tampico se localiza en las coordenadas 22°16"N, 97°47"0, en la parte sureste del estado de Tamaulipas, colindando con el estado de Veracruz a través del río Pánuco a diez Km. de su desembocadura en el Golfo de México, colinda al norte con el municipio de Altamira (1,663 Km<sup>2</sup>) y al este con el municipio de Madero (46.60Km<sup>2</sup>) con los cuales forma la zona Metropolitana. Tampico es uno de los principales puertos en la costa este de México, sirviendo de entrada y salida, para productos mineros, petroquímicos, acero, madera y otros productos industriales. Tampico cuenta con dos terminales públicas, 6 privadas y 10 patios destinados a la construcción de plataformas marinas de perforación (ver figura 1.27).

El puerto de Tampico ofrece en sus Terminales Publicas 11 posiciones de atraque con 2,149 metros lineales y un área de espacios techados para almacenamiento de más de 60,000 m<sup>2</sup>, también aproximadamente 20 servicios regulares de líneas navieras que lo enlazan con más de 100 países en todo el mundo incluyendo Canadá, Estados Unidos, Cuba, República Dominicana, Brasil, Venezuela, Europa, Australia y Singapur entre otros.



**Figura 1.27 Puerto de Tampico**



Figura 1.28 Mapa de los principales Puertos Mexicanos 3

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### *13. Puerto de Topolobampo*

El puerto comercial e industrial de Topolobampo, se localiza en el estado de Sinaloa, al noroeste del país, en la costa del Océano Pacífico, a sólo 200 millas de la entrada del Golfo de California. El puerto se ubica en las coordenadas: 25° 36' 00" latitud norte y 109° 04' 00" longitud Oeste. Se sitúa en una de las regiones de mayor producción agrícola del país. Su principal movimiento de carga se compone en gran proporción, por el manejo de los productos agrícolas, representando el maíz de granel el 49% del movimiento total de carga de productos agrícolas. Esta región cuenta con 415 mil hectáreas de riego que representan el 55% de la superficie del Estado de Sinaloa. El puerto de Topolobampo se comunica vía terrestre hacia el norte con la zona fronteriza de los Estados Unidos (Nogales y Mexicali) y hacia el sur con otras ciudades importantes de Sinaloa y el resto del país (ver todo 1.29).

Canal de acceso y canal de navegación: Longitud 19.7 km. (Desde Boya Recalada hasta terminal de PEMEX), plantilla: 200 metros, profundidad: 14.17 metros, tamaño de barco máximo: 240 metros, dársena de contenedores, plantilla: 500 metros profundidad: 15 metros, tamaño de barco máximo: 240 metros



**Figura 1.29 Puerto de Topolobampo**

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### *14. Puerto de Tuxpan*

El puerto de Tuxpan se ubica al norte del estado de Veracruz, situándose en la parte central del golfo de México, se encuentra localizado sobre la costa central del Golfo de México, al norte del Estado de Veracruz, Coordenadas: 20°57'30" Latitud norte 97°23'00" Longitud oeste.

El Puerto de Tuxpan cuenta con un canal de acceso principal con una longitud de 2,400m con amplitud de plantilla de 150m, el cual se encuentra totalmente señalizado, un canal de navegación secundario de 5,000m de Longitud, con amplitud de plantilla de 220. En el puerto de Tuxpan para las maniobras de atraque y desatraque se cuenta con una dársena de ciaboga de 400 m de diámetro, una dársena de operaciones de 220m de plantilla, cuenta con una superficie de 6,407.0 hectáreas, integradas por 58.6 hectáreas de terrenos de dominio público de la federación y 6,348.4 hectáreas de zona federal marítima (ver figura 1.30).

Río Tuxpan.- (20° 58' N; 097° 19' W). Tiene una profundidad máxima de 11.9 m sobre la barra y cuenta con rompeolas en su desembocadura que se extienden 0.25 M mar adentro. La profundidad mínima hasta la ciudad de Tuxpan es de 10.2 m. En la desembocadura del Río Tuxpan, se encuentran dos escolleras que cuentan con señalamiento marítimo. Al N de la desembocadura, se localizan 8 boyas de amarre, y entre el ENE y el SE, 8 plataformas de perforación.



**Figura 1.30 Puerto de Tuxpan (vista aérea parcial)**

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

### *15. Puerto de Veracruz*

Puerto de Veracruz localizado municipio, ciudad y estado del mismo nombre es uno de los puertos más importantes de México. Se localiza en una Latitud: 19° 12' 00" N Longitud: 096° 07' 59" O, Veracruz fue el primero y más importante puerto del país. Sirvió a los conquistadores de puerta y comunicación con la metrópoli, España. Hernán Cortés desembarcó en sus inmediaciones y durante siglos fue el punto de arribo o partida de las flotas de galeones que comunicaban a México con Cuba y España. Es un puerto natural posteriormente habilitado como puerto comercial.

El puerto de Veracruz opera actualmente 18 posiciones de atraque y cuenta con una superficie de almacenaje operada por la API Veracruz de 601,359.60 metros cuadrados.

Una terminal especializada de manejo de contenedores, 3 Terminales especializadas para granel agrícola, 1 terminal de granel mineral, 5 Instalaciones de usos múltiples, 2 Instalaciones especializadas para fluidos, 1 Instalación especializada para el manejo de granel mineral, 2 instalaciones especializadas para el manejo de autos, 1 terminal especializada para el manejo de combustibles, 1 Astillero, 1 Muelle de usos múltiples (ver figura 1.31).



**Figura 1.31 Puerto de Veracruz**

Cuenta con la infraestructura necesaria para todo tipo de operaciones dentro del Recinto Portuario, disponiendo de 8 muelles distribuidos en 3.5 km de longitud, 71,325 m<sup>2</sup> de almacenamiento cubierto, 18,707 m<sup>2</sup> de patios de almacenamiento y 116 hectáreas de ampliación norte para el desarrollo portuario.

CAPITULO I. ANTECEDENTES



Figura 1.32 Mapa de los principales Puertos Mexicanos 4

# CAPÍTULO II

## PLANEACIÓN PORTUARIA

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

### PLANEACION PORTUARIA

La comunidad internacional enfrenta una conjunción sin precedente de retos y oportunidades cuyas respuestas a ellas moldearan los esfuerzo para construir una economía mundial saludable, segura y equitativa. Esta afirmación, establecida en los compromisos de Cartagena adoptados por la reunión de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) en 1992 es totalmente aplicable al sector portuario.

En los últimos treinta años, el comercio internacional ha tenido un avance más rápido que la producción mundial. La producción ha sufrido un intenso proceso de globalización y entrado en un ámbito de competencia, que se ha traducido, a su vez, en nuevos requerimientos en el transporte y la distribución. Ahora se demanda mayor rapidez, confiabilidad y seguridad, costos reducidos, integración del comercio exterior y de las cadenas de transporte. Intermodalismo, desarrollo de redes de distribución integradas con transferencias en puertos concentradores; especialización y economías de escala en la operación de buques transoceánicos y flexibilidad y opciones múltiples para el usuario del transporte.

Esta evolución ha enfrentado a los puertos con nuevas responsabilidades. Los puertos pueden constituir, hoy día, una plataforma estratégica para el desarrollo del comercio en donde confluyen todos los actores de esta compleja organización que es el transporte internacional y sus usuarios.

En todo lo anterior se debe de tomar en cuenta el último factor particular para el caso de los puertos que, como la mayoría de los de Latinoamérica, se han desenvuelto un ámbito de servicio público no comercial en cual el estado ha sido responsable de su desarrollo y operación y por tanto la participación de la iniciativa privada ha sido marginal.

#### *Planeación portuaria tradicional.*

Planeación tradicional define objetivos claros cuantificables y alcanzables. Parte de la predicción del futuro a mediano o largo plazos, con la consecuente rigidez de respuesta frente a los cambios del entorno exterior, que hacen que la adopción de medidas correctivas se haga hasta el momento en el cual el escenario real difiere del previsto. Esto es cuando una decisión sobre el futuro desarrollo se toma como una reacción ante un reto o amenaza del entorno que podría colocar al puerto en situación desfavorable de competencia, se dice que el proceso decisorio es de carácter reactivo. La planeación tradicional se inserta en este carácter.

La base del proceso es la definición de escenarios contruidos a base de la extrapolación de cifras y tendencias lo cual se manifiesta en una planeación física con sus correspondientes proyectos y presupuestos.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

### *Planeación estratégica en Puertos*

En términos generales, puede decirse que la planeación estratégica consiste en planear el futuro de una organización en el entorno cambiante que lo rodea. Permite que ello se haga, en lo interno, con pleno conocimiento de las fortalezas y debilidades de la organización y en lo externo, identificando las oportunidades y amenazas del entorno donde se ubica, que pueden presentarse en el futuro.

Este tipo de planeación, atiende fundamentalmente la relación de una organización con su entorno externo y la estructura de debe adoptar para enfrentar apropiadamente la misión que debe cumplir. El objetivo de la planeación estratégica es determinar líneas de acción y formular metas que, al traducirse en programas y actividades específicas, den una ventaja competitiva a la organización para ampliar sus posibilidades de desarrollo.

Planear estratégicamente es desarrollar un sistema de aprendizaje institucional que forma parte sustancial de la cultura de la organización. Este aprendizaje debe ser ágil y más rápido que el de los competidores. El papel de la planeación estratégica no es hacer planes en sí, sino cambiar el esquema organizativo y de los modelos mentales de las personas que tienen que tomar las decisiones.

En síntesis, la planeación estratégica pone énfasis en parámetros dinámicos tales como:

- La rapidez de respuesta a la demanda,
- La rapidez de adaptación al cambio, y
- La rapidez en el uso de la experiencia para propiciar o impedir que se repitan, situaciones históricas.

La planeación estratégica provee una herramienta para distinguir entre oportunidades consistentes y desastres latentes y la base racional para aceptar o rechazar potenciales. Un puerto puede tener éxito sin usar planeación estratégica. Inversamente un puerto que ha hecho planeación estratégica puede fallar. Sin embargo, es más difícil fallar con un bien elaborado plan estratégico que sin él.

### **COMERCIO EXTERIOR Y TRANSPORTE MARÍTIMO**

Es comúnmente reconocida la prioridad que ocupa el comercio exterior en las políticas económicas de las naciones comercialmente más poderosas, al grado que las ha llevado a desarrollar, conjuntamente con el sector privado, programas de inversión y organización muy importantes para mantener a los bienes producidos en los países correspondientes, en posición competitiva respecto de los de otras naciones.

En materia portuaria, la casi totalidad de las inversiones para asegurar el nivel competitivo requerido, se ha concentrado en terminales de contenedores y para servicios multimodales. A lo anterior, se suman la especialización para incrementar la eficiencia

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

de los sistemas de transporte que se utilizan en las cadenas logísticas, agregando a ello el uso de sistemas de control, tramitación y seguimiento a base de teleinformática.

El manejo de otro tipo de cargas, particularmente los gráneles, se hace en terminales especializadas, frecuentemente integradas a procesos industriales. La ubicación de tales desarrollos obedece a las razones de estrategia comercial e industrial correspondiente.

Hace 20 años el comercio mundial se concentraba en torno a tres grandes bloques que controlaban el 80% del Producto Mundial Bruto:

- a) El norteamericano, encabezado por los EEUU.
- b) El de la Unión Europea, encabezado por Alemania.
- c) El asiático encabezado por Japón.

Con el auge económico de los países asiáticos (Japón, Corea, Hong-Kong y Singapur) se aceleró la contenerización de la carga marítima, lo que a su vez permitió el surgimiento de la intermodalidad marítima-terrestre para dar soluciones integrales puerta a puerta entre orígenes y destinos lejanos; fenómeno alimentado por las importaciones de los países ricos, grandes consumidores de bienes manufacturados asiáticos.

Ante los volúmenes de bienes intercambiados entre Asia y estos países consumidores aparecieron nuevas soluciones logísticas como el multimodalismo, el intercambio electrónico de datos (EDI), base de los instrumentos de negociación y de regulación aduanal y renació el ferrocarril como actor protagonista para recorridos de larga distancia en el mundo del transporte terrestre.

La suma de estos cambios tecnológicos y logísticos hizo evolucionar el mundo del transporte de la carga de alto valor, al incorporar y subordinar el transporte marítimo a la lógica económica de cadenas de comercialización globales y se aceleró la concentración de grandes empresas marítimas y operadoras de terminales portuarias lideradas por países asiáticos; fenómeno que no ha dejado de consolidarse desde entonces, hasta convertirse en el motor de las economías de exportación con el recién surgimiento de China como nuevo centro manufacturero mundial.

En la medida en que el tamaño de los buques porta contenedores crecía, los flujos a través del Canal de Panamá se redujeron radicalmente, generándose la banda de oro del comercio mundial, entre los paralelos 30° y 60° de latitud norte, por donde fluía el 79% de la producción mundial bruta y el 72% del comercio internacional.

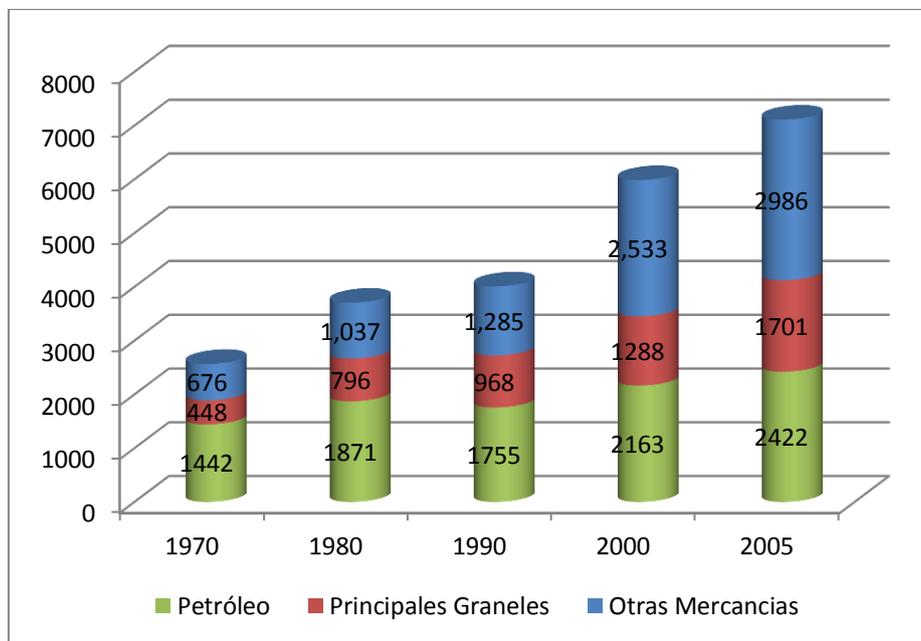
Hoy en día el mercado internacional obedece a tres reglas principales:

- a) La liberalización del comercio internacional estimula la demanda de servicios logísticos integrados.
- b) El transporte se valora más por su contribución a los objetivos estratégicos de la producción que por el costo del servicio.
- c) En los próximos veinte años la modalidad de los servicios sólo agua cederá el paso al multimodalismo como forma dominante.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

### *Intercambio marítimo mundial.*

Las industrias portuarias y de transporte marítimo son elementos cruciales para la economía mundial. Hoy día se calcula que más del 80% del volumen del comercio internacional se transporta por mar.



**Grafica 2.1 Comercio mundial por vía marítima.  
(Millones de toneladas)**

Se estima también que en el orden mundial (ver figura 2.1) este comercio tiene valor por más de un trillón de dólares por año. Alredor de la mitad de estos intercambios. Equivalente a 90% de la carga genera, se realiza en contenedores, las formas más modernas y eficientes de transportar mercancías.

### *Comercio Marítimo Mundial*

Las condiciones macroeconómicas mundiales son las que producen los altibajos en el transporte marítimo. Los acontecimientos que se producen en la economía y el comercio mundial de mercancías es también influyen en el comercio marítimo.

En 2010, las materias primas siguieron dominando el comercio marítimo mundial; el tráfico de petroleros representó aproximadamente la tercera parte del tonelaje total, mientras que los contenedores y la demás carga seca tuvieron una participación de alrededor del 40%. El resto (aproximadamente un 28%) está compuesto por los cinco gránulos principales, es decir el mineral de hierro, los cereales, el carbón, la bauxita/alúmina y el fosfato.

En 2010 la carga seca, que incluye los gránulos principales, los gránulos secundarios, la carga general y el tráfico contenedorizado, se reactivó y fortaleció en un sólido 8,4%

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

con respecto a 2009. Este crecimiento fue consecuencia del efecto continuo del gasto de estímulo, que reforzó la inversión y la demanda de materias primas. En particular, lo alimentaron tanto la actividad industrial de las regiones emergentes como la reposición de existencias. También se recuperó el volumen del comercio petrolero, que aumentó un 4,2% con respecto a 2009 (ver tabla 2.1), impulsado en particular por la creciente demanda energética en las regiones emergentes de Asia.

Año	Petróleo	Principales gráneles	Otra carga seca	Total (todas las mercancías)
1970	1 442	448	676	2 566
1980	1 871	796	1 037	3 704
1990	1 755	968	1 285	4 008
2000	2 163	1 288	2 533	5 984
2006	2 698	1 836	3 166	7 700
2007	2 747	1 957	3 330	8 034
2008	2 742	2 059	3 428	8 229
2009	2 642	2 094	3 122	7 858
2010	2 752	2 333	3 323	8 408

**Tabla 2.1 Evolución del tráfico marítimo Internacional en los años indicados.  
(Recopilación de la secretaria UNCAD)**

Como demostración de su creciente posición como motor del crecimiento, los países en desarrollo continuaron siendo las principales zonas de carga y descarga, y su participación en el total de las mercancías cargadas y descargadas en 2010 se elevó al 60% y el 56%, respectivamente.

### *Los sistemas de transporte*

El transporte Internacional ha sufrido varios cambios, derivados en cambios estructurales se podría decir de la siguiente manera.

- a) La eliminación gradual de las barreras de comercio, la rápida generación de informaciones relacionadas con flujos de mercado y las notables mejoras en la infraestructura de comunicaciones y transportes, han dado gran movilidad e intercambialidad a los flujos de comercio.
- b) El cambio de las políticas económicas de numerosos países de sustituir importaciones para ser exportadores, han desembocado en importantes aumentos en el ámbito de la competencia en los mercados internacionales.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

- c) La búsqueda de economías de escala es continua, no obstante el riesgo creciente de alcanzar el punto en que ello conduzca a la reducción de beneficios.
- d) Los avances en sofisticados sistemas de logística y distribución han propiciado un marcado desarrollo en el intercambio internacional de cargas de alto valor.

### ELEMENTOS FISICOS CONSTITUTIVOS DE UN PUERTO

#### *Obras Exteriores.*

Desde el punto de vista de los puertos, se consideran aquellas que se realizan en el mar, como son:

- a) *Rompeolas.* Estructura construida con el propósito de formar un puerto artificial que nos proporcione una dársena de maniobras suficiente para llevar a cabo con seguridad las maniobras de las embarcaciones durante su acomodo en el puerto.
- b) *Escolleras.* Conjunto de obra y piedras o bloques echados al fondo del mar, para proteger en forma de dique, la entrada de un puerto, embarcadero, río, etc. contra el embate del oleaje.
- c) *Espigones de protección.* Estructura construida para proteger una costa (usualmente perpendicular a la línea de costa) y que sirve para atrapar el transporte litoral o retardar la erosión de una costa.
- d) *Dragados.* Extracción del material de una zona con objeto de aumentar la profundidad o de obtener arena para verterla en otro lugar.

#### *Obras Interiores.*

Las Obras Interiores, son las que se llevan a cabo en la zona terrestre de los puertos, como son:

- a) *El dragado interior de canales y dársenas.*
- b) *Obras de atraque, áreas de maniobra.*
- c) *Áreas y edificaciones de almacenamiento.*
- d) *Accesos y controles de la zona portuaria.*
- e) *Edificios administrativos o instalaciones para servicios de reparación y mantenimiento.*

#### *Clasificación de obras o elementos constitutivos de un puerto.*

Una clasificación objetiva de los elementos de un puerto, de acuerdo a la zona donde se localizan es:

#### *Áreas de Agua*

- a) *Accesos al Puerto*
  - Obras Exteriores
  - Bocana
  - Canal de Navegación
  - Fondeadero y Antepuerto

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

- b) *Áreas de Maniobra*
  - Dársenas de Ciaboga
  - Canales Secundarios
  - Dársenas de Maniobras
- c) *Áreas de Servicio*
  - Dársenas de Servicio
  - Otras

### *Áreas Terrestres*

- a) *Muelle y Atracadero*
  - Diversos Tipos:
    - *Muelles*. Los muelles son las estructuras que permiten fijar las embarcaciones de un costado (estribor o babor), para facilitar las maniobras de carga y/o descarga de las mercancías, o en su caso el ascenso y descenso de pasajeros. Sus características físicas estarán en función del tipo de barco y las mercancías que por él se manejen diques desenas, áreas de almacenamiento, boyas de amarre, tuberías subacuáticas, ductos, plataformas y muelles flotantes.
    - *Muelles de Avituallamiento (Puertos Pesquero)*. Instalaciones especiales que se utilizan para proveer de agua, hielo, víveres, etc. a las embarcaciones del producto pesquero y eventualmente usado para avituallamiento. Se localizan inmediatos a los centros de recepción o a las plantas de tratamiento.
    - *Muelles de estadía inactiva (Puertos Pesquero)*. Son los utilizados para atracar embarcaciones inactivas u ociosas, se localizan en áreas de menor tráfico donde no interfieran con el resto de la flota.
    - *Muelles de reparación y mantenimiento a flote (Puertos Pesqueros)*. Son los tramos de atraque donde se efectúan reparaciones de máquinas, equipo electrónico y de pesca de las embarcaciones que no requieren el uso de varadero.
    - *Muelles de uso público (Puertos Pesqueros)*. Son aquellos muelles que admiten la descarga y avituallamiento a cualquier embarcación que no tiene otra posibilidad de efectuar esas operaciones en otro muelle de uso exclusivo para alguna actividad o por razones de propiedad de alguna planta industrial.
    - *Bitas*. Las estructuras de atraque se complementan con las *bitas*, las cuales son elementos para el amarre de los barcos al muelle.
    - *Defensas*. Elementos que evitan que las embarcaciones estén en constante choque o roce directo con las estructuras de atraque y se dañen.
    - *Estibadores*. Persona que carga, descarga y distribuye convenientemente cargas en un buque.
    - *Muelles de Combustible (Puertos Pesqueros)*. Son instalaciones especializadas que se utilizan para abastecer de combustible y lubricantes a las embarcaciones; en tierra cuenta con ductos, bombas, medidores, tanques de almacenamiento, etc.
    - *Muelles de Descarga (Puertos Pesqueros)*. Son los utilizados para la descarga
      - Boyas de Atraque, Suministro y Recalada
- b) *Zonas de Transferencia*

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

- Carga y Descarga
- Maniobras
- Vialidades de circulación
- c) *Almacenamiento*
  - Patios
  - Cobertizos
  - Bodegas
  - Silos y tanques
- d) *Instalaciones Complementarias*
  - Talleres y muelles de reparación a flote y mantenimiento
  - Diques flotantes
  - Diques secos
  - Varaderos
- e) *Servicios Portuarios Generales y Especiales*
  - Edificios Administrativos y terminales
  - Abastecimiento de agua, combustible y avituallamiento
  - Médicos y sanitarios
  - Sistema eléctrico
  - Sistema de alumbrado
  - Sistema hidráulico
  - Servicio de agua
  - Sistema contra incendio y plantas de tratamiento
  - Control de la contaminación
  - Habitaciones
  - Laborales y comerciales
  - Autoridades y pilotaje
  - Control y Vigilancia
  - Bardas perimetrales y cercas
- f) *Equipo*
  - Mecanización en muelles, bodegas, silos, etc.
  - Bodegas de maquinaria y equipo
  - Maquinaria y equipo de operación.
- g) *Ayudas a la Navegación*
  - Faros
  - Balizas
  - Boyas
  - Radar
  - Señales eléctricas
  - Sistemas de posicionamiento por satélite
- h) *Accesos Terrestres*
  - Vialidades interiores y calzadas
  - Vías férreas, espuelas y patios de vías
  - Estacionamientos
  - Controles (de acceso, aduanales, etc.)

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

### *Acceso Terrestre*

#### *a) Vías interiores de circulación.*

- Áreas destinadas a almacenamiento y a maniobras diversas en directa relación con la carga y descarga de embarcaciones.
- Áreas destinadas a maniobras de diversa índole de las embarcaciones que llegan al puerto.
- Almacenes. Son las estructuras en las que se guardan las mercancías cuando no son transferidas directamente entre los modos de transporte (regulan el flujo de la carga a lo largo del tiempo). Sus características están en función de la naturaleza y valor de la mercancía

#### *b) Líneas férreas*

- El transporte ferroviario, es un servicio de interés general y esencial para la comunidad y puede ser de viajeros y de mercancías (ver figura 2.1). La explotación eficiente de los ferrocarriles es necesaria para hacer posible el transporte de grandes volúmenes de mercancías baratas a bajos precios manteniendo una competencia eficaz con otras formas de transporte (ver figura 2.3).



**Figura 2.1 Líneas Férreas de puerto del puerto de Veracruz**

#### *c) Transporte de Mercancías por Carretera.*

- El transporte de mercancías por carretera, se realiza mediante vehículos automóviles utilizando las carreteras de uso público (ver figura 2.2). Como estas forman, en la mayoría de los países, redes muy densas, este tipo de transporte permite una gran movilidad haciendo posible el

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

transporte puerta a puerta sin necesidad de transbordo. Por la misma razón, es muy frecuente que los transportes por carretera, ya que el transporte desde el origen a las estaciones, o puertos, o desde estos a los puntos de destino se realiza en camiones (ver figura 2.4).



**Figura 2.2** Mercancía saliendo del puerto de Veracruz en transporte carretero

*d) Transporte Aéreo.*

- Este transporte prácticamente inexistente, ya que es el más caro y por ello menos utilizado.

*e) Canales y ríos.*

- Es muy adecuado para el transporte de grandes volúmenes de industrias ubicadas a sus márgenes o en sus vecindades.

*f) Tuberías.*

- Ofrecen un sinnúmero de ventajas en relación con su capacidad, trazo para su localización y automatismo en su operación. Su uso más frecuente es en el manejo de productos petroleros.

*g) Bandas transportadoras.*

- Este procedimiento puede ser empleado para el transporte de graneles sólidos minerales desde los sitios de explotación hasta los puntos de embarque. Su rendimiento es variable y puede operar en cualquier condición de terreno y clima, además de interferir con otros medios de transporte.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA



**Figura 2.3 Red Ferroviaria**  
Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

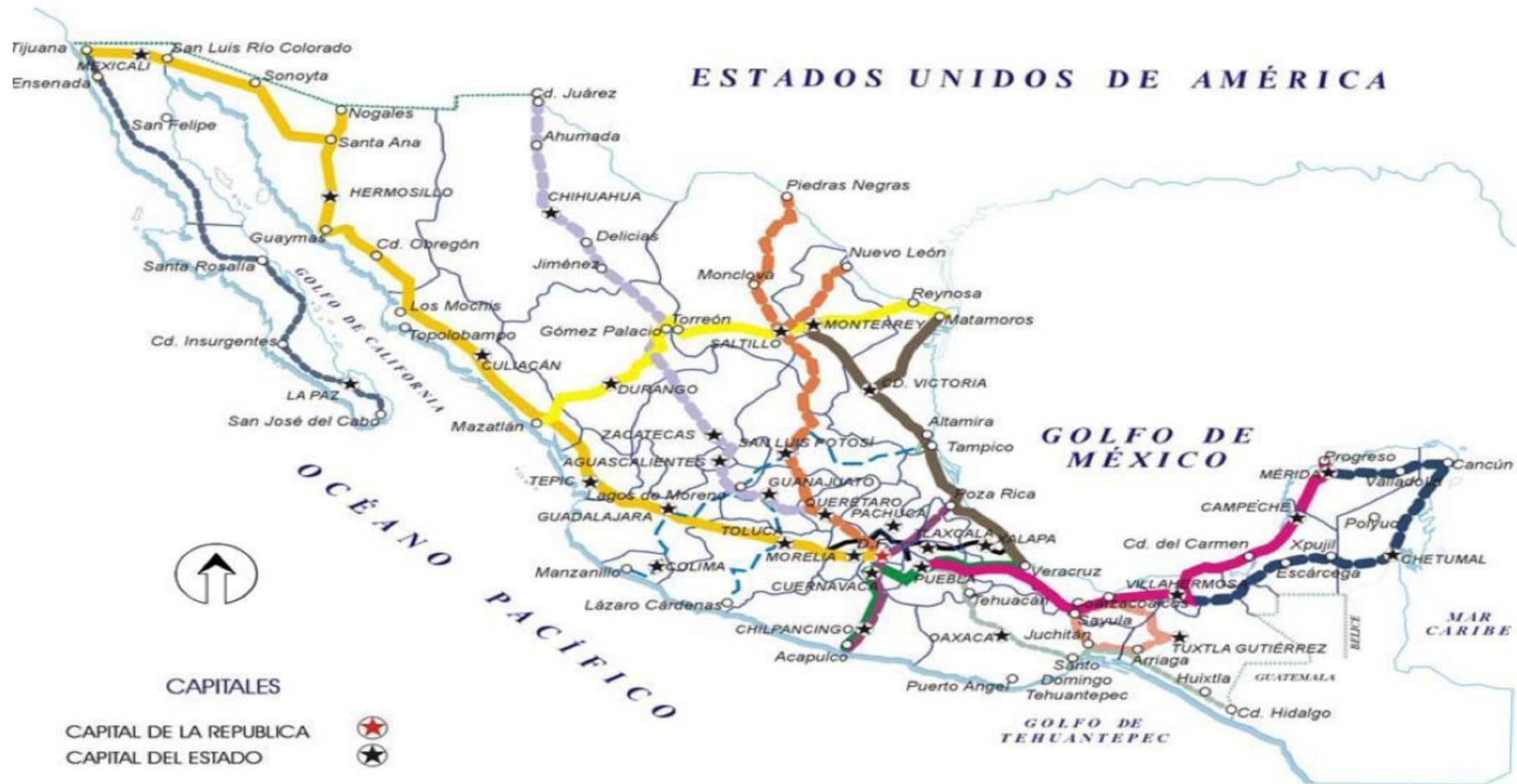


Figura 2.4 Red Carretera de México  
Fuente: Secretaria de Comunicaciones y Transporte

### CLASIFICACIÓN DE PUERTOS

Considerando la Ley de Puertos y la terminología actual en el mundo, los puertos y terminales marítimas se clasifican:

#### *Por su navegación*

- a) *Altura*. Cuando atiendan embarcaciones, personas y bienes, en navegación entre puertos y/o puntos nacionales e internacionales.
- b) *Cabotaje*. Cuando solo atiendan embarcaciones, personas y bienes, en navegación entre puertos o puntos nacionales.

#### *Por sus Instalaciones y Servicios*

Existen diferentes criterios para clasificar los puertos, pero por objeto de estudio se clasificaran según su naturaleza en función económica, pero esto no significa que no puedan existir otras dentro de las instalaciones portuarias.

#### *Puertos Comerciales*

Cuando se dediquen preponderantemente, al manejo de mercancías o de pasajeros de tráfico marítimo. Dentro de éstos, se podrán recibir embarcaciones de cabotaje y de altura, así como operar el tráfico comercial internacional; también por sus características físicas, los dedicados al movimiento petrolero y granelero (se incluyen minerales y granos).

Entre ellos pueden diferenciarse distintas categorías:

- a) *Puertos de tránsito*. Donde se efectúan solamente funciones de fraccionamiento y agrupación de carga. Suelen estar localizados dentro de grande nudos de tráfico marítimo. Fomentan intensamente las intermodalidad entre medios de transporte marítimos. Con frecuencia necesitan pocas conexiones con infraestructuras de transporte terrestre y grandes superficies de almacenaje. En contraste con todo ello, el índice de creación de empleo por tonelada de mercancía movida es bajo en general, al estar mecanizada gran parte de las funciones.
- b) *Puertos esencialmente exportadores*. En muchas ocasiones se trata de puertos muy especializados, incluso en un solo producto. La red de transportes terrestres y la extensión del hinterland dependen del grado de dispersión del mismo. En relación con la complejidad de dicha red la aparición de actividades inducidas que utilizaran las instalaciones portuarias será más abundante. Suelen necesitar grandes superficies de almacenaje pero el índice de creación de empleo por tonelada de mercancía movida sigue siendo, en general, bajo. A largo plazo y solo en algunas ocasiones, puede servir de atracción para la instalación de industrias auxiliares y de primera transformación. Se trata de instalaciones muy

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

vulnerables a la coyuntura económica, sobre todo a los cambios en el mercado y la producción del elemento en se basan.

- c) *Comerciales no especializados*. Tienen, en general, muchos más efectos territoriales y más diverso. En principio, sus áreas de influencia terrestre y marítima son más amplias y complejas. Su ubicación tradicional en centros históricos importantes hace que sus relaciones con dicho espacio sean normalmente difíciles. Suelen conformar una red de infraestructura terrestres amplia y compleja. Tanto la creación de empleo (directo e inducido) como la atracción de desarrollos industriales son altas.

### *Puertos Industriales*

Cuando se dediquen preponderantemente al manejo de bienes relacionados con industrias establecidas en la zona del puerto o terminal.

Existen dos categorías de puertos Industriales.

- a) *Especializados*. Normalmente están vinculados a la industria pesada, que importan ciertas materias primas cuyo transporte es mayoritariamente marítimo (acerías, petroquímicas, hidrocarburos, etc.) Suelen precisar un gran calado y grandes superficies de almacenaje. En muchas ocasiones se sitúan fuera de los puertos comerciales existentes (sobre todo los de nueva planta). El desarrollo de la red de transportes terrestres depende del destino del producto transformado. En muchos casos vuelve a salir de nuevo por mar. Suponen un bajo índice de empleo por tonelada movida ya que se trata de actividades muy mecanizadas. Producen una escasa dinamización del entorno, suelen convertirse en “islas industriales”
- b) *Poli-industriales*. Suelen ser consecuencia de largos procesos históricos. Son los “organismos oceánicos más complejos”. Tienen amplias áreas de influencia marítima y terrestre. Conforman redes de transporte terrestre complejo. Se caracterizan por una alta creación de empleo tanto directo como inducido y una fuerte atracción de industrias auxiliares. En general, tienen intensos efectos territoriales, entre ellos la polarización del empleo e infraestructuras.

### *Puertos Pesqueros*

Los puertos Pesqueros, cuando se dediquen preponderantemente al manejo de embarcaciones y productos específicos de la captura y de proceso de la industria pesquera.

Por otro lado, el grado de atracción de industrias auxiliares o derivadas y la creación de empleo inducido también es alto. Su poder estructurante es en general limitado, aunque siempre depende de la existencia e importancia de otras actividades. Normalmente son instalaciones antiguas, en muchas ocasiones ocupan espacios pequeños dentro de puertos más complejos y, en otras encuentran bien integrados en la población en que se encuentran. En la actualidad, al encontrarse en crisis esta actividad sus efectos territoriales son aún más imperceptibles y, en muchos casos están reorientando sus

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

funciones a usos recreativos y turísticos aprovechando su localización urbana céntrica y privilegiada.

### *Puertos Deportivos*

Los puertos deportivos constituyen la función más reciente asignada a estas instalaciones y también la que ha tenido un crecimiento más espectacular. Suelen convertirse en verdaderos recurso turísticos que atraen y polarizan estos flujos. Según se localicen dentro de puertos con otras funciones o se trate de instalaciones de nueva planta los efectos territoriales son diferentes. En el segundo caso sus expectativas económicas suelen ser mayores o más inmediatas en cuanto a actividades inducidas (fundamentalmente inmobiliarias). Pero también suelen ser más profundos sus efectos sobre el territorio y el medio físico. Entre otras cosas, suponen una nueva ocupación de frente y fondos costeros (con todos los impactos ambientales consiguientes) y constituye una isla, en muchos casos de uso exclusivo y propiedad privada, a la que hay que dotar de infraestructuras de transportes propias.

### *Puertos Militares*

Los puertos Militares, destinados a la Secretaría de Marina para uso de la Armada de México. Normalmente con ubicaciones lejanas a los puertos tradicionales debido a las características especiales de sus funciones. Son espacios exclusivos e incompatibles con otras actividades, controlados con medidas de seguridad especiales que suelen ir más allá de sus propios límites físicos (zonas de seguridad terrestres, acuáticas e incluso aéreas). Su localización responde a la estrategia militar, con lo que la coyuntura política puede imponer cambios en determinadas circunstancias. En algunos casos lleva consigo la aparición de un núcleo residencial y de ocio de uso exclusivo militar y en otros la de complejos industriales ligados a la defensa (sobre todo construcción naval y de armamento).

## **CLASIFICACION POR GENERACION**

Se clasificara a los puertos en tres generaciones de acuerdo por su desarrollo generacional.

### *Puertos de primera generación.*

En la primera generación, previa a los años '60, los puertos operaban de manera aislada, actuando como una simple conexión entre el espacio terrestre y el transporte marítimo. Las actividades que le correspondían al puerto simplemente eran la transferencia de carga de la nave al muelle y viceversa. De esta manera, el puerto permanecía desligado de las actividades comerciales y de transporte, así como de otras necesidades de los usuarios. Asimismo, las distintas compañías que operaban en el puerto lo hacían de manera independiente, no llevando a cabo operaciones conjuntas y de colaboración en la promoción económica del puerto

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

### *Puertos de segunda generación.*

A diferencia de los puertos de primera generación, los de segunda no actúan de manera aislada, sino en relación con la industria del transporte. De hecho, la participación de la autoridad local va desde generar las explanadas necesarias para el movimiento y acopio de carga hasta desarrollar y mejorar las actuales vías de acceso a los terminales portuarios. Esto, sin mencionar su participación en las actividades de difusión para mejorar la imagen que la ciudadanía tiene sobre el puerto. De esta manera, por su diversidad de funciones, los puertos de segunda generación actuaron como centros de servicios comerciales, industriales y de transporte, añadiendo así "valor" a las cargas.

### *Puertos de tercera generación.*

Como la gestión portuaria se caracteriza por el desarrollo de centros integrados de transporte y por la creación de plataformas logísticas, los puertos de tercera generación se convierten en nodos dinámicos dentro de la compleja red internacional de producción y distribución. En este contexto, los servicios portuarios no sólo se especializan, sino que se hacen más variables combinando una multitud de servicios y prestaciones.

Por otra parte, como deben adaptarse rápidamente a los avances tecnológicos y a los requerimientos de dicha industria, se crean áreas industriales para generar mayores rendimientos de las cargas con respecto a los puertos y se refuerzan las medidas de protección medioambiental y de seguridad. Finalmente, en los puertos de tercera generación se produce una notable mejora en lo que atañe a la eficiencia administrativa, al uniformarse los documentos administrativos y burocráticos.

## LOS USUARIOS DE UN SISTEMA PORTUARIO

### TRAFICO PORTUARIO

El tráfico portuario consiste en el traspaso de mercancías y pasajeros que tiene lugar en el puerto, siendo este último un gran servidor de otros sectores o modos de transporte, no en vano, se considera un punto de transferencia intermodal del transporte. Los usuarios de este tráfico portuario son dos:

- a) *El pasajero.* Es decir, la persona que es objeto de un transporte marítimo y que, por consiguiente, utiliza el puerto con motivo del traslado de su propia persona.
- b) *La mercancía.* Es la carga que es objeto de un transporte marítimo, pudiendo ser, según la naturaleza de la misma de varios tipos, gráneles líquidos, gráneles sólidos, mercancía general, pesca, avituallamiento, etc.

### *Tráfico de pasajeros*

El tráfico portuario de pasajeros es aquel que tiene como objeto de transporte o usuario a una persona (ver figura 2.5). La importancia de este tipo de tráfico en el conjunto del tráfico marítimo es muy inferior a la del tráfico de mercancías.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA



**Figura 2.5 Transporte turístico, Cabo san Lucas**

Existen dos modalidades de tráfico de pasajeros de mayor relevancia.

- a) *El tráfico de Pasajeros de Corto Recorrido.* Sirve para unir dos puntos cuando existen discontinuidades terrestres y son servidos por los denominados Transbordadores o Ferries. Solo tiene sentido cuando la densidad de tráfico no es elevada, ya que al aparecer grandes intensidades de tráfico deja de utilizarse y pasa a ser sustituido por túneles o puentes.
- b) *Tráfico de Pasajeros de Cruceros Turísticos.* Los Cruceros Turísticos basan su tráfico en navegar durante la noche, dedicando el día para realizar circuitos terrestres.

### *Tráfico de Mercancías*

#### *Las terminales de mercancías.*

Las terminales son el lugar de la zona portuaria, dentro del cual, se hace el paso de mercancías. Para que se pueda producir este paso o intercambio de mercancías entre una persona físico o jurídica y otra.

Las operaciones que se realizan en una Terminal son únicamente las operaciones de descarga y de carga, y no ninguna otra.

- a) *Operación de Descarga.* Es la que tiene lugar desde que la mercancía se halla al costado del buque hasta que se deposita en el muelle, en un puto en el que puede permanecer durante cierto tiempo hasta que se produzca la entrega de la misma.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

- b) *Operación de carga.* Es la inversa de la de descarga (ver figura 2.6), es decir, desde que la carga es recibida en el muelle hasta hallarse suspendida al costado del buque.

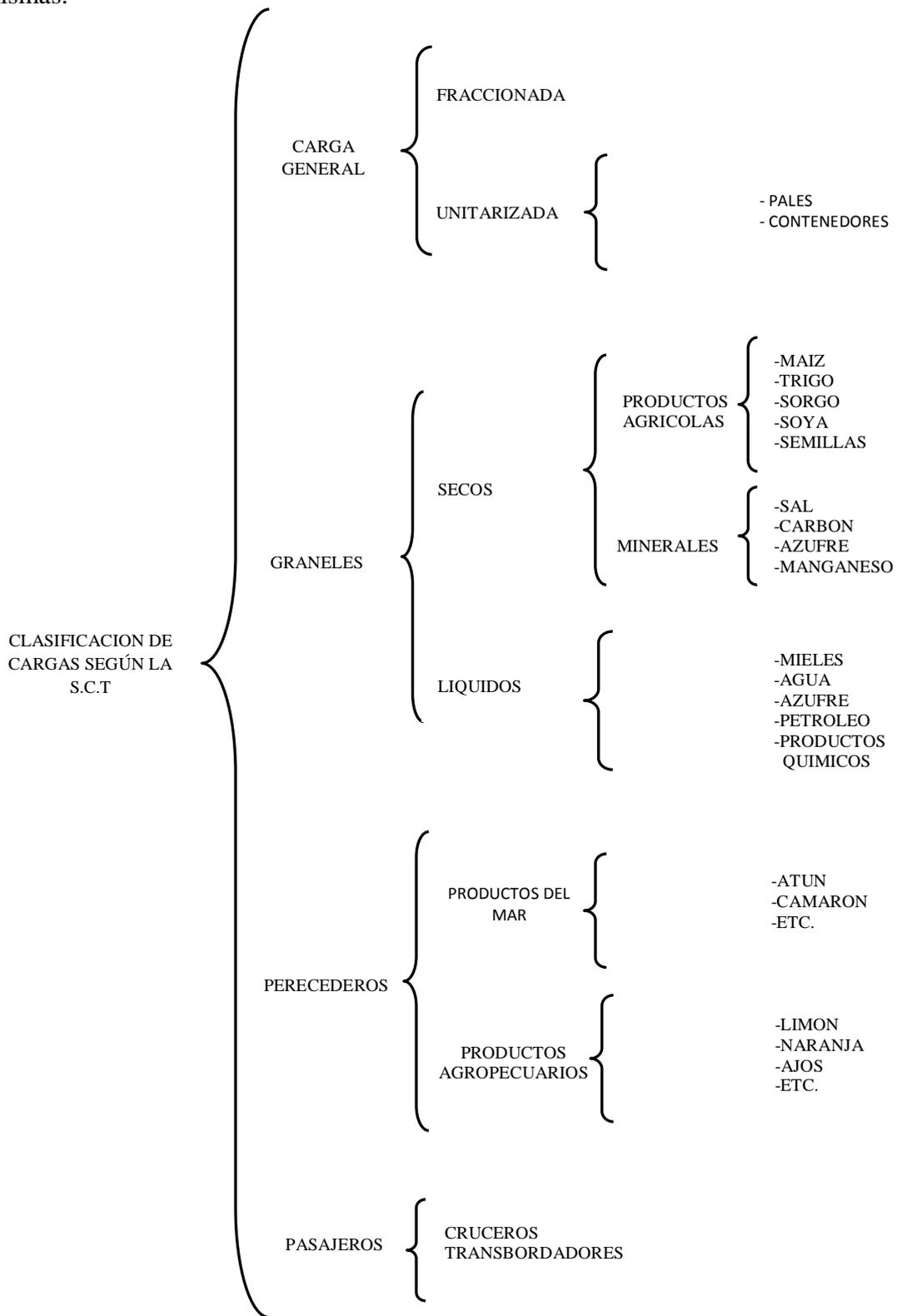


**Figura 2.6 Zona de carga**  
**En la figura que muestra los tráiler esperando ser descargados.**

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

### *Clasificación de Mercancías.*

Se expondrán como se clasifica las mercancías (ver figura 2.7), según naturaleza de las mismas.



