

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM (MINERIA)**

CA 092 INGENIERIA MARITIMA Y PORTUARIA

DURACIÓN: DEL 17 AL 22 DE NOVIEMBRE DEL 2003.

DE LUNES A SABADO DE 09:00 hrs. A 19:00 hrs.

FECHA	TEMA	EQUIPO AUDIOVISUAL
LUNES 17 09:00 hrs a 14:00 hrs	ING. ROBERTO BUSTAMANTE AHUMADA DESARROLLO COSTERO EN MÉXICO *PUERTOS COMERCIALES, PETROLEROS E INDUSTRIALES *MARICULTURA Y PUERTOS PESQUEROS	
LUNES 17 15:00 hrs A 19:00 hrs	ING. FRANCISCO JAVIER MARES CARDENAS ADMINISTRACIÓN Y DESARROLLO DE LA ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE *ZONA COSTERA (PLAYAS, ZONA FEDERAL MARÍTIMO – TERRESTRE TERRENOS) *MARCO JURÍDICO (LEY ORGANICA DE ADMINISTRACIÓN PUBLICA FEDERAL *DESARROLLO DE LA ZONA COSTERA (ASENTAMIENTOS HUMANOS, ZONAS PESQUERAS)	
MARTES 18 09:00 hrs A 14:00 hrs	ING. GUSTAVO ALEJANDRO MURILLO BAGUNDO LAGUNAS LITORALES *EL MEDIO FÍSICO LAGUNA – COSTA *ASPECTOS BIOLÓGICOS Y AMBIENTALES *DISEÑO DE COMUNICACIÓN LAGUNA COSTA	
MARTES 18 15:00 hrs A 19:00 hrs	ING. MIGUEL MONTOYA RODRIGUEZ INGENIERIA DE COSTAS *MEDICIONES DE CAMPO *SIMULACIONES NUMÉRICAS Y PRUEBAS EN MODELOS HIDRÁULICOS *DISEÑO EN OBRAS DE PROTECCIÓN	

MIÉRCOLES 19 09:00 hrs A 14:00 hrs	ING MARIO RODRIGUEZ DE LA GALA DESARROLLO PORTUARIO PARA MANEJO DE HIDROCARBUROS. *INFRAESTRUCTURA PORTUARIA PETROLERA *PROYECTOS DE INVERSIÓN *DRAGADO EN INSTALACIONES PETROLERAS	
MIÉRCOLES 19 15:00 hrs A 19:00 hrs	ING. CARLOS SÁNCHEZ LINARES OBRAS DE TOMA EN PLANTAS GENERADORAS DE ENERGIA ELECTRICA. *CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL EMPLAZAMIENTO DE CENTRALES TERMOELÉCTRICAS *CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS OBRAS DE TOMA Y DESCARGA *TOMAS SUBMARINAS	
VIERNES 21 09:00 hrs A 14:00 hrs	ING ANTONIO MORENO GOMEZ ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS EN TERMINALES DE CONTENEDORES *ESTADO DEL ARTE EN EL DISEÑO DE TERMINALES *ASPECTOS OPERATIVOS Y ADMINISTRATIVOS *CRITERIOS DE DIMENCIONAMIENTO *PROBLEMÁTICA REGLAMENTARIA Y DE NORMATIVIDAD	
VIERNES 21 15:00 hrs A 19:00 hrs	ING. JUAN PIZA ORTIZ CONSTRUCCIÓN DE ROMPEOLAS SUMERGIDOS *CONSIDERACIONES GENERALES *PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO *EMPLEO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS	
SABADO 22 09:00 hrs A 14:00 hrs	ING ALBERTO AZCONA GALLARDO INFRAESTRUCTURA PARA EL TURISMO NÁUTICO Y DE CRUCEROS *CONSTRUCCION DE MUELLES PARA CRUCEROS *CONSTRUCCIÓN DE MARINAS	
SABADO 22 15:00 hrs A 19:00 hrs	ING JULIO PINDTER VEGA DIMENSIONAMIENTO PORTUARIO *CANALES DE NAVEGACIÓN *DÁRSENAS DE CIABOGA Y DE OPERACIÓN *INSTALACIONES DE ATRAQUE Y DE AMARRE	



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

CA 092 INGENIERIA MARÍTIMA Y PORTUARIA

DEL 17 AL 22 DE NOVIEMBRE

Tema

DESARROLLO DE LA ZONA FEDERAL
MARÍTIMA TERRITORIAL EN MEXICO

EXPOSITOR: ING. FRANCISCO JAVIER MARES CARDENAS
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE DEL 2003

SIETE PARTIDAS DE ALFONSO X, EL SABIO

- 1256 UBICO A LAS PLAYAS ENTRE LAS COSAS COMUNES " DE QUE TODOS LOS HOMBRES PUEDEN APROVECHARSE " ESTE ES EL PRIMER CUERPO NORMATIVO QUE TRATA DE UNIFICAR LA LEGISLACION SOBRE LA MATERIA

BULA DEL PAPA ALEJANDRO VI

- 1493 DIVIDIO ENTRE ESPAÑA Y PORTUGAL LOS TERRITORIOS DESCUBIERTOS

2. EL MEXICO INDEPENDIENTE

AL CONSUMARSE LA
INDEPENDENCIA, LA PROPIEDAD
TERRITORIAL QUE CONSTITUYO
PARTE DEL REAL PATRIMONIO
PASO A SER PATRIMONIO DEL
NACIENTE ESTADO

1821 SECRETARIA DE ESTADO Y DEL DESPACHO DE GUERRA Y MARINA

1850 CAPITAN DEL PUERTO DE ACAPULCO SOLICITO INSTRUCCIONES QUE SE ACLARARA HASTA DONDE SE EXTENDIAN LOS LÍMITES DE LAS PLAYAS EN LOS PUERTOS SE RESOLVIO QUE DE MANERA SUPLETORIA A LAS ORDENANZAS DE LA ARMADA LO DISPUESTO EN LA REAL ORDEN DE 1815 QUE NO HABIAN SIDO ABROGADAS Y POR LO TANTO SE ENCONTRABAN AUN VIGENTES Y QUE ESTABLECIAN EL CRITERIO DE CONSIDERAR A LAS PLAYAS COMO " TODO AQUEL ESPACIO QUE BAÑA EL AGUA DE MAR EN SU FLUJO Y RÉFLUJO DIARIO Y VEITE VARAS COMUNES MAS ARRIBA DE LA PLEAMAR "

CODIGO CIVIL

- 1870 DEFINIO EL PATRIMONIO DEL ESTADO DIVIDIENDO LOS BIENES EN :

- PROPIEDAD PUBLICA
USO COMUN - PROPIOS
PROPIEDAD PRIVADA

CONTEMPLA COMO DE USO COMUN A LAS PLAYAS DEL MAR, DEFINIENDOLA COMO AQUELLAS PARTE DE TIERRA QUE CUBRE EL AGUA EN SU MAYOR FLUJO ORDINARIO

ADMINISTRACION DEL PRESIDENTE JUAREZ

- SE PUBLICO EL MANUAL DENOMINADO
" INSTRUCCIONES SOBRE LA MANERA DE
PROCEDER RESPECTO DE LAS
PESQUERIAS Y AL USO DE LAS PLAYAS "

LEY DE 1888

- FACULTA AL EJECUTIVO DE LA UNION PARA EJERCER LA SUPERVISION Y VIGILANCIA EN LAS VIAS GENERALES DE COMUNICACIÓN, AUTORIZANDOLE PARA REGLAMENTAR EL USO PUBLICO Y PRIVADO DE LAS MISMAS, ESPECIALMENTE EN LO REFERENTE A LA PESCA` , BUCEO DE PERLAS, USO O APROVECHAMIENTO DE LOS ESTEROS Y LAGUNAS QUE SE ENCUENTREN EN LAS PLAYAS DE LA REPUBLICA

RESOLUCION PRESIDENCIAL

- 1890 HABLA POR PRIMERA VEZ DE LA " ZONA MARITIMO TERRESTRE ", DISTINGUIENDOLA DEL CONCEPTO DE PLAYAS Y CARACTERIZANDOLA COMO PROPIEDAD PUBLICA

LEY DE 1894

- ESTABLECIO QUE LAS PLAYAS Y LA ZONA MARITIMO TERRESTRE ERAN BIENES DE DOMINIO PUBLICO Y POR LO TANTO NO PUEDEN ENAJENARSE NI ESTAR SUJETOS A PRESCRIPCION, Y QUE ESTA ULTIMA DEBERA DE ENTENDERSE CON UNA EXTENSION DE VEINTE METROS CONTADOS DESDE LA ORILLA DEL AGUA, EN LA MAYOR PLEAMAR; DE DIEZ METROS EN AMBAS RIBERAS DE LOS RIO NAVEGABLES. ASI MISMO DECLARA LA INALIENABILIDAD DE LOS ESTEROS, ESTANQUES Y LAGUNAS

LEY SOBRE LA CLASIFICACION Y REGIMEN DE LOS BIENES INMUEBLES FEDERALES

- 1902 ES LA PRIMERA LEY ESPECIFICA DEL PATRIMONIO FEDERAL, ESTA LEGISLACION DIFERENCIO EL REGIMEN JURIDICO APLICABLE A LA PROPIEDAD PUBLICA DEL QUE REGULABA A LA PROPIEDAD PRIVADA, DEFINIENDO DE MANERA ESPECIFICA LOS BIENES DE USO COMUN SEGUN LA NATURALEZA DE ELLOS

DOMINIO MARITIMO
DOMINIO TERRESTRE
DOMINIO FLUVIAL

BIENES DE DOMINIO PUBLICO

- ARTICULO 4 SE DECLARARON BIENES DEL DOMINIO PUBLICO Y DE USO COMUN DEPENDIENTES DE LA FEDERACION

EL MAR TERRITORIAL HASTA TRES MILLAS MARITIMAS

LAS PLAYAS DEL MISMO

LA ZONA MARITIMO TERRESTRE DE 20 M. DE ANCHURA CONTIGUA A LAS PLAYAS O LAS RIBERAS DE LOS RIOS

LOS PUERTOS

LAS BAHIAS

LAS RADAS

LAS ENSENADAS

SEGURIDAD Y DEFENSA DEL TERRITORIO NACIONAL

- ARTICULO 34 ESTABLECIO " EL MAR TERRITORIAL EN LO QUE SE RELACIONA CON LA NAVEGACION, LAS PLAYAS DEL MAR, LA ZONA MARITIMO TERRESTRE Y EN GENERAL TODOS LOS BIENES DE USO COMUN QUE DEBAN APROVECHARSE PARA LA SEGURIDAD Y DEFENSA DEL TERRITORIO NACIONAL, ESTAN A CARGO EXCLUSIVO DE LA SECRETARIA DE GUERRA Y MARINA "

CONSTITUCION MEXICANA

ARTICULO 27 SEÑALA " LA PROPIEDAD DE LAS TIERRAS Y AGUAS COMPRENDIDAS DENTRO DE LOS LIMITES DEL TERRITORIO NACIONAL, CORRESPONDEN ORIGINALMENTE A LA NACION, LA CUAL A TENIDO Y TIENE EL DERECHO DE TRASMITIR EL DOMINIO DE ELLAS A LOS PARTICULARES, CONSTITUYENDO LA PROPIEDAD PRIVADA "

LAS EXPROPIACIONES SOLO PODRAN HACERSE POR CAUSA DE UTILIDAD PUBLICA Y MEDIANTE INDEMNIZACION

LA NACION TENDRA EN TODO TIEMPO EL DERECHO DE IMPONER A LA PROPIEDAD PRIVADA LAS MODALIDADES QUE DICTE EL INTERES PUBLICO

PERIODO	CRITERIO	ADMINISTRACION
1492 - 1942	Los litorales mexicanos administrados bajo los criterios de seguridad Nacional, libre acceso a las vías de comunicación y de desarrollo marítimo mercante	Nov. 08 1821 Secretaria de Estado y del despacho de Guerra y Marina. Dic. 18 1902 Secretaria de Guerra y Marina. Dic. 31 1935 SCT. Dic. 30 1939 Departamento de Marina Nacional.
1942 - 1976	Los litorales mexicanos administrados bajo los criterios de uso , aprovechamiento y explotación de los bienes nacionales. Manuel Ávila Camacho exposición de motivos de la iniciativa de ley general de bienes nacionales. Diario de debates de la Cámara de Diputados del 3 de Oct de 1941.	Dic. 31 1946 Secretaria de Bienes Nacionales e Inspección Administrativa. Dic. 24 1958 Secretaria de Patrimonio Nacional. 1971 juntas Federales de Mejoras Materiales.
1976 - 1994	Los litorales mexicanos administrados bajo el criterio de planificación del desarrollo urbano.	Dic. 29 1976 Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. Dic. 29 1982 Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología. Mayo 25 1992 Sedesol.
1994 - 2003	Los litorales mexicanos administrados bajo el criterio del medio ambiente de desarrollo sustentable.	Dic. 28 1994 Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca.

DEFINICION DE CONCEPTOS

- PLAYA
- ZONA FEDERAL MARITIMO TERRESTRE
- TERRENOS GANADOS AL MAR
- MARINA
- RECINTO PORTUARIO

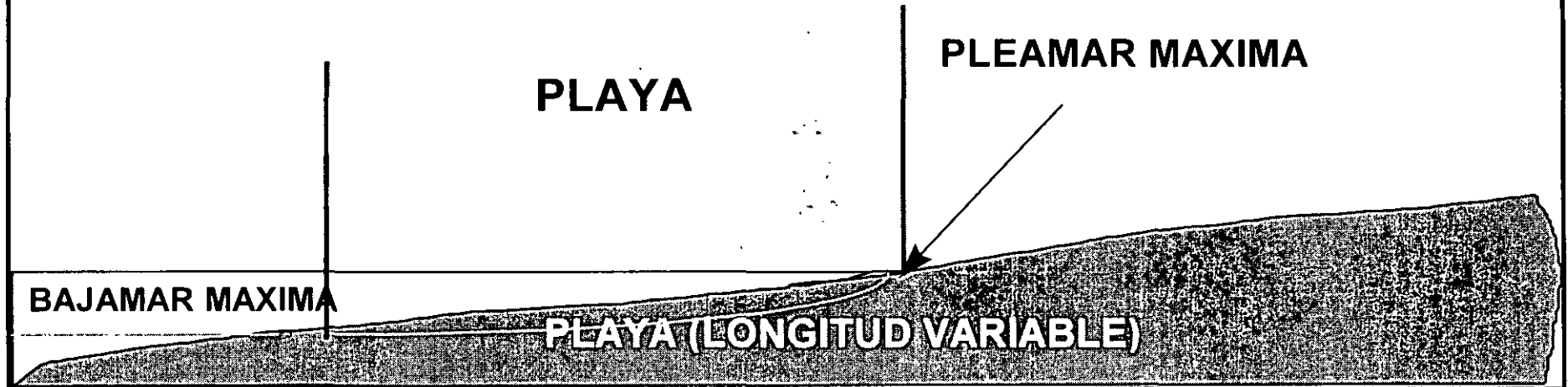
¿Qué es playa?

Las Playas Marítimas, entendiéndose por tales las partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujó hasta los límites de mayor flujo anuales (art. 29 frac IV LGBN)



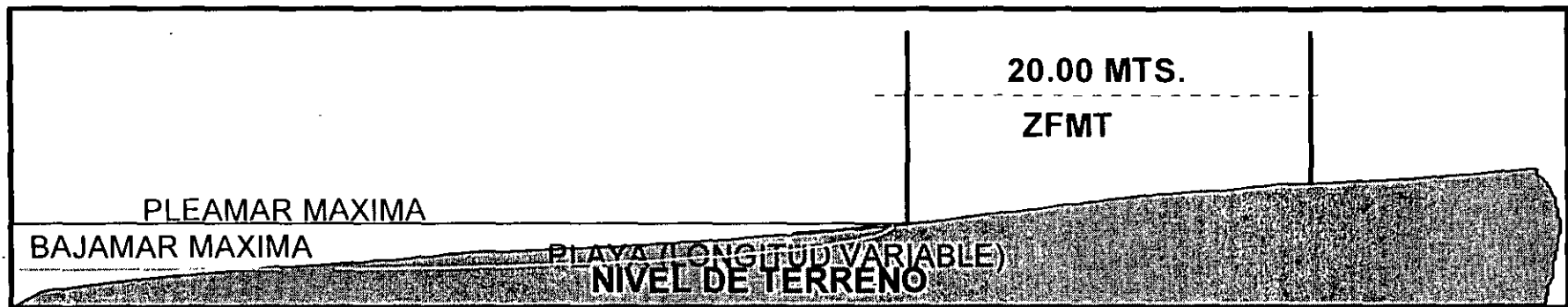
¿QUÉ SON LAS PLAYAS MARÍTIMAS?

Partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujo hasta los límites de mayor flujo anuales.

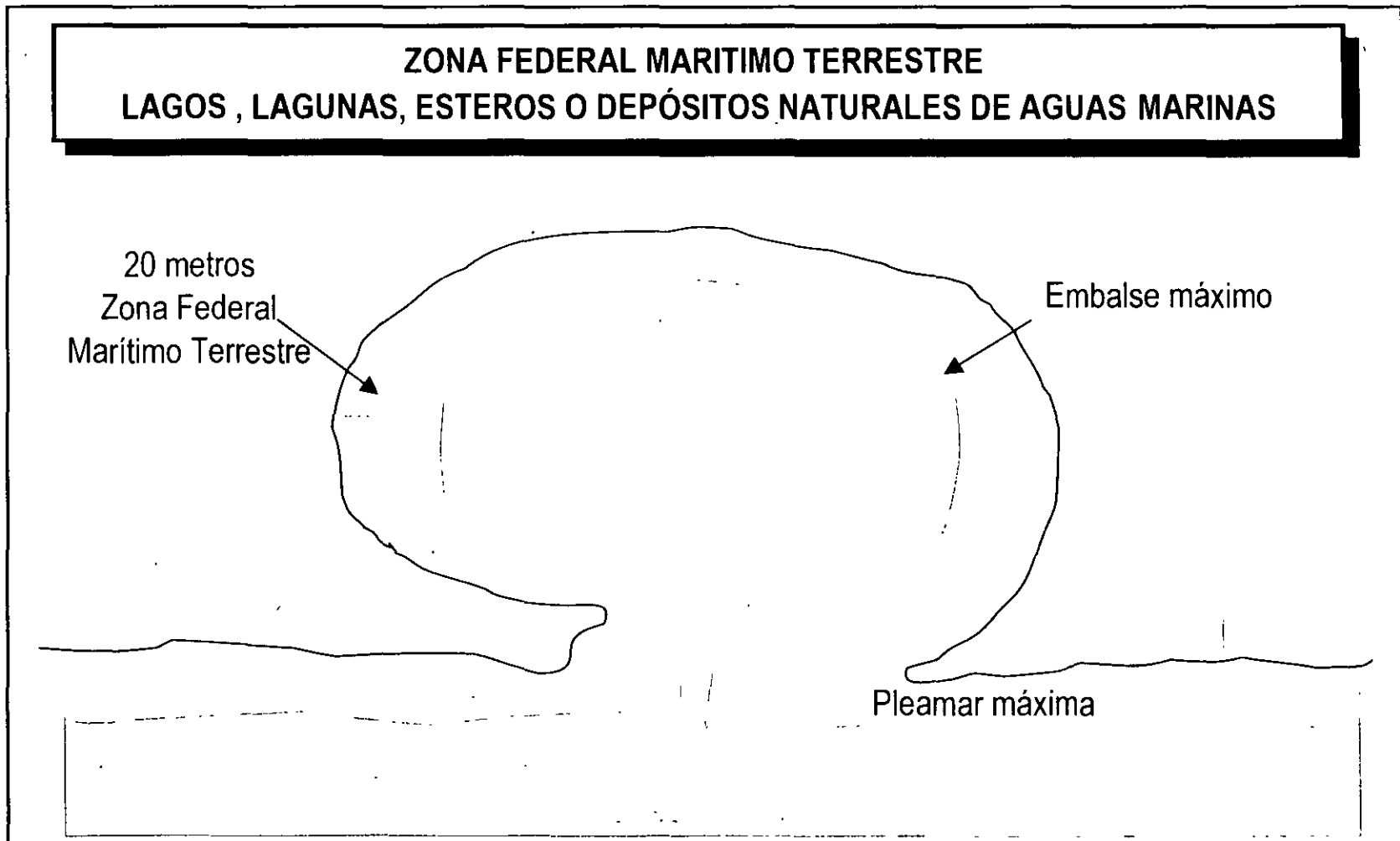


¿QUÉ ES LA ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE?

- Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba.



- “En el caso de los lagos, lagunas o esteros o depósitos naturales de agua marina que se comuniquen directa o indirectamente con el mar, la faja de veinte metros de zona federal marítimo terrestre se contará a partir del punto a donde llegue el mayor embalse anual o límite de la pleamar o, en los términos que determine el Reglamento”.

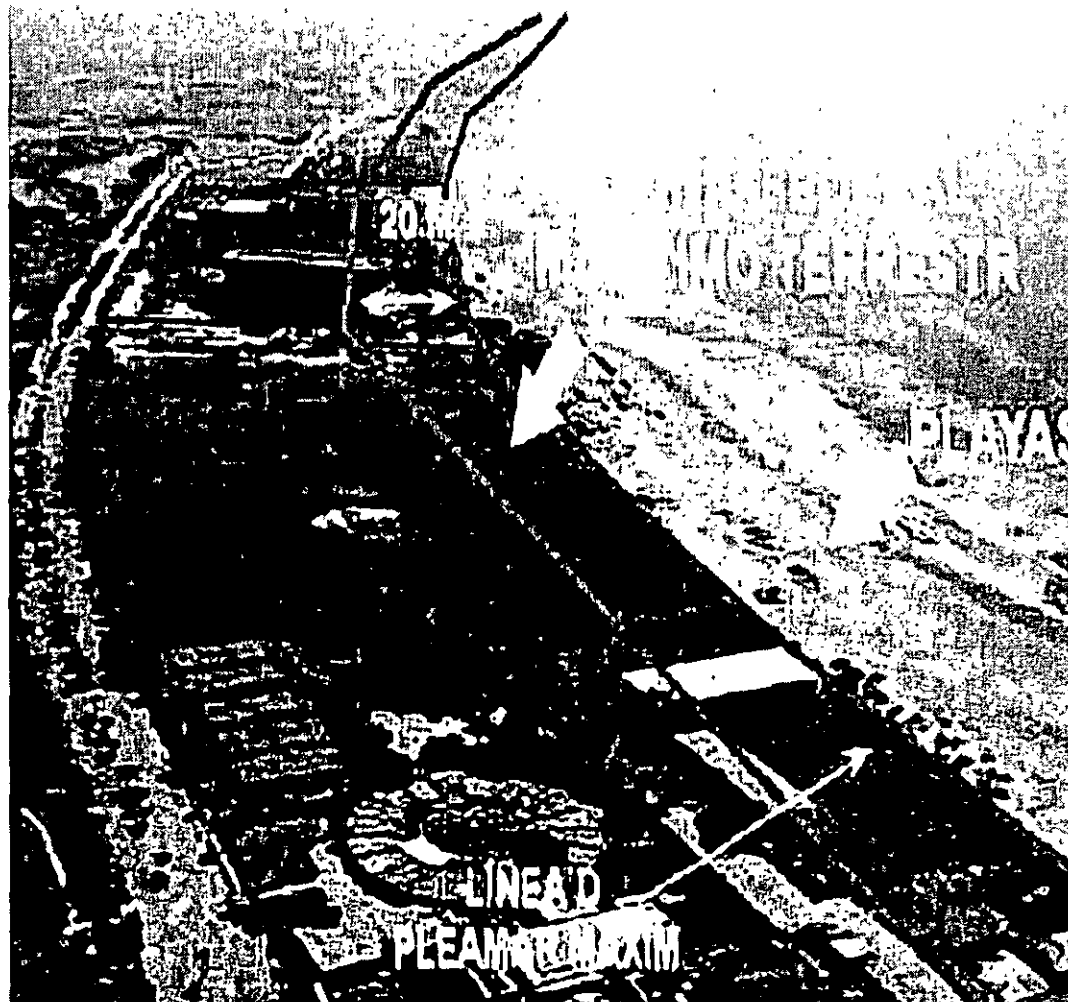


- La totalidad de la superficie de los cayos y arrecifes ubicados en el mar territorial, constituirán zona federal marítimo terrestre.



