



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“LA LAGUNA DE TAMIAHUA COMO ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUERTO CONCENTRADOR DEL GOLFO DE MÉXICO”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

PEDRO LUIS BARRERA DEL CAMPO OLAVARRIETA

ASESOR DE TESIS:

ING. OSCAR ENRIQUE MARTÍNEZ JURADO

MÉXICO, D.F.

2004

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/060/04

Señor
PEDRO LUIS BARRERA DEL CAMPO OLAVARRIETA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. OSCAR ENRIQUE MARTÍNEZ JURADO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"LA LAGUNA DE TAMIAHUA COMO ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL
PUERTO CONCENTRADOR DEL GOLFO DE MÉXICO"**

- INTRODUCCIÓN
- I. GENERALIDADES
- II. ESTUDIOS FÍSICOS
- III. DIMENSIONAMIENTO DEL PUERTO
- IV. INFRAESTRUCTURA PORTUARIA Y COMPLEMENTARIA
- V. CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFÍA

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 18 de Mayo del 2004.
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/AJP/crc.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.
NOMBRE: Pedro Luis Barrera del
Campo Olavarrieta
FECHA: 23-11-04
FIRMA: [Firma]

A mis padres, Amelia y Pedro, como agradecimiento a todo el apoyo, amor, paciencia, y enseñanzas a lo largo de mi vida.

A mi hermano, Benjamín, por su alegría y su forma de ver las cosas.

A la mujer de mi vida, Alejandra Serrano, por su apoyo, confianza, cariño y comprensión en todo momento.

A Miguel Ángel Bejarano⁺ por su amistad y solidaridad.

A mi abuela Ana, por su cariño y confianza.

A mis abuelos, Alicia y Andrés, por su ejemplo.

A Lupita Prieto, Alejandro Serrano y Rodrigo Serrano, por el apoyo y el cariño de siempre.

A mis amigos Carlos López Moctezuma, Pablo Camacho, Raúl Castro, Guillermo Carranco, Anuar Cruz, César Silva por todos los momentos de alegrías y tristezas.

A Antonio Ybarra y a Martín Franco Mountoun, por el tiempo invertido en mi educación.

A mis maestros, compañeros y amigos de la Facultad por compartirme sus conocimientos y experiencias.

Al Departamento de Desarrollo Portuario de la Secretaría de Marina por su buena disposición y ayuda en la realización de este trabajo.

A todas las demás personas que influyeron de manera directa o indirecta en mi formación como persona y como ingeniero.

Índice

	Página
Introducción.	1
I) Generalidades.	
I.1) Conceptos básicos.	4
I.2) Clasificación de puertos.	5
I.3) Requerimientos de un puerto concentrador.	10
I.4) Descripción de Tamiahua.	12
II) Estudios Físicos.	
II.1) Estudios Socio-económicos.	23
II.2) Estudios Topohidrográficos.	25
II.3) Estudio Geomorfológico y Geológico.	27
II.4) Estudios Hidrológicos.	35
II.5) Estudios Oceanográficos.	37
II.6) Estudios de Vegetación.	42
II.7) Estudios de Fauna.	43
II.8) Estudio de Impacto Ambiental.	44
III) Dimensionamiento del Puerto.	
III.1) Dimensionamiento de la Bocana y Canal de Acceso.	47
III.2) Dimensionamiento de Antepuerto y Fondeadero.	51
III.3) Dimensionamiento de Dársenas.	52
III.4) Determinación de las Posiciones de Atraque.	57
III.5) Dimensionamiento de las Posiciones de Atraque.	64
IV) Infraestructura Portuaria y Complementaria.	
IV.1) Obras de protección.	79
IV.2) Infraestructura Carretera.	80
IV.3) Infraestructura Ferroviaria.	81
IV.4) Servicios.	84
V) Conclusiones.	108
Bibliografía.	110

Introducción

La globalización del comercio mundial ha generado la necesidad de transportar mayores volúmenes de carga, con el objetivo de abatir costos y acelerar las cadenas de logísticas internacionales, esto a su vez ha traído como consecuencia una drástica evolución del transporte marítimo, de tal manera que los constructores de buques han ido aumentando sus dimensiones apareciendo los buques de quinta generación con dimensiones promedio de 400 metros de eslora, 70 metros de manga y 16 metros de calado.

Lo anterior ha provocado que los países integren a sus costas puertos con las características físicas necesarias para aceptar la entrada de estas grandes embarcaciones; puertos que a su vez concentran y distribuyen carga desde otros puertos de quinta generación hacia puertos mas pequeños, apareciendo de este modo la figura de “Puerto Concentrador”.

México por su privilegiada ubicación en el contexto geográfico mundial, es un punto ideal para el desarrollo de un puerto concentrador que pueda atender no solo las necesidades de nuestro país sino las de Centroamérica y parte de Sudamérica, e inclusive captar parte del mercado logístico del sur de los Estados Unidos, esto siempre y cuando algún país centroamericano no se nos adelante en esta empresa.

México cuenta con una amplia infraestructura portuaria constituida por 90 puertos y 17 terminales. La mayor actividad en el movimiento de embarcaciones es la pesquera, en tanto que la de mayor relevancia económica es la del movimiento de carga y pasajeros, que se lleva a cabo en 26 puertos comerciales, industriales y turísticos y 10 terminales especializadas. Siete puertos en el litoral del Pacífico son los más importantes desde el punto de vista del manejo de carga comercial: Ensenada, Guaymas, Topolobampo, Mazatlán, Manzanillo, Lázaro Cárdenas y Salina Cruz. A su vez, Cabo San Lucas, Puerto Vallarta y Acapulco se distinguen por su movimiento de cruceros turísticos. En el litoral del Golfo de México y el Caribe, Altamira, Tampico, Tuxpan, Veracruz, Coatzacoalcos y Progreso son los más significativos en manejo de carga, y Cozumel en lo relativo al movimiento de cruceros turísticos.

Los puertos más importantes que cumplen una función eminentemente de apoyo al comercio, y por ende a la transferencia de carga entre los modos de transporte terrestre y marítimo, son Altamira, Tampico y Veracruz, en el Golfo de México, y Manzanillo en el

Pacífico. Su importancia se deriva del servicio que prestan a las tres zonas económicas mas importantes del país; la zona noreste, con Monterrey como centro de gravedad para el caso de Altamira y Tampico, y la central y centro occidental, en las que se incluyen la zona metropolitana de la ciudad de México y Guadalajara como núcleos comerciales e industriales representativos. Adicionalmente el puerto de Altamira y el de Lázaro Cárdenas dan servicio a industrias bajo el esquema de puertos industriales o de segunda generación. El resto de los puertos del sistema cumplen una función de servicio a la región geográfica inmediata a ellos, y por tanto su importancia se asocia a la que tenga dicha región en términos de su actividad económica y comercial.

En nuestro país no existe aún ningún puerto concentrador debido a que ningún puerto cuenta con las dimensiones requeridas para recibir buques de 5ª generación. Pero hay alternativas dentro de cada litoral para la creación de un puerto con las características necesarias. En el litoral del Océano Pacífico existen las opciones del Puerto de Lázaro Cárdenas y el Puerto de Manzanillo, y en el litoral del Golfo de México existen las posibilidades de que sea el Puerto de Altamira o el Puerto de Veracruz; el Puerto de Altamira tiene la ventaja de contar con gran extensión territorial para cumplir con los requerimientos necesarios para convertirse en un puerto concentrador, situación contraria a la del Puerto de Veracruz, el cual no cuenta con extensión territorial para poder satisfacer las exigencias de un puerto concentrador. Pero contemplando esta situación desventajosa, el Puerto de Veracruz ha invertido en terrenos ubicados en la bahía de Vergara para generar ahí el puerto concentrador.

Por otro lado, dentro del mismo estado de Veracruz se tienen dos alternativas, una el Puerto de Tuxpan, el cual cuenta con el apoyo de Transportación Ferroviaria Mexicana para convertirse en un puerto concentrador, y la segunda alternativa es la creación del puerto concentrador en la Laguna de Tamiahua, alternativa que de aquí en adelante desarrollaré.

Esta opción merece un análisis profundo dado que físicamente tiene el espacio suficiente para dar cabida a estas grandes embarcaciones, puede contar con comunicación intracostera prácticamente desde el sur de Tamaulipas hasta Tuxpan en el estado de Veracruz, y presenta condiciones climatológicas favorables, por estas y otras razones es que en el desarrollo de la presente tesis comprobaremos que la Laguna de Tamiahua es un sitio digno de ser tomado en cuenta para el desarrollo del puerto concentrador del Golfo de México.

Además de que desde el punto de vista socioeconómico el situar el puerto concentrador en la Laguna de Tamiahua generaría empleos e impulsaría el desarrollo económico y tecnológico de la región, con lo que se aumentaría el nivel de vida de la población, además del aprovechamiento de las condiciones geográficas óptimas, con las que cuenta la laguna, las cuales ayudarían al buen desempeño del puerto y economizarían la construcción de éste. A lo largo del desarrollo de este estudio mencionaré las características de la región junto con sus ventajas y desventajas en cuanto a infraestructura, así como la determinación de las instalaciones junto con sus respectivas dimensiones y los estudios realizados además de los que se deben realizar para complementar este estudio de factibilidad.

Capítulo I

Generalidades

En este capítulo se definirán los elementos generales que forman este trabajo, así como la descripción del lugar propuesto para realizar el estudio.

Para poder comprender de mejor manera el desarrollo del trabajo es necesario comenzar por definir los elementos que integran al título, de manera que nos ubique dentro del tema propuesto.

I.1) Conceptos básicos.

El transporte se puede definir como el movimiento de personas o mercancías por medio de equipos adecuados, éste contribuye con dos utilidades, la utilidad del lugar y la utilidad del tiempo, que en términos simples significan tener los bienes o productos en donde se requieren y en el momento en que se desea. Al estar el transporte integrado al movimiento comercial, todos los proyectos de transporte deben tomar en cuenta esta integración hasta en los más mínimos detalles de su concepción y ejecución.

El sistema de transporte de una región está estrechamente relacionado con su sistema socioeconómico ya que crecen y cambian, y a su vez, las variaciones en los sistemas socioeconómicos generan cambios en el sistema de transporte.

Los sistemas de transporte se componen de 5 elementos principales:

- Fuerza motriz.
- Vehículo.
- Ruta.
- Terminales.
- Sistemas de control.

Los modos de transporte se dividen en: transporte urbano, carretero, ferroviario, fluvio-marítimo y aéreo, los cuales cuentan a su vez con sus respectivos elementos.

En nuestro caso nos enfocaremos al transporte fluvio-marítimo, el cual tiene como vehículo diferentes tipos de embarcaciones y como terminal los distintos tipos de puertos.

El barco es el vehículo utilizado por el transporte marítimo para el movimiento de personas y mercancías, y se clasifican según el servicio que prestan y que a continuación se enlistan:

Mercantes.

- Cargueros: Carga unitaria, carga general, portacontenedores, petroleros.
- Graneleros: Cerealeros, mineraleros, transbordo por rodadura, transbordo por flotación, polivalentes, perecederos.

Pasajeros.

- Cruceros.
- Trasatlánticos.
- Transbordadores.
- Deportivos: De vela y de motor.

Pesqueros.

Un puerto es un conjunto formado por varios subconjuntos de obras hidráulicas, obras portuarias, caminos, ferrocarriles, obras urbanas, edificaciones e instalaciones para recepción y manejo de cargas de diversos tipos así como las instalaciones de mantenimiento permanente como el dragado.

Existen varios tipos de puertos, los cuales se definen a continuación.

I.2) Clasificación de puertos.

Se describirán 3 clasificaciones de puertos, las cuales se definen por su navegación, por su vocación y por las características de sus mercados.

La clasificación de puertos debido al tipo de navegación que realizan las embarcaciones que recibe son:

- De Altura. Son los que atienden embarcaciones, personas y bienes, en navegación entre puertos y/o puntos nacionales e internacionales.
- De Cabotaje. Atienden embarcaciones, personas y bienes en navegación entre puertos o puntos exclusivamente nacionales.

Por lo que puede resumirse de la siguiente manera:

Por su navegación	{	Puerto de Altura
		Puerto de Cabotaje

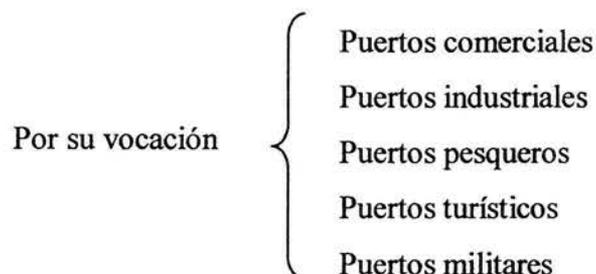
La clasificación de puertos según su vocación define a los siguientes tipos:

- Puertos comerciales. Corresponden al tipo clásico de puertos que ofrecen servicio al comercio de una región o país. Esencialmente cumplen la función de enlace entre los modos de transporte terrestre y marítimo, pero sin que medie una presión de tiempo, continuidad y eficiencia para que se produzca tal enlace, y actúan como elementos de regulación para absorber las diferencias de capacidad entre dichos modos. Los volúmenes y tipos de carga que manejan y sus posibilidades de crecimiento, están en íntima relación con las de la actividad económica y comercial de su zona de influencia; por esta razón, actúan en respuesta a las demandas que les van planteando los distintos usuarios.
- Puertos industriales. Constituyen la manifestación mas clara de inicio del proceso de globalización del comercio mundial, así como de la reconstrucción de la capacidad de producción industrial de los países europeos y el Japón, cuya infraestructura industrial desapareció al final de la segunda Guerra Mundial. Su función primordial es ofrecer servicios a las industrias, desde las básicas hasta las de transformación, propiciando el establecimiento de cadenas productivas. Los puertos industriales constituyen unidades productivas autosuficientes, pues comprenden áreas adecuadas a los distintos tipos de industrias asociadas, sea en cadenas productivas o para otras de apoyo o independientes que no requieran tener frente de agua, pero que utilizan terminales de usos múltiples que cumplen el propósito de atender sus demandas de transporte marítimo.
- Puertos pesqueros. Se dedican preponderantemente al manejo de embarcaciones y productos específicos de la captura y de proceso de la industria pesquera. Sus características de ubicación y tamaño están condicionadas por el tipo de pesca que practique la flota que los sirve, así como del destino final de las capturas, sea que se consuman como producto fresco o se le dé algún procesamiento industrial como la congelación o el enlatado.
- Puertos turísticos. En lo que a estos se refiere hay que separar a los destinados a la recepción de buques de pasajeros de aquellos usados por embarcaciones menores. Para el primer caso los cruceros llevan a un conjunto significativo de

turistas a tocar varios puertos en su recorrido, donde el visitante desembarca para hacer un breve paseo y volver en pocas horas al barco, para continuar su viaje. En este tipo de tránsitos el puerto donde se inicia el crucero es también el punto terminal, mientras que el resto de los puertos tocados funcionan como puntos de escala. La dimensión de estos puertos obedece exclusivamente al número de cruceros en arribo simultáneo y su desembarque de pasajeros.

- Puertos militares. Son los destinados al resguardo de las costas y en nuestro país son asignados a la Secretaría de Marina para la Armada de México.

Todo lo antes mencionado lo podemos resumir en el siguiente diagrama.



Por último, la clasificación de los puertos según las características de sus mercados está establecida por la UNCTAD (United Nation Conference on Trade and Development) y obedece a tres criterios:

- Política, estrategia y actitud del país en materia de desarrollo portuario para distinguir un puerto de nueva generación de otro de una generación más antigua.
- Integración de las actividades de organización del puerto.
- Alcance y amplitud de las actividades del puerto, especialmente en la esfera de la información.

Los puertos son de primera, segunda y tercera generación.

- Puertos de primera generación. Corresponden al tipo clásico de puertos que ofrecen servicio al comercio de una región o país. Esencialmente cumplen la función de enlace entre los modos de transporte terrestre y marítimo, pero sin que medie una presión de tiempo, continuidad y eficiencia para que se produzca tal enlace, y actúan como elementos de regulación para absorber las diferencias de capacidad

entre dichos modos. Los volúmenes y tipos de carga que manejan y sus posibilidades de crecimiento, están en íntima relación con las de la actividad económica y comercial de su zona de influencia; por esta razón, actúan en respuesta a las demandas que les van planteando los distintos usuarios. En general, este tipo de puerto se establece como respuesta a la necesidad de exportación o importación de productos asociados a proyectos de tipo regional que forman parte de políticas gubernamentales de crecimiento económico. En consecuencia, se les caracteriza más como una obra de infraestructura de apoyo al transporte y el comercio, que como un negocio. En cuanto a la función de servicios portuarios, éstos son en su mayoría de carácter público, es decir, se prestan a cualquier usuario que los solicite, utilizando los muelles, las bodegas y demás instalaciones construidas por el gobierno, y de acuerdo con el volumen de carga que se maneje, tales servicios pueden ser ofrecidos indistintamente por empresas privadas o por el propio puerto.

- Puertos de segunda generación. A estos se les denomina puertos industriales. Constituyen la manifestación mas clara de inicio del proceso de globalización del comercio mundial, así como de la reconstrucción de la capacidad de producción industrial de los países europeos y el Japón, cuya infraestructura industrial desapareció al final de la segunda Guerra Mundial. Su función primordial es ofrecer servicios a las industrias, desde las básicas hasta las de transformación, propiciando el establecimiento de cadenas productivas. Los puertos industriales constituyen unidades productivas autosuficientes, pues comprenden áreas adecuadas a los distintos tipos de industrias asociadas, sea en cadenas productivas o para otras de apoyo o independientes que no requieran tener frente de agua, pero que utilizan terminales de usos múltiples que cumplen el propósito de atender sus demandas de transporte marítimo. La importancia y las posibilidades de crecimiento de estos puertos están vinculadas con la del desarrollo industrial de las factorías que se asienten en él, y no tanto con el volumen de la carga que manejen. La participación gubernamental en las inversiones se asocia con la realización de los proyectos de infraestructura básica para fines portuarios, así como con la infraestructura general como el suministro de energía eléctrica, agua, drenaje, accesos carreteros y

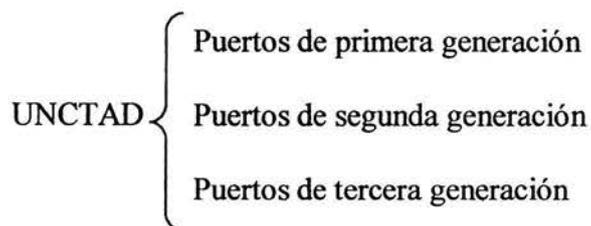
ferroviarios. Por su parte la iniciativa privada participa activamente en inversiones en la construcción y explotación de industrias con y sin frentes de agua, así como de las terminales para servicio de aquellas que no cuentan con dicho frente de agua, incluidos los servicios portuarios propiamente dichos, como la carga y descarga de barcos, almacenaje, etc.

- Puertos de tercera generación. Son también llamados puertos logísticos, porque siguen los principios de la logística internacional referidos a la rapidez, frecuencia, oportunidad y bajo costo con el que se manejan mercancías en flujos internacionales de comercio. La importancia de este tipo de puertos está asociada con la ubicación estratégica respecto de las corrientes de distribución internacional de carga, atrayendo dichas corrientes en procesos de concentración de volúmenes importantes de productos, lo cual los convierte en lo que se ha dado en llamar puertos concentradores. El esquema más común es el sistema compuesto por puertos como los de Singapur o Hong Kong, que concentran por vía marítima cargas en contenedores provenientes de centros productores ubicados en áreas relativamente cercanas. Una vez concentrado un cierto volumen, lo reexpiden en barcos celulares de gran capacidad hacia otros puertos. En Los Ángeles por ejemplo, se recibe la carga, posteriormente es enviada en trenes de doble estiba hasta los grandes centros distribuidores ubicados tierra adentro, desde donde se expide a su destino final a los distintos usuarios; también puede enviarse la carga directamente al destinatario desde el puerto mismo. Una segunda opción es que la carga es enviada a otro puerto ubicado en la costa opuesta.

La determinación para instalar un puerto de tercera generación es totalmente exógena al país donde se ubica, ya que es la conveniencia de los consorcios que participan en los flujos mencionados quienes determinan y seleccionan las rutas de acceso más ventajosas a los grandes mercados internacionales. En cuanto a su desarrollo, el puerto, actuando como empresa, realiza inversiones respaldadas por el gobierno local para atraer organizaciones comerciales que realizan servicios logísticos multimodales, principalmente líneas navieras, que en asociación con el puerto o por sí mismas construyen y operan terminales especializadas en el manejo

de contenedores y además ofrecen el transporte en tierra hasta el destino final de la carga. Adicionalmente, el propio puerto propicia una coordinación con las autoridades aduanales para facilitar y hacer expedito el paso de las mercancías por él.

Por lo que, resumiendo la clasificación de puertos por las características de sus mercados establecida por la UNCTAD, queda de la siguiente forma.



I.3) Requerimientos de un puerto concentrador.

Un puerto está formado por dos tipos de áreas, las cuales son áreas de tierra y de agua, a continuación se presenta un listado de los principales componentes de cada una de estas áreas:

Áreas de tierra:

- Acceso carretero y ferroviario; eventualmente, acceso fluvial. Lo cual lo podemos observar en la figura I.1 como T7.
- Áreas de tierra destinadas a industrias que no demandan frente de agua pero que utilizan los servicios del puerto. Lo podemos ver gráficamente en la figura I.1 como T3.
- Áreas de tierra para actividades de apoyo a las industrias, cuya existencia se requiere como resultado de las actividades económicas estimuladas por el puerto (T5 en la figura I.1).
- Áreas de tierra destinadas a industrias, centros de almacenamiento y redistribución regional, que disponen de frentes de agua exclusivos para sus operaciones (T4 en la figura I.1).
- Áreas de tierra destinadas a almacenamiento y a maniobras diversas, en

relación directa con la carga y descarga de embarcaciones (T2 en la figura I.1).

- Muelles de uso público que están íntimamente vinculados con las áreas de tierra mencionadas con el inciso precedente (T1 en la figura I.1).
- Obras complementarias, faros, balizas, boyas, y en general, sistemas de ayuda para la navegación (T8 en la figura I.1).
- Sistemas de servicios, tales como bomberos, control de contaminación, vigilancia, etc. (T6 en la figura I.1).

Áreas de agua:

- Frentes de agua destinados a una o varias industrias o actividades que, sin disponer de muelles propios, requieren de transporte marítimo.
- Áreas de agua destinadas a las maniobras de diversa índole de las embarcaciones que arriban al puerto (A6 en la figura I.1).
- Canal de acceso al puerto (A3 en la figura I.1).
- Obras de protección contra la acción del oleaje (A1 en la figura I.1).
- Bocana (A2 en la figura I.1).
- Antepuerto y fondeadero (A4 en la figura I.1).
- Dársena de ciaboga (A5 en la figura I.1).
- Canales secundarios, en algunos casos (A7 en la figura I.1).
- Dársena de servicios (A8 en la figura I.1).

Debido a la globalización y a los tratados de libre comercio entre la mayoría de los países del mundo, es necesario contar con la infraestructura adecuada para el correcto, eficiente y económico intercambio de mercancías, entre los distintos países, por lo que se han creado vehículos de grandes dimensiones y con gran capacidad de carga, así como terminales para poder recibir éste tipo de vehículos. Una de estas terminales son los llamados puertos concentradores, estos además de tener todos los componentes o elementos de un puerto, deben de tener la capacidad de recibir los buques tipo post-panamax, los cuales tienen 400 m de eslora, 70 m de manga y 16 m de calado, así como contar con una zona de influencia

amplia, por medio de la integración multimodal o por medio del transbordo marítimo, con la concentración de agentes de carga especializados, de operadores de transporte multimodal, de servicios logísticos para el manejo justo a tiempo de insumos manufacturados, así como la formación de corredores de transporte terrestre y en el mejor de los casos, el desarrollo de un puente terrestre con trenes de doble estiba de contenedores conectados a terminales intermodales interiores, todo lo anterior con el objeto de concentrar carga desde ámbitos espaciales lejanos y obtener un hinterland amplio. Al contar con lo anterior, es necesario contar con las instalaciones con dimensiones adecuadas para concentrar los elevados volúmenes de carga.

I.4) Descripción de Tamiahua.

La Laguna de Tamiahua contribuye a nivel nacional como primer productor de ostión y camarón. La laguna por sí sola representa el 70% de las áreas lagunares del Estado de Veracruz y aproximadamente el 12% de todas las del Golfo de México.

Localización.

Se encuentra ubicado en la zona norte del Estado de Veracruz, en la Huasteca, en las coordenadas 21° 17' latitud norte y 97° 27' longitud oeste, a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar, entre la región hidráulica 26 y 27 denominada Pánuco y Tuxpan Nautla. Limita al norte con Ozuluama de Mascareñas y Tampico Alto, al este con el Golfo de México, al sur con Temapache y Tuxpan, al oeste con Tamalín, Chinampa de Gorostiza, Naranjos Amatlán, Tancoco y Cerro Azul.

En la figura I.2 podemos observar de manera gráfica dónde se ubica Tamiahua.

El relieve general está formado por serranías de poca altura tales como Tantita con una elevación de 1320 msnm. En las costas de Tamiahua se observa un relieve sensiblemente plano, se observan varias zonas inundables cruzadas por el desborde de los ríos.

Las grandes dimensiones de su laguna, 110 kilómetros de longitud por 26 kilómetros de ancho, hacen de este municipio un sitio con una enorme variedad de fauna, compuesta en gran parte por bellas aves y animales acuáticos, lagartos, tortugas y delfines.

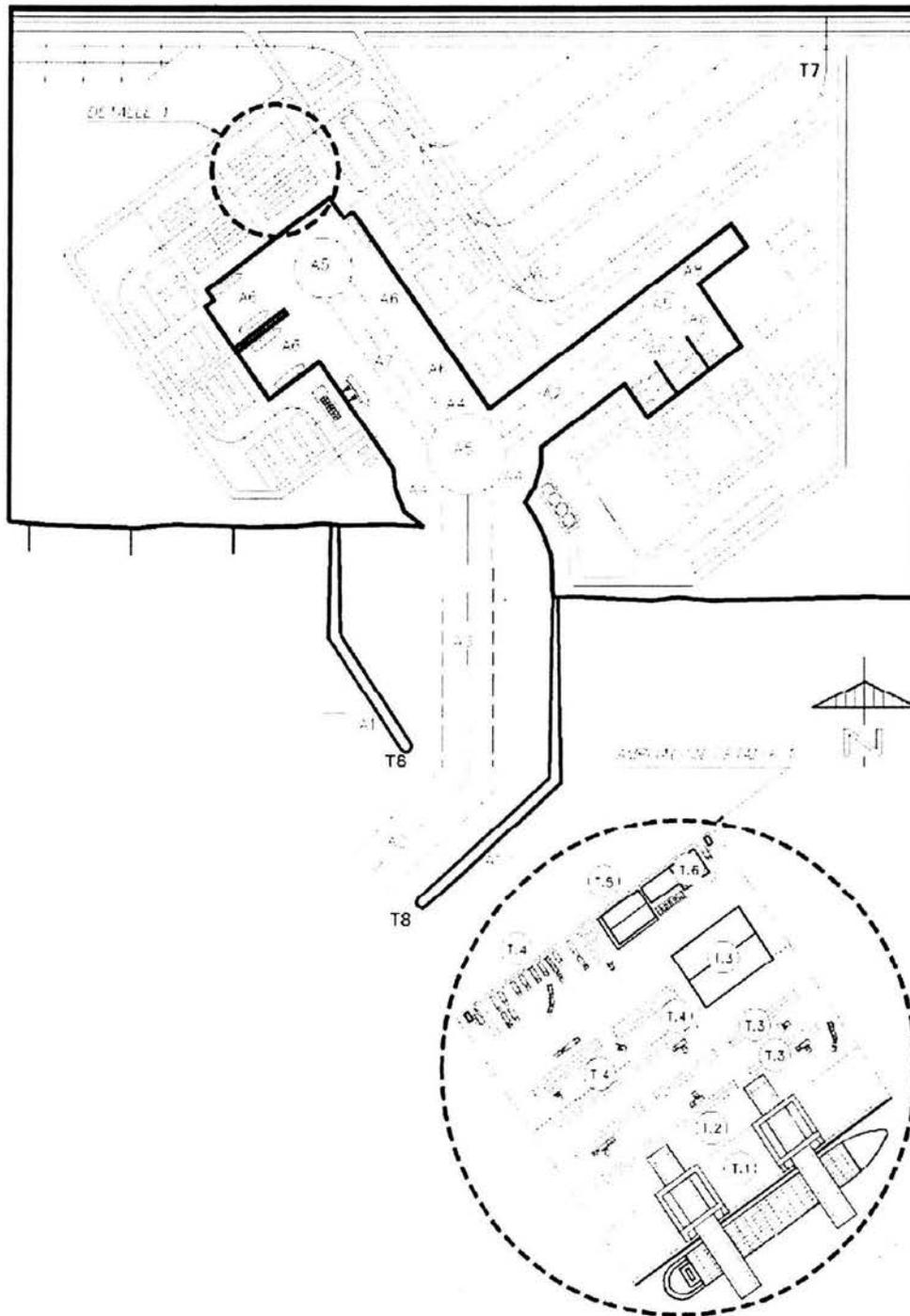


Figura I.1 Componentes de un puerto

Clima.

El clima según la clasificación de W. Copen, modificada por E. García (INEGI, 1991), es del tipo cálido subhúmedo, con fuertes lluvias en verano y seco en invierno, excepto cuando se presentan tormentas, con vientos provenientes del norte.

La temperatura media anual es de arriba de 26° C, siendo la media del mes más frío arriba de 18° C, con una variación de temperaturas de entre 7 y 14° C.

La precipitación anual varía en toda el área del vaso entre 1,100 y 1,500 mm y es de tipo estacional. La evaporación es moderada, con valores entre 856 mm y 1,716 mm, con un intervalo promedio de 1,064 a 1,420 mm.



Figura I.2 Localización de Tamiahua

Demografía.

Existen en el municipio 486 hablantes de lengua indígena, 263 hombres y 223 mujeres, que representa el 1.64% de la población municipal. La principal lengua indígena es el náhuatl.

El municipio tiene una población de 26,279 habitantes, 13,254 hombres y 13,025 mujeres de acuerdo a los resultados preliminares del Censo de Población y Vivienda 2000. Tiene una población total mayor de 5 años de edad de 25,102 habitantes que se encuentra dividida entre las siguientes religiones: católica 21,092, evangélica 1,535, otras 335 y ninguna 2,140.

Vivienda.

Acorde a los resultados preliminares del Censo de Población y Vivienda 2000, se encontraron edificadas en el municipio 6,163 viviendas, con un promedio de ocupantes por vivienda de 4.26, la mayoría son propias y de tipo fija, los materiales utilizados principalmente para su construcción son el cemento, el tabique, el ladrillo, la madera, la lámina. Así como también se utilizan materiales propios de la región como el embarro. Para el tipo de material de construcción se reporta que un 47.9% tienen piso de tierra, mientras que 47.4% es de cemento o firme, un 3.9% son de madera y 0.8% de mosaico u otros materiales. En cuanto a los materiales para las paredes el 47.4% son de embarro o bejareque, un 40.52% son de piedra o cemento, 5.72% de madera, 1.58% de adobe y un 0.7% de carrizo, bambú o palma, un 0.56% de lámina de asbesto o metálica.

Referente a los materiales de techumbre 46.3% son de lámina de asbesto o metálica, 28.34% son de lámina de cartón, 12.24% son de losa de concreto, tabique o ladrillo, 7.76% son de palma tejamanil o madera, 0.88% son de teja.

Vías de comunicación.

El municipio cuenta con un total de 67.2 km de carreteras de las cuales 23.5 km son carreteras alimentadoras estatales, 15.7 km son revestidas, y 28 km de caminos rurales o vecinales revestidos. Se une con la población de Tuxpan por medio de una carretera pavimentada.

Los accesos tanto a la Boca de Corazones como a los sitios de dragado en ambas riberas de la Isla del Ídolo son por lancha, dado que los caminos vecinales están en muy malas condiciones.

En la cabecera municipal de Tamiahua existen los servicios de teléfono, telégrafos y correo, este último contando con una administración postal, una agencia y tres expendios.

En cuanto a medios de transporte, el transporte terrestre en Servicio Público Federal lo prestan 3 líneas, hay servicio local de segunda y mixto y servicio mixto rural.

Una sociedad cooperativa cuenta con autorización para prestar servicio de transporte público turístico y de pasajeros por lancha. En ambos casos existen prestadores irregulares del servicio, aunque no se ha cuantificado su magnitud.

No existe servicio de transporte por ferrocarril ni transporte aéreo.

Todo lo anterior lo podemos ver gráficamente en la figura I.3.

Servicios públicos.

El servicio de agua potable cuenta en todo el municipio con dos sistemas de distribución que atienden al 18.83% de las viviendas. Un 85.39% de las viviendas están conectadas a la red de distribución de energía eléctrica.

En cuanto a los residuos líquidos un 29.17% de las viviendas cuentan con drenaje.

Para la disposición de residuos sólidos, la cabecera municipal cuenta con un tiradero de basura a cielo abierto. No existe sistema organizado de recolección de desperdicios ni existen obras como rellenos sanitarios.

En el cuadro I.1 podemos observar la información anterior de manera porcentual.

Viviendas particulares con:	Viviendas	Cobertura
Agua entubada 2000	1156	18.83 %
Drenaje 2000	1791	29.17 %
Energía eléctrica	5243	85.39 %

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2000, INEGI

Cuadro I.1 Servicios Públicos

Actividades económicas.