**Figura 2.7 Clasificación de Mercancías según la Secretaria de Comunicaciones y transportes.**

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

### ELEMENTOS DE LA ARQUITECTURA NAVAL

#### *El barco*

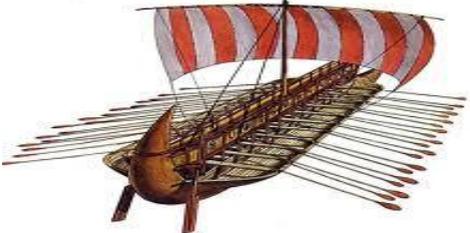
Este usuario constituye uno de los elementos más importantes de análisis en un sistema portuario. Sus dimensiones, su capacidad y su costo hacen que la planeación, diseño y operación de un puerto giren en buena medida alrededor de este usuario.

El hombre ha utilizado embarcaciones desde hace miles de años, comenzó con el Tronco hueco una forma simple de embarcación, para enfrentarse a las corrientes de los ríos.

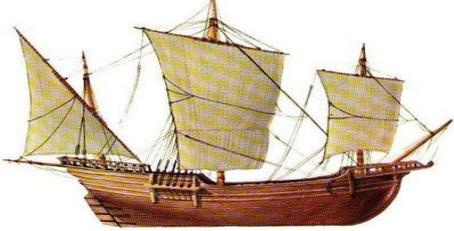
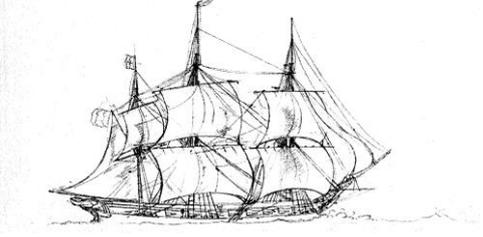
Pero con el paso de los tiempos ha ido evolucionado hasta llegar a los más utilizados en nuestra actualidad (ver tabla 2.2), una notable evolución en el transporte marítimo desde la década de los cincuentas, trajo una modificación drástica en las técnicas de planeación y diseño de los puertos. Los barcos en los que se opera este cambio tan insignificante son los petroleros por su notable incremento en el consumo de hidrocarburos. La evolución fue demasiado rápida ya en el tamaño de los barcos fue mucho mayor. Esto a su vez se notó en un aumento en la profundidad requerida, ya que fue el primer impacto serio de demandas.

Tras esta evolución tecnológica operada para diseñar buques, y tanques de mayor capacidad, se permitió fácilmente aplicarla al caso de barcos para gráneles sólidos. Así es como la carga en forma Unitarizada, especialmente en contenedores y en embarcaciones cuya rapidez capacidad asegura la posibilidad de competencia, no obstante el alto costo que presenta la construcción y operación de este tipo de barcos.

#### *Evolución de las embarcaciones*

	<p><i>Tronco Hueco.</i>- La forma más simple de embarcación.</p> <p>Y también el primer medio de transporte inventado por el hombre para enfrentarse a las corrientes de ríos.</p>
	<p><i>Birreme Fenicia.</i>- Era una <u>nave de guerra</u> con dos hieleras de remos que había a cada costado del barco data de unos 700 años a. de c.</p>

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

	<p><i>Drakar vikingo.</i>- Fue utilizada por los <u>escandinavos</u>, <u>sajones</u> y <u>vikingos</u> en sus incursiones guerreras tanto costeras como del interior. Fueron el mayor exponente del poderío militar de los escandinavos, que los consideraban como su más valiosa reliquia.</p>
	<p><i>Carabela.</i>- Se trata de una embarcación ligera, alta y larga hasta 25 metros de eslora, incorporaba una tripulación de 40 hombres.</p>
	<p><i>Clipper.</i>- Es una <u>embarcación a vela</u> aparecida en el <u>siglo XIX</u>, en Estados Unidos. Alcanzaba 20 nudos de velocidad. El imperio de los grandes Clippers terminó a mediados del pasado siglo XIX.</p>
	<p><i>Vela y vapor.</i>- El Great Eastern marcó, en 1858, el paso de la navegación a vela a la navegación a vapor. Con sus 210 metros de longitud transportaba 4000 pasajeros.</p>
	<p><i>Petroleros (Crude oil Carriers).</i> Obviamente su transporte es el petróleo crudo desde las plataformas offshore o desde puertos de países productores hasta las refinerías. Son los buques de mayor tamaño. Hasta hace muy poco se llegaron a construir petroleros de más de 500.000 TPM. Hoy en día se abandonó la idea de construir estas grandes buques. Es más viable construir buque de medio tonelaje por su flexibilidad de transporte y rentabilidad (aun así son los más grandes).</p>

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA



*Buques Químicos (Chemical Tankers).* Se dedican al transporte de productos químicos (fenol, amoníaco, gasolina y demás derivados, etc.). El tamaño es más bien pequeño (5.000 o 10.000 TPM) aunque pueden llegar a los 50.000 TPM. En muchos tanques (hasta 40 o más) pueden cargar diferentes tipos de producto. Son buques de un elevado costo por las exigencias constructivas como el doble casco, tanques de acero inoxidable, o sofisticados sistemas de pintura. Se identifican por su menor tamaño comparado con el petróleo (unos 150 m de eslora)



*Buques Gaseros (L.N.G. Carrier).* Son buques de transporte de gas Natural o gas licuado. Son muy sofisticados interiormente y de una alta tecnología que se traduce en un alto costo de construcción. Hay dos tipos de gaseros. Los LNG (Liquified Natural Gas) y los LPG. La diferencia que los primeros transportan el gas en estado líquido a temperaturas de hasta los  $-170^{\circ}\text{C}$  y los segundos a  $-50^{\circ}\text{C}$  y a una presión de  $18 \text{ Kg/cm}^2$ . Se identifican rápidamente ya que en su cubierta asoman grandes tanques esféricos, cilíndricos o una elevada cubierta para el nuevo sistema de transporte conocido por “Sistema Technigaz”.



*Buques Frigoríficos.* Estos buques comenzaron a navegar a partir de finalizada segunda guerra mundial, cuando quedó resuelto el problema del aislamiento térmico de las bodegas y la instalación de equipos refrigerantes. Dependiendo del tipo de carga la temperatura a mantener oscila entre los  $12^{\circ}\text{C}$  necesarios para el transporte de plátano, hasta la fruta y pescado congelado entre  $-15^{\circ}\text{C}$  y  $-30^{\circ}\text{C}$ . Su tamaño está entre los 100 y 600 mil pies cúbicos. Normalmente van pintados en color blanco (por la reflexión de los rayos del sol y no absorción de temperatura) como ayuda a mantener las bajas temperaturas.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA



*Buques Multiproposito.* Se trata de buques dotados de equipamiento para transportar multiplicidad de tipos de carga, por ejemplo, la carga general suelta, la paletizada, la de automóviles, la de granel líquido, la de carrocerías o la de contenedores. Algunos buques tipo multipropósito poseen rampas o puertas laterales destinadas al embarque y desembarque de cargas rodadas (carrocerías, camiones, automóviles, etc.). En general, tienen tanques laterales que pueden transportar carga a granel líquido o lastre segregado, utilizado para controlar la estabilidad del buque.



*Roll-on-Roll of (Ro-Ro).* Sus siglas significan “rodar dentro-rodar fuera”. Transportan únicamente mercancías con ruedas que son cargadas y descargadas mediante vehículos tractores en varias cubiertas comunicadas mediante rampas o ascensores. Se caracterizan por tener una gran porta abatible en popa o proa que hacen las veces de rampa, así como una superestructura muy alta y larga. Cargan vehículos, camiones, cargas rodantes y tráilers cargadas de contenedores. Su aspecto es el de un gran cajón flotante.



*Buques Graneleros.* Son un tipo de buque pertenece a la familia general, también conocidos por la palabra inglesa “bulkcarries” se dedican al transporte de cargas secas a granel. Suelen ser de gran tamaño (hasta 200.000 TPM), superando en algunos casos los 300m de eslora. Normalmente navegan a baja velocidad. Son fácilmente identificables por tener una única cubierta corrida con varias escotillas (normalmente impares) y unas correderas a uno o ambos lados por donde corren la tapa o tapas de las escotillas. Los cementeros y alumineros son un tipo especial de bulkcarrier ya que son muy especializados.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA



*Dragas.* Se trata de buques cuya labor es la de eliminar los sedimentos del fondo de los puertos ofreciendo así un mayor calado. También se dragan ríos y sus desembocaduras siendo el objetivo el mismo. Los ríos en su desembocadura se depositan las arenas recogidas y arrastradas a lo largo de su trayecto. Se hace necesario en el caso de ríos navegables eliminar periódicamente estos sedimentos. Puede haber varios sistemas de dragado. Mediante cangilones, chuponas o simplemente mediante grúas que hacen bajar al fondo unas cucharas que recogen la arena.

**Tabla 2.2 Evolución de las Embarcaciones**

### *El Transporte Marítimo*

El transporte marítimo ha experimentado distintos cambios tecnológicos y de organización. El incremento del tamaño en los barcos para el transporte de gráneles, las nuevas tecnologías que aparecen casi de un día para otro en el campo de la utilización, patentización, especialización, contenerización y el uso del roll on-roll off, han producido un impacto dramático en la planeación, demandas de equipamiento, operación y administración de los puertos. En enero de 2011 había 103.392 buques comerciales de navegación marítima en servicio, con un tonelaje total de 1.396 millones de TPM. Los petroleros representaron 475 millones de TPM, y los graneleros de carga seca 532 millones de TPM, cifras que muestran un incremento anual del 5,5% y el 16,5%, respectivamente. Los portacontenedores alcanzaron 184 millones de TPM en enero de 2011, o sea un aumento del 8,7% con respecto a 2010. La flota de carga general permanecía a un nivel estable de 109 millones de TPM en enero de 2011.

### **EL TRANSPORTE MARÍTIMO DE CONTENEDORES.**

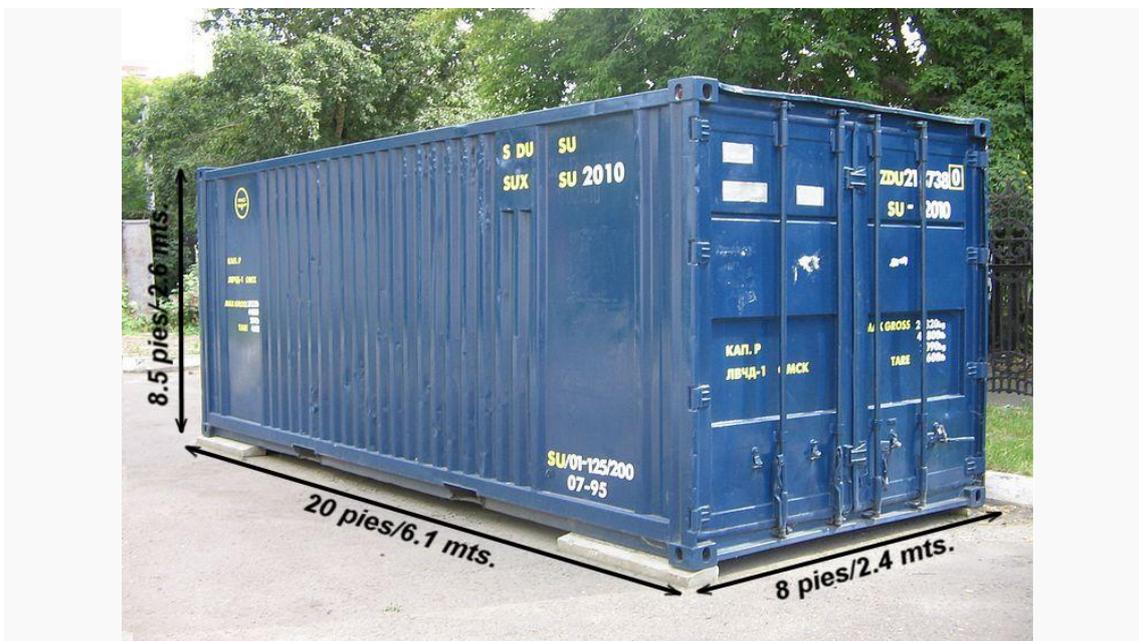
El contenedor puede definirse como un recipiente o una caja de dimensiones normalizadas y de construcción estándar en el cual se cargan toda clase de mercancías para ser transportadas en uno o varios modos de transporte (marítimo, aéreo, ferroviario o por carretera), en lo que se conoce como transporte intermodal. De manera genérica, se denomina contenerización al transporte de carga mediante el uso de contenedores.

Las siglas TEU (acrónimo del término en inglés Twenty-foot Equivalent Unit, que significa Unidad Equivalente a Veinte Pies representa una unidad de medida de capacidad inexacta del transporte marítimo (Buques porta contenedores y terminales portuarios para contenedores) expresada en contenedores. Una TEU es la capacidad de carga de un contenedor normalizado de 20 pies (6,1 m), una caja metálica de tamaño estandarizado que puede ser transferido fácilmente entre diferentes formas de transporte tales como buques, trenes y camiones.

Las dimensiones exteriores del contenedor normalizado de 20 pies (6,1 m) son: 20 pies (6,1 m) de largo por 8 pies (2,4 m) de ancho por 8,5 pies (2,6 m) de altura (ver figura 2.8). Su volumen exterior es de 1.360 pies cúbicos equivalentes a 38,51 metros cúbicos.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

Su capacidad es de 1165,4 pies cúbicos equivalentes a 33 metros cúbicos. El peso máximo del contenedor es 24.000 kg aproximadamente, pero restando la tara o peso en vacío, la carga en su interior puede llegar a pesar 21.600 kg.



**Figura 2.8 Un contenedor normalizado**

Nota. 1 TEU, igual 20 pies (6,1 m)

Las dimensiones exteriores del contenedor normalizado de 20 pies (6,1 m) son: 20 pies (6,1 m) de largo por 8 pies (2,4 m) de ancho por 8,5 pies (2,6 m) de altura. Su volumen exterior es de 1.360 pies cúbicos equivalentes a 38,51 metros cúbicos. Su capacidad es de 1165,4 pies cúbicos equivalentes a 33 metros cúbicos. El peso máximo del contenedor es 24.000 kg aproximadamente, pero restando la tara o peso en vacío, la carga en su interior puede llegar a pesar 21.600 kg.

Aparte del contenedor de 20 pies, que se computa como una TEU, hay otros tamaños y tipos de contenedores. Los de uso más frecuente son de 40 pies (12,2 m); existen otras variantes del contenedor que se calculan como equivalentes a 2 TEU o 1 FEU (Forty-foot Equivalent Unit).

La necesidad de agrupar las cargas para su transporte está presente en la mente de la humanidad desde que en algunas civilizaciones de la antigüedad se empezó a comerciar con cantidades significativas de mercancías. Su finalidad siempre ha sido franquear con mayor facilidad grandes distancias con los medios de transporte que cada época ha proporcionado, hasta llegar a la tecnología aplicada en nuestros días. Antes de la década de los 50, transportar carga vía marítima era lento y costoso. Cargar y descargar mercancías de los barcos, requería de una cantidad significativa de mano de obra, ya que los estibadores, en su mayoría obreros locales, movían la carga de manera manual. La carga pasaba más tiempo en el puerto que en el mar.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

Hasta entonces, la forma tradicional de “contener” mercancías en los muelles y puertos de todo el mundo era a través de cajas, sacos y otro tipo de artefactos que variaban según el producto. Las mercancías eran embarcadas en redes de carga elaboradas con sogas. Era una actividad que consumía mucho tiempo y esfuerzo humano. Antes de que la carga estuviera lista en las bodegas y partir a su destino, pasaban días e incluso semanas. En 1937 la compañía marítima Sea Train hizo un primer intento por facilitar la operación de carga de mercancías, al modificar buques petroleros para trasportar vagones de ferrocarril sobre cubierta. Fue hasta 1939 con la llegada de la Segunda Guerra Mundial que este nuevo sistema tuvo éxito. Los contenedores comerciales como hoy los conocemos, surgieron años más tarde, gracias Malcolm McLean con la idea de construir cajones metálicos con las mismas dimensiones que los tráilers, pero sin el sistema de rodamiento.

Prácticamente desde su nacimiento, pero de manera más intensa desde las últimas décadas del pasado siglo XX, el uso del contenedor mantiene un crecimiento espectacular, que se evidencia en las tendencias de las estadísticas anuales de los principales puertos comerciales del mundo.

### *Ventajas del transporte en contenedor.*

El transporte en contenedor ofrece numerosas ventajas para una amplia tipología de mercancías. Entre estas destacan las siguientes:

- a) La reducción del número de manipulación es un factor significativo en cuanto al cumplimiento de los plazos previstos para la entrega de los envíos.
- b) Las mercancías transportadas en contenedor están menos expuestas a averías, tanto por el menor número de manipulaciones de la carga.
- c) La mayor parte en las operaciones de carga y descarga de los buques dedicados al transporte de contenedores reducen el tiempo de estancia de este en el puerto, y al mismo tiempo, los gastos de estadías, combustibles, nóminas y otros.
- d) Un mejor aprovechamiento de la capacidad de los medios de transporte.

### *Tipos de buque para el transporte de contenedores.*

A lo largo de la historia, hubo un gran avance en la industria de los buques contenedores debido a la demanda del mercado por transportar cada vez más mercancías en menos tiempo. Esta demanda obligo a los constructores navales a desarrollar buques cada vez más grandes que pudieran albergar más contenedores por viaje pero a la vez considerar los lugares geográficos por donde tenían que navegar los buques debido a los pasos estratégicos por donde pasaba.

Los barcos portacontenedores se dividen en seis generaciones dependiendo de la capacidad de carga que poseen (ver tabla 2.3).

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

Generación de buques contenedores	Eslora	Calado	TEUs
Primera generación: 1956-1970 Buques de carga y tanqueros	135-200	<9	500-800
Segunda generación: 1970-1989 Portacontenedores celular	215	10	1000-2500
Tercera generación: 1989-1988 Panamax	250-280	11-12	3000-4000
Cuarta Generación: 1988-2000 Post-Panamax	275-305	11-13	4000-6000
Quinta Generación: 2000-2005 Post Panamax Plus	320-380	13-16	6000-12000
Sexta Generación: 2005-2008 Ultra-Container	380-400	16-19	12000-14000

**Tabla 2.3 Generación de buques contenedores**

Para el transporte de contenedores, el tipo de buque utilizado es el llamado “portacontenedores puro” o “celular”, que se caracteriza por tener sus bodegas celulares, o sea, sin entrepuentes y con guías verticales para facilitar la estiba de los contenedores. En este tipo de buques, los contenedores siempre se cargan y descargan en sentido vertical, tanto en bodegas como sobre cubierta (ver figura 2.9).



**Figura 2.9 Buque Portacontenedores**

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

Otros tipos de buques portacontenedores son los denominados:

- a) *pull-on/pull-off*, en los que se emplean carretillas elevadoras de gran potencia para la carga y descarga de los contenedores;
- b) *lift-on/lift-off*, en los que las operaciones se efectúan mediante grúas.

### *Crecimiento de la flota mundial y tipos principales de buques*

Una de las tendencias más importantes en comercio de contenedores ha sido el continuo aumento en el tamaño de las embarcaciones empleadas. La búsqueda de economías de escala y de reducción de costos es el objetivo de la estrategia desarrollada por las principales navieras. La primera generación de embarcaciones de contenedores (inducidas a finales de los años sesenta) tenían una capacidad de alrededor de 1,100 TEUS. Desde entonces, la capacidad de las embarcaciones ha registrado un continuo aumento hasta llegar al máximo actual que se ubica en alrededor de los 9,500 TEUS en promedio.

En enero de 2011 había 103.392 buques comerciales de navegación marítima en servicio, con un tonelaje total de 1.396 millones de TPM (ver tabla 2.4). Los petroleros representaron 475 millones de TPM, y los graneleros de carga seca 532 millones de TPM, cifras que muestran un incremento anual del 5,5% y el 16,5%, respectivamente. Los portacontenedores alcanzaron 184 millones de TPM en enero de 2011, o sea un aumento del 8,7% con respecto a 2010. La flota de carga general permanecía a un nivel estable de 109 millones de TPM en enero de 2011.

Total Mundial	1987	1997	2007	2008	2009	2010	2011	Crecimiento porcentual 2011-2010
Número de buques	1 052	1 954	3 904	4 276	4 638	4 677	4 868	4,08
Capacidad en TEU	1 215 215	3 089 682	9 436 377	10 760 173	12 142 444	12 824 648	14 081 957	9,80
Tamaño medio de los buques (TEU)	1 155	1 581	2 417	2 516	2 618	2 742	2 893	5,50

**Tabla 2.4 Evolución a largo plazo de la flota de portacontenedores celulares**

Los tráficos de trasbordo ocupan ya un lugar significativo en el mercado portuario y de transporte marítimo y se anticipa que seguirán aumentando. Un enfoque clásico para mejorar la eficiencia del combustible es aumentar el tamaño de los buques para lograr economías de escala, siempre que los buques viajen llenos. Cuando el sector se recuperaba de la crisis económica a comienzos de 2011, se produjeron pedidos y entregas de buques de tamaño récord en varias categorías de transporte de carga seca.

A comienzos de 2011, la línea marítima danesa Maersk anunció que había colocado un pedido de 20 buques de 18.000 TEU, que constituyen un nuevo récord de tamaño de portacontenedores. Se ha informado que el costo de cada buque es de 190 millones de

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

dólares. En cuanto al tamaño, se ha anunciado que tienen 400 m de eslora y 59 m de manga, con un calado de 14,5 m y un tonelaje de 165.000 TPM.

La nueva clase “Triple E” de buques contará con los buques de mayor eslora, dado que los petroleros que anteriormente detentaban el récord fueron desguazados. Se ha programado la entrega de los primeros buques para 2013. Según el transportista, las emisiones de CO<sub>2</sub> de los buques de clase Triple E por contenedor transportado estarán 50% por debajo del promedio actual del sector en la ruta Asia-Europa. En lugar de la única hélice tradicional, estos buques utilizan dos motores que impulsan dos hélices y obtienen un ahorro de energía calculado en el 4%. Los buques de clase Triple E tienen una velocidad máxima de crucero de 23 nudos, o sea 2 nudos menos que los más grandes buques de Maersk actualmente en servicio.

Se ha informado que, también con el objetivo de lograr economías de escala, el transportista francés CMA CGM y el armador alemán Offen están negociando conjuntamente con astilleros de la República de Corea a fin de agrandar cinco buques, de su especificación original de 12.800 TEU a una nueva especificación de 16.000 TEU. Al igual que los buques de clase E de Maersk, serán utilizados en la ruta Asia-Europa.

Se ha construido un nuevo buque de tamaño récord perteneciente al mercado de buques ro-ro. Al comienzo de 2011, se entregó a la empresa Wilhelm Wilhelmsen el primero de una serie de cuatro buques de 265 m de eslora construidos en el Japón por Mitsubishi Heavy Industries.

La capacidad de transporte refrigerado contenedorizado también se ha incrementado. Hamburg Süd recibió en diciembre de 2010 la entrega de un portacontenedores de 7.100 TEU que cuenta con 1.600 espacios para contenedores refrigerados; se trata de la mayor capacidad refrigerada entre los portacontenedores actualmente en servicio.

En la década de los setenta, los armadores que habían invertido en petroleros de tamaño récord con capacidad para transportar 3 millones de barriles de petróleo perdieron la mayor parte de su inversión. Al caer inesperadamente los precios del combustible, la eficiencia de la energía perdió importancia y los comerciantes “prefirieron el paquete de 2 millones de barriles”. ¿Podría ocurrir lo mismo a quienes ahora invierten en enormes portacontenedores, buques ro-ro o graneleros nuevos? Si bien es imposible pronosticar futuras bajas de la demanda, la eficiencia del combustible por cierto seguirá teniendo vigencia, y se lograrán economías de escala mediante, por ejemplo, la reducción de los costos de construcción y mano de obra por TEU. Con respecto a la cuestión de la preferencia de los cargadores por los tamaños “paquete”, los portacontenedores difieren de los petroleros. En cada viaje se transporta la carga de miles de comerciantes que utilizan los servicios de las empresas de transporte marítimo contenedorizado de línea. A diferencia de lo que ocurre con el transporte de petróleo o gránulos secos, ningún comerciante pondría en movimiento un “paquete” de 18.000 TEU por sí solo. Por lo tanto, es improbable que los operadores de portacontenedores enfrenten una falta de clientes como les ocurrió a los armadores de los petroleros en los años setenta. Existen otros problemas que se plantean con los tamaños siempre crecientes de los buques. Será

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

necesario dragar los puertos y los canales de acceso, habrá que contar con equipo de manipulación de una carga de mayores volúmenes, acomodar una manga más ancha y tomar las disposiciones necesarias para reexpedir la carga por carretera, ferrocarril, barcaza o buques secundarios.

Si se necesitaran varios días para la descarga de un portacontenedores, los consignatarios quizá no sabrán si sus contenedores serán los primeros o los últimos en ser entregados. Es probable que otros buques se vean obligados a navegar por rutas que todavía no pueden acomodar a los buques más grandes, en las que se encuentran los puertos de muchos países en desarrollo. También está la cuestión de los seguros, dado que “los aseguradores se preocupan ante el nivel acumulado de riesgos que presentan los mega buques”.

La entrega de los primeros graneleros chinamax a Vale en el Brasil los enfrentará con el desafío de encontrar puertos de escala. A comienzos de 2011, China aún no había autorizado su ingreso en los puertos chinos con la carga completa, y todavía no se había aprobado un centro de distribución de mineral de hierro en el puerto de Qingdao. Vale está examinando la posibilidad de utilizar puertos de Malasia y transbordar el mineral de hierro a China, o entrar en el de Qingdao con los buques con carga incompleta.

La necesidad de generar suficiente carga para estos buques cada vez más grandes podría llevar a una mayor consolidación de las líneas de transporte marítimo. En los últimos años ha habido una relativa estabilidad, pero la nueva ola de grandes portacontenedores que entran en servicio podría obligar a los transportistas ya sea a fortalecer sus alianzas operacionales o buscar un mayor crecimiento por medio de fusiones y adquisiciones.

### *Crecimiento de la flota mundial de contenedores.*

En los procesos modernos de producción, las piezas componentes de las mercancías a menudo se producen como artículos semimanufacturados, se las exporta en contenedores y se las arma para llegar al producto terminado. Estos productos terminados también pueden ser exportados en contenedores. Las mercancías contenedorizadas se adecuan a los transbordos, lo que supone una mayor manipulación de contenedores en los puertos. El crecimiento de los productos semimanufacturados y el uso del transbordo han contribuido a fomentar el tráfico de contenedores en los últimos decenios. En 1990, el volumen del movimiento portuario mundial de contenedores era de alrededor de 85 millones de TEU, y desde entonces se ha sextuplicado para llegar a 531,4 millones de TEU. La importancia de la contenedorización para el comercio mundial se ve reflejada en el crecimiento de la flota de contenedores. A comienzos de 1991, había poco menos de 7 millones de TEU en contenedores que se utilizaban para el transporte del comercio marítimo; ya en enero de 2011, esta cifra se había más que cuadruplicado, hasta llegar a 29 millones de TEU. Al mismo tiempo que crece la flota de contenedores, lo hace la eficiencia de su utilización. En 1990, se cargaba y descargaba cada contenedor aproximadamente 14 veces durante el año. Gracias al uso de mayor número de transbordos y buques más rápidos, el mejoramiento de la

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

manipulación en los puertos y de los despachos de aduanas, esta cifra se había elevado a aproximadamente 19 movimientos portuarios por contenedor en 2010. Se ha observado una evolución similar al comparar la flota de contenedores con la capacidad total de espacios en los portacontenedores; el índice disminuyó de tres a dos contenedores por espacio entre enero de 1991 y enero de 2011. Sin embargo, esto no solo obedece al mejoramiento de la productividad de la flota de portacontenedores; en cierta medida también es resultado del actual excedente de oferta de capacidad de los portacontenedores, que debe compararse con la escasez de contenedores vacíos. El transporte marítimo de contenedores es un sector cada vez más concentrado. La participación en el mercado de las 20 principales empresas de transporte marítimo de línea continuó creciendo en 2010, y llegó casi al 70% de la capacidad medida en TEU en enero de 2011(ver tabla 2.5).La operación de las terminales de contenedores es dominio de los pocos participantes mundiales que manejan una cartera de terminales en diferentes puertos de todo el mundo (ver tabla 2.6). En general, estos operadores lograron un aumento de sus ingresos en 2010 como consecuencia de un mayor movimiento de contenedores luego del descenso producido en 2009.

LUGAR	EXPORTADOR	2009 TEUS (MILLONES)	2010 TEUS (MILLIONES)
1	China	26.1	31.3
2	United States	10.2	11.2
3	Japan	4.8	5.7
4	South Korea	4.5	5.2
5	Taiwan, China	2.9	3.4
6	Thailand	3	3.4
7	Germany	2.6	3
8	Indonesia	2.7	3
9	Malaysia	2.2	2.5
10	Brazil	2.3	2.3
11	India	1.6	1.9
12	Vietnam	1.3	1.6
13	Saudi Arabia	1.1	1.6
14	Italy	1.5	1.6
15	Turkey	1.4	1.6
16	Netherlands	1.4	1.6
17	Canada	1.4	1.5
18	United Kingdom	1.4	1.5
19	France	1.2	1.3
20	Hong Kong	1.2	1.3
	<b>Total Mundial</b>	99.8	114.3

**Tabla 2.5 Los 20 exportadores de carga en contenedores, 2009 y 2010**

Nota: TEUs están completamente cargados.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

LUGAR	IMPORTADOR	2009 TEUS (MILLIONES)	2010 TEUS (MILLIONES)
1	Estados Unidos	15	17.6
2	China	11.2	12
3	Japon	5.4	6.1
4	South Korea	3.9	4.5
5	Germany	2.4	2.8
6	Other Arabian Gulf	2.3	2.7
7	United Kingdom	2.3	2.5
8	Indonesia	2.1	2.5
9	Taiwan	2.2	2.5
10	Hong Kong	2.3	2.5
11	Western Africa	2.5	2.4
12	United Arab Emirates	2	2.1
13	Malaysia	1.7	2.1
14	Thailand	1.6	2
15	Vietnam	1.8	2
16	India	1.7	2
17	Brazil	1.3	1.9
18	Australia	1.5	1.8
19	Italy	1.6	1.8
20	Netherlands	1.3	1.7
	<b>Total Mundial</b>	99.7	114.3

**Tabla 2.6 Los 20 principales importadores de carga en contenedores, 2009 y 2010**  
**Nota: TEUs están completamente cargados.**

### *Principales 50 puertos del mundo de contenedores - 2012-2011*

Los puertos con mayores movimientos de carga y de contenedores, en particular, se localizan en los países desarrollados o de mayor crecimiento en su comercio exterior y se insertan en las principales rutas de comercio marítimo. Es en esos puertos donde se ubican los principales operadores globales de terminales portuarias.

Como el mayor exportador de bienes de continuar los servicios de contenedores, Shanghai, China se ubica como número uno en los cincuenta primeros puertos mundiales de contenedores. Por otra parte, se ubica Singapur como número dos, principalmente porque es un centro importante donde los contenedores del servicio de una sola línea se transfieren a otro servicio de línea para en el transporte hasta el destino final. Los 50 puertos de contenedores representan 30 países que demuestran la verdadera naturaleza global del negocio de transporte marítimo de línea y la importancia de la red de puertos que faciliten la nave oportuna y eficiente, y el movimiento de carga (ver tabla 2.7).

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

<b>Lugar</b>	<b>Puerto/País</b>	<b>Volumen 2012 (Millones TEUs)</b>	<b>Volumen 2011 (Millones TEUS)</b>
1	Shanghai, China	32.58	31.74
2	Singapore, Singapore	31.65	29.94
3	Hong Kong, China	23.1	24.38
4	Shenzhen, China	22.94	22.57
5	Busan, South Korea	17.02	16.17
6	Ningbo-Zhoushan, China	16.83	14.72
7	Guangzhou Harbor, China	14.74	14.26
8	Qingdao, China	14.5	13.02
9	Jebel Ali, Dubai, United Arab Emirates	13.28	13.01
10	Tianjin, China	12.29	11.59
11	Rotterdam, Netherlands	11.87	11.88
12	Port Kelang, Malaysia	10.01	9.6
13	Kaohsiung, Taiwan, China	9.78	9.64
14	Hamburg, Germany	8.9	9.04
15	Antwerp, Belgium	8.64	8.66
16	Los Angeles, U.S.A.	8.07	7.94
17	Dalian, China	8	6.4
18	Tanjung Pelepas, Malaysia	7.72	7.5
19	Xiamen, China	7.19	6.47
20	Bremen/Bremerhaven, Germany	6.28	5.92
21	Tanjung Priok, Indonesia	6.21	5.62
22	Long Beach, U.S.A.	6.05	6.06
23	Laem Chabang, Thailand	5.93	5.73
24	New York-New Jersey, U.S.A.	5.52	5.5
25	Ho Chi Minh, Vietnam	5.15	4.53
26	Lianyungang, China	4.97	4.85
27	Yingkou, China	4.85	4.03
28	Jeddah, Saudi Arabia	4.74	4.01
29	Tokyo, Japan*	4.69	4.55
30	Valencia, Spain	4.47	4.3
31	Keihin Ports, Japan**		7.64
32	Hanshin Ports, Japan		4.8
33	Suzhou, China		4.69
34	Jawaharlal Nehru, India		4.53
35	Colombo, Sri Lanka		4.26
36	Port Said, Egypt		3.91

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

37	Felixtowe, U.K.		3.74
38	Algerciras Bay, Spain		3.6
39	Colon, Panama		3.37
40	Manila, Philippines		3.26
41	Balboa, Panama		3.23
42	Sharjah, United Arab Emirates		3.23
43	Salalah, Oman		3.2
44	Santos, Brazil		2.99
45	Georgia Ports, U.S.A.		2.94
46	Foshan, China		2.92
47	Bandar Abbas, Iran		2.80
48	Durban, South Africa		2.71
49	Ambarli, Turkey		2.69
50	Nagoya, Japan		2.62
51	Metro Vancouver, Canada		2.51
51	Melbourne, Australia		2.51

**Tabla 2.7 Principales puertos del mundo de contenedores - 2012-2011**

**Nota:** Representa el rendimiento total del puerto, incluido TEU cargado y vacío

### *Operadores de terminales de contenedores Internacionales*

La operación de las terminales de contenedores es dominio de los pocos participantes mundiales que manejan una cartera de terminales en diferentes puertos de todo el mundo. En general, estos operadores lograron un aumento de sus ingresos en 2010 como consecuencia de un mayor movimiento de contenedores luego del descenso producido en 2009.

Encabeza la lista de los principales operadores de terminales de contenedores internacionales Hutchison Port Holding de Hong Kong (China), con un movimiento total de 75 millones de TEU en 2010, o sea un incremento del 14,9% con respecto al año precedente. Poco después se sitúa APM Terminals, con un tráfico de aproximadamente 70 millones de TEU, que representa un aumento del 2% con respecto al año anterior. PSA International, de Singapur, aumentó su movimiento de contenedores en un 14,4% para llegar a 65,1 millones de TEU en 2010. China Merchants Holdings International incrementó su tráfico en 2010 en un 19,2% hasta 52,3 millones de TEU gracias al inicio de nuevas operaciones en Viet Nam y Sri Lanka. DP World, de Dubai, aumentó su movimiento de contenedores en un 14% hasta 49,6 millones de TEU en 2010. La actividad de COSCO Pacific creció un 19% en 2010 hasta alcanzar 48,5 millones de TEU.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

### *Conectividad del transporte marítimo de línea*

Los servicios de transporte marítimo de línea forman una red de transporte marítimo mundial que atiende a la mayoría del tráfico internacional de bienes manufacturados. Gracias a los servicios regulares de transporte marítimo de contenedores y a las operaciones de transbordo en los llamados puertos eje, prácticamente todos los países costeros están conectados entre sí. El nivel de conectividad de los países con esta red mundial es variado, y desde 2004 el Índice de Conectividad de las Líneas Marítimas (LSCI) creado por la UNCTAD ha captado la evolución y las diferencias en la conectividad del transporte marítimo de línea en los distintos países. El LSCI abarca 162 países costeros y está integrado por cinco elementos, a saber:

- a) el número de buques;
- b) la capacidad de transporte de contenedores de dichos buques;
- c) el número de empresas;
- d) el número de los servicios prestados; y
- e) el tamaño máximo de los buques que visitan los puertos marítimos de cada país.

En julio de 2011, China continuaba encabezando las posiciones en el LSCI, seguida por la RAE de Hong Kong (China), Singapur y Alemania. El PMA (País Menos Adelantado) mejor conectado es Djibouti, que se ha beneficiado con las recientes reformas portuarias y cuya situación geográfica es cercana a las principales rutas mercantiles. Entre 2010 y 2011, 91 países mejoraron su posición en el LSCI, 6 siguieron en el mismo puesto y 65 registraron un descenso.

Con respecto a los elementos que componen el Índice, en 2011 el sector siguió consolidándose y el número promedio de empresas por país disminuyó, mientras que el tamaño medio de los buques se incrementó. Si bien la utilización de buques más grandes hace posible el logro de economías de escala y por consiguiente una reducción de los costos del comercio, la medida en que estos ahorros se trasladan a los importadores y exportadores depende del nivel de competencia entre los porteadores. Muchos países en desarrollo enfrentan el doble desafío de tener que dar cabida a buques más grandes al tiempo que tienen acceso a menos servicios de transporte marítimo regular en sus puertos nacionales.

La conectividad de las líneas marítimas es un importante factor determinante de los costos comerciales, y su conocimiento permite a los encargados de formular políticas mejorar la competitividad del comercio de sus países. La elección de los puertos de destino por parte de los porteadores está determinada por tres consideraciones principales:

- a) la posición geográfica del puerto en la red del transporte marítimo mundial;
- b) la base de carga cautiva del puerto (tierra adentro);
- c) las tarifas del puerto y la calidad de sus servicios e infraestructura.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

### *Otros sectores vinculados a la actividad marítima.*

Los países en desarrollo tienen también una participación creciente en varios otros sectores relacionados con la actividad marítima.

- a) *Construcción de contenedores.* En la actualidad, China construye la mayoría de los contenedores. El país cuenta con capacidad manufacturera, y además tiene necesidad de contenedores vacíos debido a su superávit en el comercio contenedorizado.
- b) *Arrendamiento de contenedores.* Aproximadamente un tercio de los contenedores no son de propiedad de los porteadores marítimos sino de arrendadores. La mayoría de ellos tiene sede en los Estados Unidos y se dedica también al arrendamiento de otros bienes y equipos de capital.
- c) *Reparación de buques.* Los buques necesitan mantenimiento y reparaciones. Varios países en desarrollo ofrecen estos servicios. Por ejemplo, Colombia, que tiene una ventajosa ubicación geográfica cerca del Canal de Panamá, ha elaborado recientemente planes para ampliar su capacidad de reparación de buques.
- d) *Suministro de combustible.* Los buques necesitan proveerse de combustible de propulsión en estaciones que no estén muy lejos de sus rutas mercantiles. En principio, pues, es posible suministrar combustible marítimo en cualquier puerto de escala. El mayor puerto de suministro de combustible marítimo en el mundo es Singapur, seguido de Rotterdam.
- e) *Corretaje.* La compra o fletamento de buques habitualmente se lleva a cabo por medio de corredores marítimos, que actúan como intermediarios entre los armadores y los fletadores que utilizan los buques para el transporte de carga, o entre los vendedores y los compradores de buques. El Institute of Chartered Ship Brokers, el Baltic Exchange y Clarksons—la mayor empresa de corretaje marítimo del mundo—están todos ellos situados en Londres.
- f) *Agencias de buques.* La mayoría de las empresas de transporte marítimo, especialmente las que no son de línea, no cuentan con su propia red de oficinas representantes. Cuando sus buques visitan un puerto extranjero, dependen de los agentes de buques para el suministro del combustible marítimo, las gestiones ante las autoridades y la asistencia a la tripulación. La red más vasta de agentes independientes de buques es Multiport, cuya secretaría se encuentra en Londres. Muchos agentes de buques son compañías relativamente pequeñas y locales; no obstante, hay algunas que tienen alcance mundial, especialmente GAC (Emiratos Árabes Unidos), Inchcape (Reino Unido) y Wilhelmsen Ship (Noruega).

### *La globalización del transporte marítimo.*

En el contexto de la producción globalizada de servicios de transporte marítimo, los países en desarrollo están incursionando cada vez en más sectores. Dominan casi

## **CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA**

totalmente las esferas de alta densidad de mano de obra y bajos costos, de buques y el suministro de gente de mar. También poseen una proporción importante y creciente en el mercado del sector manufacturero y en sectores marítimos de mayor densidad de capital, tales como la construcción, propiedad y operación de los buques. Solo el sector de los servicios tales como seguros, financiación de buques y clasificación de buques ha permanecido hasta ahora principalmente en manos de los países desarrollados, aunque los países en desarrollo también se están incorporando al sector.

Las compañías navieras, tanto de países desarrollados como de países en desarrollo, dependen cada vez más de los bienes y servicios que brindan los países en desarrollo para seguir siendo competitivas.

La participación de los países en desarrollo en las actividades marítimas y conexas mundiales ha seguido distintos caminos y estrategias, según fueran los sectores, las ventajas comparativas y las opciones de política.

Algunos países en desarrollo se han apoyado en la ventaja que significan para los costos los bajos salarios, otros han ofrecido incentivos fiscales, y otros más han optado por apoyar el desarrollo de sectores marítimos nacionales mediante políticas industriales y ayuda especializada. Para muchos países en desarrollo, su participación en distintas actividades marítimas ha constituido un desencadenante del progreso económico.

Los encargados de formular políticas que se propongan seguir fortaleciendo la participación de sus países en distintas actividades marítimas tienen que comprender los posibles vínculos entre ellas. También deben tomar en consideración el nivel ya existente de concentración del mercado, así como los posibles vínculos entre el nivel de desarrollo del país y su capacidad para ser un participante competitivo en determinado mercado.