LOS BIENES NACIONALES COSTEROS. LAS PLAYAS, LA ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE Y LOS TERRENOS GANADOS AL MAR O A CUALQUIER OTRO DEPÓSITO DE AGUAS MARINAS

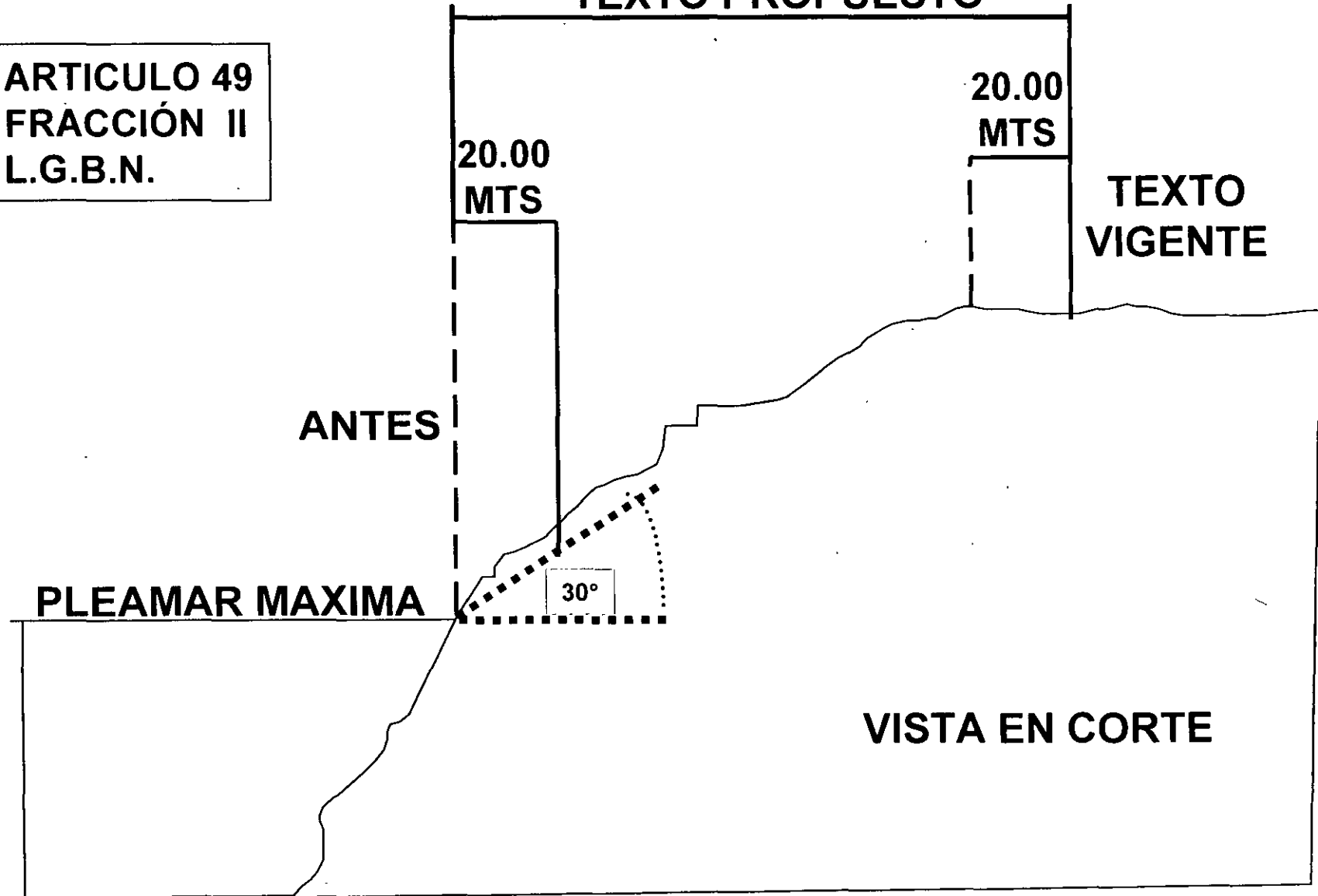
Aunque existen diversos ordenamientos jurídicos que tutelan los bienes de dominio público del patrimonio nacional, es la Ley General de Bienes Nacionales, reglamentaria del artículo 27 constitucional, la que establece el listado de bienes específicos, en donde incluye de manera textual a las playas marítimas, la zona federal marítimo terrestre y a los terrenos ganados natural o artificialmente al mar, ríos, corrientes, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional.



ZONA FEDERAL MARITIMO TERRESTRE ACANTILADOS

TEXTO PROPUESTO

ARTICULO 49
FRACCIÓN II
L.G.B.N.

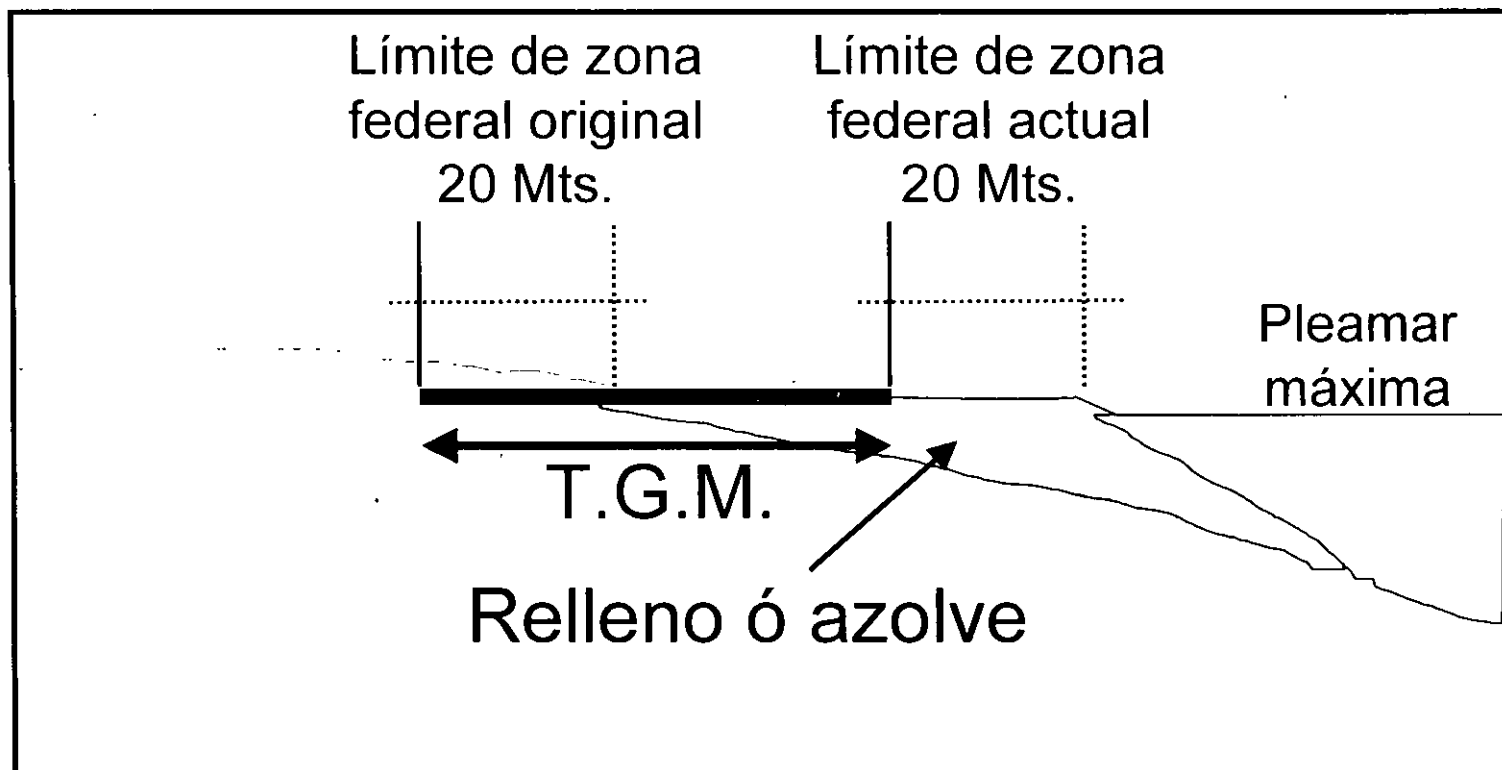




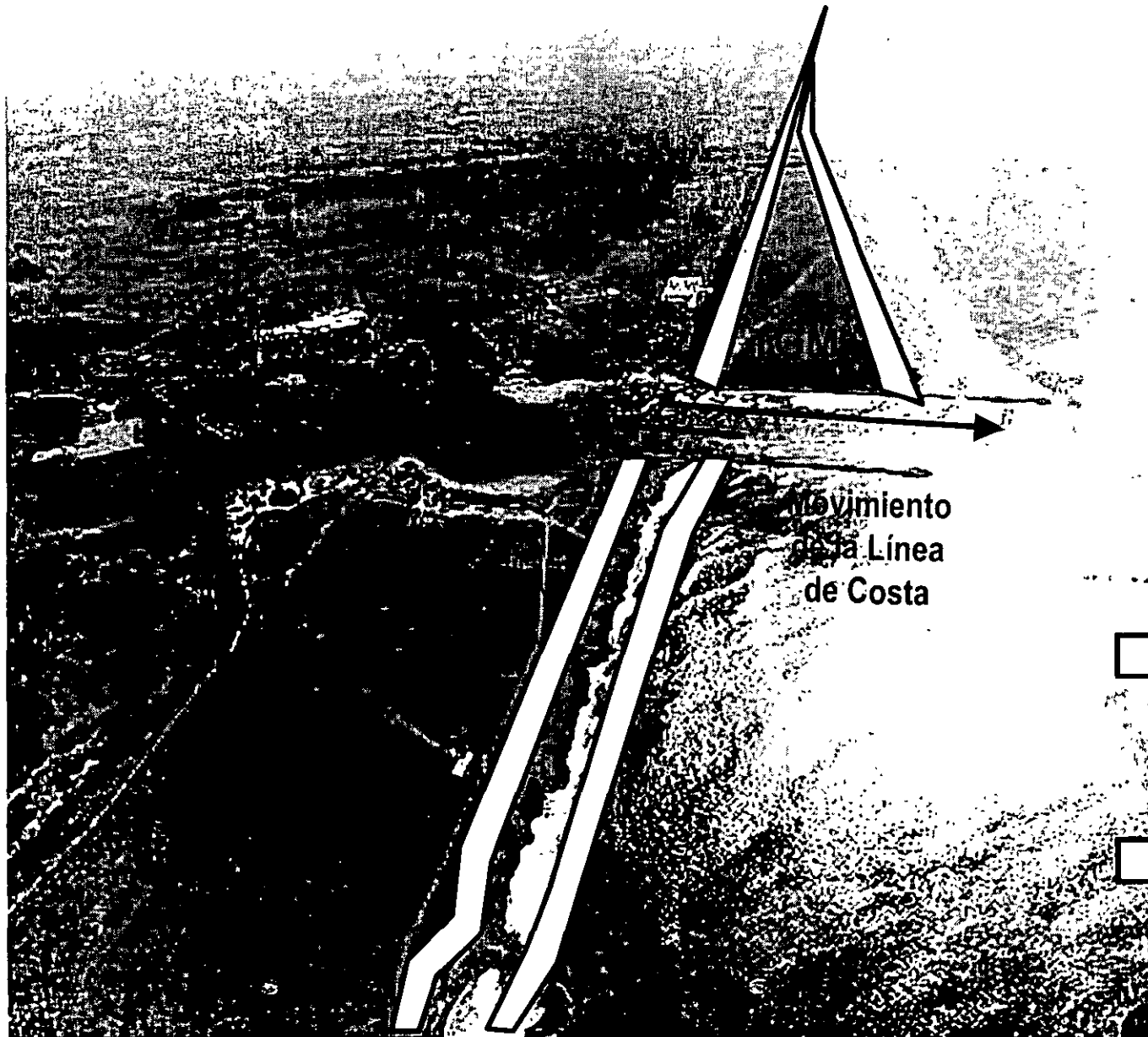
**ZONA FEDERAL
MARÍTIMO TERRESTRE
ACANTILADOS**

¿Que son los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marinas?

- Se entenderá ganada al mar la superficie de tierra que quede entre el límite en la nueva zona federal marítimo terrestre y el límite de la zona federal marítimo terrestre original.



Modificaciones por Espigones Pto. Madero, Chis.



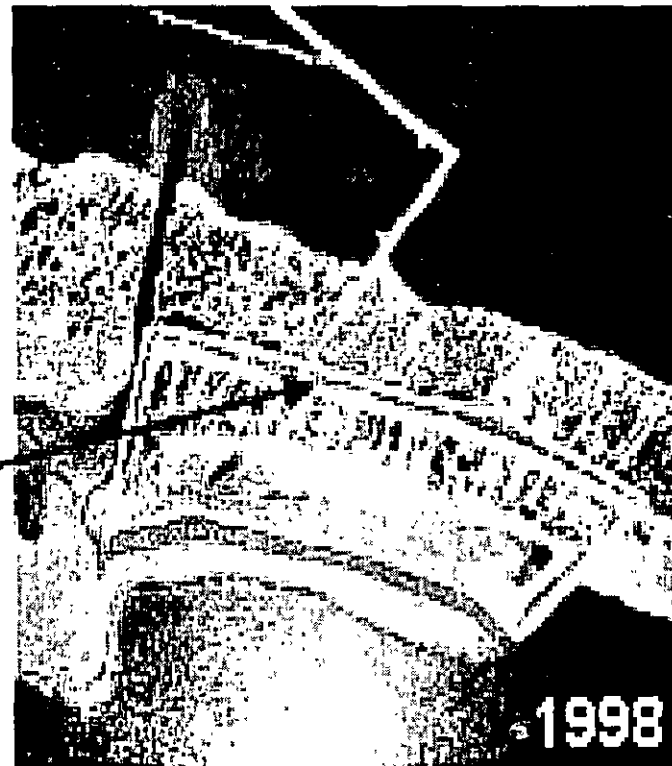
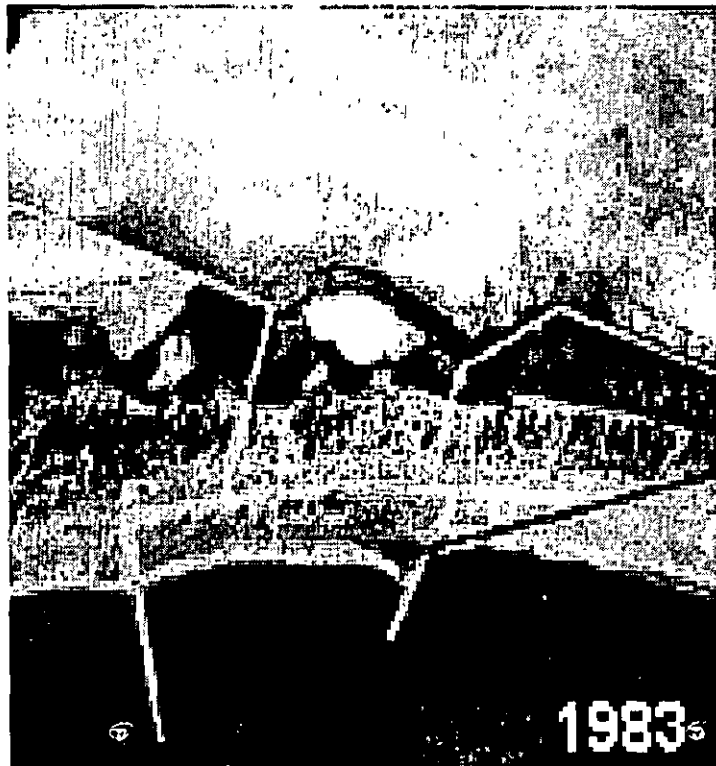
Movimiento
de la Línea
de Costa

- Zona Federal
Marítimo Terrestre
Original (1980)

- Zona Federal
Marítimo Terrestre
Nueva (1995)

Terrenos ganados al mar

Cuando por causas naturales o artificiales, se ganen terrenos al mar, los límites de la **Zona Federal Marítimo Terrestre** se establecerán de acuerdo con la nueva configuración física del terreno, de tal manera que se entenderá ganada al mar, la superficie de tierra que quede entre el límite de la nueva Zona Federal Marítimo Terrestre y el límite de la Zona Federal Marítimo Terrestre original (Art. 54 L.G.B.N.).

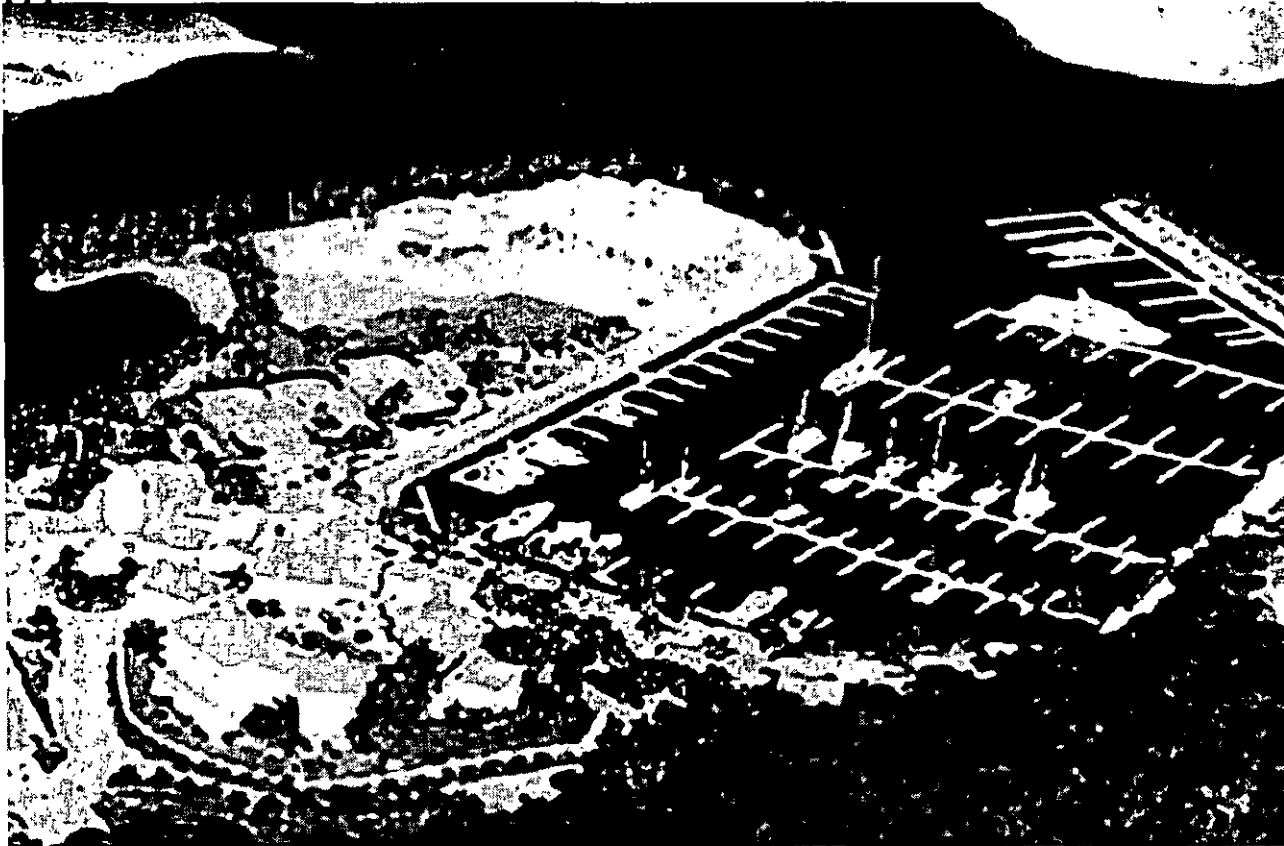


MARINA

- CONJUNTO DE INSTALACIONES PORTUARIAS Y SUS ZONAS DE AGUA Y TIERRA, ASI COMO LA ORGANIZACIÓN ESPECIALIZADA EN LA PRESTACION DE SERVICIOS A EMBARCACIONES DE RECREO O DEPORTIVAS

Marinas

En el caso de marinas artificiales ..., no se delimitará **Zona Federal Marítimo Terrestre**, cuando entre dichas marinas o esteros y el mar medie una **Zona Federal Marítimo Terrestre** (L.G.B.N. Art. 49, Fracc. IV)



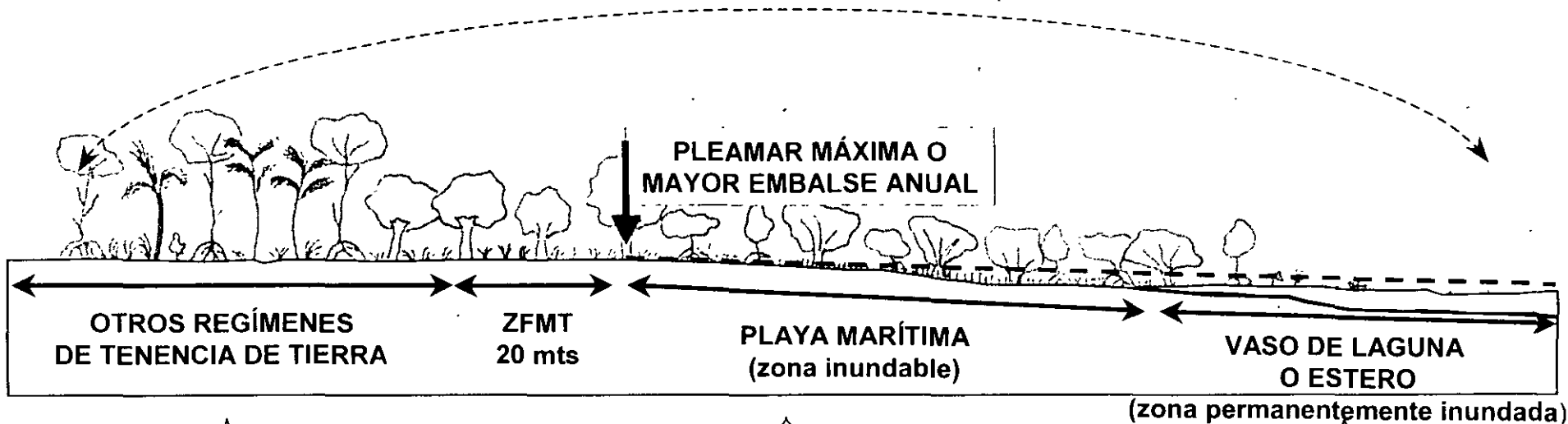
La **Zona Federal Marítimo Terrestre** correspondiente a las marinas que no se encuentren en ese supuesto (marinas artificiales), no excederá de 3 metros de ancho y se delimitará procurando que no interfiera con el uso o destino de sus instalaciones (L.G.B.N. Art. 49, Fracc. IV).

RECINTO PORTUARIO

- LA ZONA FEDERAL DELIMITADA Y DETERMINADA POR LAS SECRETARIAS DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES Y POR LA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES EN LOS PUERTOS, TERMINALES Y MARINAS, QUE COMPRENDE LAS AREAS DE AGUA Y TERRENOS DE DOMINIO PUBLICO DESTINADOS AL ESTABLECIMIENTO DE INSTALACIONES Y A LA PRESTACION DE SERVICIOS PORTUARIOS

TENENCIA DE TIERRA EN LAS ZONAS COSTERAS

MANGLAR



**MUNICIPIO
EJIDO
ETC.**

OTRAS DISPOSICIONES LEGALES

**DIR.GRAL. ZOFEMAT
O
CONAGUA**

LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES

CONAGUA

LEY DE AGUAS NACIONALES

Ambientes Costeros:

Humedales, marismas, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar y de sus litorales o zonas federales.



PROCESO DE

Delimitación

Gps Móvil

Línea de
Pleamar
máxima

Playa

Gps Base

Gps Móvil



Se traza una línea perpendicular de 20 Mts



Gps Móvil posición No. 2

**Línea del
Límite de
ZOFEMAT**

Gps Móvil
posición No.