Agricultura

El municipio cuenta con una superficie total de 68,311.154 hectáreas dedicadas a la

agricultura, de las que se siembran 46,645.851 hectáreas, en las 3,266 unidades de producción. Los principales productos agrícolas en el municipio y la superficie que se cosecha en hectáreas es la siguiente: maíz 3,170, frijol 630, chile verde 270, naranja 1,871. En el municipio existen 739 unidades de producción rural con actividad forestal, de las que 49 se dedican a productos maderables. Es de temporal y no es una actividad predominante en el área.

Infraestructura Hotelera

En el municipio existen, al 31 de diciembre de 1996, 4 establecimientos de hospedaje, los cuales hacen un total de 66 habitaciones disponibles.

Comercio

Su comercio cuenta con 129 establecimientos que producen 16,613.2 miles de pesos de

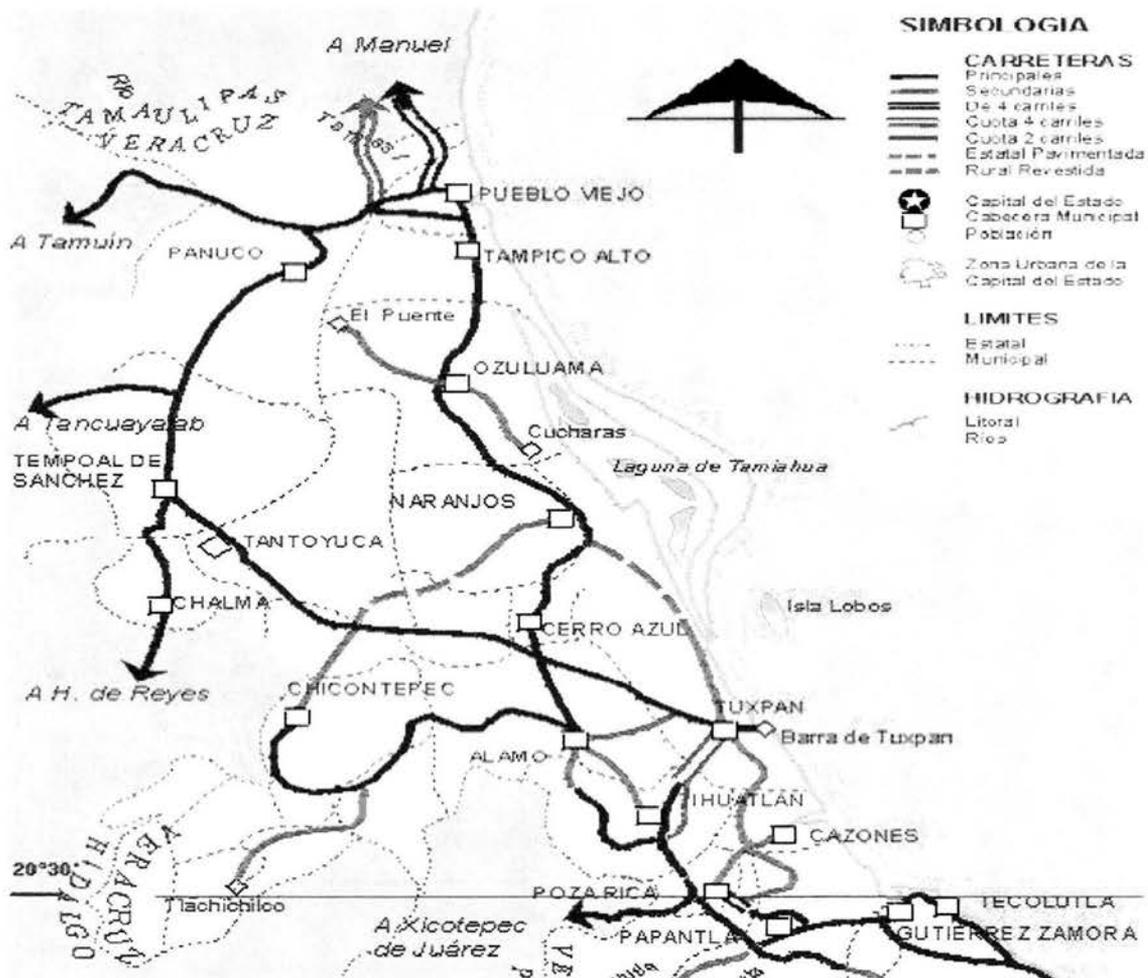


Figura I.3 Vías de comunicación

ingreso total anualizado, se emplean 244 trabajadores en esta actividad.

Ganadería

Tiene una superficie de 36,442 hectáreas dedicadas a la ganadería, en donde se ubican 2,445 unidades de producción rural con actividad de cría y explotación de animales. Cuenta con 53,110 cabezas de ganado bovino de doble propósito, además de la cría de ganado porcino y ovino. Las granjas avícolas tienen cierta importancia. Es exclusivamente extensiva y principalmente para autoconsumo.

Actividad Pesquera

Es la actividad predominante en la región, significando el 85% de la economía, incluyendo la extracción, procesamiento, distribución y otras actividades relacionadas.

Las unidades económicas dedicadas a la actividad se organizan de la siguiente manera: 3 sociedades cooperativas, producción pesquera con un total de 1,468 socios, 18 permisionarios dedicados a escama, tiburón, jaiba y mano de cangrejo; 1 sociedad de solidaridad social para el cultivo de camarón. No existen unidades de producción pesquera.

Las artes de pesca mayormente utilizadas son las charangas camaroneras, aros o nazas jaiberas, yaguales, redes de cuchara, atrarrayas para camarón y escama, redes agalleras multiespecie, redes robaleras, redes sierreras.

La producción acuícola se ve representada casi en su totalidad por la producción de ostión de manera extensiva, utilizando el sistema de manejo diferencial de bancos inducidos.

Los bancos ostrícolas de la zona varían mucho en su extensión, rendimiento y densidad de organismos por metro cuadrado.

Industria

La industria de extracción se reduce a pequeños bancos de material de construcción en las inmediaciones de la región. Se mencionan 6 campos petroleros continentales, con pozos para la extracción de crudo, aunque se encuentran todos a más de 40 km del área de estudio.

No existe industria manufacturera en la zona, con excepción de dos pequeñas plantas bloqueras y una planta de hielo, las plantas bloqueras son insuficientes para cubrir las necesidades de material en el municipio. En el municipio se han establecido industrias entre las cuales encontramos 2 medianas, siendo la más importante la de la producción de ostión.

El comercio, hoteles y restaurantes tienen actividades del nivel menor. Los servicios personales y profesionales se restringen casi exclusivamente al sector salud y oficios básicos. Todo lo anterior nos lleva a resumir la información en el cuadro I.2, el cual nos muestra la población económicamente activa por sector productivo.

En cuanto a las zonas naturales protegidas en el país, la autoridad encargada del manejo de los humedales y que opera como contacto con la Convención Ramsar sobre los Humedales es la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. En el cuadro I.3 se presenta un listado de humedales pertenecientes a la República Mexicana inscritos en la Convención Ramsar del 2 de febrero de 2004.

Sector primario.	71.8%
(Agricultura, ganadería, caza y pesca)	
Sector secundario.	3.3%
(Minería, extracción de petróleo y gas natural, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción)	
Sector terciario.	14.9%
(Comercio, transporte y comunicaciones, servicios financieros, de administración pública y defensa, comunales y sociales, profesionales y técnicos, restaurantes, hoteles, personal de mantenimiento y otros)	
No especificado.	10%

Cuadro I.2 Sectores Económicos

Sitio Ramsar	Estado	Superficie (ha)
Laguna Ojo de Liebre	Baja California Sur	36,600
Laguna San Ignacio	Baja California Sur	17,500
Parque Nacional Bahía de Loreto	Baja California Sur	206,581
Playa Tortuguera Chenkán	Campeche	100
Reserva de la Biosfera Los	Campeche	282,857

Petenes		
Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos	Campeche	705,016
Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo	Colima	636,685
Parque Nacional Cañón de Sumidero	Chiapas	21,789
Áreas de Protección de Flora y Fauna de Naha y Metzabok	Chiapas	7,215.76
Sistema Lacustre Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco	Distrito Federal	2,657
Ciénegas de Lerma	Estado de México	3,023
Laguna de Yuriria	Guanajuato	15,020
Laguna de Metztitlán	Hidalgo	2,937.20
Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala	Jalisco	13,142
Laguna de Sayula	Jalisco	16,800
Playa Tortuguera Mexiquillo	Michoacán	66.5
Parque Nacional Islas Marietas	Nayarit	1,357
Playa Tortuguera Cahuitán	Oaxaca	65
Presa Jalpan	Querétaro	68
Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro	Quintana Roo	144,360
Bala'an K'aax	Quintana Roo	131,610
Playa Tortuguera X'cacel-X'cachelito	Quintana Roo	362.1
Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos	Quintana Roo	9,066
Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam	Quintana Roo	154,052
Laguna de Chichankanab	Quintana Roo	1,999
Laguna Playa Colorada-Santa María la Reforma	Sinaloa	53,240
Playa Tortuguera El Verde Camacho	Sinaloa	6,454.26
Laguna Madre	Veracruz	307,894.30
Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano	Veracruz	52,238

Manglares y Humedales de la Laguna de Sontecomapan	Veracruz	8,921
Sistema Lagunar Alvarado	Veracruz	267,010
La Mancha y el Llano	Veracruz	1,414
Reserva de la Biosfera Ría Celestún	Yucatán	81,482.33

Fuente: Comisión Nacional de Reservas Naturales

Cuadro I.3 Humedales

Dentro del listado resaltamos el de Laguna Madre, ya que suponemos que contempla a la Laguna de Tamiahua debido a la gran superficie que se menciona en el listado, así como la mención del Estado de Veracruz como estado al que pertenece, siendo que la Laguna Madre se encuentra en el Estado de Tamaulipas, con lo que concluimos que la Laguna de Tamiahua está contemplada dentro de la Laguna Madre en este caso. La Laguna de Tamiahua se encuentra en el Estado de Veracruz, entre los ríos Pánuco al norte y Tuxpan al sur, con los que se comunica por canales, tiene una longitud de 110 km y un ancho de 25 km. Está situada en la Cuenca Terciaria de Tampico-Misantla; en su margen continental existen lomeríos de sedimentos terciarios y cuaternarios, con excepción de la Sierra de Tantima, que es volcánica.

La laguna es de forma irregular, alargada en sentido norte-sur; en su borde continental desembocan varios ríos, en su mayor parte de flujo estacional, entre los que sobresalen la Laja, Cucharas, Tancochin y Tampache, que en épocas de lluvia aportan grandes cantidades de sedimentos especialmente limo-arcillosos producto de la erosión de rocas terciarias de la llanura costera; algunos de esos ríos forman pequeños deltas en su desembocadura. El borde oriental presenta numerosas entrantes y salientes, con algunos manglares. En el centro de la laguna, cerca de la Isla del Toro, existe un arrecife coralino muerto.

La pesca es la actividad predominante en la región, incluyendo la extracción, procesamiento, distribución y otras actividades relacionadas.

Las unidades económicas dedicadas a la actividad se organizan de la siguiente forma: 3 sociedades cooperativas de producción pesquera, con un total de 1,468 socios; 18 permisionarios dedicados a escama, tiburón, jaiba y mano de cangrejo; una sociedad de solidaridad social para el cultivo de camarón. Del total de la población dedicada a la actividad pesquera el 88.55% trabaja dentro de la Laguna de Tamiahua, mientras que el

11.44% salen al mar. Las embarcaciones que trabajan son lanchas menores de 10 toneladas de desplazamiento, las instalaciones complementarias a la actividad pesquera son una fábrica de hielo, bodegas de almacenamiento en refrigeración suman una capacidad de 25 toneladas, además existen talleres y particulares que construyen y reparan lanchas de madera y de fibra de vidrio, así como 2 talleres de reparación y mantenimiento de motores fuera de borda y 2 distribuidores de los mismos Yamaha y Mariner.

Capítulo II

Estudios Físicos

Los estudios que se desarrollan en este capítulo se basan en tres fuentes de información:

- Informes, documentos y entrevistas en oficinas y dependencias de pesca.
- Estadísticas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Encuestas a los sectores involucrados directamente en el objetivo de estudio.

II.1) Estudio Socio-Económico.

Dentro del aspecto social, la población está clasificada como rural y semirural, con porcentajes del 80% y 20% respectivamente, situación que tiende a ser estática debido a la falta de proyectos de infraestructura que reactiven la actividad económica en la región; la población carece de agua potable y alcantarillado, los servicios de comunicación y salud no son los suficientemente adecuados y extensos.

Destaca dentro de las actividades del sector primario, que la pesca es la más relevante de la población económicamente activa con un 68.7%, en cambio a la agricultura y la ganadería solo el 3.1%, el 28.2% restante se dedica a actividades de sectores no primarios.

El desempleo llega hasta casi el 60% de la población económicamente activa, se presentan como empleados o subempleados cuyo salario no es estable, ya que dependen directamente de la producción por cada persona empleada 3.5 personas en promedio.

La actividad básica del pueblo es la pesca en un 68.7%, por lo que toda actividad económica está basada en la captura, la cual depende de las condiciones físicas de la laguna en su grado de salinidad equilibrada.

Existe una interrelación estrecha entre la captura y los dragados, ya que al realizarse dragados se controla la hipo salinidad y trae en consecuencia el saneamiento de las aguas.

De acuerdo a lo anterior, la captura depende únicamente del mejoramiento de las condiciones físicas de la laguna, lo cual se lograría con el control de la salinidad de las aguas, creando un medio ambiente estuárico, de intercambio equilibrado de las aguas dulces y saladas. Estas condiciones de manera natural se presentan cada 10 años en donde alcanzan producciones record dependiendo de las precipitaciones y evaporaciones. Por lo que es necesario realizarlo en forma artificial con la apertura de bocas que permitan que el

agua de lluvia se mezcle con el agua de mar, permitiendo que la salinidad que anteriormente se equilibraba por efectos de evaporación, se realice con intercambio de mareas.

Para lograr lo anterior se deben realizar las siguientes obras:

- Dragar la boca y las zonas que impidan el correcto equilibrio de flujo y reflujo los cuales generan una estabilidad permanente en el entorno pesquero.
- Estabilizar la boca ampliando los rompeolas existentes; logrando que el costo de mantenimiento de las profundidades se reduzca considerablemente.

Con la realización de las obras mencionadas se aumentaría la producción pesquera, especialmente en ostión y especies de escama.

En el aspecto económico, el municipio solo cuenta con 39.6 km de carretera pavimentada, que une a Tamiahua con Tuxpan, así como con terracerías mediante las cuales se unen con congregaciones del municipio, con excepción de las que se encuentran en la franja litoral cuya comunicación se realiza con chalán y lanchas. Con lo anterior nos podemos dar cuenta que las vías de comunicación mantienen limitado el desarrollo social y económico del municipio.

No existe industria y los medios de comunicación como son teléfono, telégrafo y correo apenas satisfacen a la cabecera municipal.

En cuanto a infraestructura portuaria, las comunidades del municipio solo cuentan con pequeños atracaderos que van de madera a concreto reforzado, así como medianos centros de recepción y bodegas.

El área de la laguna correspondiente al municipio de Tamiahua está oficialmente dividida en dos, cada una corresponde a una cooperativa pesquera. Estas cooperativas trabajan en armonía con permisionarios y pescadores libres.

Los volúmenes de producción de la laguna colocan en orden de importancia al ostión, la escama, de la que sobresalen la lebrancha, trucha, sierra, lisa, robalo, sargo, jurel y chucumite, así como jaiba, camarón y mano de cangrejo.

Las técnicas actuales de captura son tradicionales y se apegan a la situación que predomina en la región en cuanto a falta de asistencia técnica, con excepción del cultivo de ostión, embarcaciones, artes y equipos de pesca para la captura en altamar.

II.2) Estudios Topohidrográficos.

La barra de Corazones, forma el canal de intercomunicación de la laguna de Tamiahua con el Golfo de México.

El canal de comunicación Laguna – Mar, tiene una longitud total de 2,350 m con una deflexión izquierda de 60° a los 1,310 m, este canal a continuación presenta un estrechamiento bien definido frente a la descarga del canal “El Caimán”; en la zona de la deflexión donde se inicia prácticamente la descarga al mar se aprecian isolíneas de -4 y -5 y al acercarse a la zona de escolleras se tiene la elevación -2, predominantemente. Las variaciones de velocidades originadas por la influencia de las mareas y los fenómenos extraordinarios presentados en la zona, originaron la destrucción parcial de las escolleras y la formación de dos senos, siendo el más pronunciado el del lado sur.

La barra de Corazones, cuenta con dos escolleras de piedra parcialmente destruidas:

- La escollera norte con una longitud de 412 m.
- La escollera sur con una longitud de 409 m.

Lo anterior lo podemos ver de manera gráfica en la figura II.1.

En la batimetría -5 en todo el frente playero se tiene a una distancia de 400 m a partir de la escollera sur, siendo esto indicativo del transporte sobre dicha batimétrica hacia la escollera sur; en la bocana, la curva batimétrica -2 entra dentro del canal, formándose una fosa hasta la batimétrica -5 al inicio de la escollera norte, y otra fosa también a la batimetría 5 se formó a ± 150 m de la deflexión que toma el propio canal, dichas fosas pueden haberse formado por la acción de los incrementos de velocidad, combinado con una posible zona de material suave en el curso de las corrientes en el punto mencionado y al inicio de la escollera norte, sin embargo en el resto del canal y en la bocana predomina la batimétrica -2. Lo anterior lo podemos observar en la figura II.2.

Por lo que para lograr un mejoramiento en la funcionalidad del canal de acceso y de las escolleras se debe de:

- Reconstruir ambas escolleras y aumentar la longitud de la escollera norte lo suficiente hasta encontrar la batimetría -4, empotrar ambas escolleras con objeto de estabilizar la formación de los senos actuales. La sección de construcción de los

- Abatir convenientemente los taludes de las márgenes del canal, para evitar y/o disminuir las erosiones y dar mejor orientación a los filetes líquidos para evitar variaciones de velocidades lo cual hasta donde sea posible elimine también la formación de fosas y por lo tanto se estabilice el fondo y taludes del canal, esto es recomendable realizarlo en el tramo principalmente de la margen izquierda del canal de: La Puntilla a La Matita. En este mismo tramo dragar adecuadamente el canal de Tamiahua a Palo Blanco.

II.3) Estudio Geomorfológico y Geológico.

Este estudio contempla a su vez varios estudios, como son la geomorfología general, la fisiografía y los tipos de suelo encontrados en el área. El conocimiento de estos elementos nos permitirá decidir los tipos de estructuras que se pueden construir en la zona de estudio.

III.3.1) Geomorfología general.

La Laguna de Tamiahua se encuentra dentro de la cuarta provincia geomorfológica de Antoine, que responde a los cambios de dirección en la orientación de la plataforma continental. A su vez Carranza, la incluye dentro de la Primera Unidad Morfotectónica Continental de las costas mexicanas, a partir de la integración de los criterios de clasificación sugeridos por Inman, Norstrom y Shepard.

Esta unidad es considerada costa de mares marginales y posee dos tipos principales: las costas primarias con depositación subaérea y depositación por ríos, y las costas secundarias, de depositación marina, con playas e islas de barrera. Este último es el caso de Tamiahua. La zona en que se encuentra el área de estudio fue moldeada a partir de una planicie costera compleja. Los agentes que la han esculpido son principalmente las corrientes de agua y el oleaje. Esta planicie fue modificada por el emplazamiento de pequeños cuerpos intrusivos y por la acumulación de una planicie lávica, que ahora se manifiesta por un alto topográfico. Este cuerpo de agua está clasificado como una laguna costera y pertenece al tipo III-B de la clasificación morfotectónica de lagunas, debido a que consiste en una plataforma de barrera interna, presentando depresiones inundadas en los márgenes internos del borde continental, a las que rodean superficies terrígenas y son protegidas del mar por barreras arenosas

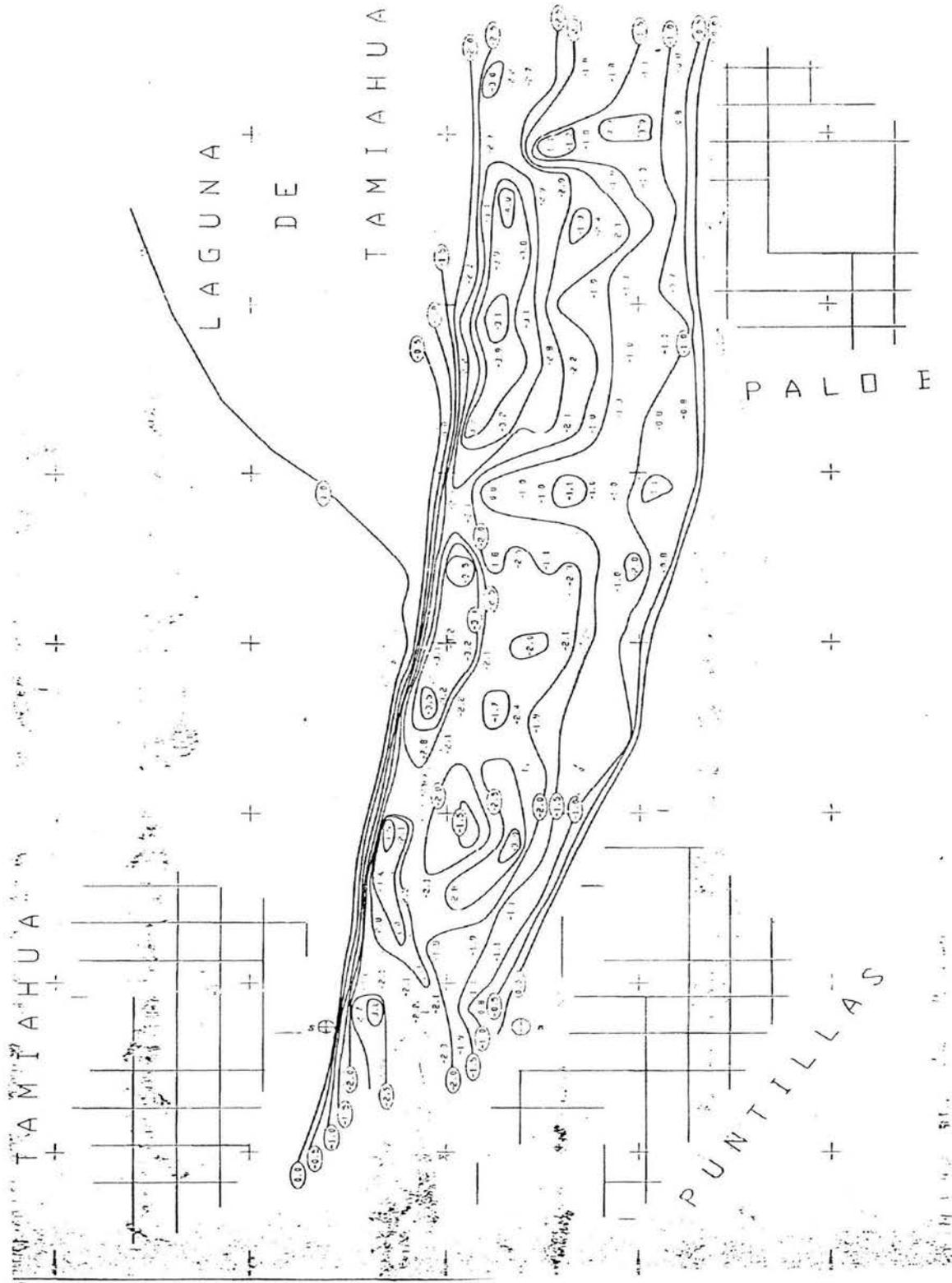


Figura II.2 Levantamiento Topohidrográfico

producidas por las corrientes y el oleaje y su formación data de hace aproximadamente 5 mil años, lo anterior, según Lankford, es una depresión en la zona costera debajo del nivel medio de las mareas, la cual posee comunicación con el mar. Como la mayoría de las lagunas costeras actuales, se originó durante las transgresiones marinas asociadas con el último período interglaciar, que se inició hace 18,000 años.

Los sedimentos predominantes dentro de la laguna son, en la costa occidental y cerca de las bocas de los esteros, sedimentos limoarcillosos, procedentes de la erosión de las rocas terciarias de la llanura costera, que sirven de material para la formación de pequeños deltas en la desembocadura de los mismos. Por su parte, la barrera está formada por arenas cuarcíticas casi en su totalidad, salvo en algunas zonas de sotavento donde existen manglares que atrapan sedimentos finos.

Se reportan ocho bancos de material de importancia cerca de la zona de estudio, los cuales son: Cafetal a 55 km (piedra), Amatlán a 52 km (grava), Tanconchín a 22 km (grava), Tanconchín-Hormiguero a 20 km (arena de río y grava), Tampache-Hormiguero a 18 km (grava cementada), y otros tres en Tampache a 10 km, Tuxpan a 40 km y Tamiahua, todos estos de material arcilloso para rellenos.

Las zonas geológicas de la laguna las podemos observar en la figura II.3.

II.3.2) Fisiografía.

Fisiográficamente la laguna es un evento notable en la región debido a su tamaño y características. En su borde continental desembocan varios ríos, algunos de los cuales forman deltas. El borde oriental presenta costas muy irregulares, con numerosas ensenadas o caletas y puntas. En el interior de la laguna se encuentran varias islas, siendo las principales Juana Ramírez, Isla del Toro, y la Isla del Ídolo; en el centro de la laguna, cerca de la Isla del Toro, existe un arrecife coralino muerto. En las islas Juana Ramírez y del Toro hay antiguas dunas estabilizadas mientras que en la del Ídolo solamente existen cordones de playa y antiguos meandros de río, como lo podemos ver en la figura II.4.

La barrera arenosa que forma el Cabo Rojo separa a la laguna del Golfo de México. La laguna es de configuración angular, con vértice apuntando hacia el Este, cuenta con una longitud de 130 km, anchura máxima de 6 km y mínima de 500 m. Interrumpe la línea de

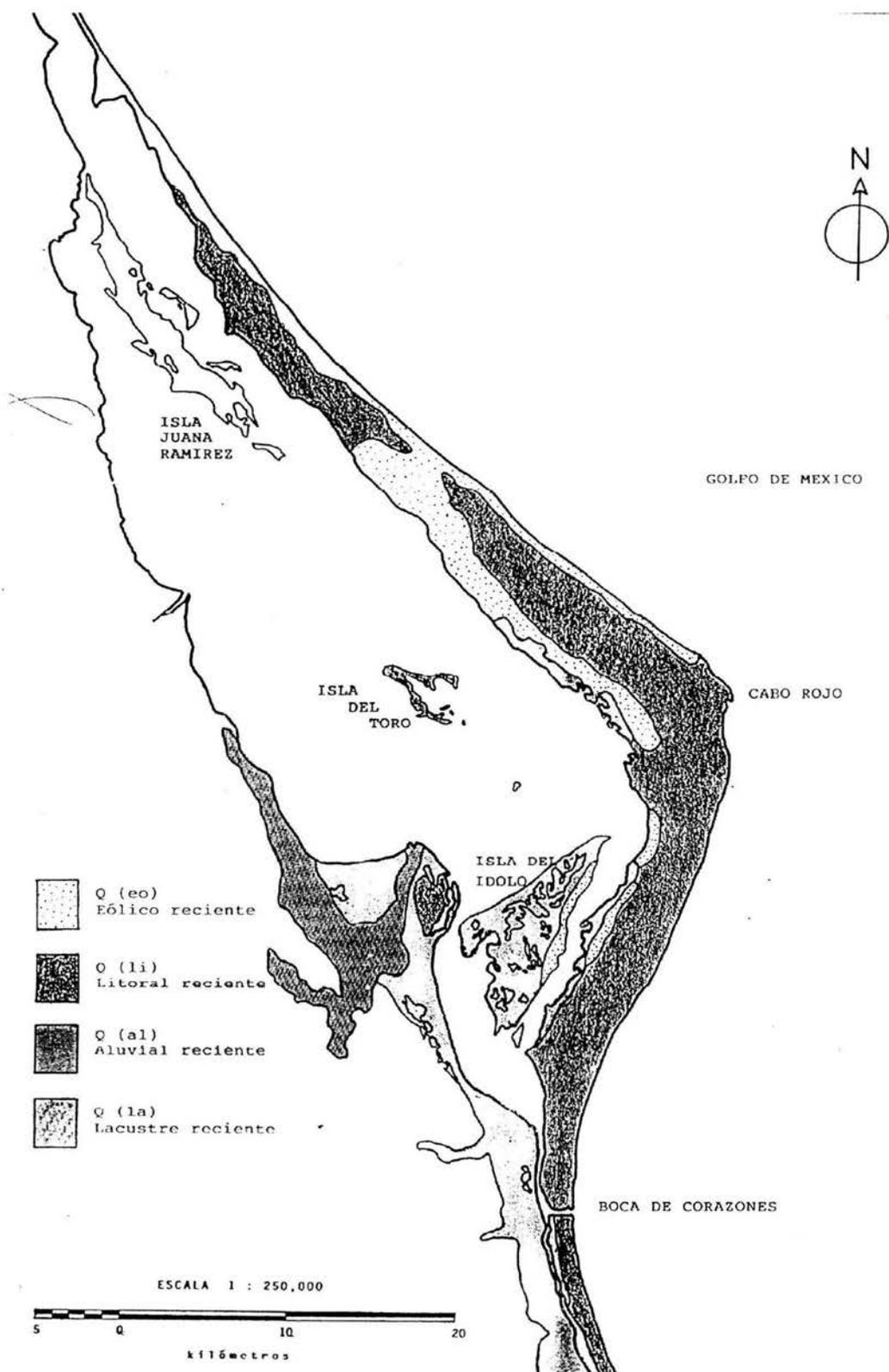


Figura II.3 Zonas Geológicas

costa para proyectarse aproximadamente 15 km dentro del Golfo de México. Está cortada en dos sitios, donde se forman las bocas de Tampachiche y Corazones, las cuales comunican a la laguna con el mar.

En la parte norte la barrera se compone por grandes dunas activas en barlovento, varias bermas paralelas a la playa y en sotavento dunas estabilizadas.

En la parte sur las dunas son de menor altura y las bermas paralelas a la playa truncan a las de la sección norte. En el Golfo de México frente a la barrera arenosa hay una cadena de arrecifes coralinos vivos alineados con el subsuelo de Cabo Rojo y con el fondo de la laguna. Las islas internas de la Laguna de Término dada su configuración y su conformación geológica nos indican que formaron parte de una antigua barrera paralela a la anterior. El hallazgo de antiguos arrecifes coralinos, ahora muertos, tanto en la parte central de la laguna como en la parte más oriental de la actual barrera, puede indicar que los actuales arrecifes de coral que se prolongan en la parte del Golfo de México adyacente a la laguna, podrían servir en el futuro como basamento para una nueva barrera arenosa.

El relieve es poco accidentado, estando la zona dentro de una gran planicie marcada por lomeríos que solo llegan a alcanzar alturas de 200 m se identifican pendientes suaves sensiblemente orientadas hacia el este y al norte. La zona de estudio no es susceptible a sismicidad, a deslizamientos, derrumbes u otros movimientos de tierra o roca, todo esto debido a las características geológicas, fisiográficas y de relieve del área de estudio y su zona circundante donde no hay fracturas ni estructuras como sinclinales, anticlinales, domos ni aparatos volcánicos. No existen posibilidades de que ocurra ninguno de esos eventos en condiciones normales, ni hay elementos que permitan prever alguna condición extraordinaria.

III.3.3) Tipos de suelos.