### **LA ORGANIZACIÓN DE LOS PUERTOS Y EL TRANSPORTE MARITIMO EN EL MERCADO MUNDIAL.**

El sector del transporte marítimo se ha desarrollado en los últimos años de manera vertiginosa. Bajo una mezcla compleja de demanda inducida, crecimiento económico y estrategias de operación, los principales operadores marítimos y portuarios han venido transformando numerosos flujos directos en flujos de trasbordo.

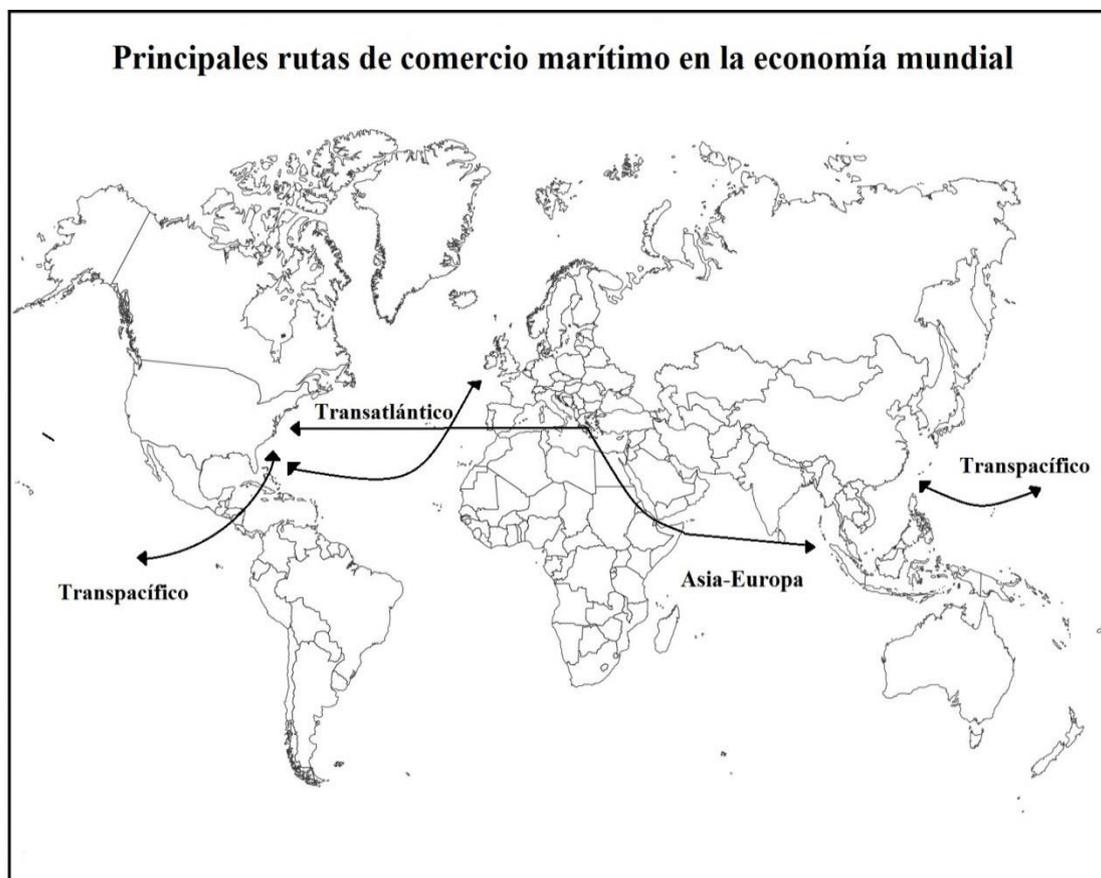
Hoy en día la industria del transporte marítimo internacional responde a una estructura de mercado global, esto es, está organizada y opera como un mercado en el cual las grandes líneas navieras cubren las distintas rutas de comercio marítimo intercontinentales y continentales que conectan a los principales centros de producción, distribución y consumo, a través de una amplia estructura de puertos a nivel mundial.

La dinámica del transporte marítimo internacional está marcada por un acentuado proceso de innovación tecnológica encabezado por un reducido número de grandes navieras globales que operan con mega buques de contenedores o embarcaciones de última generación para el transporte de gráneles y fluidos, apoyados en modernos

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

sistemas logísticos y en redes de centros de distribución para aprovechar economías de escala y ventajas de una industria global (ver figura 2.10).

Tanto la industria marítima como la portuaria se colocan a la vanguardia en el uso de las tecnologías de transporte, información y sistemas de gestión.



**Figura 2.10 Principales rutas de comercio marítimo en la economía mundial.**

Fuente: Puertos: Espacio propicio para la economía y los negocios SCT

Los nuevos sistemas de información conectan terminales portuarias distribuidas en el mundo para mejorar la productividad y la competitividad de los servicios portuarios (ver figura 2.11).

Una mayor participación de operadores y navieras globales en los puertos del país podría ser una importante opción para expandir la infraestructura portuaria y la oferta de servicios, con niveles internacionales de eficiencia, que permitan a México participar más competitivamente en las redes comerciales internacionales.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

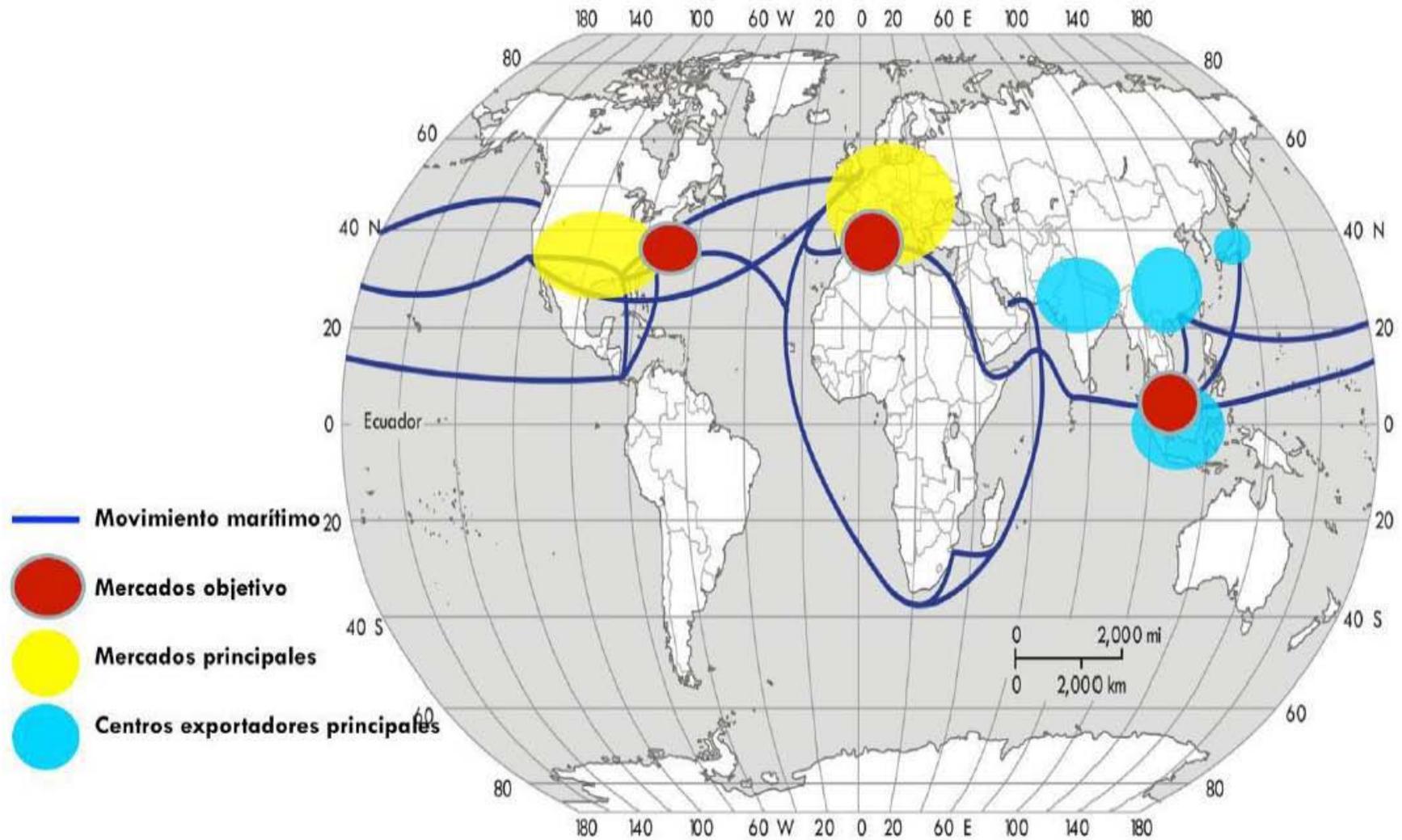


Figura 2.11 Rutas mundiales, centros exportadores y mercados principales

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

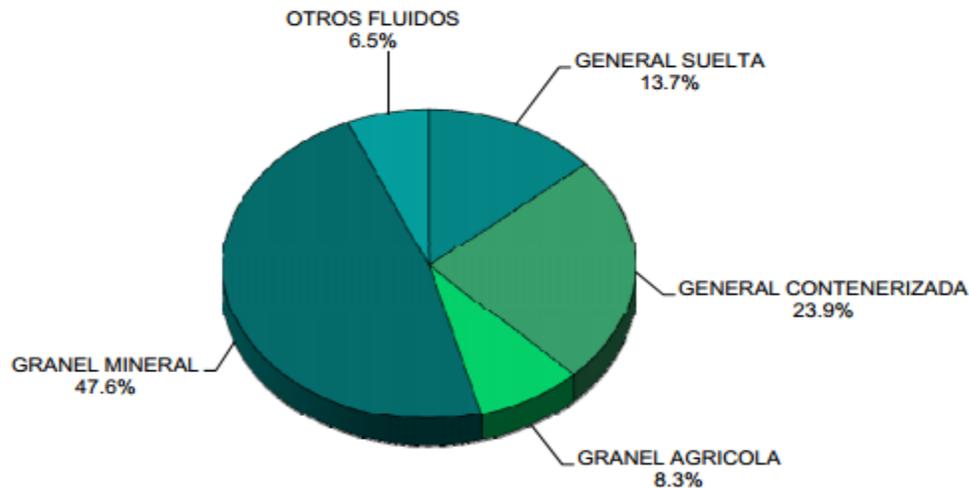
*Agentes principales de la industria portuaria y de transporte marítimo mundial.*

Los principales agente en la industria portuaria internacional son los siguientes:

- a) *Usuarios globales.* Empresas industriales, comerciales y de servicios que actúan globalmente. Estos agentes son los demandantes finales de los servicios portuarios y de transporte marítimo
- b) *Navieras globales.* Construyen y operan rutas globales de comercio, diversifican y expanden sus actividades a los puertos y los servicios logísticos, en una compleja red marítima y portuaria.
- c) *Operadores portuarios globales de terminales e instalaciones especializadas.* Construyen y operan puertos y terminales concentradores y participan en la formación de redes jerarquizadas de transporte marítimo.
- d) *Gobiernos nacionales.* Establecen políticas orientadas a insertar a sus economías y a sus puertos en las redes internacionales de comercio.
- e) *Autoridades portuarias nacionales.* Orientan sus actividades cada vez mas con visión de negocios y servicio al cliente, e invierten en terminales con tecnologías y servicios modernos para atender la demanda de servicios en constante cambio.
- f) *Alianzas.* Se dan entre navieras, operadores de terminales, empresas logísticas y autoridades portuarias, que combinan estrategias de competencia y cooperación.

*El papel de los puertos en la economía mexicana.*

Los puertos del país tienen la función fundamental de vincular por vía marítima a la economía mexicana con los mercados de los cinco continentes y constituir fuente de competitividad para el comercio exterior y la producción (ver grafica 2.2).



**Grafica 2.2 Operación portuaria por tipo de carga  
Distribución porcentual de Enero-Diciembre 2011**

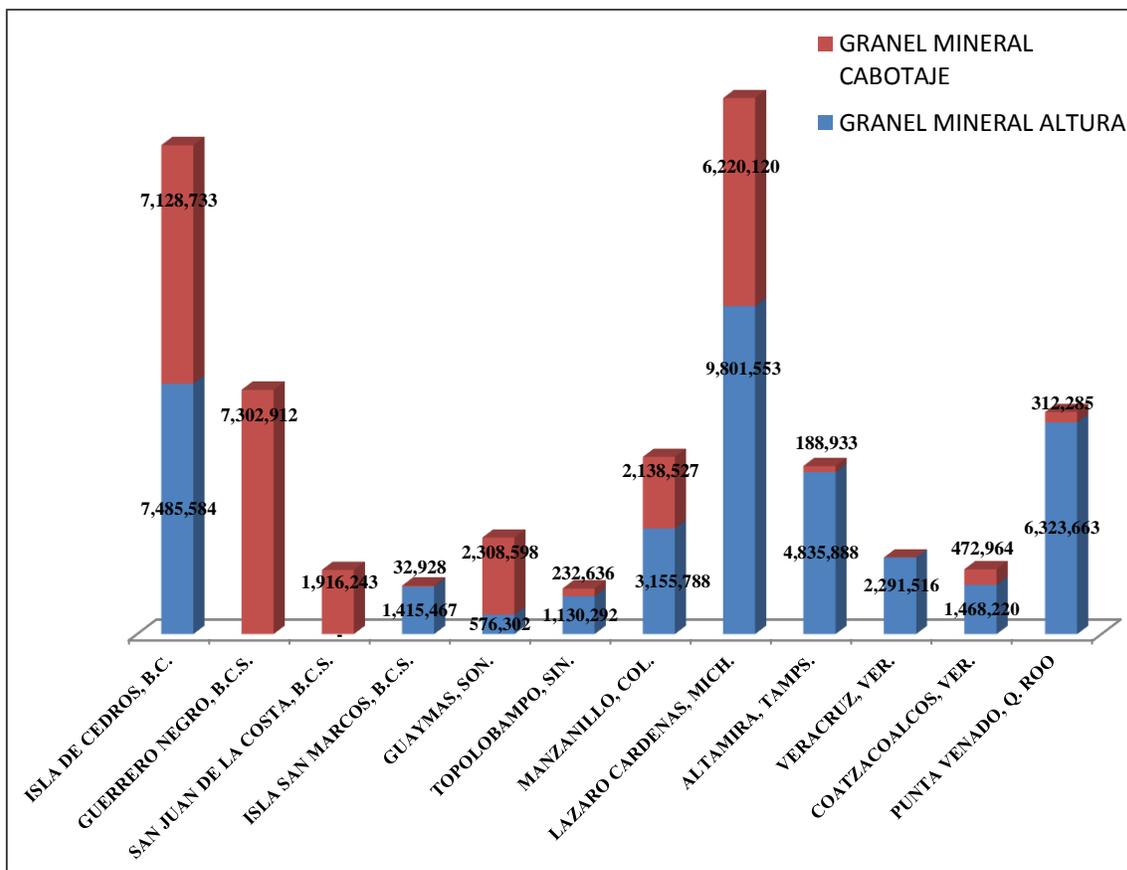
## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

Por tipo de producto, la actividad portuaria en el país presenta el panorama siguiente.

### *Granel Mineral*

Durante el año 2011, los movimiento de granel mineral alcanzaron un volumen en puertos de Altura de 39,823.334 toneladas y en puertos de Cabotaje un total de 29,945,243 toneladas. El movimiento de este tipo de carga realizado en los puertos de Isla de Cedros, Guerrero Negro, San Juan de la Costa, Manzanillo y Lázaro Cárdenas Michoacán como mayores exportadores representa el 47.6% del total del granel mineral transportado por Vía Marítima (ver grafica 2.3).

Lázaro Cárdenas Michoacán desde el año 2011 hasta la fecha ocupa el primer lugar con el embarque de 142 mil 450 toneladas de mineral de hierro se impone una nueva marca en movimiento de este tipo de carga por el Puerto Lázaro Cárdenas y el Sistema Portuario Nacional. Se trata de la operación del buque tipo Cape Size, MV Enterprise Star, que realizó sus maniobras de carga en la terminal de minerales a granel y productos derivados del acero de Terminales Portuarias del Pacífico (TPP) para el embarque del granel mineral con destino a China.



**Grafica 2.3 Movimiento nacional de carga en puertos comerciales 2011  
Granel mineral (toneladas)**

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

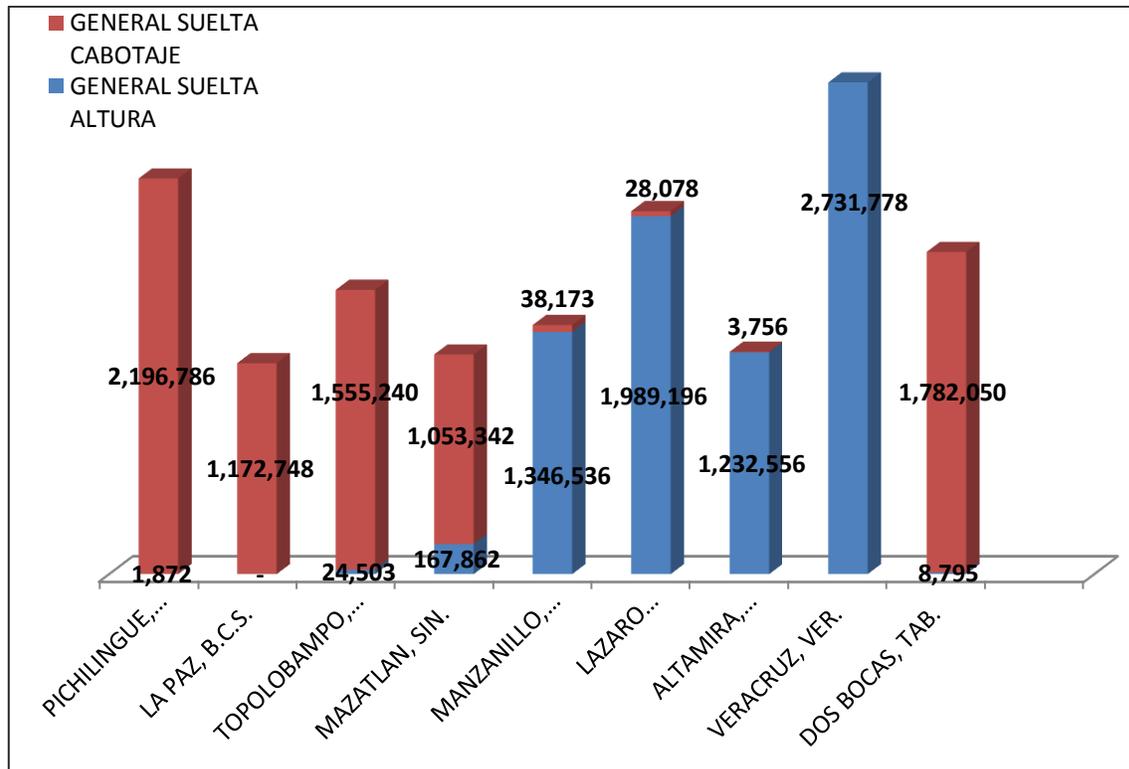
A la fecha, este buque representa el de mayor tonelaje embarcado a través de esta terminal, desplazando al Great Hebei que el pasado mes de mayo operó 142,190 toneladas del mismo material.

De este modo, el Enterprise Star se agrega como la segunda embarcación de mayor tonelaje operado en Lázaro Cárdenas y en el Sistema Portuario Nacional, solo por debajo del buque Constantia que en Marzo de 2009 realizó la maniobra de descarga de 142 mil 993 toneladas de carbón de importación.

### *General Suelta*

Durante 2011, los puertos de Altura manejaron 9,633,863 toneladas y los puertos de Cabotaje 10,436,728 toneladas de carga general suelta. Entre los productos que integran este segmento de actividad se encuentran unidades de maquinaria y equipo, rollos de lámina y varilla, automóviles.

El movimiento de carga general suelta, en 2011 Pichilingue, y Veracruz manejaron volúmenes superiores a los dos millones de toneladas. Siete puertos manejaron entre un millón de toneladas (ver grafica 2.4).



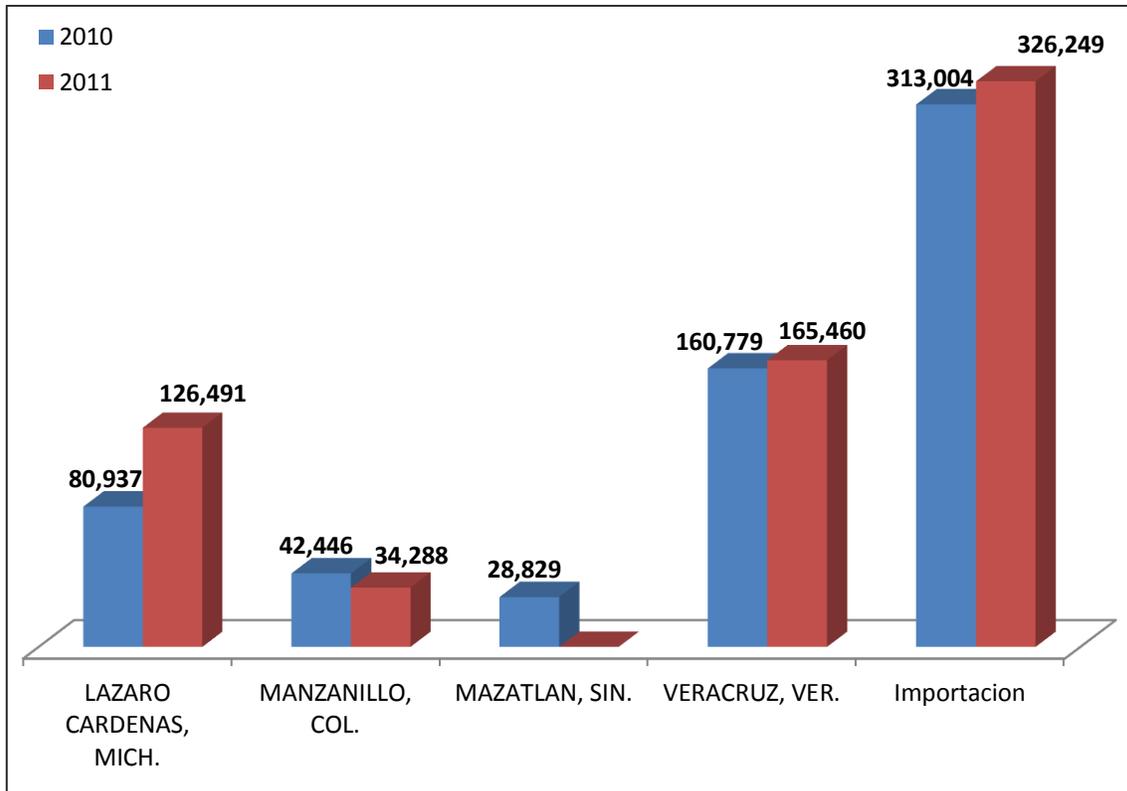
**Grafica 2.4 Movimiento nacional de carga en puertos comerciales 2011  
General suelta (toneladas)**

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

### *Movimiento de Automóviles*

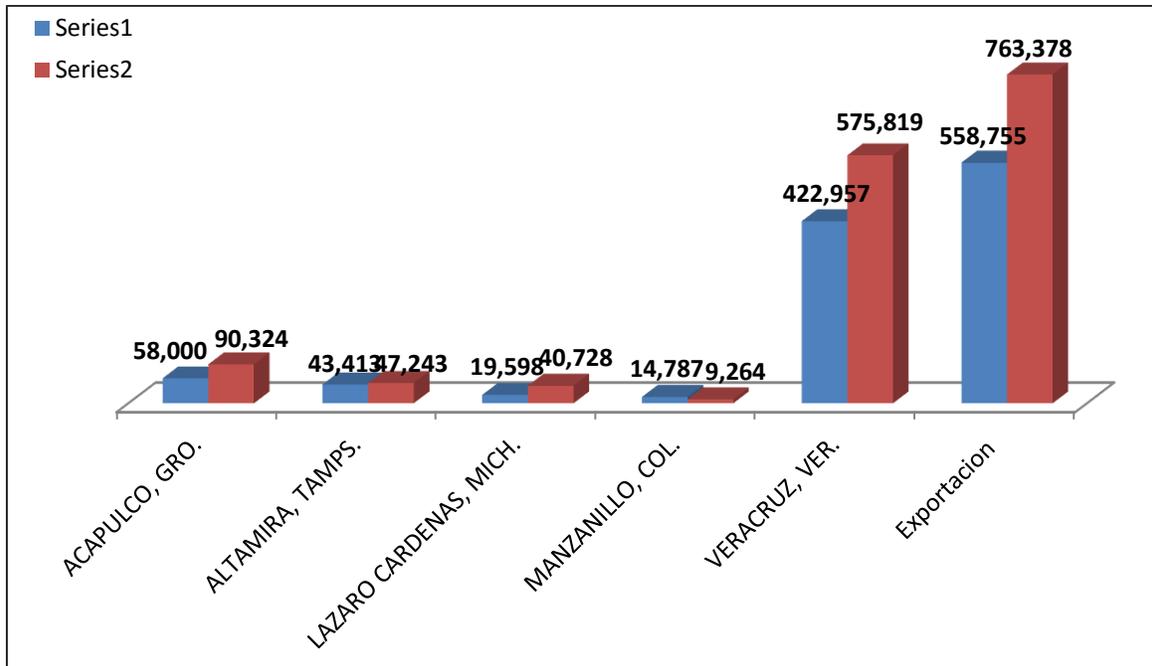
Los puertos represan un importante apoyo al comercio de exportación e importación de la industria automotriz. Durante el año 2011 por los puertos se transportaron 1,089,627 unidades además de que se registró un importante movimiento de autopartes y refacciones.

El manejo de carga/descarga de automóviles se realiza en siete puertos, entre los cuales tiene la mayor participación Veracruz, Lázaro Cárdenas, Altamira y Manzanillo (ver grafica 2.5 y 2.6).



**Grafica 2.5 Vehículos automotores en tráfico de altura  
Importación (Unidades)**

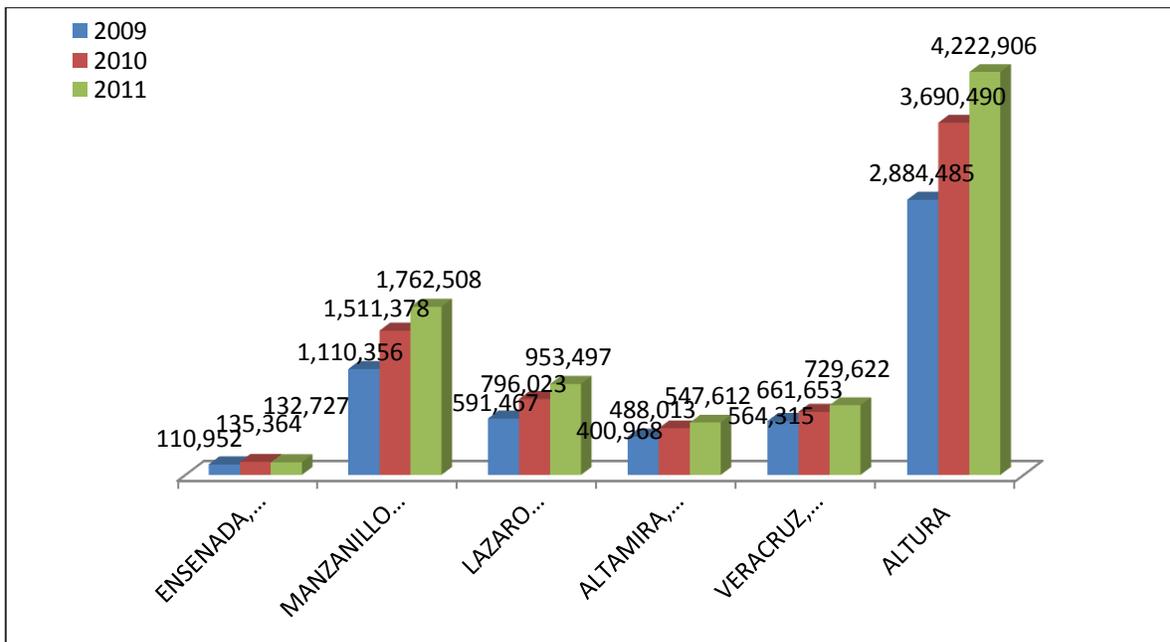
## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA



**Grafica 2.6 Vehículos automotores en tráfico de altura Exportación (Unidades)**

### *Movimiento de Contenedores*

En México el mercado de carga en contenedores por vía marítima se concentra en seis puertos: Manzanillo, Veracruz, Altamira, Lázaro Cárdenas, Ensenada y Progreso (ver grafica 2.7).



**Grafica 2.7 Serie movimientos de contenedores años 2009,2010 y 2011 Puertos de altura (Teus)**

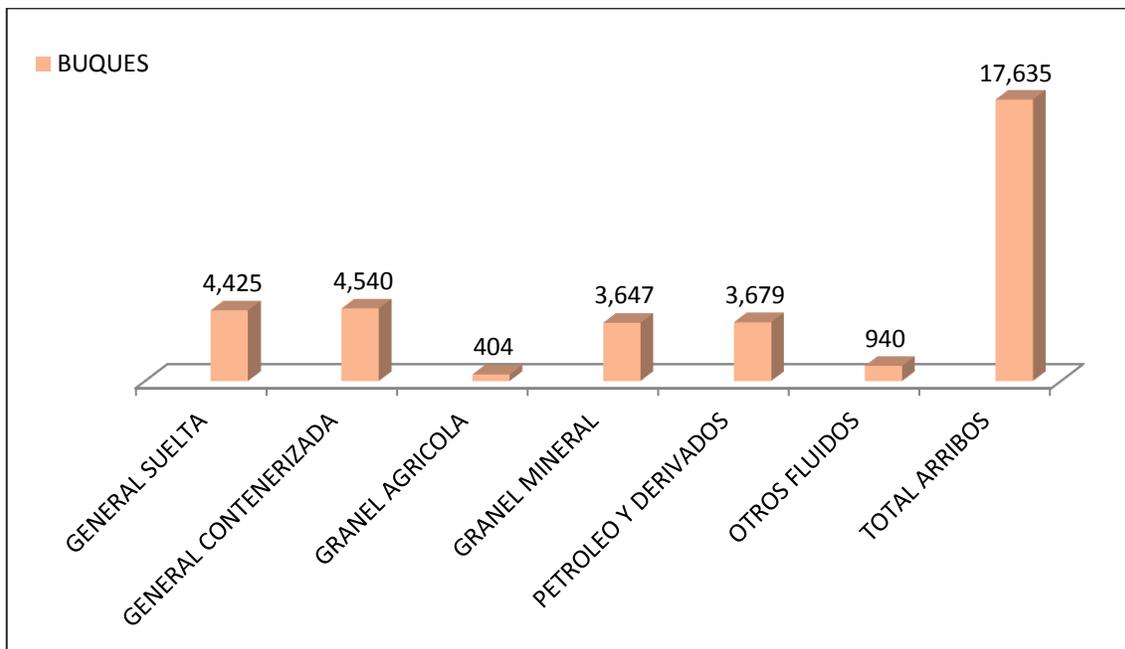
## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

El único puerto de cabotaje que tubo entrada de 248 Teus y salida 468 Teus fue puerto Chiapas. Prácticamente el 100% de la carga contenerizada corresponde a movimientos en tráfico de altura, esto es, de exportaciones e importaciones. Los principales productos que se transportan en contenedores son: autopartes, lamina, productos electrónicos, textiles, computadoras, juguetes y perecederos.

### *Arribo de Embarcaciones*

Durante el 2011, los puertos del país atendieron 17,635 mil embarcaciones en operaciones de carga y descarga de mercancías (ver grafica 2.8).

Los puertos de Manzanillo, Veracruz, Altamira, Tampico y Progreso son los puertos comerciales con mayor arribo de barcos.



**Gráfica 2.8 Arribo nacional de buques por tipo de carga 2001**

El puerto de Dos Bocas registró un aumento del 94% en el arribo de buques durante 2012, principalmente en su Terminal de Usos Múltiples donde se reportó la llegada unas 1,106 embarcaciones.

La ubicación “estratégica” de este puerto en el litoral de Tabasco se ha convertido en una ventaja competitiva para el desarrollo de proyectos de suministro y de servicios especializados a la industria petrolera por parte de empresas nacionales y extranjeras del sector, y ha sido factor determinante para el incremento de operaciones portuarias. Ejemplo de esto es el proyecto de construcción de 78 kilómetros de tubería submarina que la empresa Swiber Offshore lleva a cabo desde esta Terminal.

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

En Lázaro Cárdenas y Manzanillo –los dos principales puertos comerciales del litoral del Pacífico-, se reportó una baja de 10.1 y 7.5%, respectivamente, en el arribo de buques en el primer semestre de 2012. En el primer caso, la cifra pasó de 818 de enero a junio de 2011, a 735 embarcaciones atendidas en el mismo periodo de este año, mientras que en el caso de Manzanillo, en el primer semestre de 2011 se atendieron mil 20 buques y hasta junio de 2012 arribaron 944 embarcaciones.

En el litoral del Golfo-Caribe, Veracruz y Altamira son los puertos que reciben la mayor cantidad de buques portacontenedores. En el primero, se registró un leve aumento de 0.8% en el arribo de embarcaciones de carga, al pasar de 979 en el primer semestre del año anterior, a 987 en el mismo periodo de 2012.

### *Comparativa entre México y Singapur*

Características	México	Singapur
Área total en kilómetros cuadrados	1,972,550	692,7
Kilómetros de costas	9,330	193
Amenazas naturales	Tsunamis, volcanes Terremotos y huracanes	Tsunami y volcanes
Población, millones de habitantes	107,4	4,4
Tasa de crecimiento población	1.16%	1.42%
Tasa de crecimiento anual de su economía	3.00%	6.40%
PIB por capital en dls.	10	28.1
Deuda externa, en miles de millones de dls.	174,3	24,7
Contenedores manejados en 2009	2.874.313 (TEU)s	26.592.800 (TEU)s
Contenedores manejados en 2012	4.243.651(TEU)s	32.421.602 (TEU)s

**Tabla 2.8 México y Singapur**

Fuente: [gestiopolis.com](http://gestiopolis.com)

Se puede observar (ver tabla 2.8) lo sana que se encuentra la economía de este pequeño pero importante país que de forma global y sin ser superior en volumen de PIB, población y extensión, se percibe con mayores avances con respecto a México, sobre todo reflejado en el menor índice de desempleo y en el pujante crecimiento anual de su economía. Singapur es una de las principales economías del mundo representando por una parte un modelo económico interesante a estudiar por parte de los países en vías de desarrollo y en otro aspecto, Singapur se conceptualiza como un socio comercial interesante para muchos países

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

desarrollados. En términos del desarrollo de las costas, el efecto positivo de la infraestructura portuaria y obras marítimas ha sido aún más cuestionable y, en algunos casos, incluso se ha observado un deterioro en las condiciones ambientales, urbanas y productivas tradicionales de la zona. En general, el beneficio económico ha sido de un carácter más puntual, limitado al entorno inmediato de la actividad portuaria. El desarrollo de las ciudades costeras y la actividad portuaria han corrido por caminos separados, frecuentemente divergentes. Los únicos dos casos notables de excepción lo constituyen las ciudades- puerto de Veracruz y Tampico.

Los puertos en México, carecen en este momento de una planeación integral de su crecimiento como sistema portuario-urbano, o sea “puerto-población”, por un grupo institucional normativo, lo cual dificulta atender las necesidades de ampliación del puerto y mitigar los efectos de estas ampliaciones sobre el espacio urbano, pues la programación del crecimiento de las áreas del puerto se lleva a cabo sin tomar en cuenta las consecuencias sobre las ciudades que los alberga. Es así como por ejemplo no se anticipa la necesidad de derechos de vía para corredores de carga dentro de las ciudades portuarias o la necesidad de espacios de maniobras portuarias y terrestres. La problemática portuaria se analizó a partir de proyecciones del comercio exterior considerando una paulatina redirección a favor de los intercambios con Asia, lo que lleva a una reducción relativa de nuestro comercio exterior con EEUU. Los resultados se tomaron del estudio Plan Maestro de Corredores Multimodales en el que se consideraron los supuestos siguientes:

El crecimiento del tráfico de contenedores a nivel mundial se ha venido acelerando en los últimos años. Se pronostica que el volumen de los contenedores transportados en el mundo podría duplicarse en los próximos años, con respecto a las cifras del año 2000, gracias al dinamismo de las economías emergentes. En este proceso destaca el éxito comercial de los países asiáticos, principalmente con EEUU. Fenómeno global que seguirá impulsando un gran dinamismo en el transporte marítimo de contenedores. En este contexto, los puertos seguirán actuando como detonador de la globalización y en la configuración de una red comercial mundial, cuya lógica de funcionamiento dejará de coincidir con la de los estados-naciones, por adaptarse a las exigencias de mercados continentales.

### *Actividad comercial marítima. Importancia y dificultades para encauzarla*

La actividad comercial marítima está supeditada a factores específicos fundamentales: puestos como terminales, barcos como medios de transporte, utilización del mar como plan de recorrido y, en último término construcción o reparación del material flotante, como añadido. México por desgracia no obstante su ubicación de privilegio tropieza con amarga dificultad geográfica de carencia de puertos naturales que puedan acondicionarse como verdaderos centro marítimos de primer orden. Cuenta con un número determinado de unidades maríneas de comercio insuficiente desde luego para cubrir las exigencias nacionales de intercambio y, muy a pesar de los esfuerzos realizados en las décadas últimas

## CAPITULO II. PLANEACIÓN PORTUARIA

arroja un impedimento manifiesto para escalonar cierta construcción naviera digna de encomio.

En tratándose de la marina mercante, el mexicano no ha sentido- quizá ahora empieza a despertar esta conciencia- la necesidad de su existencia. Fenómenos desencadenantes de la abulia o ignorancia: la concentración de la población en el altiplano, con dedicación de ella a toda clase de actividades terrestres; producción hasta hace poco insuficiente para la exportación, o sea, saldos reducidos para esta; cercanía inmediata del poderoso país fronteriza o del Norte, que coloca la balanza económica a su disposición, si se considera principal comprador de y vendedor a nuestro comercio; y aprovechamiento exclusivo de líneas de navegación extrajeras- aun en fechas recientes. Para el cubrimiento de las necesidades intrínsecas. No obstante que desde su infancia la humanidad toma contacto con el mar, es desesperante la inconcreción o tradicional falta de interés del mexicano en los asuntos del mar.

Lo que puede favorecer el desarrollo de una marina mercante no deriva de las ordenes o disposiciones gubernamentales, ni de los apoyos a base de subsidios que originan una vida artificial, sino de la simpatía del país hacia su marina misma. Porque “la marina no es cosa que puede crearse y crecer al solo esfuerzo de un hombre capaz y voluntarioso, sino que el análisis de la historia nos demuestra que un país o una región únicamente pueden hacer prosperar su marina cuando, a un elevado ideal político y una finalidad económica y geográfica, va unida la existencia simultanea de un grupo de hombres quienes, colocados por la casualidad o una acertada visión del amando en lugares directivos, saben crear el clima necesario y hacer funcionar eficazmente los resortes indispensables”.

Del impedimento geográfico resulta imprescindible añadir que, muy independientemente de la carencia de puertos naturales en los litorales y el reducido empeño para construir alguno artificial que en verdad cubra las necesidades reales de cada costa, hasta el momento el factor más importante para no lograr el desarrollo del movimiento marítimo o acrecentamiento de su actividad, ha sido la falta de medios de comunicación transversales, agilizadores del transporte terrestre y propiciatorios de lo que ha venido llamándose hinterland o zona de influencia de un determinado puerto para el transporte que canaliza adecuadamente hacia tierra. La escasez de carreteras ferrocarriles, el paralelismo de estas dos vías comunicantes-en la mayoría de las ocasiones-, el terreno abrupto que coloca en contacto las costas con el altiplano, y el desnivel entre ambas terminales de unión colocan a las ciudades de categoría de la región central y a la capital en condiciones desfavorables de intercambio.

Parece ser que el hecho de que México posea dos costas largas separadas entres si ha tenido sin duda alguna influencia desfavorable sobre el desarrollo de la marina mercante, especialmente sobre el tráfico intermexicano entre los litorales del Golfo y el Pacifico.

# CAPÍTULO III

## DISEÑO PORTUARIO

## CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

### PUERTOS GENERALES

Estos puertos cumplen una función esencial de enlace y regulación. Su tamaño, tipo y número de instalaciones estará condicionado por la magnitud de los volúmenes y tipos de carga que participan en ese enlace; el volumen de carga a su vez dependerá de las características de desarrollo de una zona tierra adentro a la que sirve el puerto fundamentalmente por razones de costo de transporte, las cuales condicionarán una cierta ley de oferta y demanda de productos primarios, semielaborados y elaborados.

Los elementos de los puertos generales como un sistema de transporte pueden esquematizarse conceptualmente en la siguiente forma (ver figura 3.1):

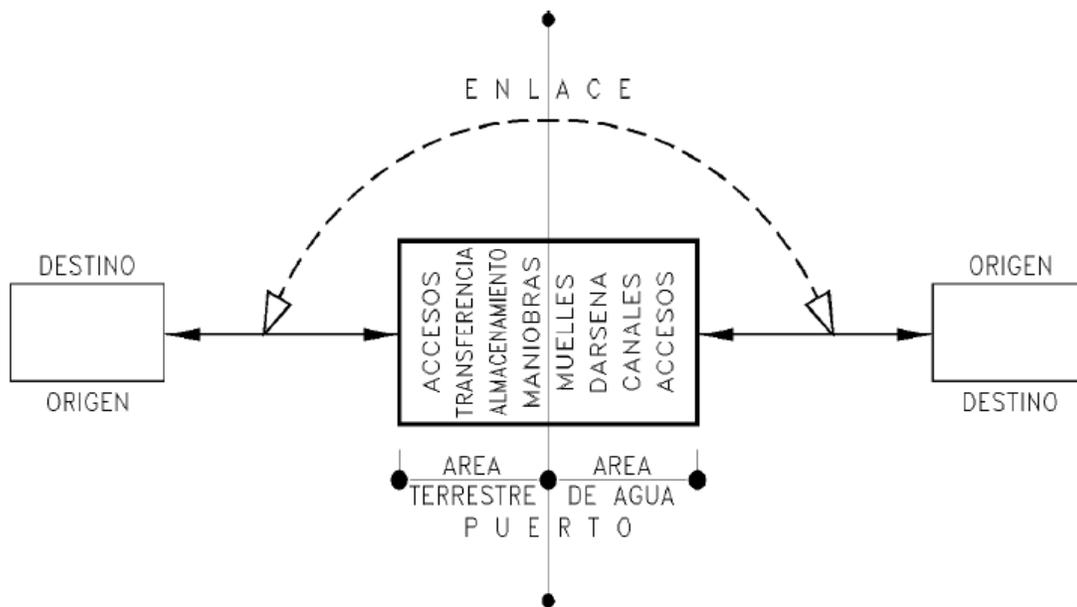


Figura 3.1 Esquema conceptual de un puerto en general.