3



**Línea de
Pleamar
máxima**

ZOFEMAT

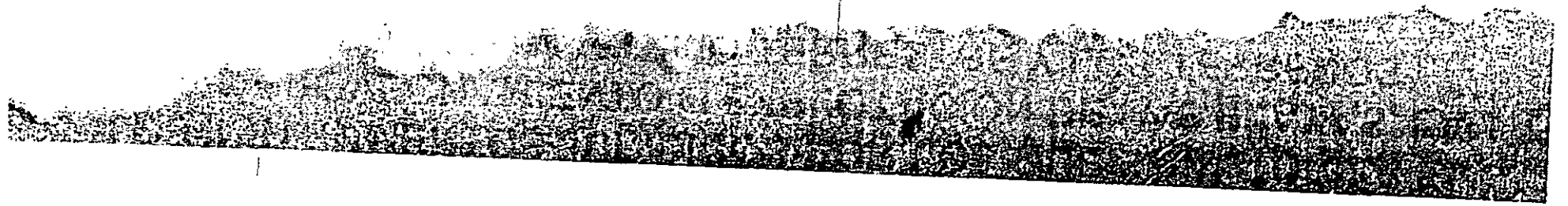


Gps Base



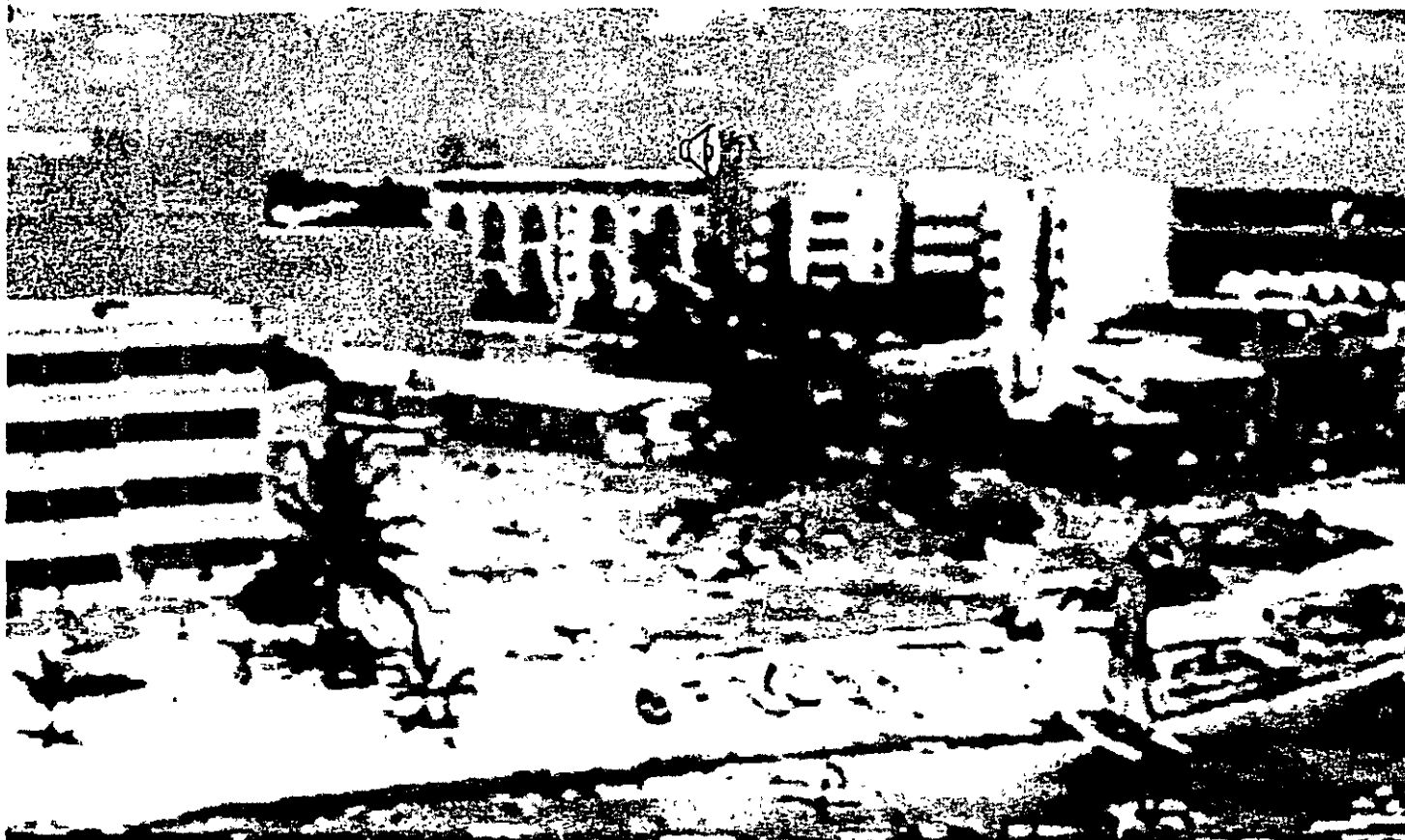
Línea del Límite de ZOFEMAT

Línea del Pleamar Máxima

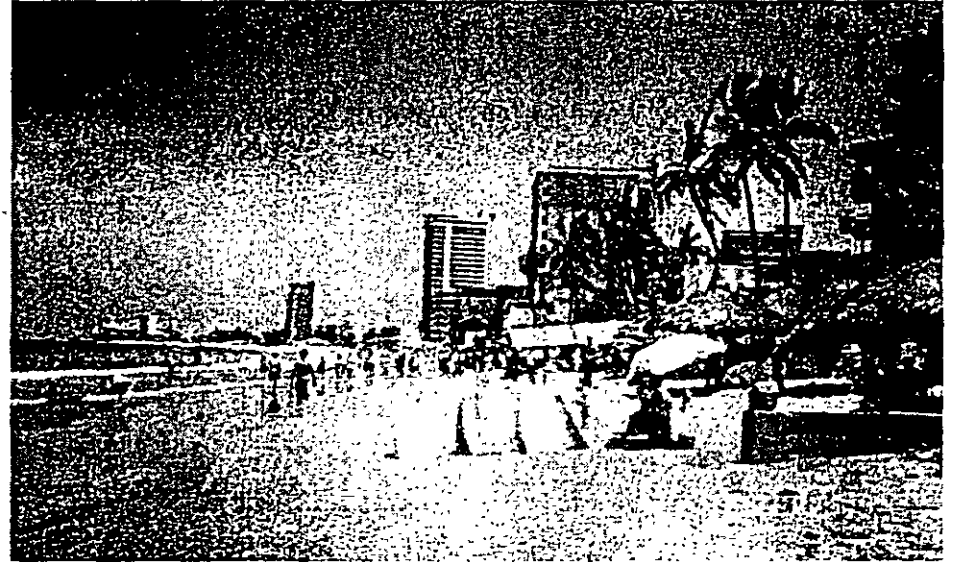
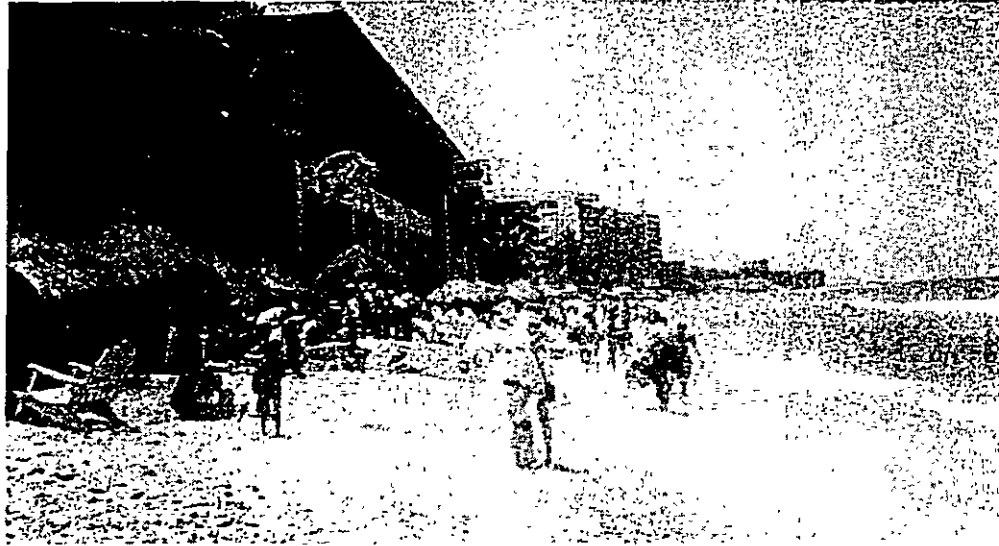


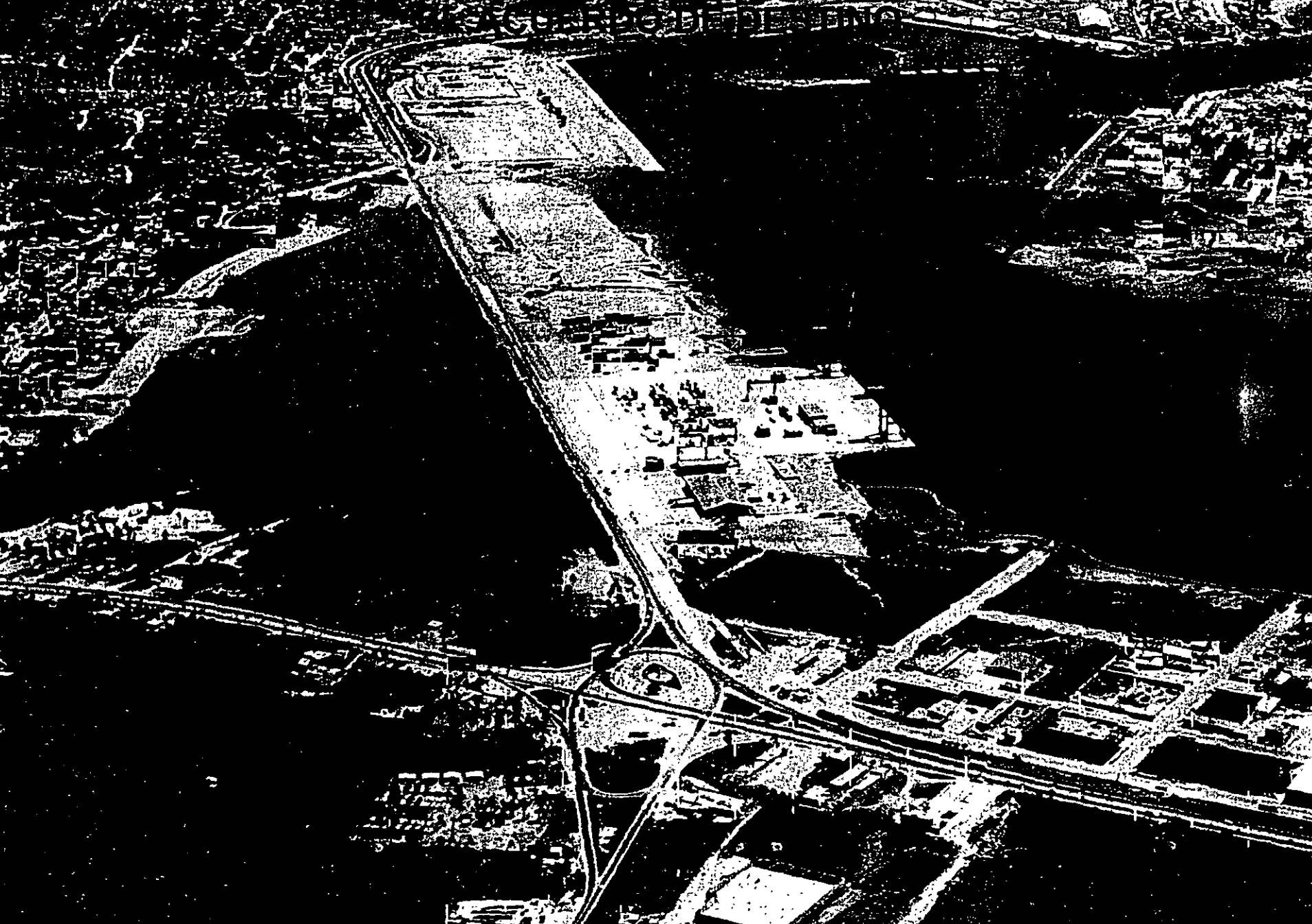
**LOS INSTRUMENTOS JURÍDICOS POR LOS QUE SE AUTORIZA EL
USO, APROVECHAMIENTO O EXPLOTACIÓN DE LAS PLAYAS, LA
ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE Y LOS TERRENOS
GANADOS AL MAR**

LA CONCESIÓN



EL PERMISO





MARCO NORMATIVO

ASPECTOS FISCALES

- ACUERDO DE COORDINACION
- ANEXO NO, 1 AL CONVENIO
- COMITÉ ESTATAL
- SUBCOMITES
- FONDO
- COMITÉ TECNICO FINANCIERO

MARCO LEGAL DE LAS PLAYAS, LA ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE Y AMBIENTES COSTEROS

- **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (artículo 27)**
- **Ley General de Bienes Nacionales**
- **Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente**
- **Ley Orgánica de la Administración Pública Federal**
- **Ley Federal de Derechos**
- **Reglamento Interior de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales**
- **Reglamento para el uso y aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar**

ASPECTOS FISCALES Y OPERACIÓN DE INSTRUMENTOS

INSTRUMENTOS

ACUERDO DE COORDINACION PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS PLAYAS, LA ZONA FEDERAL MARITIMO TERRESTRE Y LOS TERRENOS GANADOS AL MAR

ANEXO # 1 AL CONVENIO DE COLABORACION ADMINISTRATIVA EN MATERIA FISCAL FEDERAL.

Crea el COMITE ESTATAL PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE

• Integrado por:

El Gobernador del Estado, el Delegado de la SEMARNAT en el Estado y los Presidentes Municipales

• Funciones:

Emite recomendaciones y establece programas operativos de delimitación, censo, zonificación, regularización e inspección y vigilancia

Crea el FONDO PARA EL ORDENAMIENTO DE LA ZOFEMAT

30% de los recursos recabados por el pago de derechos del uso y goce de ZOFEMAT. (Aportaciones iguales del 10%. Federación, Estado y Municipio)

Crea el COMITE TECNICO FINANCIERO

Integrado por:

El Presidente Municipal, el Secretario de Finanzas del Gobierno del Estado, el Administrador Local Jurídico de Ingresos de la SHCP y el Delegado Federal de SEMARNAP en el Estado.

Funciones:

Administra, aplica e informa recursos del Fondo y presenta programas y presupuestos del ordenamiento de ZOFEMATA al comité. El representante del gobierno del estado abre cuenta bancaria a nombre del municipio.

SUBCOMITE MUNICIPAL TECNICO

Coordina y autoriza las acciones técnicas de los programas de delimitación y censo

SUBCOMITE MUNICIPAL DE ORDENAMIENTO

Prioriza y da seguimiento a la zonificación ecológica y urbana

SUBCOMITE MUNICIPAL DE CONCERTACION

Analiza y concilia los conflictos

SUBCOMITE MUNICIPAL DE INSPECCION Y VIGILANCIA

Verifica cumplimiento de la normatividad

Programas

DELIMITACION

CENSO

ZONIFICACIÓN

REGULARIZACIÓN

INSPECCIÓN Y VIGILANCIA

DISTRIBUCION HISTÓRICA DE LA PARTICIPACIÓN EN EL ANEXO N° 1, AL CONVENIO DE COLABORACIÓN ADMINISTRATIVA EN MATERIA FISCAL FEDERAL.

ANTES DE 1982:

- Esquema variable o no se cobraba.

1982-1984:

- Cobraba SHCP y los recursos eran administrados directamente por SEDUE.

1984:

- Se desconcentra la cobranza a la autoridad municipal (derechos y recargos).
- Los recursos se reparten: 40% Municipio, 10% Estado y 50% SHCP.
- Cada nivel de gobierno recibía su parte.

1985:

- Se mantiene la desconcentración la cobranza a la autoridad municipal (derechos y recargos).
- Los recursos se reparten: 80% Municipio, 10% Estado y 10% SHCP.
- Cada nivel de gobierno recibía su parte.

1997- actual:

- Se mantiene la desconcentración la cobranza a la autoridad municipal (derechos y recargos).
- Los recursos se reparte: 80% Municipio, 10% Estado y 10% SHCP
- El 30% de los recursos se destina a un Fondo específico de zofemat a nivel municipal, donde participan los tres niveles de gobierno.
- El 100% de lo recursos se queda en el Municipio.

NOTA: LAS FECHAS PUEDEN VARIAR ENTRE LOS ESTADOS, NO TODOS FIRMARON EN LOS AÑOS AQUÍ SEÑALADOS

ASPECTOS FISCALES Y OPERACIÓN DE INSTRUMENTOS

MODIFICACIONES A LA LEY FEDERAL DE DERECHOS

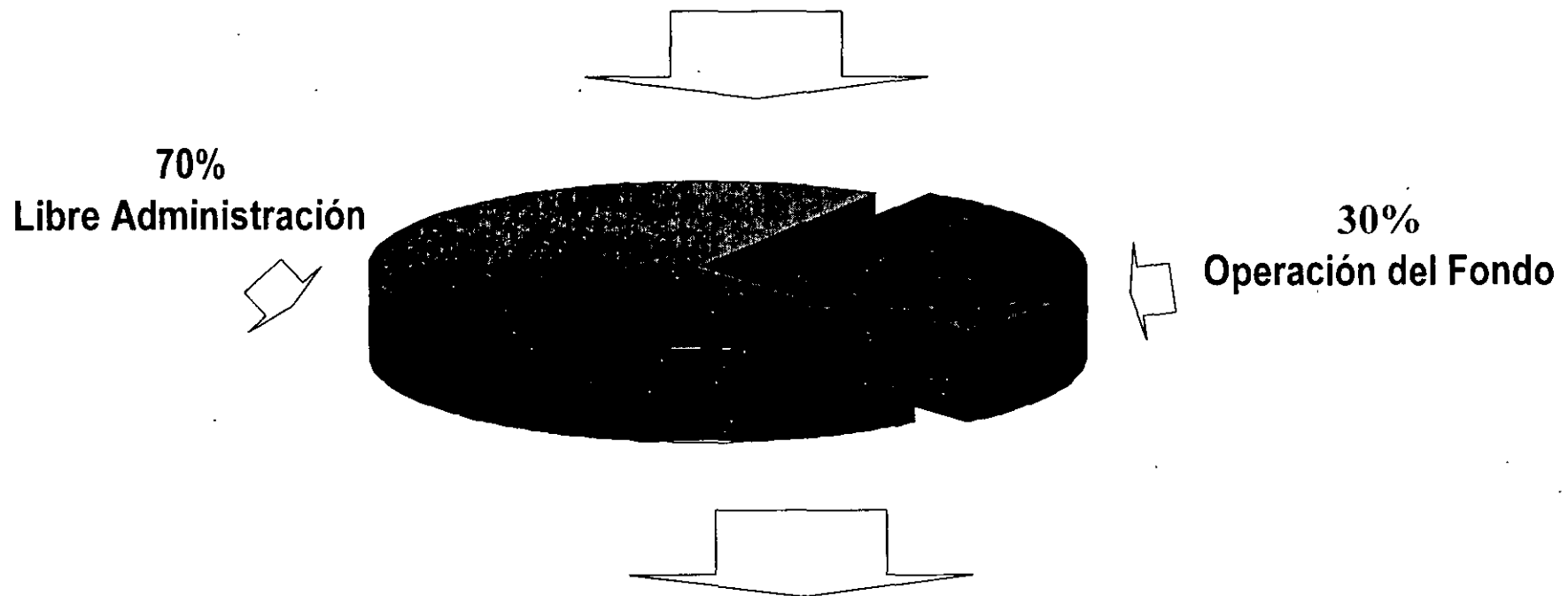
ANTES DE 1997, EL CÁLCULO PARA EL COBRO DE LOS DERECHOS SE REALIZABA CON BASE EN EL VALOR CATASTRAL DEL PREDIO COLINDANTE, EL AVALUO DE CABIN O EL 1% DE LOS INGRESOS BRUTOS EN EL CASO DE LAS MARINAS TURÍSTICAS. ACTUALMENTE SE REALIZA CON BASE EN LAS TARÍFAS CORRESPONDIENTES A CADA UNA DE LAS 10 ZONAS DEFINIDAS EN LAS MODIFICACIONES A LA LFD, PUBLICADAS EN EL D.O.F. DEL 29/12/97, CON LO QUE SE SIMPLIFICA EL CÁLCULO DEL DERECHO A PAGAR POR USO DE LA ZFMT. (ART. 232-C DE LA LEY FEDERAL DE DERECHOS)

ZONAS	USOS		
	Protección y Ornato (\$/m2)	Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura (\$/m2)	Distinto a los anteriores (\$/m2)
Zona 1	0.21	0.076	0.69
Zona 2	0.45	0.076	1.44
Zona 3	0.97	0.076	2.92
Zona 4	1.49	0.076	4.38
Zona 5	1.99	0.076	5.87
Zona 6	3.06	0.076	8.82
Zona 7	4.09	0.076	11.77
Zona 8	7.70	0.076	22.13
Zona 9	10.29	0.076	29.52
Zona 10	20.62	0.076	59.07

Valores actualizados al 1^{er}. Semestre de 2001.

ASPECTOS FISCALES Y OPERACIÓN DE INSTRUMENTOS

100% Recaudación de ZOFEMAT es para el Municipio



FINANCIAMIENTO DE PROYECTOS EN EL MUNICIPIO
APROBADOS POR LOS SUBCOMITÉS

ASPECTOS FISCALES Y OPERACIÓN DE INSTRUMENTOS

PROYECTOS OPERANDO:

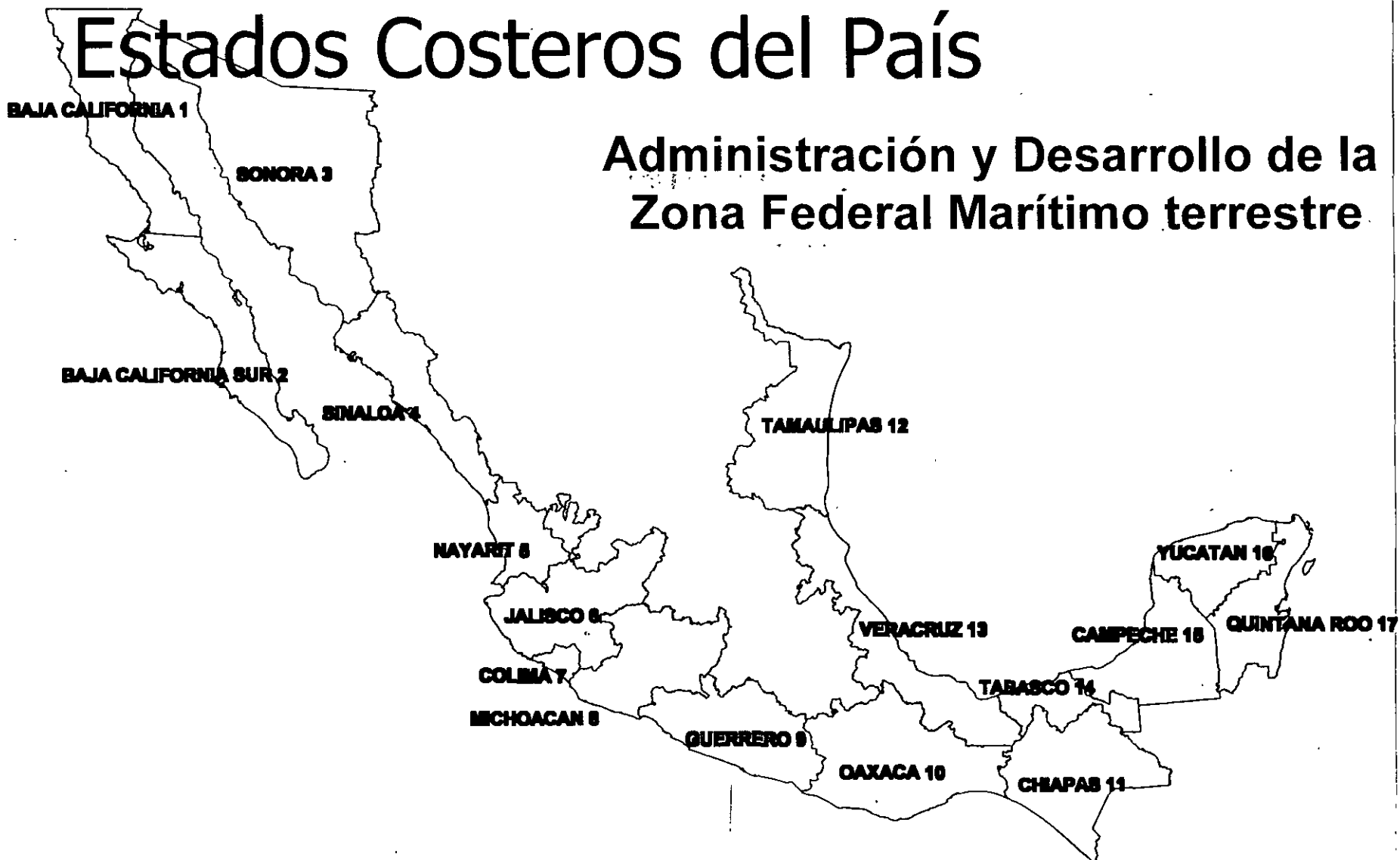
- **Barredoras de playa** (Cancún, Acapulco).
- **Rehabilitación de accesos a playa** (Manzanillo).
- **Recolección de basura, camiones y servicio** (Nuevo Vallarta).
- **Equipamiento de oficinas** (Cancún, Playa del Carmen, Nuevo Vallarta, Progreso).
- **Delimitación de Zofemat** (Cd. Del Carmen, Cancún).
- **Censo de ocupantes** (Navolato, Manzanillo, Tecomán)
- **Estudios de recuperación de playas** (Cancún).
- **Inspección y vigilancia** (Vallarta).
- **Ordenamiento de ocupantes** (Vallarta, Mazatlán)

POLITICA PUBLICA DE DESARROLLO INTEGRAL DE LA ZONA COSTERA

- JUSTIFICACION
- MARCO NORMATIVO
- ORGANISMO QUE IMPLEMENTARA LA POLITICA PUBLICA

Estados Costeros del País

Administración y Desarrollo de la Zona Federal Marítimo terrestre



PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y RENDICIÓN DE CUENTAS

Atención a Propuestas para el Desarrollo Integral de Zona Costera (Plan de Coordinación y Vinculación de Esfuerzos)

ANTECEDENTES

FOROS DE PARTICIPACIÓN

- ▣ TALLER SOBRE MANEJO INTEGRAL DE ZONAS COSTERAS, MELAQUE, JAL.
- ▣ REUNIÓN DE EXPERTOS EN ZONAS COSTERAS
- ▣ COSU 2000
- ▣ PROPUESTAS DE LA SOCIEDAD CAMPAÑA POLÍTICA Y PROCESO DE TRANSICIÓN

DEMANDA IDENTIFICADA

- ▣ DETERIORO DE LOS SISTEMAS COSTEROS
- ▣ AUSENCIA DE POLÍTICAS PÚBLICAS INTEGRADAS
- ▣ FALTA DE UN MARCO JURÍDICO
- ▣ INCREMENTO DE CONFLICTOS ENTRE USUARIOS

PROPUESTA DE GOBIERNO 2001-2006

- ▣ POLÍTICAS PÚBLICAS INTEGRADAS
- ▣ MARCO JURÍDICO QUE NORME Y PROMUEVA EL DESARROLLO.