Se encontraron los siguientes tipos de suelo en el área y zonas aledañas:

- Lacustre Q (Ia). Esta unidad está constituida por una intercalación de arcillas, limos y arenas finas del período cuaternario, por lo general muy pobremente clasificadas. En ocasiones presenta lentes de sal y en algunos sitios conchas de organismos recientes. La unidad contiene por lo general materia orgánica, lo que le confiere

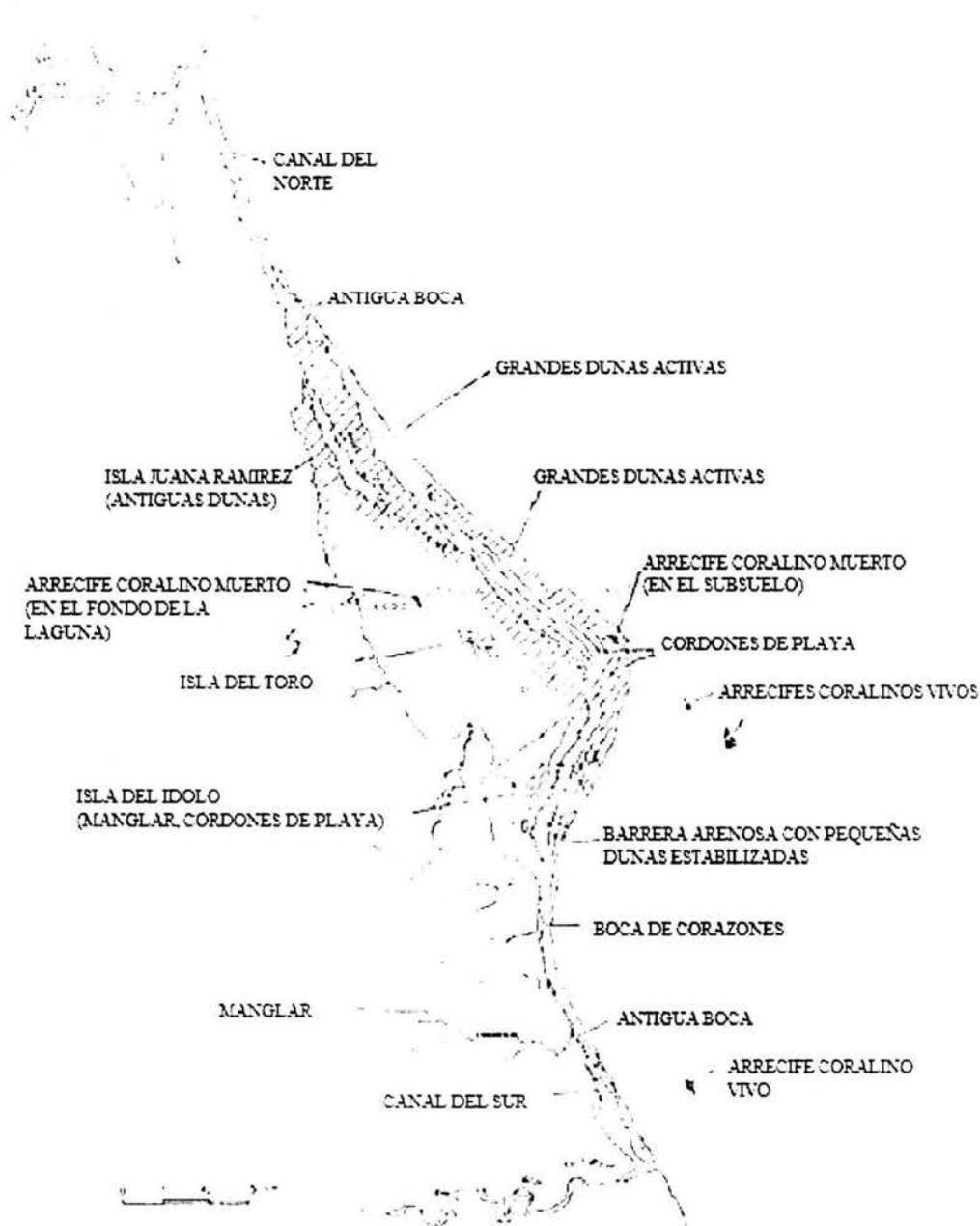


Figura II.4 Fisiografía

color oscuro e inclusive olor fétido, este tipo de suelo se encuentra en la ribera occidental de la laguna y su morfología es de planicie.

- Litoral Q (li). Consiste en arenas de grano fino y medio del periodo cuaternario. Sus constituyentes son cuarzo, feldespato y líticos entre los que se destacan los de pedernal como en el sitio cercano a la boca de corazones y en la barrera que limita a la laguna.

Su clasificación es de pobre a muy pobre, además está constituido por fragmentos de conchas, en ocasiones débilmente cementados por carbonatos, esta unidad fue y sigue siendo acumulada y modelada por la acción de las olas. Este tipo de suelo se presenta en la porción de la barrera que da al Golfo de México, formando playas.

- Eólico Q (eo). Consiste en arenas de grano fino a medio del periodo cuaternario, generalmente bien clasificadas. Estas arenas son por lo general de fragmentos monolineales de cuarzo y plagioclasa, fragmentos líticos y conchas. La unidad forma dunas costeras de poca elevación y presenta estratificación cruzada. Este tipo de suelo aparece en la costa oriental de la Isla del Ídolo en gran parte de la costa interna de la barrera de Cabo Rojo, en su parte sur y en la mayor porción de su parte norte.
- Aluvial Q (al). Esta unidad representa a los depósitos provenientes del arrastre de ríos y está constituida por estratos mal definidos de arcillas, arenas y algunos lentes gravosos del periodo cuaternario muy pobremente clasificados. Las arenas son por lo general de grano fino a medio mientras que las gravas tienen clastos de diámetros menores a dos centímetros. Este tipo de suelo se encuentra en los deltas de arroyos, tanto recientes como antiguos.

Los clastos de todas las unidades son monominerales, entre los que destacan el cuarzo, plagioclasas y algunas micas, y líticos, entre los que destacan roca volcánica, pedernal y cuarcita.

En referencia a la clasificación FAO/UNESCO, se reconocen varias unidades de suelo en la región que rodea al área de estudio, entre las que destacan las siguientes:

La barrera y el extremo este de la Isla del Ídolo están dominadas por suelo tipo regosol eutrítico de clase textural gruesa, que se caracteriza por no presentar capas distintas generalmente de color claro y son parecidos a la roca que los subyace cuando no son profundos. Este tipo de suelo lo podemos encontrar en playas y dunas, teniendo fertilidad moderada a alta. Su profundidad va de 63 cm a más de un metro y limita en la parte más somera con el nivel freático. Presenta drenaje interno excesivo debido a su baja consolidación. Su textura es arenosa, tiene conductividad eléctrica baja, su pH en agua a partes iguales es ligeramente alcalino en la parte norte de la barrera y ligera a moderadamente ácido en la parte central de la misma. Presenta una concentración de

0.1% de materia orgánica en la parte norte de la barrera, contra 1.4% en la Isla del Ídolo y 2.6% en la porción central de la barrera. Su capacidad de intercambio catiónico total medida por el método del acetato de amonio a pH 7 es baja.

En una estrecha franja de la costa interna de la barrera se presenta un suelo tipo gleysol eutrico como componente primario y regosol eutrico como suelo secundario con clase textural media. El gleysol eutrico se caracteriza por ser suelo donde se acumula y estanca el agua en época de lluvias en las lagunas costeras o en las partes mas bajas y planas de los valles y llanuras. En las partes donde se saturan con agua presentan colores grises, azulosos o verdosos. Presentan vegetación natural de pastizal y en algunos casos cañaveral o manglar. En ocasiones presentan acumulación de salitre.

Son suelos fértiles y se usan para ganadería de bovinos con rendimientos moderados a altos y para la agricultura en cultivos que soportan la inundación como arroz y caña. Son poco susceptibles a la erosión.

Finalmente en la ribera occidental de la Laguna de Tamiahua, desde la boca del estero Tanconchín hasta la Laguna de Tampamachoco, se encuentra una franja de suelo dominada por el tipo solonchak gleyco, como suelo primario y apareciendo también gleysol vertico y vertisol pelico como suelos secundarios, teniendo la unidad una clase textural media. El solonchak gleyco es un tipo de suelo que se presenta donde se acumula salitre, tales como las zonas costeras y lechos de lagos, siempre en zonas pantanosas. Se caracterizan por presentar alto contenido de sales. Su vegetación está formada por pastizales o vegetación que tolera la sal (halófitas). Su uso agrícola se limita a cultivos muy resistentes a la salinidad pudiendo disminuirse por medio de lavados. Sus rendimientos pecuarios son bajos y son suelos poco susceptibles a la erosión.

Todo lo anterior lo podemos observar en la figura II.5.

Tiene una profundidad de 87 cm limitada por el nivel freático. Presenta grietas y facetas siendo moderadamente drenado. Presenta fase sódica lo cual limita mucho el desarrollo de cualquier cultivo. En cuanto a textura se clasifica como arcilloso con porcentajes de arcilla, limo y arenas del 48%, 26% y 26% respectivamente.

Tiene conductividad eléctrica alta, pH ligeramente alcalino, alto contenido de materia orgánica y alta capacidad de intercambio catiónico total.

III.4) Estudios hidrológicos.

La zona de estudio se encuentra dentro de la cuenca E de la región hidrológica 27. Las subcuencas aledañas a la zona son la A (Laguna de Tamiahua con 1,530 km² de extensión), y la C (estero de Tanconchin de 616 km²).

Otras subcuencas que colindan con la Laguna de Tamiahua son la B (estero de Cucharas), al norte del área de estudio y la D (estero de Corral), al sur de la misma y que colinda con la cuenca D (Río Tuxpan). La hidrología de la región la podemos observar en la figura II.6.

III.4.1) Principales ríos o arroyos cercanos.

En general la Laguna de Tamiahua recibe influencia en gran medida tanto del Río Pánuco, al norte, como del Río Tuxpan al sur. Tiene comunicación con ambos por medio de canales de manera que ambos ríos establecen en gran medida las condiciones hidrológicas de la zona.

A la laguna escurren varios arroyos que al acercarse a ella forman esteros como son el de Agua Zarca, la Laja, Cucharas, Carvajal, así como el Tanconchín formado por el río del mismo nombre cuyo origen se sitúa en la sierra de Tantima. Más al sur desembocan los esteros de Milpas, San Lorenzo, Corral y Colomán formados por arroyos que nacen unos 30 km al occidente.

III.4.2) Escurrimiento y drenaje subterráneo.

Se presentan cuatro unidades de escurrimiento a lo largo de la zona aledaña al área de estudio. En la mayor parte de la Isla del Ídolo excepto su costa oriental, así como en la zona situada entre los esteros de Carrizal y Cascajal frente a la Bocana y entre los esteros de la Tortuga y Tanconchín, se observa un coeficiente de escurrimiento de 0 a 10%. En toda la barrera que separa a la laguna del Golfo de México así como en la costa oriental de la Isla del Ídolo se registra un coeficiente de escurrimiento del 5 al 10%. En toda la ribera occidental de la laguna el coeficiente es de 20 a 30%, descendiendo a 10-20% tierra

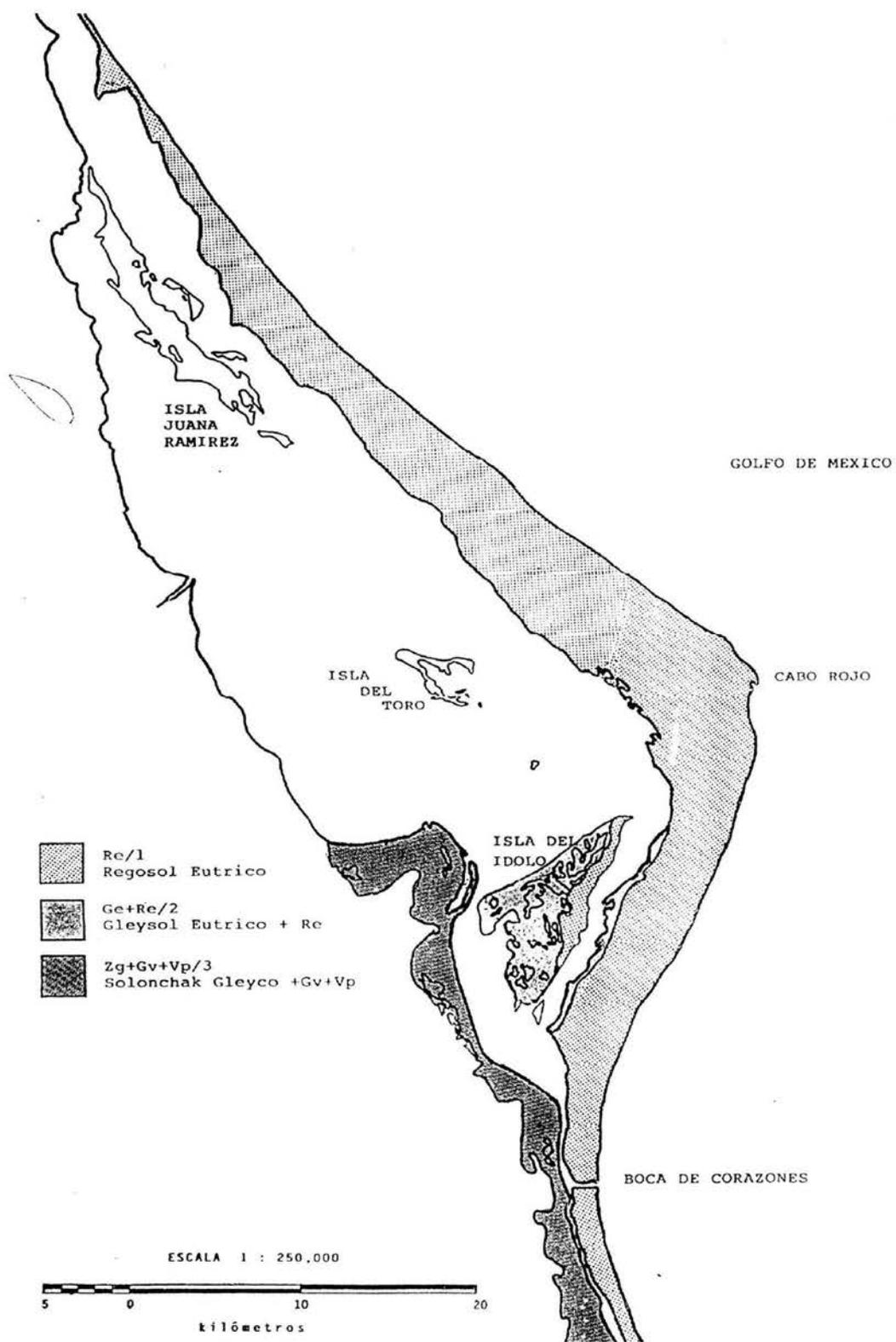


Figura II.5 Edafología

adentro.

Las características del drenaje se rigen básicamente por la topografía del terreno integrado en su parte alta por lomeríos de pendiente suave, cortado por algunos accidentes topográficos, lo que produce un drenaje dendrítico y en su estructura mayor radial.

El uso del agua es primordialmente doméstico, siguiendo en orden de importancia el pecuario, piscícola y recreativo. No existen bordos ni presas cerca de la zona de estudio por lo que el agua superficial se toma directamente de los cuerpos que la contienen o encausan.

III.5) Estudios oceanográficos.

Con estos estudios podremos llegar a determinar hasta cierto punto la factibilidad, en términos económicos, del proyecto debido a que basándonos en los resultados obtenidos podremos calcular el volumen de material que se necesita dragar para cumplir con los requerimientos de un puerto concentrador.

III.5.1) Batimetría y sedimentos.

La Laguna de Tamiahua es un cuerpo de agua somero, con una profundidad en promedio de 1.5 m, siendo la máxima 3 m. El fondo en la parte occidental presenta una pendiente más suave que la parte oriental donde hay un canal más profundo mantenido por la acción de las mareas y en parte por dragados previos. Lo anterior lo observamos en la figura II.7.

Con lo anterior nos damos cuenta de la necesidad de realizar un dragado de grandes dimensiones, lo cual hace que el proyecto se eleve en costos de construcción.

Se distinguen cinco grupos de sedimentos en función al diámetro de las partículas y su grado de clasificación.

El grupo I compuesto por arenas finas entre bien y moderadamente clasificadas, distribuidas en la parte norte de la laguna, en áreas cercanas a sotavento de la barrera arenosa y a las playas.

El grupo II son arenas finas de transición pobremente clasificadas.

El grupo III, limos pobremente clasificados procedentes de los ríos y esteros del sur, distribuidos en las porciones occidental y austral de la laguna.

El grupo IV conformado por arcilla muy pobremente clasificada que predomina en la parte

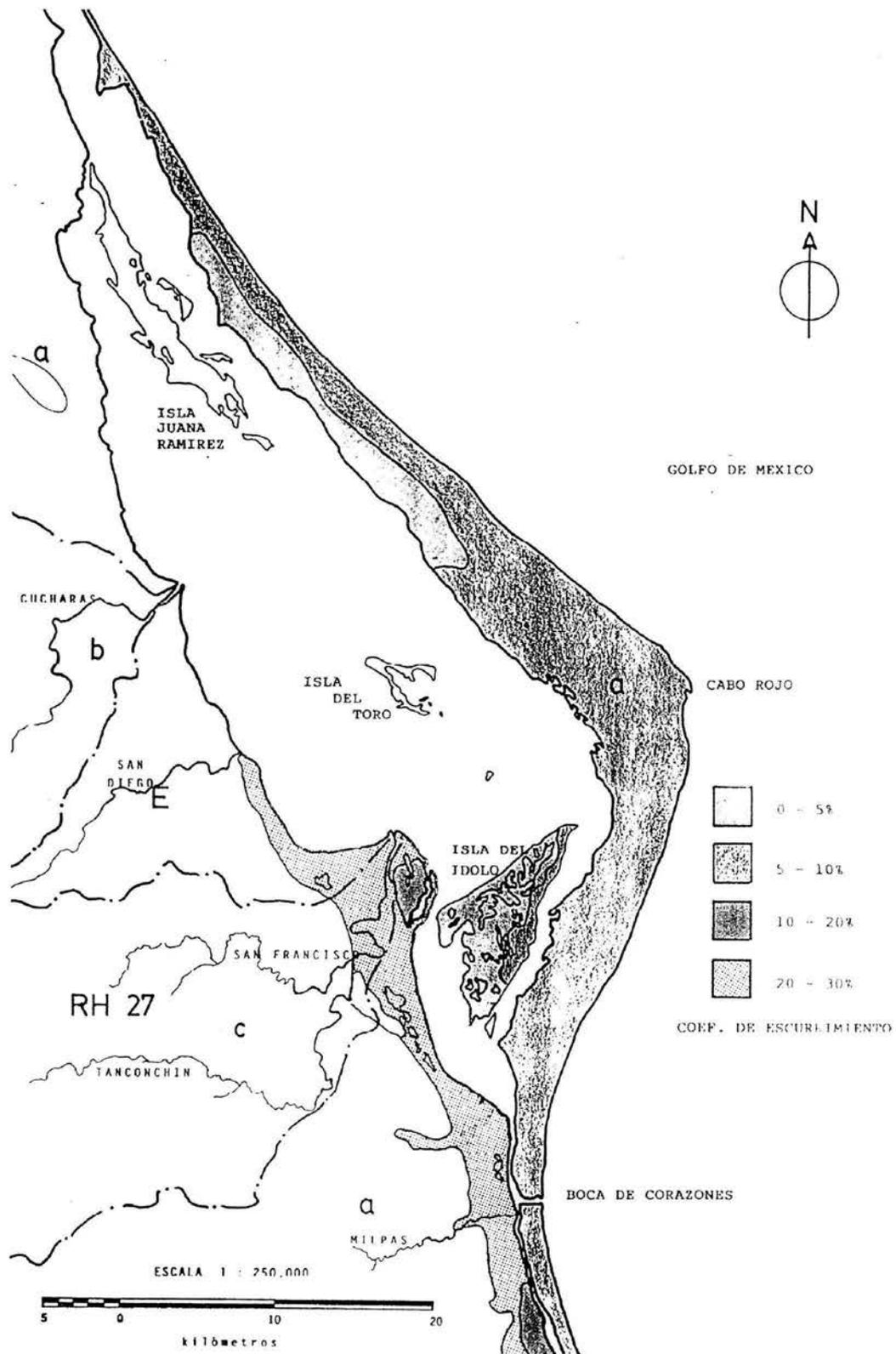


Figura II.6 Hidrología



Figura II.7 Batimetría

subcentral de la laguna.

El grupo V con arcillas pobremente clasificadas en la porción central. Los grupos los vemos gráficamente en la figura II.8.

Referente a sedimentos biogénicos, se reportan 3 biofacies de foraminíferos de origen reciente, característicos de lagunas litorales de salinidad media, comprendiendo 42 géneros y 70 especies. Las biofacies son: de esteros y ríos, lagunar y de golfo abierto. Estas biofacies reflejan las características hidrográficas y ecológicas de área.

Frente a la costa hay una cadena de arrecifes coralinos vivos. A 32 km al noreste de la Boca de Corazones y a 12 km al este franco de Cabo Rojo, en aguas del Golfo de México se encuentra el arrecife de la Isla de Lobos, este arrecife presenta laguna, cresta y taludes.

III.5.2) Ciclo de mareas.

El régimen de mareas que existe en la zona es de tipo diurno, con una amplitud promedio menor a los 50 cm. El prisma de mareas se extiende hacia el interior de la laguna a través de sus dos bocas de comunicación, con una cuña salina que penetra por la Boca de Corazones, hasta la altura de la Isla del Ídolo cuyos canales laterales le sirven de barrera hidráulica impidiendo su avance más adentro de la laguna.

III.5.3) Corrientes.

El principal factor que interviene en la dinámica de las corrientes dentro de la laguna es el viento. La velocidad promedio de las corrientes medidas dentro de la laguna varía entre los 0.03 y los 0.69 m/s, siendo el promedio 0.4 m/s. El rumbo general de las corrientes varía entre los 4°0'0" y los 7°0'0" W. En flujo mareal, la velocidad media es de 0.45 m/s y en el refluo de 0.31 m/s. La circulación de agua en este tipo de lagunas es favorecida en orden de mayor a menor importancia por los vientos, las mareas y el flujo de agua dulce de los ríos.

En la zona costera adyacente al sitio de estudio se destaca un régimen de circulación paralela a la costa y en sentido predominante norte-sur, con una velocidad promedio de 3 m/s. esta circulación ocasiona un transporte litoral neto en dicho sentido.

III.5.4) Salinidad y temperatura promedio del agua.

La salinidad del agua de la laguna tanto en la superficie como en el fondo, indica dos facies: Una polihalina entre 16 y 30° y otra ultrahalina mayor de 30°. La facie ultrahalina se

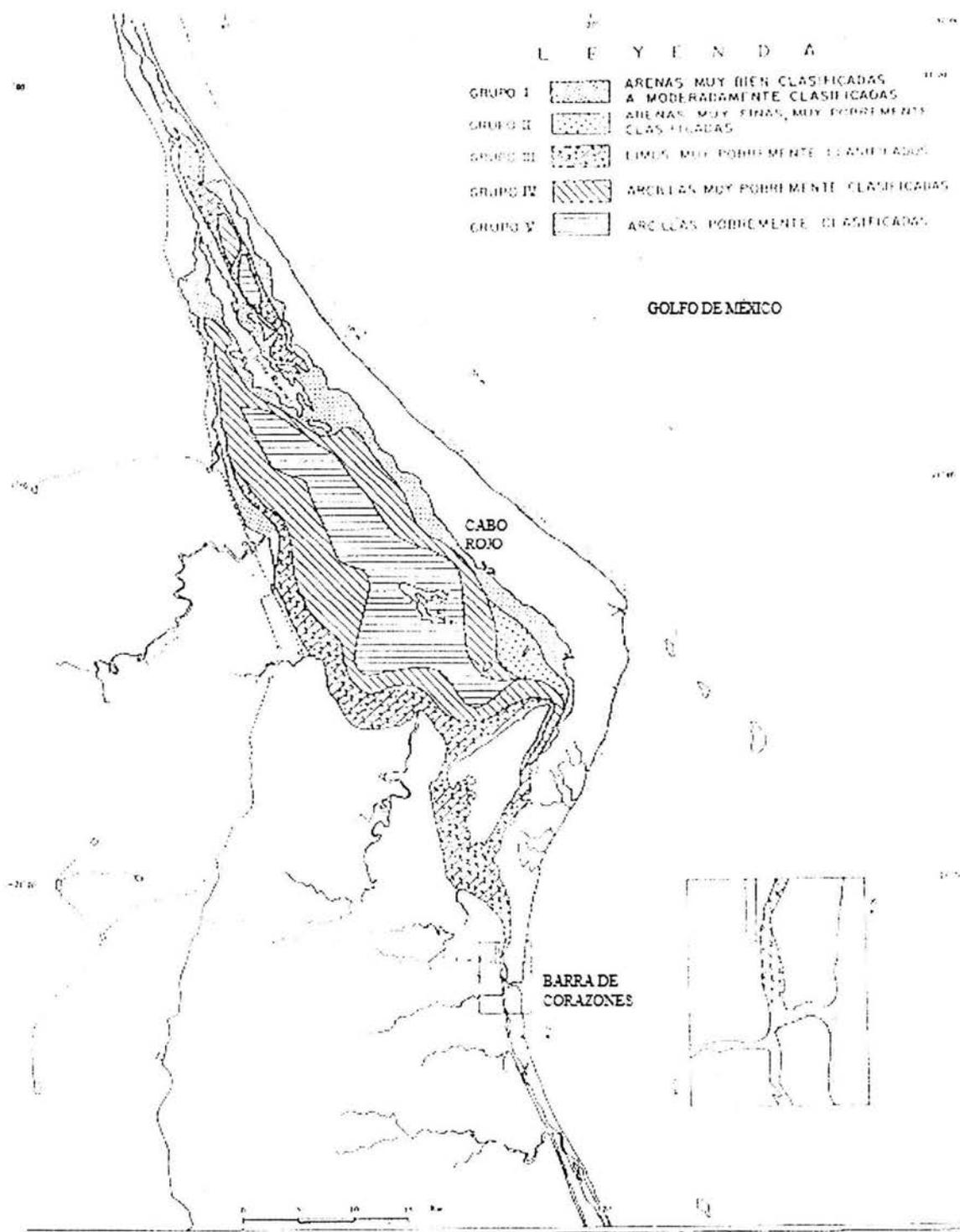


Figura II.8 Sedimentos

encuentra en la porción sur de la Laguna y es ocasionada como se mencionó por la onda mareal que penetra en la Boca de Corazones. La salinidad del resto de la laguna es polihalina. Las salinidades mínima y máxima reportadas en la laguna son de 16 y 37° respectivamente.

La temperatura del agua de la superficie y el fondo de la laguna se comporta en términos generales en forma parecida. En invierno, las temperaturas más bajas se encuentran en la zona somera entre las bocas de los esteros de Cucharas y San Diego, en la zona centro-occidental de la laguna mientras que la más alta se ubica cerca de la Boca de Corazones. En primavera el patrón se invierte encontrándose las temperaturas más altas en el centro de la laguna y las menores cerca de la boca. En verano nuevamente regresa el patrón anterior con temperaturas de 31.5° C cerca de la boca y 30.2° C en la parte inferior. Finalmente en otoño cuando el intervalo de variación de temperaturas es el menor registrado en el ciclo anual, se encuentran 16.8° C como mínimo en la boca y 17.2° C como máximo en el interior de la laguna.

En general se puede afirmar que el factor determinante en la distribución de la salinidad y la temperatura en la laguna es el flujo mareal. Por otra parte los máximos y mínimos varían mucho con la estación del año e incluso pueden variar año con año, dependiendo de las condiciones climáticas de la región. Se ha observado que las condiciones del agua nerítica no influyen en forma dramática en la dinámica física del interior de intercomunicación con el Golfo de México.

Otras variables fisicoquímicas reportadas por la zona en un ciclo anual son: oxígeno disuelto 5 a 8 ml/l, pH de 8.1 a 8.8, amonio de 3.61 a 8.68 $\mu\text{g-at/l}$, fosfatos de 0.84 a 2.01 $\mu\text{g-at/l}$, fósforo total de 1.51 a 3.04 $\mu\text{g-at/l}$ y clorofila a de 0.001 a 20.68 mg/m^3 .

III.6) Estudios de vegetación.

Según Rzedowski el área de estudio se encuentra ubicada en la provincia biótica costa del Golfo de México, región Caribe y reino Neotropical que presenta un clima caliente y húmedo. Los tipos de vegetación más ampliamente distribuidos en la región son el bosque tropical perennifolio (selva alta subperennifolia), encinares (bosque de encino), bosque mesófilo y bosque tropical caducifolio (selva baja caducifolia), así como comunidades de

hidrófilas. Esta provincia es pobre en elementos endémicos.

Las comunidades vegetales terrestres de origen natural que se desarrollan alrededor de la laguna han sido fuertemente afectadas por el desarrollo de actividades agropecuarias quedando actualmente reducido a pequeños manchones de selva alta subperennifolia con disturbio, manglar, vegetación halófila y vegetación de dunas costeras. Dentro de la vegetación inducida por actividades humanas destaca el pastizal cultivado.

El manglar conforma la vegetación dominante alrededor del área de estudio compuesto principalmente por el mangle rojo y el mangle prieto o mangle botoncillo que integran estratos entre los 3 y 4 metros de altura así como vegetación menor de entre 0.4 y 0.8 m que incluye chamizo o saladillo, vidrillo, mangle negro y romerillo.

En menor proporción al norte de la población de Tamiahua, así como en la parte interior de Cabo Rojo se encuentran parches de vegetación halófila.

Finalmente una gran proporción del terreno que rodea al área de estudio se compone de pastizal cultivado integrado principalmente por los pastos estrella mejorada, zacate guinea o privilegio y zacate pangola.

Entre la vegetación de cunas costeras destacan la riñonina, estando además presentes el vidrillo, el frijolillo y el uvero. Se observan además cortinas rompe-vientos de casuarina y cultivo cocotero. Otras especies presentes en la barrera de Cabo Rojo según Britton y Morton son *croton punctatus*, *ipomea stolinifera*, *eleocharis albida*, *fimbristylis castanea*, los pastos *paspalum distichum* y *sporobolus virginicus*.

No se reportan especies vegetales endémicas en la región, tampoco existen especies que conforme a los criterios ecológicos sean consideradas amenazadas o en peligro de extinción.

III.7) Estudios de fauna.

Entre la fauna acuática y la relacionada con el medio acuático se distinguen los siguientes grupos:

- Moluscos. Destaca la presencia del ostión *crassostrea virginica*, principal producto pesquero de la zona, reportándose además otras 54 especies entre las que se

encuentran los gastrópodos *acteocina canaliculata*, *littoridina shpinctostoma*, *nassarius acutus*, *odostomia impressa* y 16 bivalvos como *rancia flexuosa* y *mulinia laterales* y *macoma tenta* entre otras.

- Crustáceos. A este grupo pertenece el segundo recurso pesquero de la zona, el camarón blanco del Golfo de México *penaeus setiferus* y la jaiba azul, como principales representantes de la clase.
- Peces. Se reportan 120 especies de ictiofauna entre las que destacan la lisa *mugil cephalus* y la lebrancha *mugil curema*, el robalo, los sargos, la trucha blanca, el huachinango y el pargo.

En estudios de ictioplancton realizados dentro de la Laguna de Tamiahua se reportan larvas de especies eurihalinas como la anchoa rayada, las mojarras, los gobios, las sardinas, el lenguado, los peces pipa, los sargos, el chupapiedras, el pajarito y el zapatero. Entre las larvas de especies estenohalinas encontradas, destacan el ronco y la trucha pinta.

- Aves. Entre las especies más importantes destacan el chorlito melódico, el zarapito americano y el playero, la gaviota, el garzón blanco y la garza tigre mexicana, el pelícano blanco.
- Mamíferos. Comúnmente entran a la zona de canales de intercomunicación entre la Laguna de Tamiahua y el Golfo de México algunas toninas, aunque es muy raro que incursionen mas allá de la Isla del Ídolo, debido a los bajos fondos que se encuentran en esa zona. No se reportan otros mamíferos acuáticos.
- Zooplancton. Muestreos de zooplancton indican la presencia de los copépodos, además se reportan larvas nauplius, zoeas y mycis de crustáceos decápodos y larvas veliger y trocófora de moluscos.

III.8) Estudio de Impacto Ambiental.

Se han realizado estudios de impacto ambiental en la zona de estudio, para verificar la factibilidad de obras marítimas portuarias pesqueras, los cuales arrojaron los siguientes resultados:

Los impactos negativos son por lo general de duración temporal, casi en su totalidad reversibles siendo los más severos de ellos de tipo potencial y no obligado, enfocados a algunas zonas restringidas y con muy pocos efectos acumulativos.

Los impactos positivos son todos permanentes, la mayoría directos y de efecto disperso en toda el área de influencia del proyecto y muchos de ellos de tipo acumulativo.

Las medidas de prevención que aplican para impactos de tipo potencial evitarán totalmente la incidencia de los mismos, específicamente los que causarían el derrame de combustible y/o lubricantes que además son los más negativos.

Las medidas de mitigación y correctivas que aplican para impactos inevitables como la disposición de productos del dragado, disminuirán los efectos negativos de los mismos a valores más tolerables, siempre y cuando sean implementadas apropiada y oportunamente.

Las medidas de compensación que implican la restauración de las zonas afectadas por las actividades del proyecto son suficientes para asegurar la rápida recuperación de los medios afectados.

Además de los estudios expuestos, los cuales dependen de la factibilidad del proyecto, se deben realizar los siguientes estudios:

- Estudio de hidrodinámica costera. Define los patrones o celdas de circulación del oleaje durante las 4 estaciones del año en un periodo mínimo de un año. Nos sirve para determinar la refracción y la difracción del oleaje.
- Transporte de litoral. Nos define los volúmenes y la dirección del arrastre de sedimentos en una costa en las 4 estaciones del año en un periodo mínimo de un año. Nos sirve para determinar la situación que se presentará en cuanto a la construcción de obras y cómo afectarán a la acumulación de sedimentos y en qué zonas de la costa.
- Cálculo de la altura de ola de diseño. Este estudio nos determina como su nombre lo dice la altura de la ola más desfavorable que se puede llegar a presentar. Nos sirve para poder diseñar diferentes tipos de estructuras, como escolleras, rompeolas y espigones.
- Proyecto ejecutivo de rompeolas. Basándonos en los estudios anteriores, podemos

determinar la mejor solución o el mejor diseño para construir el rompeolas.

- Estudios de operatividad del puerto. Este estudio simula la manera en que funcionará el puerto, se basa en el método de Monte Carlo. Nos sirve para revisar si las instalaciones e infraestructura propuestas son las adecuadas, en cuanto a cantidades y dimensiones.
- Estudios de los procesos constructivos de los rompeolas. Nos define los distintos métodos que se podrían utilizar para la construcción de los rompeolas, dependiendo de la zona en donde se encuentre la obra y de las características del lugar.
- Localización de bancos de material para piedra de rompeolas. Este estudio define los bancos de materiales existentes cerca de la zona para ser explotados en beneficio de la región, pero si no se encuentra un lugar cercano o factible desde el punto de vista económico, determinar el tipo de elemento a utilizar para la construcción del rompeolas.