### AREAS DE AGUA

Su función es cubrir las necesidades de acceso al puerto en forma segura y eficiente, en las maniobras que realiza el barco, desde la entrada hasta que fondea o atraca y viceversa; las zonas navegables que es necesario dimensionar son las siguientes (ver figura 3.2):

#### *Accesos al puerto*

1. *Obras Exteriores:* Aquellas que se realizan en el mar, como son: rompeolas, escolleras, espigones de protección, protecciones marginales y dragados exteriores.
2. *Bocana:* Es la entrada de mar abierto a la zona abrigada, puede ser natural o artificial, en cuyo caso estará limitada por rompeolas o escolleras debidamente señalizados. La orientación y dimensionamiento deben cumplir una serie de requerimientos de acuerdo a las características de los barcos y a las condiciones

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

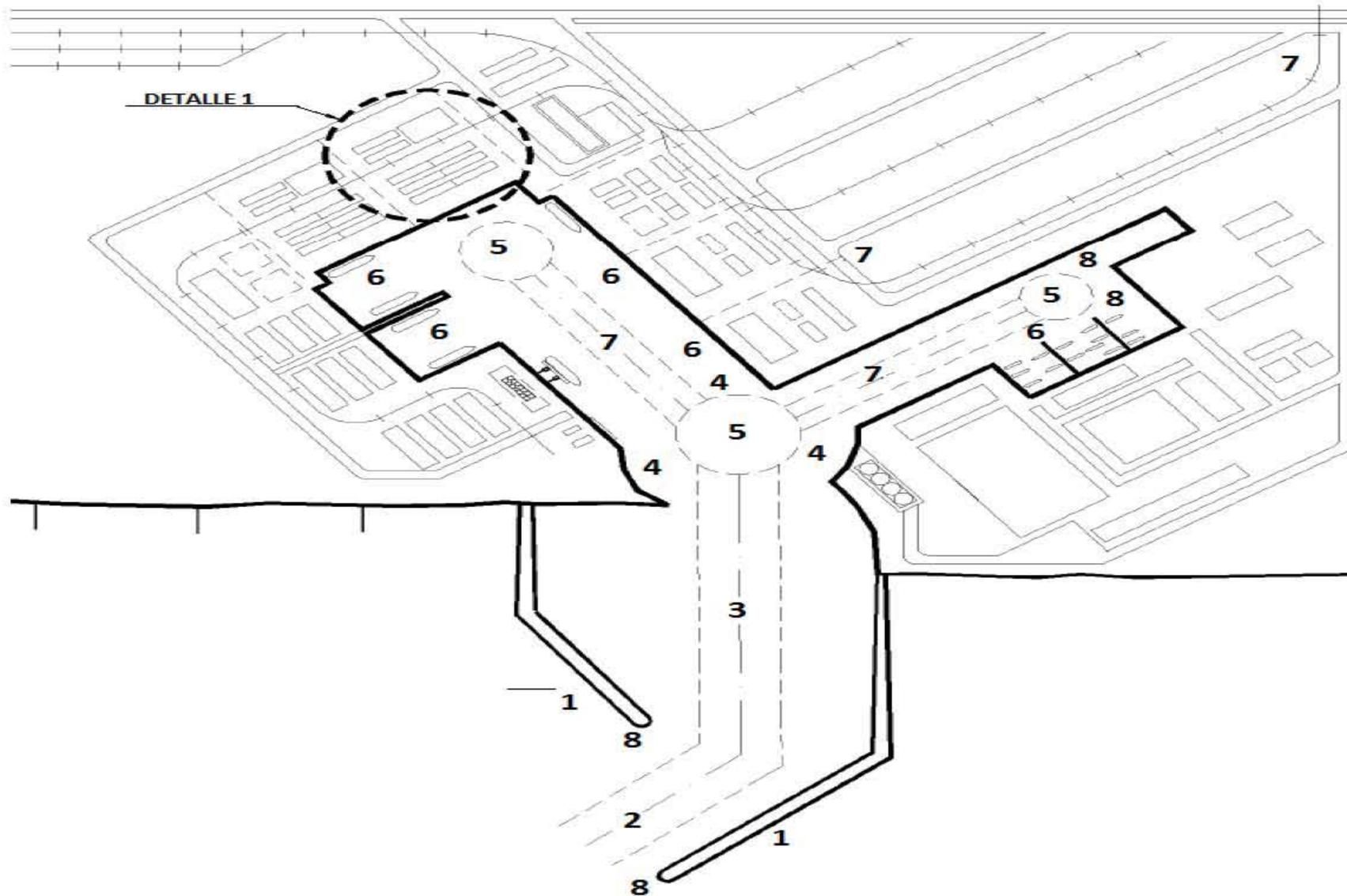


Figura 3.2 Elementos generales de un puerto (Áreas de agua)

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

oceanográficas y meteorológicas impuestos por los temporales, las que después de una cierta magnitud determinan el cierre del puerto por el capitán responsable.

3. *Canal de navegación principal:* Es la entrada de mar abierto a la zona abrigada, puede ser natural o artificial, en cuyo caso estará limitada por rompeolas o escolleras debidamente señalizados. La orientación y dimensionamiento deben cumplir una serie de requerimientos de acuerdo a las características de los barcos y a las condiciones oceanográficas y meteorológicas impuestos por los temporales, las que después de una cierta magnitud determinan el cierre del puerto por el capitán responsable.

#### *Áreas de Maniobra*

4. *Dársena de ciaboga.* Es el área marítima dentro del puerto, donde los barcos hacen las maniobras de giro y revire con el fin de enfilarse hacia las distintas áreas del puerto; es la representación esquemática del círculo de evolución que sigue un barco en esta maniobra, puede o no estar incluida la maniobra de parada. De acuerdo a la frecuencia y tamaño de las embarcaciones puede haber varias dársenas para atender a los diferentes tipos de buques que llegan a él.
5. *Dársena de maniobras.* Son las áreas dentro del puerto destinadas a las maniobras de preparación del barco para el acercamiento o despegue del muelle, se requieren áreas para tal fin en cada grupo de atraque, normalmente se realizan con ayuda de servicio de remolcadores, sin embargo la no existencia de este servicio resulta en dársenas muy grandes.
6. *Canales secundarios.* Son las vías navegables dentro del puerto que permiten a las embarcaciones realizar su rutina de entrada o salida, comunicando al canal de navegación principal con las distintas áreas que conforman el puerto.

#### *Áreas de servicio*

7. *Dársena de Servicios.* Comprenden las áreas de agua contiguas a los muelles y las complementarias para permitir reparaciones a flote. Las áreas contiguas a los muelles son conocidas como dársenas de atraque normalmente dependen de la longitud del frente de atraque; las que se usan para reparaciones son función del tamaño del buque y tipo de anclaje.

#### *Otras áreas*

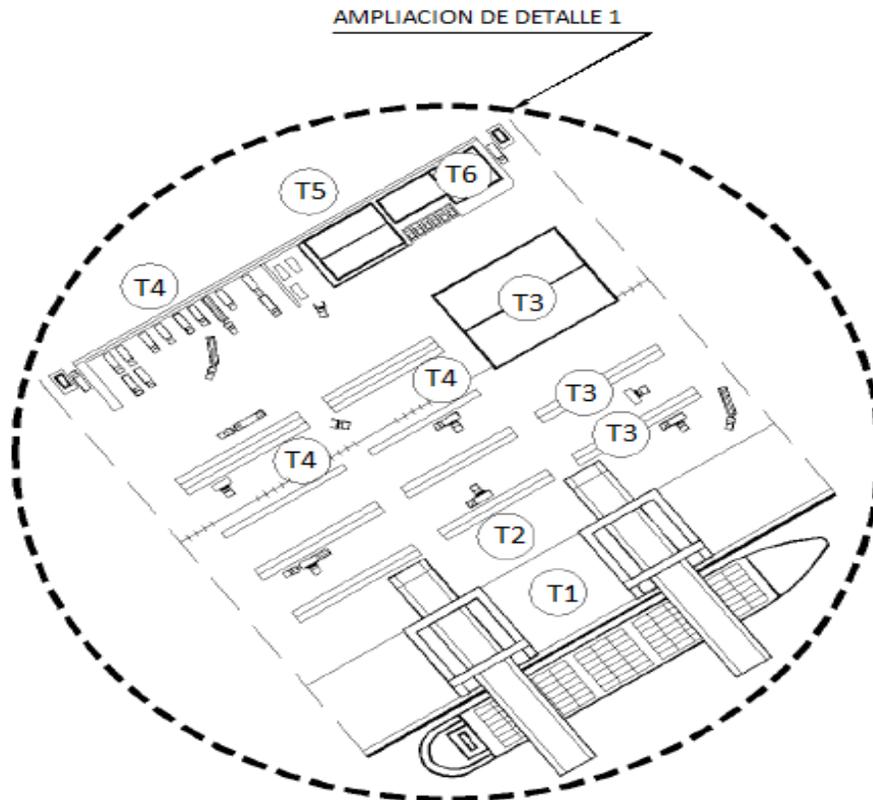
- a) *Antepuerto:* Es el área de agua ubicada cerca de la entrada, generalmente es atravesado por el canal de acceso, su función es propiciar una expansión de la energía del oleaje que pasa por la bocana y dar servicio para maniobras o fondeo de las embarcaciones.
- b) *Fondeadero:* Son áreas de agua que sirven para el anclaje, cuando los barcos tienen que esperar un lugar de atraque, el abordaje de tripulación y abastecimientos, inspección de cuarentena y algunas veces aligeramiento de carga; su localización debe ser estratégica, según la función que tenga que

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

cumplir, aunque generalmente se ubican junto a los canales de navegación, sin que entorpezcan los movimientos de otros buques.

#### *Obras interiores*

Las Obras Interiores, son las que se llevan a cabo en la zona terrestre de los puertos, como son (ver figura 3.3):



**Figura 3.3 Elementos generales de un puerto (Áreas de tierra)**

- T1.- Muelle
- T2.- Área de transferencia y maniobras
- T3.- Almacenamiento
- T4.- Circulaciones
- T5.- Reparaciones
- T6.- Servicios
- T7.- Acceso Terrestre
- T8.- Ayudas a la navegación

## CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

### *Obras de acceso y maniobras*

El diseño de las obras de acceso y maniobras en la época actual debe tomar muy en cuenta los grandes cambios que el tráfico marítimo ha sufrido en los últimos años. Como es de todo conocido, los barcos han ido creciendo en tamaño y ahora es de lo natural hablar de barcos con portes de 100,000 TPM hasta 500,00 TPM. Es lógico suponer entonces que, estos barcos requerirán de aéreas y distancias de frenado mayores que los más pequeños.

Asimismo la maniobrabilidad de ellos requiere de áreas mayores para mantener la seguridad en todas las operaciones. Es así muy importante que para el diseño de este acceso se defina con mucho cuidado el “barco de proyecto”; con lo que quedarán definidos la eslora, manga y calado respectivos.

Por otra parte también deberán establecerse las condiciones de operatividad del puerto, entre las cuales se pueden mencionar.

- Mareas: astronómicas y de tormenta
- Viento
- Corrientes
- Visibilidad

### *Profundidad del canal de acceso*

La profundidad en el canal de acceso es una función de los siguientes factores:

- Calado del buque. Se deberá elegir siempre el de plena carga
- Sentado del buque por efecto de oleaje (squat)

Este fenómeno se presenta cuando el avance de un buque sobre el agua produce un cambio en las velocidades de ambos cuerpos; el retorno del agua durante el paso del navío crea esta diferencia de velocidades, que producen presiones hidrodinámicas sobre el casco de la embarcación; esta situación induce a una depresión del nivel del agua, y en el barco, un esfuerzo vertical hacia el fondo con giro de su eje transversal horizontal, que se convierte en un desplazamiento en toda su longitud del plano de simetría vertical, denominado "sobrehundimiento" o squat.

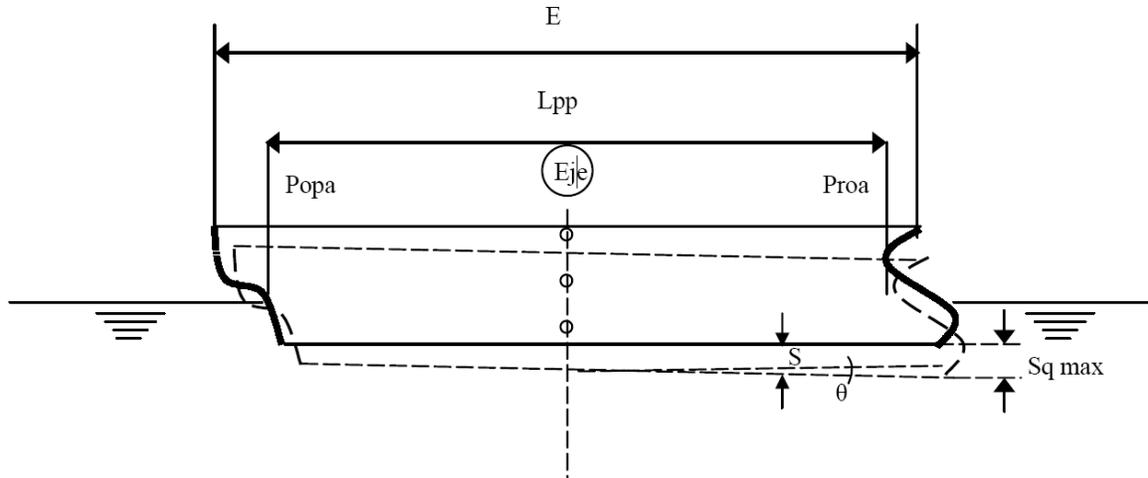
En concreto, se producen:

- a) Un movimiento vertical del barco llamado hundimiento ( $s$ )
- b) Una rotación de su eje longitudinal ( $\theta$ )

La combinación de estos efectos permite obtener el sobrehundimiento ( $S_q$ ) (ver figura 3.4), en el que la magnitud del movimiento vertical de un punto del casco, medido desde el nivel del agua variará respecto a la posición longitudinal original del barco.

Al analizar un acceso portuario, lo que interesa determinar es el sobrehundimiento máximo, que salvo en embarcaciones deportivas rápidas y algunos casos de navegación fluvial, se produce en la proa.

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO



**Figura 3.4 Sobrehundimiento Delantero de un Barco (Squat)**

E = Longitud del barco (eslora)

Lpp = Longitud entre perpendiculares

M = Manga del barco

D = Calado del barco (puntal sumergido)

$CB = \frac{\nabla}{LppBD}$  o Factor de desplazamiento del barco; siendo

$\nabla$  = El volumen de desplazamiento generado en su avance

Existen diversos métodos para calcular el Sqmax considerando buques a plena carga, que fueron analizados por el PIANC en 1999. Estos criterios empíricos provienen de estudios en modelos reducidos de buques automotores o remolcados, realizados para los casos mostrados (ver tabla 3.1).

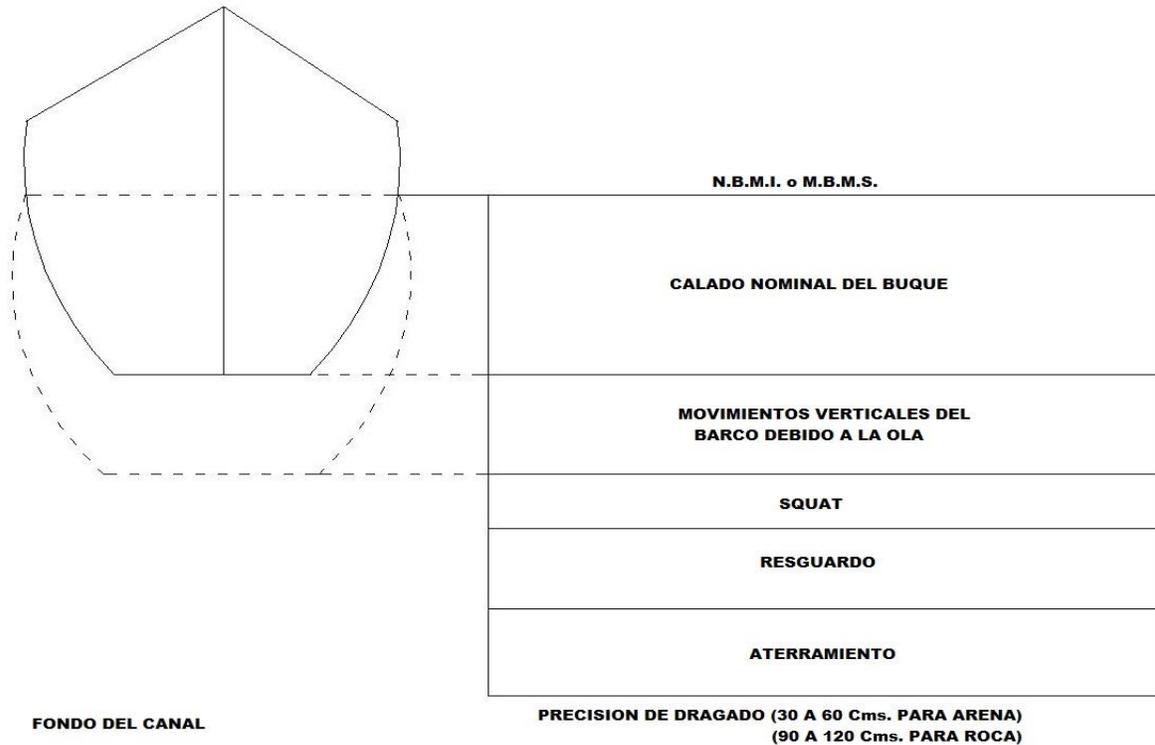
TIPO DE BARCO	Lpp (m)	M (m)	D (m)	CB
Buque-tanque de 250,000 T.P.M	330	50	20.0	0.85
Buque Granelero de 65,000 T.P.M.	245	35	13.0	0.76
Portacontenedores tipo	270	32	12.5	0.60
Panamax de 40,000 T.P.M				

**Tabla 3.1 Tipo estudiados en la determinación del squat**

- Oleaje de operación. El que en términos generales depende del régimen medio anual, pero que podría considerarse H=5m.
- Resguardo de la quilla, el cual permite dejar un espacio para que el buque pueda gobernar adecuadamente y con seguridad (0.5 m el fondo arenoso m en fondo rocoso).

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

- Aterramiento y dragados; los cuales en virtud de que son difíciles de precisar deberán dejar un espacio libre como factor de seguridad en la profundidad (0.50m) (ver figura 3.5).



**Figura 3.5 Factores que influyen en la determinación de profundidad**

#### *Ancho del Canal de Acceso*

El ancho del canal de acceso depende también de varios factores entre los cuales podemos mencionar.

- a) La manga, velocidad y maniobrabilidad del barco de diseño.
- b) El número de sentidos de navegación
- c) La profundidad del canal
- d) El trazo en planta del canal.
- e) La estabilidad de los taludes del canal
- f) Los vientos, corrientes y oleajes de través al eje del canal.

En términos generales no se recomienda que los canales de acceso permitan dos líneas de navegación y se sugiere que el ancho en la plantilla no sea menor de 5 veces la manga del barco de diseño.

De todas maneras, el ancho final así como también la profundidad deberán ser analizadas en modelos especiales de maniobrabilidad.

## CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

### *Trazo de canal de acceso*

El canal de acceso debe trazarse de tal manera que la navegación se realice sin maniobras difíciles que sean originadas por corrientes transversales a dicho canal.

El trazo ideal del canal de acceso es el rectilíneo, lo cual es casi siempre difícil, ya que las batimetrías en general son irregularidades y hacen por lo tanto necesario el cambio de dirección. De preferencia, la dirección del canal deberá ser la misma que la del temporal, para que los anchos sean los mínimos.

En el caso de requerirse curvas, estas deberán ser muy amplias y los radios de cuando menos cinco esloras del barco de diseño.

En estas curvas, el ancho del canal también deberá ser incrementado en un ancho adicional igual a  $L/40$ , donde  $L$  es la eslora del barco.

### **OBRAS DE ABRIGO Y FONDEO**

Según la Comisión Internacional del Oleaje del PIANC la función esencial de una obra de protección o rompeolas de un puerto, es proteger los accesos, las zonas de maniobras y las obras interiores contra la acción de los oleajes procedentes de aguas profundas. A su vez, otras funciones que se dan paralelamente con la construcción de los rompeolas son; encauzamiento de corrientes, interrupción del transporte litoral, ganancia de terrenos al mar, etc.

Cualquiera que sea la función que requiera 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. Debido a esta característica, los rompeolas para su estudio se han dividido en dos grandes grupos que son:

- a) Los que amortiguan el oleaje
- b) Los que impiden el paso del oleaje.

El abrigo necesario para los puertos ha de conseguirse mediante unas obras que impidan la acción del mar (salvo en los casos en que se trate de puertos naturales) y que al mismo tiempo cumplan con las condiciones necesarias en la entrada, evolución y giro; y que dejen superficie abrigada suficientemente. De acuerdo con su trazo en planta podemos agrupar a los diques de abrigo en los siguientes tipos principales.

### *Diques Paralelas a la Costa*

Esta solución suele usarse en puertos exteriores ganados al mar, no muy alejados de la costa; o bien, cuando no se dispone de espacios tierra adentro (por la cercanía de una población, por existir terreno rocoso, etc.), y pueden estar aisladas de la costa (ver figura 3.6).

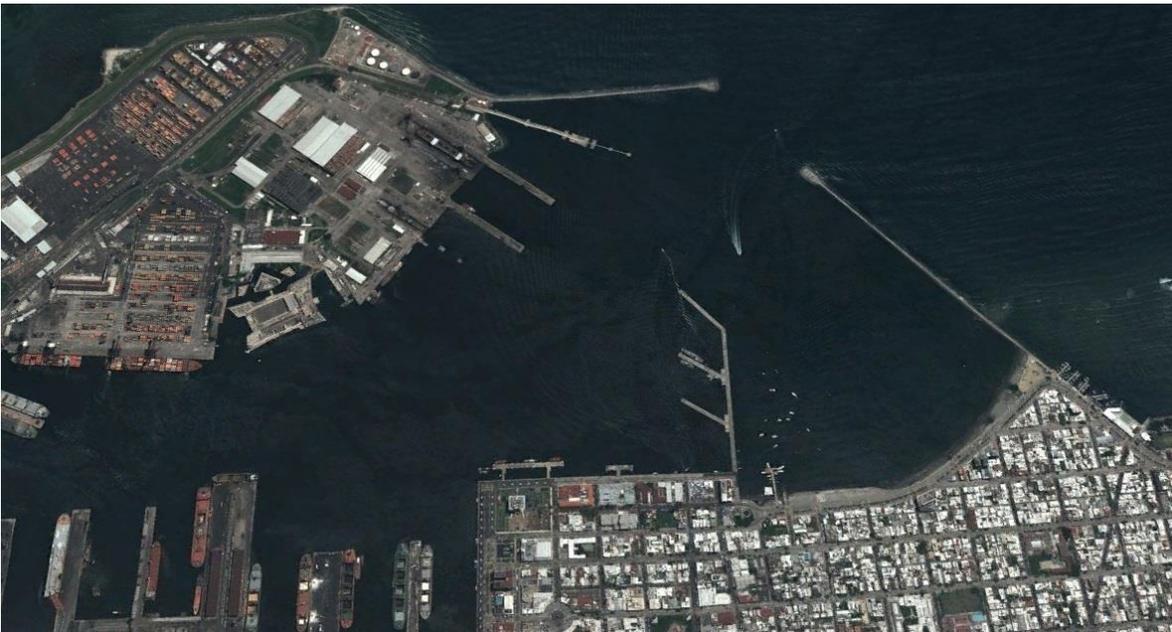
### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO



**Figura 3.6 Obras de Protección Paralelas a la Costa  
(Puerto, La Paz-Baja California Sur)**

#### *Diques Convergentes*

Este tipo es muy utilizado en busca del calado necesario para la boca de entrada. En este caso se debe tener cuidado con las áreas de agua disponibles, ya que el puerto quedará encajado entre las obras (ver figura 3.7).



**Figura 3.7 Obras de Protección Convergentes  
(Puerto, Veracruz)**

## CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

### *Obras Perpendiculares a la Costa*

Estas se proyectan normalmente en puertos fluviomarítimos o puertos creados en tierra mediante dragados. Ofrecen muchos inconvenientes, como azolvamientos importantes, malas condiciones a la navegación y penetración de la agitación (ver figura 3.8 y 3.9).



**Figura 3.8 Obras de Protección Perpendiculares a la Costa  
(Puerto, Tampico Tamaulipas)**

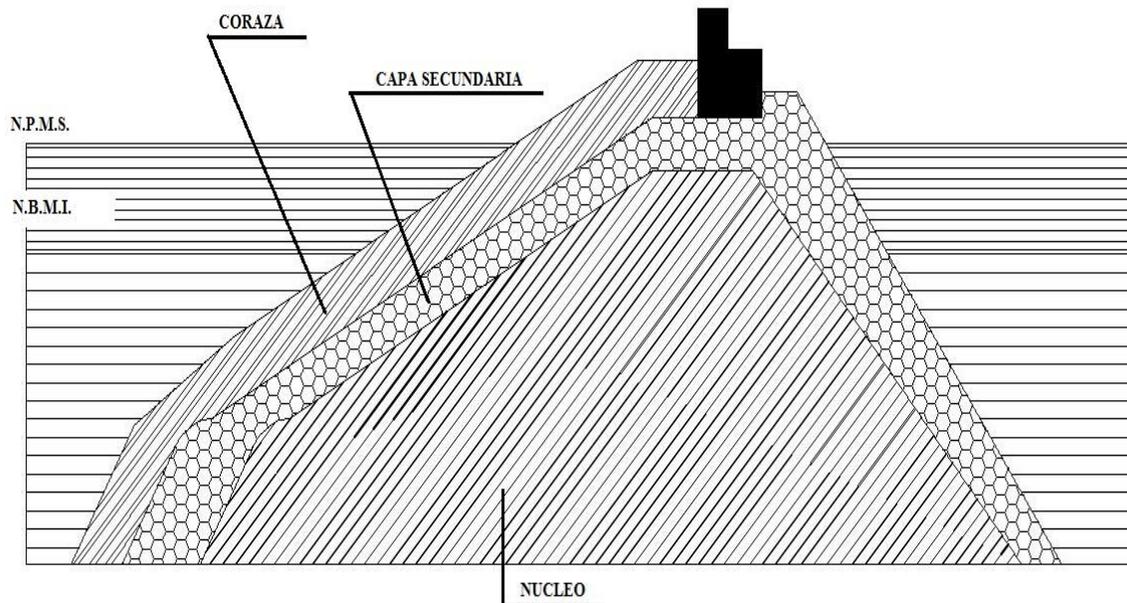


**Figura 3.9 Obras de Protección Perpendiculares a la Costa  
(Puerto Manzanillo)**

## CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

### *Diques rompeolas a talud*

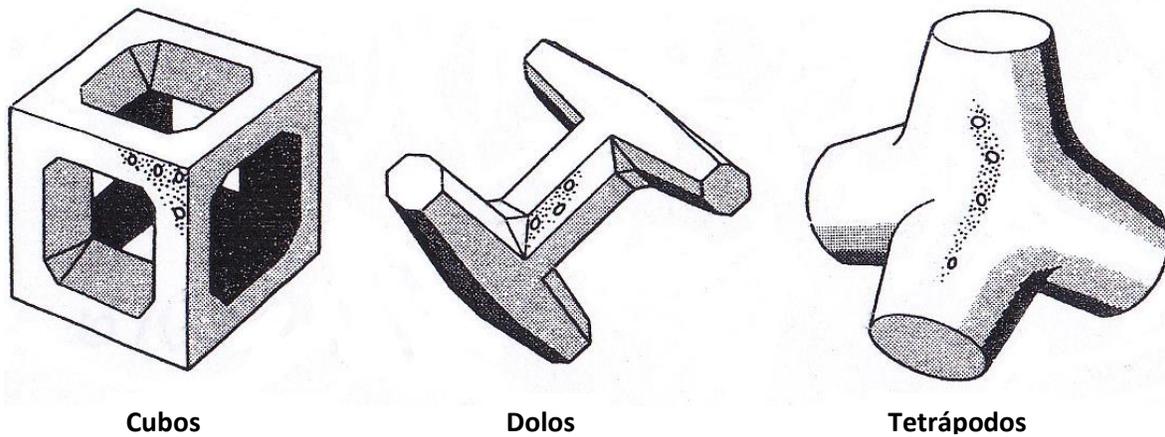
Este tipo de dique (ver figura 3.10) ofrece grandes ventajas desde el punto de vista constructivo, pocos peligros de destrozos y averías, fácil reparación de las que originan bajas cotas de corona, aunque en cambio requieren la existencia de canteras en lugares más o menos próximos.



**Figura 3.10 Dique rompeolas a talud**

En caso de no existir, es necesario utilizar elementos prefabricados (ver figura 3.11) en las capas exteriores, lo cual hace que se incremente el costo y el plazo de ejecución. Por otra parte también tienen el inconveniente de que resta superficie útil a la zona abrigada, por la gran longitud de taludes.

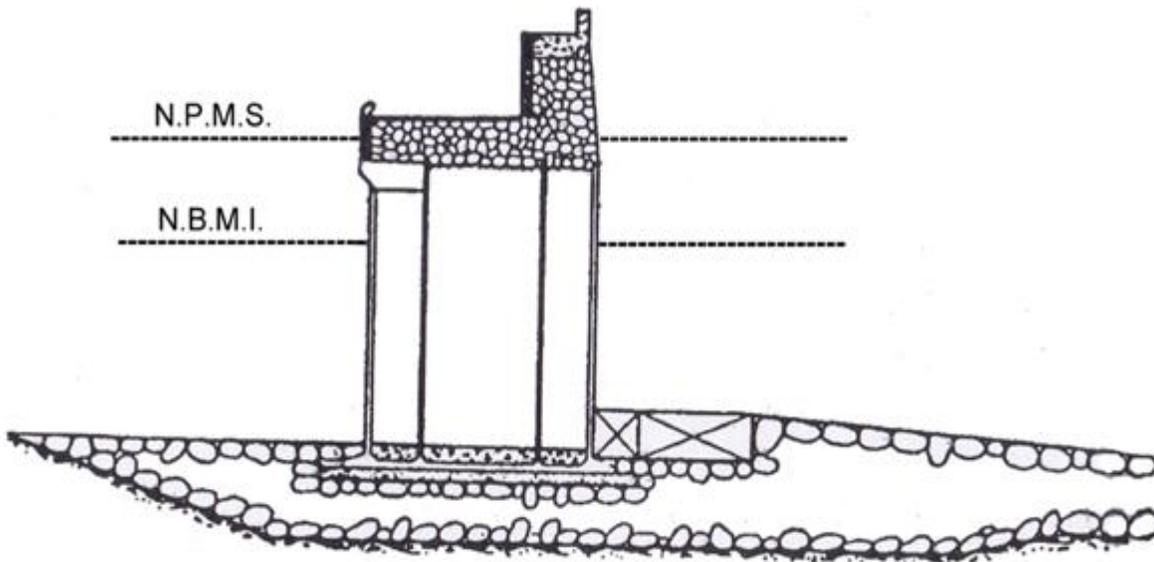
En la actualidad se utilizan normalmente obras de talud o diques, que se construyen a base de enrocamiento en capas, protegidas con una coraza de roca o de elementos artificiales de concreto hidráulico simple, como pueden ser: cubos, tetrápodos, tribarras, acrópodos, coreloc, etc.; en algunos casos se emplea la bolsacreto, consistente en bolsas de material plástico rellenas de mortero cemento – arena.



**Figura 3.11 Tipos de elementos superficiales**  
Fuente: Hydraulic Structures

*Diques verticales reflejantes*

El empleo de este tipo de diques (ver figura 3.12) es menos común que el rompeolas a talud mencionado anteriormente, porque las condiciones especiales de cimentación y profundidad, debiendo esta última ser mayor de  $2 H$  para evitar que las olas rompan contra ellos. Estos diques están constituidos por grandes cajones de concreto, que se llevan flotando hasta el sitio de colocación en donde se hunden y se rellenan con arena. Tienen la ventaja de no requerir de canteras en las proximidades, y la relativa rapidez de construcción. Pueden además utilizarse como atracaderos, que presentan paramento vertical; aunque sus anchos no permiten que sobre la corona se realicen operaciones de carga general.



**Figura 3.12 Dique vertical reflejante**

## CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

### *Diques mixtos*

Este tipo de dique utiliza enrocamientos en la base y cajones de concreto sobre estos, y su uso se restringe a profundidades en donde se obliga a romper el oleaje sobre el enrocamiento y la energía que queda refleja con el muro vertical.

### **ESTABILIDAD DE DIQUES A TALUD**

Una estructura de enrocamiento a talud se compone de varias capas de rocas hincadas al azar, protegidas con una coraza, que bien puede ser piedra o de elementos de concreto con determina forma. Los elementos de la coraza deben colocarse de una manera ordenada, a fin de que se logre una buena interconexión entre cada una de las unidades individuales. Este fenómeno que se presenta sobre los taludes de las obras, y las fuerzas que se generan, no es posible analizarlas de una manera teórica, sino que el problema se ha resuelto en una forma empírica y los resultados que se pueden entender han sido satisfactorios. Desde luego, siempre es conveniente analizar los casos particulares por medio de modelos hidráulicos de estabilidad, tanto en dos como en tres dimensiones.

Los factores que deben tomarse en cuenta para el diseño son los siguientes:

- Las características de oleaje en aguas profundas
- La profundidad del agua en el extremo de la estructura.
- La batimetría
- El peso específico del agua en donde se construirá la obra.

De los factores anteriores, uno de los más importantes es la profundidad, ya que esta determinaría si la estructura estará sujeta a oleaje rompiente o ya roto para una determinada condición. Por otra parte, también la altura de la ola depende de la profundidad por el efecto de los fenómenos de refracción y fricción de fondo.

También la profundidad a la que se encuentra ubicada la estructura se puede ver modificada por otros efectos tales como las mareas astronómicas y mareas de tormenta.

Dentro de estas obras se distinguen dos tipos de estructura similares en su forma y composición estructural. Estas son: "Rompeolas", cuando se construyen en la costa para crear áreas protegidas para la navegación de embarcaciones; y "Escolleras", si se construyen por pares en la desembocadura de un río con la función achiflonar la corriente para evitar el azolvamiento de la boca y detener el transporte litoral en esa franja de costa.

Los enfoques más recientes del dimensionamiento de un dique de talud, pretenden precisar la posibilidad de falla de una estructura en base a una función de respuesta "G", acorde a la condición límite que se analiza; esto es:

$$G = R - S$$

Dónde:

R = Resistencia del Sistema

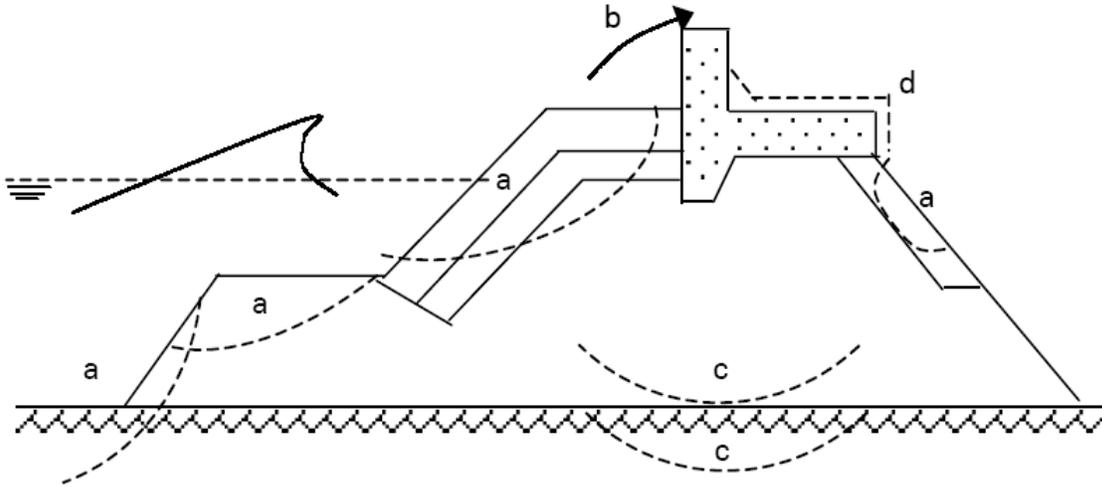
S = Sobrecarga del Sistema

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

Un valor negativo de "g" constituye una condición de falla, cuya probabilidad es

$$PF = P(G \leq 0).$$

Al efecto, las respuestas al modo de falla de una estructura se muestran en la siguiente figura (ver figura 3.13), y se clasifica como sigue:



**Figura 3.13 Modos de Falla de un Dique de Talud**

- Desplazamiento, erosión o fractura de elementos de las corozas exterior o interior, o de la berma al pie del talud (producidas como círculos de falla).
- Rebase pleno del oleaje o remonte de la ola por el talud (Run-up)
- Inestabilidades geotécnicas (asentamientos del núcleo o del terreno natural)
- Movimiento o fractura del muro de la corona o espaldón.

Los criterios de dimensionamiento que se describen aquí, cubren básicamente los casos a y b, mientras que los incisos c y d tienen más que ver con aspectos constructivos o de estudios previos.

Con estas premisas, se han desarrollado y continúan investigándose procedimientos de diseño para aplicar factores de seguridad a los parámetros característicos del sistema, que se aplican directamente a las fórmulas existentes o sobre ajustes lineales de distribuciones de probabilidad de las variables o a funciones reales no lineales de su densidad de probabilidad.

Una expresión de primer tipo es:

$$G = \frac{R}{\gamma_R} - \gamma_S S > 0$$

Donde  $\gamma_R$  y  $\gamma_S$  son los coeficientes parciales de seguridad aplicados a cada variable o grupo de ellas, y donde el factor de seguridad del sistema se calcula como

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

$$F_S = \gamma_R \cdot \gamma_S.$$

En el caso de usar probabilidades, las expresiones tienen la forma:

$$R = \mu (R) - K_R \sigma R$$

$$S = \mu (S) - K_S \sigma S$$

Siendo  $\mu$  y  $\sigma$ , la media y desviación estándar de la resistencia y la sobrecarga del sistema respectivamente; siendo el segundo término el que mide los errores e incertidumbres del valor de los parámetros utilizados, donde  $K_R = 1.64$  y  $K_S = 0$ , para daños menores al 5%. Estos procedimientos se aplican para revisión de obras ya construidas, determinando el nivel de seguridad que presentan, aunque también es posible emplearlos para diseño de proyectos, donde se desea obtener un cierto nivel de seguridad con un porcentaje de daños que se fija en la concepción del proyecto. No obstante, para su aplicación se requiere una gran cantidad de información oceanográfica y valores muy precisos de observaciones realizadas en varios temporales, que garanticen la confiabilidad del método probabilístico empleado.

#### *Métodos empíricos*

Para el dimensionamiento de diques de talud existen un sinnúmero de procedimientos empíricos, basados en resultados de ensayos de laboratorio con modelos hidráulicos a escala; no obstante, los estudios más recientes realizados por PIANC, recomiendan fundamentalmente dos métodos que se definirán a continuación:

#### *Hudson*

Que ha sido empleado durante los últimos treinta años con muy buenos resultados, a pesar de que ha sufrido adecuaciones con el tiempo. Este procedimiento proporciona la mejor base para el diseño preliminar y la comparación de alternativas para evaluación de costos. La fórmula de Hudson determina el peso de un elemento de protección "M" como sigue:

$$M = \frac{\rho_w H^3}{K_D \Delta^3 \text{ctg } \alpha}$$

Factor de sobrecarga del sistema:

H = Altura de ola de diseño

Factores resistentes del sistema:

$\Delta = (\rho_w/\rho - 1)$  donde  $\rho_w$  y  $\rho$  son las densidades del material del manto protector y del agua de mar respectivamente.

$\text{ctg } \alpha$  = Cotangente del ángulo del talud con la horizontal

$K_D$  = Coeficiente empírico de estabilidad adimensional, dependiente del tipo de elementos de coraza; que corresponde en la fórmula general a la condición  $G \geq 0$  y  $P_f = 0$  al 5%.

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

La última edición de SPM recomienda utilizar  $H = H1/10$  (altura de la décima parte de las olas más altas), en lugar de  $H_s$ , como medio de introducir un nivel de seguridad en el diseño.

Una forma común de expresar esta fórmula es a través del número de estabilidad "Ns" y el diámetro nominal de un elemento de protección:

$$N_s = \frac{H}{\Delta D n} = (K_D \text{ctg } \alpha)^{\frac{1}{3}}$$

$$\text{Con: } D n = \left(\frac{M}{\rho w}\right)^{\frac{1}{3}}$$

El coeficiente  $K_D$  es la medida del grado de susceptibilidad de sufrir daños o averías en el dique, representado por el volumen de material desplazado o eliminado del perfil de la sección original, expresado como un porcentaje del volumen total ocupado por el manto de protección

El valor de  $K_D$  ha sido determinado para distintas condiciones de daño y diferentes tipos de elementos de protección; sin embargo, para los  $K_D$  normales recomendados por Hudson, consideran daños  $\leq 5\%$ .

TIPO DE ELEMENTO EN LA CORAZA	Nº DE ELEMENTOS DE LA CORAZA	COLOCACIÓN	CUERPO DE ESCOLLERA ( $K_D$ )		MORRO DE ESCOLLERA ( $K_D$ )		TALUD $\text{ctg } \alpha$
			OLA ROMPIENTE	OLA NO ROMPIENTE	OLA ROMPIENTE	OLA NO ROMPIENTE	
<b>PIEDRA:</b>							
Lisa Redondeada	2	Azar	1.2	2.4	1.1	1.9	1.5 a 3.0
Lisa Redondeada	> 3	Azar	1.6	3.2	1.4	2.3	1.5 a 3.0
Rugosa Angulada	2	Azar	2.0	4.0	1.9, 1.6, 1.3	3.2, 2.8, 2.3	1.5, 2, 3
Rugosa Angulada	> 3	Azar	2.2	4.5	2.1	4.2	1.5 a 3.0
<b>ELEMENTOS ARTIFICIALES</b>							
Tetrápodo / Cuadrípodo	2	Azar	7.0	8.0	5, 4.5, 3.5	6, 5.5, 4	1.5, 2, 3
Tribarra	2	Azar	9.0	10.0	8.3, 7.8, 6	9, 8.5, 6.5	1.5, 2, 3
Dolo	2	Azar	15.8	31.8	8, 7	16, 14	2, 3
Cubo Modificado	2	Azar	6.5	7.5	-	5.0	1.5 a 3.0

**Tabla 3.2 Valores de  $k_d$  (hudson)**

El criterio de Hudson está planteado para condiciones de "oleaje regular"; sin embargo, estudios de la fórmula efectuados por Van der Meer, demuestran que si se emplea "oleaje irregular", existen desviaciones máximas del 18% en el valor de  $K_D^{1/3}$ , lo que proporciona gran confiabilidad aún en ese caso (ver tabla 3.2).

Estudios de esta expresión realizados por Van der Meer, con elementos artificiales en la coraza de obras sin remonte de oleaje y con taludes típicos, condujeron a los resultados que

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

veremos en la siguiente tabla que permiten diseñar considerando desde ningún daño hasta el porcentaje de ellos, que el proyecto permita.

TIPO DE ELEMENTO	Hs/ΔD <sub>n</sub> SIN DAÑOS Nd = 0	CON NIVEL DE DAÑOS Nd ≥ 0
Acrópodos ctg α = 1.33	3.7*	4.1 (daños severos)
Tetrápodo ctg α = 1.5	$0.85 \left( \frac{1}{Sm} \right)^{0.2}$	$\left[ 3.75 (Nd^{0.5} / Nz^{0.25}) + 0.85 \right] x$ $\left( \frac{1}{Sm} \right)^{0.2} \leq 1.5$ (daños severos)
Cubos ctg α = 1.5	$1.0 \left( \frac{1}{Sm} \right)^{0.1}$	$\left[ 6.7 (Nd^{0.4} / Nz^{0.03}) + 1 \right] x$ $\left( \frac{1}{Sm} \right)^{0.1} \leq 2.0$ (daños severos)

NOTA: (\*) Van der Meer recomienda un valor de 2.5 como seguridad, dada la escasa diferencia de 3.7 a 4.1  
Nd = Número de elementos desplazados de la coraza por ancho Dn (nivel de daños)

**Tabla 3.3 Diseño de coraza con elementos artificiales**

$$Nz = \frac{TR}{T_M} \quad \begin{array}{l} \text{(duración del registro o tiempo de la marejada)} \\ \text{(período medio del oleaje)} \end{array}$$

$$Sm = \frac{2 \pi H}{g T_M^2} \quad \text{(peralte de la ola)}$$

Hudson ha sido criticado por no considerar el período del oleaje, ni distinguir los casos de oleajes rodante y ondulante; sin embargo, las pruebas que realizó junto con Jackson, avalan las peores condiciones de oleaje y demostraron que en el rango de  $0.15 < d/L < 0.50$  (d, profundidad y L, longitud de ola), la influencia del período del oleaje no es importante, no así en el caso de aguas someras ( $d/L < 0.05$ ).