INSTRUMENTOS

- ▣ PROGRAMA DE DESARROLLO COSTERO
- ▣ PROYECTO DE LEY DE COSTAS

EJES ESTRATÉGICOS

- ▣ ARREGLO INSTITUCIONAL
- ▣ FORTALECIMIENTO CAPACIDADES LOCALES
- ▣ INTEGRACIÓN DE PLANES DE MANEJO COSTERO

HERRAMIENTAS Y ACCIONES QUE PROMUEVEN LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA

- ▣ REUNIONES PÚBLICAS
- ▣ REUNIONES DE EXPERTOS
- ▣ TALLERES REGIONALES Y LOCALES DE PLANEACIÓN PARTICIPATIVA
- ▣ INCORPORACIÓN COMITÉS CIUDADANOS EN LOS PIMC*

*PLANES INTEGRALES DE MANEJO COSTERO

PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y RENDICIÓN DE CUENTAS

Atención a Propuestas para el Desarrollo Integral de Zona Costera
(Plan de Coordinación y Vinculación de Esfuerzos)

PROPUESTA DE LA ESTRATEGIA AMBIENTAL

ACTORES DE LA ZONA COSTERA

GBIERNOS
FEDERAL, ESTATAL
Y MUNICIPAL

ESPECIALISTAS
ACADÉMICOS

ONG's

PARTICIPACIÓN DE
LA SOCIEDAD
(USUARIOS)

DIAGNÓSTICO DE LA
PROBLEMÁTICA DE LA
ZONA COSTERA

DEFINICIÓN DE ZONA
COSTERA

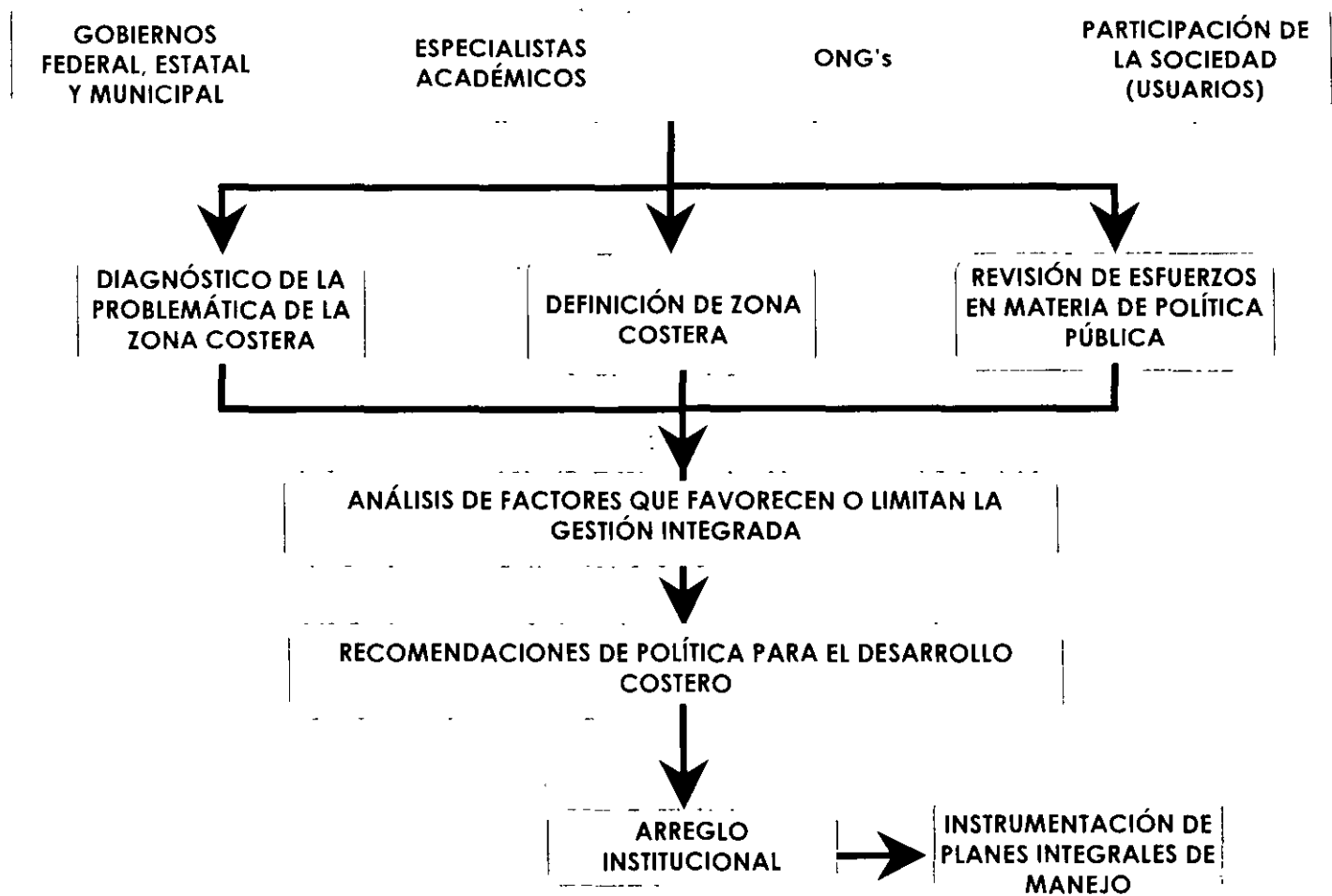
REVISIÓN DE ESFUERZOS
EN MATERIA DE POLÍTICA
PÚBLICA

ANÁLISIS DE FACTORES QUE FAVORECEN O LIMITAN LA
GESTIÓN INTEGRADA

RECOMENDACIONES DE POLÍTICA PARA EL DESARROLLO
COSTERO

ARREGLO
INSTITUCIONAL

INSTRUMENTACIÓN DE
PLANES INTEGRALES DE
MANEJO



PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y RENDICIÓN DE CUENTAS

**Atención a Propuestas para el Desarrollo Integral de Zona Costera
(Plan de Coordinación y Vinculación de Esfuerzos)**

PROPUESTA DE LA ESTRATEGIA AMBIENTAL RECOMENDACIONES DE POLÍTICA PARA EL DESARROLLO COSTERO

INSTITUCIONALES Y ADMINISTRATIVAS

DISEÑO DE POLÍTICAS PÚBLICAS INTEGRADAS

ARREGLO INSTITUCIONAL (INTERINSTITUCIONAL Y LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO)

PROGRAMA AMBIENTAL ESPECIAL DE GESTION INTEGRADA DE LA ZONA COSTERA

PROGRAMAS REGIONALES.

ESQUEMA DE DESCONCENTRACIÓN Y DESCENTRALIZACIÓN

ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

CREACIÓN DE ESPACIOS INSTITUCIONALES DE PARTICIPACIÓN SOCIAL

ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS ECONÓMICOS, FINANCIEROS Y FISCALES

FORTALECER LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL.

MARCO LEGAL Y JURÍDICO

PROYECTO DE LA "LEY DE COSTAS"

**REFORMAS A LAS LEYES REGLAMENTARIAS PARA INCORPORAR EL
CONCEPTO DE MANEJO INTEGRAL DE ZONAS COSTERAS**

REFORMA A LOS CÓDIGOS FISCALES

PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y RENDICIÓN DE CUENTAS

**Atención a Propuestas para el Desarrollo Integral de Zona Costera
(Plan de Coordinación y Vinculación de Esfuerzos)**

PROPUESTA DE LA ESTRATEGIA AMBIENTAL RECOMENDACIONES DE POLÍTICA PARA EL DESARROLLO COSTERO

ECONÓMICAS

- ▣ **DESARROLLO SUSTENTABLE**
- ▣ **ENFOQUE REGIONAL**
- ▣ **INTEGRACIÓN DE CADENAS PRODUCTIVAS**

ACADÉMICAS

- ▣ **FORTALECIMIENTO DE PROGRAMAS DE
INVESTIGACIÓN Y POSGRADO PARA LA ZONA
COSTERA**
- ▣ **CREACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE BASES DE
DATOS**
- ▣ **VINCULACIÓN INTERSECTORIAL**
- ▣ **DIFUSIÓN**

SOCIALES Y CULTURALES

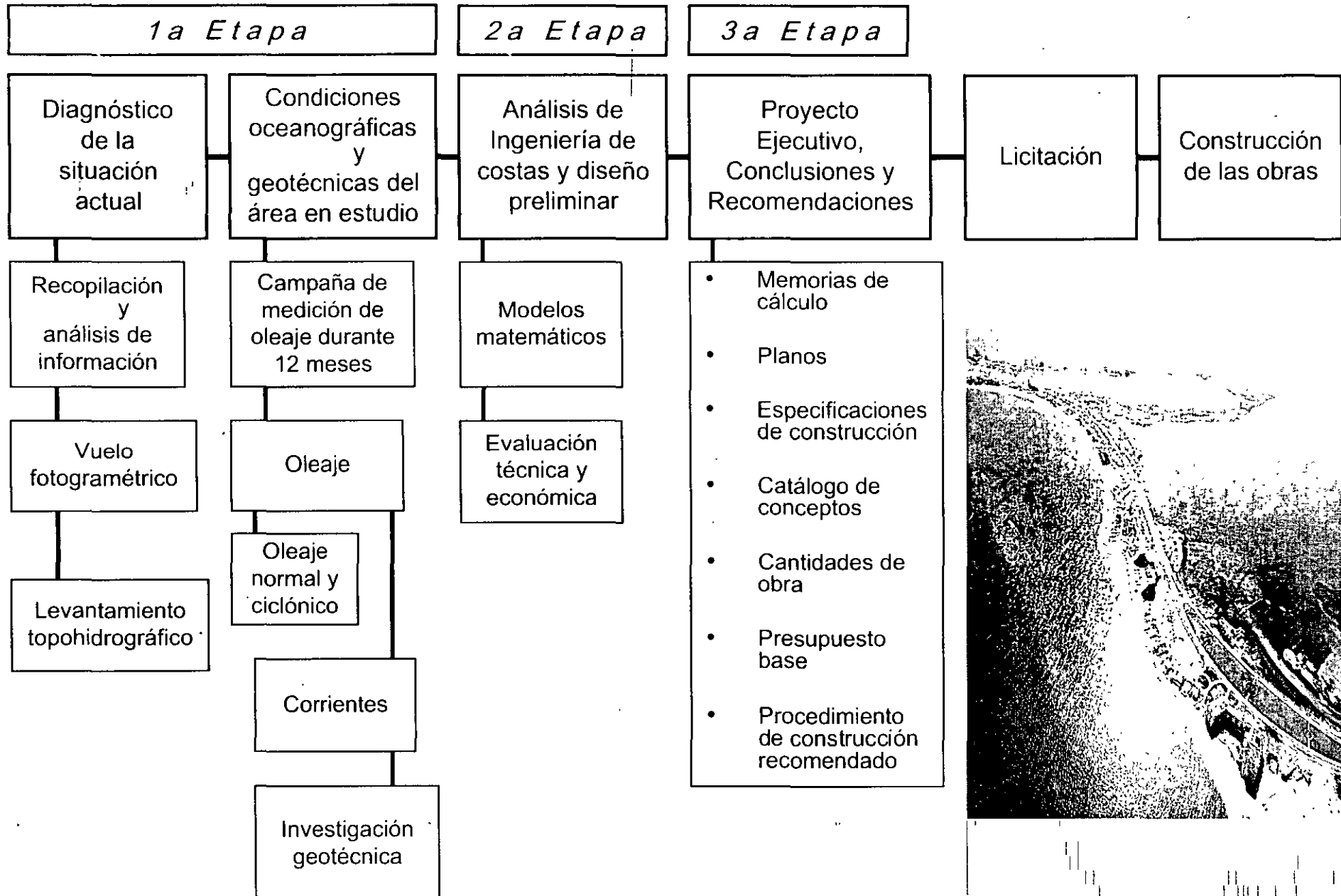
- ▣ **PROMOVER LA PARTICIPACIÓN ACTIVA DE LA
SOCIEDAD**
- ▣ **ELABORAR POLÍTICAS CON CONSENSO SOCIAL**
- ▣ **RECONOCIMIENTO DE LOS USOS Y COSTUMBRES DE
LAS POBLACIONES LOCALES**
- ▣ **PARTICIPACIÓN DE ORGANIZACIONES NO
GUBERNAMENTALES**
- ▣ **INTEGRACIÓN DEL CONCEPTO DE GÉNERO**

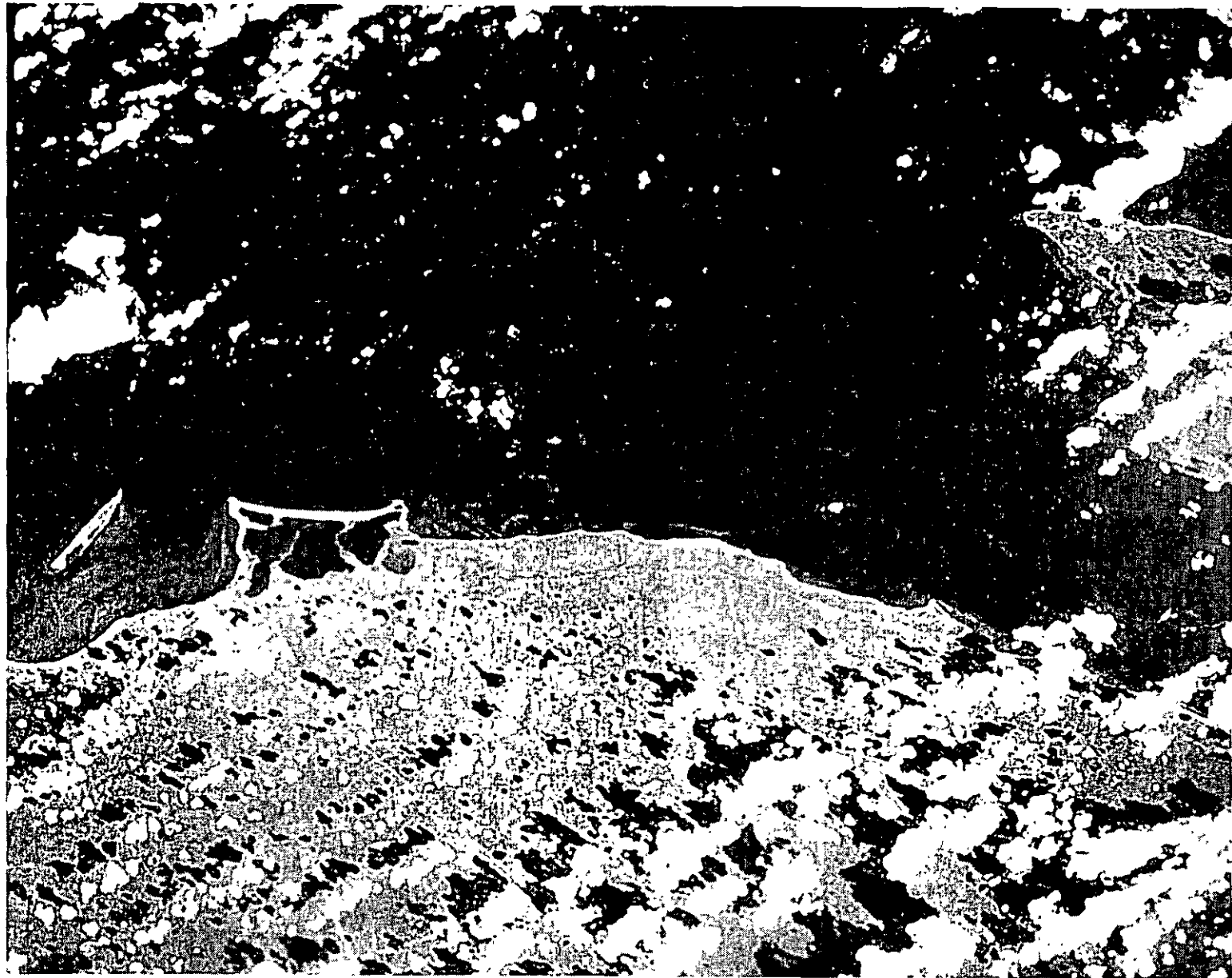
AFECTION DE BIENES DE DOMINIO PUBLICO DE USO COMUN

- EROSION COSTERA
- RESTITUCION DE PLAYA

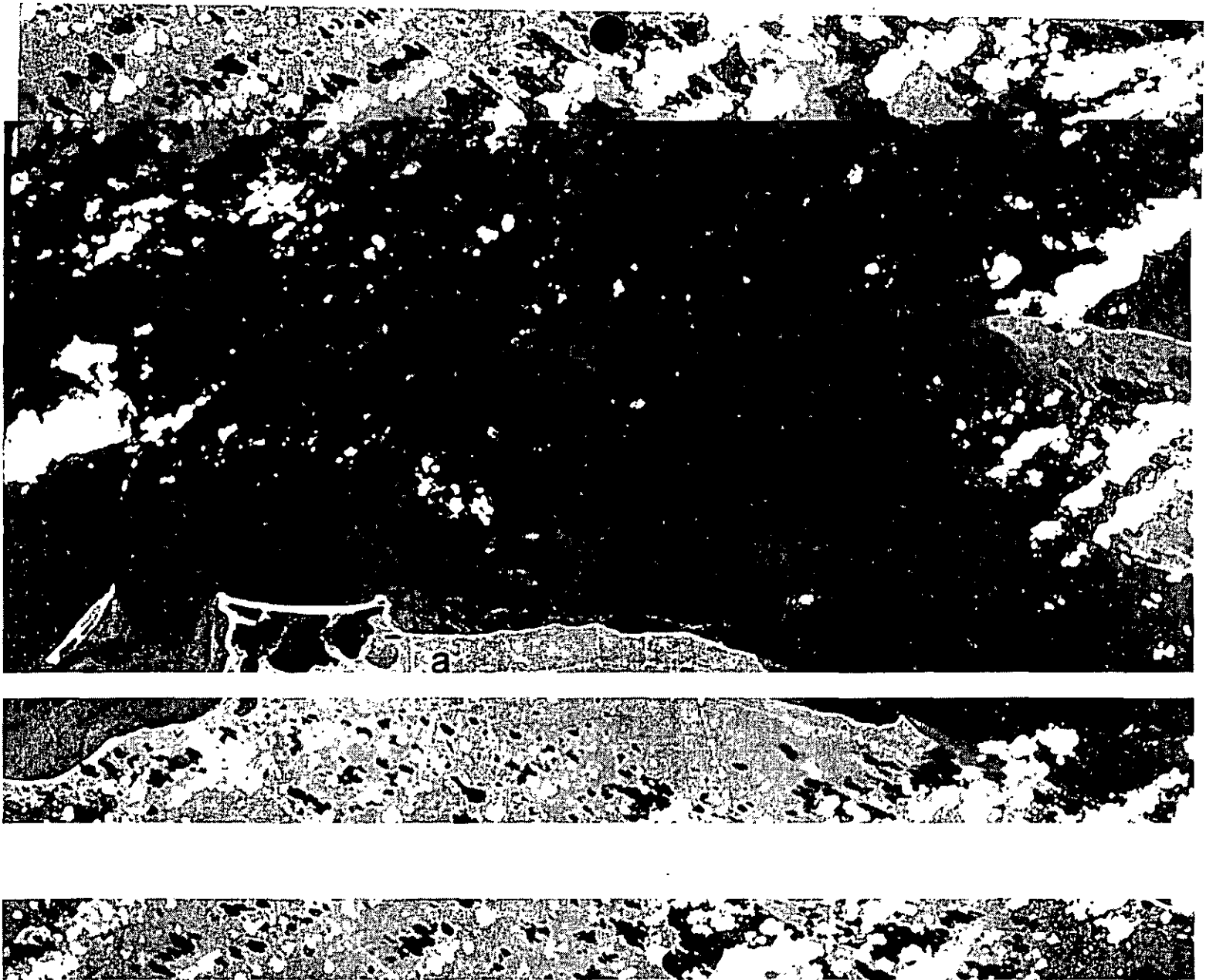


Etapas del proyecto para la restitución playera en Cancún, Q. Roo.





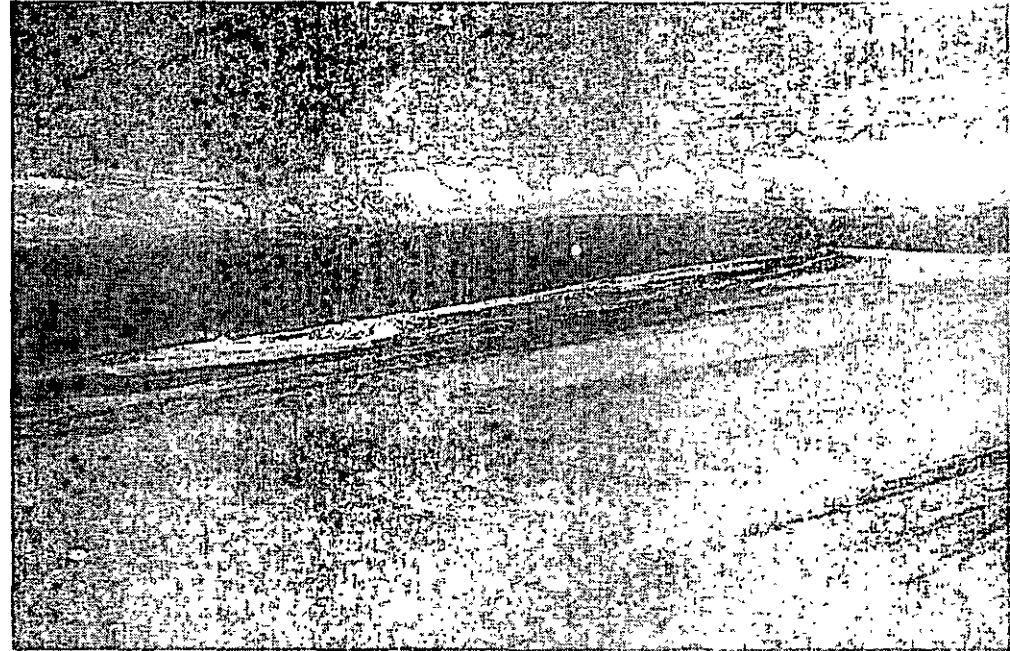
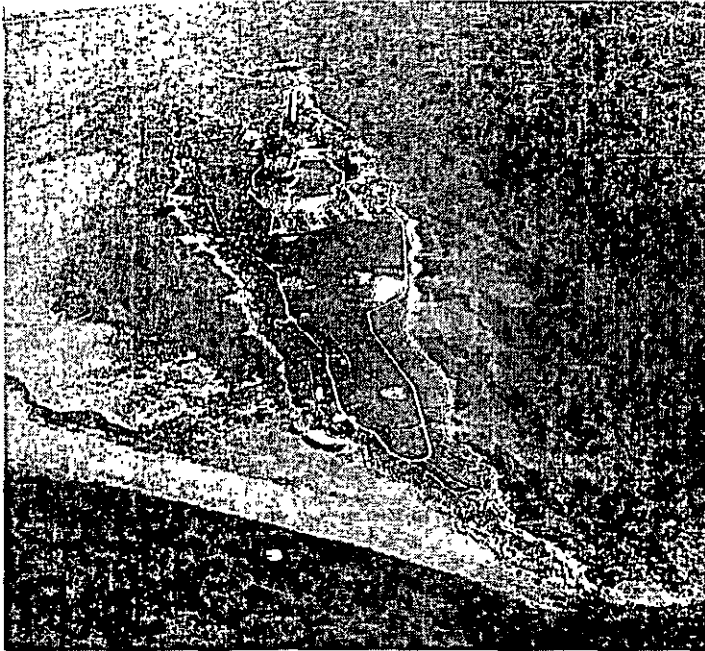
Vista aérea de la zona en estudio.