Capítulo III

Dimensionamiento del Puerto

En este capítulo se desarrollarán y se obtendrán las áreas necesarias para poder captar la mayor cantidad de carga posible, ya que los puertos concentradores deben de contar con las características físicas que les permitan estar en posibilidades de recibir los buques de mayor porte que en la actualidad navegan por los mares del mundo, las dimensiones de estos barcos están alrededor de los siguientes valores:

Características del barco tipo:

- Eslora 400 m
- Manga 70 m
- Calado 16 m

Lo anterior obliga a que las dimensiones del puerto sean las adecuadas para su recepción, para las dimensiones mencionadas tenemos:

III.1) Dimensionamiento de la Bocana y Canal de Acceso.

Considerando la técnica europea de dimensionamiento portuario y suponiendo un acceso de doble circulación, el ancho de la bocana está definido por la siguiente expresión:

$$\text{Ancho de Bocana} = 8 \text{ veces la manga del buque tipo}$$

En nuestro caso el ancho de la Bocana sería igual a:

$$\text{Ancho de Bocana} = 8 * (70 \text{ m}) = 560 \text{ m}$$

Con respecto al canal de acceso es necesario el cálculo de su longitud, ancho y profundidad:

La longitud del canal de acceso está compuesta por la sumatoria de dos parámetros:

$$L_{ca} = \text{Longitud exterior} + \text{Distancia de parada}$$

La longitud exterior depende de la pendiente natural del fondo marino mientras que la distancia de parada para velocidades del barco inferiores a 5 nudos es en general igual a 5 veces la eslora del barco tipo a partir de que la popa del barco alcanza la zona de calma en el canal de acceso. De acuerdo con esto tenemos que:

La distancia de parada del canal de acceso, considerando que la velocidad del barco es inferior a 5 nudos:

$$\text{Distancia de parada} = 5 E = 5 * 400 = 2,000 \text{ m}$$

En la figura III.1 podemos observar lo mencionado.

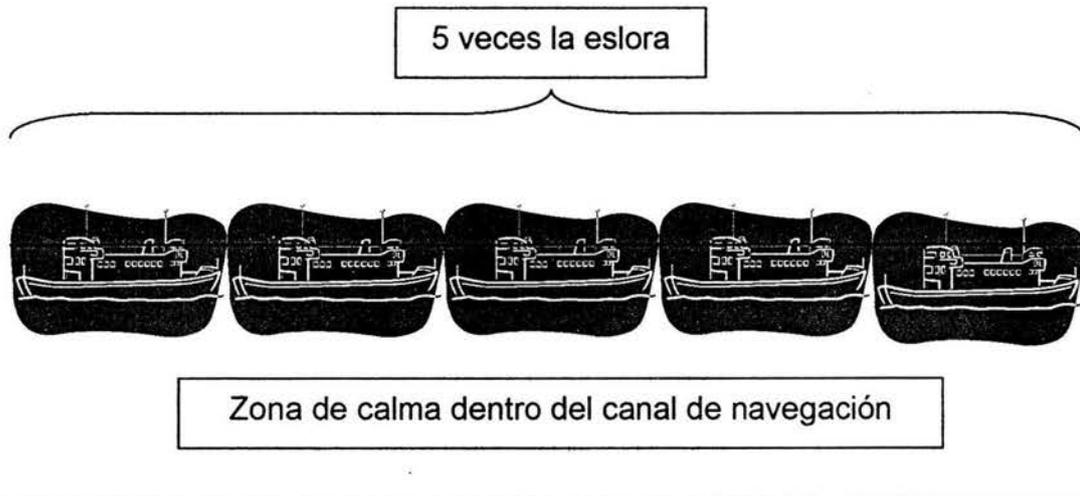


Figura III.1 Distancia de parada

El ancho del canal de acceso recomendado por PIANC para dos vías con cruce de embarcaciones está definido por la siguiente expresión:

$$B = Tr + 2N + 2 \sum_{i=1}^n ni + Lf + Tr$$

Donde:

B = Ancho de canal.

Tr = Ancho de la franja de resguardo.

N = Ancho por la vía de maniobra (depende del control del barco).

ni = Sobreanchos de maniobra.

Lf = Franja libre de maniobra en doble vía.

El ancho de la vía por maniobra (N) considerando una controlabilidad del barco regular es igual a:

$$N = 1.5 M$$

Donde M es la manga del buque de diseño.

Lo anterior nos lleva a que en nuestro caso tenemos:

$$N = 1.5 (70 \text{ m}) = 105 \text{ m}$$

Los sobreeanchos de maniobra considerando un canal interior (protegido) y bajo ciertas condiciones se obtienen como se indica en el cuadro III.1.

Condición	Fórmula	Resultado
Velocidad del barco (entre 5 y 8 nudos).	0.0 M	(0.0)(70)= 0 m
Viento dominante de través (de 33 a 48 nudos) con velocidad del buque lenta.	1.0 M	(1.0)(70)= 70 m
Corriente transversal dominante (de 0.5 a 1.5 nudos) con velocidad del buque lenta.	0.8 M	(0.8)(70)= 56 m
Corriente longitudinal dominante débil.	0.0 M	(0.0)(70)= 0 m
Altura de cresta del oleaje.	No aplica	No aplica
Ayudas a la navegación excelentes.	0.0 M	(0.0)(70)= 0 m
Superficie de fondo (con profundidad <1.5 calado del barco tipo) movable.	0.1 M	(0.1)(70)= 7 m
Profundidad del canal (=1.30 del calado del barco tipo).	0.2 M	(0.2)(70)= 14 m
Nivel de riesgo de la carga (medio).	0.4 M	(0.4)(70)= 28 m

Cuadro III.1 Condiciones de sobreeanchos de maniobra

Por lo tanto:

$$\sum_{i=1}^n ni = 70+56+7+14+28= 175 \text{ m}$$

La franja de resguardo del talud considerando las orillas del canal con pendiente y profundas, una velocidad del barco lenta y que el canal sea interior (protegido), está dada por la siguiente expresión:

$$Tr = 0.3 M = 0.3 (70) = 21 \text{ m}$$

Por último la franja libre de maniobra en doble vía, bajo las mismas condiciones expresadas es igual a:

$$Lf = 1.0 M = 70 \text{ m}$$

Por lo tanto el ancho del canal de navegación es igual a:

$$B = 21+2(105)+2(175)+70+21= 672 \text{ m}$$

Como existe diferencia entre el ancho de la bocana y el del canal de acceso se uniformizan a la más desfavorable, por lo tanto se toma el ancho del canal de navegación.

La profundidad del canal de acceso depende de los factores que se indican en la figura III.2

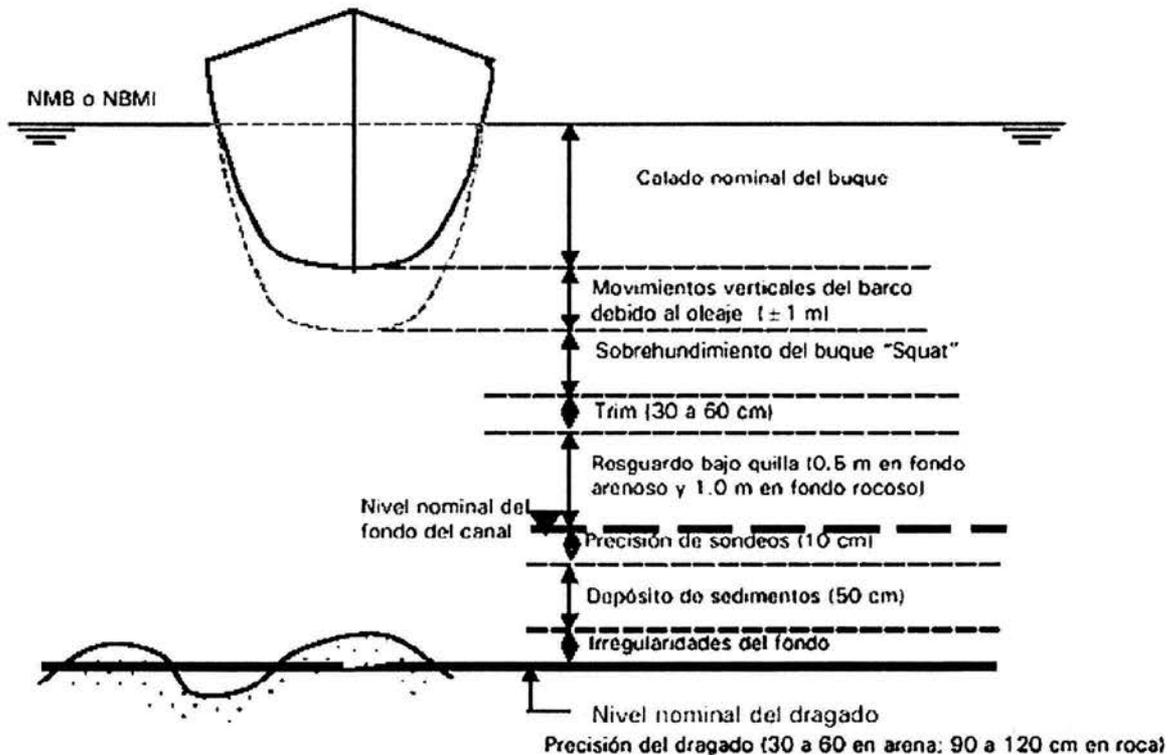


Figura III.2 Factores para determinar la profundidad del canal

Con base a los factores mencionados en la figura III.2 tenemos:

Cálculo de la profundidad del canal de acceso:

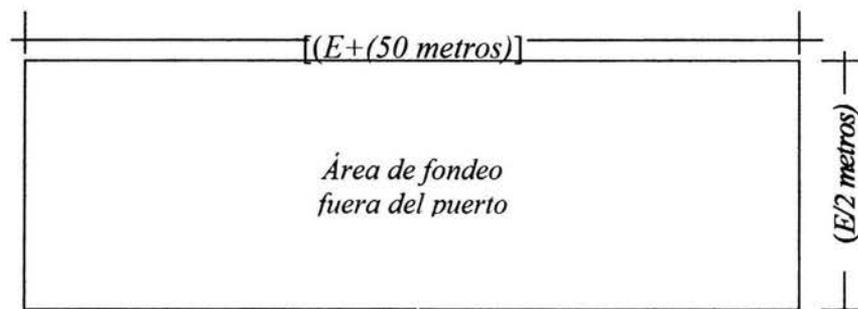
- Calado nominal 14.5 m
- Movimiento vertical del barco debido al oleaje 1.0 m
- Sobrehundimiento del buque por squat 1.0 m
- Trim (diferencia de calados entre proa y popa) 0.6 m
- Resguardo bajo quilla 0.5 m
- Precisión de sondeos 0.1 m
- Depósito de sedimentos 0.5 m
- Irregularidades del fondo 0.6 m

Profundidad total: 18.80 m

III.2) Dimensionamiento de antepuerto y fondeadero.

El área de fondeo fuera del puerto con el uso de dos boyas (una en proa y otra en popa) está definida por la siguiente expresión que indica la magnitud del largo del rectángulo por su ancho:

$$A = [(E + 50\text{metros})] * [(E / 2)]$$



Conforme a lo anterior en nuestro caso requeriremos la siguiente área de fondeo fuera de puerto:

$$A = [400+50]*[400/2]= 450*200= 90,000 \text{ m}^2$$

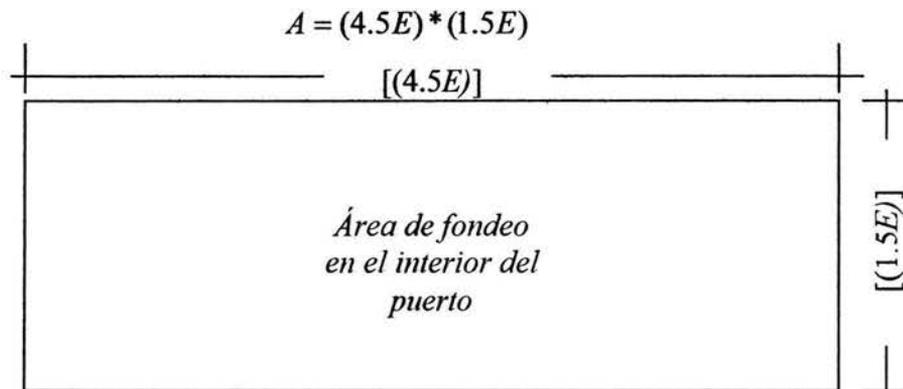
En caso de fondeo exterior, bajo condiciones de tormenta (con vientos máximos de 108 km/h), a base de ancla y cadena, se recomienda que el radio del círculo de fondeo se apegue a la siguiente expresión:

$$R = E + 4d + 145 \text{ m}$$

Suponiendo una profundidad de 25 m tendríamos que:

$$R = 400 + (4 \cdot 25) + 145 = 645 \text{ m}$$

El área de fondeo dentro del puerto con el uso de dos boyas (una en proa y otra en popa) está definida por la siguiente expresión que indica la magnitud del largo del rectángulo por su ancho:



Conforme a lo anterior en nuestro caso requeriremos la siguiente área de fondeo en el interior del puerto:

$$A = [4.5 \cdot 400] \cdot [1.5 \cdot 400] = 1800 \cdot 600 = 1'080,000 \text{ m}^2$$

III.3) Dimensionamiento de dársenas.

Las dársenas son áreas marítimas o de agua dentro del puerto que tienen por función la maniobra de las embarcaciones o dar servicio a las mismas.

III.3.1) Dársena de ciaboga.

El diámetro de la dársena de ciaboga que requiere ayuda de remolcadores, se define por la siguiente expresión:

$$D = 2E$$

Conforme a lo anterior en nuestro caso requerimos el siguiente diámetro de dársena de maniobra:

$$D = 2 \cdot 400 = 800 \text{ m}$$

III.3.2) Dársena de maniobra.

El diámetro del círculo de maniobras con el uso de remolcadores, se define con la siguiente expresión:

$$D = 2E$$

Conforme a lo anterior en nuestro caso requerimos el siguiente diámetro:

$$D = 2 \cdot 400 = 800 \text{ m}$$

III.3.3) Dársena de servicios.

Son las áreas contiguas a los muelles para permitir reparaciones a flote y están en función de las dimensiones del buque así como del tipo de anclaje. Existen 2 clasificaciones que a continuación se muestran.

- Dársenas de servicios normales al canal.

Existen 4 tipos dentro de esta clasificación.

- ❖ Dársena de servicio con atraques de un solo lado.

El área de la dársena de servicio se obtiene con la siguiente expresión:

$$A = W * L$$

$$W = 5M$$

$$L = 2E$$

Donde:

W es el ancho de la dársena de servicio y con el criterio U. S. Navy Exxon el valor va de 4 a 5 m.

L es la longitud de la dársena de servicio y su valor es de 2 veces la eslora, según el criterio U. S. Navy Exxon.

Conforme a lo anterior, en nuestro caso requerimos de la siguiente área:

$$A = [5 * 70][2 * 400] = 350 * 800 = 280,000 \text{ m}^2$$

- ❖ Dársena de servicio con atraque restringido de un solo lado.

Para obtener el área requerida, se tiene la siguiente expresión:

$$A = W * L$$

Donde:

W va de 1.2 a 1.5E

L va de 1.0 a 1.1E, ambos según el criterio OCDI Japón

La representación gráfica de éstas variables las podemos observar en la figura III.3

Conforme a lo anterior, en nuestro caso requerimos de la siguiente área:

$$A = [1.5 * 400][1.1 * 400] = 600 * 440 = 264,000 \text{ m}^2$$

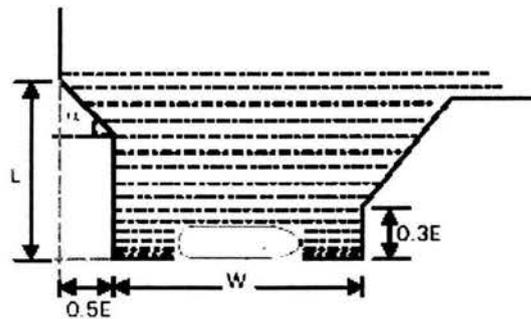


Figura III.3 Dársena de servicio con atraque restringido de un solo lado

❖ Dársena de servicio con atraques de ambos lados.

Para obtener el área requerida, se tiene la siguiente expresión:

$$A = W * L$$

Donde:

W va de 4 a 5M

L es de 2M, ambos según el criterio U. S. Navy Exxon.

En la figura III.4 podemos observar de manera gráfica el significado de ambas variables.

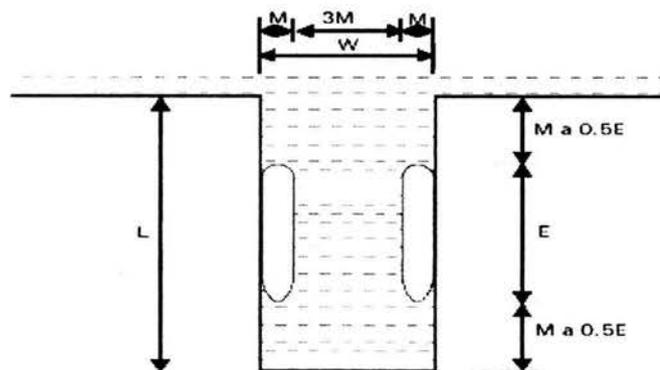


Figura III.4 Dársena de servicio con atraques de ambos lados

L va de 1.8 a 2.0E, ambos según OCDI con viento y/o corriente en contra.

Ambas variables las podemos observar en la figura III.6

Conforme a lo anterior, en nuestro caso requerimos de la siguiente área:

$$A = [0.5 * 400][2 * 400] = 200 * 800 = 160,000 \text{ m}^2$$

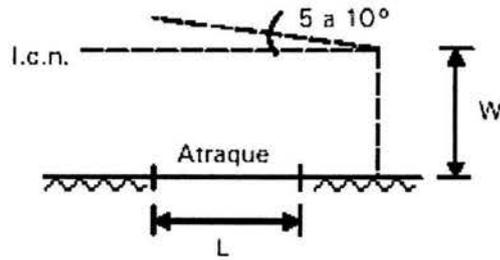


Figura III.6 Dársena de servicio con atraque por estribor

❖ Dársena de servicio con atraque por babor.

Para obtener el área requerida, se tiene la siguiente expresión:

$$A = W * L$$

Donde:

W es 0.5E

L va de 1.3 a 1.4E, ambos según OCDI con viento y/o corriente en contra.

Ambas variables se observan de manera gráfica en la figura III.7

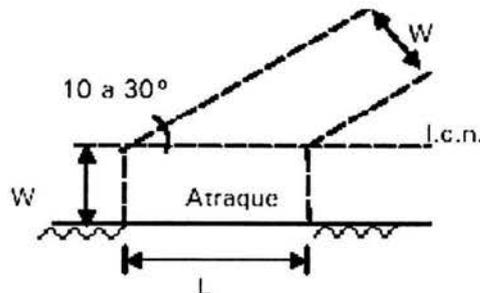


Figura III.7 Dársena de servicio con atraque por babor

Conforme a lo anterior, en nuestro caso requerimos de la siguiente área:

$$A = [0.5 * 400][1.4 * 400] = 200 * 560 = 112,000 \text{ m}^2$$

❖ Dársena de servicio con desatraque de popa.

Para obtener el área requerida, se tiene la siguiente expresión:

$$A = W * L$$

Donde:

W va de 5 a 6M

L va de 1.8 a 2.0M, ambos según OCDI en calma o utilizando remolcador con viento y/o corriente en contra.

Las variables que forman la expresión anterior se pueden observar gráficamente en la figura III.8

Conforme a lo anterior, en nuestro caso requerimos de la siguiente área:

$$A = [6 * 400][2 * 400] = 2,400 * 800 = 1'920,000 \text{ m}^2$$

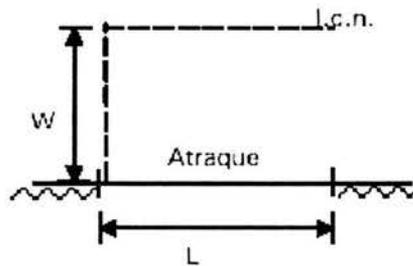


Figura III.8 Dársena de servicio con desatraque de popa

III.4) Determinación de las posiciones de atraque.

Con base a los estudios realizados por la Secretaría de Marina junto con otras dependencias en proyectos similares a éste, se contempla la construcción de las siguientes obras:

- Construcción de 3 posiciones de atraque para PEMEX.
- Construcción de 5 posiciones de atraque para la Armada de México.
- Construcción de 4 posiciones de atraque para carga contenerizada.
- Construcción de 1 posición de atraque para carga de granel mineral.
- Construcción de 1 posición de atraque para carga de granel agrícola.
- Construcción de 3 posiciones de atraque para petroquímica.
- Construcción de 1 posición de atraque para Ro Ro.
- Construcción de 8 posiciones de atraque para cabotaje.

Al igual que los puertos, también existen embarcaciones de cabotaje y de altura, las primeras son de dimensiones mucho menores que las de altura y su navegación es exclusiva entre puntos o puertos nacionales, a diferencia que las de altura que también su navegación contempla puertos internacionales.

El número de posiciones de atraque se determinaron apoyadas en lo siguiente:

III.4.1) Posiciones de atraque para PEMEX.

En el año 2002 la distribución de crudo promedió 3 millones 163 mil barriles diarios, de los cuales 1 millón 716 mil barriles fueron entregados a PMI Comercio Internacional en las terminales de exportación.

Por otro lado, podemos observar en los cuadros III. 2 al III.7 el arribo nacional de buques por tipo de carga en distintos años en el Golfo de México y Caribe, con lo que haciendo un promedio tenemos que 1,923 buques fueron destinados a petróleo y derivados.

Los datos anteriores nos ayudan a calcular las posiciones de atraque necesarias para nuestro puerto, de la siguiente forma:

$$\text{Buques diarios} = 1,923 / 365 = 6 \text{ unidades diarias}$$

Por lo tanto se propone tomar el 40% de la cantidad anterior, lo cual nos da 3 posiciones de atraque para PEMEX.

PUERTO	GENERAL	GRANEL		FLÚIDOS
		AGRÍCOLA	MINERAL	PETRÓLEO Y DERIVADOS
GOLFO Y CARIBE	1,147	313	307	1048
Altamira, Tamps.	127	1	2	56
Tampico, Tamps.	425	92	160	53
Veracruz, Ver.	385	58	35	38
Coatzacoalcos, Ver.	44	52	17	66
Dos Bocas, Tab.	-	-	-	159
Cayo Arcas, Camp.	-	-	-	270
Progreso, Yuc.	97	110	-	-
Isla Mujeres, Q. Roo	6	-	-	-
Cozumel, Q. Roo	8	-	-	-
Punta Tulum, Q. Roo	-	-	43	-
Puerto Morelos, Q. Roo	55	-	-	-
Pajaritos, Ver.	-	-	50	406

Fuente: Anuario Estadístico SCT 1990

Cuadro III.2 Arribo Nacional de Buques por tipo de carga 1990

III.4.2) Posiciones de atraque para la Armada de México.

El número de posiciones de atraque en cuanto a la Armada se obtuvo tomando en cuenta la flota del Golfo de México, la cual cuenta con 12 embarcaciones con distintas dimensiones, por lo que se propone tomar el 40% para determinar el número de posiciones de atraque, por lo que serían 5 posiciones de atraque con una longitud o eslora de 100 m cada una.

PUERTO	GENERAL	GRANEL		FLUÍDOS
		AGRÍCOLA	MINERAL	PETRÓLEO Y DERIVADOS
GOLFO Y CARIBE	1,792	285	304	1,373
Altamira, Tamps.	225	-	-	130
Tampico, Tamps.	429	42	142	45
Tuxpan, Ver.	140	19	-	76
Veracruz, Ver.	653	81	26	55
Coatzacoalcos, Ver.	90	29	6	88
Pajaritos, Ver.	2	-	50	454
Dos Bocas, Tab.	9	-	-	223
Frontera, Tab.	12	-	-	-
Cd del Carmen, Camp.	34	-	-	-
Campeche	-	-	-	302
Cayo Arcas, Camp.	-	-	-	-
Progreso, Yuc.	132	114	3	-
Cozumel, Q. Roo	7	-	-	-
Punta Venado, Q. Roo	-	-	77	-
Puerto Morelos, Q. Roo	59	-	-	-

Fuente: Anuario Estadístico SCT 1992

Cuadro III.3 Arribo Nacional de Buques por tipo de carga 1992

III.4.3) Posiciones de atraque para carga contenerizada.

Haciendo referencia a los cuadros III.2 al III.7 de arribo de buques por tipo de carga de distintos años, en donde el promedio de buques de carga en general fue de 2,456 unidades, tomando en cuenta la contenerizada y carga suelta en el Golfo de México y Caribe, por lo que podemos determinar el número de posiciones de atraque necesarias.

$$\text{Buques diarios} = 2,456 / 365 = 8 \text{ unidades}$$

Por lo que se propone tomar el 40% de las unidades diarias, para así obtener el número de posiciones de atraque, el cual es de 4.

III.4.4) Posiciones de atraque para carga de granel mineral.

En los años mencionados en los cuadros del III.2 al III.7 arribaron a los puertos del Golfo de México y Caribe un promedio de 483 buques con carga mineral, con lo que podemos

PUERTO	GENERAL	GRANEL		FLÚIDOS
		AGRÍCOLA	MINERAL	PETRÓLEO Y DERIVADOS
GOLFO Y CARIBE	2,304	400	410	1342
Altamira, Tamps.	327	-	-	-
Tampico, Tamps.	609	71	233	48
Tuxpan, Ver.	58	15	-	72
Veracruz, Ver.	896	199	70	-
Coatzacoalcos, Ver.	42	32	22	-
Pajaritos, Ver.	1	-	83	505
Dos Bocas, Tab.	-	-	-	305
Frontera, Tab.	-	-	-	-
Cd del Carmen, Camp.	21	-	-	-
Campeche	-	-	-	-
Cayo Arcas, Camp.	5	-	-	412
Progreso, Yuc.	183	83	2	-
Cozumel, Q. Roo	-	-	-	-
Punta Venado, Q. Roo	106	-	-	-
Puerto Morelos, Q. Roo	56	-	-	-

Fuente: Anuario Estadístico SCT 1996

Cuadro III.4 Arribo Nacional de Buques por tipo de carga 1996

PUERTO	GENERAL		GRANEL		FLÚIDOS
	SUELTA	CONTENERIZADA	AGRÍCOLA	MINERAL	PETRÓLEO Y DERIVADOS
GOLFO Y CARIBE	1,248	1,741	409	594	2,554
Altamira, Tamps.	11	380	11	50	-
Tampico, Tamps.	367	233	14	216	302
Tuxpan, Ver.	89	-	42	10	297
Veracruz, Ver.	489	694	218	85	51
Coatzacoalcos, Ver.	94	10	29	67	-
Pajaritos, Ver.	28	-	-	55	899
Cayo Arcas, Camp.	-	-	-	-	469
Lerma, Camp.	14	-	8	-	135
Progreso, Yuc.	52	373	87	-	379
Puerto Morelos, Q.Roo.	2	51	-	-	-
Cozumel, Q.Roo	-	-	-	-	22
Punta Venado, Q.Roo	2	-	-	111	-

Fuente: Anuario Estadístico SCT 1999

Cuadro III.5 Arribo Nacional de Buques por tipo de carga 1999

calcular el número de posiciones de atraque necesarias, tomando el 50% de los buques diarios.

$$\text{Buques diarios} = 483 / 365 = 2 \text{ unidades}$$

Por lo que se requiere de 1 posición de atraque.

III.4.5) Posiciones de atraque para carga de granel agrícola.

Como se puede observar en los cuadros III.2 al III.7, arribaron a los puertos del Golfo de México y Caribe un promedio de 385 buques con carga agrícola, por lo que el número de posiciones de atraque queda de la siguiente forma:

$$\text{Posiciones de atraque} = 385 / 365 = 1 \text{ posición}$$

III.4.6) Posiciones de atraque para petroquímica.

De acuerdo a las prospectivas de requerimientos de hidrocarburos a nivel mundial y a las posibilidades de suministro de gasolina a países en Centroamérica como Honduras, así como las importaciones y exportaciones de distintas empresas que se dedican a la producción de este tipo de mercancías, es necesario prever el número de posiciones de

PUERTO	GENERAL		GRANEL		FLUÍDOS
	SUELTA	CONTENERIZADA	AGRÍCOLA	MINERAL	PETRÓLEO Y DERIVADOS
GOLFO Y CARIBE	1,510	1,786	425	683	2,674
Altamira, Tamps.	151	417	16	83	-
Tampico, Tamps.	390	226	13	226	268
Tuxpan, Ver.	70	-	41	13	306
Veracruz, Ver.	552	677	214	88	37
Coatzacoalcos, Ver.	21	-	35	83	-
Pajaritos, Ver.	21	-	-	69	934
Dos Bocas, Tab.	25	-	-	2	303
Frontera, Tab.	62	-	-	-	-
Cayo Arcas, Camp.	-	-	-	-	512
Cd del Carmen, Camp.	135	-	-	-	18
Lerma, Camp.	3	-	16	-	77
Progreso, Yuc.	68	414	89	-	204
Puerto Morelos, Q.Roo.	13	52	-	-	-
Cozumel, Q.Roo	-	-	-	-	15
Punta Venado, Q.Roo	-	-	1	119	-

Fuente: Anuario Estadístico SCT 2000

Cuadro III.6 Arribo Nacional de Buques por tipo de carga 2000

atraque necesarias para satisfacer la demanda de éstas, por lo que tomaremos como base la determinación de petróleo crudo.

En los cuadros III.2 al III.7 observamos que en el Golfo de México y Caribe arribó un

PUERTO	GENERAL		GRANEL		FLUÍDOS		TOTAL
	SUELTA	CONTENERIZADA	AGRÍCOLA	MINERAL	PETRÓLEO Y DERIVADOS	OTROS	
PACÍFICO	888	957	81	2,918	1,466	48	6,358
Rosarito, B.C.	-	-	-	-	115	-	115
El Sauzal, B.C.	3	-	-	98	2	-	103
Ensenada, B.C.	165	123	-	322	-	-	610
Isla de Cedros, B.C.S.	-	-	-	994	-	-	994
Guerrero Negro, B.C.S.	-	-	-	871	-	-	871
San Carlos, B.C.S.	60	-	-	-	8	-	68
Pichilingue, B.C.S.	39	-	-	-	-	-	39
La Paz, B.C.S.	-	-	-	88	76	-	164
San Juan de la Costa, B.C.S.	-	-	-	18	-	-	18
Isla de San Marcos, B.C.S.	-	-	-	71	-	-	71
Punta Sta. María, B.C.S.	-	-	-	27	-	-	27
Santa Rosalia, B.C.S.	-	-	-	-	37	-	37
Guaymas, Son.	12	-	22	28	194	32	288
Topolobampo, Sin.	16	-	13	100	148	-	277
Mazatlán, Sin.	209	102	-	-	90	-	401
Manzanillo, Col.	266	704	26	128	128	10	1,262
Lazaro Cárdenas, Mich.	81	-	20	168	115	6	390
Acapulco, Gro.	33	-	-	-	59	-	92
Salina Cruz, Oax.	4	28	-	5	494	-	531
Puerto Madero, Chis.	-	-	-	-	-	-	-
GOLFO Y CARIBE	1,434	1,776	476	605	2,549	758	7,598
Altamira, Tamps.	110	499	39	70	-	363	1,081
Tampico, Tamps.	398	118	28	175	228	6	953
Tuxpan, Ver.	49	-	40	2	313	47	451
Veracruz, Ver.	587	662	221	102	17	117	1,706
Coatzacoalcos, Ver.	76	-	43	55	-	135	309
Pajaritos, Ver.	13	-	-	65	677	83	838
Dos Bocas, Tab.	16	-	-	-	367	-	383
Frontera, Tab.	21	-	-	-	-	-	21
Cayo Arcas, Camp.	-	-	-	-	570	-	570
Cd. Del Carmen, Camp.	128	-	-	-	10	-	138
Seybaplaya, Camp.	5	-	11	-	-	-	16
Lerma, Camp.	-	-	-	-	123	-	123
Progreso, Yuc.	23	443	92	4	244	7	813
Puerto Morelos, Q.Roo.	8	54	-	-	-	-	62
Cozumel, Q.Roo	-	-	-	-	-	-	-
Punta Venado, Q.Roo	-	-	2	132	-	-	134
TOTAL	2,322	2,733	557	3,523	4,015	806	13,956

Fuente: Anuario Estadístico SCT 2001

Cuadro III.7 Arribo Nacional de Buques por tipo de carga 2001

promedio de 1,923 buques destinados a petróleo y derivados. Los datos anteriores nos ayudan a calcular las posiciones de atraque necesarias para nuestro puerto, de la siguiente forma:

$$\text{Buques diarios} = 1,923 / 365 = 6 \text{ unidades diarias}$$

Por lo tanto se propone contemplar el 40% de la cantidad anterior, el cual es de 3 posiciones de atraque para petroquímica.

III.4.7) Posiciones de atraque para Ro Ro.

Para determinar el número de posiciones de atraque de este tipo de embarcaciones tomaré de referencia los datos de exportación e importación de vehículos automotores expuestos en el Anuario Estadístico de la SCT del 2001, el cual muestra que en el 2001 la importación de vehículos en el Golfo de México fue de 196,943 unidades y en cuanto a la exportación fue de 208,044 unidades, lo cual nos da un total de 404,987 unidades manejadas en el Golfo de México. Con lo anterior podemos calcular el número de embarcaciones diarias y con esto el número de posiciones de atraque. Si se movieron 404,987 unidades con un peso aproximado de 2.2 ton cada una, tenemos que se movieron 897,582.36 ton, y en el cuadro III.8 podemos observar las características de este tipo de embarcaciones.