*Ejemplo empleando método Hudson*

Se diseñara un rompeolas empleando el método de Hudson

$$M = \frac{\rho w H^3}{K_D \Delta^3 ctg \alpha}$$

Datos:

$$\begin{array}{l} \rho w = 2.6 \text{ tm/m}^3 \\ \gamma = 2.6 \end{array}$$

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

$K_D = 3$  para roca en 2 capas en el cuerpo de la obra.

$K_D = 2.5$  en el morro

Si los taludes del proyecto son 2:1  $ctg \alpha = 2$

∴

$$M = \frac{2.6 \times (2.7)^3}{3(2.6-1)^3 ctg(2)} = 2.06 \text{ Ton para el cuerpo de la obra}$$

$$M = \frac{2.6 \times (2.7)^3}{2.5(2.6-1)^3 ctg(2)} = 2.45 \text{ Ton para el morro}$$

Si el elemento a utilizar será es el tetrápodo

$W_r = 2.4 \text{ ton/m}^3$

$\gamma = 2.6$

$K_D = 3$  para roca en 2 capas en el cuerpo de la obra.

$ctg \alpha = 4/3$

$$\therefore W = \frac{2.4(2.7)^3}{7.5(1.4)^3 4/3} = 1.75 \text{ TM}$$

La altura mínima del coronamiento de la obra con relación al nivel medio del mar será:

$$h = \frac{1.41}{2} + H_{\text{diseño}} = 0.70 + 2.70 = 3.40m$$

Espesor de la coraza en el morro:

$$e = n \sqrt{\frac{W_c}{W_r}} = 2 \sqrt{\frac{2.45}{2.40}} = 2.04m$$

$$e = 2.04$$

Capa Secundaria

$$W, c = \frac{W_c}{10} = \frac{2450}{10} = 245 \text{ kg}$$

$$e_1 = 2 \sqrt{\frac{0.245}{2.40}} = 0.64m$$

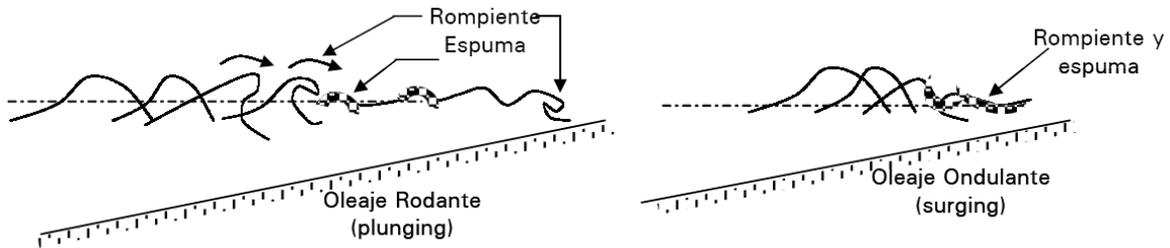
### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

Núcleo

$$WN = \frac{2450}{200} = 12.25 \text{ kg}$$

Van der Meer

En su procedimiento considera parámetros no estimados en la expresión de Hudson, como son el período del oleaje y la distinción entre un oleaje rompiente (plunging) y uno ondulante (surging) (ver figura 3.14).



**Figura 3.14 Oleajes Rodante y Ondulante**

Este criterio tiene importancia debido a que diferencia los dos tipos de oleaje mencionados. Sin embargo, las fórmulas son válidas únicamente para taludes continuos en aguas profundas coronadas arriba del remonte (Run-up) de la ola y no garantizan resultados cuando hay cambios en el talud del fondo o de la corona; por lo que en esos casos serán necesarias verificaciones con pruebas en modelos hidráulicos. Sus expresiones utilizan el Número de Iribarren como parámetro del oleaje que toma en cuenta el período y la altura del mismo; esto es:

$$I_m (\text{Número de Iribarren}) = \frac{Sm^{1/2}}{tg \alpha}$$

$$I_c (\text{Número crítico de Iribarren}) = (6.2P^{0.31}(tg \alpha)^{0.5})_{P+0.5}^1$$

Dónde:  $P_m$  es el factor de permeabilidad ( $0 < P < 1$ )

Las expresiones de diseño son: Para oleaje rompiente tipo "Rodante" (plunging):  $I_m \leq I_c$

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = 6.2P^{0.18} I_m^{-0.5} \left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0.2}$$

Y para el caso del "Ondulante" (surging):  $I_m \geq I_c$

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = 1.0P^{0.1-0.13} I_m^P \left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0.2} (ctg \alpha)^{0.5}$$

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

Siendo

$$S = \frac{Ae}{Dn^{2.50}} \text{ (sobrecarga del sistema)}$$

$Ae$  = Área erosionada de la sección transversal

$Dn50$  = Diámetro nominal medio calculado

En estas ecuaciones los coeficientes 6.2 y 1.0 pueden presentar variaciones del 6.5 y 8% respectivamente con relación a los resultados esperados, lo que asegura su confiabilidad.

Para el caso de un Dique con Corona Baja, plantea un factor  $f_i$  que se aplica al parámetro  $H_s/\Delta Dn$  de sus ecuaciones, para obtener la reducción del tamaño de la escollera, a medida que se reduce el nivel de la corona

( $0 < R_c/H_s < 1$ ):

$$f_i = \frac{1}{1.25 - 4.8 \left( \frac{R_c}{H_s} \right) \left( \frac{S_m}{2\pi} \right)^{0.5}}$$

Dónde:  $R_c$  = Francobordo de la corona

Para la Estabilidad de una Berma al pie del talud de la coraza exterior, colocada a un nivel  $ht$  de la superficie del agua, en una estructura situada a una profundidad  $hs$ , la ecuación de diseño está dada por:

$$\frac{H_s}{\Delta Dn} = 8.7 \left( \frac{ht}{hs} \right)^{1.43} \text{ donde } \frac{ht}{hs} > 0.5 \text{ (No es aplicable en aguas profundas)}$$

El efecto de remonte del oleaje (Run-up) sobre una estructura, produce daños en la corona y la coraza interior, así como oleaje importante en el lado de sotamardel dique. Además del método propuesto por el SPM, existen formas simples para calcular el Run-up en taludes sencillos, lisos y con coraza sin espaldón, recomendados por Van der Meer. El run-up por encima del nivel estático del agua, dado por  $Rux$ , puede obtenerse con:

$$\frac{Rux}{H_s} = a \text{ lm, para } lm < 1.5$$

$$\frac{Rux}{H_s} = b \text{ lm, para } lm > 1.5$$

Y para estructuras permeables ( $P > 0.4$ ):

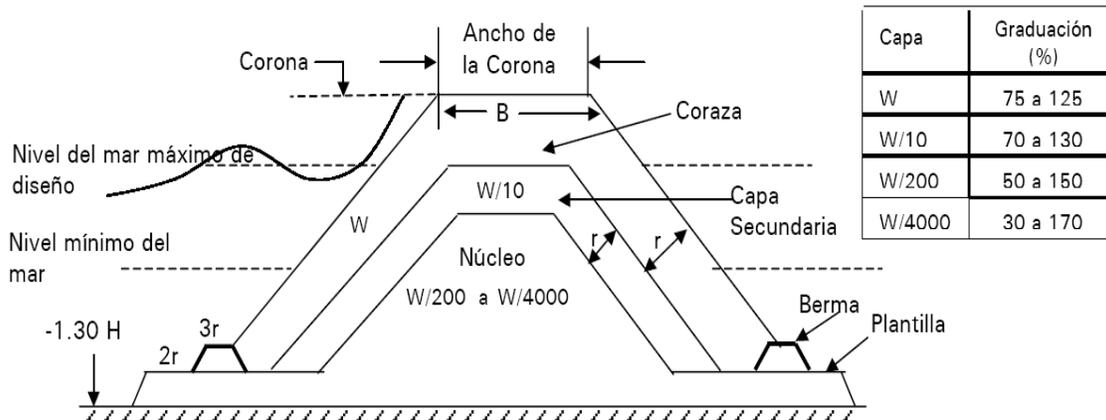
$$\frac{Rux}{H_s} = d$$

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

Dónde:

Nivel de Excedencia (%)	A	B	C	D
0.001	1.12	1.34	0.55	2.58
0.02	0.96	1.17	0.46	1.97
Significativo	0.72	0.88	0.41	1.35

Determinados los dos parámetros básicos del dique, se procede a dimensionar las demás componentes siguiendo las diferentes recomendaciones del SPM, como la que se ilustra en la figura (ver figura 3.15)



**Figura 3.15 Sección Típica para una Obra de Tres Capas de Material**

Las expresiones complementarias de dimensionamiento son:

a) Ancho de corona:

$$B_c = nk_{\Delta} \left( \frac{W}{Wr} \right)^{1/3}$$

b) Espesor de las capas de:

$$r = nk_{\Delta} \left( \frac{W}{Wr} \right)^{1/3}$$

Dónde:

BC = Ancho de la corona

n = Número de rocas (3 mínimo)

K $\Delta$  = Coeficiente de acomodo

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

<b>ELEMENTO</b>	<b>Nº CAPAS</b>	<b>K<sub>Δ</sub></b>	<b>POROSIDAD (%)</b>
Piedra redondeada	2	1.02	38
Piedra rugosa	2	1.15	37
Piedra rugosa	3	1.10	40
Tetrápodo	2	1.04	50
Cuadrípodo	2	0.95	49
Tribarra	2	1.02	54
Dolo	2	1.00	63
Cubo modificado	2	1.10	47

**Tabla 3.4 Coeficiente de acomodo K<sub>Δ</sub>**

W = Peso de un elemento de coraza

W<sub>r</sub> = Peso específico de un elemento de coraza

Se recomienda que la longitud del morro tenga una extensión en planta de 15 a 50 m y se mantenga el mismo peso y tipo de protección, tanto del lado del mar como en la parte protegida.

#### **FACTORES FISICOS**

##### *Condiciones Meteorológicas y Oceanográficas*

Las Condicionantes Físicas, son las condiciones meteorológicas y oceanográficas que imperan en las costas e imponen restricciones a la navegación y operación dentro del puerto. En el caso específico de las áreas de agua, intervienen desde la definición de la orientación de la bocana, así como el dimensionamiento horizontal y vertical de canales y dársenas. En la bocana, intervienen en su orientación principalmente el oleaje y el transporte litoral, provocado por las corrientes y el oleaje mismo.

En los canales y dársenas, las fuerzas inducidas por el viento y corrientes sobre las embarcaciones generan la necesidad de incrementar los anchos y longitudes de las áreas; similarmente los movimientos de las embarcaciones provocados por el oleaje obligan a aumentar la profundidad en las áreas por donde transitan. Al respecto, un criterio general para conocer las condiciones que pueden afectar la operación portuaria, se muestra en la siguiente tabla.

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

CONDICIONES	VIENTOS $U_{10}$ (Kph)	ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE " $H_s$ " (m)		VELOCIDAD DE LA CORRIENTE " $V_c$ " (m/seg)
		EXTERIOR	INTERIOR	
a) Leves	0 - 36	0 - 1	Calma	0 - 0.3
b) Moderadas	36 - 63	1 - 3	0 - 1.20	0.3 - 0.6
c) Severas	63 - 108	> 3 m	1.20 - 1.80	0.6 - 1.0

**Tabla 3.5 Condiciones de navegación en un puerto**

En la operación del puerto intervienen de manera decisiva los temporales, ya que su presencia obliga al cierre del puerto y por lo tanto, a la suspensión de la navegación en las distintas áreas (ver tabla 3.5). De los datos anteriores pueden establecerse los valores límite general, cuyo rebase implica el cierre de un puerto:

Velocidad de viento:  $U = 108$  Kph

Esta velocidad se refiere a la  $U_{10}$  medida a 10 m sobre la superficie del mar y corresponde a la transición de tormenta severa a huracán, situación en la que no deben permanecer barcos atracados en los muelles.

Altura de ola significativa:

$H_s = 3.0$  m (fuera del puerto)

$H_s = 1.8$  m (dentro del puerto)

Velocidad de corriente:

$V_c = 1.0$  m/seg

En cuanto a valores de oleaje que permiten la operación normal y continúa en el puerto, de barcos de carga general, graneleros o tanques, se tiene:

CAPACIDAD	$H_s$
< 2,000 T.P.M.	0.50 m
2,000 a 8,000 T.P.	0.70 m
> 8,000 T.P.M	1.00 m

En la dársena de ciaboga se aceptan oleajes de hasta 1.50 m de altura.

Otras recomendaciones para los valores límite de las condiciones físicas en el caso de maniobras de atraque de embarcaciones y las operaciones de carga-descarga de éstas, se plantean:

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO

U <sub>max.</sub>	H <sub>s</sub>	T
45 a 60 Kph	1.50 a 2.00 m	≤ 10 seg
	1.00 a 1.50 m	> 10 seg

#### *Maniobrabilidad del Buque*

En aguas poco profundas como las áreas de agua del puerto, la respuesta del timón del barco es más lenta que en aguas profundas, requiriéndose además incrementar la potencia para tener una velocidad igual a la de mar abierto; su control en estas condiciones resulta más difícil, cuando la corriente y los oleajes se presentan esviajados respecto al eje del canal, que provocan derivas en los barcos, así como por la interferencia causada por el flujo de otras embarcaciones que producen diferencias de presión a ambos lados del propio buque. El método más directo para evaluar la controlabilidad de un barco es a través de la observación de su respuesta a los cambios del ángulo del timón y de la velocidad de la propela, en una entrada conocida para el piloto; otra aproximación consiste en hacer pruebas en aguas profundas que sean recomendadas por arquitectos navales.

En general la controlabilidad de los barcos se define como sigue:

- a) Alta. Para barcos ligeros de guerra, cruceros, cargueros en general, buques Ro-Ro y portacontenedores de 1ª generación
- b) Media. Para transportes navales y buques de guerra modernos, tenders, petroleros T-2, graneleros y porta contenedores de 2ª generación.
- c) Baja. Para porta-aviones, buquestanque petroleros, portacontenedores de 3ª, 4ª y 5ª generación, así como barcos viejos o dañados.

#### **CONDICIONES DE OPERATIVIDAD**

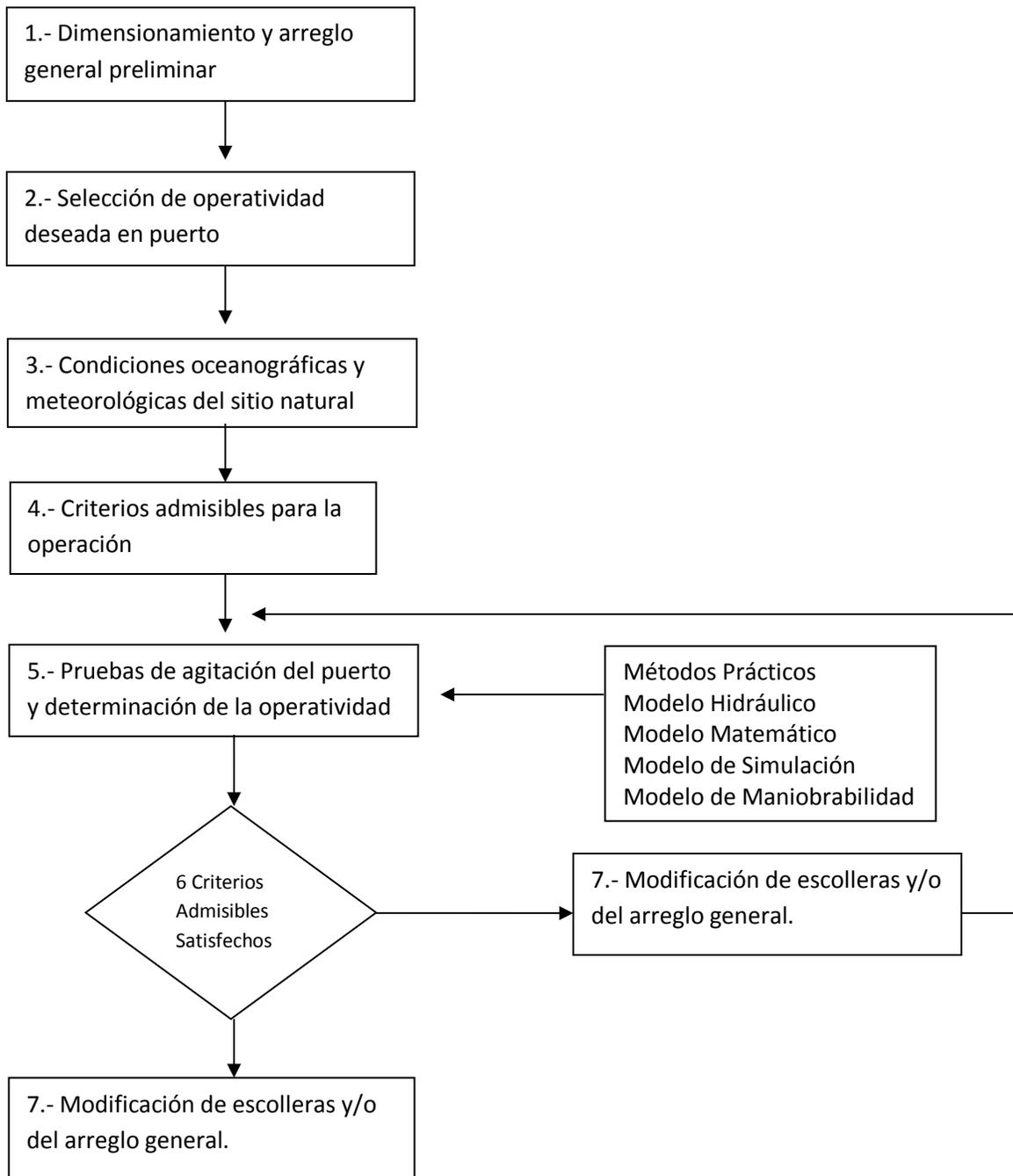
El nivel de operatividad de un puerto se mide respecto al lapso de tiempo en que es posible que los barcos efectúen maniobras en sus áreas de agua interiores.

La buena operatividad de un puerto está relacionado con la presencia de valores propicios de oleaje, viento y corrientes, en tal forma que las maniobras de navegación en canales y dársenas puedan ejecutarse (ver figura 3.14).

Normalmente se establece como meta un porcentaje del tiempo anual, en el que se pretende tener el puerto abierto bajo condiciones favorables en las dársenas de servicio, para estar en posibilidades de realizar las operaciones de carga y descarga en los muelles.

Los porcentajes de operatividad deseables en cualquier puerto o instalación marítima a nivel mundial, están enfocados a alcanzar rendimientos mayores al 95% del tiempo anual; en otras palabras, la tendencia es a reducir al mínimo el porcentaje de inoperatividad del nuevo puerto y sus instalaciones.

### CAPITULO III. DISEÑO PORTUARIO



**Figura 3.14** Flujograma de Actividades para la Operatividad de un Puerto

# CAPÍTULO IV

## OPERACIÓN PORTUARIA

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

### OPERACIÓN PORTUARIA

Se denominan operaciones portuarias a aquellas que se realizan en la manipulación de la mercancía desde el momento en que el buque se encuentra atracado en el puerto, hasta que la mercancía sale de la zona portuaria a través de un transporte terrestre o recíprocamente (ver figura 4.1), desde que la mercancía entra en la zona portuaria, hasta que se haya colocada en el buque dispuesta para emprender el transporte marítimo. El conjunto de operaciones portuarias son las que permiten que la mercancía pase de un modo de transporte a otro, es decir, del modo marítimo al terrestre o viceversa.



**Figura 4.1 Operación portuaria**

Si analizamos el paso de mercancías desde el transporte marítimo al terrestre, se pueden distinguir, en líneas generales, las siguientes operaciones:

- A bordo de barco, sacar y colocar la mercancía en cubierta.
- Del barco a tierra, realizando un transporte de la mercancía de un punto a otro.
- En tierra, se puede realizar un almacenamiento o una simple estancia de la mercancía en el muelle.
- De tierra a vehículo, carga de la mercancía en un vehículo terrestre para su distribución.

Las operaciones portuarias se clasifican en directas, semidirectas o indirectas, en función de cómo se produzca el paso de la mercancía de un modo a otro de transporte

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

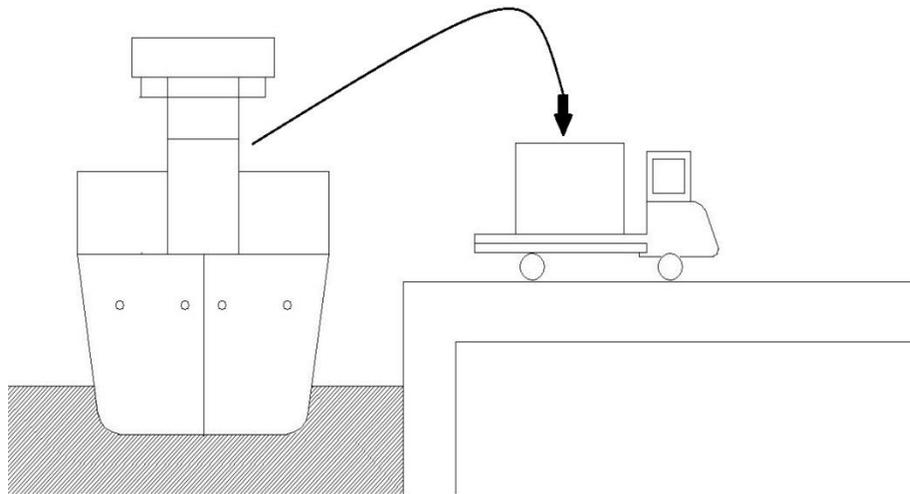
En las operaciones directas, se produce el paso de la mercancía de un modo a otro de transporte, sin necesidad de una estancia o almacenamiento de la mercancía en puerto, es decir, el paso es directo como indica su propio nombre.

En las operaciones semindirectas, existe una simple estancia de la mercancía en el muelle al pasar de un modo a otro, estancia que no es almacenamiento por su tiempo de permanencia en muelle. Por último en las operaciones indirectas, la mercancía antes de pasar de un modo de transporte a otro, permanece almacenada en el puerto de instalaciones destinadas al efecto.

### *Tipología de las operaciones*

En caso de tratarse de operaciones directas, es decir, cuyo paso de un modo a otro no requiere de estancia o almacenamiento en puerto, se puede distinguir según la mercancía en:

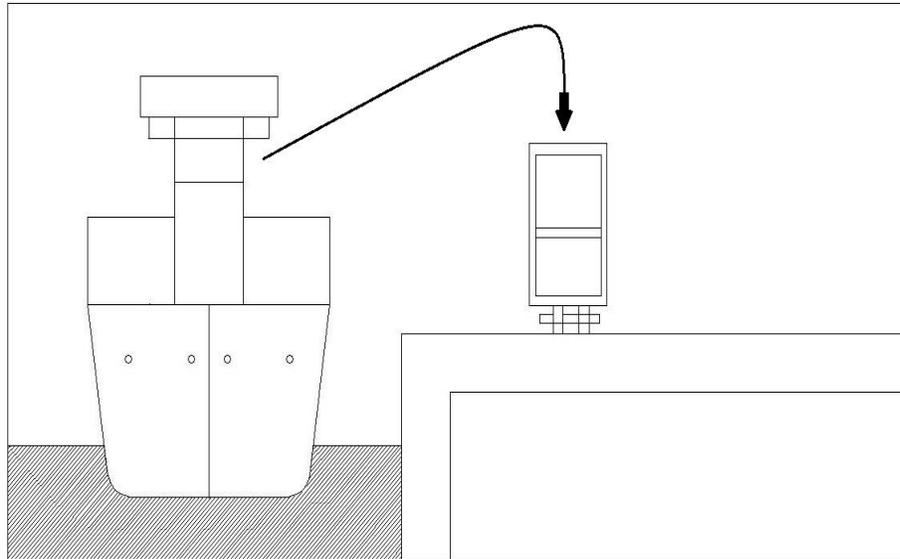
- a) *Operación directa buque-camión*, en cual la mercancía se carga en el buque desde el camión que ha llegado al puerto o viceversa (ver figura 4.2). Esta operación se emplea para mercancías como los gráneles, ya sean sólidos o líquidos, empleando para estos últimos camiones cisternas.



**Figura 4.2 Operación directa buque-camión**

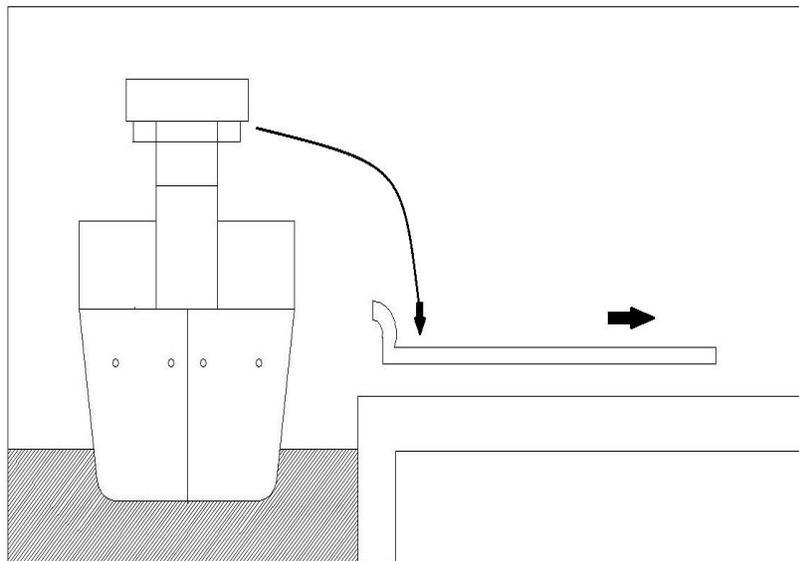
- b) *Operación directa buque-vagón*, se trata del mismo caso anterior, con la diferencia del empleo del ferrocarril como modo de transporte terrestre (ver figura 4.3). Igualmente se emplea para gráneles.

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA



**Figura 4.3 Operación directa buque-camión**

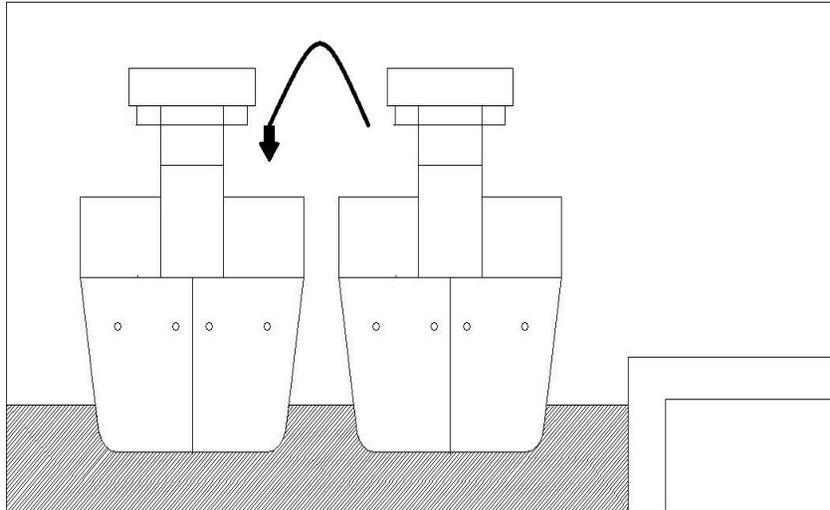
- c) *Operación directa buque-tubería*, destinada exclusivamente a gránulos líquidos y siempre que la carga o descarga se realice desde la instalación que se encarga de su distribución (ver figura 4.4).



**Figura 4.4 Operación directa buque-tubería**

- d) *Operación directa buque-buque o de transbordo*, el paso de la mercancía se produce de uno a otro buque, es decir sin que exista cambio de modo de transporte. Puede abarcar a todo tipo de mercancías y los buques deben ser autodecargantes (ver figura 4.5).

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

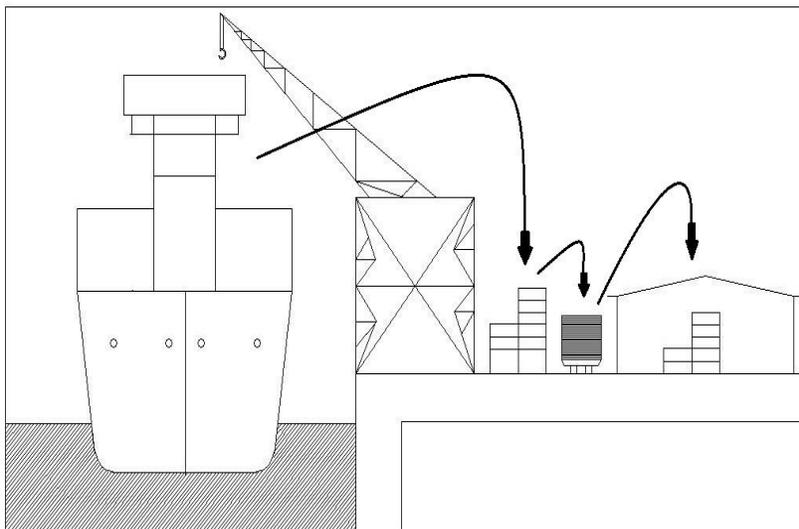


**Figura 4.5 Operación directa buque-buque o de transbordo**

### *Operaciones semidirectas*

En cuanto a operaciones semidirectas, analizaremos algunas de las más habituales que se producen en las zonas portuarias, sin olvidar que aunque se estudie en un sentido, es lógico decir que se puedan producir en el otro:

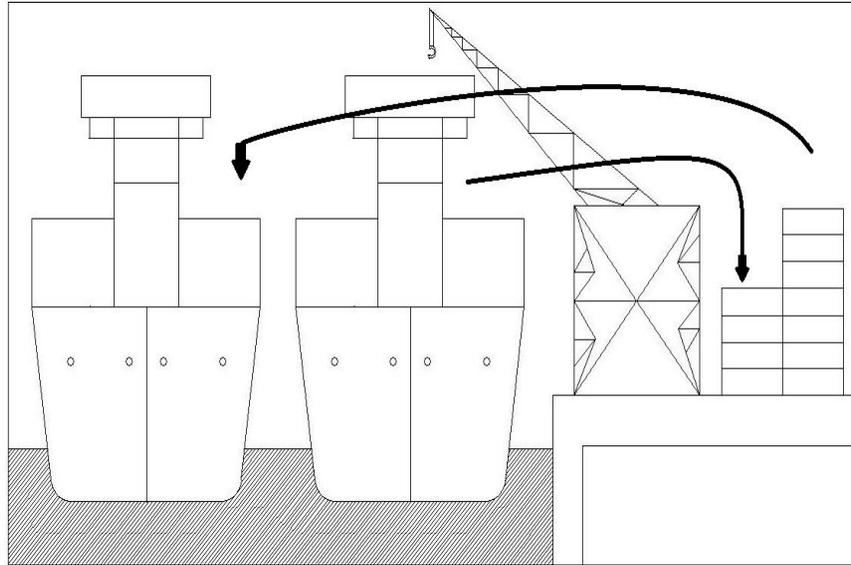
- a) *Operación semidirecta a tierra*, una vez que se produce la descarga de la mercancía en el muelle, se produce una simple estancia de la misma hasta que pasa al modo de transporte terrestre que se encarga de la evacuación de la misma (ver figura 4.6). Este tipo de operación, suele ser característica de la mercancía general, ya se presente está en forma de contenedores o en otro tipo de embalaje. No debe olvidarse que no existe un almacenamiento de la mercancía, sino una simple estancia.



**Figura 4.6 Operación semidirecta a tierra**

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

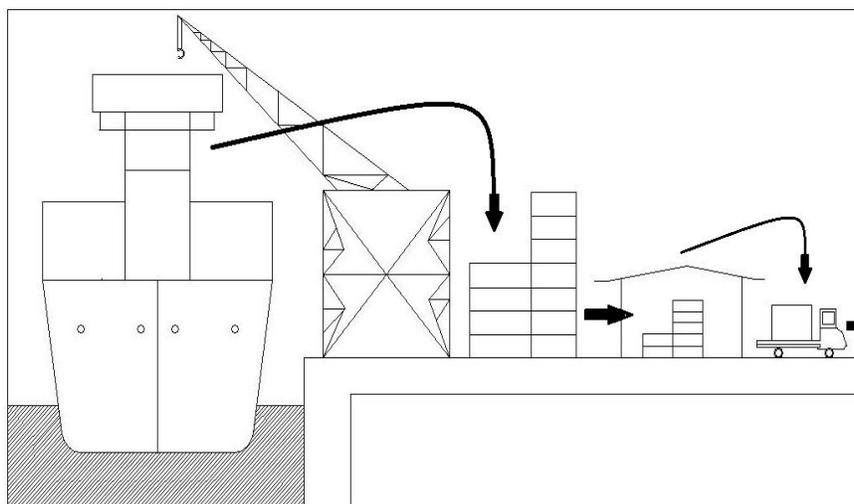
- b) *Operación semidirecta al mar*, exactamente igual que la anterior con la única diferencia que el modo recibe la carga para su evacuación es otro buque, es decir, un modo marítimo, en vez de un modo terrestre (ver figura 4.7). También es una operación característica de la mercancía en general.



**Figura 4.7 Operación semidirecta al mar**

### *Operaciones indirectas*

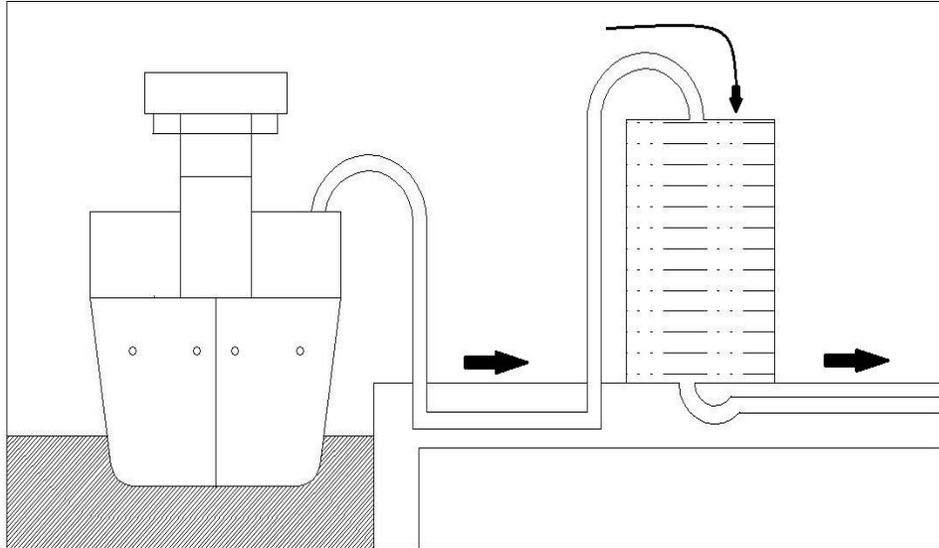
- a) *Operación indirecta vía terrestre*, a la operación semidirecta a tierra se le une un almacenamiento de la mercancía. Una vez que se descarga esta y se deposita en el muelle, el modo de transporte terrestre que la recoge no la distribuye (ver figura 4.8).



**Figura 4.8 Operación indirecta vía terrestre**

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

- b) *Operación indirecta de fluidos.* Se trata de un caso especial debido a la naturaleza de la mercancía. Tras ser descargada por tubería y antes de proceder a su distribución, se almacena en un tanque destinado a esta función (ver figura 4.9)



**Figura 4.9 Operación indirecta de fluidos**

### PRINCIPIOS BÁSICOS DE LAS OPERACIÓN PORTUARIAS

Los principios básicos de las operaciones portuarias vienen relacionados con todos aquellos elementos que forman parte de las mismas. Así, se van analizar aquellos principios relacionados con la mercancía, con la organización de las operaciones y con los equipos mecánicos y humanos que en ellas participan.

Siempre en la búsqueda de los objetivos de rapidez, eficacia y economía, los principios a considerar respecto a la mercancía se relacionan fundamentalmente con las características de la misma. Para que las operaciones sean lo más adecuadas, será necesario que la mercancía se embale correctamente y en un formato que sea universal (contenedores), permitiendo que a ella se puedan adaptar, tanto embarcaciones como instalaciones.

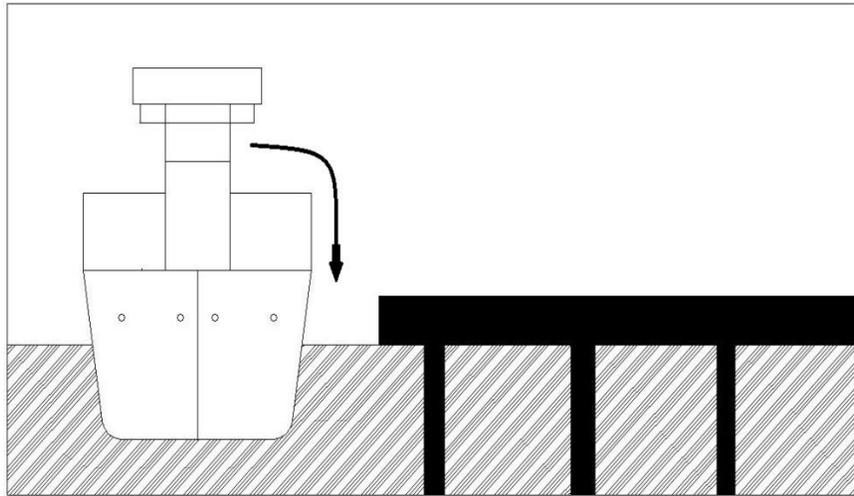
En cuanto a los principios a considerar respecto a la organización de las operaciones, como primero y fundamental, cabe destacar la planificación previa de las distintas operaciones de carga o descarga que vayan a realizarse en cada momento, función, que como ya vimos, le corresponde al gerente de la terminal, el cual, tiene como obligaciones, entre otras, evitar retornos innecesarios de las mercancías o emplear la gravedad siempre que esto fuera posible. Este, no solo debe planificar cada operación, sino que debe coordinar las distintas operaciones que pueden llegar a desarrollarse en el muelle. Es necesario, también conocer el costo de las operaciones y realizarlas siempre en condiciones absolutas de seguridad, por ejemplo, evitando derrames de gránulos líquidos o evitando el acceso a personal no autorizado a la zona de descarga de contenedores. Se describirá con mayor profundidad las

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

distintas operaciones que se realizan en una terminal portuaria, así, definimos las distintas operación que se producen en las zona para mercancía general.

### *Operación de desestiba*

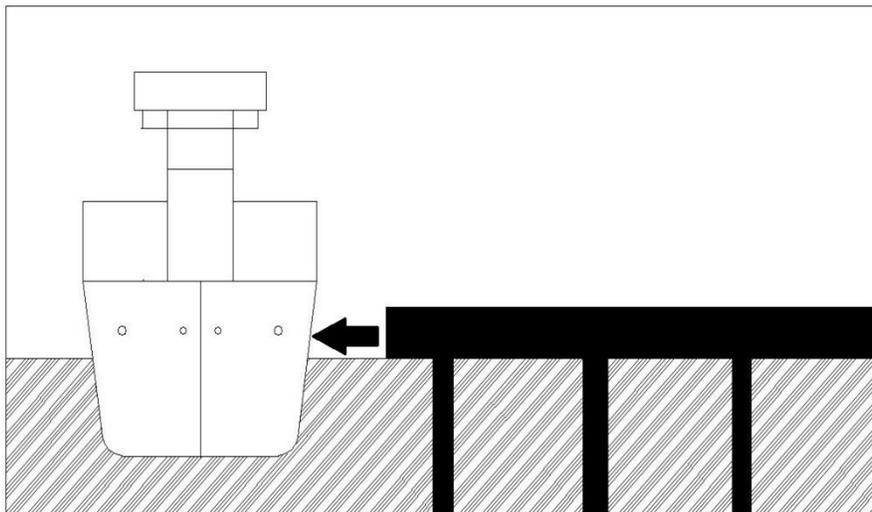
La desestiba es la operación que va desde que la mercancía esta estibada en la bodega del buque hasta que está suspendida al costado del mismo (ver figura 4.10). Está formada por dos fases, en la primera se produce el removido de la carga en la bodega del buque hasta el enganche y en la segunda se transporta desde el punto de enganche hasta la salida del buque



**Figura 4.10 Operación de desestiba**

### *Operación de estiba*

La estiba es operación que consiste en la colocación de la carga en las bodegas del buque, de tal forma que el buque no pierda la estabilidad durante la navegación (ver figura 4.11).



**Figura 4.11 Operación de estiba**

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

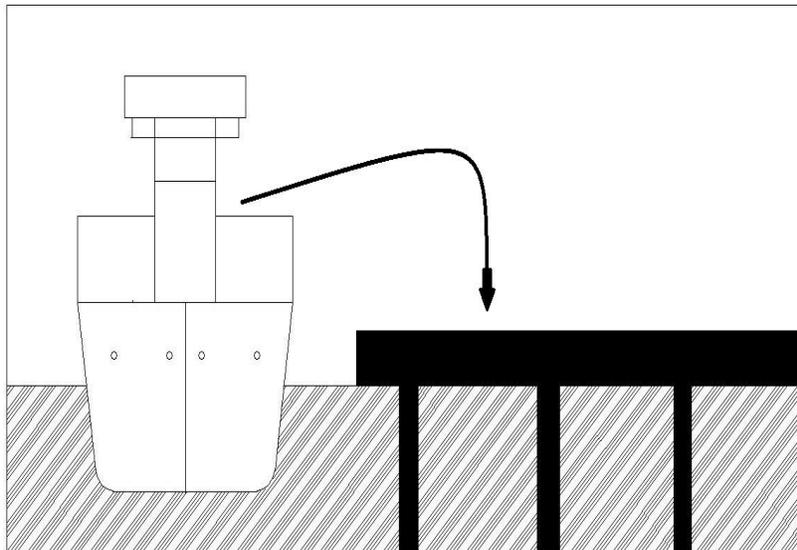
Se define como bodegas del buque, a los espacios generalmente de forma rectangular, situados bajo cubierta en los que se estiba la carga introduciéndola por la cubierta, por unas aberturas denominadas escotillas (ver figura 4.12), o bien, mediante rampas laterales, en proa o en popa. Las dimensiones y estructura interior de una bodega varían en función del tamaño de buque y de la carga transportada.



**Figura 4.12 Tapa de escotilla para buques de carga**

### *Operación de Descarga*

La descarga es la operación que tiene lugar desde que la mercancía se encuentra al costado del buque hasta que se deposita en el muelle en un punto en el que puede permanecer durante cierto tiempo hasta que se produce la recepción (ver figura 4.13).



**Figura 4.13 Operación de descarga**

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

Se denomina descarga a alcance de grúa a la operación que transcurre desde que la mercancía se encuentra suspendida al costado del buque hasta que se deposita sobre el muelle al alcance de la grúa.