Vista aérea de la zona en estudio.

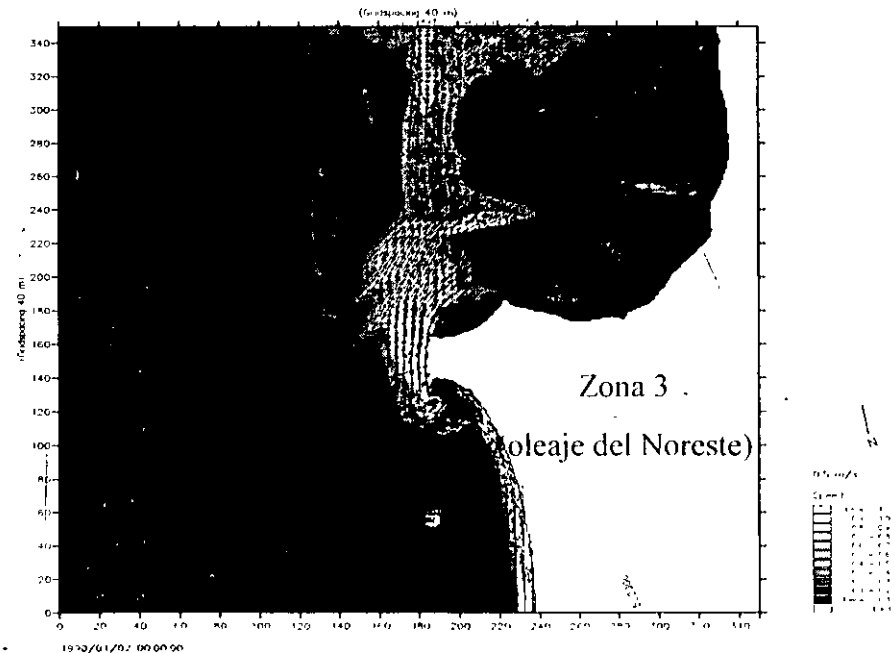
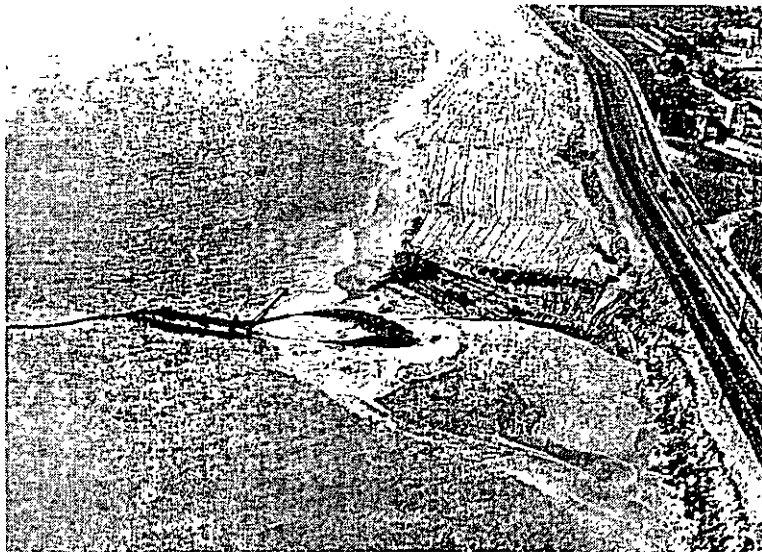
1a Etapa

- Recopilación y análisis de información
- Topobatimetría
- Exploración geotécnica (geofísica)
- Campaña de mediciones de oleaje, corrientes y mareas



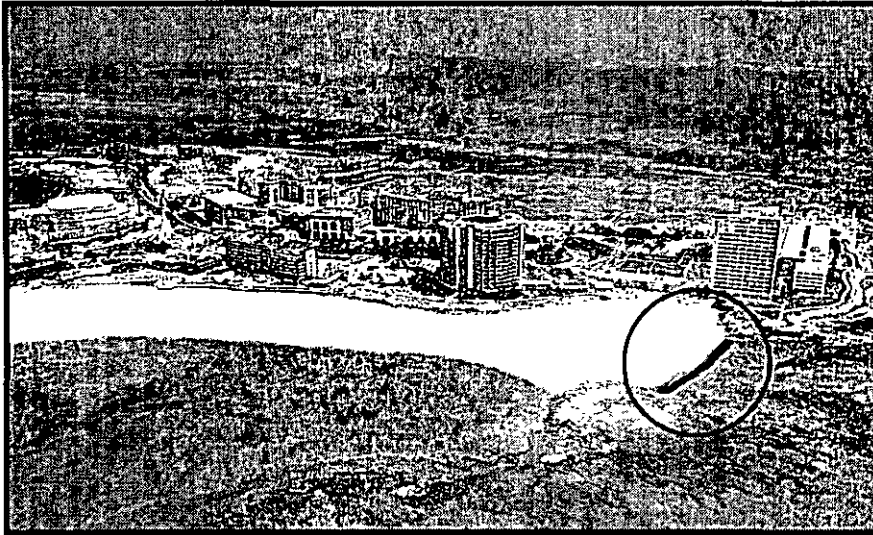
2a Etapa

- Batimetría
- Diseño preliminar
- Modelación matemática
- Evaluación económica y financiera
- Estimación de los tiempos de relleno

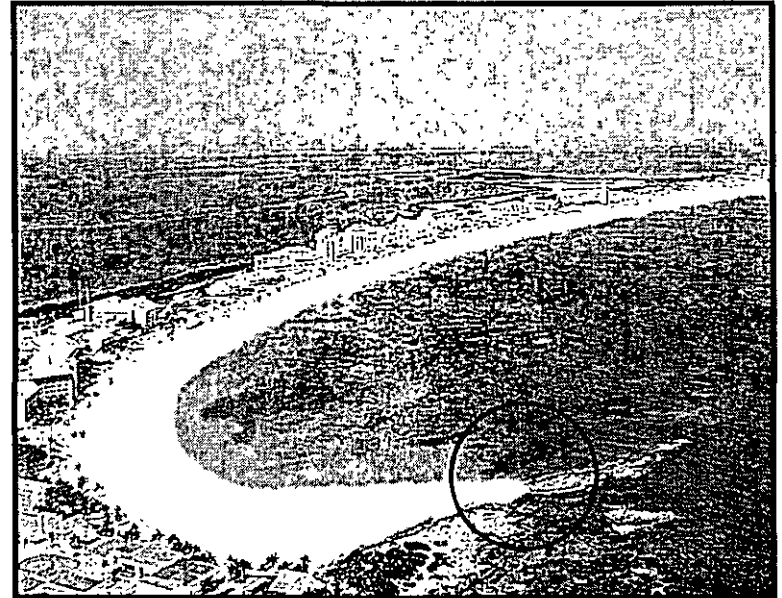


- Diseño preliminar

Relleno artificial de las playas y estructuras terminales o de sellado



Punta Cancún



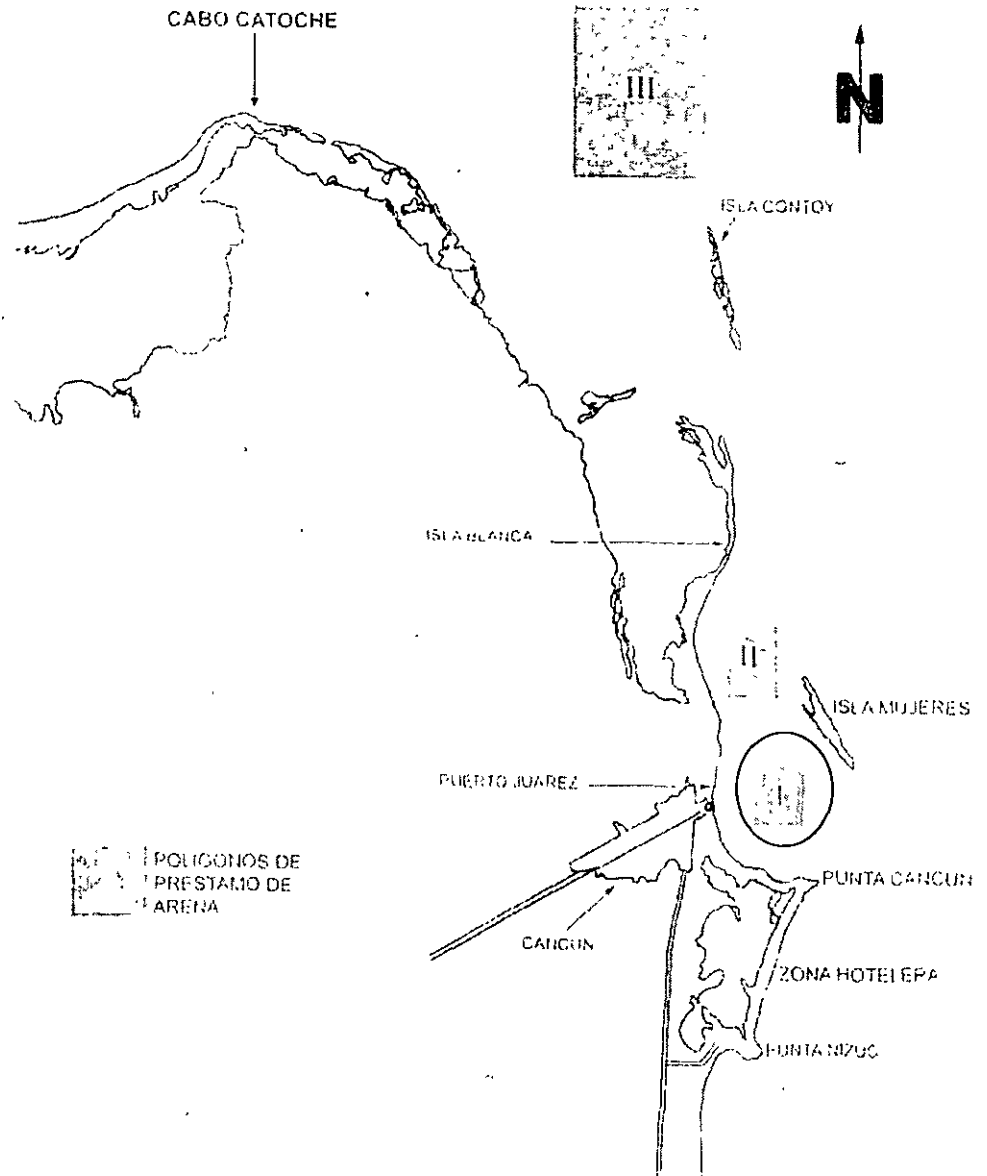
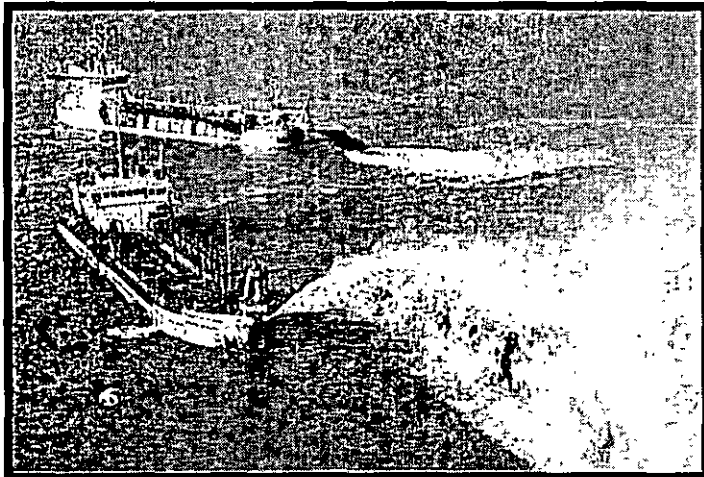
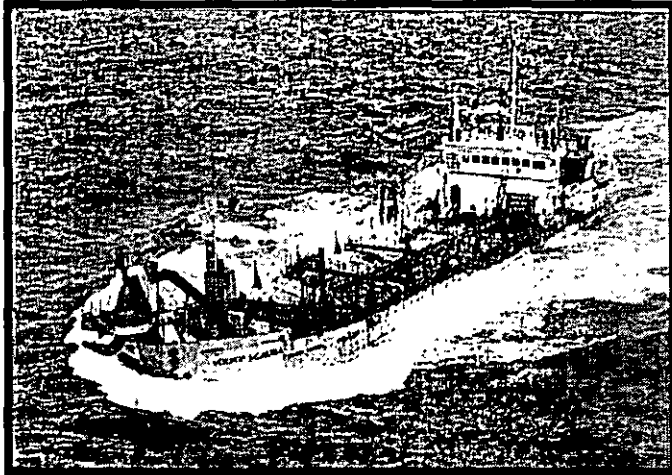
Punta Nizuc

- Relleno artificial de las playas

- 4 dragas de succión en marcha de 2 500 m³ de capacidad de cántara, con rebose telescópico y sistema de posicionamiento GPS diferencial.
- Equipo en la playa (bombeo)
 - 2 Redes de 350 m de tubería flotante de ϕ 750 mm
 - 4 Retroexcavadoras CAT 966 o similar, para movilización e instalación de tuberías y nivelación del perfil en la playa.
- Jornadas de trabajo ininterrumpidas 24 horas diarias durante 7 días a la semana. (Con una producción de 168 horas de trabajo bruto por semana).
- Una vez cargada, tiene un calado de 5 a 6 m.
- Para ejecutar la obra en 4 a 5 meses , se requerirían al menos 5 dragas y realizar la obra en 2 temporadas, ya que fuera de la temporada de verano, debido al clima de oleaje que se presenta se reducen las horas efectivas de trabajo.

Ubicación de los bancos de préstamo

Dragas de succión en marcha



3a Etapa

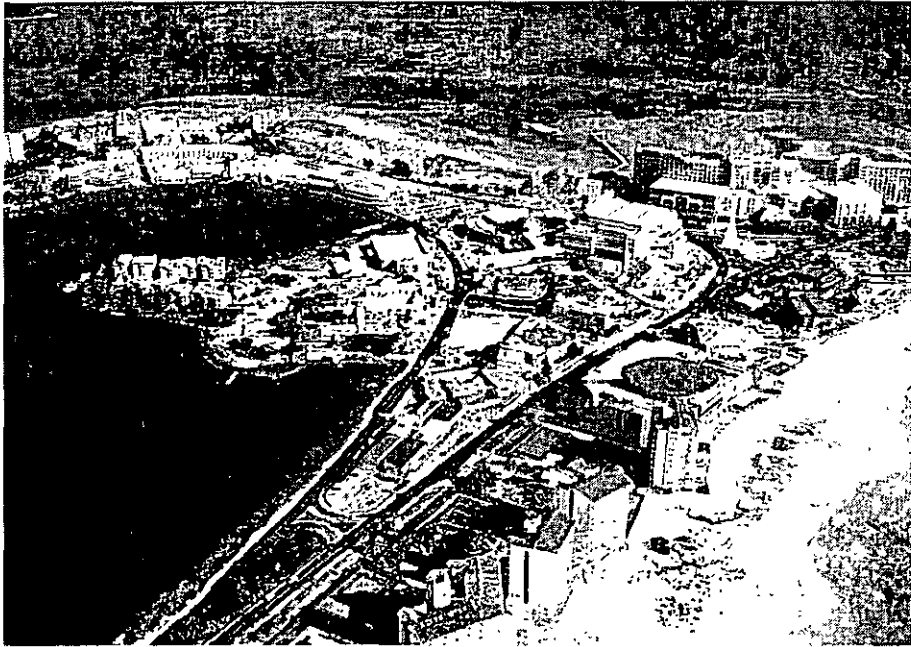
Desarrollo del proyecto Ejecutivo

PROBLEMÁTICA:

Acción erosiva en las playas de Cancún, Q. R.

OBJETIVO:

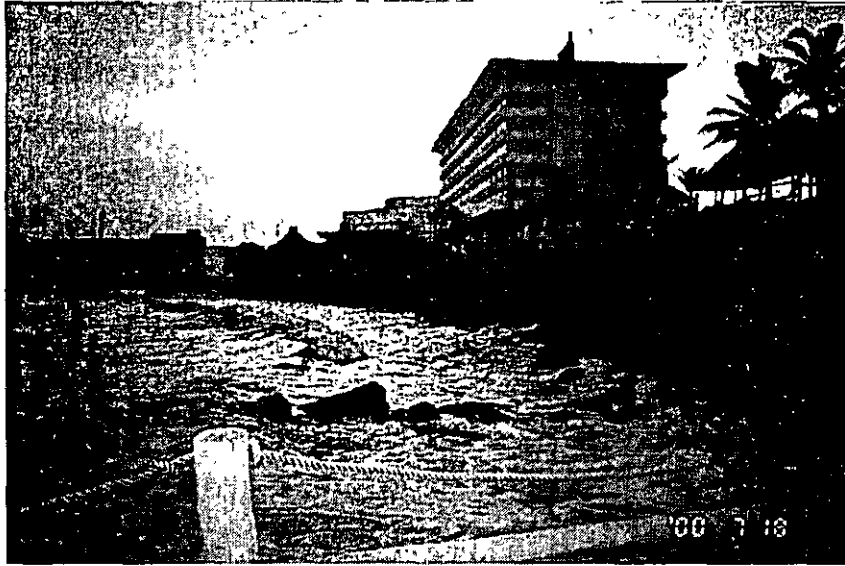
Proponer la mejor solución técnica y económica para la restitución de las playas.



Año con año el estado de Quintana Roo es afectado por tormentas tropicales y huracanes de categoría 3 y menores, también se han presentado algunos de categoría 4. Gilberto (1988), con categoría 5, fue un evento extraordinario por su intensidad y duración.

Gilberto ocasionó, el desequilibrio de las playas en la franja costera entre las puntas Cancún y Nizuc, la arena que las formaba en la zona hotelera fue removida por la acción de la sobre elevación del mar y el oleaje, dejando al descubierto afloramientos rocosos en varios puntos.





OBRAS DE PROTECCIÓN EXISTENTES

Diferentes tipos de obras para la protección de playas se han construido en la zona de Cancún, como muros de concreto armado y roca.

Muros reflejantes y no reflejantes:

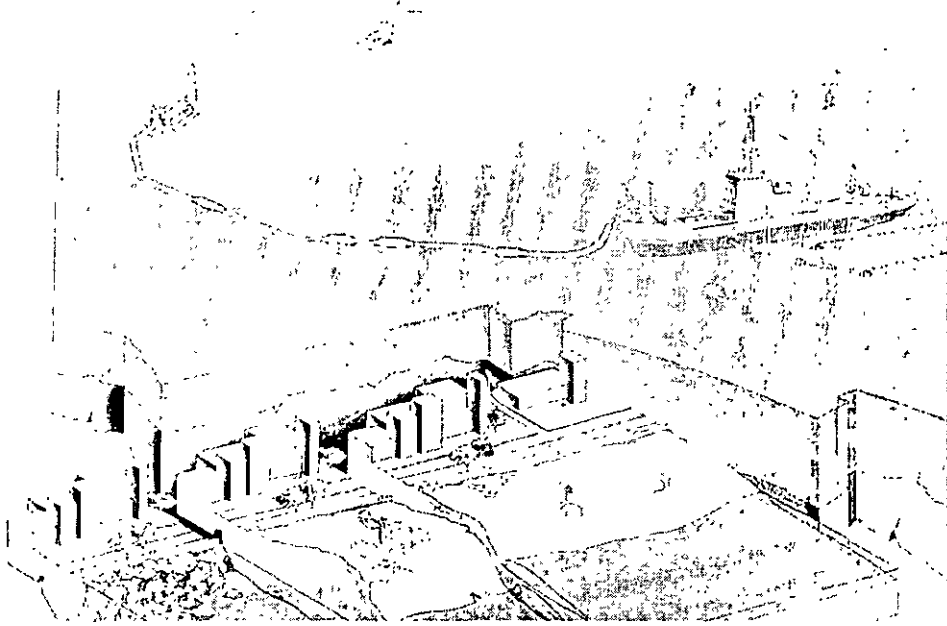
De cara circular (convexo).

Verticales.



Solución propuesta:

- Relleno artificial de las playas
- Construcción de obras terminales (de sellado)



La mejor opción para restituir las playas de Cancún es hacerlo artificialmente.

Proyecto para el cual intervienen las siguientes disciplinas de campo.

Oceanografía.

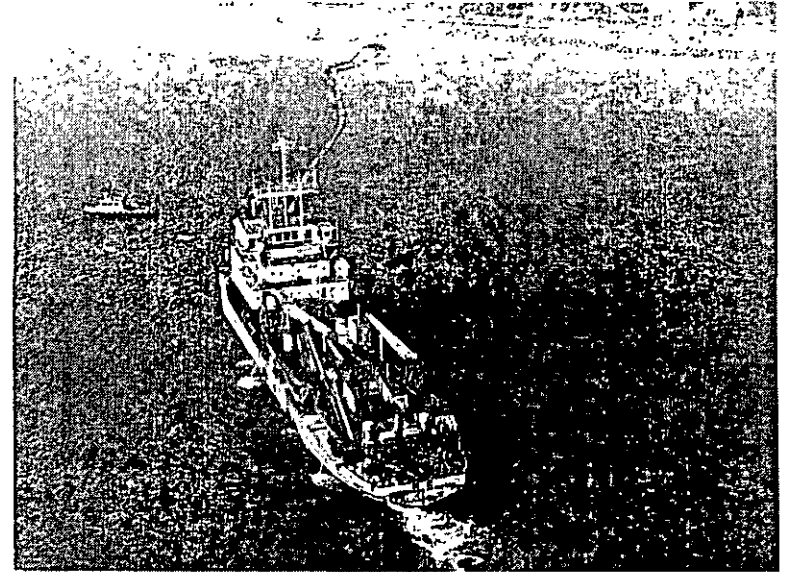
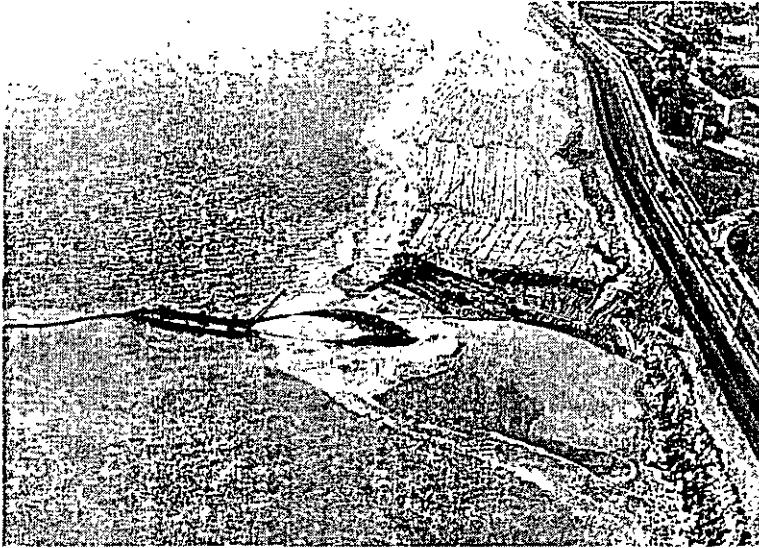
Levantamientos batimétricos, mediciones de parámetros oceanográficos, análisis de información meteorológica de los fenómenos que afectan la zona de estudio, diseño de las obras, etc.

•Topografía.

Haciendo levantamientos en tierra para detectar la evolución de la línea de costa.

•Geofísica.

Estudios sismoacústicos para la localización de los bancos de préstamo de material.