Tomando el buque con mayor tonelaje de desplazamiento, tenemos que durante el año entraron 10.26 embarcaciones, lo cual nos indica que solo se requiere de una posición de atraque de este tipo de embarcación.

III.4.8) Posiciones de atraque para cabotaje.

En cuanto a las posiciones para cabotaje, en los años manejados en los cuadros III.2 al III.7 ingresaron a los puertos del Golfo de México y Caribe un promedio de 4,000 buques de cabotaje, por lo que las posiciones de atraque se determinaron de la siguiente manera:

$$\text{Buques diarios} = 4,000 / 365 = 11 \text{ buques}$$

Por lo que se propone tomar el 75% del número de buques, el cual es de 8 posiciones de atraque.

III.5) Dimensionamiento de las posiciones de atraque.

El dimensionamiento de las posiciones de atraque nos dará el área necesaria para la construcción del puerto y con ésta podremos determinar la factibilidad en este aspecto de la existencia del puerto.

III.5.1) Posición de atraque para fluidos.

Dentro de esta posición de atraque entran las posiciones de atraque de PEMEX y las posiciones designadas para petroquímica.

Para determinar la dimensión de la posición de atraque, se utilizan las siguientes expresiones:

$$A. P. A. = T1 + T2 + T3 + T4 + T5$$

$$L. P. A. = L \times 1.5$$

$$L = E + 2 (da); da = 0.5 M \tan 30^\circ$$

$$S. P. A. = A. P. A. \times L. P. A.$$

Donde:

T1 = Áreas que dependen del equipo cargador o descargador y según el manual de dimensionamiento va de 6 a 9 m.

T2 = Abarca el equipo de traslación del producto y el manual de dimensionamiento propone como mínimo 3 m.

T3 = Almacenamiento. Son tanques de 60 m de diámetro con separación entre ellos de 15 m.

T4 = Accesos. El manual de dimensionamiento propone 25 m.

T5 = Mantenimiento. El manual de dimensionamiento propone 20 m.

Estas variables las podemos ver gráficamente en la figura III.9.

Conforme a lo anterior tenemos para nuestro caso que:

$$T1 = 9 \text{ m}$$

$$T2 = 4 \text{ m}$$

$$T3 = 75 \text{ m}$$

$$T4 = 100 \text{ m}$$

$$T5 = 20 \text{ m}$$

$$A. P. A. = 9 + 4 + 75 + 100 + 20 = 208 \text{ m}$$

$$L = 400 + 2(0.5 * 70 * 0.577) = 440.39 \text{ m}$$

$$L. P. A. = 1.5 * 440.39 = 660.585 \text{ m}$$

$$S. P. A. = 208 * 660.585 = 137,401.68 \text{ m}^2$$

III.5.2) Posición de atraque para carga contenerizada.

Para determinar el área de la posición de atraque, se utilizan las siguientes expresiones:

$$A. P. A. = T.1 + T.2 + T.3 + T.4 + T.5$$

$$L. P. A. = L = E + M$$

$$S. P. A. = A. P. A. \times L. P. A.$$

Donde:

T.1 = C. a. + distancia al borde del muelle + ancho de patas de la grúa de 40 a 70 ton.

T.2 = carga fraccionada y/o unitaria.

T.3 = ancho del contenedor + separación entre contenedores.

T.4 = el manual de dimensionamiento portuario propone 25 m.

T.5= el manual de dimensionamiento portuario propone como mínimo 20 m.

Estas variables las podemos observar gráficamente en las figuras III.10 y III.11

Conforme a lo anterior, en nuestro caso requerimos de la siguiente área:

$$T.1 = 35 + 4.0 + 1.0 = 40.0 \text{ m}$$

$$T.2 = 15 \text{ m}$$

$$T.3 = (4.88 + 0.41) * 3 = 15.90 \text{ m}$$

$$T.4 = 75 \text{ m}$$

$$T.5 = 25 \text{ m}$$

$$A. P. A. = T.1 + T.2 + T.3 + T.4 + T.5 = 171 \text{ m}$$

$$L. P. A. = L = E + M = 400 + 70 = 470 \text{ m}$$

$$S. P. A. = A. P. A. \times L. P. A. = 80,370 \text{ m}^2$$

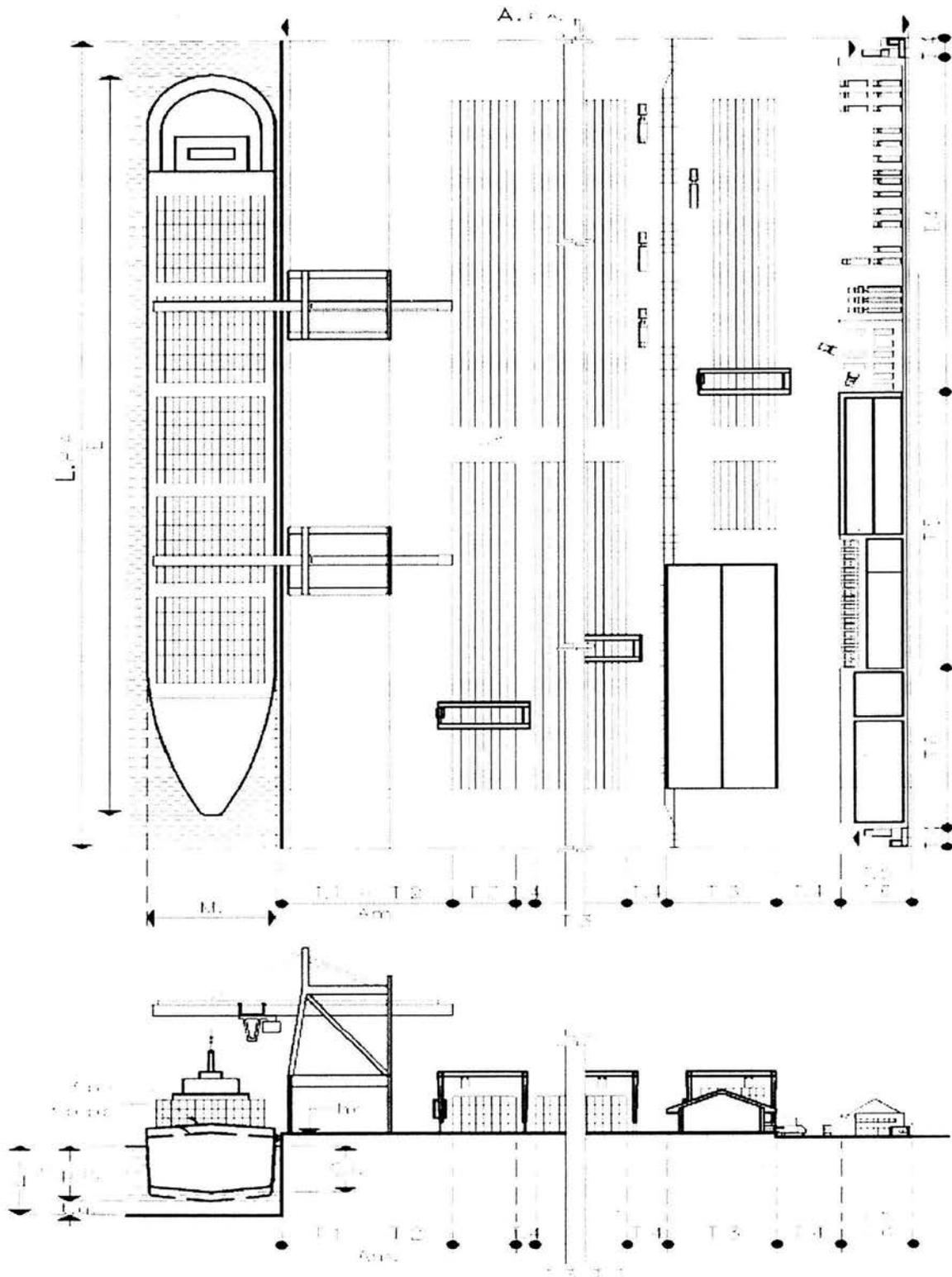


Figura III.11 Dimensiones de la posición de atraque para carga contenerizada

III.5.3) Posición de atraque para carga a granel mineral y agrícola.

Se conoce como carga a granel aquella que para su manipulación, se carga y descarga en forma suelta. La carga a granel se puede dividir en:

- Exportación o salida del producto (carga al buque).
- Importación o entrada del producto (descarga del buque).

Tomando en cuenta que para cargar o descargar los buques, solamente cambiaría el sentido de la maquinaria a utilizar, tomamos las mismas características tanto para importación como exportación.

Para determinar el área de la posición de atraque, se utilizan las siguientes expresiones:

$$A. P. A. = T.1 + T.2 + T.3 + T.4 + T.5$$

$$L. P. A. = 1.5 L$$

$$L = E + 2 (da); da = 0.5 M \tan 30^\circ$$

$$S. P. A. = A. P. A. \times L. P. A.$$

Donde:

T1 = H1 + H2 + H3. Con sistema de cucharas con grúa giratoria. Estas variables las podemos observar en la figura III.13.

T2 = Depende del equipo de traslación al almacenamiento (tolva, bandas o conductos), ver figura III.15.

T3 = Almacenamiento.

T4 = Accesos. El manual de dimensionamiento propone 25 m.

T5 = Mantenimiento. El manual de dimensionamiento propone 25 m.

Estas variables las podemos ver gráficamente en la figura III.12.

De la figura III.14, según el manual de dimensionamiento portuario, tenemos lo siguiente:

$$H1 = 12 \text{ m normal.}$$

$$H2 = 4 \text{ m normal.}$$

$$H3 = 10 \text{ m normal.}$$

$$C. a. = 15 \text{ m normal.}$$

$$T1 = H = 26 \text{ m normal.}$$

$b = 20 \text{ m normal.}$

Conforme a lo anterior, en nuestro caso requerimos de la siguiente área:

$$T1 = 12 + 4 + 10 = 26 \text{ m}$$

$$T2 = 29.4 \text{ m}$$

$$T3 = (80) 4 = 320 \text{ m para granel mineral.}$$

$$T3 = (24) 4 = 96 \text{ m para granel agrícola.}$$

$$T4 = 100 \text{ m}$$

$$T5 = 25 \text{ m}$$

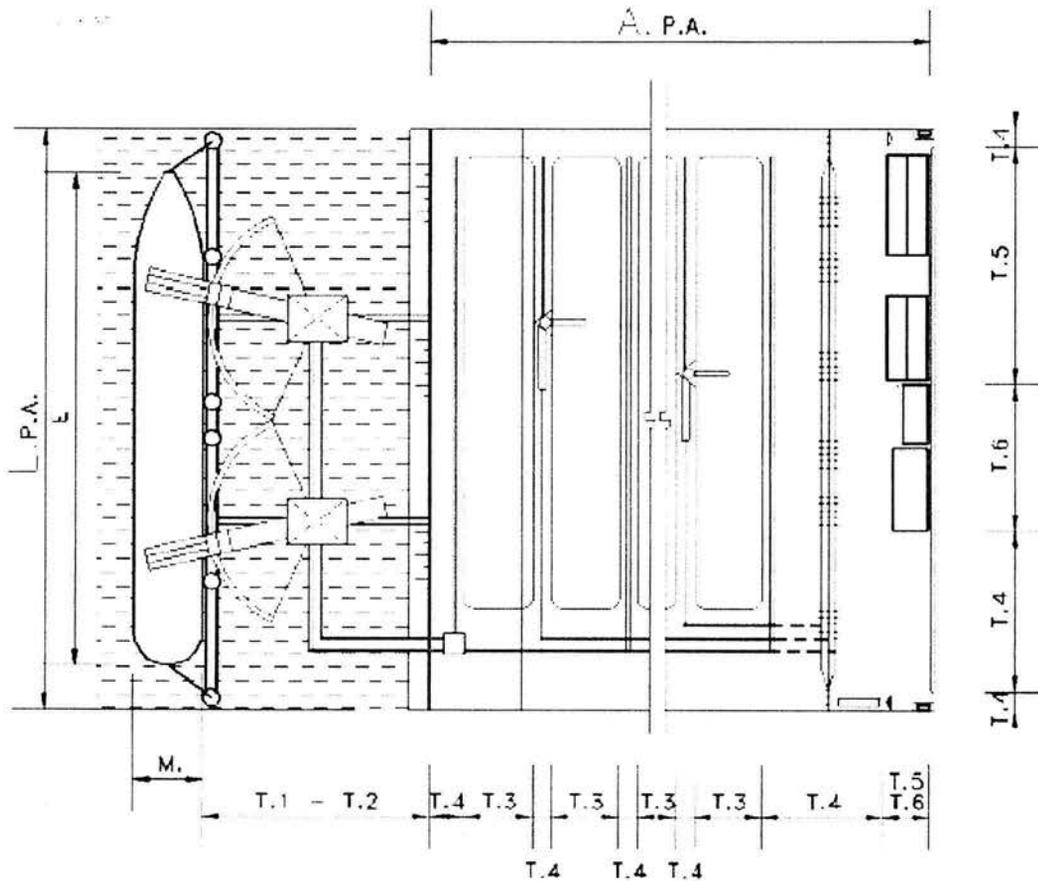


Figura III.12 Dimensiones de la posición de atraque para carga a granel

$$A. P. A. = 26 + 29.4 + 320 + 100 + 25 = 500 \text{ m}$$

$$L = 400 + 2(0.5 \times 70 \times 0.577) = 440.39 \text{ m}$$

$$L. P. A. = 1.5 \times 440.39 = 660.585 \text{ m}$$

$$S. P. A. = 500 \times 660.585 = 330,292.5 \text{ m}^2 \text{ para granel mineral.}$$

$$S. P. A. = 276 \times 660.585 = 182,321.46 \text{ m}^2 \text{ para granel agrícola.}$$

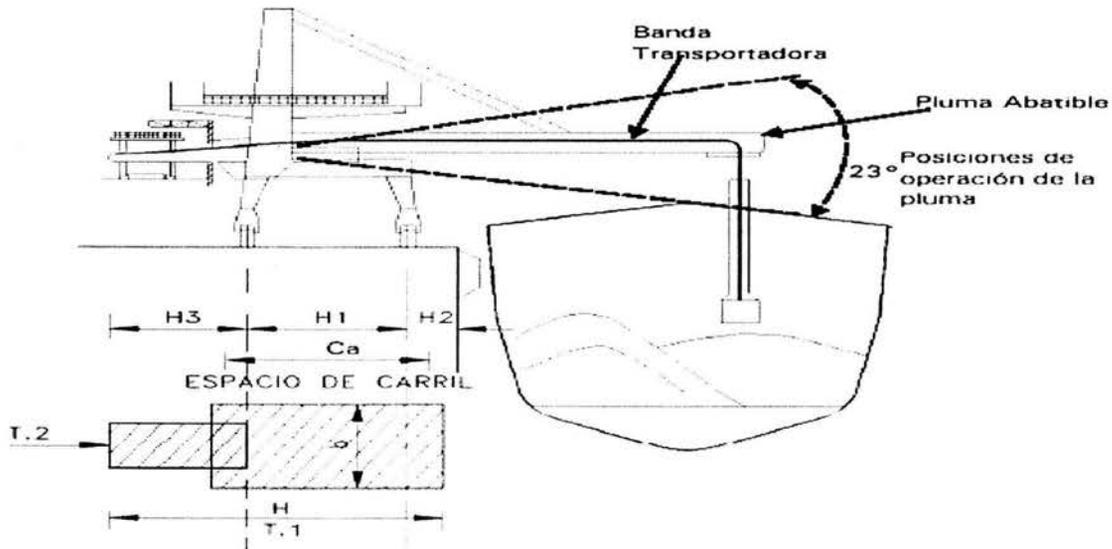
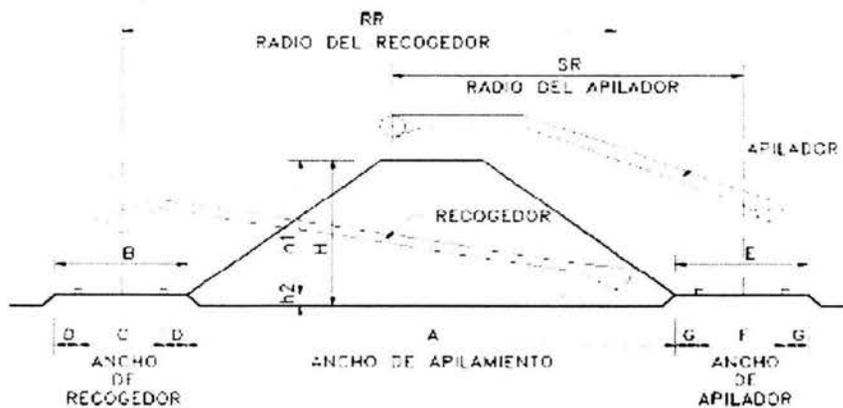


Figura III.13 Cargador de Pórtico. Terminal de Graneles



A	B	C	D	E	F	G	H	h1	h2	RR	SR
30 m	10.0	7.0	1.5	8.0	6.0	1.0	11.5	10.5	1.0	30.0	20.0
35 m	10.0	7.0	1.5	8.0	6.0	1.0	13.2	12.2	1.0	35.0	22.5
40 m	11.0	8.0	1.5	10.0	7.0	1.5	15.0	14.0	1.0	40.0	25.0
45 m	11.0	8.0	1.5	10.0	7.0	1.5	16.0	15.0	1.0	45.0	27.5
50 m	14.0	10.0	2.0	10.0	7.0	1.5	16.0	15.0	1.0	50.0	35.0
55 m	14.0	10.0	2.0	11.0	8.0	1.5	16.0	15.0	1.0	55.0	40.0

Figura III.14 Dimensiones del Apilamiento a Granel (mineral, unidades en metros)

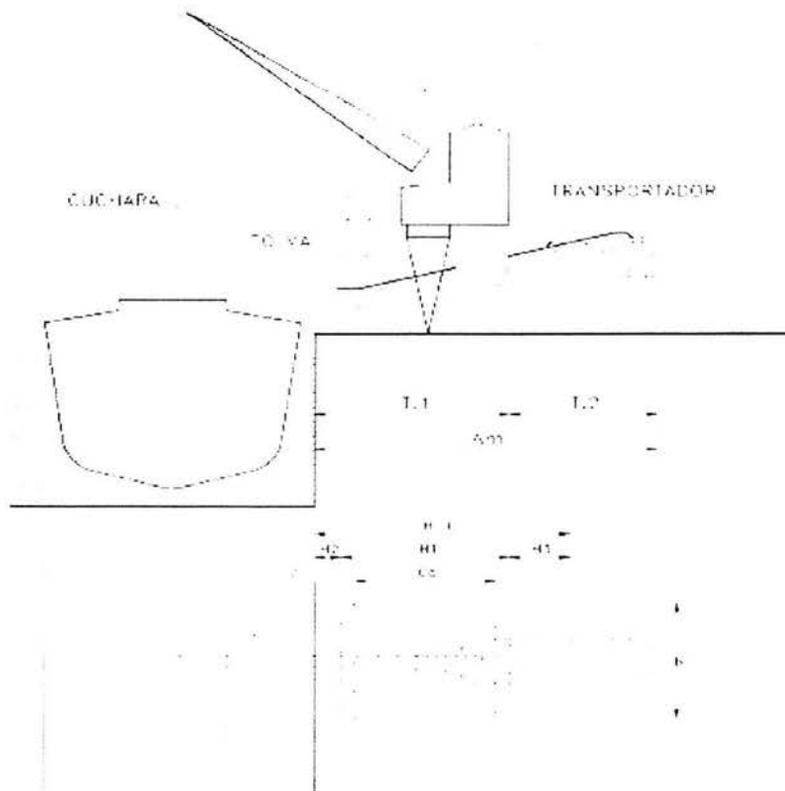


Figura III.15 Sistema con grúa giratoria de cuchara

III.5.4) Posición de atraque roll on-roll off (Ro Ro)

En los países en desarrollo, como el nuestro, las posiciones de atraque roll on-roll off (Ro Ro) para movimiento de carga se enfocan básicamente en el movimiento de pasajeros y vehículos, en Europa, Japón y otros países desarrollados existe la tendencia a mover con transbordadores, proporciones importantes de carga y pasajeros simultáneamente.

El sistema Ro Ro es muy conveniente para los países en desarrollo debido a su flexibilidad en la operación, porque requieren pocas instalaciones especializadas y pueden ser rentables en puertos pequeños. Las dimensiones de la posición de atraque se obtienen con las siguientes expresiones:

$$A. P. A. = T1 + T2 + T3 + T4 + T5$$

$$L. P. A. = L$$

$$L = E + M + \text{Rampa Ro Ro}$$

$$S. P. A. = L. P. A. \times A. P. A.$$

Estas variables las podemos ver gráficamente en la figura III.16.

Conforme a lo anterior en nuestro caso tenemos lo siguiente:

$$T1 = 40 \text{ m}$$

$$T2 = 15 \text{ m}$$

$$T3 = 10 \times 8 = 80 \text{ m}$$

$$T4 = 4 \times 10 = 40 \text{ m}$$

$$T5 = 25 \text{ m}$$

$$A. P. A. = 40 + 15 + 80 + 40 + 25 = 200 \text{ m}$$

$$L. P. A. = 400 + 70 + 40 = 510 \text{ m}$$

$$S. P. A. = 510 \times 200 = 102,000 \text{ m}^2$$

Estas posiciones de atraque pueden tener diferentes tipos de muelle como se observa en la figura III.17, en cualquiera de los tipos expuestos, las áreas de agua deben localizarse en las zonas de menor agitación dentro del puerto por el modo de operación de la embarcación, buscando utilizar el tipo de muelle mas conveniente.

III.5.5) Posición de atraque para cabotaje.

Dentro del puerto se debe de asignar un área para posiciones de atraque de éste tipo, dentro de las cuales podemos encontrar las terminales pesqueras y marinas, primero desarrollaremos de manera general a las terminales pesqueras, la localización de terminales marítimas pesqueras quedará integrada a la zona industrial marítima de pequeñas profundidades, alejadas de la zona urbana sin interferir con el tránsito de grandes embarcaciones.

En el cuadro III.9 podemos observar las dimensiones de los diferentes tipos de barcos pesqueros, los datos de esta tabla nos ayudará a dimensionar las posiciones de atraque.

Para obtener la longitud de las posiciones de atraque empleamos la siguiente fórmula:

$$L = \frac{T}{D}(N)(E)$$

Donde:

L = Longitud total de atraque necesaria en metros.

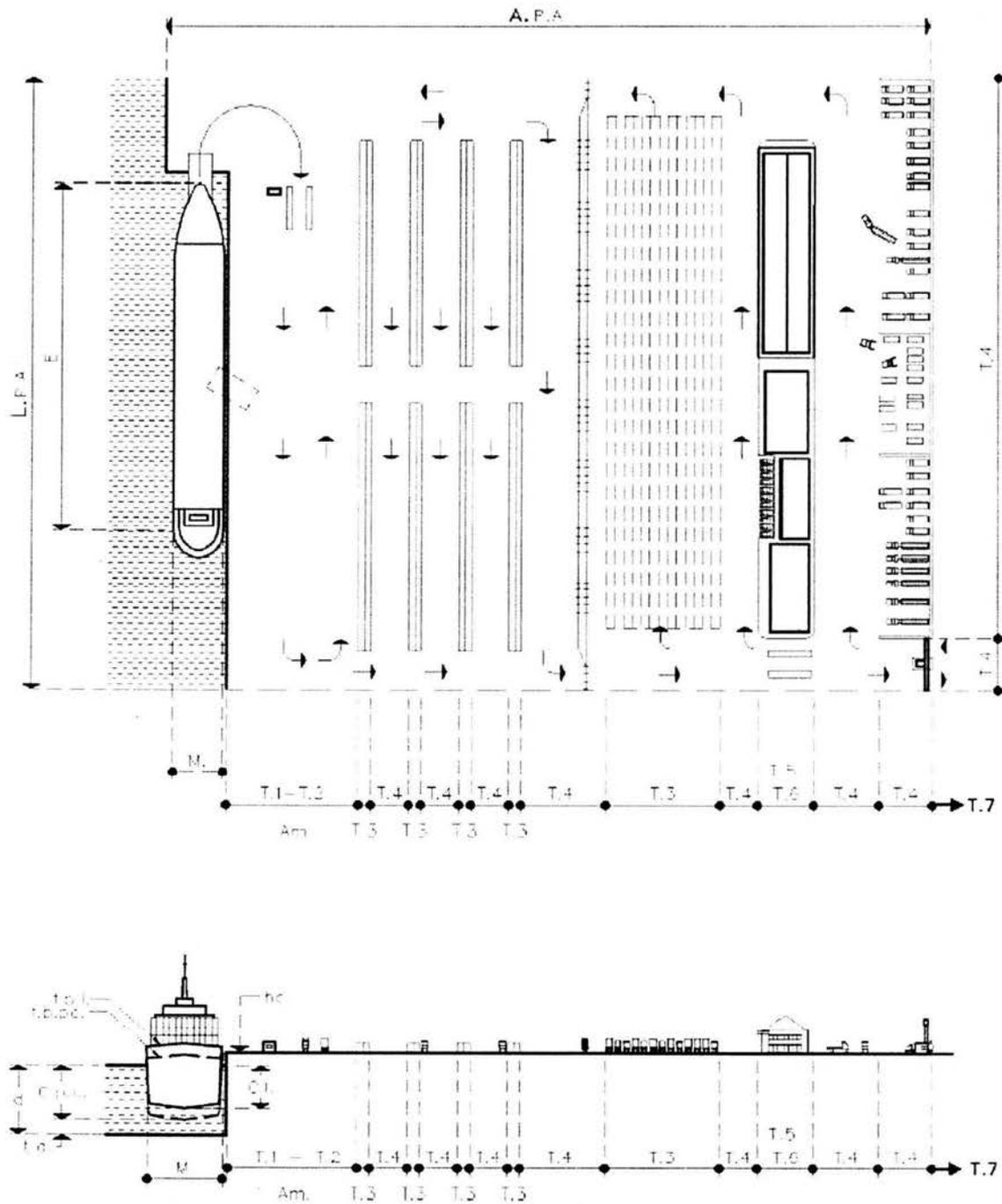


Figura III.16 Posición de Atraque por Rodadura (Ro Ro)

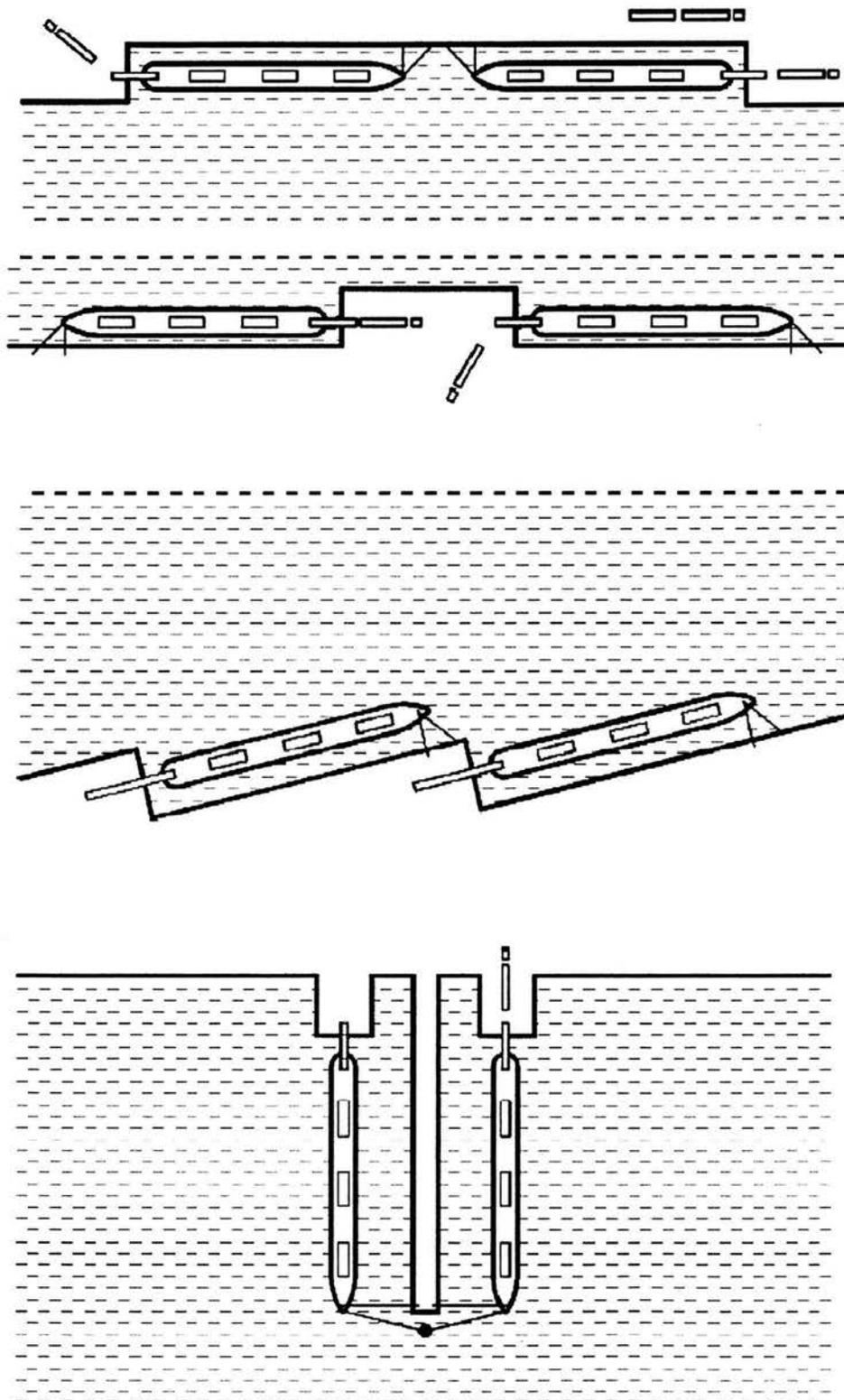
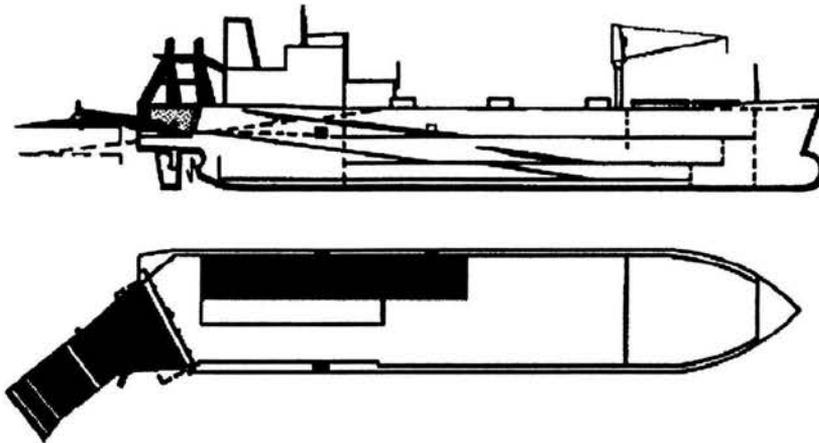


Figura III.17 Muelles tipo de Transbordo por Rodadura: Roll on Roll off



T.P.M.	ESLORA (m)	MANGA (m)	PUNTA (m)	CALADO (m)	DESPLAZAM. (ton)
5,000	121.0	19.3	13.8	6.0	9,500
10,000	153.0	23.4	17.0	7.4	18,400
15,000	177.0	26.2	19.2	8.4	27,500
20,000	197.0	28.6	21.0	9.1	36,000
25,000	216.0	31.0	22.0	9.6	45,000
30,000	231.0	32.0	23.5	10.2	54,000
35,000	245.0	32.2	24.8	10.8	63,000
40,000	260.0	32.2	26.2	11.4	72,000
45,000	275.0	32.2	27.6	12.0	81,500
50,000	287.0	32.2	28.5	12.4	87,500

Fuente: Manual de Dimensionamiento SCT

Cuadro III.8 Características de los Buques Roll on Roll off

Tipo de barco	Eslora (m)	Manga (m)	Calado (m)	Franco bordo (m)	Cap. de carga (ton)	Desplazamiento a plena carga (ton)
Camaronero	21.95	6.25	3.30	0.60	65.00	175.00
Escameros	20.45	6.00	3.00	0.60	50.00	150.00
Sardinero	26.25	7.50	3.75	0.30	150.00	300.00
Atunero	53.00	12.00	5.70	2.20	800.00	1600.00
Arrastrero	53.00	12.00	5.70	0.60	800.00	1600.00

Fuente: Ingeniería Marítima y Portuaria

Cuadro III.9 Dimensiones de los diferentes tipos de Barcos Pesqueros

T = Tiempo en días de estadía en muelle (cuadro III.10).

D = Tiempo de duración en días de un viaje, incluyendo estadía en muelle y las maniobras de navegación y captura (cuadro III.10)

N = Número de barcos del mismo tipo que operan en el muelle (cuadro III.11).

E = Longitud en metros de atraque necesaria para un buque, se define en función de la eslora total del barco tipo.

Tipo de barco	Estadía en muelles	Maniobras de navegación y captura	Duración de un viaje
Camaroneros	2	13	15
Sardinero	1	2	3
Escamero	2	8	10
Atunero	15	60	75
Arrastrero	10	30	40

Fuente: Manual de Dimensionamiento SCT

Cuadro III.10 Tiempos de duración de viaje de diferentes tipos de Barcos Pesqueros

Para determinar la longitud de las posiciones de atraque, tomaremos la cantidad total de embarcaciones pesqueras que se encuentran en el Golfo de México y Caribe, este dato se encuentra en el cuadro III.11.