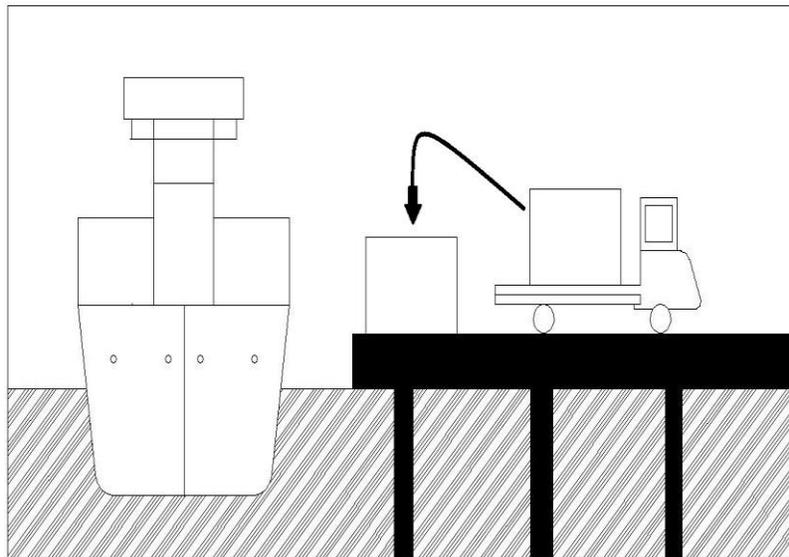
### *Operación de carga*

La carga es la operación inversa a la descarga, desde recibida la mercancía en muelle hasta suspendida al costado del buque.

De igual forma se denomina carga a alcance de grúa a la operación inversa a la descarga a alcance de grúa.

### *Operaciones de recepción o entrega.*

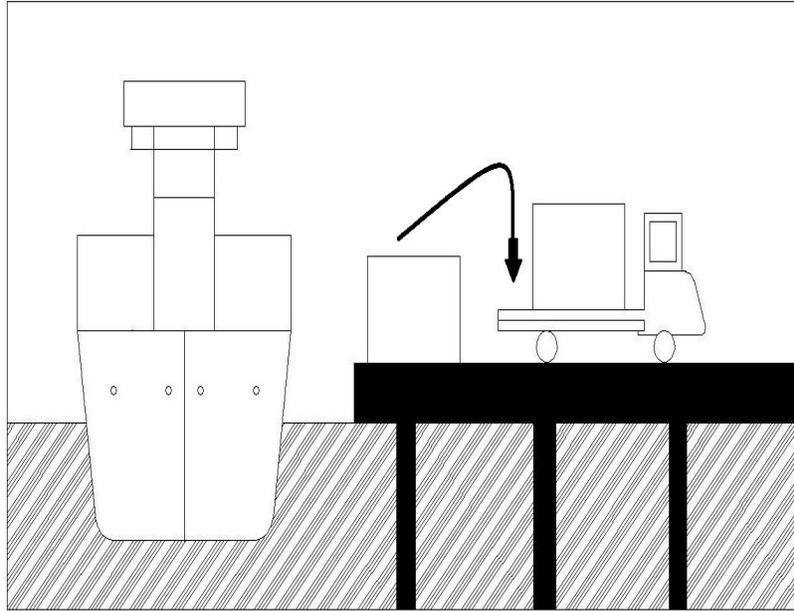
La recepción es la operación que consiste en depositar la mercancía en el punto en que tiene que iniciarse la operación de carga al buque, procediendo dicha mercancía del vehículo que la ha transportado por vía terrestre (ver figura 4.14).



**Figura 4.14 Operación de recepción o entrega**

La entrega es la operación que consiste en colocar la mercancía en el vehículo terrestre procedente del lugar en que ha sido descargada (ver figura 4.15).

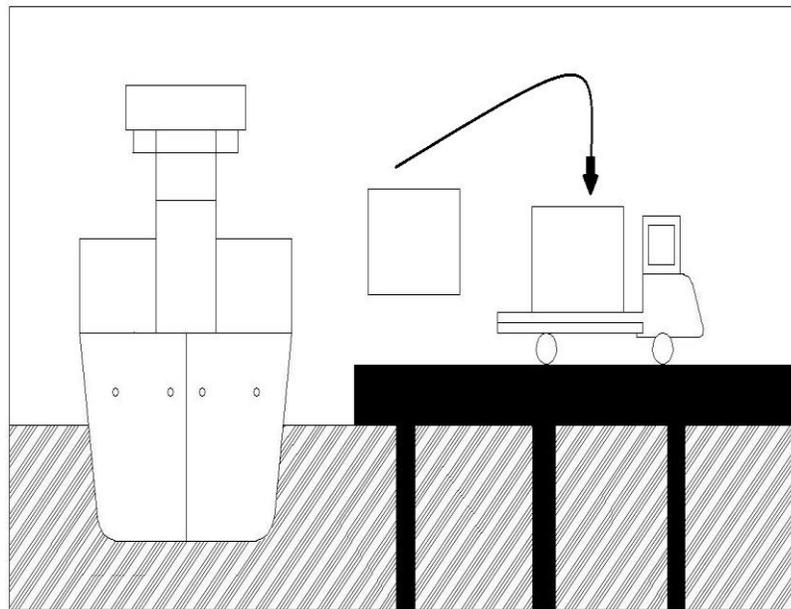
## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA



**Figura 4.15 Operación de entrega**

### *Operación de apilado y desapilado*

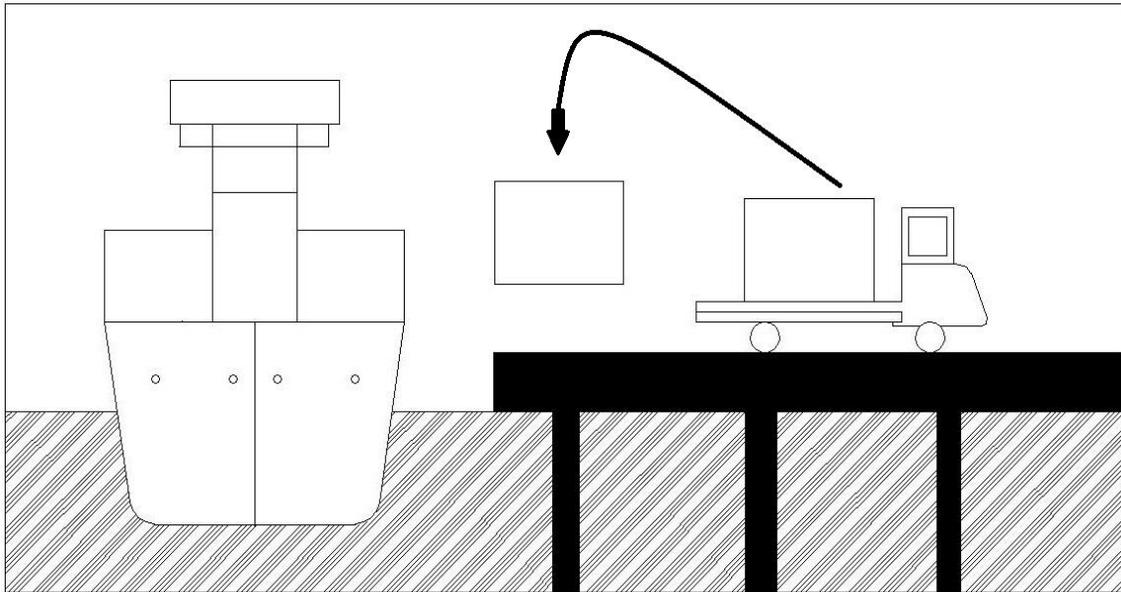
El apilado es la operación que se produce desde que la mercancía se encuentra al costado del vehículo terrestre hasta estibada en él para transportarla (ver figura 4.16).



**Figura 4.16 Operación de apilado**

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

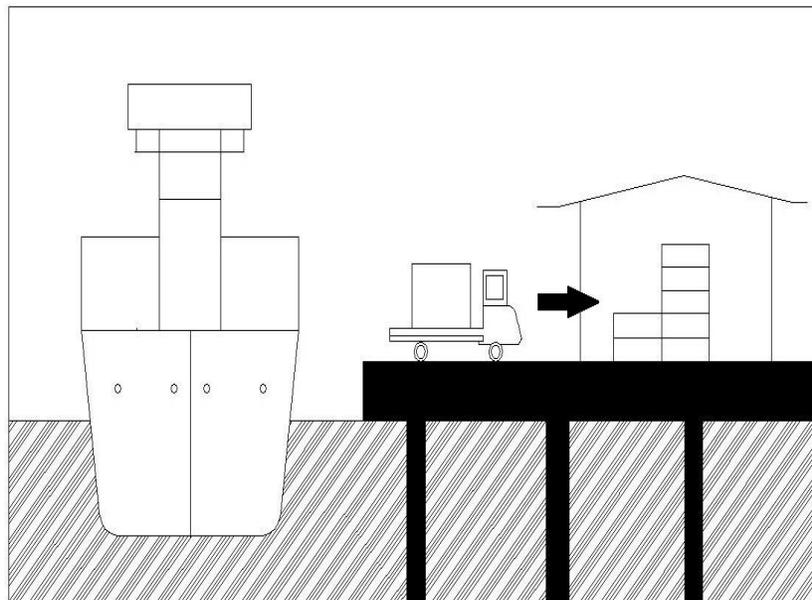
El desapilado es la operación inversa de la de apilado (ver figura 4.17).



**Figura 4.17 Operación de desapilado**

### *Operación de traslado*

La operación de traslado consiste en el transporte de la mercancía desde el muelle hasta estibado en otros puntos de muelle, o viceversa. Cabe destacar que este traslado es solo un movimiento de la mercancía en el muelle sin que exista una evacuación o distribución de la misma (ver figura 4.18).

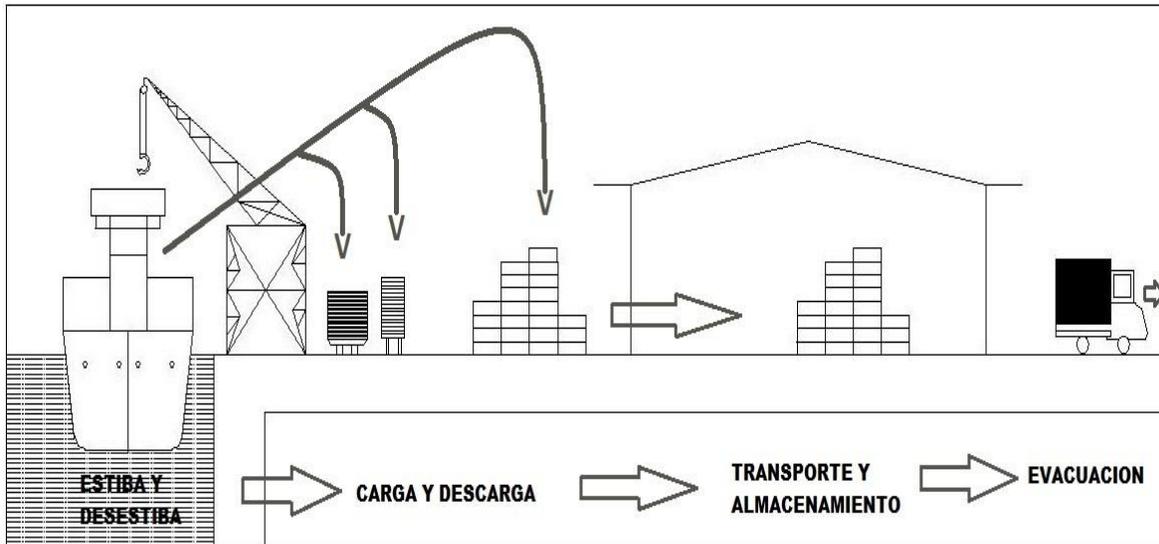


**Figura 4.18 Operación de traslado**

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

### *Distribución de las operaciones en el puerto.*

En la siguiente figura se observa, la zona del puerto en la que tiene lugar las distintas operaciones que pueden desarrollarse en el mismo (ver figura 4.19).



**Figura 4.19 Operación en el puerto**

### *Organización esencial para las Operaciones Portuarias*

El principal deber de cada administración portuaria es organizar de manera apropiada y eficiente el complicado y muy diverso flujo de tráfico a través del puerto. El propósito de un puerto es proporcionar servicios inmediatos y económicos a todos los usuarios portuarios; buques, carga y pasajeros. El movimiento de buques, el manejo y almacenaje de la carga, los trámites aduaneros y de entrega, el retiro y suministro de la carga por carretera, ferrocarril o vías marítimas, debe estar bien organizado y estrictamente coordinado con objeto de evitar las demoras, el congestionamiento y el caos (ver figura 4.20). Muchas funciones relacionadas con las actividades anteriores son normalmente realizadas no por la administración portuaria sino por los contratistas privados tales como agentes navieros, contratistas de estibadores, corredores de los clientes, reexportadores, agentes embarcadores y de entrega, o por algunos de los muchos departamentos del gobierno; capitanías del puerto, aduanas, sanidad, migración, cuarentenas animales/vegetales, etc. Aunque la responsabilidad portuaria, sin importar que el puerto sea autónomo o bajo el control directo gubernamental o municipal. La administración del puerto, cualquiera que sea su forma, ha sido creada para esta tarea principal sin tomar en cuenta las otras, para hacer el trabajo portuario del mayor beneficio de todos los involucrados.

El primer objetivo es hacer el mejor uso posible de las instalaciones existentes, sin importar cuan limitadas puedan ser. Mejores servicios y capacidad incrementada deben buscarse no

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

solamente por la ampliación física del puerto, sino por el mejoramiento de todos los aspectos de actividad dentro del puerto.



**Figura 4.20 Puerto de Manzanillo (ejemplo de organización y coordinación)**

Puede suceder que los requerimientos razonables del tráfico puedan ser satisfechos sin construir nuevos muelles o espigones, sino simplemente por eliminación de cuellos de botella, ya sea a través de la modificación de procedimientos engorrosos, agregado equipo relativamente barato, ajustando las tarifas de almacenaje en los cobertizos de tránsito, o por el mejoramiento de los métodos de manejo de carga. Aun si la construcción de nuevos muelles o espigones, sino simplemente por eliminación de cuellos de botella, ya sea a través de la modificación de procedimientos engorrosos, agregando equipo relativamente barato, ajustando las tarifas de almacenaje en los cobertizos de tránsito, o por el mejoramiento de los métodos de manejo de carga. Aun si la construcción de nuevos muelles se considera indispensable, deben hacerse todos los esfuerzos para incrementar al mismo tiempo la capacidad de las antiguas instalaciones con mejor organización, hasta la terminación de las nuevas obras. El segundo objetivo en correlación es la minimización de los gastos de operación desembolsados por todos los involucrados; el puerto, el buque, los contratistas privados y los intereses de la carga. La velocidad de operación es uno de los mejores métodos de lograr ambos objetivos: incremento de la capacidad de las instalaciones existentes y abaratamientos de costos. El tiempo, es efectivamente un factor principal con respecto al promedio anual de carga en un muelle y los costos por estadía de un buque en el puerto. De la velocidad de embarque y desembarque de carga dependerá cuanto tiempo ocupara un muelle cada buque y cuantos buques serán manejados en el muelle por semana, mes y año. Mientras mayor se ese número, más alto sera el ingreso portuario por muelle y sera menos urgente la necesidad de contruir un muelle adicional. Para los buques, cada dia

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

que se consume en el puerto por espera o por despacho lento significa una pérdida de miles de dolares en gastos fijos solamente en intereses, amortización, seguros, salarios de tripulación, etc.

Para los contratistas de manejo de carga, un ritmo lento de carga y descarga resulta en mas altos costos de mano de obra y en un bajo grado de utilización del equipamiento mecánico. Para los intereses de la carga, un lento trámite de las importaciones significa costos mas altos de almacenaje y entrega final demorada, además de frecuentes tiempo de espera en los camiones y plataformas antes que los envíos puedan ser retirados para transportarse a su destino final.

Aun mas largos periodos de espera para los buques pueden resultar si las exportaciones no son descargadas de los camiones y preparadas para su embarque con la velocidad suficiente. La velocidad de operación en un muelle de carga general no necesariamente procurara que una empresa maneje una cantidad exorbitante de toneladas por hora. Un ritmo regular de trabajo, sin interrupciones sin que ningun equipo o cuadrilla tenga que esperar por la terminación del trabajo del otro equipo, es una condición mucho mas importante para alcanzar un alto promedio diario, que es de lo que realmente importa. Los periodos de ociosidad innecesaria de los equipos y personal durante las horas de labores deben ser reducidos al minimo, excepto para los periodos razonables de descanso si el trabajo es muy arduo. La alta velocidad debe lograrse a través de la organización cuidadosa y técnicas mejoradas, pero nunca a través de excesivos esfuerzos físicos de los trabajadores del puerto. Existen dos limitaciones esenciales del ritmo con el que los buques y la carga pueden operarse en el puerto. Uno de estos es la seguridad. Los buques deben ser maniobrados en las aguas del puerto con gran precaución y destreza y sin apresuramiento indebido. La carga debe manejarse cuidadosamente para prevenir el riesgo de daños o pérdidas y sobretodo, deben prevenirse accidentes y heridas del personal por todos los medios posibles. La senda limitación puede ser el factor costo. Si la alta velocidad de manejo de carga va a ser obtenida por un gasto exorbitante de costoso equipo que no siempre serán utilizado, o a través de muy alto costo de tiempo extra, trabajo nocturno y en días festivos, el resultado puede ser contraproducente: los gastos extras pueden eliminar todos los beneficios de la velocidad. En la mayoría de los países en desarrollo, el tiempo extra y el trabajo en dos turnos pueden arreglarse fácilmente a un costo razonable y esto puede ser uno de los mejores medios de incrementar la productividad de un muelle y para mejorar el rendimiento de los buques.

Es obvio que la manera más ventajosa de incrementar la capacidad del puerto y acelerar su productividad es lograrlo por métodos baratos. Esto requiere un examen cuidadoso y exacto de todas las fases de la operación portuaria, para encontrar los puntos débiles del sistema y concebir medidas de solución. Algunas veces un asunto muy trivial puede contribuir a la baja del movimiento de carga de un muelle, como por ejemplo horarios diferentes de los

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

funcionarios de aduanas y del personal del puerto, un método pobre de preparación de las exportaciones para su embarque.

El movimiento de los buques puede ser demorado por falta de pilotos o de lanchas de pilotos, así como por inadecuada organización de control sanitario y otras formalidades de liberación de internamiento. Un muelle puede permanecer ocioso por algunas horas, esperando el arribo demorado del buque, y lo mismo puede suceder a una cuadrilla de trabajadores. Una repetición frecuente de retrasos menores puede fácilmente tener un serio impacto negativo en la velocidad y productividad de las operaciones portuarias.

### *Sistemas de Operación Portuaria.*

Los servicios que prestados al buque y la carga son muy similares en todos los puertos comerciales, aunque existen una gran variedad de sistemas por los que pueden ser organizadas las operaciones portuarias. Los atracaderos pueden ser operados por la administración portuaria como terminales públicas, abiertas para los buques de cualquier línea naviera, pero también pueden ser concesionadas a líneas individuales u otros intereses privados para su uso exclusivo.

La administración del puerto, cualquiera que sea su forma, ha sido creada para esta tarea principal sin tomar en cuenta las otras para hacer el trabajo portuario del mayor beneficio de todos los involucrados. El primer objetivo es hacer el mejor uso posible de las instalaciones existentes, sin importar cuan limitadas puedan ser. Mejores servicios y capacidad incrementada deben buscarse no solamente por la ampliación física del puerto, sino por el mejoramiento de todos los aspectos de actividad dentro del puerto.

### *Datos relativos de las Operaciones Portuarias*

La finalidad de los datos relativos a las operaciones portuarias es mostrar cómo responde el sistema portuario cuando el tráfico lo activa y hacer posible diversas mediciones de funcionamiento del puerto. En primer lugar, deben consignarse los datos esenciales acerca de la rotación de los buques. Cada vez que un buque toca un puerto, deben consignarse al menos los puntos siguientes:

- Fecha y hora de llegada
- Fecha y hora de atraque
- Fecha y hora de salida

Cuando se necesita un análisis más detallado de la visita del buque (practicaje, remolque, tiempo de carga y descarga, movimiento de los buques dentro del puerto) lo mejor es hacer la investigación mediante una muestra de buques, durante un periodo limitado, ya que la muestra se puede seleccionar de manera que ponga de manifiesto los factores concretos que se quieren estudiar.

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

Además a la mayoría de los puertos les será útil consignar los diversos muelles de atraque que un mismo buque visite en cada uno de ellos, así como las interrupciones durante los trabajos de manipulación su duración y causas (por ejemplo, avería en el equipo, falta de carga destinada a la exportación, condiciones meteorológicas, conflictos laborales, etc.) de igual modo, deben indicarse las razones por las que han tenido que esperar los buques (por estar ocupados los muelles de atraque, falta de práctico, falta de remolcadores, condiciones de marea, etc.). Estos datos son la base de muchos estudios sobre el número óptimo de muelles de atraque necesarios, la identificación de puntos de embotellamiento o las normas prioridades que han de observarse y, en consecuencia, asumen la mayor importancia cuando un puerto encuentra problemas en la manipulación del movimiento de buques y carga.

Durante la estancia de cada buque, pueden ser convenientes hacer constar los diversos servicios y medios facilitados por el puerto:

- Práctico y lanchas de práctico, para cada movimiento del buque (llegada, salida, traslado de un muelle a otro)
- Número de remolcadores para cada movimiento
- Muelles asignados sucesivamente al buque
- Para cada período de trabajo, especificado como tiempo normal de trabajo o como horas extraordinarias, debe indicarse el equipo de manipulación y la mano de obra empleados por el buque, así como el número de grúas, mano de obra en bodegas y en los muelles, etc.

Esos datos son fundamentales para estudiar la eficacia de cada clase de equipo considerado separadamente. Cuando sea difícil designar dichos datos de una manera permanente, pueden emplearse una investigación por muestreo; en realidad, ese sistema puede resultar más eficaz y menos costoso que la anotación continua de los datos.

### *Localización de los muelles de Carga General*

La eficiencia y economía de las operaciones portuarias requiere que cada muelle existente sea utilizado a su máxima capacidad, con un mínimo de interrupciones y días ociosos. Es obvio que las oportunidades de ocupación continua de un muelle de carga general serán mejores si puede atracarse cualquier buque que está listo para iniciar la descarga de importaciones o recibir carga de exportación bajo la política de él que primero llega primero se atiende y no exclusivamente buques de una línea en particular o un solo operador. Por otro lado es muy conveniente para una gran línea naviera tener un muelle donde sus buques puedan siempre ser operados, donde las exportaciones puedan ser consolidadas por adelantado y la rutina de las operaciones diarias pueda ser fácilmente establecida. La posibilidad de dichos arreglos depende de la frecuencia de escalas

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

realizadas por la línea en el puerto dado y en el número de muelles disponibles en proporción al tráfico portuario

### **EQUIPO UTILIZADO PARA CARGA Y DESCARGA DE MERCANCÍA EN UN PUERTO**

Se describirá la importancia de los diversos equipos que existen en un puerto. Cuando la mercancía llega al puerto, por intermedio de los operadores logísticos del puerto esta es descargada del medio de transporte (buque), almacenada, manipulada o cargada al transporte terrestre. El equipo para la manipulación de las cargas que se utiliza para facilitar el tráfico portuario, está formado por poleas, cabrestantes, grúas tanto manuales como mecánicas, tolvas, succionadores mecánicos, etcétera. Este equipo varía mucho según el tipo de puerto, la carga que se maneja, así como el desarrollo económico e industrial del país al que pertenece.

#### *Spreader:*

Los spreaders, cuyo nombre en español podría ser “bastidor de izaje”, (en el medio portuario es práctica común emplear el nombre en inglés). Es el dispositivo suspendido sobre los cables del sistema de izaje que sirve para enganchar el contenedor en forma manual o automática (mediante los esquineros del mismo) permitiendo su manipulación con la grúa (ver figura 4.21).

Los spreaders pueden ser:

- a) Fijos
- b) Telescópicos

Un spreader fijo puede manejar los contenedores de una longitud determinada. Cuando cambia el largo del contenedor hay que cambiar el spreader (desconectando uno y colocando otro de la longitud deseada). Esto produce pérdidas de tiempo si las longitudes de los contenedores a operar son diferentes. De aquí surge con la necesidad de contar con un spreader telescópico, que tenga la capacidad de extenderse o retraerse para ajustarse a para la estiba y desestiba de longitud de la caja (contenedor). Las longitudes de contenedores más comunes son 20', 30', 35', 40', 45'.



**Figura 4.21** Spreader telescópico para contenedor

*Telescópico para levante de contenedor Open Top*

Equipo compuesto por un Spreader con estructura de alargue, y una mesa receptora (ver figura 4.22). Está diseñado para ser instalado en máquinas REATHSTACKER o en spreader de grúa portal. Su funcionamiento es automático dirigido por el operador de la Reathstacker; de esta manera no se requiere operadores adicionales, haciendo una estiba totalmente segura para contenedores de difícil estibaje, con SWL (Safety Working Load, es la carga máxima para el fabricante) de 40 ton.



**Figura 4.22** Spreader telescópico Open Top

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

### *Top Loaders*

Maquinaria utilizada para manejar contenedores, con capacidad para mover alrededor de 40 TON y apilar 5 contenedores. Sostiene los contenedores por sus cuatro lados (ver figura 4.23).



**Figura 4.23 Top Loaders**

### *Montacargas Side Loader*

Son máquinas que están equipadas con un marco telescópico (Spreader), capaz de manejar un contenedor de 30.5 toneladas de peso. Permite el manejo eficaz de los contenedores en espacios reducidos, bien sea para cargar o descargar los contenedores de las plataformas o los chasis (ver figura 4.24).



**Figura 4.24 Side Loaders**

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

### *Forklift Truck (Carretilla elevadora)*

Permite manipular los contenedores gracias a un sistema de enganche en la base del contenedor. Debido a que los movimientos permitidos son dentro del mismo plano vertical (subir/bajar el mástil), el ancho máximo en la zona de almacenaje será de dos filas. Generalmente son utilizados para la manipulación de contenedores vacíos (ver figura 4.25).



**Figura 4.25 Carretilla elevadora**

### *Reach stacker (apilador)*

Muy parecido a FLT, pero con la diferencia que manipula el contenedor con un brazo, lo que permite alcanzar segundas hileras y consecuentemente la zona de almacenaje puede tener cuatro filas (ver figura 4.26).



**Figura 4.26 Apilador**

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

### *Patines*

Para movilizar los pallets. Puede ser en apilado. Es ideal para apilar, cargar, descargar y transportar en las operaciones de pasillos estrechos y espacios reducidos (ver figura 4.27).



**Figura 4.27 Patin**

### *Traspaleta*

Son medios mecánicos capaces de transportar y elevar una paleta. Para que sean eficaces, las distancias a recorrer no deben ser superiores a 40 metros. Se encuentran generalmente en los muelles de carga y descarga. Entre los distintos modelos podemos distinguir (ver figura 4.28):

1. *Traspaleta manual.* Es un medio que para su movimiento y elevación requiere de la fuerza de una persona. Se caracteriza por su facilidad de manejo y mantenimiento mínimo. El almacén debe disponer de suelos lisos.
2. *Traspaleta motorizada.* Son las que generalmente precisan de un sistema eléctrico para poder moverse y elevar la mercancía. Realizan recorridos algo más largos, aunque no es recomendable superar los 50 m.



**Figura 4.28 Traspaletas**

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

### *Apiladores*

Estos elementos de transporte son muy parecidos a la transpaleta, pero llevan incorporado un palo por donde discurren las horquillas que sujetan las paletas y permite elevarlas hasta cierta altura. Entre ellos podemos distinguir (ver figura 4.29):

- 1.- *Apilador de tracción y elevación manual*: Su uso frecuente es elevar cargas en el interior del almacén. La elevación es limitada y lenta.
- 2.- *Apilador autopropulsado*: Realiza la elevación de la carga y se traslada por el almacén de forma motorizada, pero necesita de un conductor
- 3.- *Apilador mixto*: Este tipo de apilador tiene tracción manual y elevación eléctrica.



**Figura 4.29 Apiladores**

### *Plataforma*

Se compone de una plataforma y un tractor de arrastre que sirven para transportar los contenedores dentro de la terminal. Su uso es indispensable en terminales de contenedores donde se utiliza combinado con otros equipos como la grúa de pórtico, montacargas, grúas de caballete (ver figura 4.30).

La operación consiste en colocar los contenedores sobre los chasis (plataformas) para que sean trasladados por los tractores a los patios de contenedores, esto tratándose de una operación de descarga de barco, en caso contrario los contenedores son trasladados del patio de almacenamiento a un costado del buque.

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA



**Figura 4.30 Plataforma**

### *Multi Trailer System (MTS)*

Se entiende por *multi trailer* al conjunto de hasta 5 trailers interconectados entre ellos y estirados por máquinas tractoras (ver figura 4.31). Tiene la peculiaridad que se reduce sustancialmente el número de conductores



**Figura 4.31 Multi Tráiler System**

### *Cargador de bidones y sacos*

Es utilizado para la sujeción, elevación y transporte de bidones (ver figura 4.32) con la máxima seguridad, especialmente indicado para el transporte hacia o desde un punto determinado del puerto o terminal, al depósito.

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA



**Figura 4.32 Cargador de bidones y sacos**

### *Estrobos*

Un estrobo es un tramo relativamente corto de cable de acero, con sus extremos en forma de “ojales” con y sin accesorios debidamente preparados para sujetar una carga y vincularla con el equipo de izaje que ha de levantarla (ver figura 4.33). Estos pueden ser sencillos o hasta cuatro brazos.



**Figura 4.33 Estrobos**

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

### *Eslingas*

Una eslinga es un tramo de un material flexible y resistente, ya sea textil, fabricada a partir de fibras químicas o de cables de acero (ver figura 4.34).

Una eslinga puede usarse básicamente con dos finalidades:

- Elevación: la eslinga se usa con sus extremos en forma de ojales, lo que permite elevar y manejar la carga en diferentes posiciones, con ayuda de una grúa o polipasto.
- Amarre: la eslinga se usara con accesorios, permitiendo la sujeción de cargas.



**Figura 4.34 Eslingas**

### *Cuchara de Almeja*

La almeja puede manejar material suave u objetos como bloques de concreto, pilotes, etc. Y esto las hace muy adecuadas para dragar en áreas de difícil acceso o paramentos de muelles (ver figura 4.35).

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA



**Figura 4.35 Almejas dragando un puerto**

### *Balancines*

Son elementos intermedios entre el gancho de elevación de una grúa o polipasto y la carga. Otorgan estabilidad y seguridad en el manejo de cargas de grandes dimensiones o potencialmente inseguras (ver figura 4.36).



**Figura 4.36 Balancines en funcionamiento**

### *Plataforma carga y descarga de automóviles*

Plataforma compuesta por 1 separador tubular con una plataforma de acero. La plataforma dispone 4 ramplas abatibles dispuestas para subir el vehículo como para fijar el mismo una

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

vez que se eleva. Su diseño liviano y versátil permite levantar con rapidez la carga (ver figura 4.37). Los estrobos laterales están forrados con goma para proteger la carrocería de los vehículos.



**Figura 4.37** Plataforma para automóviles

### *Banda transportadora*

Utilizado para movilizar la mercancía en una mesa rodada, la misma se moviliza recogiendo material y movilizándolo por medio de rieles hasta su descarga y viceversa (ver figura 4.38).



**Figura 4.38** Banda transportadora para gráneles

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

### *Plataforma para carga general*

Diseñadas con un cuadrante y dos plataformas, para operar de la pluma del barco, de esta manera la operación se realiza en forma simultánea a costado de nave cargando y descargando en bodegas (ver figura 4.39).



**Figura 4.39** Plataforma para carga general

## GRÚAS

### *Grúa de torre*

Este tipo de grúas se puede poner en la posición que se desee, además su soporte puede rotar. Estas suelen ser colocadas por una determinada cantidad de tiempo, es muy usada durante las construcciones (ver figura 4.40). Están formadas por una torre hecha de metal, una extensión paralela al piso que puede rotar y además está dotada de motores que permitan elevar, trasladar, distribuir los objetos deseados.

Puede clasificarse en:

1. *Desmontable:* están hechas para poder realizar muchas veces seguidas la tarea de desmontar y montar y también para movilizar cargas.
2. *Auto despegable:* en este caso es posible que la torre se pliegue y despliegue de una manera muy veloz.
3. *Desplazable cuando es utilizada:* la parte inferior de esta clase de grúas tiene la capacidad de moverse gracias a carriles, por ejemplo.
4. *Torre estacionaria:* en este caso la parte inferior de la torre no tiene la capacidad de generar movimientos de traslación.
5. *Torre trepadora:* se encuentran colocadas sobre una obra en construcción. Sus movimientos son verticales, tanto en ascenso o en descenso.

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA



**Figura 4.40 Grúa torre**

**Nota: mayor grúa torre con capacidad de carga máxima de 70ton)**

### *Grúas móviles*

Se caracterizan por estar constituidas por un vehículo colocado sobre ruedas, teniendo así una movilidad y dirección propia (ver figura 4.41). A su vez debe tener un sistema que permita elevar las cargas de tipo pluma y estabilizadores para que no se produzcan accidentes. En cuanto a sus ruedas, el tamaño de las mismas determina la facilidad de manejarlo, si son de un gran tamaño, resultará más asequible controlarlo. Estas grúas son muy utilizadas en edificaciones y en aquellas que son de un gran tamaño son utilizadas para cargar las grúas de tipo torre. Además son muy útiles en obras de hospitales y residencias.



**Figura 4.41 Grúa Móvil**

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

### *Grúas hidráulicas*

Posee un sistema hidráulico para frenar y elevar. Normalmente estas grúas pueden tolerar un poco más de ciento cincuenta kilos. Además son muy utilizadas como medio de transporte para los individuos (ver figura 4.42).



**Figura 4.42 Grúa Hidráulica**

### *Grúas pluma*

Estas grúas pueden subirse a ellas mismas. Una de las características de estas grúas es la capacidad para que la pluma retroceda. Este movimiento se utiliza para movilizar la carga de manera horizontal y resulta muy veloz. Además posee un sistema de poleas que hacen posibles el transporte vertical (ver figura 4.43). Pueden soportar más de tres toneladas.

A su vez pueden clasificarse en:

1. *Montadas sobre cadenas:* el desplazamiento es posible gracias a cadenas dispuestas de manera particular.
2. *Montadas sobre ruedas:* en la parte inferior está dotado de ruedas que permiten un desplazamiento más veloz.
3. *Otras bases:* están montadas sobre otros dispositivos o bien una conjunción de las mencionadas más arriba, es decir cadenas y ruedas.

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA



**Figura 4.43 Grúa Pluma**

### *Grúas telescópicas*

Se caracterizan por tener las llamadas flechas. Estas generalmente son rectangulares y están hechas de metales muy duros que sean resistentes y duren mucho tiempo. Es utilizada en lugares donde haya mucho espacio para poder trabajar (ver figura 4.44).



**Figura 4.44 Grúa Telescópica**

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

### **Ejemplo de la Infraestructura Portuaria Mexicana, Puerto de Manzanillo**

La ciudad de Manzanillo cuenta con un recinto portuario de 437 hectáreas en total, dividido en dos polígonos que comprenden: zona de agua, más de 5,000 metros lineales de muelles con 16 posiciones de atraque (14 comerciales y 2 para cruceros); 2.8 hectáreas de zonas de almacenamiento techado, acumulando 56.6 hectáreas de patios de almacenamiento para usos múltiples; además una terminal de hidrocarburos, pesquera y turística, así como una cámara de fumigación, 4,200 metros cuadrados de cámaras refrigeradas con 30 andenes, un moderno centro de emergencias y un Centro de Control de Tráfico marítimo equipado con tecnología de punta.

La profundidad de la zona de agua es de -16 metros con un calado de hasta -14 metros, un canal de acceso al puerto interior de 600 metros de longitud y dos dársenas de ciaboga con diámetros de 460 metros y 526 metros (ver tabla 4.1).

El puerto de Manzanillo mueve una gran variedad de productos con un alto valor agregado, siendo los mas significativos en el caso de las importaciones, las semillas oleaginosas, las cuales son manejadas por dos empresas aceiteras ubicadas en la ciudad de Guadalajara Jalisco, posteriormente, se encuentra los fertilizantes los cuales son eviados a diferentes ciudades de la region del Bajío; la lamina de acero es enviada de igual forma al Bajío, a Mexico, D.F. y al Estado de Nuevo Leon;

el granel mineral como el azufre, tiene como destino final las Ciudades de Guadalajara y Queretaro; y por ultimo la importancion de vehiculos automotores y partes automotrices son enviadas al Estado de Mexico, Jalisco, Morelos y Aguascalientes, principalmente.

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

<b>RECINTO PORTUARIO (437 HECTÁREAS)</b>	
<b>Canal de navegación</b>	
Longitud	600metros
Profundidad	16metros
Plantilla	150metros
<b>Dársena de ciaboga (1)</b>	
Diámetro	460metros
Profundidad	15metros
<b>Dársena de ciaboga (2)</b>	
Diámetro	526metros
Profundidad	16metros
<b>Posiciones de atraque</b>	
Terminales	4
Instalaciones	11
<b>Áreas de almacenaje</b>	
Bajo techo	26,547m <sup>2</sup>
Patios	566,448m <sup>2</sup>
Cobertizos	1,514m <sup>2</sup>
Tanques	3,500m <sup>2</sup>
Sitios	95,000m <sup>2</sup>
Vías Férreas	24.7kilometros
Vialidades	6.2kilometros

**Tabla 4.1 Infraestructura de puerto de Manzanillo**

Equipo requerido por buque para realizar las maniobras de embarque de desembarque de diferentes tipos de carga (ver tabla 4.2).

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

TIPO DE CARGA	EQUIPO
<b>Granel Agrícola/Mineral</b>	
(Canela, sorgo, maiz, soya, urea, azufre,	<ul style="list-style-type: none"><li>• 6 almejas de 4YD3 de capacidad minima</li><li>• 1 Payloader , 1 montacargas de 30,000 libras, en tierra</li></ul>
Roca fosforica y fertilizantes, descargado directo a tolvas de ferrocarril y camiones).	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 Payloder de capacidade minima a bordo</li><li>• 1 grua de 14 toneladas de capacidad minima en tierra</li></ul>
Este equipo requiere para trabajar con 5 gruas de buque, la capacidad varia de acuerdo a las maniobras del buque.	<ul style="list-style-type: none"><li>• 5 tolvas receptoras de grano</li><li>• 1 Reroexcavadora</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 5 almejas</li><li>• 3 Payloader</li><li>• 1 Montacargas de capacidad opcion</li></ul>
<b>Granel Mineral</b>	
<b>(Clinker)</b>	
<b>Fluidos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 Montacargas de 15,000 libras.</li><li>• 1 Grua (con extension requerida para conectar y desconetar mangueras)</li></ul>
<b>Carga General</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Montacargas de 15,500/6,000 libras a bordo, 1 gancho como minimo (si se require). La capacidad depende las maniobras de buque y tipo de carga</li><li>• 1 Montacargas a un costado del buque y uno por el area abierta por gancho como minimo, la capacidad depende del tipo de carga</li><li>• 2 Plataformas o tractocamiones por gancho</li><li>• 1 Grua de 70 toneladas para movimientos de piezas pesadas</li><li>• 1 grua de 20 toneladas</li></ul>

**Tabla 4.2 Equipo requeridos para cada tipo de carga**

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

### RENDIMIENTOS DEL PUERTO DE MANZANILLO POR TIPO DE CARGA

#### *Carga General Fraccionada*

La productividad que se alcanzó en este tipo de carga fue de 94 toneladas por hora buque en operación en el periodo Enero - Junio de 2012, 10 por ciento por abajo de lo obtenido en el mismo periodo del año anterior y por lo que respecta al Programa Operativo Anual se registró un decremento de 6 puntos porcentuales. Este comportamiento se deriva principalmente al movimiento de la carga manejada en saquería y carga proyecto.

#### *Carga General Unitizada*

La productividad que se alcanzó en este tipo de carga fue de 631 toneladas por hora buque en operación en el Periodo Enero - Junio de 2012, 6 por ciento por arriba de lo obtenido en el mismo periodo del año anterior y en lo que respecta al Programa Operativo Anual, se tiene establecido un rendimiento de 300 toneladas hora buque en operación, registrando en el Periodo Enero - Junio de 2012 un incremento de 110 puntos porcentuales.

#### *Granel Agrícola Mecanizado*

La productividad que se alcanzó en este tipo de carga fue de 675 toneladas hora buque en operación, 10 puntos porcentuales por arriba de lo registrado en el mismo periodo del 2011 y 4 por ciento menor a lo establecido en el POA del 2012. El incremento en la productividad en este tipo de carga se originó básicamente en las operaciones de descarga de los buques en específico que descargan Semilla de Canola ya que este producto es más pesado que la avena, además el manejo de la semilla de canola es más amigable ya que permite mantener un ritmo constante de descarga y no emite partículas al ambiente. Por otro lado, se registró un decremento del 4 por ciento con respecto al POA 2012, debido a que al manejar la Avena se tiene que reducir el ritmo de descarga con el propósito de evitar la emisión desproporcionada de partículas del propio producto que propicia la saturación de los recolectores que tiene la banda transportadora, obligando a la suspensión temporal de la descarga para solucionar este problema, lo que ocasiona que se incurra en tiempos muertos durante la operación. En este sentido, las acciones de mejora se han enfocado a alcanzar una mayor eficiencia y productividad en el posicionamiento y retiro de las tolvas graneleras a la terminal, a fin de darle suficiencia operativa a la descarga del buque.

#### *Granel Agrícola Semimecanizado*

La productividad obtenida en este tipo de carga fue de 513 toneladas hora buque en operación, obteniendo un decremento de 21 puntos porcentuales con respecto a lo registrado en el mismo periodo del año anterior y 47 puntos porcentuales por arriba del

## CAPITULO IV. OPERACIÓN PORTUARIA

POA del 2012. El decremento en el rendimiento de este tipo de cargas durante el periodo Enero - Junio de 2012, estriba principalmente debido a que en el último par de meses arribaron buques con grandes cantidades de granel agrícola, cuestión que no previó la Granelera Manzanillo y no tuvo la capacidad de desalojar en tiempo dicho producto, lo que ocasionó que los demás buques tuvieran que esperar para proceder con la descarga.

### *Granel Mineral Mecanizado*

En este tipo de carga se logró una productividad de 784 toneladas por hora buque en operación, registrando un incremento de 2 puntos porcentuales respecto al mismo periodo del año anterior y 5 puntos porcentuales por arriba de lo pronosticado en el POA 2012. Lo anterior, se debió principalmente a que en algunos casos de buques que operaron en la Terminal Especializada de USG se continua presentando problemas y retrasos con sus cargas de exportación, manifestando en algunas ocasiones los propios embarcadores y Agentes Navieros que las cargas no estaban listas e incluso no se contaban con los lotes completos de carga, ocasionando constantemente paros de maniobra, lo cual impactó de manera negativa a la productividad de dichos buques.

### *Granel Mineral Semimecanizado*

En este tipo de carga se obtuvo una productividad de 315 toneladas por hora buque en operación, mismas que las obtenidas en el mismo periodo del año anterior y en cuanto al Programa Operativo Anual 2012, se obtuvo un decremento del 21 por ciento. Lo anterior se debe principalmente a que ha habido casos en los que se tienen hasta 3 buques operando simultáneamente, lo cual afecta directamente a la disponibilidad de unidades de transporte por parte de las empresas transportistas para el acarreo de este tipo de productos a costado de buque, lo cual afecta sin lugar a dudas la productividad de los buques. Sin embargo, en el caso de los concentrados minerales, se ha trabajado arduamente con los exportadores para establecer una buena logística en el traslado de sus productos desde sus instalaciones o bodegas, hasta el costado de los buques, lo cual repercute directamente en las productividades de los mismos de manera positiva. Así mismo, se ha previsto por parte de los exportadores el mantener un stock de producto en bodegas o instalaciones cercanas al puerto, esto con el fin de agilizar la logística de traslado del producto al costado de buque.

### *Carga Contenerizada*

En este tipo de carga se obtuvo un rendimiento de 98 cajas por hora buque en operación, lo cual refleja un incremento de 4 puntos porcentuales con respecto al mismo periodo del año anterior y en lo que respecta al Programa Operativo Anual 2012, se obtuvo un incremento de 31 puntos porcentuales. Si bien es cierto que durante el año 2011 se obtuvieron buenos rendimientos en este tipo de carga, ello se debió en gran medida a que durante el año pasado llegaron a presentarse en algunas ocasiones que las principales.