El equipo que puede ser utilizado en el relleno de las playas es muy variado:

➤ **Dragas:**

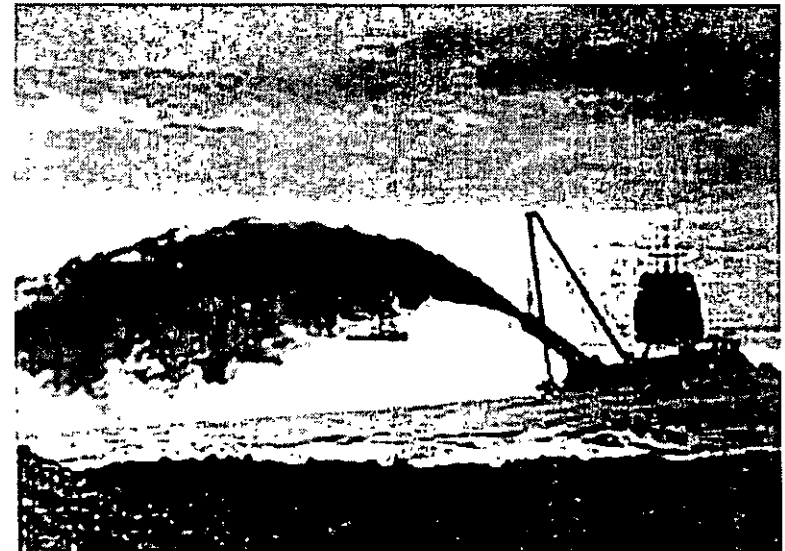
De succión en marcha con cántara.

Retroexcavadoras.

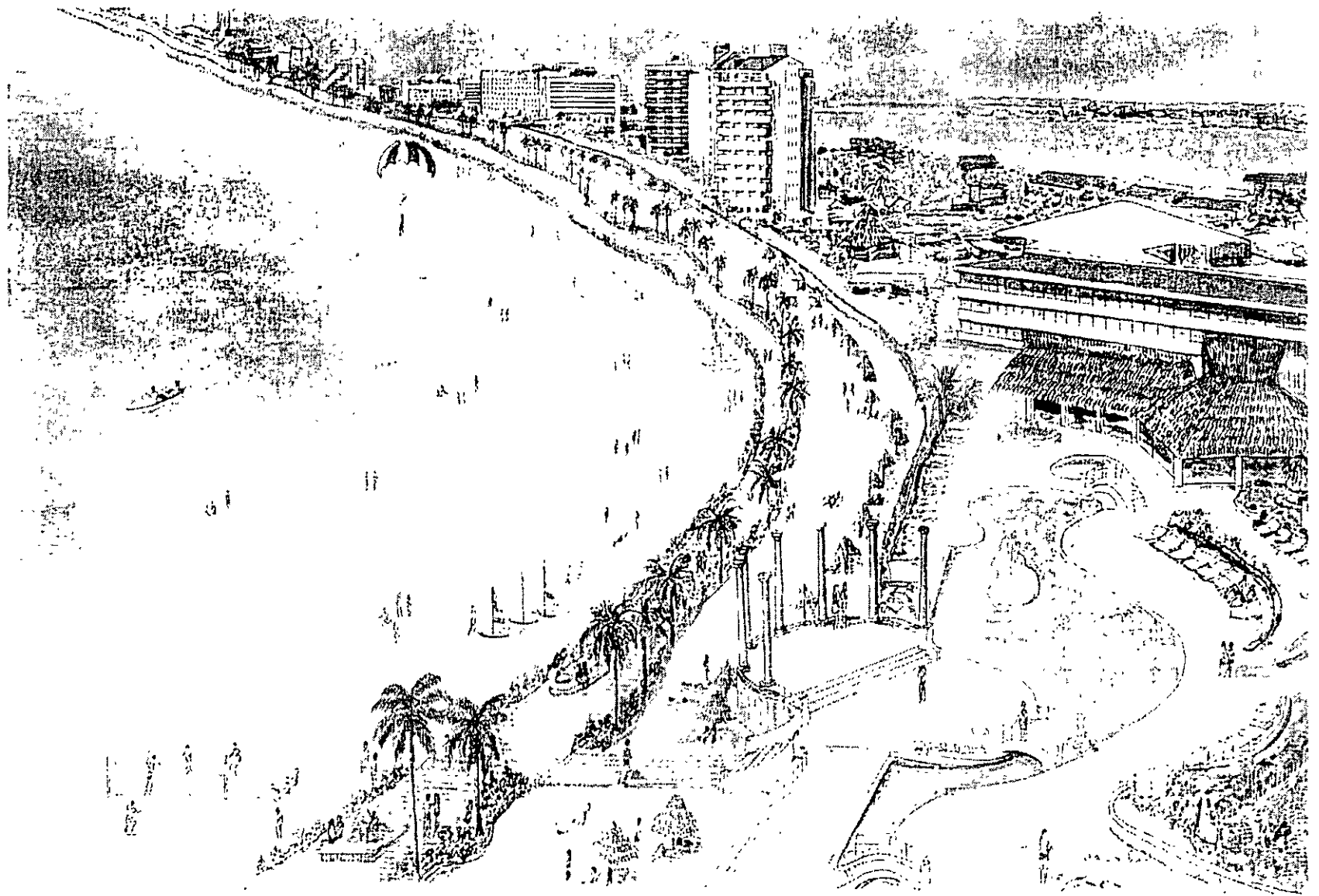
➤ **Barcazas:**

De vertido a través de tubo flexible.

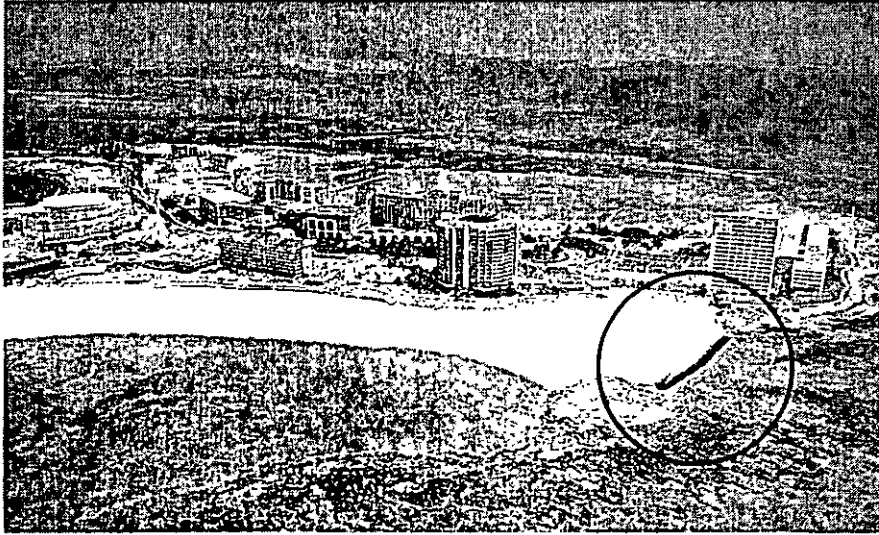
De tiro lateral controlado.



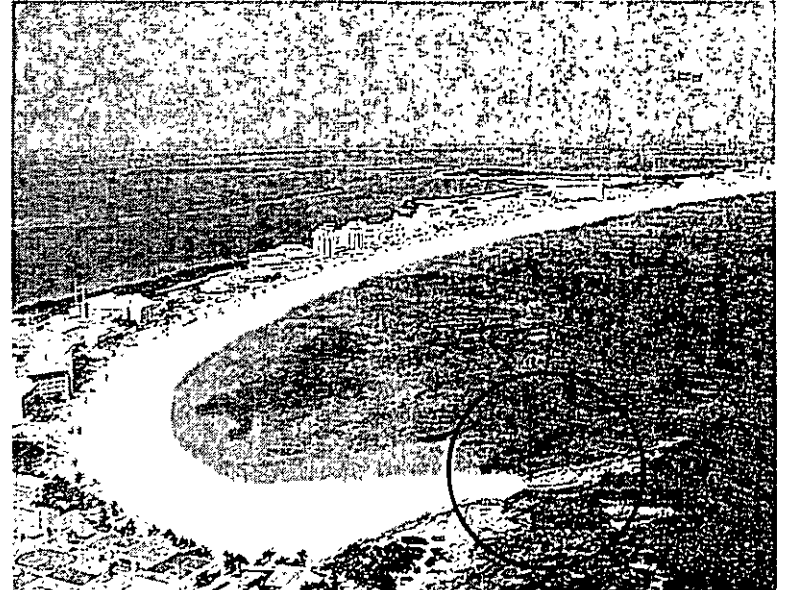
PLAYA RESTITUÍDA ARTIFICIALMENTE



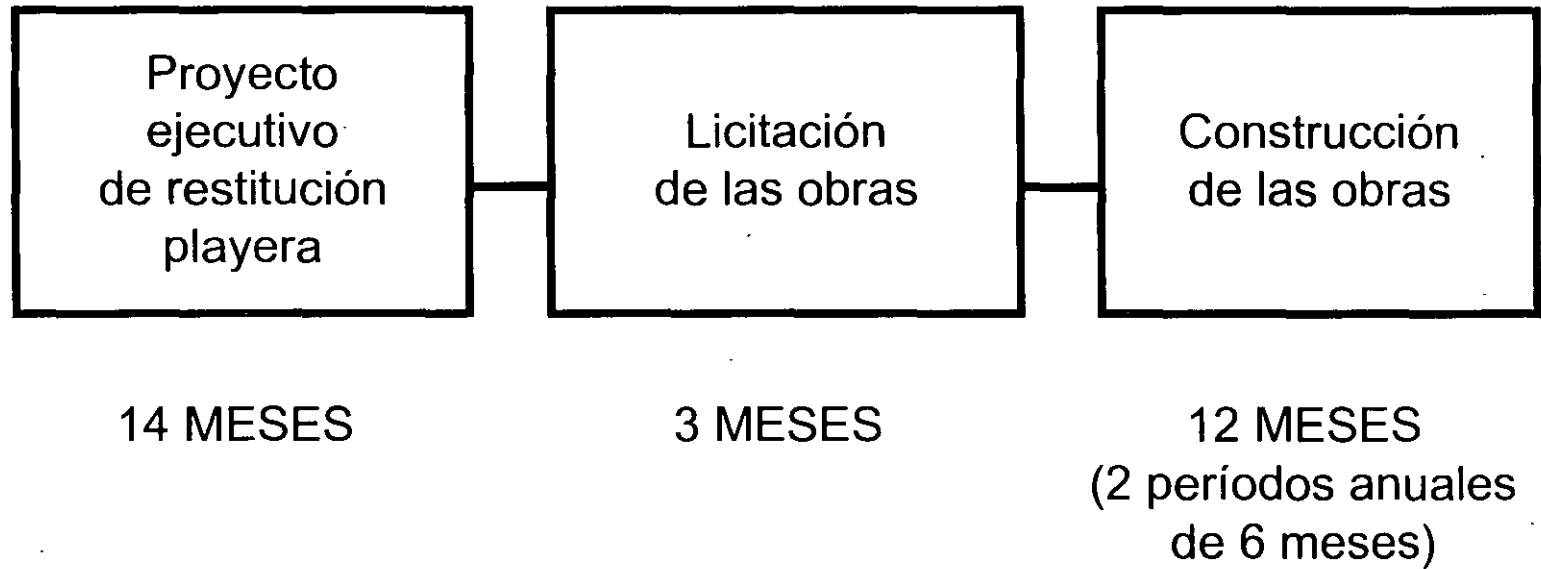
ESTRUCTURAS TERMINALES

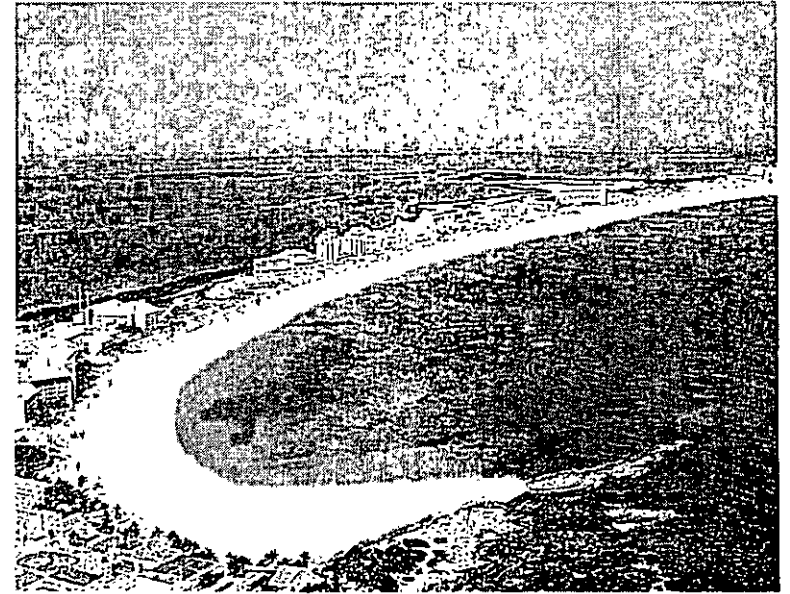


Geotubos rellenos de arena

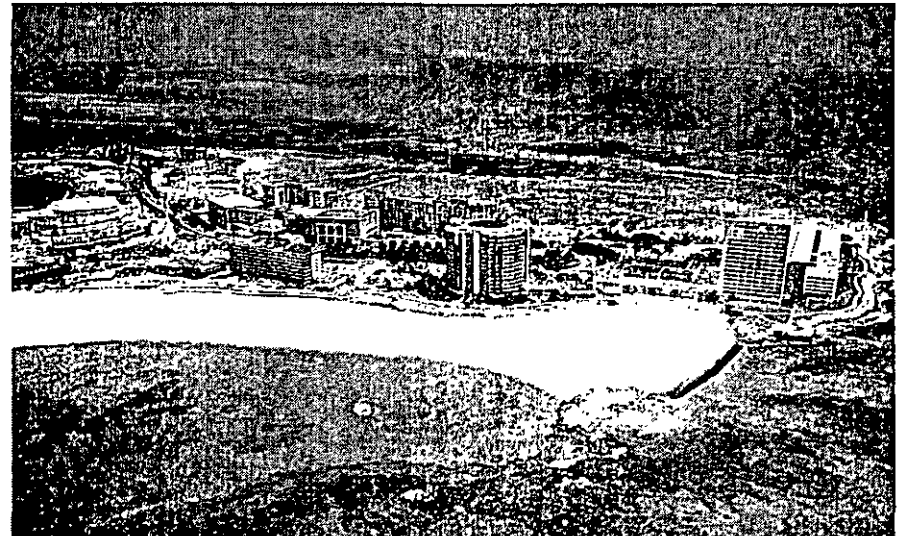
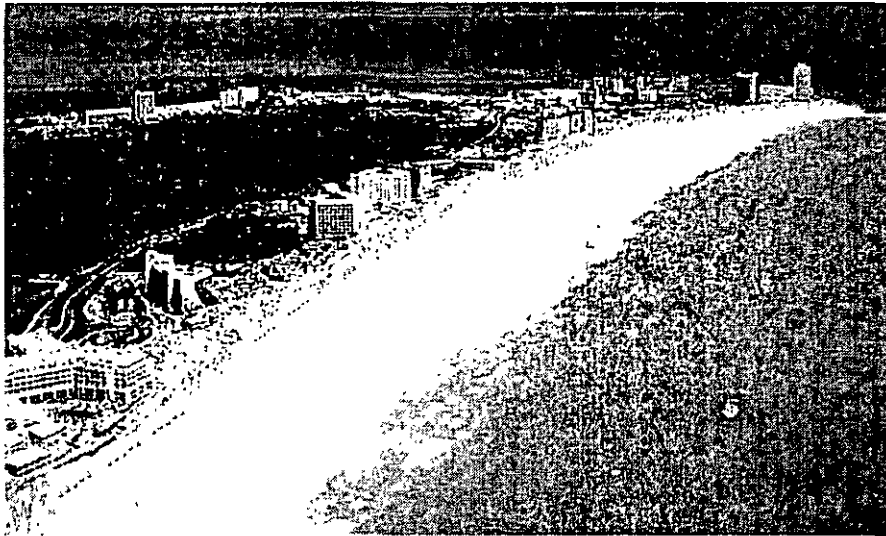


Tiempos estimados para la restitución playera en Cancún, Q. Roo.



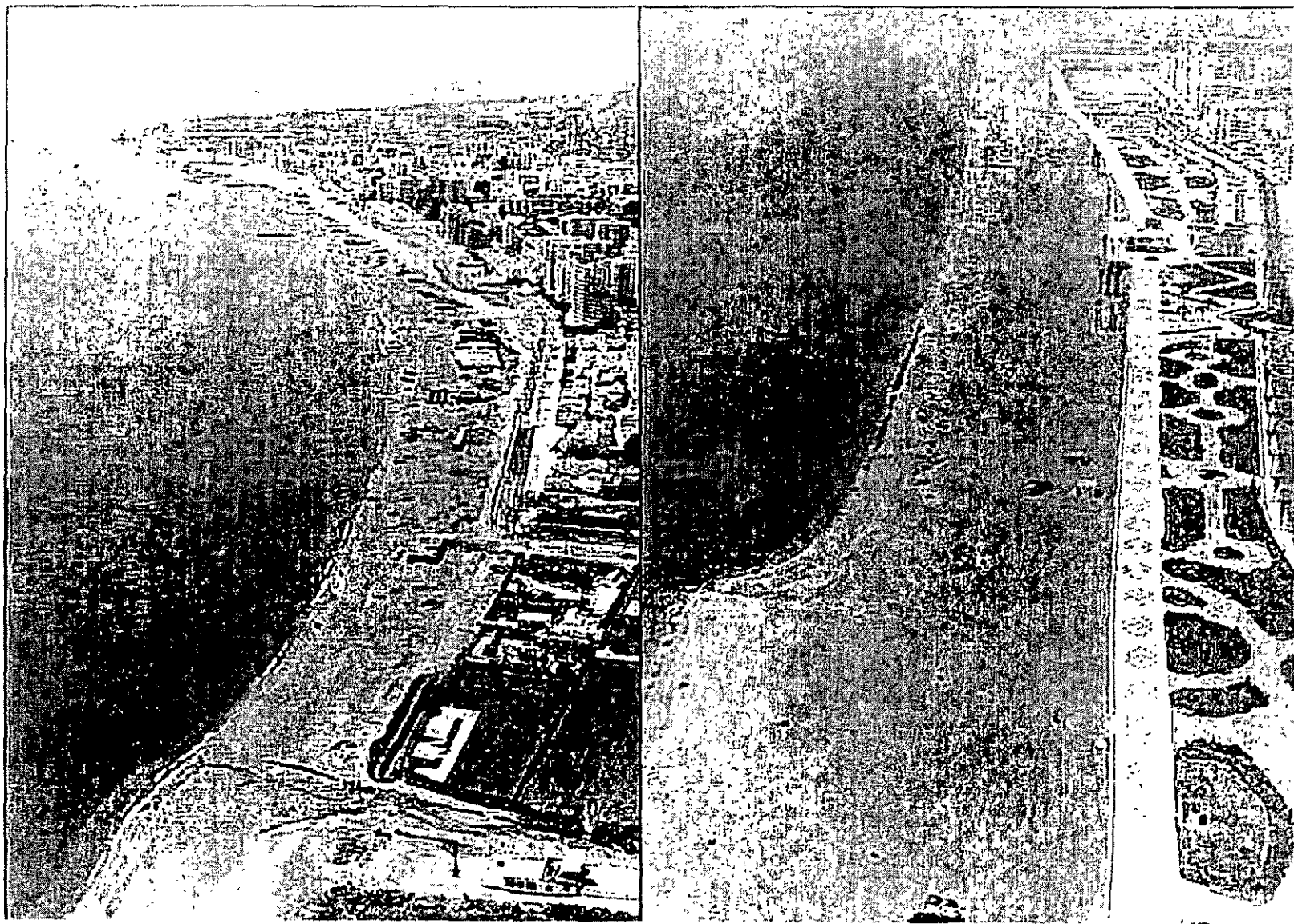


Una vez concluido el proyecto de restitución artificial de las playas de Cancún Q.R. Resultarán más atractivas tanto para el turismo nacional como internacional y se espera genere más divisas que en la actualidad.