Conforme a lo anterior, en nuestro caso tenemos:

Nuestro barco tipo en este caso es el atunero, ya que cuenta con las dimensiones y características mayores, esto para poder satisfacer las necesidades de las demás embarcaciones.

$$L = \frac{15}{75} (44,944)(53) = 476,406.4 \text{ m}$$

Esta longitud se puede satisfacer de distintas formas.

Respecto a las posiciones de atraque para marinas se tiene lo siguiente, dado que en lo general este tipo de embarcaciones no requieren por ley de utilización del servicio de practica por ser menos de 500 ton de desplazamiento, el dimensionamiento deberá estar regido por los siguientes lineamientos:

- Acceso marítimo fácil al puerto o a las instalaciones de atraque.

**EMBARCACIONES REGISTRADAS SEGÚN TIPO DE PESCA Y PESQUERÍAS PRINCIPALES
POR LITORAL Y ENTIDAD FEDERATIVA, 1990, 1995, 1998 Y 2000**
(Número de embarcaciones)

Litoral y Entidad federativa	Total			
	1990	1995	1998	2000
Litoral del Pacífico	37 127	38 454	58 028	58 426
Baja California	2 515	2 443	1 777	1 842
Baja California Sur	2 265	3 704	3 698	3 694
Sonora	3 485	1 994	7 797	7 913
Sinaloa	8 077	10 105	12 424	12 634
Nayarit	2 042	1 794	4 460	4 468
Jalisco	2 628	2 477	2 938	2 938
Colima	1 107	585	838	844
Michoacán	3 158	5 168	5 182	5 171
Guerrero	4 299	3 196	4 748	4 753
Oaxaca	2 714	2 743	5 201	5 209
Chiapas	4 837	4 245	8 965	8 960
Litoral del Golfo y Caribe	34 461	33 774	44 764	44 944
Tamaulipas	5 960	4 890	6 919	6 961
Veracruz	15 350	11 606	16 009	16 028
Tabasco	6 349	7 114	9 655	9 653
Campeche	3 365	5 316	5 681	5 712
Yucatán	2 336	3 936	5 559	5 638
Quintana Roo	1 101	912	941	952
Entidades sin litoral	2 984	2 675	3 003	3 003
Aguascalientes	112	35	37	37
Coahuila	261	83	80	80
Chihuahua	441	279	338	338
Durango	598	334	303	303
Guanajuato	396	486	639	639
Hidalgo	157	336	468	468
México	344	73	123	123
Morelos	0	131	191	191
Nuevo León	15	274	7	7
Puebla	337	151	185	185
Querétaro	0	38	46	46
San Luis Potosí	284	238	365	365
Tlaxcala	0	70	50	50
Zacatecas	39	147	171	171
Total	74 572	74 903	105 795	106 373

Fuente: SEMARNAT

Cuadro III.11 Embarcaciones por Litoral

- Contar con accesos terrestres adecuados.
- Bandas de atraque y/o amarre que permitan la seguridad de las embarcaciones.
- Servicios en tierra.

- Acceso marítimo, zona de maniobras, atraques y servicios a flote.
- Lo fundamental en este tipo de embarcaciones es contar con aguas tranquilas en un puerto existente.

Por lo general, en México estas instalaciones se alojan en puertos existentes cuyas características de acceso y profundidad son mayores que las requeridas para embarcaciones deportivas, por lo que su localización debe ser en zonas de aguas tranquilas con poca profundidad y accesos terrestres adecuados.

Las disposiciones de las instalaciones de este tipo de embarcaciones se pueden observar en las figuras III.18, III.19.

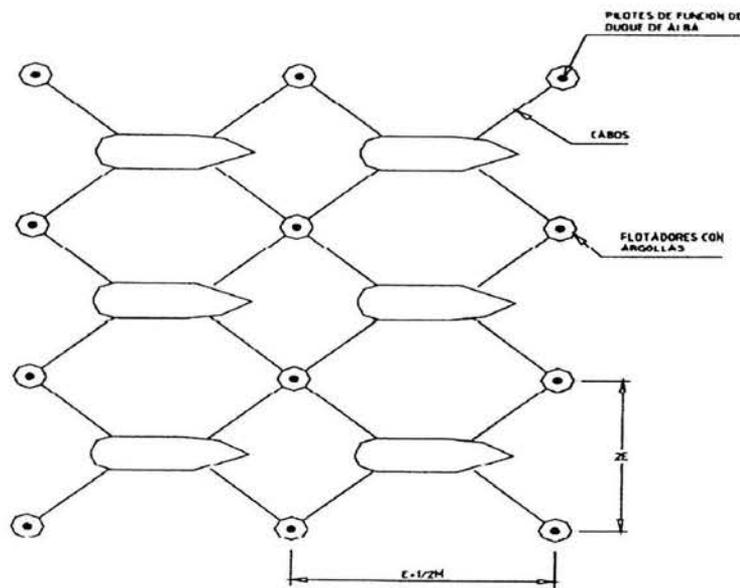


Figura III.18 Amarradero para yates



Figura III.19 Disposición general de una marina a base de atracaderos

Capítulo IV

Infraestructura Portuaria y Complementaria

En este capítulo se desarrolla lo necesario en cuanto a equipo e infraestructura para que la Laguna de Tamiahua sea una buena alternativa para convertirse en el puerto concentrador del Golfo de México, ya que es necesario que cuente con infraestructura adecuada para poder satisfacer las necesidades requeridas por los usuarios y de esta manera llegar a ser una opción competitiva. Por lo que es necesario que además de los distintos tipos de terminales, el puerto cuente con infraestructura carretera y ferroviaria, así como con los servicios de energía eléctrica, suministro de agua potable, suministro de combustible, drenaje y manejo de desechos.

IV.1) Obras de protección.

El objetivo que tiene la construcción de estas obras es el de impedir la acción del mar y que al mismo tiempo cumplan con las condiciones necesarias en la entrada, evolución y giro.

Hay varios tipos de estas obras, entre las que destacan, los diques paralelos a la costa, diques convergentes, diques paralelos entre sí, diques rompeolas a talud y diques verticales reflejantes. En nuestro caso utilizaremos los diques paralelos entre sí, los cuales los podemos observar gráficamente en la figura IV.1, debido a que este tipo de obra se utiliza en los puertos creados avanzando sobre tierra o en desembocaduras de ríos navegables. Este tipo de diques generan muchos inconvenientes, como azolvamientos importantes, lo cual evitaremos haciendo que la longitud de las escolleras llegue hasta la batimetría en que coincida con el calado necesario para el movimiento de los buques tipo.

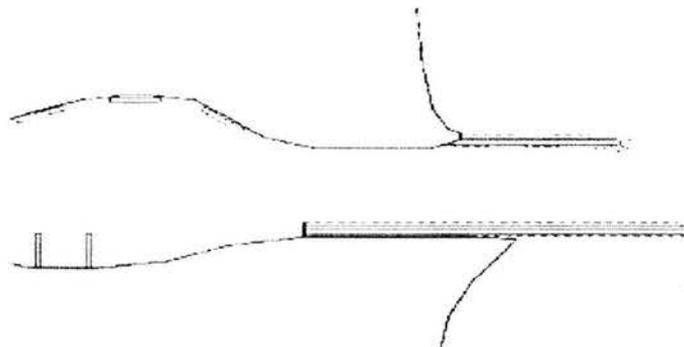


Figura IV.1 Diques paralelos entre sí

Estas obras se construirán a base de enrocamiento en capas, las cuales se compondrán de varias capas de rocas colocadas al azar, protegidas con una coraza de roca o de elementos artificiales de concreto hidráulico simple, como pueden ser cubos, tetrápodos, tribarras, acrópodos, core-loc, o bolsacreto, la cual consiste en bolsas de material plástico rellenas de mortero cemento-arena, esto dependerá de la existencia de algún banco de material cercano a la zona o la solución más económica, 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. Los factores que deben tomarse en cuenta para el diseño de estas estructuras son los siguientes: las características de oleaje en aguas profundas, la profundidad del agua en el extremo de la estructura, la batimetría y 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 ésta 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.

En cuanto a la infraestructura complementaria con la que contará el puerto se contempla lo siguiente:

- Infraestructura carretera.
- Infraestructura ferroviaria.
- Servicios.

IV.2) Infraestructura carretera.

Como ya se había comentado en el capítulo I, el municipio cuenta con un total de 50.7 km de carreteras de las cuales 22 km son carreteras secundarias pavimentadas y 21.7 son revestidas, además de 7 km de caminos rurales o vecinales revestidos. Se une con la población de Tuxpan por medio de una carretera pavimentada de 39.6 km, la cual es una carretera secundaria, estatal, pavimentada. Lo anterior lo podemos observar en la figura I.3. En la figura IV.2 podemos observar que la población no se conecta a la red carretera principal. Todo lo anterior señala la necesidad de la construcción de una autopista para

conectarse a la red carretera nacional por medio de la construcción de una carretera de 4 carriles, dos para cada sentido, hecha a base de concreto hidráulico, con un costo aproximado de 1,500 pesos por metro cuadrado, este dato fue proporcionado por el departamento de precios y cotizaciones de la dirección de obras y dragado de la Secretaría de Marina, con una función de penetración económica para romper el autoconsumo e incorporar las zonas potencialmente productivas del país, pavimentada, con características tales que sea de tipo A para que permita un tránsito diario anual de 1500 a 3000 vehículos, con un nivel de servicio tipo A, es decir con una circulación a flujo libre que llegue a la ciudad de Tuxpan y con esto conectarse a los corredores carreteros del país. La carretera se construiría con recursos federales, estatales y municipales, los cuales se podrían distribuir respectivamente en cuanto a los costos de construcción, costos de mantenimiento y costos de operación.

IV.3) Infraestructura ferroviaria.

Apoyándonos en puertos similares, Tamiahua deberá contar con una vía principal ferroviaria interna de aproximadamente 25 km, así como contar con la disponibilidad de trenes de doble estiba de contenedores, para con esto poder dar un buen servicio a los usuarios. En cuanto al municipio, éste no cuenta actualmente con una conexión a la red ferroviaria nacional, como lo podemos observar en la figura IV.3. Por lo que una opción a corto plazo, sería la construcción del tramo Tamiahua-Tampico y así conectarse a la red ferroviaria, pero cabe aclarar que ésta no es la solución correcta, la solución correcta sería a largo plazo, y ésta sería la creación de la ruta Tamiahua-Tuxpan-D. F., para que el puerto estuviera conectado a los principales centros de consumo del país por una vía corta que además no sature más la troncal San Luis Potosí-Querétaro-Distrito Federal. La vía en ambos casos debe de tener las siguientes características, debe contar con rieles que pesen entre 100 y 156 lb/yd, ya que las locomotoras llegan a cargar por eje entre 35 y 45 toneladas, durmientes de concreto pretensado para evitar fisuras que se puedan presentar con el tiempo, el concreto debe de resistir a la compresión entre 700 y 800 kg/cm² y a la tensión 80 kg/cm², y se fijará este componente por medio de tornillos y tuercas o de tirafondos ahogados en los durmientes de concreto.

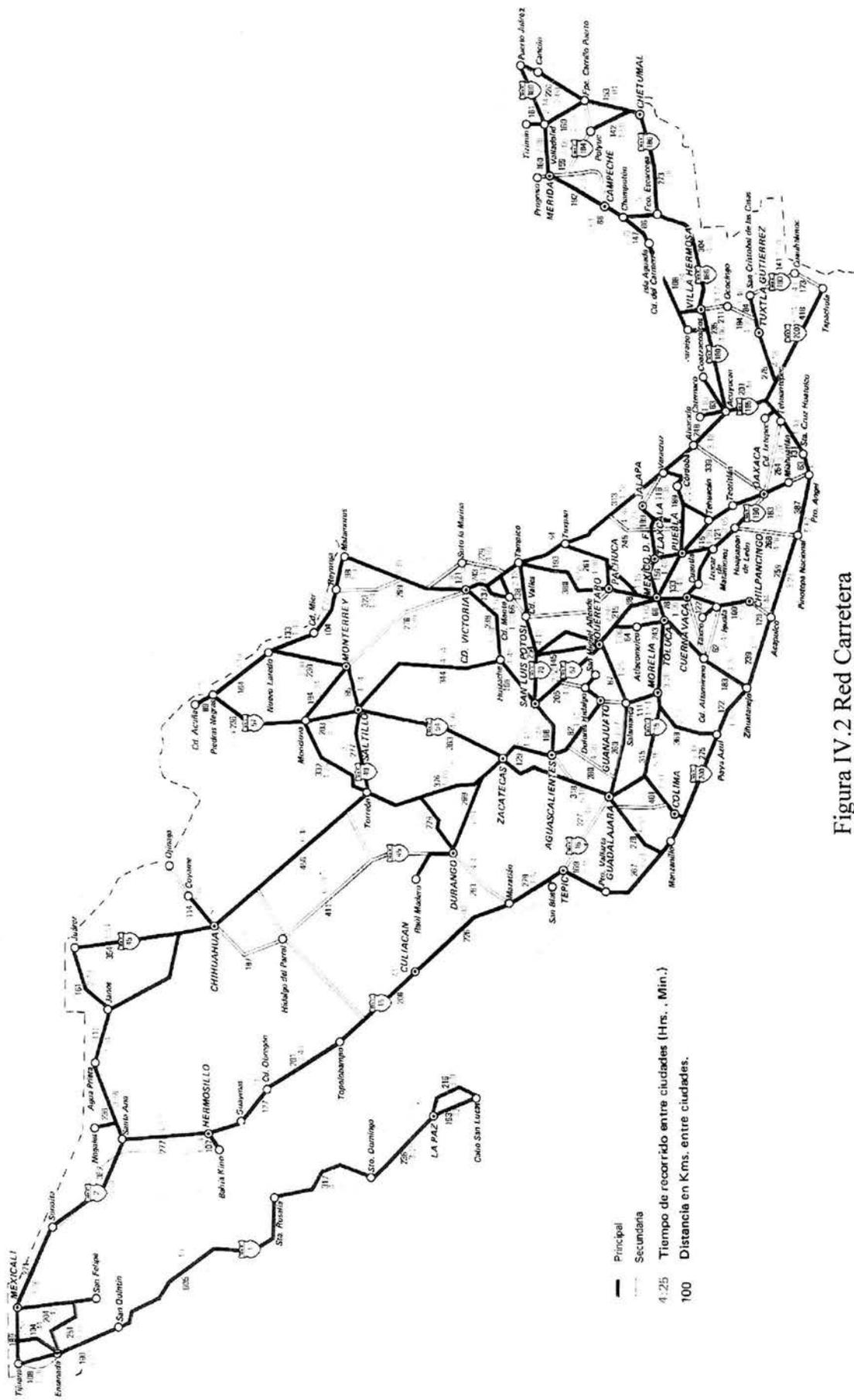
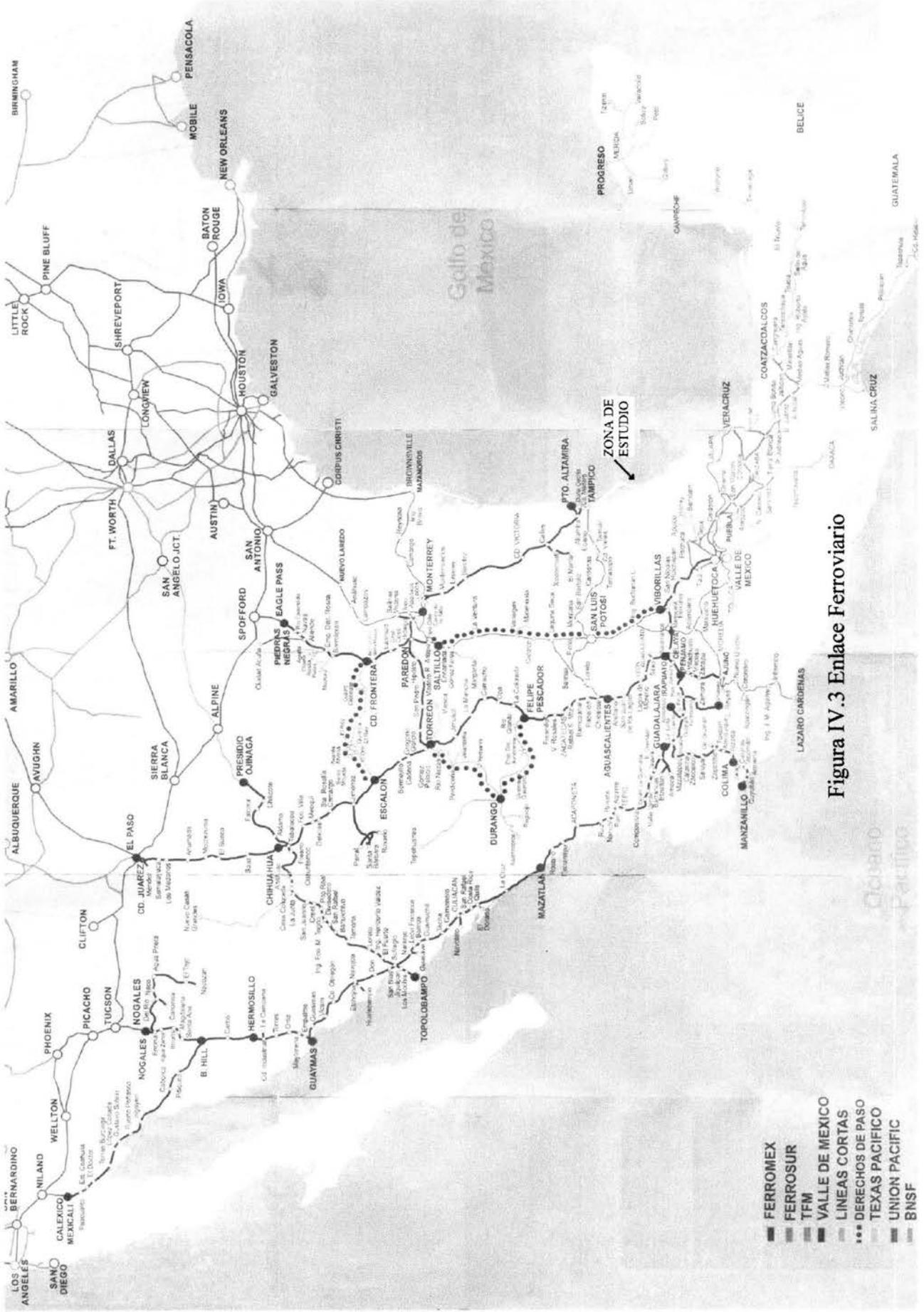


Figura IV.2 Red Carretera



- FERROMEX
- FERROSUR
- TFM
- VALLE DE MEXICO
- LINEAS CORTAS
- DERECHOS DE PASO
- TEXAS PACIFIC
- UNION PACIFIC
- BNSF

Figura IV.3 Enlace Ferroviario

IV.4) Servicios.

Dentro de los servicios a los buques, se encuentran el suministro de energía eléctrica, el suministro de agua potable, suministro de combustible, drenaje y el manejo de desechos.

Basándome en información de otros puertos en cuanto a los servicios con los que cuentan, tenemos que el puerto requerirá en el sector eléctrico de una línea eléctrica de 115 / 13.2 KV, una subestación eléctrica de 12.5 / 20 MVA, plantas eléctricas que suministren un total de 2,386 MW/hr. En cuanto al suministro de agua se requerirá de la construcción de obras que tengan una capacidad total de 12,500 lt/s.

IV.4.1) Suministro de agua potable.

Para poder suministrar agua potable es necesario tener contemplado pozos de agua cercanos al puerto, para el abastecimiento de éste, los pozos deben de tener la capacidad necesaria para satisfacer la demanda que se tenga del líquido, esto debido a que el puerto debe de ser independiente a la red de agua potable de la región y la población no debe de estar conectada a la red de agua del puerto, ambas deben de tener su propia red.

El puerto proporcionará un servicio de suministro de agua potable con capacidad suficiente para permitir llenar los tanques de la embarcación, en un tiempo tal que evite retrasos en las operaciones de los buques. En el cuadro IV.1 se muestran los requerimientos de agua potable para diferentes embarcaciones.

PORTE BRUTO (ton)	REQUERIMIENTO DE AGUA SUMINISTRADA (m ³)	TIEMPO DE SUMINISTRO (hrs)	ESPACIO ENTRE HIDRANTES (m)	NUMERO DE HIDRANTES POR MUELLE	VOLUMEN DE SUMINISTRO DE AGUA POR HIDRANTE (m ³ /hr)
500	40	5	30	2	4
1,000	80	5	30-40	2	8
3,000	250-300	5	40-50	3-4	16
5,000	500	5	40-50	4	18
10,000	800	5	40-50	4	28

Fuente: Manual de Dimensionamiento de SCT

Cuadro IV.1 Requerimientos de Agua Potable para Embarcaciones

La localización de los hidrantes necesarios para abastecer a las embarcaciones será en la longitud de atraque del muelle, en proa, en popa y entre ambas, o con una separación entre toma y toma de 30 a 50 m según la embarcación. Lo anterior lo podemos observar de

manera gráfica en la figura IV.4.

Los suministros de agua a las embarcaciones, se controlarán y se efectuará un cargo por el agua suministrada a bordo. En las conexiones de servicio el gasto se regulará mediante una válvula globo situada a continuación de dos válvulas check, como lo podemos ver en la figura IV.5.

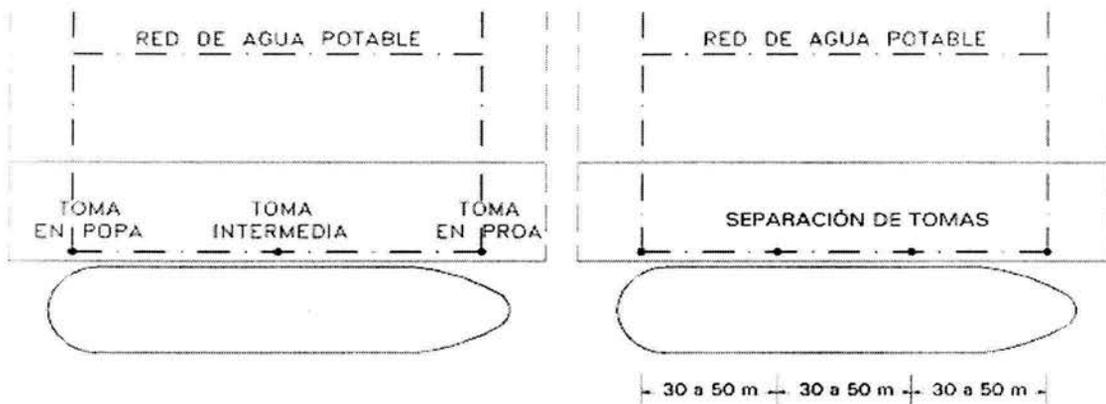


Figura IV.4 Distribución de las tomas de agua

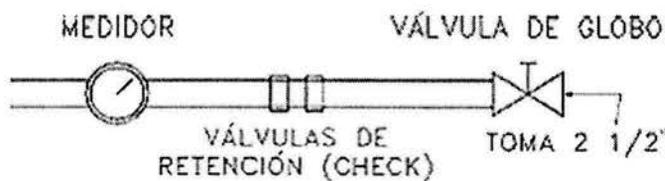


Figura IV.5 Conexiones de servicio

Dentro de las terminales se suministrará agua potable para uso del personal que labora en la misma, tomando en cuenta una dotación de 150 lt / hab / día. En caso de que las industrias instaladas requieran de este servicio, el gasto se tomará de acuerdo a los requerimientos de las mismas.

IV.4.2) Suministro de Energía Eléctrica.

Actualmente la fuente de energía más cercana con la que se cuenta en el puerto es la Central Termoeléctrica A. López Mateos, la cual se encuentra a 32 km, ubicada en Tuxpan con una capacidad de 2,100 MW/hr.

El puerto deberá de autoabastecerse en cuanto a la energía eléctrica, es decir, las diferentes empresas que se instalen dentro del puerto instalarán pequeñas centrales termoeléctricas para poder producir la energía que requieran y en caso de tener excedentes de ésta, venderla a la Comisión Federal de Electricidad.

El suministro de energía eléctrica a las embarcaciones constituye un servicio más que brindará el puerto de la siguiente manera:

- Corriente alterna de dos tipos: monofásica y trifásica.
- Voltajes entre 120 y 480 volts.
- Receptáculos a prueba de intemperie.

Los puertos generalmente tienen necesidad de trabajar 3 turnos, por lo que se debe contar con una iluminación satisfactoria para el trabajo nocturno.

La selección adecuada de las luminarias se hará en función de las necesidades de iluminación, características del local. El alumbrado general exterior en vialidades y zonas de comunicación, se realizará por medio de luminarias tipo poste o a base de reflectores apoyados sobre postes de concreto y crucetas. Ambos tipos de alumbrado los podemos ver en la figura IV.6.

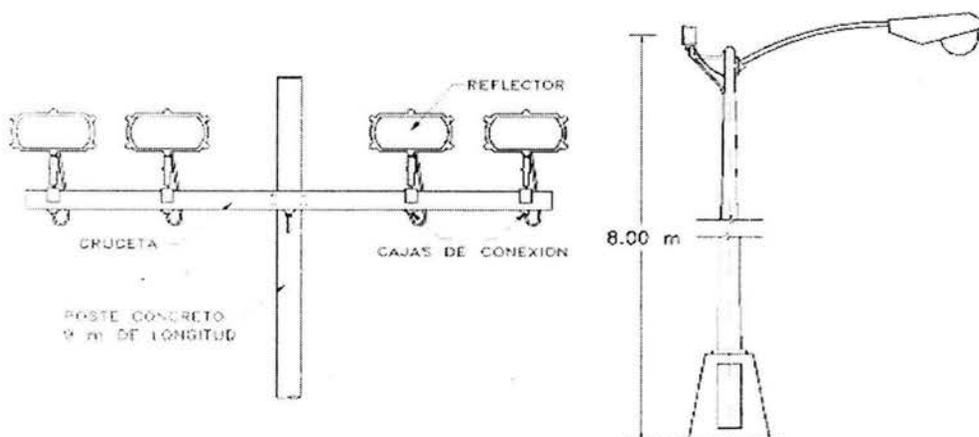


Figura IV.6 Tipos de alumbrado exterior

IV.4.3) Suministro de Combustible.

El suministro dependerá de la clase de tráfico, ya que puede ser necesario abastecer a los barcos de aceite, de gasolina, de diesel o de productos intermedios, lo cual se realizará por medio de distintos sistemas conectados, por tuberías subterráneas. En el cuadro IV.2 se muestran los distintos sistemas de suministro de combustible.

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
En el propio muelle	Reabastecimiento de combustible durante el tiempo de operación	Peligro de accidente en el área de operación Costo elevado de construcción y conservación
En Muelle Especial	Seguridad al cargar combustible en una zona alejada de la zona comercial del puerto	Aumenta el número de movimientos del barco dentro del puerto Queda impedido de hacer otra operación Las condiciones anteriores aumentan el costo de estadía del barco en el muelle
Por medio de Chalanes Nodriza	Facilidad para cargar combustible cuando realiza sus operaciones en cualquier sitio	Necesidad de una estación de carga para los chalanes
	Evitan instalaciones especiales	Costo de los chalanes o flete de los mismos
	Reducción del tiempo de estadía	
	Se elimina todo peligro	

Fuente: Manual de Dimensionamiento de la SCT

Cuadro IV.2 Sistemas de Abastecimiento de Combustible a los buques

IV.4.4) Drenaje.

Dentro del puerto existirán 3 tipos de drenajes:

- Químico, industrial y aceitoso.
- Pluvial.
- Sanitario.

Los materiales que se emplearán para los diferentes tipos de drenajes son: fierro fundido, asbesto cemento, concreto simple, concreto armado, barro vitrificado, pvc, o materiales especiales resistentes a la corrosión, todos cumpliendo con las especificaciones y requisitos de calidad exigidos por las normas correspondientes que se encuentren en vigor.

La red de drenaje se dispondrá de la siguiente manera, primeramente se localizarán los parteaguas, los cuales deberán de limitar rectángulos de losas con relación largo-ancho no mayor de 1.25. Los ramales se dispondrán en forma de peine orientados hacia los colectores, el diámetro mínimo de las tuberías de drenaje pluvial será de 8”, los registros se proyectarán a una distancia entre ellos equivalente en metros a los centímetros que tenga el diámetro nominal de los tubos, pero nunca mayor de 50 m, se contará con plantas de tratamiento de aguas para el drenaje químico y aceitoso.

IV.4.5) Manejo de Desechos.

La principal fuente de desechos en los puertos proviene de las embarcaciones, y sus desechos son de distintos tipos como lo indica el cuadro IV.3, por lo que se contemplan medidas preventivas para su control como son:

- Los sistemas de recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos.
- Cada área e industria dentro del puerto contará con contenedores de recolección, divididos en orgánicos, de metal y vidrio, de plásticos.
- Zonas de concentración de desechos y/o transbordos, tratamientos conjuntos, industrialización de basuras o rellenos sanitarios.

Los problemas de vertido y de limpieza de los residuos generados por la operación en la descarga y por la tripulación del buque, se tratarán de diversas formas, como son los tanques de almacenamiento dotados o no de compactador, maceración de las basuras acompañadas de una posterior aceleración, y la incineración de los residuos sólidos.

ORIGEN	CAUSAS	TIPO DE DESECHOS
Embarcaciones	Accidentes	Hidrocarburos
		Productos Químicos
		Sustancias sólidas
	Operación	Petróleos y Lastre
		Materiales fecales
	Descargas	Basura sólida
		Desechos Industriales

Fuente: Manual de Dimensionamiento de la SCT

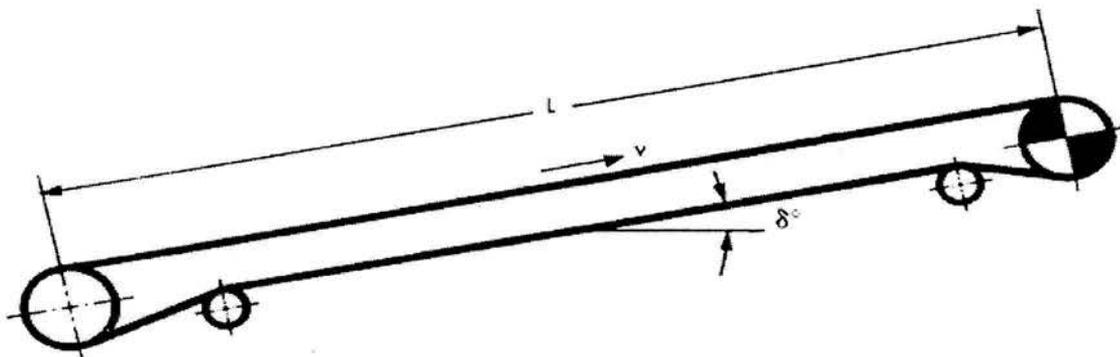
Cuadro IV.3 Tipos de desechos

IV.5) Equipamiento portuario.

Este equipo lo podemos clasificar de la siguiente forma:

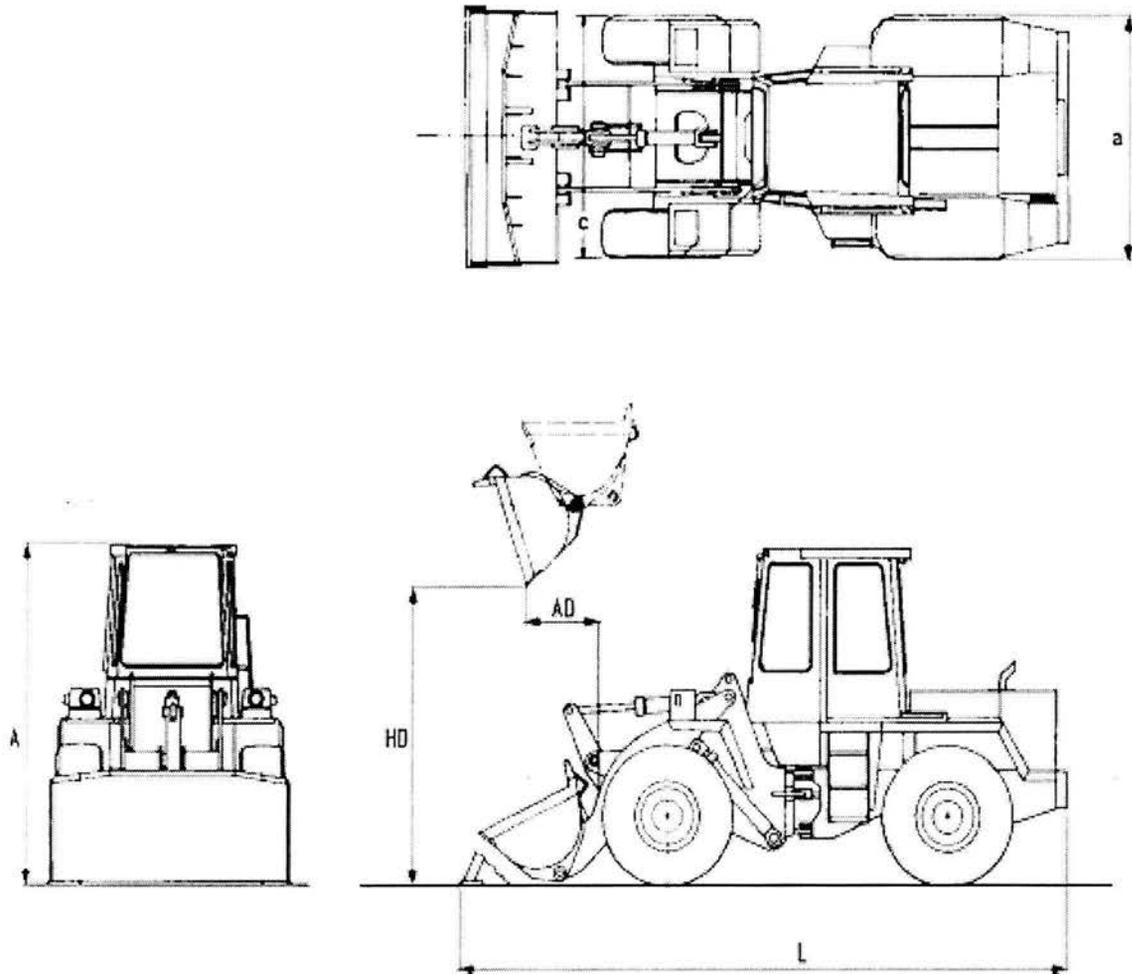
- Elevación (vertical): Cargador frontal, bulldozer, grúa hidráulica, grúa mecánica, montacargas, grúa de barco, grúa de patio, grúa de muelle, succionadoras.
- Traslación (horizontal): Tractores de arrastre, tractores de patio, ferroviario, industrial.
- Plataformas.
- Chasis.
- Bandas transportadoras.
- Aparejos de izar: Eslingas, ganchos, redes y rodillos, almejas, aparejos de sujeción, pallets, tolvas, garzas.
- Instrumentos de medición: Básculas, manómetros, termómetros.