# CAPÍTULO V

## OBRAS MARÍTIMAS

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

### MUELLES Y EMBARCADEROS

Muelles y embarcaderos son estructuras localizadas en o en el borde de agua lo suficientemente profunda para permitir que los buques de atar en su contra y cargar o descargar mercancías, su función es ofrecer una conexión directa entre los portadores de agua y tierra.

Similar a un rompeolas, la mayor parte de los muelles o embarcaderos se encuentra por debajo del agua y el nivel del suelo, y por lo tanto puede ser clasificado como subestructuras que sirven como base para los tinglados, almacenes, transportadores, vías de ferrocarril y pavimentos.

Un muelle suele ser el nombre de un lugar de aterrizaje para los barcos si la estructura tiene el agua en un solo lado. Un muelle es una estructura que se proyecta desde la costa hacia el agua. Un muelle tiene agua en ambos lados. Muelles y embarcaderos generalmente se denominan estructuras portuarias, mientras que un rompeolas que normalmente se conoce como una estructura portuaria. No siempre es posible para adherirse a estas distinciones, ya que en una serie de puertos de los términos muelles, y los resbalones son también ampliamente utilizados. Un muelle puede ser un muelle o un embarcadero; en los Grandes Lagos, por ejemplo, los terminales de mineral de hierro y carbón se refieren a menudo como los muelles de mineral y los muelles de carbón. Muelles se utilizan a veces para designar a los muelles y embarcaderos que forman un sistema de cuencas y resbalones son los espacios de aguas abiertas entre los pantalanes (estructura, generalmente de construcción abierta, que penetra en el agua desde la orilla, que sirve como muelle de atraque).

#### *Estructuras de Muelle*

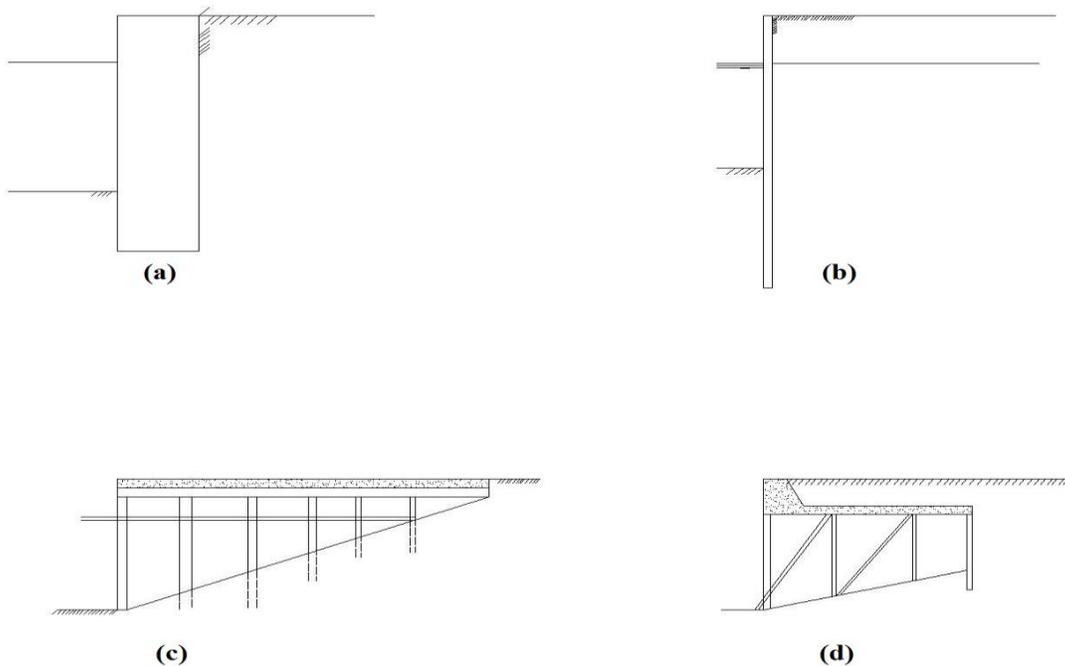
La principal característica del muelle es la caída vertical en elevación en su borde agua. De ello se desprende que las fuerzas principales, que deberá preverse un descanso por un muelle, son los horizontales debido a la tierra y el agua presiones y tracciones del soporte para vasos laterales.

Estructuras típicas de muelle se muestran (ver figura 5.1). Para resistir la presión de la tierra y crear un frente de agua profunda, una pared masiva de retención se puede utilizar como se indica (ver figura 5.1 (a)), sino que puede estar construido dentro de una ataguía, o como un cajón flotante. Economía se puede lograr mediante la variación de su sección transversal o por la construcción de ésta de bloques de hormigón prefabricado. Más económico, sin embargo, es la estructura en la figura (ver figura 5.1(b)). Esto también limita la tierra detrás de una pared vertical, pero el elemento envolvente es una hoja de pilotes en la pared-por lo general de acero, aunque otros materiales se pueden utilizar. Estabilidad de esta pared se consigue mediante la conducción que en lo más profundo por debajo del fondo del mar y el

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

apoyo por una travesaño horizontal para ligar pilotes atado por las barras horizontales de acero hasta cierto anclaje que está muy por detrás de la pared. Este anclaje puede ser una fila de tablestacas verticales, combinaciones de pilotes verticales y baterías, o losas de hormigón que, mediante la participación de las grandes masas de tierra, resisten el movimiento horizontal de las varillas de anclaje.

Un principio diferente en el diseño de muelle en empleó en la (ver figura 12.1(c)). En vez de retener la tierra por una estructura vertical, la transición entre los dos niveles es hecho por la pendiente natural de la planta, y la estructura de muelle está hecho para tender un puente sobre esta pendiente. La principal característica de esta estructura es la ausencia de cualquier presión lateral de la tierra; las únicas fuerzas horizontales resistido por la estructura son la atracción ejercida por los buques de dibujo sí mismos hacia el muelle por medio de mensajes de cuerda y de amarre, y los empujes de transmisión a la cubierta (superior superficie del muelle) cuando el barco se mueve lentamente es llevado a un punto muerto por el contacto con el muelle. Este tipo de estructura puede ser apoyado sobre pilotes, cajones cilíndricos, o incluso los pilares sólidos espaciadas a intervalos determinados.



**Figura 5.1 Tipos de muelles**

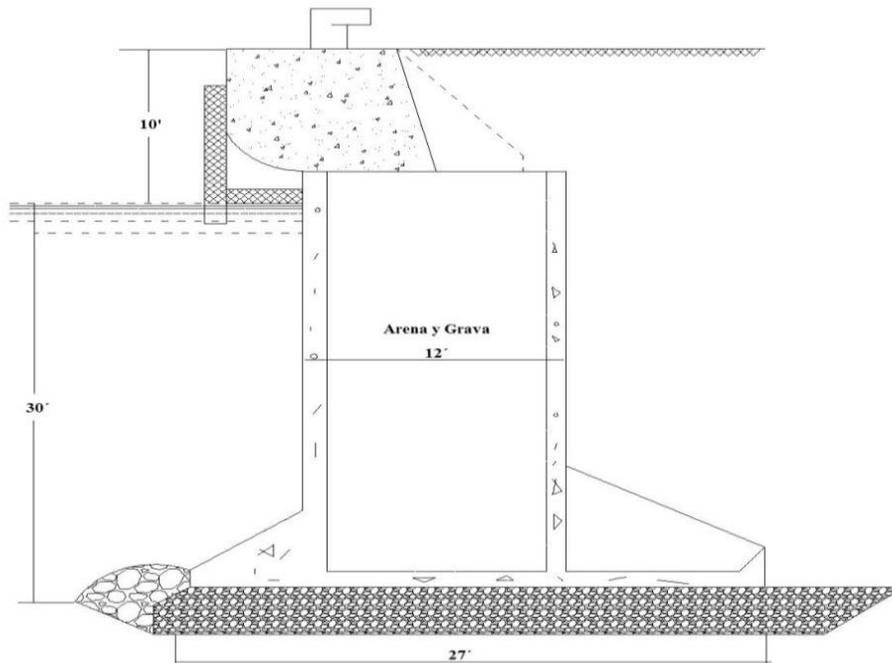
La estructura (ver figura 5.1 (d)) combina características de (a), (b), y (c). Una plataforma de tierra lleno termina en una pared baja de retención en un extremo, mientras que su otro extremo soporta lateralmente una pared de chapa de acumular corto. Un empuje horizontal de la tierra, aunque menor que la que se produciría en (ver la figura 5.1 (b)), debe ser

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

resistida ya sea por la flexión en los pilotes verticales y muelles cilíndricos o por anclajes similares a los de (b). En lugar de la construcción de anclajes de racimo pila separada detrás de la estructura principal, éstos se pueden incorporar en ella como se muestra en (ver la figura 12.1 (d)) mediante la adición de pilas de baterías bajo la plataforma. Este tipo de muelle a veces se llama una plataforma aliviar porque, al permitir que la pendiente natural extender debajo de ella, la plataforma aliviar sustancialmente el total de las presiones laterales de tierra.

### *Muro de contención de muelles*

Un ejemplo de un muelle del tipo de pared lo que retiene se muestra en (ver la figura 5.2). El muro de contención se ha formado por cajones prefabricados de hormigón que se pueden construir en tierra, lanzados, remolcados al sitio, y se hundió a descansar a un nivel preparado. Si la cáscara se hace comparativamente estrecha, será necesario ensanchar la base de manera que las resultantes de las fuerzas verticales y horizontales caerán dentro de su tercio medio. La parte exterior de la cáscara de cajón se somete a una presión mayor que la porción que mira hacia la parte trasera y por lo tanto puede estar hecha de mayor espesor. El nivel inferior preparado consta de un cojín 2 pies de piedra rota, y escollera protege la parte frontal de la base contra la posible socavación.



**Figura 5.2 Estructura de un muelle típico**

Todas las estructuras de muelle deben estar provistas de un sistema de defensa, que protegerá el muelle, así como el amarre de buques, contra los daños causados por el impacto de contacto. Como se muestra en (ver figura 5.2) este sistema de parachoques, para

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

el que la madera es el material más comúnmente utilizado, sino que está unido a la pared de retención y la parte superior del cajón. el accesorio debe ser tal que las unidades individuales del sistema de guardabarros pueden ser fácilmente reemplazados, debido a que estos miembros están sometidas no sólo a los choques e impactos repetidos, sino también a la humectación frecuente y secado.

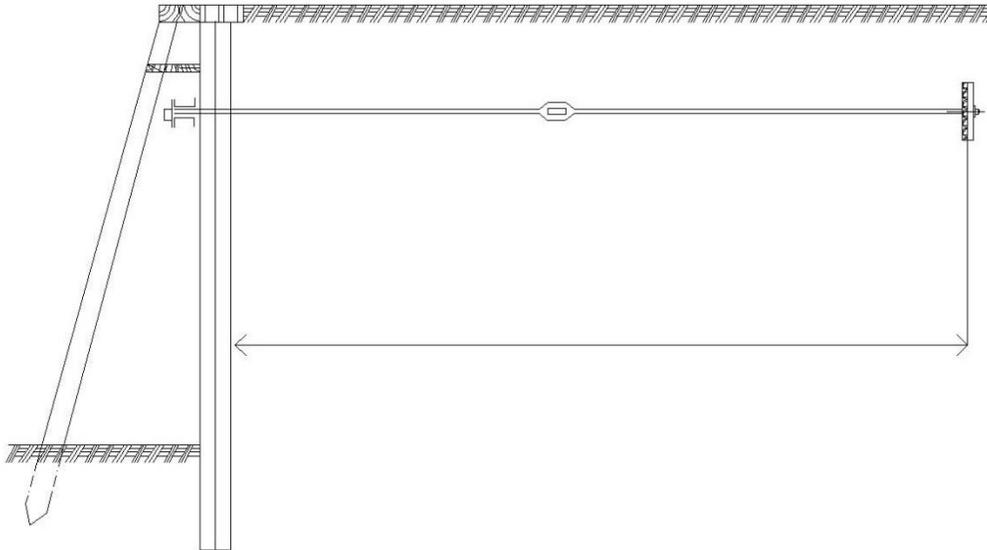
Como se muestra en (ver figura 5.3) muestra tablestacas de acero para un muelle del tipo mencionado en la (ver figura (5.1b)).



**Figura 5.3 Tablestacas de acero para muelle**

La disposición estructural de un muelle de lámina apilado soportado lateralmente por una pared continua de anclaje (ver figura 5.4). A lo largo de las vías navegables en especial, este tipo de muelle ha demostrado ser muy eficiente y económica. Los tirantes de acero que soportan la estructura del madero horizontal, deben estar equipados con tensores, y el anclaje colocado lo más bajo posible, en consonancia con la construcción económica. La ubicación más económica por lo general se encuentra para ser justo por encima de agua baja, donde el trabajo se puede realizar en el seco. También es así para mantener, cuando sea posible, la cota máxima de gales y tirantes dentro de la zona de saturación del suelo para retardar la corrosión. El de las columnas y la varilla de anclaje no deben ser más de 18 pulgadas bajo el nivel del agua, ya que por debajo de esta palanca buzos normalmente deben ser empleados.

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS



**Figura 5.4 Muelles tablestacado de lámina**

La determinación de la distancia apropiada entre las varillas de anclaje no es difícil si se recuerda que la carga total en la pared es la misma, independientemente del número de varillas, y, por esa razón, la cantidad total de acero en las varillas es la misma, independientemente de su espaciamiento. Barras de pequeño diámetro deben, en general, deben evitarse. Por otra parte, varillas de anclaje que son demasiado grandes darán lugar a distancias más grandes y los momentos de flexión mayores en los maderos horizontales. La distancia de centro a centro entre varillas de unión debe ser igual a un número par de anchos de tablestacas. Como una regla la distancia entre barras de acoplamiento debe seleccionarse de modo que su diámetro estará comprendida dentro de la gama más económica, que es a partir de 1¼ a 3 pulgadas.

Los agujeros en la hoja de apilamiento para las varillas de anclaje deben hacerse después del pilotaje, es impulsado debido a la dificultad de conducción cada tablestaca al grado exacto.

El fondeadero debe estar ubicado lo suficientemente lejos del muro de contención en suelo estable. El ángulo de fricción interna del suelo o de relleno, elaborado a partir de la intersección de la parte inferior del canal y la pared de tablestacas, localiza el plano de suelo estable. La cara de la pared de anclaje debería, preferiblemente, de 10 a 15 pies traseros de este plano

El anclaje de pared se puede hacer como un continuo de acero, madera, o muro de hormigón armado. La resistencia total que ofrece esta pared puede ser estimado como la diferencia entre la intensidad de la presión de la tierra pasiva y activa en la elevación de la varilla de anclaje, multiplicado por el área de contacto. A veces se hacen intentos para tener

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

la varilla de anclaje pase a través del centro de resistencia de tierra, que coincide con el centroide del trapecioide que representa la intensidad de la presión de la tierra en la cara de contacto vertical de la pared de anclaje.

El anclaje de una pared de tablestacas de acero también puede estar construido de pilotes inclinados alternativamente en dos direcciones. El perno de anclaje sustituido por dos fuerzas equivalentes se equilibrará por la resistencia de estas pilas para una mayor penetración y extracción.

Muelles tablestacado de lámina de acero pilotes deben estar equipados con sistemas de la defensa, como se muestra en (ver figura 5.4). Todos los agujeros para los tornillos de conexión se deben perforar después de que el tablestacado se ha conducido.

Las bases para postes de amarre son más difícil en el caso de un muelle de tablestacado de lámina apilado, que a un muelle del tipo que se muestra en (ver figura 5.2), donde un sin embargo puede hacerse directamente a la sección de hormigón. Los grupos de pilotes auto portantes en los muelles tablestacado de pilotes se pueden utilizar dentro de la pared o los postes de amarre se pueden unir de forma rígida al tablestacado.

El relleno detrás del tablestacado de lámina se debe colocar con mucho cuidado, ya que la manera en que se deposita puede afectar materialmente a las presiones laterales. el relleno nunca debe colocarse hacia el cierre, ya que un procedimiento de este tipo por lo general empuja una ola de barro contra la pared, lo que aumenta en gran medida la presión lateral cuando la ola de barro es finalmente confinado. El mejor método es rellenar, en capas, toda la distancia entre el anclaje y el muro de contención, se esfuerza en guardar la superficie del relleno lo más nivelado posible. De esta manera la ola de lodo puede ser eliminado en gran medida y la resistencia pasiva aumenta sobre el anclaje como los activos aumenta la presión sobre la pared exterior.

### *Pilas y cajones de muelles*

Los pilotes son postes que se introducen profundamente en el terreno para transmitir las cargas de la cimentación a los estratos más resistentes. Cuando estos elementos tienen dimensiones grandes en su sección transversal (mayores de 60 cm) se denomina generalmente pilas. Los pilotes se emplean cuando el terreno superficial tiene baja capacidades de carga, cuando se tienen requisitos muy estrictos de asentamientos admisibles y cuando se quieren evitar cimentaciones muy voluminosas apoyadas en estratos de suelo poco favorables para la construcción, como en obras marítimas o en suelos saturados.

Un pilote desarrolla resistencia por apoyo directo en su punta y por fricción en la superficie de contacto con el suelo por apoyo directo en su punta y por fricción en la superficie de contacto con el suelo. Los pilotes que se apoyan en un estrato de suelo muy firme, y que

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

por tanto, desarrollan la mayor parte de su resistencia por dicho apoyo directo, se denominan pilotes de punta. Los pilotes que quedan totalmente impregnados en estratos de baja capacidad de carga y por tanto desarrollan su resistencia casi exclusivamente por adherencia y por rozamiento entre su superficie y el suelo adyacente, se llaman pilotes de fricción. En muchos casos ambos componentes de la resistencia son significativos y deben tomarse en cuenta, de manera que la profundidad a que se apoyara un pilote será tal que su resistencia total, debida al efecto combinado de los dos componentes de la resistencia, sea la necesaria para las cargas que debe soportar. Además de la capacidad de carga, existen otros aspectos que pueden influir en la selección del tipo de pilote, como son la posibilidad de asentamientos generales de los estratos del subsuelo y las variaciones del nivel freático.

En cuanto a su proceso constructivo, se pueden dividir los pilotes en prefabricados y colocados en el lugar. El proceso constructivo influye en forma importante en el comportamiento de los pilotes; los prefabricados se hincan en el terreno, generalmente por impacto, produciendo el desplazamiento del suelo para dar paso al pilote; los colocados se hincan en el terreno, generalmente por impacto, produciendo el desplazamiento del suelo para dar paso al pilote; esto provoca una perturbación del suelo que altera sus propiedades mecánicas. Además, un pilote prefabricado está sujeto a esfuerzos adicionales que se producen durante su transporte, izado e hincado; especialmente estos últimos suelen ser más severos que los que se presentan una vez colocado el pilote y determina por tanto sus características estructurales. Los pilotes colocados en el lugar requieren una perforación previa que no implica desplazamientos del suelo y por tanto produce una menor perturbación de las propiedades de este. Una ventaja de los pilotes prefabricados es que su hincado constituye de hecho una prueba de carga que asegura una capacidad mínima una vez colocados en su lugar.

Los pilotes de madera se usan donde abunda este material y generalmente como pilotes de fricción. Su duración puede ser indefinida si se utilizan en terreno exento de variaciones importantes de humedad, por ejemplo si se encuentran en el agua o en un terreno saturado sin cambios en el nivel freático; sin embargo, su duración puede no exceder de un par de años si se someten a ciclos continuos de humedecimiento y secado.

Los pilotes de acero tienen la ventaja sobre los de concreto de que, por su menor peso y por sus paredes delgadas, en las secciones tubulares o en H, facilitan el hincado por el efecto de cuchilla de sus paredes. Por otra parte, una vez instalados, se forma en sus extremos un tapón de suelo que asegura un efecto de punta similar al que se tiene en una sección cerrada. Por tanto su capacidad de punta se suele determinar con el área total de la envolvente de la sección. La corrosión no es crítica si los pilotes de acero están hincados en un suelo inalterado sin variaciones en el nivel del agua; de lo contrario requieren una protección anticorrosiva. Los pilotes de concreto garantizan un mejor desempeño en lo referente a durabilidad ante condiciones agresivas. Los prefabricados en planta suelen ser presforzados, ya que requieren menor sección y refuerzo para soportar las sollicitaciones por

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

manejo e hincado. Para facilitar el manejo y el hincado, los pilotes largos se prefabrican en secciones que se conectan con dispositivos diseñados para resistir tensiones que se presentan durante el hincado. La función más común de los pilotes es la de transmitir cargas de compresión a los estratos resistentes del suelo, en ocasiones se emplean también para tomar tensiones.

### *Criterios de Diseño*

Los pilotes son elementos estructurales aptos para resistir cargas esencialmente axiales; su capacidad está regida aunque la carga transmitida al pilote sea teóricamente axial, es necesario considerar en el dimensionamiento una excentricidad accidental, debido a la incertidumbre en la posición exacta del pilote, a su posible falta de verticalidad y, en pilotes colocados en el lugar, a la irregularidad de su sección transversal. Se demostró, en (ver figura 5.1(c)), que la presión de la tierra debido a la diferencia de nivel entre la parte superior del muelle y la parte inferior del canal puede ser eliminado por puente sobre el talud natural entre estas dos superficies.



**Figura 5.5 Cajones para la estructura del muelle**

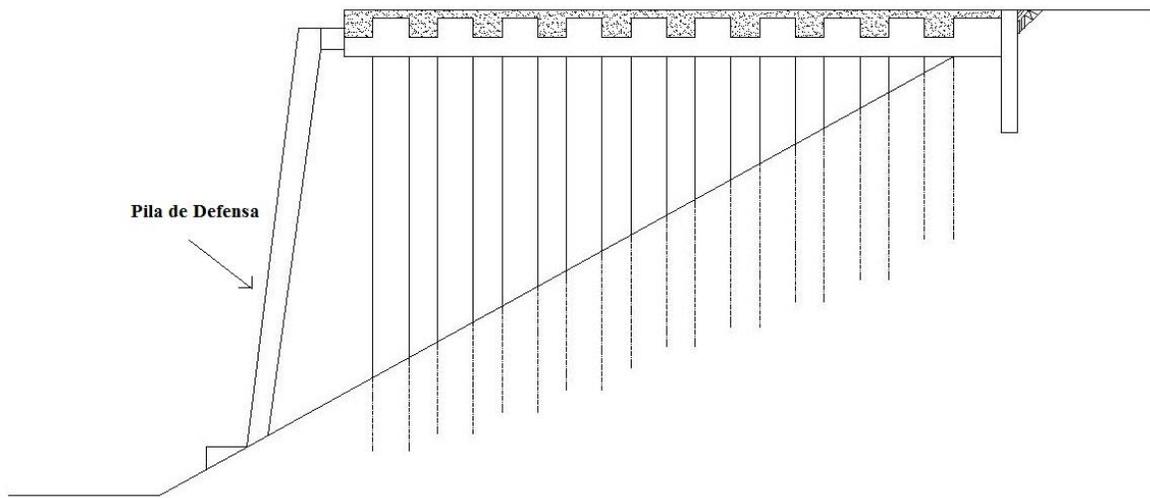
Como se muestra (ver figura 5.5) los cajones cilíndricos que son para apoyar un muelle de este tipo. Rieles de acero se han utilizado para el refuerzo y atarán los cajones a la cubierta.

Las principales ventajas de las estructuras de muelles de pilotes son la economía y la rapidez de la construcción, en comparación con las estructuras de rellenos que normalmente Requiere mucho tiempo para asentarse. Otra ventaja es que una estructura de pila presenta una obstrucción más pequeña para el prisma de marea. Que no afecta materialmente a la

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

cantidad de agua que fluye dentro y fuera de un puerto, con los cambios de la marea. Una cuarta ventaja es la mayor elasticidad de las estructuras de pila; que absorben más fácilmente la energía cinética de los vasos ponen en contacto con el muelle en movimiento.

Como se muestra (ver figura 5.6) una estructura típica de un muelle con pilas, construida de hormigón armado con excepción de las maderas de la defensa en el frente y un poco de tablestacado de lámina muy cortó acumulando en la parte trasera.



**Figura 5.6 Estructura de muelle sobre pilotes**

La estructura de la plataforma aliviar muestra en (ver la figura 5.1(d)) se pueden construir con o sin anclaje. El empuje horizontal generalmente se ha reducido lo suficiente como para ser resistida por la flexión de los pilotes verticales o mulles. Si se necesita más tarde estabilidad adicional, el talud de las pilas pueden estar situados debajo de la plataforma y lo suficientemente lejos para evitar su proyección en el canal y la creación de obstrucciones para el transporte.

El análisis estructural de una plataforma aliviar puede hacerse mediante la ruptura de la investigación en dos partes. Primero, el tablestacado se analiza en la forma ordinaria como una viga simplemente apoyada por la plataforma y a cierta profundidad por debajo de su intersección con la superficie del terreno exterior, donde existe la igualdad entre las presiones de tierras activas y pasivas. Por último, el grupo de pilotes bajo la plataforma puede ser analizado por las fuerzas que actúan sobre ella, incluyendo la reacción del tablestacado de lámina.

### *Estructura del muelle*

Construcción del muelle es la línea de costa más económica, si la longitud total de la línea

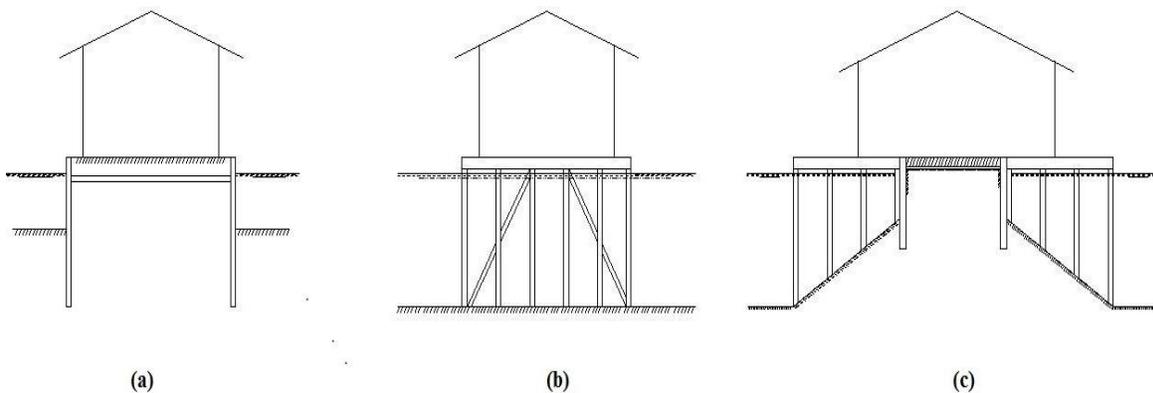
## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

de atraque es el factor decisivo, y cuando el espacio lo permite, como en un río ancho, este tipo de estructura es a menudo adoptada.

Una de las ventajas del sistema de muelle es una estructura que tiene comparativamente barata frente al mar en ambos lados. En un gran puerto construido sobre el valioso suelo urbano rocosa, como Manhattan, no hay más remedio que construir muelles. Si los muelles no pueden ser largos, necesitan no ser más que de una cierta anchura moderada. La anchura, que depende de la longitud, es un problema importante en el diseño funcional de muelles.

El más largo del muelle, el más amplio que debe ser. La razón de esto es que cuanto más tiempo el muelle es, más el tráfico debe ser manejado en el extremo de la orilla. Es un error para construir muelles en ángulo recto a la corriente. Los muelles deben estar inclinados aguas abajo en un ángulo de aproximadamente  $45^\circ$  a la línea de costa para permitir el acoplamiento fácil de barcos grandes cuando una fuerte corriente está en marcha.

Como se muestra (ver figura 5.7) los arreglos estructurales típicos de los muelles. En (ver figura 5.7(a)) consta de relleno colocado entre paredes paralelas de tablestacas unidas por varillas de anclaje superiores bajo el agua. El anclaje de un muelle tal presenta un problema mucho más simple que el anclaje para un muelle, debido a la presencia de las reacciones iguales y opuestas de las dos paredes. Por lo general es necesario para apoyar la varilla de anclaje en unos montones de rodamientos con el fin de evitar el pandeo excesivo. Como un muelle está diseñado con frecuencia para una carga recargo grande, las presiones laterales resultantes se vuelven bastante grandes para grandes profundidades. por esta razón el tipo que se muestra en (ver figura 5.7(a)), puede no resultar económico para grandes profundidades.



**Figura 5.7 Estructura de muelle típico**

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

En el caso de una gran profundidad de la estructura mostrada en (ver figura 12.7(b)), merecerán consideración. Se trata simplemente de un puente construido en la zona de dragado y consiste en una cubierta apoyada sobre pilotes o pilares cilíndricos (construidos como cajones). Como la presión lateral de la tierra ha sido completamente eliminado para esta estructura, las únicas fuerzas horizontales que deben ser considerados serán aquellas debido a la movimiento de embarcaciones junto con el muelle; por su resistencia eficaz, puede ser necesario para completar las pilas de rodamientos verticales por las pilas del talud.

La disposición mostrada en (ver figura 5.7 (c)), es generalmente aplicable a una amplia muelle situado en aguas profundas. Puede ser interpretada como una aplicación del principio de la plataforma aliviar. Pilas se utilizan en ambos lados del muelle para distancias suficientes para que la pendiente natural del terreno hasta elevaciones donde una pequeña cantidad de tablestacas conservará la parte central del relleno. Es costumbre, como se muestra en (ver figura 5.7(c)), para atar las dos partes de la estructura entre sí por varillas de anclaje y por lo tanto eliminar completamente cualquier necesidad de pilas de del talud.

Algunos muelles típicos y estructuras de muelles se muestran en (ver figura 5.8). Que para las partes del puerto de Portland, Oregon. El muelle entre los muelles que sobresalen consta de ataguías celulares del tipo diafragma.

### *Diseño de cargas*

Una estructura de línea de costa debe estar diseñada para resistir las fuerzas verticales y horizontales. La carga muerta (una fuerza vertical) es causada por el peso de la propia estructura, incluyendo relleno y cualquier construcción permanente que puede ser soportada por el mismo, tales como cobertizos de tránsito, almacenes y equipos de transferencia de carga.

La carga viva (también una fuerza vertical) se debe a la transferencia y el almacenamiento de cargas antes de cargarse en el mar o los transportistas terrestres. Esta sobrecarga, que se supone aplicada a la cubierta, dependerá de la naturaleza de las cargas, ya que puede variar de 100 a 1000 libras por pie cuadrado.

Presión lateral de la tierra debido al relleno retenido o suelo natural suele ser un elemento importante. Las teorías de Rankine y de Coulomb se utilizan universalmente para la evaluación de las intensidades de presión, y aunque a veces se dan valores demasiado altos y conservadores, que serán, si cuidadosamente y juiciosamente aplicado, esfuerzo de fluencia que se encuentran en el lado seguro.

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

Presión hidrostática debido al agua no es un elemento importante, ya que por lo general se contrapesada por estar presentes en ambos lados de las paredes de los muros de contención. Para estructuras masivas la elevación hidráulica o en la flotabilidad es un hecho muy importante incluir. Los pesos unitarios de 62,5 y 64 libras / pies cúbicos deben utilizarse para agua dulce y salada, respectivamente.

Las fuerzas laterales supone actuar sobre una estructura de línea de costa siempre debe incluir los efectos de los buques que atan a su lado. Para que un buque de alcanzar una posición paralela a la línea de costa, se acostumbra a que se tire de sí hacia el muelle por medio de sus tornos de elevación, cuerdas, y los puestos de amarre o bolardos situados en el muelle. Esta tracción horizontal en la dirección de la nave no puede, por supuesto, exceder la capacidad del cabrestante, que puede variar de 10 a 50 toneladas. Con la separación de los puestos de amarre conocidos (por lo general de 50 a 100 pies), una evaluación exacta se puede hacer de la atracción poste de amarre.

Al acercarse al muelle la nave será llevada a un punto muerto al hacer contacto con el sistema de defensas de la estructura. Aunque la velocidad de la embarcación es muy baja, una cantidad considerable de energía cinética se entrega a la estructura debido a su tonelaje considerable.



**Figura 5.8 Muelle típico y estructuras de muelle**

Choque entre un buque y una estructura del tipo de gravedad muro no será, por regla general, como resultado de alguna lesión en el de ninguna lesión en el muelle, ya que la energía se disipa en la gran masa de hormigón y relleno. Sin embargo, en el caso de una

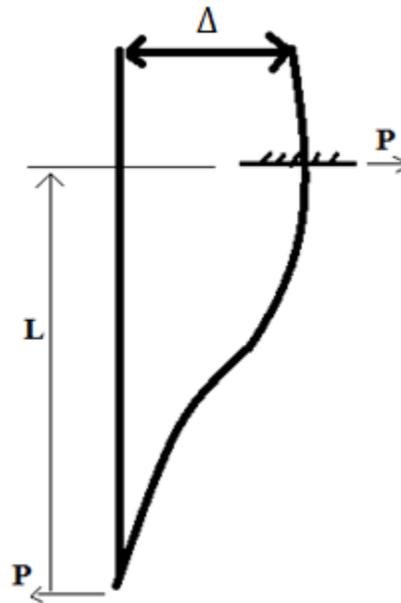
## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

estructura de apoyo sobre pilotes, la energía del barco en movimiento debe ser absorbida por la elasticidad de la propia estructura; tensiones que han sido configuradas deben tenerse en cuenta. El efecto del impacto de los buques en frentes de agua se hace a veces con la inclusión de una fuerza horizontal dirigida hacia la costa y de magnitud arbitraria, como de 50 a 100 toneladas.

### *Impacto del buque*

En el tema que sigue un procedimiento se presenta para expresar las tensiones en las estructuras sobre pilotes como funciones de la energía cinética de unos buques que se acercan. El análisis se puede ampliar fácilmente para subestructuras que consisten en cajones cilíndricos o combinaciones de cajones y pilas.

Primero se hace referencia a la (ver figura 5.9), que muestra una viga, cuyo eje está fijo contra la rotación en ambos extremos. Si la parte superior de la viga se permite para moverse horizontalmente mientras que el eje permanece fijo en la dirección vertical, entonces la deflexión de la parte superior debido a la aplicación de una carga P es



**Figura 5.9 Muestra de viga**

$$\Delta = \frac{PL^3}{12EI} \quad (5.1)$$

Donde I es el momento de inercia de la sección transversal y E es el módulo de elasticidad. La energía de deformación que se consume por el haz (beam) en la producción de esta desviación es

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

$$\frac{1}{2}P\Delta = \frac{P^2L^3}{24EI} \quad (5.2)$$

Un barco en movimiento en contacto con un muelle tal como la que se muestra en (ver figura 5.6) se puede originar desviaciones horizontales de varias inclinaciones pila y vendrán a descansar cuando su energía cinética total ha sido convertida en energía de deformación de las inclinaciones desviadas. La energía de deformación total de un doblado puede escribirse como la suma de las energías almacenadas en cada pila. Si se supone que las pilas fija en puntos por debajo del aire terrestre y fija libre en la cabeza de pilote (ver figura 5.9), se ve que

$$\frac{P_1^2L_1^3}{24EI} + \frac{P_2^2L_2^3}{24EI} + \frac{P_3^2L_3^3}{24EI} + \dots = \frac{1}{N} \times \frac{W}{2g} v^2, \quad (5.3)$$

Donde

N = número de inclinaciones compartiendo impacto de la buque

W = desplazamiento de buque, libra,

g = aceleración de la gravedad, 368,4 pulg. / seg

v = velocidad del buque, en. / seg.

Expresando la igualdad de las desviaciones de la parte superior de todas las pilas,

$$\frac{P_1L_1^3}{24EI} = \frac{P_2L_2^3}{24EI} = \frac{P_3L_3^3}{24EI} = \dots, \quad (5.4)$$

$$P_2 = P_1\left(\frac{L_1}{L_2}\right)^3; P_3 = P_1\left(\frac{L_1}{L_3}\right)^3; \dots \quad (5.5)$$

Sustituyendo 5.5 en 5.3

$$P_1^3L_1^3 + P_1^2\frac{L_1^6}{L_2^3} + P_1^2\frac{L_1^6}{L_3^3} + \dots = 12EI\frac{Wv^2}{Ng}, \quad (5.6)$$

$$\frac{P_1^2L_1^2}{K_1^4}\Sigma K^3 = \frac{12EW}{Ng}v^2. \quad (5.7)$$

Donde K = I ÷ L denota la rigidez de los pilotes. Si

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

$$C = v \sqrt{\frac{3WE}{Ng\Sigma K^3}}, \quad (5.8)$$

Entonces el momento máximo de flexión en las pilas será

$$M_1 = \frac{1}{2}P_1L_1 = CK_1^2; \quad M_2 = \frac{1}{2}P_2L_2 = CK_2^2; \dots, \quad (5.9)$$

Se ve que la máxima flexión de esfuerzos se producirá en la parte superior e inferior de la pila y trasera son directamente proporcionales a la velocidad del barco en movimiento y también directamente proporcional a la raíz cuadrada del desplazamiento.

En el caso de una plataforma de madera apoyada sobre pilotes de madera, ésta se debe asumir articulada en la parte superior y ecuación (5.7) se convierte

$$\frac{P_1^2L_1^2}{6EK_1^4}\Sigma K^3 = \frac{1}{N} \times \frac{W}{2g}v^2, \quad (5.7a)$$

Y los momentos máximos de flexión se producen en él partes inferiores de los pilotes y son

$$M_1 = P_1L_1 = CK_1^2; \quad M_2 = P_2L_2 = CK_2^2; \dots, \quad (5.9a)$$

Donde C es dada por la ecuación. (5.8)

La deflexión de curva pila causada por la absorción completa de la energía cinética, para pilas fijas en la parte superior e inferior, es

$$\Delta = \frac{P_1L_1^3}{12EI} = \frac{CI}{6E} \quad (5.10)$$

Si las pilas se pueden asumir articulada en la parte superior, la deflexión de una inclinación pila es

$$\Delta = \frac{P_1L_1^3}{12EI} = \frac{CI}{3E} \quad (12.10a)$$

Las cantidades en cuestión en el cálculo de los esfuerzos y deformaciones, la pila no soportado longitud L y el número de pila inclinaciones N no están claramente definidos y pueden variar un poco con las condiciones locales. Si es de accionamiento en material firme, una pila generalmente puede ser considerado como fijo en un punto 5 pies por debajo de la aire terrestre, y en material suave, de 10 pies a continuación. El número de apoyos de pilotes que pueden ser asumidas para compartir el impacto de un barco de amarre, en paralelo a su cara frontal, de forma segura puede ser tomado como el número de apoyos en la mitad de la longitud del recipiente.

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

### *Ejemplo Numérico*

El máximo esfuerzo de flexión y deflexión se pueden encontrar para el caso de un barco de 10.000 toneladas de desplazamiento golpear la parte frontal del muelle, que se muestra en la fig. (5.6), mientras se mueve de lado a una velocidad de 1 pulg. / Seg. El número de apoyos que se pueden contar para compartir el impacto se supone que es de diez, por lo

$$C = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{3 \times 2 \times 10^7 \times 3 \times 10^6}{10 \times 386.4 \times 7529 \times 10^3}} = 19.67 \text{ lb/in}^5$$

$$M_1 = 19.67 \times 178.2^2 = 624.500 \text{ pulgadas} - \text{libras}$$

Si, en la fig. (5.6), se supone que la relación modular  $n = 10$ , entonces este momento se encontraron para producir una tensión máxima a la compresión de 664 psi. Contacto con el barco en movimiento desviaré el muelle

$$\Delta = \frac{19.67 \times 1018}{6 \times 3 \times 10^6} = 0.012 \text{ pulgadas}$$

Si, para la comparación, se supone que las pilas de madera 12 cm de diámetro se sustituyen por los pilotes de hormigón y que las inclinaciones de madera están separadas de la mitad de la distancia entre las inclinaciones de pilotes de hormigón, a continuación,

$$C = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{3 \times 2 \times 10^7 \times 15 \times 10^5}{20 \times 386.4 \times 6500}} = 335 \text{ lb/in}^5$$

$$M_1 = 335 \times 16.96^2 = 96,330 \text{ pul./libras}$$

Entonces la tensión de rotura debido a este momento es 568 psi. mientras que esta tensión es de la misma magnitud que la tensión en los pilotes de hormigón, la deflexión de la estructura de madera será mucho mayor, a saber,

$$\Delta = \frac{335 \times 1018}{3 \times 15 \times 10^5} = 0.076 \text{ pul.}$$

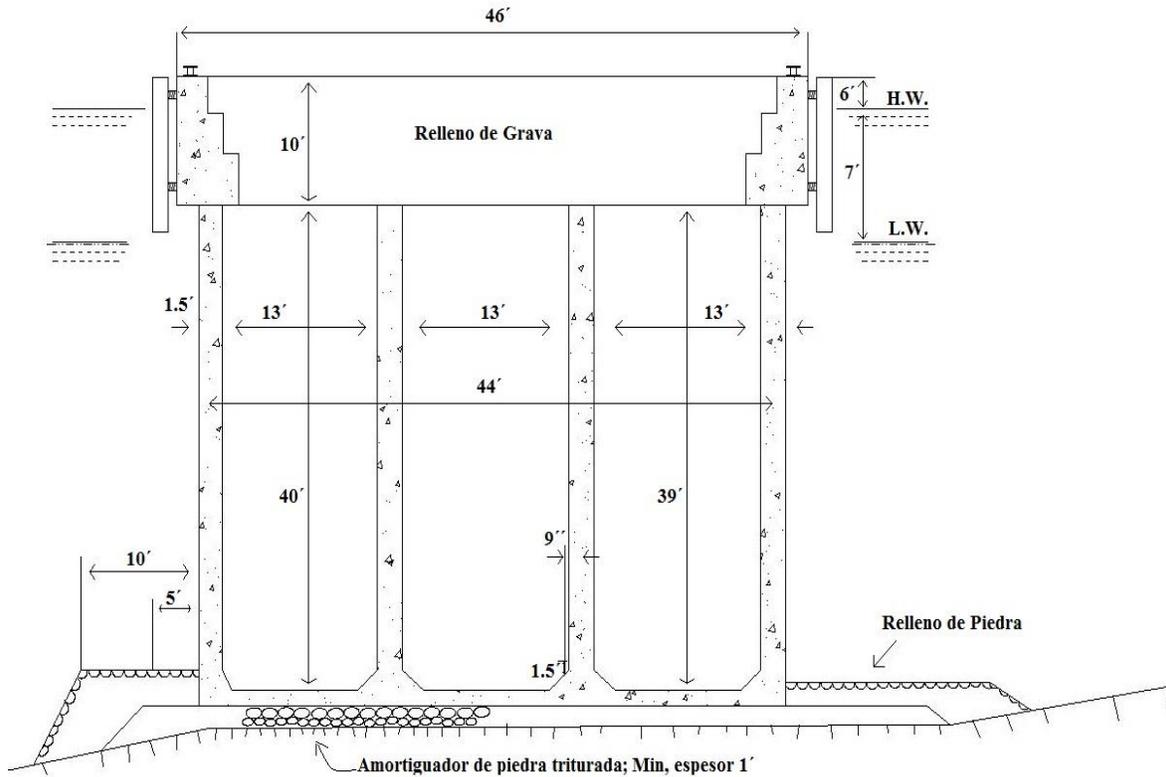
Esto está de acuerdo con el hecho de que los muelles de madera poseen una mayor elasticidad que los muelles de hormigón.