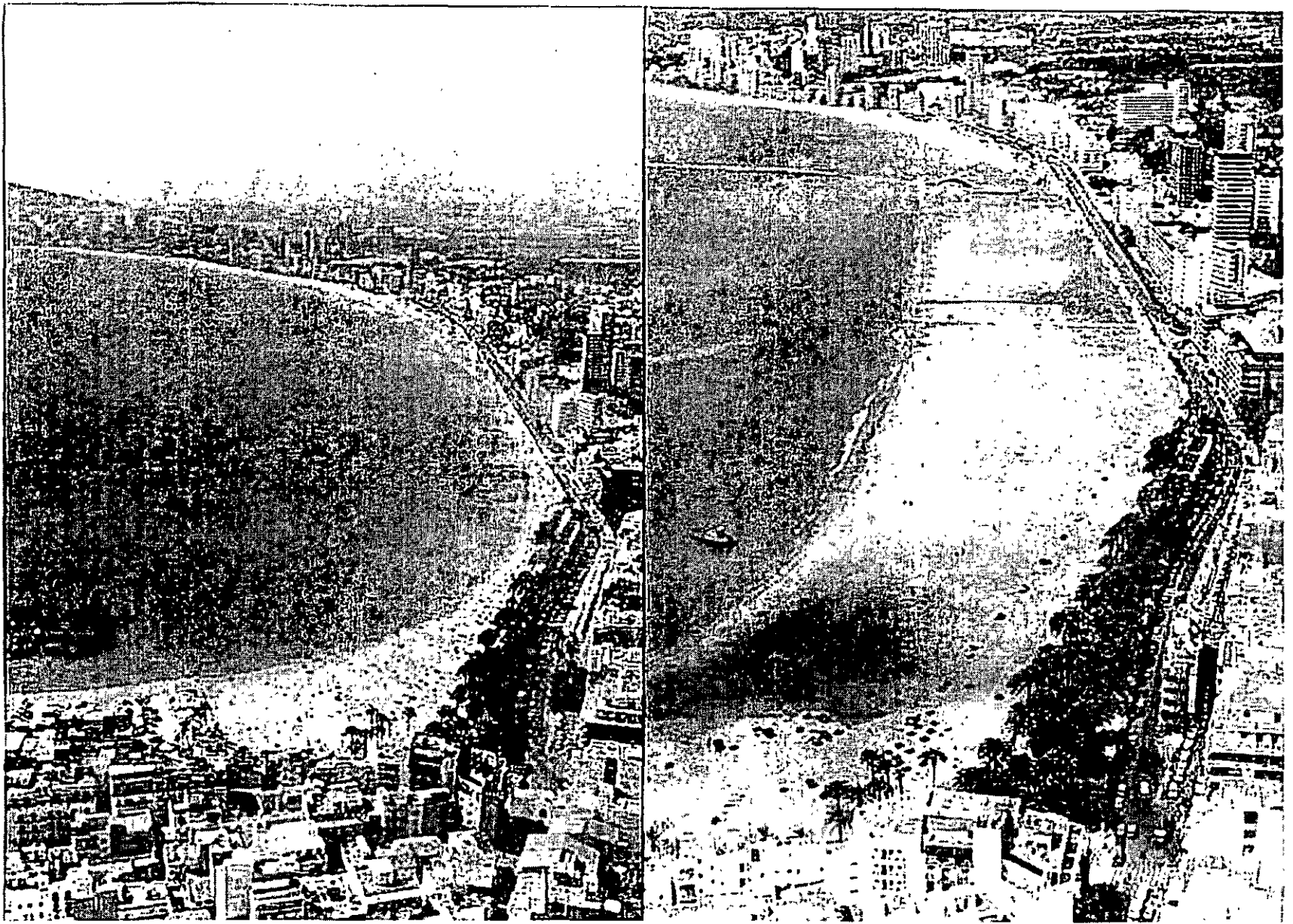


Experiencias con este tipo de obras

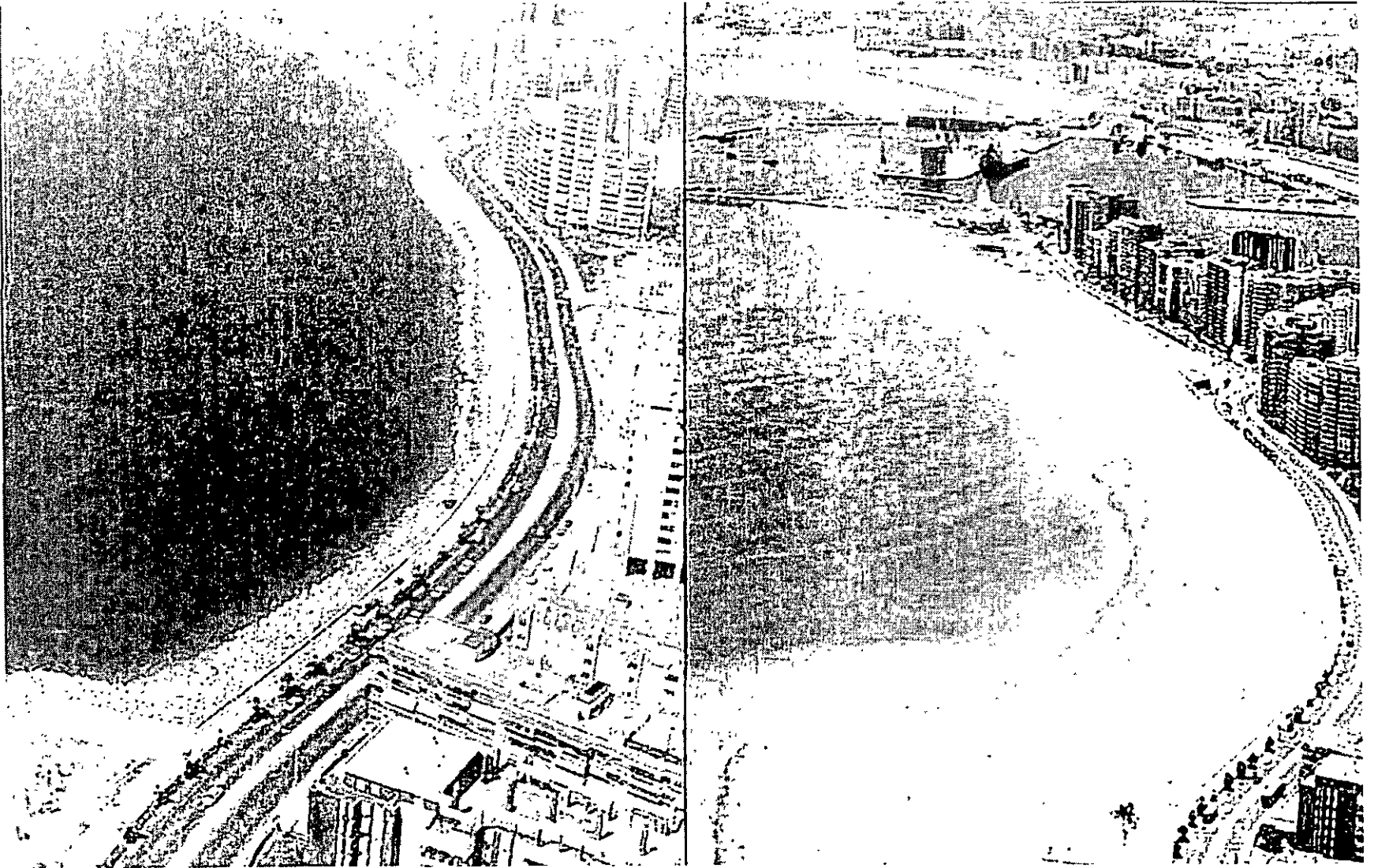
España



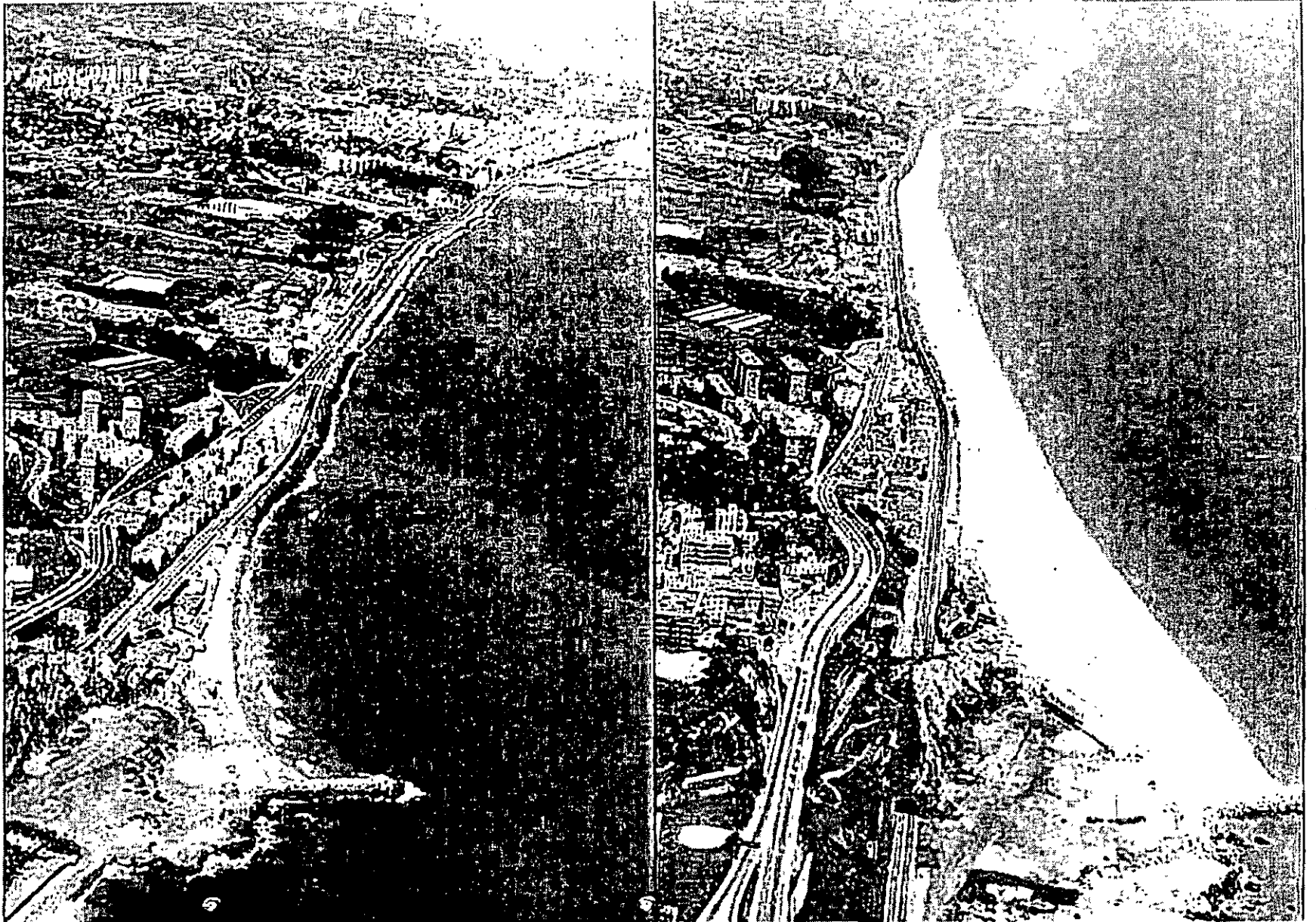
Torre del Mar, Málaga (España).



Playa de Benidorm, Alicante (España).



Playa de la Malagueta, Málaga (España).



El Maresme Mongat-El Masnou, Barcelona (España).



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CA 092 INGENIERIA MARÍTIMA Y PORTUARIA

DEL 17 AL 22 DE NOVIEMBRE

Tema

**POSIBILIDADES DE INVERSIÓN EN LAS
ZONAS COSTERAS DE MEXICO**

**EXPOSITOR: ING. ROBERTO BUSTAMANTE AHUMADA
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE DEL 2003**

POSIBILIDADES DE INVERSIÓN EN LAS ZONAS COSTERAS DE MÉXICO

En primer término se comenta la razón por la cual es conveniente para el País realizar inversiones en las zonas costeras, para crear nuevas fuentes de trabajo.

No existe una conciencia generalizada del grave problema que se tiene por el desmedido crecimiento del Área Metropolitana de la Ciudad de México y a menor escala de ciudades como Guadalajara y Monterrey.

El País crece demográficamente a una tasa del orden del 2% anual y en el Área Metropolitana continúa presentándose el fenómeno de que por falta de trabajo en otras zonas del País y principalmente en las zonas rurales, continúa la inmigración y a su vez el incremento de quienes buscan mejores condiciones de vida en el exterior en Estados Unidos y Canadá, principalmente.

Ante este fenómeno el crecimiento del Área Metropolitana es mayor de un 2% anual.

A la fecha, mes de octubre del 2003, la población del Área Metropolitana de la Ciudad de México, se aproxima a 21 millones de habitantes y con un crecimiento anual de sólo 2%, en 33 años se alcanzaría la cifra de 40 millones de habitantes, o sea, el doble de lo que es la Ciudad de México y alrededores.

Por varios conceptos esta situación es insostenible.

El primero de ellos, que se analiza detalladamente en el libro El Desarrollo Costero de México, de la Academia de Desarrollo Costero, de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (fundada el año de 1833), es el fenómeno que se tiene en cualquier ciudad de que al aumentar la población a límites superiores a los 20 millones de habitantes, las inversiones que se requieren para proporcionar todos los servicios a sus habitantes, hablando de inversión per cápita, este índice se eleva a más de 20 veces al que corresponde a una ciudad de tamaño ideal de 3.5 millones de habitantes, que es cuando se logra el valor mínimo del índice que se comenta.

De lo anterior se concluye que no se cuenta con los recursos necesarios para proporcionar todos los servicios que se necesitan y lo más grave, es que este fenómeno crece en la medida en que aumenta la población, lo que plantea un escenario de catástrofe.

A la fecha se tiene ya la insuficiencia de servicios en actividades que son vitales para que la comunidad pueda sobrevivir y estos son entre otros, los que se describen a continuación:

El problema del tránsito vehicular, ante los diarios congestionamientos, origina pérdidas de tiempo a todos los habitantes, los que se seguirán incrementando en función del tiempo por haber más habitantes y más vehículos que circulan.

Este fenómeno se ha tratado de resolver con la construcción de ejes viales, con la construcción del metro para transporte masivo de personas, construyendo pasos a desnivel de distribución vial y recientemente construyendo un pequeño tramo del segundo piso en el anillo periférico, el que ya se encuentra en operación; tuvo un elevado costo del orden de 900 mdp y a la fecha se encuentra en proceso su ampliación a otro pequeño tramo, comparado con las necesidades existentes de la ciudad en su conjunto.

El anillo periférico no ha contado con recursos para completarlo y se encuentra suspendido en su zona Norte, en el cruce de la prolongación de la Av. Insurgentes.

El sistema del metro que si bien ha crecido durante los últimos años, es insuficiente para incidir efectivamente en la disminución de congestión del transporte público y privado.

Adicionalmente a lo expresado se tiene el hecho de que en el metro se cobran 2 pesos por pasajero, cuando debiera cobrarse un mínimo de 7 pesos, simplemente para cubrir los gastos de mantenimiento del sistema, incluyéndose necesariamente el correspondiente al equipo rodante. Al no disponerse de suficientes fondos, el sistema del metro se ve amenazado por la falta del adecuado mantenimiento al equipo, lo que en sí representa una amenaza.

En el transporte privado y principalmente en el transporte público, un habitante de la Ciudad de México y de su Área Metropolitana, utilizan del orden de 3 horas en su transportación, que no se las quitan al trabajo ni al sueño y sólo queda quitárselas a la convivencia familiar y a la superación personal.

Este hecho debe considerarse como trágico, no sólo por el elevado costo de la pérdida de horas - hombre, sino fundamentalmente al necesario descuido de la atención de niños y jóvenes, con lo que se está creando una sociedad desequilibrada.

En lo que se refiere al abastecimiento del agua potable, hace 10 años que no llega un m³ más y al incrementarse la demanda, se ha resuelto el abastecimiento de agua efectuando mayor bombeo del subsuelo. A la fecha el 30% del volumen requerido se transporta de otros lugares, el 70% se obtiene del subsuelo.

Esta situación deba corregirse, ya que al exagerarse el bombeo, se acelera el hundimiento de la ciudad y ello ha afectado a tal grado, que el sistema de drenaje que años atrás operaba por gravedad, a la fecha hay necesidad de bombearlo con el fuerte incremento de sus costos de operación.

Si se habla de hospitales, centros de recreación y reclusorios, estos son notablemente insuficientes.

En lo referente a educación superior, de los aspirantes puede sólo recibirse a un 20% y ello sucede en la Universidad Nacional Autónoma de México y en el Instituto Politécnico Nacional.

Respecto al abastecimiento de alimentos al Área Metropolitana de la Ciudad de México y ante su fuerte crecimiento anual, superior a los 400,000 habitantes, es lógico suponer que los alimentos tienen que llegar de zonas más distantes a costos más elevados y se tiene el caso de que ante la insuficiencia de producción de granos, el País importa anualmente del orden de 14 millones de toneladas; planteándose una situación de incongruencia, de que falta trabajo en el campo y nos faltan productos del campo. Una sana política deba ser que el trabajo en el medio rural sea negocio, con lo que se ayudaría a tener una mejor distribución demográfica, disminuyéndose la inmigración a las grandes ciudades y disminuyéndose a su vez la migración hacia los Países del Norte y la importación de alimentos, ya que existe la capacidad física de poderlos producir en el País. Ciertamente es que se elevaría el costo de alimentos básicos, pero se mejorarían las condiciones de vida de 40 millones de mexicanos que a la fecha en su mayoría viven en la pobreza extrema.

Otro renglón corresponde al abastecimiento de energéticos, ya que tanto la energía eléctrica que se produce en plantas hidroeléctricas, en termoeléctricas y la única núcleo eléctrica, éstas en un alto porcentaje se ubican en las zonas costeras y su transportación hacia el centro del País cuesta, por las pérdidas de carga que necesariamente se tienen y los precios de la energía eléctrica son uniformes en el País, por lo que el Área Metropolitana de la Ciudad de México, goza de un subsidio al respecto. Igual situación se tiene con los derivados del petróleo, estando ubicadas las zonas de producción en las zonas costeras y dentro del mar, obteniéndose de la refinación del petróleo crudo gasolina, diesel y turbosina, que se transportan a grandes distancias para abastecer al centro del País.

Los productos de PEMEX se venden a mismo precio en distintas partes del País, por lo que para el Área Metropolitana de la Ciudad de México se tiene un subsidio adicional.

El país es deficitario en refinación de petróleo crudo al grado de que anualmente se importan por el Puerto de Tuxpan 8 millones de toneladas de productos refinados, que por tubería se transportan a la Ciudad de México. Vendemos la materia prima y compramos los productos refinados, pagando al exterior el valor agregado, lo que es necesario eliminar construyendo nuevas refinerías y creando en las zonas costeras muy importantes nuevas fuentes de trabajo. La importación de gasolina en su gran total ya rebasa más de los 110.000 barriles diarios.

Ante la necesidad de construir nuevas plantas de generación de energía eléctrica, éstas conviene ubicarlas a la orilla del mar, por la facilidad de sus sistemas de enfriamiento y desde su construcción y en la operación generan nuevas fuentes de trabajo en zona ajenas a las grandes ciudades.

El congestionamiento vehicular que diariamente se presenta en la Ciudad de México y alrededores es causa importante de fuerte contaminación, que necesariamente afecta a todos sus habitantes y otra grave consecuencia del crecimiento de las ciudades es la inseguridad que se presenta, la que se incrementa al no existir suficientes fuentes de trabajo.

Pudiera pensarse que parte de la solución a los problemas planteados fuese bajar la tasa de crecimiento demográfico, a efecto de alcanzar la tasa cero, cual sucede en varios países europeos. La única forma de bajar la tasa de crecimiento de un país, es

en la medida en que se incrementa la preparación del conjunto de sus habitantes y así se tiene que en Dinamarca, la preparación mínima es a nivel bachillerato.

Si nos vamos al caso de México y de acuerdo a estudios de Naciones Unidas, México califica muy mal en lo referente a sus sistemas educativos y al bajo nivel de preparación que se logra para el conjunto de los mexicanos. Este problema de la educación en México deba resolverse elevando su calidad, pero al fin y al cabo se trata de un problema económico, de falta de recursos para mejorar la educación en México a todos sus niveles y es por ello que tenemos poca esperanza para poder disminuir la tasa de crecimiento demográfico. En comunidades indígenas del Estado de Chiapas con alto porcentaje de analfabetismo, se tiene tasas de crecimiento del 7% anual.

Según lo planteado se tiene la urgente necesidad de crear fuentes de trabajo en zonas donde a costos sociales más bajos, pudieran crecer las poblaciones o crearse nuevas, para resolver los problemas planteados de las grandes ciudades y para ello indudablemente son las zonas costeras, por las siguientes razones:

El abastecimiento de agua a las zonas costeras es natural, ya que un alto porcentaje de ríos escurren hacia las costas sin necesidad de efectuar bombeos y en las zonas donde no existen ríos, se tiene la opción de utilizar los mantos acuíferos y en casos extremos recurrir a la desalinización del agua de mar, cual sucede en la zona de Los Cabos, B. C. S.; en Bahía Concepción, B.C.S. y Bahía Kino, Son; donde se instala la principal planta desalinizadora para proporcionar agua a la Ciudad de Hermosillo, distante 100 km. El agua de mar es un recurso infinito y por nuevos avances tecnológicos, el costo de desalinización se ha ido abatiendo. Por lo anterior, las zonas costeras tienen la opción de abastecimiento de agua a las nuevas poblaciones a costos más bajos que en el altiplano.

Las zonas costeras, en un alto porcentaje, se han caracterizado por tener importantes actividades agropecuarias, por lo que a cortas distancias disponen de alimentos, a los que es necesario adicionar los productos pesqueros que los tienen a la mano y al no necesitar enlatarlos ni congelarlos su costo es inferior a un 50% de lo que cuestan en el altiplano.

Adicionalmente se tiene para este renglón de alimentación, el desarrollo de la maricultura, donde México tiene enormes posibilidades para su desarrollo.

Como antes se mencionó, el abastecimiento de energéticos, tanto derivados del petróleo como la energía eléctrica, éstos se producen en un alto porcentaje en las zonas costeras y si su consumo se realiza en lugares próximos, se disminuye el costo de distribución.

En lo referente a posibilidades de transporte, las zonas costeras cuentan a la fecha con un sistema carretero y ferroviario bastante desarrollado, existiendo aún necesidades por satisfacer. La transportación aérea por su alta correlación que tiene con la actividad turística, cuenta con una importante red de aeropuertos internacionales y a todo lo anterior se le adiciona el transporte marítimo y las posibilidades de navegación interior. A través de los puertos marítimos se tiene conexión con el resto del mundo, y salvo nuestra conexión con Estados Unidos, Canadá y Centro América, que puede efectuarse por vía terrestre, con el resto del mundo es utilizando la vía

marítima y ante el mundo globalizado en que vivimos, este hecho es altamente significativo, ya que a nuestras industrias exportadoras les convendrá ubicarse en los puertos industriales o en la proximidad a algún puerto marítimo.

Especial cuidado habrá que tenerse para el crecimiento de poblaciones costeras y para la creación de nuevas ciudades, de sus condiciones ambientales, eliminándose desde origen, toda posibilidad de contaminación.

Por todo lo antes planteado, deba establecerse como política nacional, desarrollar en las zonas costeras cuanta actividad económica sea posible para crear en forma masiva nuevas fuentes de trabajo permanentes. Lo que se logrará con la planeación integral de zonas costeras.

El presente estudio es un primer intento de planeación de nuestras zonas costeras para coadyuvar a la integración de un país con una mejor distribución demográfica y por lo tanto, con mayor justicia social y equilibrio para su sano desarrollo.

A continuación se describen los capítulos importantes de los que se analizan sus posibilidades de desarrollo en cada uno de los estados litorales:

PUERTOS PETRÓLEROS E INDUSTRIALES

Los puertos petroleros, por su naturaleza, son puertos profundos, requiriéndose de un mínimo de 17 m y en ciertos casos hasta 24 m.

El movimiento masivo de exportación de crudo se ha venido realizando utilizando boyas marinas, destacando Cayo Arcas, Camp; Dos Bocas, Tab; Salina Cruz, Oax; utilizando también el Puerto de Pajaritos, en Coatzacoalcos, Ver.

La operación de boyas marinas se efectúa con altos costos de operación, con frecuentes suspensiones de sus actividades por la presencia de malos tiempos y por aspectos ambientales, mundialmente tienden a eliminarse las boyas marinas, por lo que surge la necesidad de construir nuevos puertos petroleros en Tuxpan, Ver; en Dos Bocas, Tab. y en Salina Cruz, Oax.

Al contarse con puertos profundos y con la materia prima de petróleo crudo y gas, surge la posibilidad industrial, con la construcción de nuevas refinerías, que se ubicarían en los puertos industriales, que aprovechen la importante infraestructura de los puertos petroleros; teniéndose como meta dejar de importar productos destilados derivados del petróleo y que México vuelva a ser exportador de ese tipo de productos.

A su vez, contando con petróleo crudo y gas, deba desarrollarse en esos puertos industriales la industria petroquímica, la que alcanzó cierto desarrollo en el pasado y actualmente se encuentra deprimida. Este renglón plantea grandes posibilidades de desarrollo industrial, teniéndose el ejemplo del Puerto de Altamira, Tamps y ello mismo deba desarrollarse en otros puertos petroleros que alcanzarán el carácter de puertos industriales.

Para la distribución de productos destilados del petróleo también se utiliza la vía marítima, básicamente en el Océano Pacífico, donde a partir del Puerto de Salina Cruz, Oax.; se distribuyen a través de muy diversos puertos que tenemos en el Océano Pacífico.

Sólo el transporte por ductos, cuando esto es posible, compite con el transporte marítimo.

La actividad antes descrita de puertos industriales y petroleros, adquiere importancia ante la necesidad de crear nuevos polos de atracción demográfica, ya que destacan para ello las actividades industriales, tanto de refinerías como petroquímicas.

Ajenos a la actividad petrolera, también pueden desarrollarse otros puertos industriales, cual sucede con el Puerto de Lázaro Cárdenas, Mich., que a la fecha tiene importantes actividades industriales de siderúrgicas, fertilizantes, la industria de generación de energía eléctrica con su planta carbonífera, complementado ello con sus terminales graneleras y de contenedores.

En cuanto se tenga en cualquier puerto marítimo, las condiciones físicas para convertirlos en puertos industriales, deba ello promoverse por el hecho de convertirse en polos de atracción demográfica y así se tienen los casos de : Bahía de San Quintín, B. C.; Empalme, Son.; Topolobampo, Sin.; Tecomán, Col.; Salina Cruz, Oax.; Puerto Madero, Chis.; margen derecha del Río Pánuco; Tuxpan, Ver.; Camaronera, Ver.; El Ostión, Ver. y puerto profundo de Quintana Roo, además de los ya existentes en Altamira, Tamps. y Lázaro Cárdenas, Mich.

La promoción para instalar nuevas industrias en nuestros puertos industriales deba ser actividad fundamental por parte gubernamental y privada para crear empleos; captar tecnología y lograr mayor participación en el mundo globalizado en que vivimos, captando inversión extranjera y dando oportunidad al capital nacional.

PUERTOS COMERCIALES Y PESQUEROS

Puertos Comerciales

El conjunto de puertos comerciales con que cuenta el País están en continuo crecimiento, al incrementarse la demanda de servicios en función del crecimiento de múltiples actividades económicas de la zona de influencia a la cual sirve cada puerto. Ello trae como consecuencia la necesidad de ampliar su infraestructura, de mecanizar las terminales especializadas y de adaptar sus profundidades a los nuevos requerimientos que la flota mundial les va exigiendo.

Este crecimiento natural de los puertos comerciales trae como consecuencia la creación de fuentes de trabajo: primero durante la creación de nuevas terminales y por el dragado de los puertos y segundo, por el trabajo que se genera al incrementarse el volumen de carga que manejan. A esto hay que agregar los sistemáticos trabajos de mantenimiento de toda la infraestructura portuaria, así como el dragado de mantenimiento para conservar las profundidades que se requieren.

Puertos Pesqueros

Dado que la pesca ha llegado a su explotación al máximo sostenible, puede decirse que no existe la necesidad de construir nuevos puertos pesqueros, salvo aquellos casos en que no cuentan a fecha con las instalaciones que requieren y que hay necesidad de ampliarlas y ello se presenta sólo en casos de excepción.

Se tiene la actividad del mantenimiento de los puertos pesqueros, básicamente de dragado, para conservar sus profundidades, así como de mantenimiento de su infraestructura, que en ocasiones se incrementa la actividad de reparación ante la presencia de huracanes.

APROVECHAMIENTO DE BIOMASAS AGRÍCOLAS TROPICALES.

Indudablemente la energía que no se cobra resulta ser la más barata y ese es el caso de la energía solar, por lo que su aprovechamiento debe enfocarse a la solución de problemas que la humanidad tiene actualmente.