En las siguientes figuras se presentan las características generales de dimensiones de los equipos mencionados.



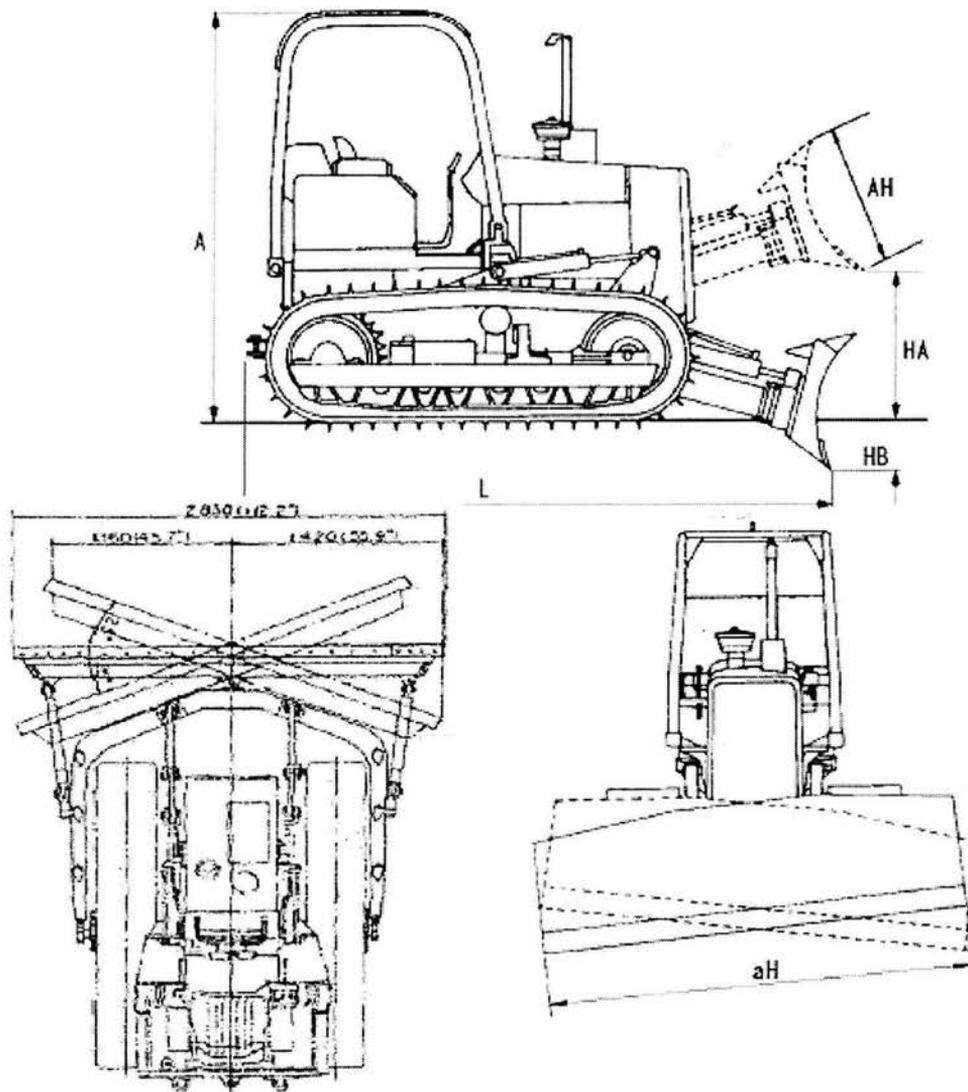
RESISTENCIA DE TRABAJO (POR CAPAS) DE FÁBRICA Kp/cm			EQUIVALENCIA DE TENSIÓN DE TRABAJO POR CAPA		
3	4	5	INDY Kp/cm	RMA lb/in	ISO Kg/cm
315	400	500	100	50	40
400	500	615	125	60	50
500	630	800	160	70	65
630	800	1,000	200	90	80
800	1,000	1,250	250	120	80
-	1,250	1,600	315	155	80
-	1,600	2,000	400	195	100
-	2,000	2,500	500	240	100
-	2,500	3,150	630	-	100

Figura IV.7 Características de Bandas Transportadoras



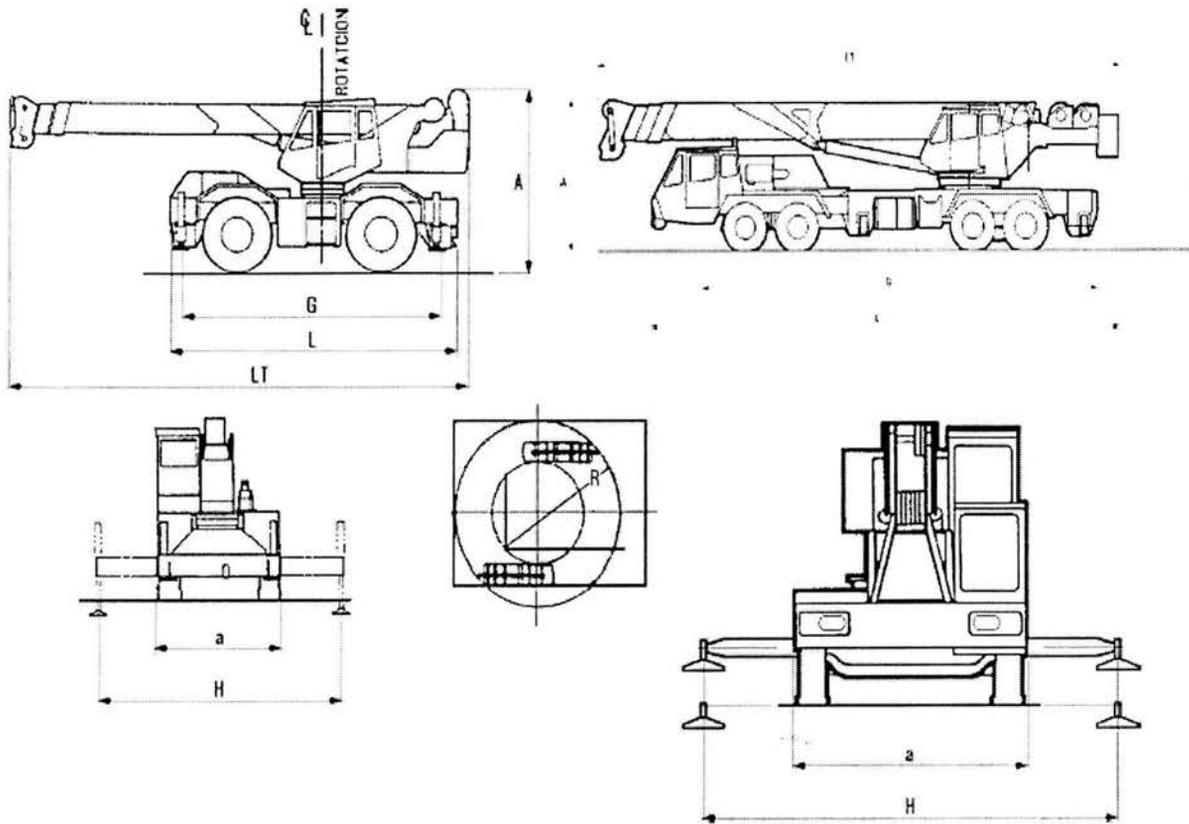
Largo L (m)	Alto A (m)	Ancho a (m)	Alcance de Descarga AD (m)	Altura de Descarga HD (m ³)	Capac. de cucharón (m ³)	Radio de giro (m)	Peso vehic. de operación (kg)	Carga a alt. max (kg)	Carga a nivel del suelo max (kg)	Velocidad (km/h)
4.64	2.90	2.00	0.85	2.32	1.00	4.05	5,130	2,200	3,100	28.00
5.60	2.78	1.99	0.76	2.81	0.70	4.74	5,940	2,174	4,594	35.00
6.33	3.21	2.34	0.96	2.76	1.50	5.45	9,100	5,550	8,450	34.00
6.88	3.14	2.42	0.85	2.79	1.60	5.91	10,881	5,302	10,757	39.00
7.17	3.03	2.49	1.05	2.81	2.10	5.37	12,910	6,465	16,535	40.00
7.24	3.22		1.04	3.90	2.40					

Figura IV.8 Características de Cargador Frontal



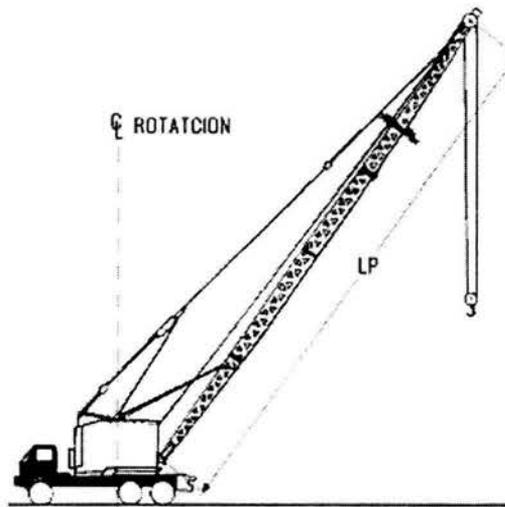
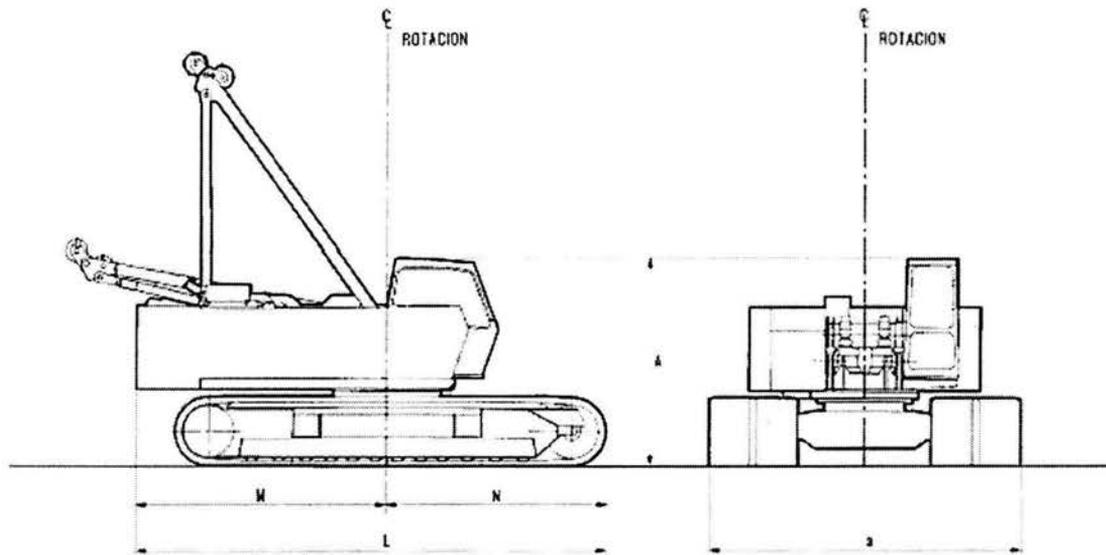
Largo de la hoja (m)	Largo L (m)	Ancho A (m)	Alto de hoja aH (m)	Ancho de hoja aH (m)	Peso vehic. de velocidad (kg)	Potencia de motor (hp)	Alzado de hoja HA (m)	Bajado de hoja HB (m)	Velocidad máxima (km/h)
3.86	2.56	1.32	0.81	2.29	6,615	70.00	0.95	0.32	10.40
5.00	3.05	1.88	0.97	3.35	15,422	230.00	1.07	0.57	10.50
4.92	3.20	1.88	1.02	3.86	16,610	165.00	0.97	0.54	10.50

Figura IV.9 Características de Tractor



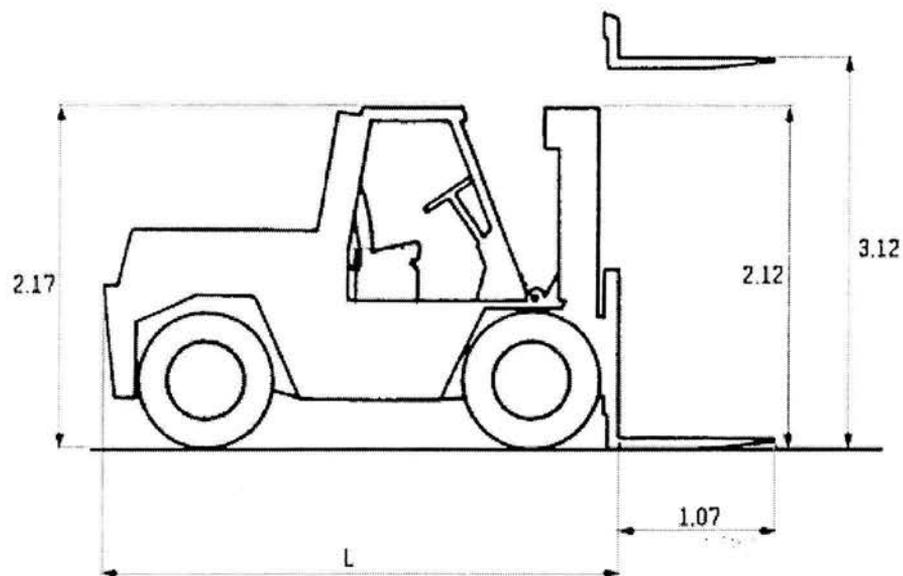
Largo de carro L (m)	Alto A (m)	Ancho a (m)	Largo total LT (m)	Base de apoyo GXH (m)	Radio de giro R (m)	Peso vehic. de operac. (kg)	Capacidad de carga (ton)	Velocidad máxima (km/h)
5.93	3.27	2.44	9.68	5.02 x 5.26	18.8	17722	18	42.3
6.59	3.48	2.44	11.81	5.43 x 5.87	21.15	24160	35	43.4
7.68	3.55	2.98	12.33	7.69 x 6.91	24.28	33648	45	38.6
9.4	3.94	3.5	14.4	7.50 x 8.80	14.7	60350	100	30
10.84	3.29	2.44	10.84	5.36 x ---	-	22138	28	77
11.69	3.41	3	13.63	7.01 x 5.83	32.21	37405	66	81
12.17	4.23	3.4						

Figura IV.10 Características de Grúa Hidráulica

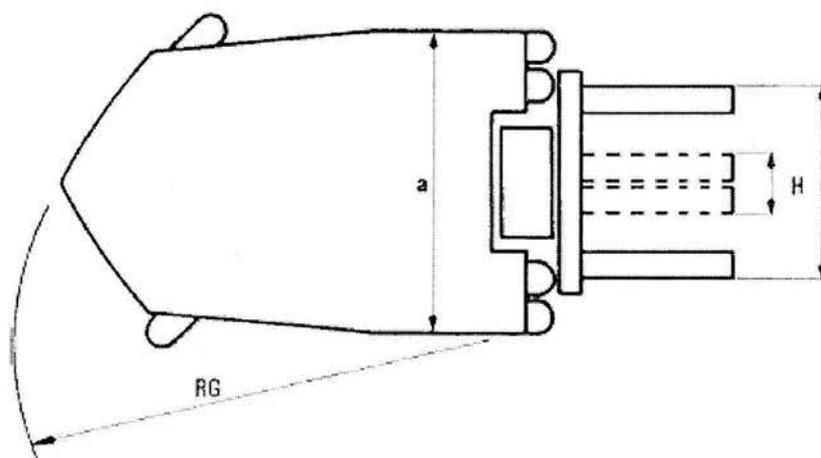


Largo L (m)	Alto A (m)	Ancho a (m)	M (m)	N (m)	Largo de pluma LP (m)	Radio de giro (m)	Peso vehic. de operac (kg)	Cap. de carga (kg)	Cap. nominal de carga (ton)	Tracción	Velocidad máxima (km/h)
12.16	4.23	3.40							56.40	Ruedas	
9.58	3.81	3.15	6.50	3.08	39.65	17.83	40,900	28,150	50.00	Ruedas	71.60
7.96	3.53	2.74	2.55	5.41	33.55	12.17	31,200	25,350	35.00	Ruedas	65.10
7.42	3.27	4.95	3.45	3.97	33.55	18.00	67,701	24,000	88.00	Orugas	1.60
4.57	-	4.00	-	-	30.48	-	-	37,900	45.00	Orugas	-

Figura IV.11 Características de Grúa Mecánica

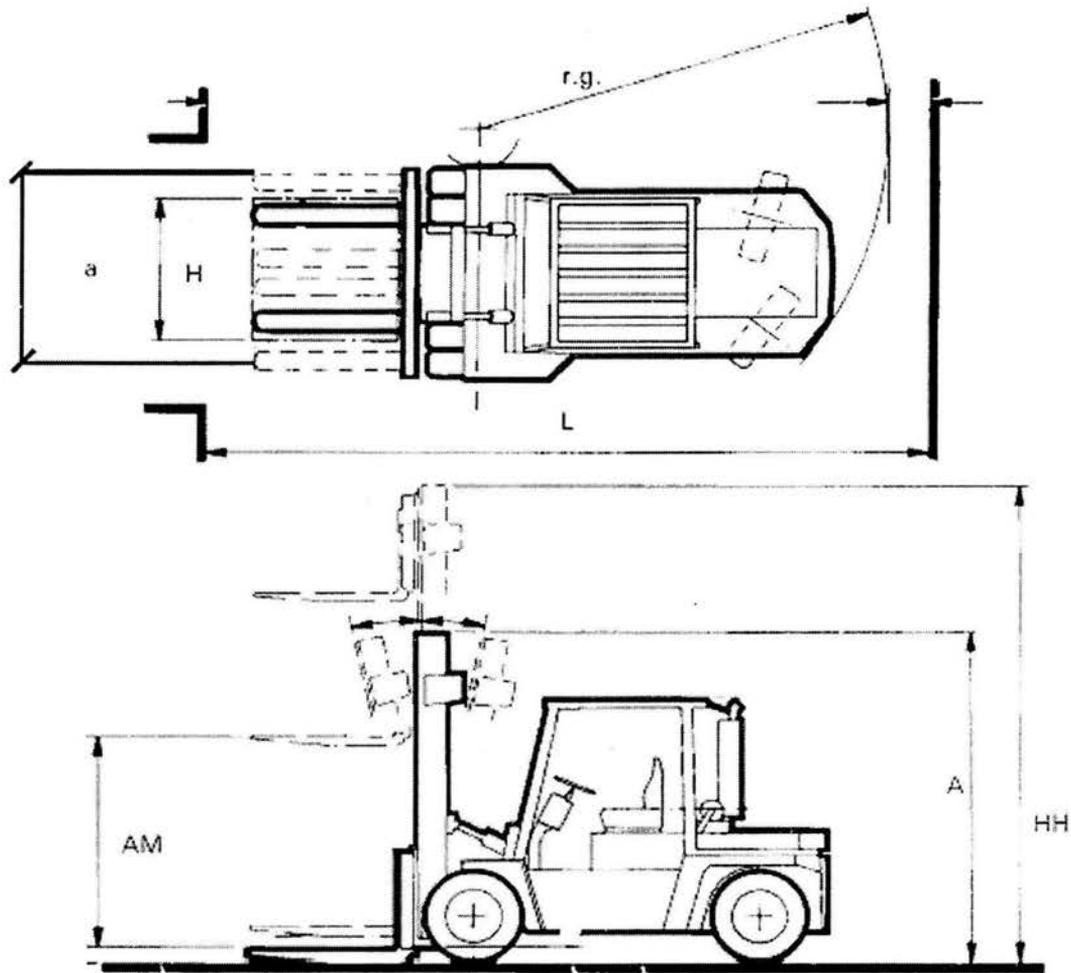


ACOT: m.



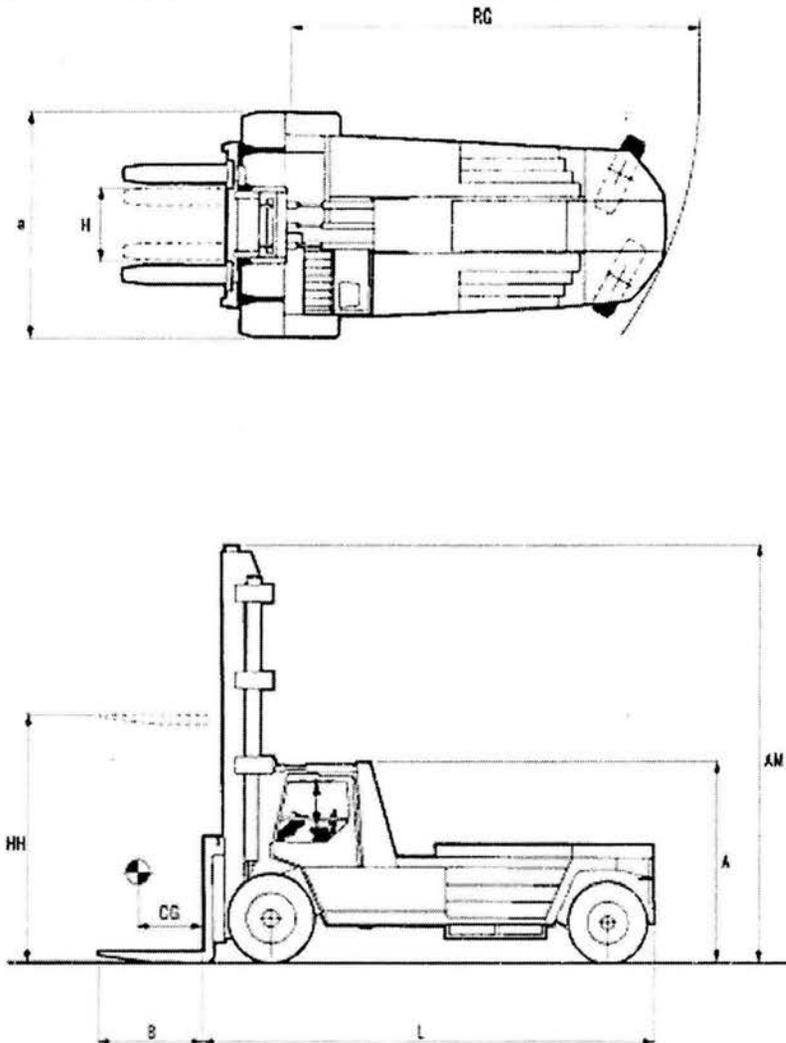
Largo L (m)	Ancho a (m)	Ajuste de horquillas H (m)	Radio de giro RG (m)	Peso vehicular de operación (kg)	Capacidades carga (kg)	Velocidad de traslado (km/h) Vacío-cargado	Velocidad de Elevación (mm/s) Vacío-cargado
2.04	1.07	0.20 - 0.90	1.83	3,860	(1750) 3500	11.30 - 10.3	
2.04	1.07	0.20 - 0.90	1.84	4,200	(2500) 5000	11.1 - 9.7	
2.10	1.10	0.20 - 1.00	1.89	4,690	(3000) 6000	10.8 - 9.3	
2.47	1.15	0.25 - 1.025	2.16			19.0 - --	500 - 480

Figura IV.12 Características de Montacargas Eléctrico



Carga (m)	Alto A (m)	Ancho a (m)	Altura de mástil AM (m)	Ajuste de horquilla H (m)	Radio de giro r.g. (m)	Peso vehicular de operac. (kg)	Capacidad de carga (kg)	Velocidad de traslado (km/h) Vacío - cargado	Pendiente vencida % Vacío - cargado	Alt. max horquilla HH (m)
2.09	2.02	1.05	1.97	0.20 - 0.92	1.88	2,240	(1000) 2200	19.0 - 18.5	26 - 42	3.00
2.17	2.02	1.07	2.00	0.20 - 0.92	1.96	2,610	(1500) 3300	19.0 - 18.5	21 - 33	3.00
2.56	2.09	1.15	2.17	0.20 - 1.31	2.20	3,700	(2500) 5000	19.5 - 19.5	27 - 22	3.30
2.68	2.11	1.24	2.02	0.25 - 1.07	2.40	4,410	(3000) 6600	19.0 - 18.5	20 - 21	3.00
2.91	2.22	1.38	2.32	0.30 - 1.17	2.87	5,810	(3625) 8000	21.4 - 19.5	25 - 31	4.26
3.18	2.22	1.43	2.32	0.30 - 1.17	2.87	6,750	(4535) 10000	21.9 - 20.6	27 - 35	4.26

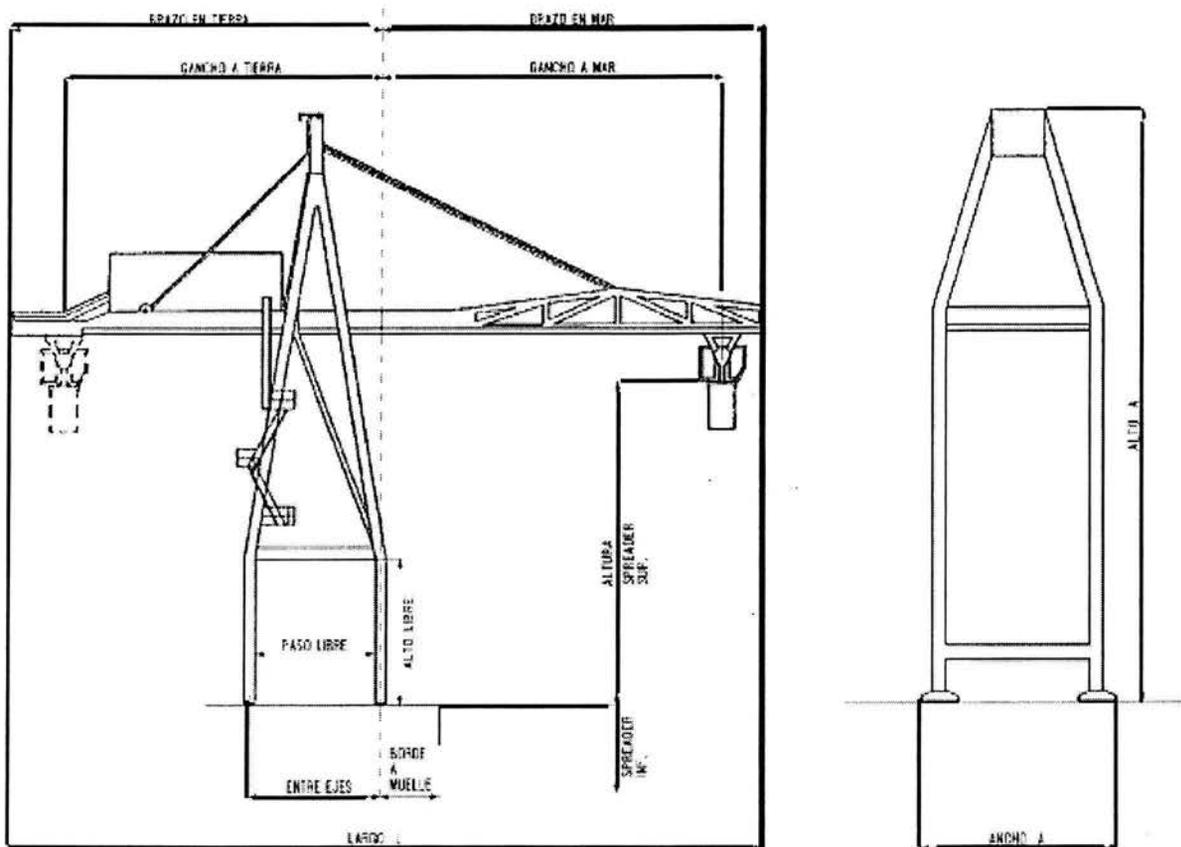
Figura IV.13 Características de Montacargas de Motor de Gasolina



	Largo L (m)	Alto A (m)	Ancho a (m)	Altura de mástil AM (m)	Largo de horquilla B (m)	Ajuste de horquilla H (m)	Radio de giro r.g. (m)	Peso vehic. de operac. (Kg)	Capacidad de carga LB (Kg)	Distancia al centro de carga CG (m)	Velocidad de traslado (kph) Vacío - cargado	Pendiente vencida % Vacío - cargado	Alt. max. horquilla HH (m)
1	3.35	2.25	1.78	2.73	1.20	0.30-1.67	3.16	8,750	(7,000) 15,500	0.60	25-23	21-31	3.50
1	4.50	2.69	2.44	2.84	1.22	0.77-2.03	4.25	12,200	(9,000) 20,000	0.60	24-23	33-60	3.10
1	5.00	3.05	2.90	3.90	2.10	0.95-2.54	4.65	19,000	(11,500) 33,000	0.60	28-22	34-29	4.24
2	8.96	3.62	3.42	5.15	2.44	2.31-821	5.88	39,500	(22,500) 50,000	1.22	25-22	26-20	8.21
2	1.27	5.10	4.10	6.40	2.44	2.31-9.21	8.00	69,000	(40,000) 88,000	1.22	23-20	30-24	9.31
2	9.34	3.68	4.54	5.15	2.20	1.14-2.60	10.10	71,180	(40,800) 90,000	1.50	30-24	28-33	6.50

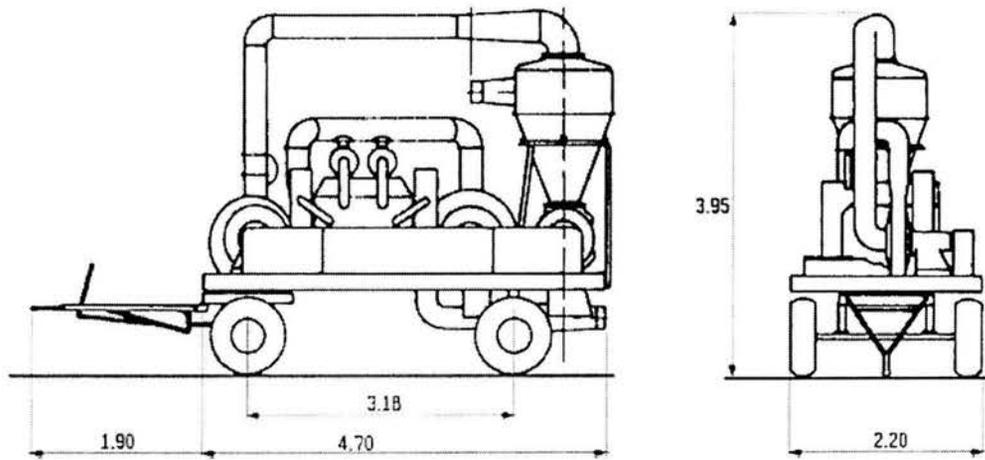
NOTA: Altura máxima (AM) y mínima (A) de Spreader, respectivamente
 1) Específico para manejo de semiremolques "Piggy Back"
 2) Específico para manejo de Contenedores

Figura IV.14 Características de Montacargas de Motor de Combustión



Largo L (m)	Alto A (m)	Ancho a (m)	Paso libre Alto libre (m)	Entre ejes (m)	Borde a muelle (m)	Altura sup/inf (m)	Capac. de carga (ton)	Brazo en mar (m)	Brazo en tierra (m)	Gancho a mar (m)	Gancho a tierra (m)
91.88	52.70	28.70	29.00 13.00	30.48	2.80	25.601 17.10	36	41.83	50.05	38.18	41.15
93.25	50.00	30.40	18.00 12.00	20.00	6.53	28.00 15.00	36	46.00	47.25	39.00	34.00
100.00	62.42	31.68	-	23.80	4.00	29.00 28.00	50	47.00	53.00	42.00	43.80