### *Ejemplo de diseño de muelle*

Como se muestra en (ver figura 5.10) en la muestra de un muelle, construido en aguas cuya profundidad puede variar de 44 pies a 37 pies las condiciones del fondo son tales que 4

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

toneladas / pie cuadrado se puede realizar sin hacer ninguna concesión por flotabilidad. La cubierta del muelle debe ser de 46 pies de ancho y estar diseñada para una carga viva de 500 libras por pie cuadrado.



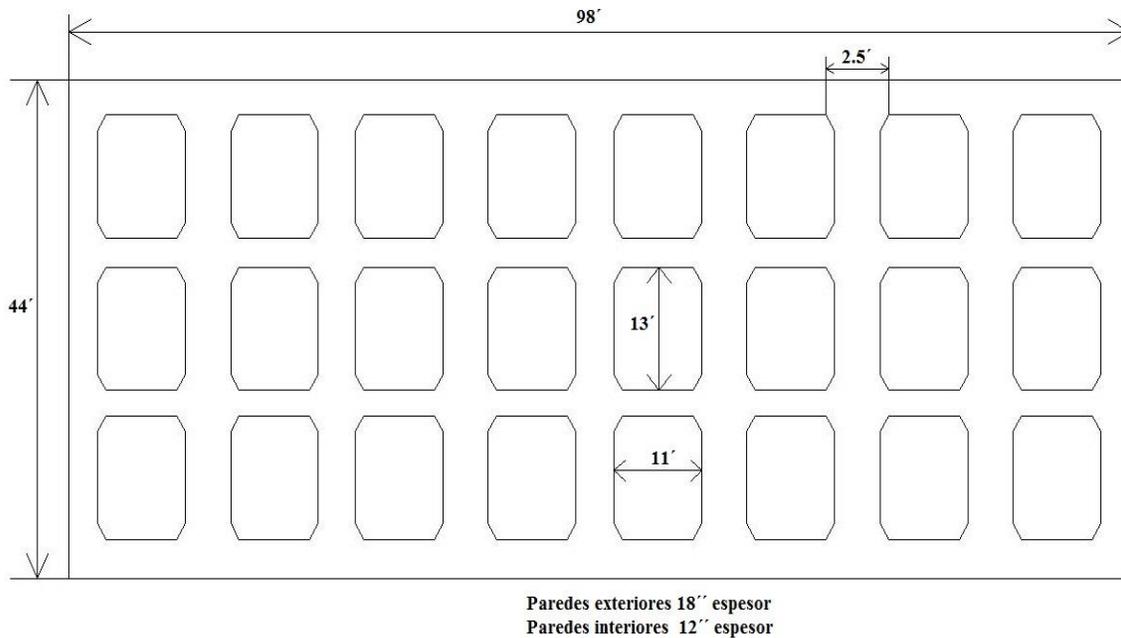
**Figura 5.10 Ejemplo de diseño de muelle**

Que es, por supuesto, imposible llegar a una solución para un problema de esta naturaleza, o para cualquier diseño para el caso, sin un conocimiento detallado de la ubicación, la disponibilidad de materiales, mano de obra, transportación, y una serie de otros factores. Por el bien de la Ilustración, un diseño que hace uso de un cajón flotante se sugiere en (ver figura 5.10)

La parte superior del cajón se extenderá 3 metros sobre el bajo nivel de agua y ser 4 pies por debajo de la pleamar. Muros de contención se construirán en la parte superior de los cajones, y el espacio entre ellos, así como los compartimentos de los cajones, se rellenará con grava y arena. Es digno de mención que una estructura de tierra lleno se presta más fácilmente a la instalación de conductos de tuberías y eléctricos, que se puede colocar en el relleno sin ningún apego a los elementos de soporte de carga. El problema de apoyar a las vías del ferrocarril en también simplifica en gran medida por el uso de relleno de tierra de gran importancia es la preparación adecuada de la parte inferior antes de colocar el cajón. Un cojín de piedra se coloca en la parte inferior, y escollera, colocados a lo largo de los bordes, es la protección contra la socavación. Los cajones generalmente se pueden colocar con un espacio libre de no más de 2 metros entre unidades adyacentes. Losas de concreto

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

pueden entonces ser contruidos para salvar esta brecha, se fija a un cajón y capaz de deslizarse por el otro, para que sea posible la expansión puede ser atendida. Los muros de contención pueden ser contruidos de forma continua en los cajones de aire comprimido. La cáscara de cajón se muestra en (ver la figura 5.11). Los espesores se rigen por las tensiones de flexión provocadas por la presión hidrostática que actúa sobre la compuerta flotante. Las esquinas agudas se han eliminado por completo y 2 pulgadas de la protección concreta prever todos los refuerzos de acero.



**Figura 5.11 Vista en planta de cajón flotante**

El peso total del cajón, asumiendo los veinticuatro compartimentos de vacío, es 3,100 toneladas y la profundidad de flotación puede ser calculada como sigue:

$$44 \times 98 \times x \times 64 = 62 \times 10^5; \quad x = 22.5 \text{ pies}$$

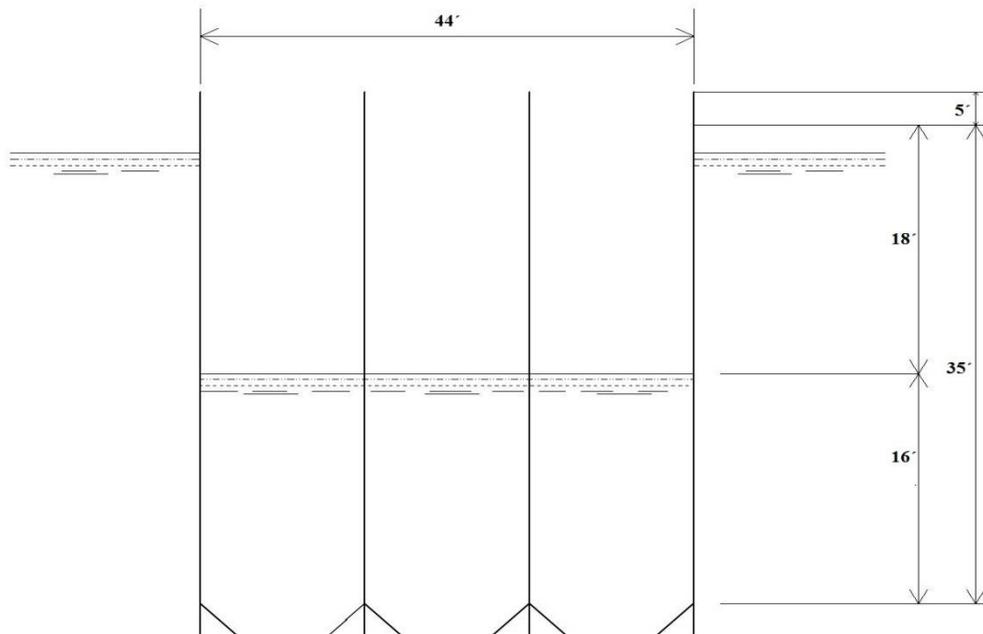
El centro de gravedad del cajón se encontró que 18,4 pies por encima de la parte inferior. Una investigación de la estabilidad, como se explica en este libro en otros lugares, revelará que el cajón vacío está flotando en una posición inestable, ya que el peso y la forma de elevación de un par de vuelco. Por lo tanto, será necesario para llenar el agua en los compartimentos antes de que el cajón es remolcado al sitio. deja que desear para encontrar la profundidad del agua en los veinticuatro compartimentos, lo que dará el cajón tener un margen libre de 5 pies o proyecto de 35 pies de una investigación revelará flotación estable en este caso. Como el área en sección transversal de un compartimento es 140 pies cuadrados, la siguiente ecuación se da la profundidad  $x$  de agua en el interior del cajón.

$$140 \times 24 \times x \times 64 + 62 \times 10^5 = 35 \times 44 \times 98 \times 64,$$

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

$$x = 16 \text{ pies}$$

El cual expresa que la suma de los pesos de agua dentro y fuera de carcasa debe ser igual al peso del agua desplazada. Como se muestra en (ver figura 5.12) muestra el cajón flotante en la posición estable, y la pared y el fondo espesores debe ser revisado para presiones hidrostáticas en esta posición.



**Figura 5.12** Cajón flotante

### *Ejemplo de diseño de muelle*

Como un ejemplo del análisis preliminar de una estructura de muelle, y mucho que desear para investigar el tipo de muelle se muestra en (ver figura 5.13). Anclaje para tablestacas es proporcionada por pilas talud distribuidos en grupos y se conecta al tablestacado por

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

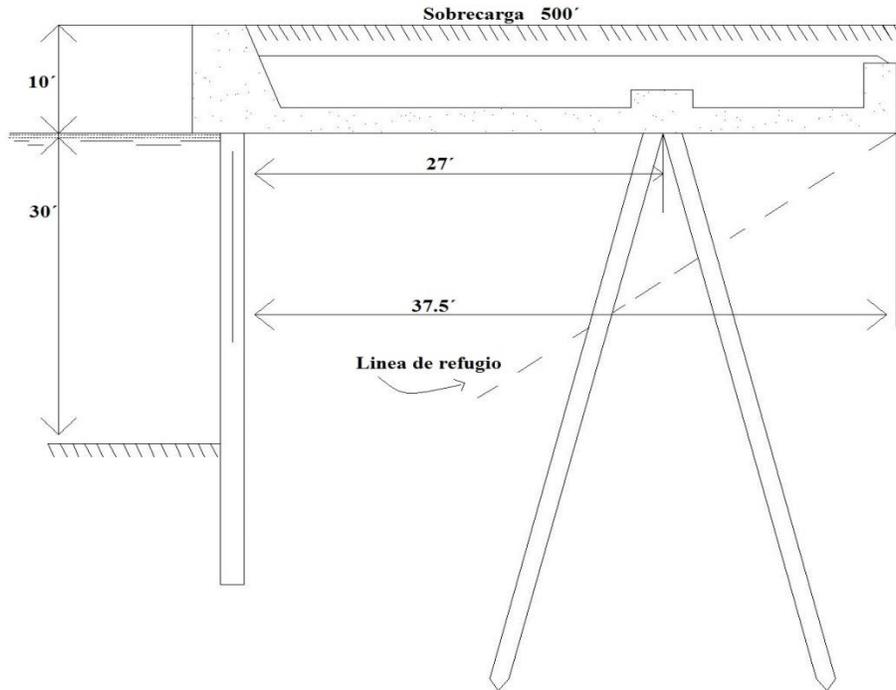


Figura 5.13 tablestacas con la placa de tierra

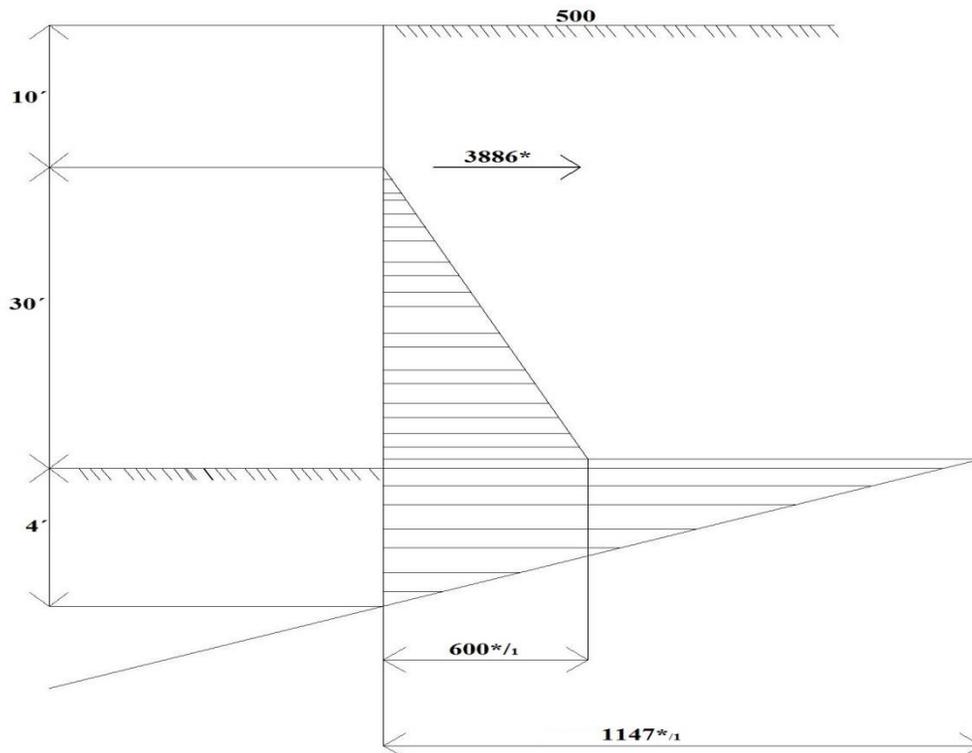


Figura 5.14 Diagrama de presión

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

placa de tierra concreta y muro bajo de contención. Este tipo de estructura se denomina habitualmente con las placas de tablestacas. La placa de la tierra tiene un propósito doble. Se transfiere la tracción horizontal desde el extremo superior de las pilas de hojas a los grupos de pilotes, y el peso de la tierra sobre la placa de impide las pilas traseras se convierta en pilas de tensión. Además, la presión de la tierra en las tablestacas se reducirá en gran medida debido al hecho de que no hay sobrecarga por encima de la parte inferior de la placa de tierra.

La evaluación de la actuación de presión de tierras en esta estructura es, como podría suponerse, un asunto muy complicado y se dispone de muy pocos datos sobre este tema. No hay duda de que los refugios de la placa de tierra se siente la tablestacas debajo de ella, pero hasta dónde establecen esta capacidad de protección es en el mejor de una cuestión de conjeturas. Es posible trazar una línea arbitraria desde el borde posterior de la placa y asumir que las presiones de la tierra en la hoja de pilotes por encima de esta línea son proporcionales a las distancias desde la parte inferior de la placa de la tierra y debajo de esta línea a la distancia desde el suelo superficie (incluyendo el recargo). El ángulo de esta línea con la horizontal es en la actualidad una cuestión de criterio, se puede argumentar que el ángulo de reposo es una selección natural, pero por lo general se toma como un valor más alto (entre 30° y 45°). En el ejemplo mostrado en (ver la figura 5.13), se supondrá que una línea haciendo una pendiente de 80 por ciento puede ser utilizado como una línea tal abrigo. Se supondrá que el ángulo de fricción interna  $\Phi = 28^\circ$ , que el peso del relleno seco es 100 libras / pies cúbicos, y que el peso del relleno sumergida es 55 libras / pies cúbicos el diagrama de presión de la tierra les sea lo más se muestra en (ver figura 5.14)

Si la placa de tierra se hace el tiempo suficiente para llegar al punto donde una línea de abrigo a través del punto D se cruza con ella, entonces las dos coordenadas del diagrama de presión en este punto serán

$$30 \times 55 \times \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{28^\circ}{2} \right) = 1650 \times 0.364 = 600 \text{ psf}$$

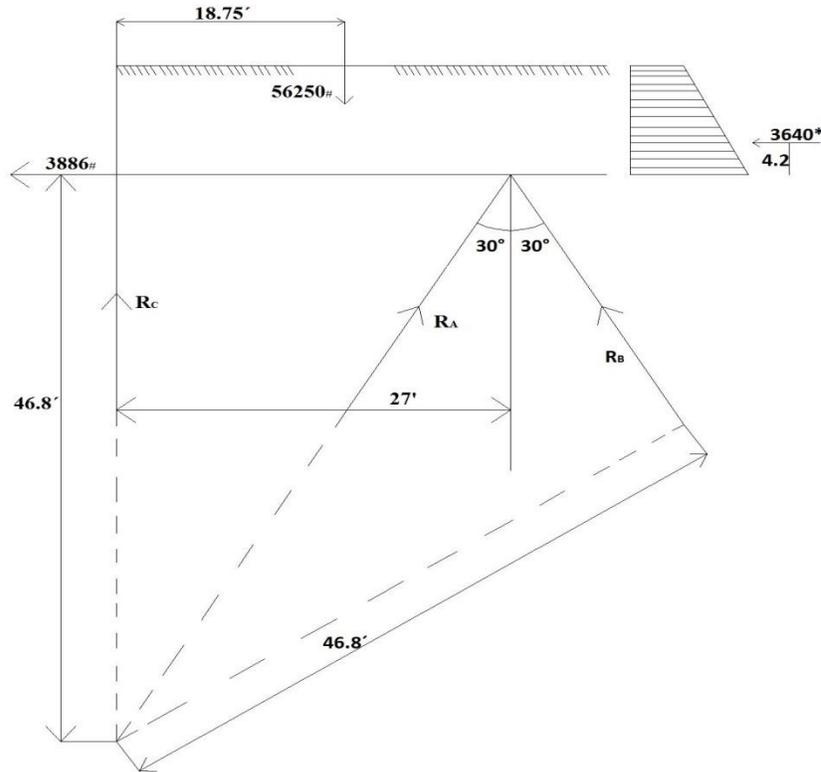
$$(500 + 10 \times 100 + 30 \times 55) \times 0.364 = 1147 \text{ psf}$$

Si el mínimo de presión pasiva de la tierra puede ser asumido como 304 libras por pie cuadrado, entonces el punto de apoyo equivalente puede ser calculado así:

$$1147 + 20x = 304x; \quad x = 4 \text{ pies}$$

Punto de corte cero y el máximo momento de flexión ahora puede ser calculado de la manera habitual y el momento de flexión máximo en el tablestacado se encuentra para ser 51.000 pies-libras.

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS



**Figura 5.15 Presiones en la pila**

Profundidad de penetración puede ser determinada a partir de la reacción en el extremo inferior de la viga equivalente de este modo:

$$1.1 \left( 4 + \sqrt{\frac{6 \times 7400}{304 - 20}} \right) = 18.2 \text{ pies}$$

La (ver figura 5.5) muestra la placa de tierra sometida a las siguientes fuerzas:

- a) el peso de la placa, tierra, y la sobrecarga,
- b) Reacción de tablestacas
- c) presión de la tierra en la porción de la placa de retención de tierras

Si el tablestacado, así como se supone que las dos pilas del talud para ser articulada en ambos extremos, a continuación, todas las cargas directas se pueden encontrar por la estática utilizando los siguientes cálculos (ver fig. 5.15)

$$R_A \times 46.8 = 56,250 \times 18.75 + 3640 \times 42.6 + 3886 \times 46.8,$$

$$R_A = 29,700 \text{ lb.}$$

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

$$R_A \times 46.8 = 56,250 \times 18.75 - 3640 \times 51 - 3886 \times 46.8$$

$$R_B = 14,700 lb.$$

$$R_C \times 27 = 56,250 \times 8.25 + 3640 \times 4.2,$$

$$R_C = 17,750 lb$$

Si cada grupo se compone de tres pilas, dos inclinados hacia el frente y uno hacia la parte posterior, y si los grupos están separados 9 pies sobre centros, entonces las cargas finales son

$$\text{Pila A: } 29,700 \times 9 \times \frac{1}{2} = 133,650 lb = 67 ton;$$

$$\text{Pila B: } 14,700 \times 9 = 132,300 lb = 66 ton.$$

El tablestacado se somete a una carga directa de 17.750 libras y, debido a esto y el momento de flexión, desarrollar una tensión combinada de (suponiendo MZ-38):

$$\frac{17,750}{11.2} \neq \frac{51,000 \times 12}{46.8} = 14,660 psi \text{ comp.}; 11,500 psi. \text{ ten.}$$

Esta tensión debe ahora ser menor que el valor permisible.

### *Utilización de pilotes maestros*

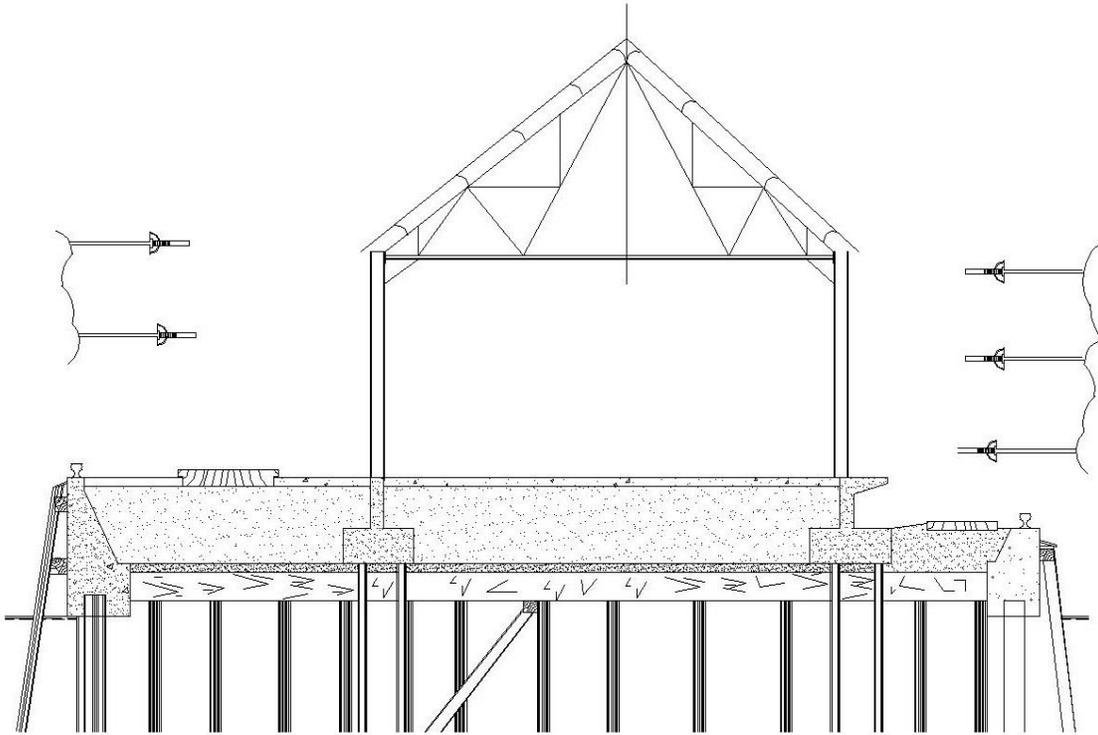
Donde se encuentran las altas presiones y largos tramos de tablestacas de acero, a menudo es conveniente utilizar una combinación de tablestacas y perfiles laminados regulares conocidos como pilote maestro. Este esquema es especialmente favorable si el apilamiento debe estar instalado en la roca en la que es difícil de penetrar.

Una vista en planta de tablestacas (ver figura 5.16) que forma arcos conectados a perfiles laminados pesados, esta última se conocen como las pilas principales y están ancladas por grandes barras de acero cerca de la parte de arriba y asegurados firmemente en sus traseros. el ejemplo numérico, cosa que sigue, le explicará los detalles de organización y cálculos

Como se muestra en (ver figura 5.17) la sección transversal de un muelle que consta de muros de contención y una plataforma de alivio grande sobre pilotes. la parte de la línea de costa es de tablestacas de acero impulsada para formar arcos entre las secciones de acero estructural, 18WF105, anclado cerca de la cima Y enclavijado en la roca, como se muestra en la fig. 5.19. Propiedades del suelo son los siguientes: llene por encima de la plataforma,  $w = 100$  libras / pies cúbicos,  $\Phi = 28^\circ$ ; natural del suelo por debajo de la plataforma, el peso sumergido  $w = 50$  lb / pie cúbico,  $\Phi = 22^\circ$ . Todo el muelle es para tener un suplemento de 1.000 libras por pie cuadrado.

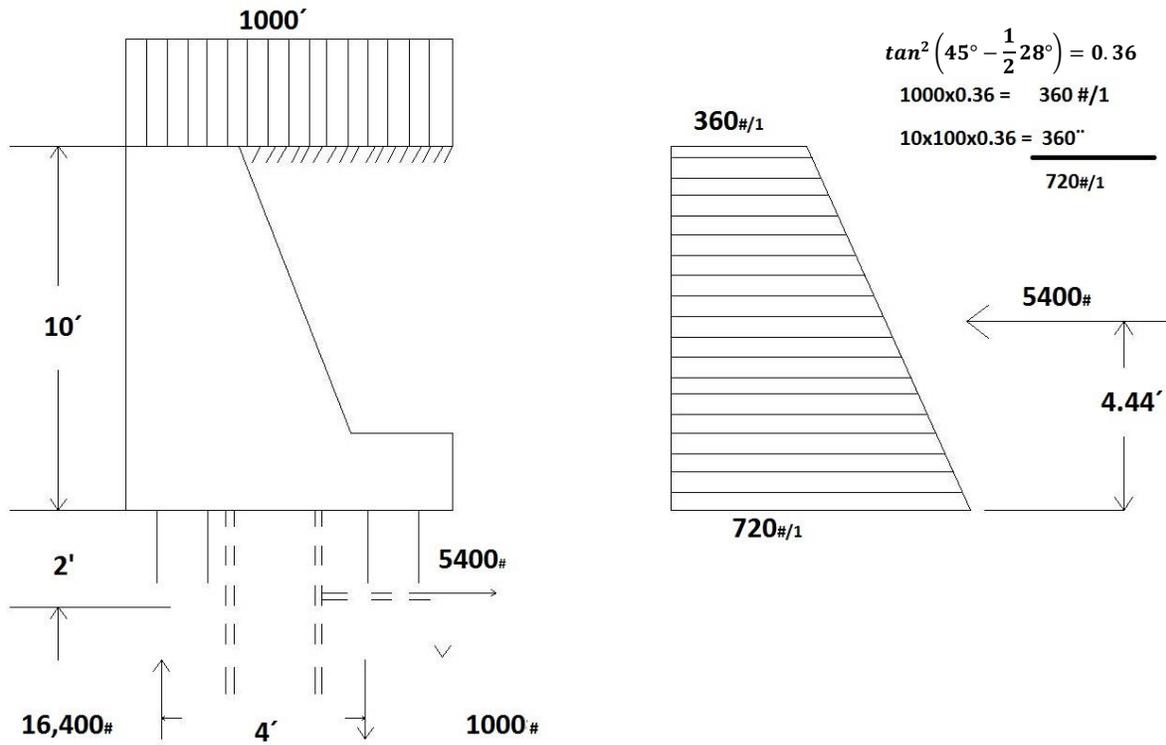
## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

Como se muestra en (ver figura 5.19) indica el análisis de la parte inferior. Primero el diagrama de presión activa se elabora. Para el pequeño radio de 8 ft, 0 pulg de los arcos que se pueda determinar que la tensión de bloqueo es bastante pequeño. La carga triangular que actúa sobre los pilotes maestros (espaciado también 8 pies, 6 pulgadas) será la suma de dos partes: (1) los componentes de la tensión producida en los dos arcos conectados, y (2) la presión directa sobre el parte posterior de la pila principal, cuya anchura se incrementa hasta 24 pulgadas por la sección de tablestacado de división de acero soldado a su brida en el interior

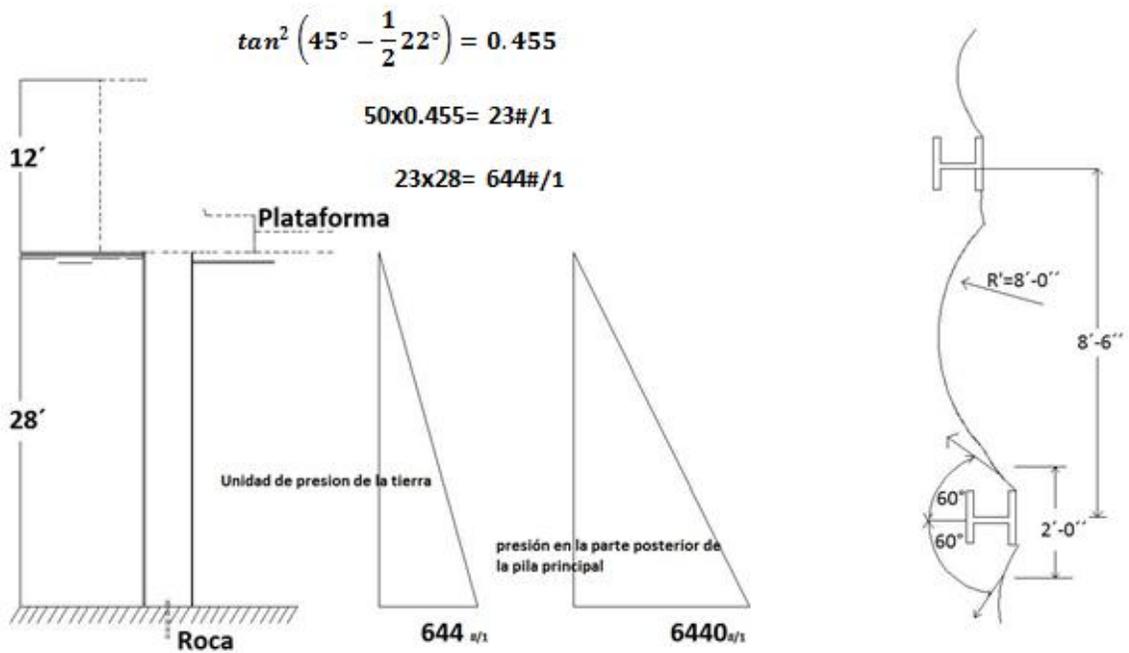


**Figura 5.17 Sección transversal del muelle**

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS



**Figura 5.18 Análisis de muro de contención**



**Figura 5.19 Análisis de pila maestra**

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

La tensión en la parte inferior de los arcos de círculo es igual a

$$t = pr = 644 \times 8 = 5152 \text{ lb/pies}$$

Y la presión total en la pila principal,

$$2 \times 644 + 2 \times 5152 \cos 60^\circ = 6440 \text{ lb/pies}$$

El momento máximo de flexión debido a la carga triangular es

$$M = 0.1283 \times \frac{1}{2} 6440 \times 28 \times 28 = 324,000 \text{ pies} - \text{libras}$$

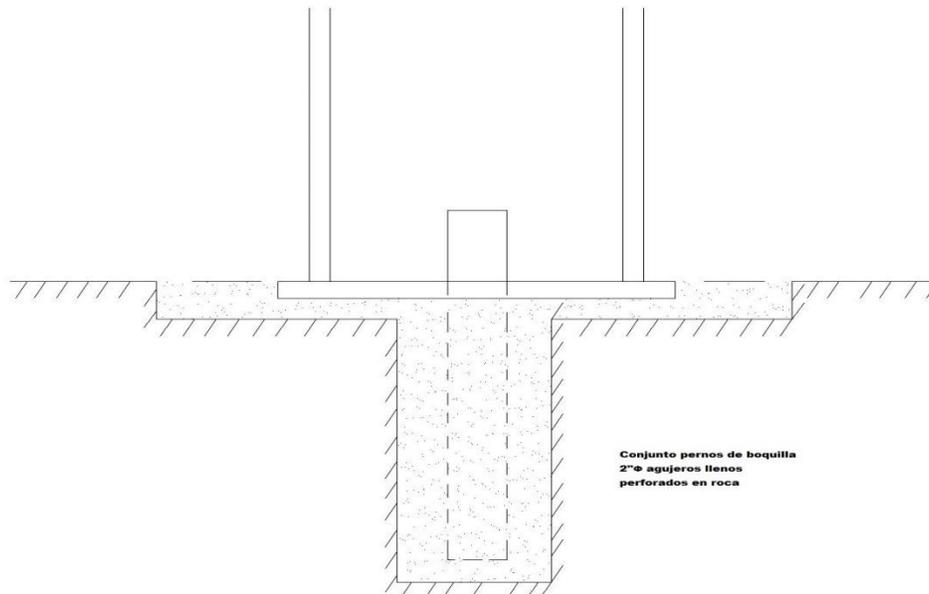
Que producirá un esfuerzo de flexión en una 18WF 105 igual a

$$f = 324,000 \times 12 \div 202 = 19,250 \text{ psi}$$

El área de sección transversal necesaria para clavijas en la parte inferior se puede encontrar dividiendo la reacción, 60 kips, por la tensión cortante admisible, por lo que

$$60,000 \div 10,000 = 6 \text{ pul}^2$$

Puede ser suministrada por dos barras redondas de 2 pulgadas. Detalles de la conexión inferior se muestran en (ver figura 5.20)

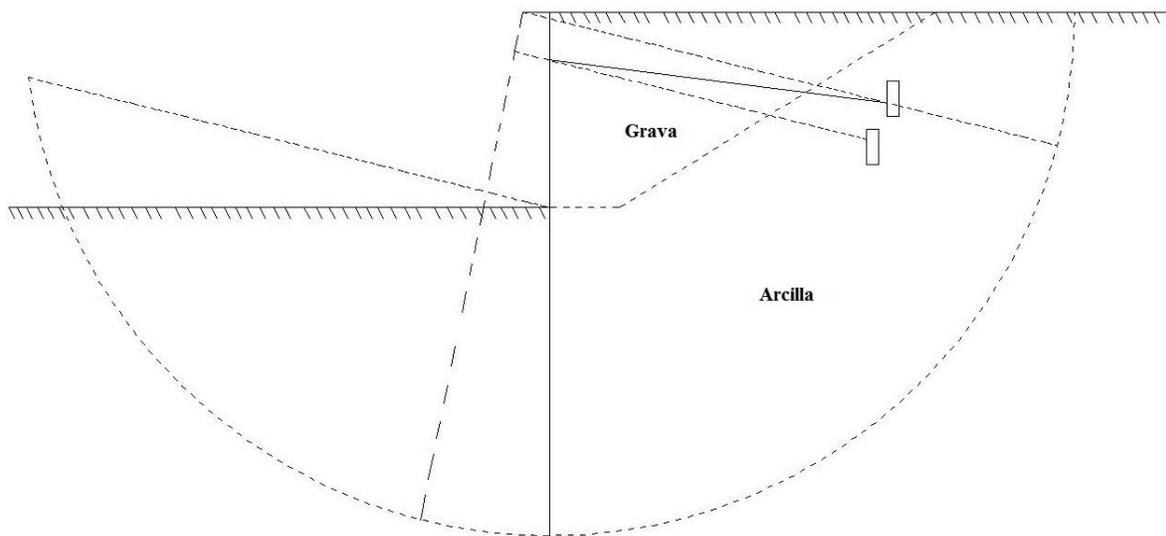


**Figura 5.20 Base de conexión para la pila maestra**

## CAPITULO V. OBRAS MARÍTIMAS

### *Fallas del subsuelo de muelles*

Como se muestra en (ver figura 5.21) un tipo de fallo que puede poner en peligro la estabilidad de una estructura de muelle. Ya que los suelos cohesivos normalmente tienen un relativamente pequeño ángulo de fricción interna y desde la cohesión da una adición constante a la resistencia al corte independientemente de la profundidad de este tipo de falla es particularmente probable que ocurra si el muelle está construido sobre una capa profunda de arcilla.



**Figura 5.21 Falla del subsuelo**

# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

### CONCLUSIONES

Con base al desarrollo del trabajo de tesis que realice, concluyo:

La actividad portuaria es un factor determinante de la independencia económica de las naciones y no en todas puede realizarse ya sea por carecer de litorales o no contar con lugares propicios dentro de los mismos, representa un factor estratégico para el comercio internacional. Los puertos contribuyen al desarrollo de los países, no sólo por el hecho de jugar un papel esencial en el tráfico del comercio exterior, sino porque también actúan como promotores del crecimiento de las áreas en las que están localizados, promueven la actividad económica local, generan empleos, desarrollan vías de comunicación terrestres, generan ingresos para el estado (tasas portuarias), etc.

La definición que da la UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo por sus siglas en ingles) muestra claramente el carácter multifuncional de un puerto: “Los puertos son interfaces entre los distintos modos de transporte y son típicamente centros de transporte combinado. En suma, son áreas multifuncionales, comerciales e industriales donde las mercancías no sólo están en tránsito, sino que también son manipuladas, manufacturadas y distribuidas. En efecto, los puertos son sistemas multifuncionales, los cuales, para funcionar adecuadamente, deben ser integrados en la cadena logística global. Un puerto eficiente requiere no sólo infraestructura, superestructura y equipamiento adecuado, sino también buenas comunicaciones y, especialmente, un equipo de gestión dedicado y cualificado y con mano de obra motivada y entrenada”.

En los últimos años ha habido importantes cambios en cuanto a las necesidades de infraestructuras portuarias, en la búsqueda de economía en el transporte marítimo se ha incrementado notablemente el tamaño de los buques. En el caso de los portacontenedores hoy en día navegan buques de más de 7.000 TEU de capacidad, pero están en construcción buques de 9.000 TEU y en proyecto buques de 12.000 TEU. Para estos últimos buques se requieren condiciones específicas en los puertos para poder recibirlos: mayores calados, alineaciones más largas, grúas especializadas, explanadas mayores para el depósito de los contenedores, mayor coordinación para la realización de las operaciones. Los puertos del futuro deben ser capaces de poder jugar con esta nueva generación de buques, cada vez de mayor capacidad.

Los 114 puertos Mexicanos deben actuar de forma integrada en la cadena logística, para ello es necesaria la implantación de procedimientos y sistemas de comunicación ágiles, fiables y modernos. Se debe de tener en cuenta que la integración de los puertos en la cadena que va desde la producción hasta el consumo, es fundamental. No se trata simplemente de una cadena de transporte, ya que a lo largo de esta cadena integral los

## CONCLUSIONES

productos se transforman de materia prima en productos terminados para el consumo nacional e internacional.

Como vimos a lo largo de todo este trabajo de tesis y por obvias razones desde un punto de vista logístico, los puertos ocupan una posición estratégica en el sistema actual de producción, comercio y transporte internacional, en especial si se consideran los siguientes factores:

- Son los puntos de partida y llegada del transporte marítimo
- Los mayores movimientos de carga se llevan a cabo por vía marítima.
- Los puertos constituyen la mayor interfaz entre modos de transporte, además de ser importantes centros de información.
- El puerto moderno es un nodo dinámico de una red compleja de producción y distribución internacional

México puede llegar a ser un centro logístico global, tomando en cuenta su extenso litoral (11,593 km distribuidos en 8,475 Km para el litoral del Pacífico y 3,118 Km para el Golfo de México y Mar Caribe), sus extensas costas sobre los dos Océanos, Atlántico y Pacífico. La posición geográfica de la República situada entre Asia y Europa, hace creer que México es el camino más conveniente para la comunicación vía marítima con estos dos continentes.

Es imposible desarrollar un puerto desde cero se debe de tomar en cuenta los antecedentes de operación ya existentes de los mismos e irlos desarrollando de acuerdo a la demanda futura, tomando en cuenta que las condiciones de los servicios que ofrezcan los puertos que deben de ser competitivas y atractivas a nivel internacional. Es importante el desarrollo de por lo menos dos grandes puertos en México, los más viables por su infraestructura actual y posibilidades de incremento en las áreas terrestres y marítimas son Altamira en el Océano Atlántico puerto prioritario con mucho potencial de crecimiento, pues cuenta con buena conexión ferroviaria y terreno disponible. Lázaro Cárdenas Michoacán en el Océano Pacífico, el cual cuenta con una buena conexión ferroviaria y terreno disponible para crecer con el comercio que proviene de Asia, Manzanillo Colima también tiene posibilidades aunque la mancha urbana que ha crecido a su alrededor, su limitada su accesibilidad y conectividad ferroviaria y de autotransporte de carga, limitan su expansión. Se deben de tomar en cuenta los siguientes factores clave para el desarrollo y avance en los servicios que ofrecen los puertos.

- La planeación portuaria, para atender eficientemente la demanda, adaptarse al cambio, poder hacer uso de la experiencia para propiciar o impedir que se repitan, situaciones anómalas históricas.

## CONCLUSIONES

- Los husos horarios, para que el viaje este programado, y la hora de llegada de la embarcación sea la propicia para que se inmediateamente atendido sin perder tiempo en espera de otro buque sea descargando.

Finalmente concluyo que México tiene todas las condiciones para convertirse en un Centro Logístico Global dada sus características geográficas y es labor del Ingeniero Civil contribuir para que esto se lleve a cabo.

# **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA

#### LIBROS Y DOCUMENTOS

- SCT Marina Mercante “Historia de las Comunicaciones y los transportes en México” México 1998
- MACDONEL/PINDTER/HERREJON/PIZA/LOPEZ “ingeniería Marítima y Portuaria” Ed. Alfaomega 1ª edición, México, 1998.
- ROBERT G. Hennes/MARTIN I. Ekse “Fundamentos de ingeniería del Transporte” Ed. Reverte. McGraw-Hill New York 1969
- MARI Richard/RODRIGO DE larrucea Jaime “El transporte en Contenedor” Ed. Marge Books, 2013
- ZAMBONINO Pulito María “Aspectos Ambientales de Gestión desde una perspectiva” Ed. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, 1998
- FRIAS “Ingeniería en Costas” Ed. Limusa
- SCT “Los puertos Mexicanos en Cifras 1994-200”
- ORTIZ Federico “Los Puertos Mexicanos” Fondo de Cultura Económica, 1976
- P. Novak/A.I.B. Moffat/C. Nalluri/ R. Narayanan “Hydraulic Structures” Ed. CRC Press, 2003
- VON Grafenstein Gareis Johanna “El Golfo-Caribe y sus puertos” Ed. Mora, México, 2006
- HORIKAWA Kiyoshi “Coastal engineering” Ed. Orbit, 1978
- SHIBAYAMA Tomoya “Coastal Processes (concepts in coastal engineering and Theri Applications to Multifarious Environments)” Ed. World Scientific
- BRUUN Per “Port Engineering” Ed. Gulf Pub. Co., Book Division; 4 edition, June 1989

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ANDERSEN Paul “Substructure Analysis and Design” Ed. The Ronald Press Company 1956
- TREJO Escobar Erasmo/SANCHEZ Cervon Julio/ZAPATA Zepeda Jose/BALANZARIO Zamorate Jose “Geografía General” Ed. Trillas 1989
- “Glosario de Términos de Ingeniería de Puertos y Costas” Ed. Centro de estudios y experimentación
- SCT “Puertos: Espacio Propicio para la Economía y los Negocios” 2008
- CRESPO Villalaz Carlos “vías de comunicación” Ed. Limusa, 1979
- CENDRERO Benjamín Agenjo/TRUYOLS Mateu Sebastián “Introducción al Transporte” Ed. Rustica
- Tesis “Dragado en Puertos Marítimos” IPN
- STC “Puertos: Espacio Propicio para la Economía y los Negocios” 2008

## **IMÁGENES**

- Imágenes de google propiedad de image © 2014 Digital Globe
- Secretaria de comunicaciones y transportes © 2013,2014
- Imágenes propiedad del autor
- Archivo histórico de la dirección general de la comunicación social SCT
- Dirección general de Puertos SCT
- Coordinación general de puertos y marina
- Y de los sitios web donde se obtuvo información e imágenes

## BIBLIOGRAFÍA

### SITIOS DE INTERNET

- [http://unctad.org/es/Docs/rmt2011\\_sp.pdf](http://unctad.org/es/Docs/rmt2011_sp.pdf)
- <http://www.worldshipping.org>
- <http://t21.com.mx/>
- <http://www.nuestromar.com>
- <http://www.gestiopolis.com>
- <http://arquitectura.unam.mx>
- <http://biblio.juridicas.unam.mx/>
- <http://trabajadoresdelmar-tcm-ugt->
- <http://www.puertoensenada.com.mx/>
- <http://www.puertodeguaymas.com.mx>
- <http://www.puertolazarocardenas.com.mx>
- <http://www.puertomanzanillo.com.mx>
- <http://manzanillo.mexicoxport.com>
- <http://www.apimazatlan.com.mx>
- <http://www.apiacapulcoport.com>
- <http://www.modelismonaval.com>
- <http://www.umar.mx/tesis>
- <http://manzanillonews.com/>
- <http://www.fidena.edu.mx/>
- <http://www.zapler.com/>
- [http://sinat.semarnat.gob.mx/\(InfraestructuradeManzanillo\)](http://sinat.semarnat.gob.mx/(InfraestructuradeManzanillo))
- [http://www.sefome.gob.mx/infra\\_puerto.php](http://www.sefome.gob.mx/infra_puerto.php)