Figura IV.15 Características de Grúa de Muelle



CAPACIDAD: 100 – 200 TON/HR
 PESO: 3,950 – 4,370 Kg

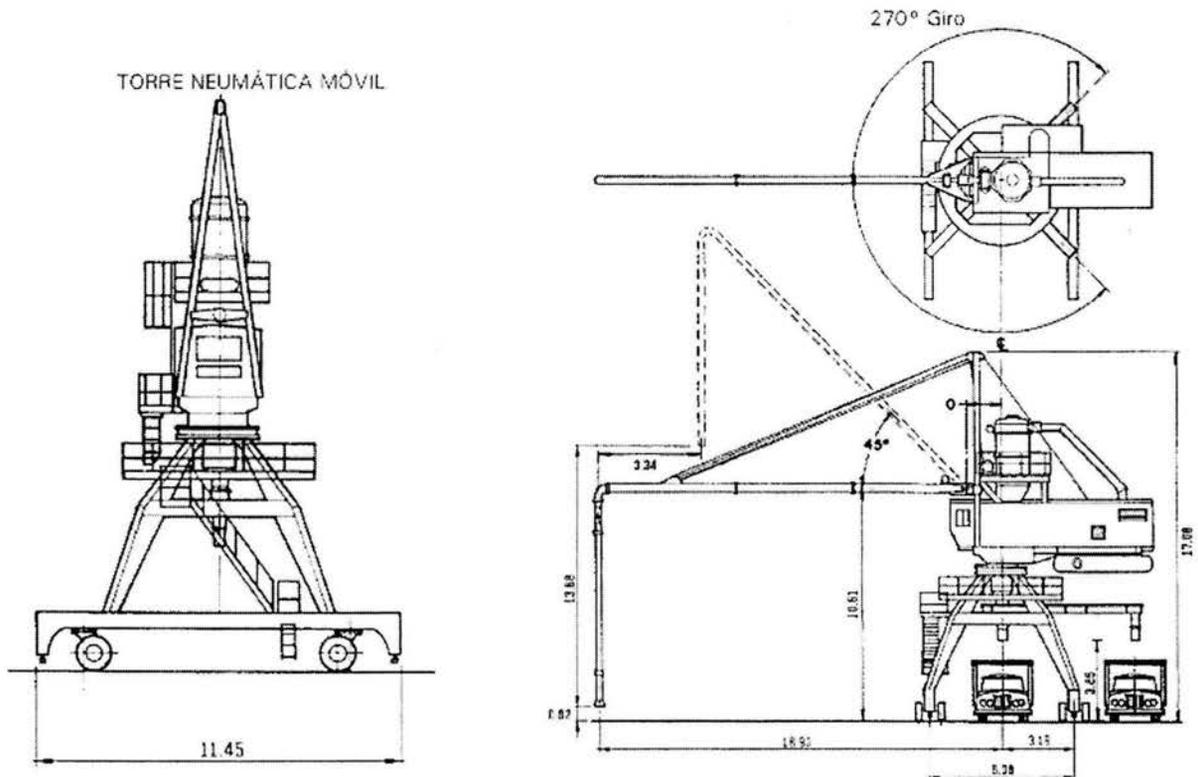


Figura IV.16 Succionadoras

Falta página

N° 99

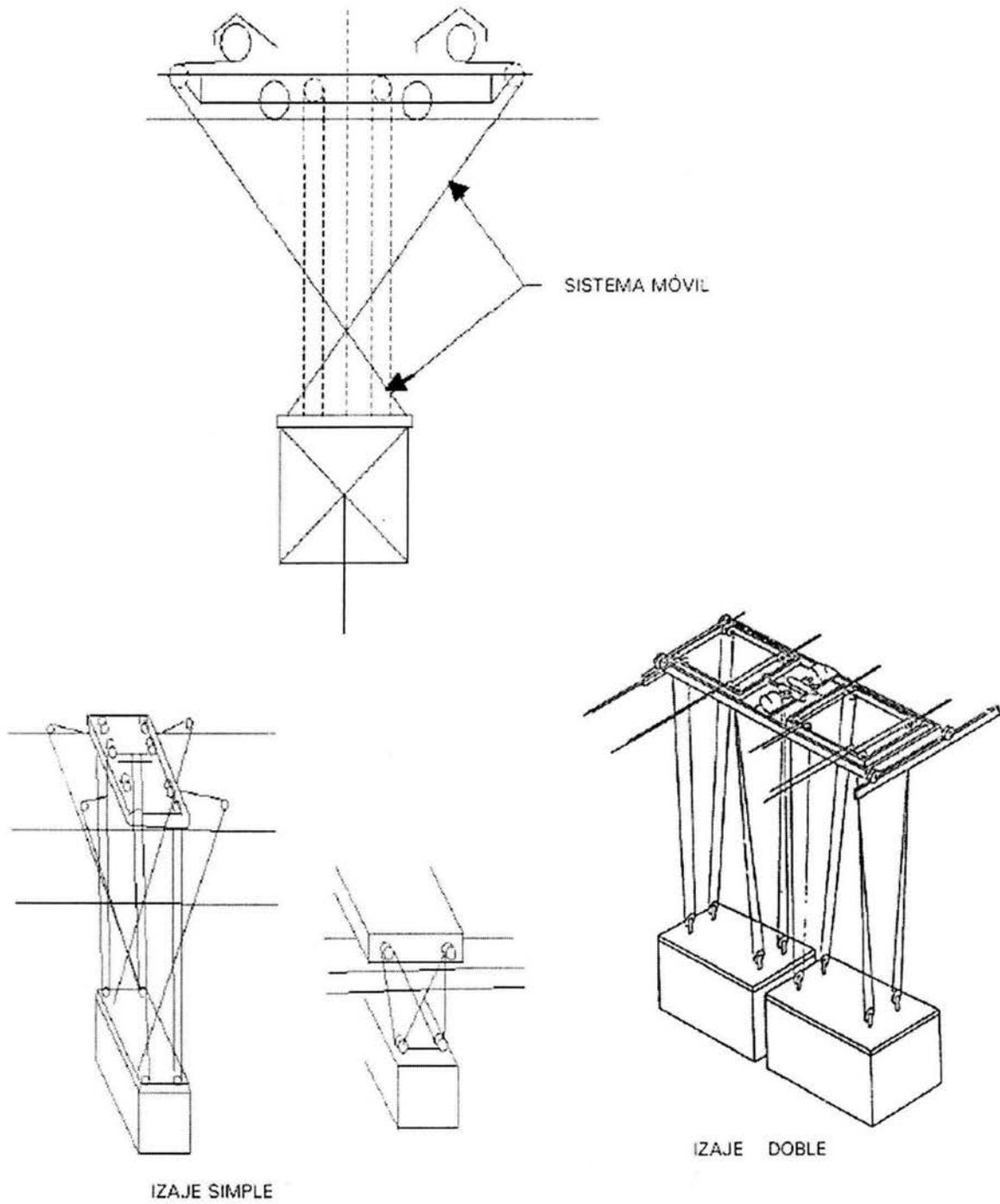
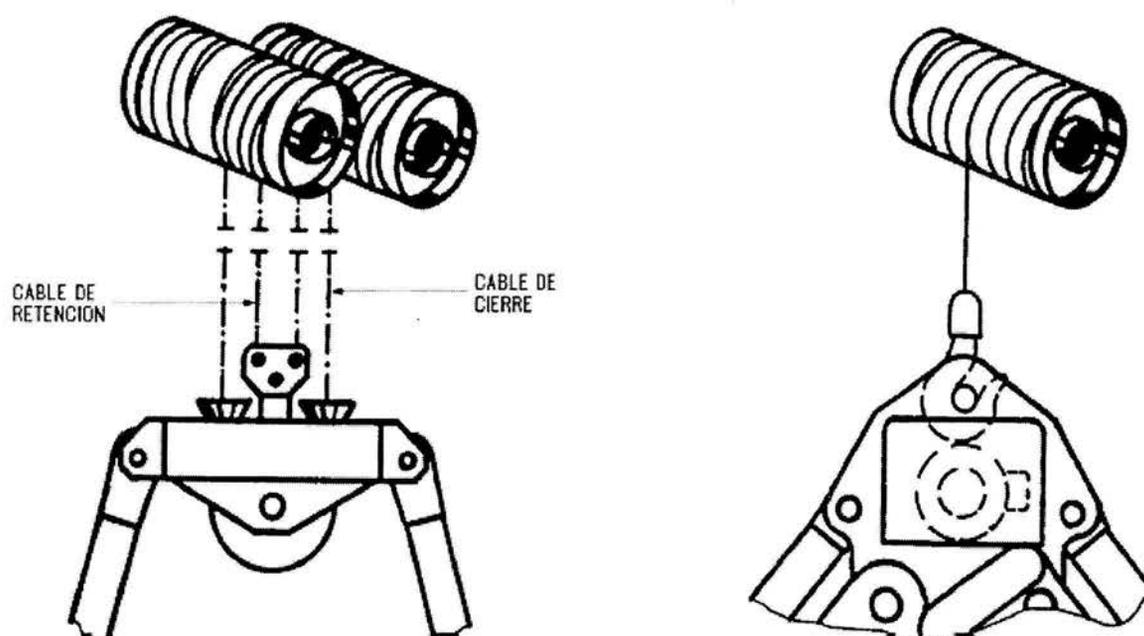
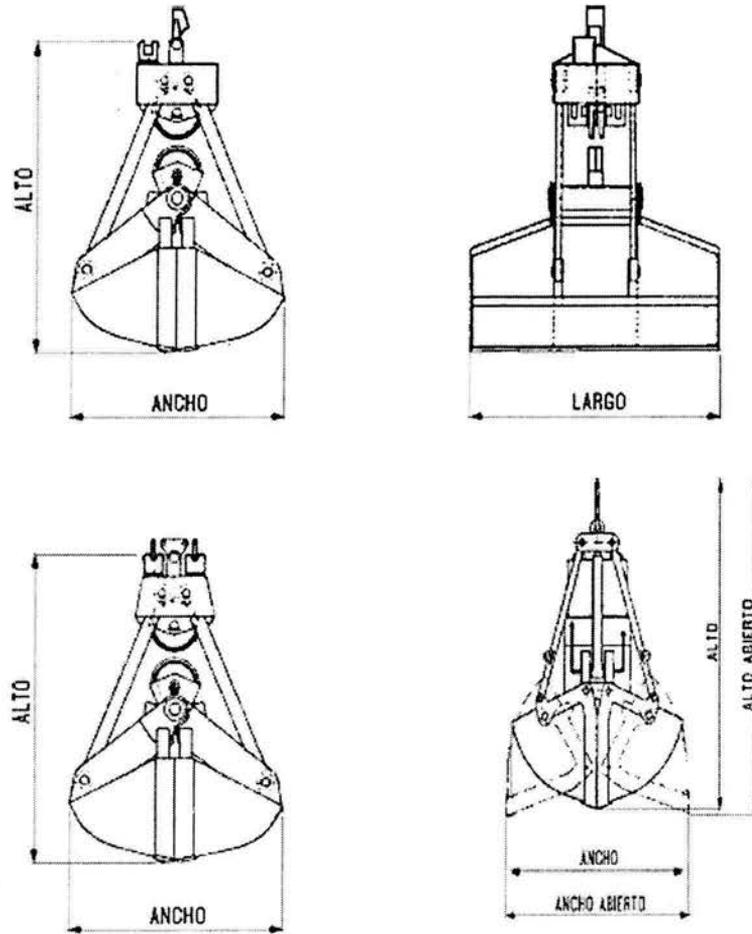


Figura IV.18 Elementos de Izaje



Largo (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Alto abierto (m)	Ancho abierto (m)	Peso (Kg)	Capacidad de carga (m³)
2 Cables						
1.25	2.20	1.50	2.43	1.79	1,155	0.8
1.69	2.95	2.04	3.27	2.45	2,885	2
2.15	3.82	2.59	4.27	3.06	5,750	4
4 Cables						
1.70	2.75	2.05	3.10	2.48	2,880	2
2.30	3.85	2.75	4.30	3.30	7,220	5
2.90	5.05	3.45	5.70	4.15	14,450	10
De motor						
1.15	2.35	1.76	2.39	1.90	1,600	1
1.78	2.95	2.41	3.00	2.65	3,700	3
2.30	3.52	2.96	3.40	3.40	6,650	6

Figura IV.19 Características de Almejas de Densidad de 2.5 ton/m³



Largo (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Alto abierto (m)	Ancho abierto (m)	Peso (Kg)	Capacidad de carga (m³)
2 Cables						
1.65	2.72	1.82	2.88	2.75	1,220	2
2.30	3.65	2.50	3.87	3.77	3,000	5
2.90	4.65	3.08	4.96	2.90	6,000	10
4 Cables						
1.96	2.85	2.14	3.06	3.18	1,800	3
2.95	4.25	3.15	4.60	4.68	6,000	10
3.96	6.20	4.25	6.67	6.40	14,700	25
De motor						
1.25	2.20	1.76	2.17	1.86	1,500	2
3.20	3.58	3.32	3.35	3.65	5,500	10
3.60	4.40	3.75	3.95	4.00	9,400	15

Figura IV.20 Características de Almejas de Densidad de 1 ton/m³

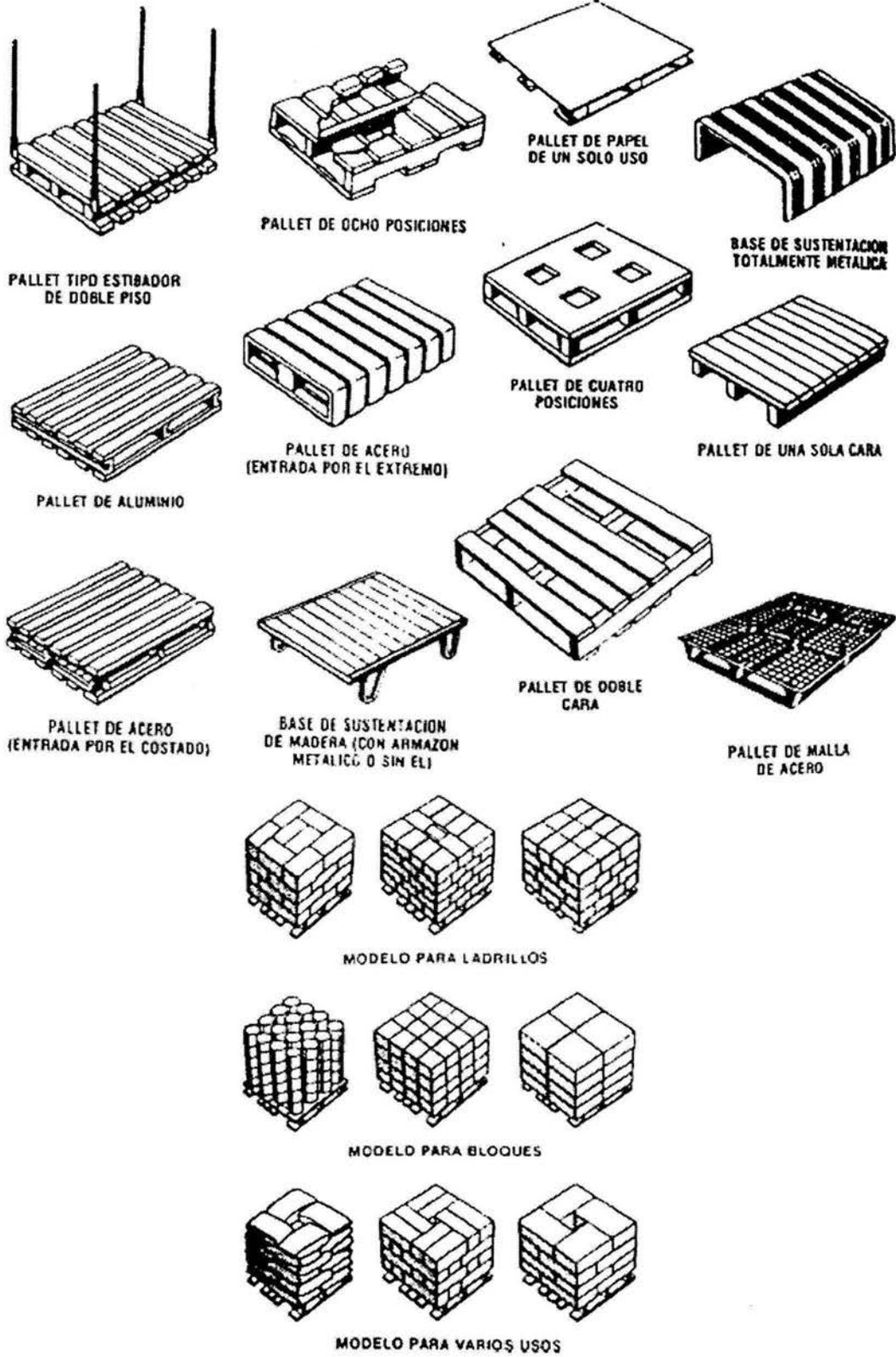


Figura IV.21 Pallets

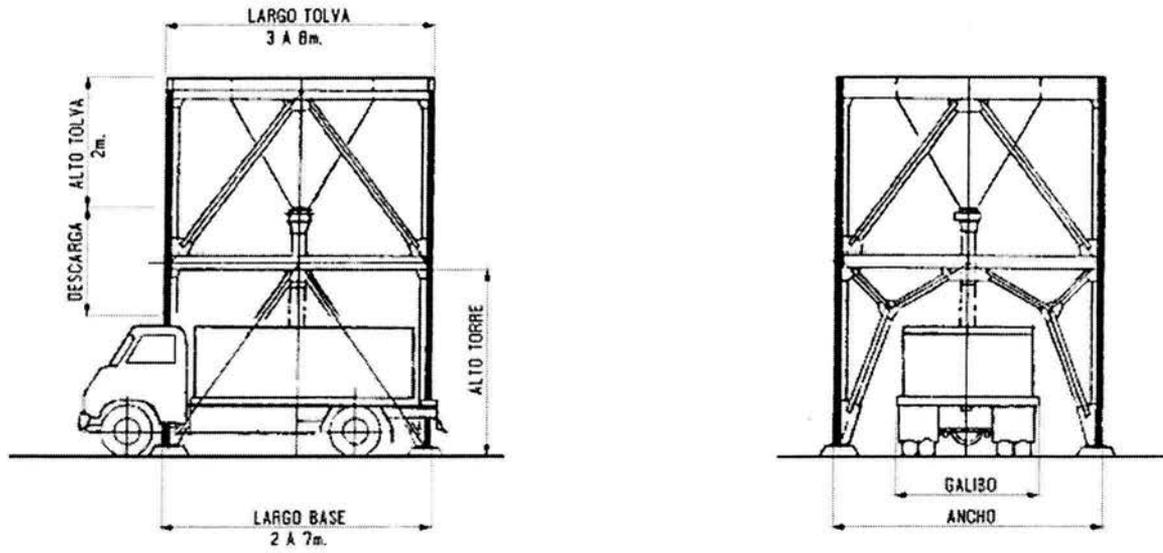
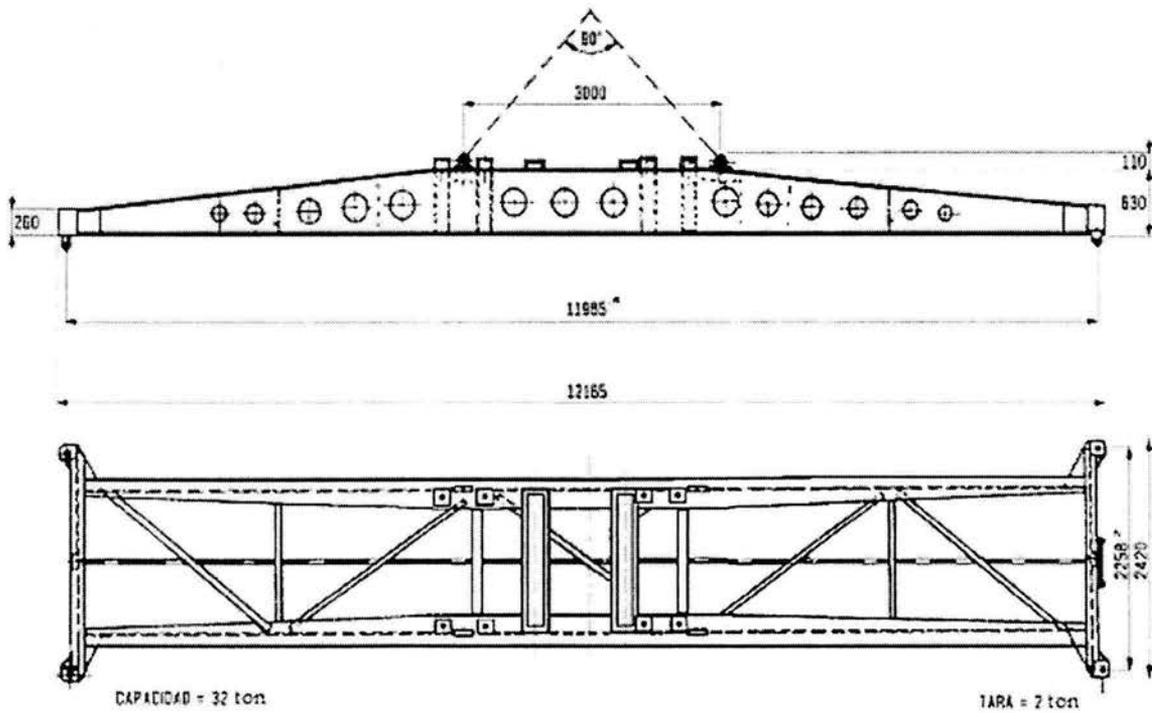


Figura IV.22 Aparejos de Izar. Tolvas



De marco para traslado de contenedores con agarre superior a 40'

Figura IV.23 Aparejos de Izar. Spreaders

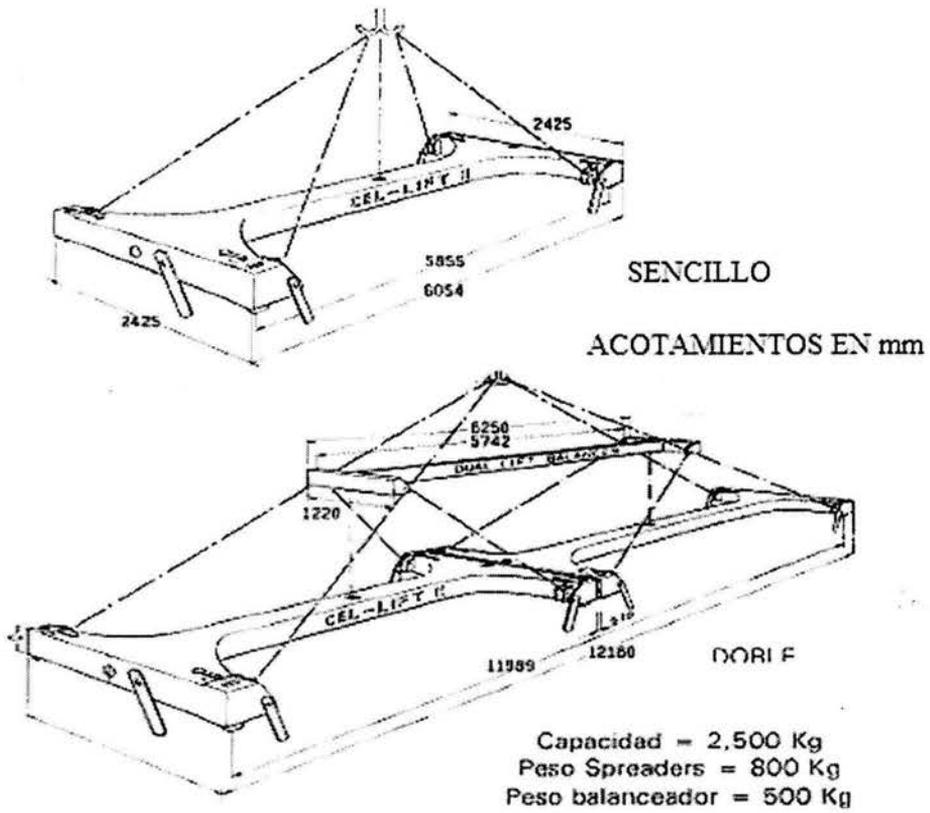


Figura IV.24 Modulares para Traslado Horizontal de Contenedores de 20' y 40'

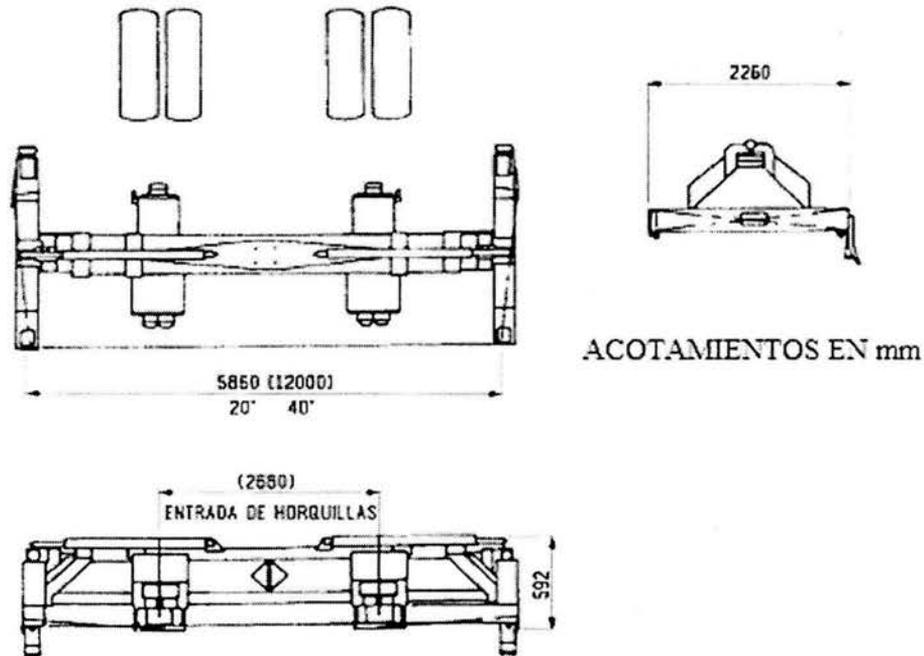
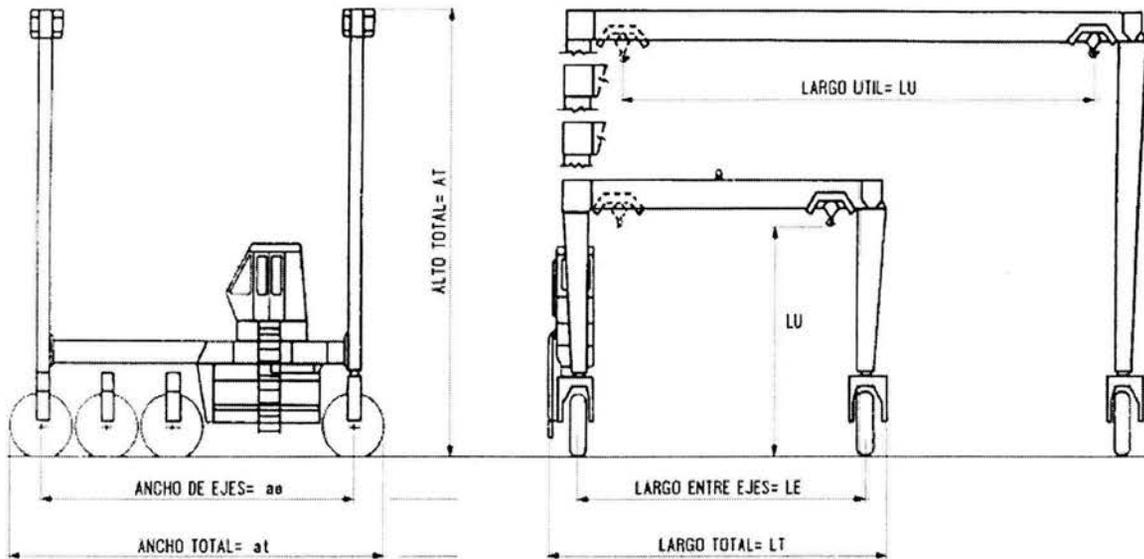


Figura IV.25 Spreader Telescópico para Traslado Horizontal de Contenedores de 20' y 40'



Largo total LT (m)	Alto total AT (m)	Ancho AT = total AE = (m) ejes	Largo entre ejes LE (m)	Largo útil LU (m)	Alto útil AU (m)	Radio de giro (m)	Paso vehicular de operación (Kg)	Capacidad de carga (Kg) LB	Pendiente vencida (%)	Velocidad máxima (kph)
6.27	5.72	5.89 4.57	5.16	3.58	4.85	7.29	13,585	(16,330) 36,000	15.0	12.40
12.34	10.59	7.42 6.10	11.25	9.68	9.73	13.21	17,373	(16,330) 36,000	11.5	12.40
23.50	11.50	6.50 -	23.47	12.00	15.24	24.84	-	(40,000) 88,100	-	8.00
26.00	21.45	10.40 7.50	23.47	18.34	14.80	-	-	(35,500) 78,200	-	8.00
28.60	16.80	- 9.00	25.80	21.50	9.90	-	-	(35,500) 78,200	-	2.70

Figura IV.26 Características de Grúa de Patio

Capítulo V

Conclusiones

Debido a los niveles que se manejan en evaluación de proyectos, debo mencionar que el proyecto que desarrollé tiene un nivel de anteproyecto y de pre-factibilidad, razón por la cual los aspectos principales que tocaré, son los aspectos económicos y sociales que generará la construcción de un puerto de las características ya mencionadas. Primeramente tocaré el aspecto económico, el cual consiste en una proyección general de los costos de las principales obras para la creación del puerto, como las obras de protección, la conexión a la red carretera, ferroviaria y el dragado de la laguna y del canal.

Cabe mencionar que todo lo que a continuación será expuesto está condicionado a la realización de los estudios complementarios que mencioné al final del capítulo 2.

Como mencioné en el capítulo 2 la profundidad promedio de la laguna es de 1.5 m, lo cual es un aspecto que complica la construcción del puerto, ya que encarece la obra debido a los grandes volúmenes de material que deben ser dragados, pero en este ámbito cabe mencionar que en el marco del Plan Nacional de Desarrollo se contempla el Programa Sectorial de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, el cual establece la rehabilitación de los sistemas lagunares costeros, para lo cual se realizó un convenio de colaboración entre Sagarpa-Conapesca-Semar para la ejecución de tres importantes obras de dragado en los sistemas lagunares costeros en los estados de Chiapas, Sinaloa y Veracruz, específicamente de este último en la Laguna de Tamiahua, lo cual se debe considerar dentro de los volúmenes de material a dragarse y consecuentemente los costos previstos en cuanto a dragado en la laguna para el cumplimiento de las dimensiones adecuadas, para la entrada a la laguna del buque tipo propuesto.

En general el material que sea removido puede ser utilizado como relleno, para agregados pétreos en la elaboración de concreto o para pavimentos según las características del mismo.

Además de las obras de dragado, el Plan Nacional de Desarrollo contempla la construcción de escolleras.

Por lo anterior concluyo que la construcción del puerto en este ámbito es factible.

En cuanto a dimensiones también es factible, ya que el área requerida por las instalaciones del puerto, no es mayor que con las que cuenta la laguna.

Además de lo mencionado es necesario considerar lo que indiqué en el capítulo 4 respecto a la infraestructura complementaria, ferroviaria y carretera requerida para la correcta operación del puerto concentrador propuesto, lo que también nos representa una fuerte inversión, pero a pesar de que la construcción del puerto representa un gasto muy grande, como se puede observar en los puntos anteriores, es una obra que se puede llevar a cabo con la aportación de capital por parte del gobierno federal, del gobierno estatal y de la industria privada.

En el ámbito social la construcción del puerto es favorable debido a que generará grandes beneficios a la comunidad de la región, ya que reactivará la economía y generará nuevos empleos, de forma directa e indirecta, tanto en la etapa de construcción como en la etapa de operación y mantenimiento, debido a que como comenté en el capítulo 1 la principal actividad económica de la región es la pesca, elevando con esto la calidad de vida de los habitantes. Además, las obras de infraestructura beneficiarán de manera indirecta a habitantes de regiones cercanas al puerto y de manera general al país.

Falta página

N° 109

-
- Manual de Dimensionamiento Portuario 2001, Capítulo V, SCT, México, 2001.
 - Operación, Administración y Planeación Portuarias, Héctor López Gutiérrez, AMIP, México, 1999.
 - Estudio de Factibilidad de Obras Marítimas, Portuarias, Pesqueras, en la Laguna de Tamiahua, Barra de Corazones, Municipio de Tamiahua, Ver., Secretaría de Desarrollo Agropecuario Forestal y Pesquero del Estado de Veracruz, 1994.
 - Anuario Estadístico, Dirección General de Puertos, SCT, 2001.
 - Reporte Anual, PEMEX, 2002.
 - Ingeniería Marítima y Portuaria, Macdonel / Pindter / Herrerón / Pizá / López, Alfaomega, México, 2000.
 - Puertos Pivotes en México: Límites y Posibilidades, Carlos Martner Peyrelongue, Revista de la CEPAL 76, abril 2002.
 - Anuario Estadístico, Dirección General de Puertos, SCT, 1990.
 - Anuario Estadístico, Dirección General de Puertos, SCT, 1992.
 - Anuario Estadístico, Dirección General de Puertos, SCT, 1996.
 - Anuario Estadístico, Dirección General de Puertos, SCT, 1999.
 - Anuario Estadístico, Dirección General de Puertos, SCT, 2000.

Direcciones electrónicas:

- Página principal del sitio web de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, www.conanp.gob.mx, visitada en el mes de marzo de 2004.
- Página principal del sitio web del Municipio de Tamiahua, www.tamiahua.gob.mx, visitada en el mes de marzo de 2004.
- Página principal del sitio web del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, www.inegi.gob.mx, visitada en el mes de marzo de 2004.
- Página del sitio web del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, <http://biblioweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1981-1/articulo114.html>, visitada en el mes de abril de 2004.
- Página del Municipio de Tamiahua ubicada en el servidor lycos, <http://usuarios.lycos.es/andamiaje/ficha1.htm>, visitada en el mes de abril de 2004.
- Página principal del sitio web de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, www.sct.gob.mx, visitada en el mes de abril de 2004.