Se ha hablado de la contaminación que se origina por el uso como combustible de derivados del petróleo, que afecta a las ciudades que cuentan con amplio parque vehicular y sus efectos nocivos han llegado a ocasionar cambios climáticos en el mundo.

La preocupación de muy diversos países quedó plasmada en el Protocolo de Kyoto, primero para crear conciencia a nivel mundial de los efectos nocivos de la contaminación, que originan los derivados del petróleo y en segundo término, para buscar otras fuentes de energía, no contaminantes.

Dentro de estas últimas, se tiene las plantas hidroeléctricas, el posible aprovechamiento del hidrógeno, la energía eólica, la energía mareomotriz, aprovechando las fuertes variaciones de marea que en sitios específicos se tienen y el aprovechamiento de la energía solar.

Dentro de este último punto se tiene el aprovechamiento de las Biomásas Agrícolas Tropicales, que para su crecimiento utilizan la energía solar, que como antes se dijo, nadie cobra.

Por escasez de petróleo en Brasil surgió la utilización del alcohol como combustible para sus vehículos, habiendo llegado a la fecha a la situación de que el 50% de su parque vehicular utiliza únicamente alcohol de 96° grados y en el resto utiliza el llamado gasohol, que lleva el 75% de gasolina y el 25% de alcohol.

Brasil obtiene su alcohol de la caña de azúcar, la que tiene el carácter de ser producto estacionario y para lograr continuidad en la producción de alcohol durante todo el año, esto se logra con la introducción del aprovechamiento de la yuca y esto es resultado de la tecnología mexicana del Grupo Yucalcol.

Para evitar la contaminación de las gasolinas, el primer paso que se dio fue la eliminación del uso del tetraetilo de plomo, a lo cual México se adhirió y a la fecha PEMEX ya no lo utiliza.

Surge posteriormente el empleo del alcohol metílico llamado alcohol industrial, que es un derivado del petróleo. Recientemente el Estado de California prohibió el uso del alcohol metílico, por ser cancerígeno y 17 estados de la Unión Americana han hecho lo mismo, así como la Comunidad Europea. PEMEX continúa utilizando el alcohol metílico, que se produce en su planta de San Martín Texmelucan, y el resto de lo que requiere lo importa.

En la Unión Americana, para bajar la contaminación de la gasolina, utilizan el alcohol etílico, que lo producen a partir del maíz y que por aspectos climáticos no pueden producir ni caña de azúcar ni yuca. Utiliza el 10% de alcohol etílico para bajar la contaminación y ello implica un enorme consumo, por lo que importa alcohol brasileño y continúan construyendo más plantas productoras de alcohol a partir del maíz.

Siguiendo la tecnología brasileña, se constituyen unidades de 24,000 hectáreas para producir caña de azúcar, yuca y productos intercalados, como es el cacahuete y otras oleaginosas. En el proceso industrial fabrican alimentos balanceados, lo que da lugar a tener en misma unidad de producción 8,000 cabezas de ganado bovino y todo ello se complementa con la planta industrial destiladora de alcohol.

Dentro del proceso industrial generan energía eléctrica, gas metano y CO₂ obteniendo a su vez, fertilizantes nitrogenados que cubren el 70% de sus necesidades para fertilizar las 24,000 hectáreas y estas unidades son auto suficientes en energía.

Del CO₂ obtienen hielo seco, con lo que pueden disponer de refrigeración y congelación para sus almacenes y para el transporte de productos perecederos.

Una planta como la descrita da trabajo directo en la agricultura, en la ganadería y en la industria a 11,000 trabajadores, que con sus familiares generan una población de 55,000 habitantes, que radican en el campo y que con una organización del conjunto de actividades, la industria subsidia a la ganadería y a la agricultura, haciendo que en el conjunto sean sujetos de crédito, con la posibilidad de pagar su casa habitación y en un porcentaje elevado adquieren su vehículo propio.

Las ventajas de estos desarrollos son que el producto alcohol que se obtiene es renovable, lo que no sucede con el petróleo que algún día se acabará, no es contaminante, genera trabajo bien remunerado en el campo y da pauta a que en la población que se forma, se de capacitación en las 3 actividades básicas, agricultura, ganadería e industria, habiéndose llegado en Brasil a tener en el propio sitio estudios a nivel licenciatura en múltiples disciplinas.

Cabe expresar que la calidad del empleo que generan las plantas productoras de alcohol es elevado, lo que da origen a comunidades con capacidad de crédito.

En el País, a mediano plazo, podrán instalarse 115 unidades, repartidas en diversos Estados de la República, que con el clima que requieren, necesariamente se ubican en las zonas costeras.

Aún cuando al relativo corto plazo PEMEX no cambiara el uso del metanol por el etanol, la demanda externa de alcohol etílico es muy importante, con la circunstancia de que en Estados Unidos, que como se ha dicho obtienen el alcohol etílico a partir del maíz, éste tiene un subsidio de 60 centavos de dólar por galón, otorgado por el gobierno de Estados Unidos.

El costo de producción de alcohol etílico obtenido de caña de azúcar y de yuca es del orden del 60% del que se obtiene al producirlo a partir del maíz y si a eso se le agrega el subsidio que da Estados Unidos, el alcohol mexicano es altamente competitivo con respecto al que se produce en Estados Unidos.

Las inversiones por unidad de 24.000 hectáreas para producir alcohol etílico es de 220 mdd, cifra aparentemente elevada, mas de acuerdo al estudio realizado por Nacional Financiera, la recuperación del capital invertido se logra en 5 años, por lo que el reto es poder construir las primeras plantas alcoholeras y al corto plazo de 5 años, los inversionistas que participen tendrán la opción para hacer las inversiones de nuevas plantas, en base a las importantes utilidades que obtengan, ya que de acuerdo con mismo estudio de Nacional Financiera, la tasa interna de retorno es de 65%.

Lo aquí expresado no es sólo para el caso de México, ya que la caña de azúcar y la yuca que aprovechan la energía solar, puede cultivarse en cualquiera de los 82 países de la Faja Tropical de la Tierra, siendo estos países subdesarrollados o en vías de desarrollo.

Si lo expresado en el Protocolo de Kyoto llegase a ser realidad, disminuyendo la contaminación de la gasolina al incluirle un mayor porcentaje de alcohol etílico, se presenta una hermosa oportunidad a favor del equilibrio mundial, ya que al instalar las plantas alcoholeras en los países no desarrollados, se generan muy importantes fuentes de trabajo en el campo. Para el caso de México podrían llegar a generarse 1265,000 fuentes de trabajo radicando en el campo a 6 235 000 habitantes, que dependerían de la actividad alcoholera.

Puede expresarse que la tecnología mexicana para producir alcohol etílico es a la fecha la más avanzada del mundo, ya que supera a la tecnología brasileña y en los demás países de la Faja Tropical de la Tierra, ésta no existe ni tampoco se tiene en los países desarrollados, por no tener las condiciones climáticas para la explotación de la caña de azúcar y de la yuca.

México podrá en un futuro próximo, ser exportador de tecnología para construir plantas alcoholeras en muchos otros países, incluyéndose los de Centro América y el Caribe.

Lo faltante en los países no desarrollados es el capital, pero dado que los países desarrollados necesitan consumir enormes volúmenes de alcohol, a los que se les puede ofrecer a un 60% del costo del que ellos tienen, será relativamente simple obtener financiamiento o hacer coinversiones, quedándole a los países no desarrollados las importantes fuentes de trabajo que se generan, la elevación del nivel de vida a quienes radiquen en el campo ligado a las fábricas de alcohol, los impuestos que generarán las sociedades mercantiles que operen estas plantas y captarán

tecnología, con lo que al mediano plazo las empresas de los países no desarrollados podrán ser los propietarios de las plantas; pero además, se queda en México la producción de alimentos hasta el logro de sustituir importaciones hasta restituir seguridad alimentaria.

La explotación del alcohol etílico en México podrá hacer en ese campo, que México sea país globalizador en vez de globalizado.

PUERTOS PARA ATENCIÓN DE CRUCEROS

El turismo viajando en cruceros se ha desarrollado en los últimos años existiendo en el mundo zonas muy definidas donde se prestan estos servicios y México participa en 2 de esas importantes zonas; la de mayor relevancia indudablemente es el Mar Caribe, donde México participa en la escala que realizan en la Isla de Cozumel, donde existen 6 posiciones de atraque para cruceros; la otra zona importante es el Océano Pacífico, donde varios puertos mexicanos reciben cruceros y estos son: Ensenada, B.C.; Cabo San Lucas, B.C.S.; Mazatlán, Sin.; Puerto Vallarta, Jal.; Manzanillo, Col.; Zihuatanejo, Gro. y Acapulco, Gro. Dado que son comunes las embarcaciones que llevan 3,000 pasajeros y 1,500 de tripulación, los beneficios locales que se obtienen cuando un crucero toca cierto lugar, originando una derrama económica del orden de 75 dólares por persona y ello es en los paseos que se les organizan, el uso de camiones, taxis y la venta de artesanías.

Otro hecho importante de los visitantes de cruceros que sólo permanecen unas horas en cada sitio, es que al conocer lugares atractivos posteriormente regresan por vía aérea a vacacionar durante varios días, lo que se convierte en un apoyo a la actividad turística en general.

MARINAS

El turismo de yates es otra distinta corriente de turistas dentro de los cuales los que utilizan veleros son navegantes y desde su lugar de origen visitan múltiples sitios al país al que arriban.

Los yates se utilizan básicamente en la pesca deportiva y el dueño del yate envía su embarcación al lugar que desea visitar, llega por vía aérea, permanece durante varios días participando en la pesca deportiva y ahí deja su yate o lo envía a otro sitio para viajes posteriores.

En las marinas que operan en México, los yates son fundamentalmente de Estados Unidos y de Canadá, participando en menor proporción los mexicanos.

Puede decirse que cualquier puerto de México, tanto del Pacífico como del Golfo y Caribe, tienen vocación para dar servicio a los yates y esta actividad se desarrolla en la medida en la que se les prestan adecuados servicios.

Destacan las marinas próximas a Ensenada, la de Cabo San Lucas, las de Guaymas, de Mazatlán, de Nayarit, de Puerto Vallarta, de Isla Navidad, de Ixtapa, la de Puerto

Aventuras en el Caribe, las de Isla de Cozumel e Isla Mujeres, la de Cancún, las de Yucalpetén y se encuentran en proceso de construcción importantes desarrollos de marinas en San José del Cabo, B.C.; en Bahía Concepción, en la Escalera Náutica del Golfo de California y al Norte de Cancún.

Es interesante observar que al existir varias marinas en cierta zona, éstas no compiten entre sí, ya que al existir una nueva marina se apoya la actividad de las demás.

En la actividad de marinas México tiene un amplio campo de desarrollo.

MARICULTURA

Granjas de Camarón

En los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit se ha desarrollado la actividad de granjas de camarón, existiendo más de 25,000 hectáreas en operación.

Para incrementar esta actividad se requieren fuertes inversiones, ya que hablando en lo general para construir una hectárea de granja de camarón, se necesita de una inversión del orden de \$ 400,000 pesos y contamos en el país con varias granjas que alcanzan las 1,000 hectáreas.

En Pijijiapan Chiapas, se tiene una granja de camarón en operación, con la circunstancia de que por la latitud del sitio, el rendimiento anual por hectárea es de 4 toneladas, cifra del doble de las que obtienen las granjas del Noroeste y ello se debe a que en Chiapas hace calor durante todo el año y en el Noroeste se tienen 4 meses de frío, con lo que el camarón no se desarrolla.

Lo antes expresado plantea como oportunidad promover la construcción de granjas de camarón en los Estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo; que por la latitud de estos lugares las granjas de camarón aumentan su productividad.

CULTIVO DE ESPECIES DE ESCAMA DE MAR EN JAULAS FLOTANTES.

A nivel mundial, durante los últimos 10 años, se ha desarrollado el cultivo de especies de escama de mar en jaulas flotantes, actividad en la que destacan varios países europeos, la República de Chile y China, fundamentalmente.

Se expresa que en la pesca la humanidad está dando mismo paso que dió cuando pasó de la cacería a la ganadería y con el cultivo de especies de escama de mar, se esperan resultados análogos de mejoramiento genético y de incremento en la productividad. Se tiene el caso del salmón cultivado en jaulas flotantes donde han reducido a la mitad el tiempo para obtener el peso comercial.

El punto básico en que se apoya esta actividad es el hecho de los altos rendimientos que se obtienen, ya que la producción anual por m² de jaula es de 100 kg al año, o

dicho de otra forma, de 55 kg por m³ de agua dentro de la jaula flotante. lo que implica que en una hectárea de jaulas flotantes, pueda obtenerse una producción anual de 1.000 toneladas, que al utilizarse como alimento para el ser humano, se obtienen productos del más alto contenido de proteínas.

La República de Chile ha llegado a producir en jaulas flotantes más de 200,000 toneladas de salmón al año y hemos visto que en México el salmón ha bajado de precio, siendo a la fecha menor que el precio del huachinango.

China es el país que destaca a nivel mundial, ya que su producción de peces en jaulas flotantes rebasa la cifra de 10 millones de toneladas al año y baste comparar esta cifra con la producción total que tiene México de pescados y mariscos que llega a 1'500,000 toneladas al año.

Puede decirse que China ya aprendió a cultivar el mar, dado que tienen jaulas flotantes en lugares con fuertes oleajes, hasta de 4 m de altura. La enorme producción de peces de China, no incide en el mercado mundial, ya que todo es para consumo interno.

Cuáles son los avances que México ha tenido con relación al cultivo de especies de escama de mar?

La actividad más simple es disponer de jaulas flotantes y comprar de cierta especie peces pequeños, simplemente para engordarlos, actividad en la que no requiere de tecnología especializada y alimentándolos con alimentos balanceados, que los compran en el mercado existente.

Se tienen jaulas de engorda en la zona de Ensenada para engorda de atún; Bahía Magdalena, B.C., para engorda de jurel y en Cabo Corrientes, Jal., para engorda de atún.

Las jaulas flotantes que se utilizan fluctúan entre 10 y 30 m de diámetro.

Para desarrollar en plan masivo el cultivo de especies de escama de mar en jaulas flotantes, se requiere de la existencia de un Centro de Maricultura, donde en el laboratorio se efectúa el cruce y a partir de los huevecillos eclosionados, se les alimenta con zooplankton y fitoplankton, que se produce en el centro de maricultura y ello hasta que el alevín, o sea el pequeño pez, puede depositarse en una jaula flotante, donde se le nutre con alimentos balanceados.

Al contarse con el centro de maricultura, para cierta especie, cada hembra produce del orden de 10,000 crías al año, que es la razón básica por la que se plantea un enorme desarrollo en el futuro próximo, ya que una vaca sólo produce un becerro al año.

El Instituto Tecnológico de Monterrey en su *campus* Guaymas, ha experimentado con pargo el cultivo de especies de escama de mar en jaulas flotantes, confirmando los rendimientos de 100 kg al año por m² de jaula.

Otro caso se tiene en la Isla de Cozumel, donde la empresa Qualti, S. A. de C.V., del Ing. Francisco Caamaño Rico, tiene su centro de maricultura y jaulas flotantes para cultivar huachinango.

Salvo estos dos casos, no se tiene ningún desarrollo de ciclo completo.

Al llegar el centro de maricultura de Cozumel a su nivel de producción industrial, es lógico suponer que va a disponer de pez pequeño de huachinango en una gran cantidad y vendrá la actividad social de fomentar el cultivo de huachinango en diversos sitios de Quintana Roo, donde estas unidades se convierten en jaulas de engorda, que no requieren de tecnología especializada.

Si nos imaginamos al largo plazo qué puede ser en México el cultivo de especies de escama de mar, debemos suponer que se llevará a cabo en lagunas litorales conectadas permanentemente con el mar, para que posteriormente se haga el cultivo en mar abierto.

Con los 11.000 km de costa que tiene México, pueda pensarse que llegará a ser país líder en la producción pesquera utilizando jaulas flotantes, ya que como es sabido, la pesca en el mar ha llegado a su límite máximo de explotación sustentada.

Desde el punto de vista social este proyecto adquiere relevancia al poder mejorar la alimentación de los mexicanos, ya que con estas producciones masivas se abaten los costos, cual ha sucedido con el salmón de Chile.

DESARROLLOS TURÍSTICOS.

En este capítulo se analizan dos casos donde por sus condiciones físicas actuales y construyendo diversas obras de infraestructura podría lograrse la promoción de nuevos e importantes centros turísticos, uno de ellos se localiza en el Estado de Nayarit y otro en el Estado de Colima.

NAVEGACIÓN INTERIOR.

En México no existe cultura sobre la navegación interior, por no tenerse a la fecha ningún caso que se encuentre en operación.

En Europa puede uno preguntarse por qué el Puerto de Róterdam en Holanda, es el puerto marítimo más importante de toda Europa, siendo Holanda un país relativamente pequeño, comparado con Alemania o con Francia.

La razón es que Róterdam es la terminal de una importante red de navegación interior desde el Río Rhin hasta el Río Volga en Rusia, con una extensión del orden de 4,000 km de vías navegables.

A lo largo de esas vías navegables se ha desarrollado la industria pesada europea.

El sistema de navegación interior cuya terminal es el Puerto de Róterdam cruza por Holanda, Alemania, Austria, Hungría, Rumania, llegando a Ucrania y a Rusia.

En Francia existe un canal que parte del Puerto de El Havre en la zona Norte, cruza por París y llega a Marsella en el Mediterráneo.

La navegación interior es de gran importancia por su bajo costo de operación y es por ello que esa vía de navegación interior hace no más de 10 años se conectó con el sistema de navegación interior que llega al Puerto de Róterdam y ello lo lograron los franceses construyendo una serie de esclusas para librar desniveles.

Cuál es la razón por la cual la amplia red de navegación interior en Europa soporta grandes inversiones y ello es muy simple en contestar, se debe a que la navegación interior es el sistema más económico de transportación de mercancías y de pasajeros, inclusive de menor costo que la navegación marítima, por requerirse embarcaciones que no necesitan soportar oleajes y las naves son de menor inversión y Francia con muy grandes inversiones, conecta su canal que la cruza de Norte a Sur para ligarse con el principal sistema de navegación de Europa y ello se debe a la gran intensidad de comercio que tienen y al largo plazo les resulta económico hacer grandes inversiones en la construcción de canales artificiales y esclusas.

El Ing. Manuel Díaz Marta y Pinilla, ingeniero refugiado español, que vivió muchos años en Veracruz, a la muerte de Franco se regresó a España y llegó a ser Senador por Toledo y siendo un hombre estudioso y culto expresaba, que el retraso que tuvo España con respecto a otros países europeos, se debió a que por su orografía España nunca tuvo la oportunidad de participar en la navegación interior, salvo el pequeño tramo de 200 km por el cual se llega a Sevilla.

La navegación interior en Estados Unidos ha tenido un desarrollo impresionante, con la utilización de los Ríos Mississippi y Missouri, que sin tener que construir la vía desde su inicio, utilizaron la barata transportación de la navegación. Su sistema ha crecido con la construcción de canales; destacan el canal intracostero del Golfo, que desde el río Mississippi, utilizando las lagunas litorales, llega al Puerto de Brownsville Texas, que es frontera con México y hacia el Este continúa hacia la Península de Florida, que la cruza y continúa con el canal intracostero del Atlántico hasta las proximidades de New York.

El río Mississippi y Missouri continúan hacia el Norte hasta la Ciudad de Chicago y por los Grandes Lagos y canal de San Lorenzo conectan con Canadá.

La red actual de navegación interior de Estados Unidos rebasa los 40.000 km y el volumen de carga que maneja es del orden de lo que maneja el conjunto de puertos marítimos de la Unión Americana, utilizando empujadores y chalanes.

Del total de embarcaciones que navegan por el sistema de navegación interior de Estados Unidos, el 40% corresponde a yates, lo que en sí constituye un mercado potencial hasta el momento en que la navegación interior en el Noreste del país se ligue con la enorme red de navegación americana.

A la fecha el 70% de la industria y de la población se ubica en la zona Este de Estados Unidos, servida por la red de navegación interior.

No es aventurado aseverar que el gran desarrollo económico de la Unión Americana se debe a la red de navegación interior, al tener la oportunidad de transportar mercancías y personas a costos bajos.

Para México se tienen las siguientes opciones de navegación interior:

En primer término el Canal Intracostero de Tamaulipas, entre los Ríos Bravo y Pánuco. Cuando esta obra entrase en operación conectada con la red americana, tendría un gran movimiento de carga internacional constituido por el manejo de granos y en sentido contrario por el movimiento de materiales de construcción.

A nivel nacional serviría para transportar la producción de sorgo del Estado de Tamaulipas, que al llegar el canal al Río Pánuco, el canal existe entre el Río Pánuco y el Río Pantepec en Tuxpan, canal que simplemente habría que adaptarlo a tener 38.1 m de plantilla (125 pies) y 3.66 m de profundidad (12 pies), que son las dimensiones de la red de navegación americana.

En la zona de Tamaulipas el canal cruzaría por zonas prácticamente incomunicadas, dando acceso a las playas en puntos determinados entre el Río Bravo y el Puerto de Tuxpan, que con la gran cantidad de yates existentes en los canales americanos, se tendría garantizado el éxito de múltiples sitios a la orilla de la playa y al proporcionar adecuados servicios a los visitantes, se convertirían en prósperos negocios.

El Canal Intracostero de Tamaulipas serviría para explotar los recursos naturales de la zona como son los importantes mantos de ostión fósil existentes en Tamaulipas, en la laguna de San Andrés, próxima al Puerto de Altamira, en la margen derecha del Río Soto la Marina y dentro de la Laguna Madre y en Veracruz en Pueblo Viejo y en la laguna de Tamiahua; estos 5 ricos yacimientos de ostión sirven para fábricas de cal, cemento, así como para exportar la roca de ostión, que en el mercado americano la aprovechan para la construcción de bases de caminos y en fábricas de cemento.

Además de la roca de ostión, por el canal de acceso se daría entrada a importantes pedreras de material basáltico que tienen amplio mercado como materiales de construcción en la Unión Americana.

Lo más importante de esta vía de comunicación barata es que se daría opción a instalación de industrias, industrias agropecuarias, aparte del turismo a lo largo de todo el canal y al ver el ejemplo de los canales de navegación interior de la Unión Americana, tendremos ideas claras de lo que podría llegar a ser el canal intracostero de México, desde el río Bravo hasta el puerto de Tuxpan.

Otro caso que tenemos en México para aprovechar la navegación interior son los Ríos Usumacinta, Grijalva, González, los canales construidos por PEMEX en la zona

lagunaria costera de Tabasco y esa ya enorme red de navegación interior no opera por no tener conexión con el resto del mundo.

Si bien por Tabasco se llega hasta el mar, las profundidades en la barra de Frontera fluctúan entre 4 y 5 m, que no permiten el acceso de grandes buques que en forma económica puedan hacer la conexión con otros países utilizando la vía marítima.

El Puerto de Dos Bocas da la oportunidad de conectar un importante puerto marítimo con la gran red de navegación interior de Tabasco y cuando esto suceda, surgirán múltiples actividades económicas para venta de sus productos en mercados externos transportando las mercancías en chalanes que llegando al Puerto de Dos Bocas, para que a las embarcaciones de gran porte les resulte igual tomar la carga de un muelle que tomarla de un chalán.

En ese momento el Estado de Tabasco podrá dar un paso firme para participar en el actual mundo globalizado contando en principio con muy importantes recursos forestales, además de los ganaderos y frutícolas.

Otra opción de navegación interior en México se tiene en el Estado de Chiapas, de acuerdo con el proyecto concebido por el entonces Presidente Gral. Porfirio Díaz Mori, que otorgó la concesión para la construcción del canal intracostero de Chiapas desde el río Tehuantepec, Oax, hasta el Río Suchiate límite con Guatemala.

Dicho canal nunca se llevó a cabo: sólo se construyó el ferrocarril incluido en misma concesión. El documento de la concesión otorgada para el canal intracostero y el ferrocarril, puede consultarse en el libro El Desarrollo Costero de México, de la Academia de Desarrollo costero, de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (fundada el año de 1833).

El rico litoral chiapaneco que cuenta con 4 importantes sistemas lagunarios, sólo cuenta con acceso carretero en dos lugares; en Puerto Madero que está unido con Tapachula y en la zona Norte en Boca del Cielo, que lo une con Puerto Arista y Tonalá. En el resto del Estado no existe acceso a la rica zona costera.

La razón es simple de entender; después de la planicie costera se encuentran zonas pantanosas y luego las grandes lagunas litorales, todas ellas conectadas permanentemente con el mar y sin acceso a las áreas terrestres.

El ferrocarril, la carretera y posteriormente la carretera de 4 carriles se construyeron en la planicie costera, próximas a la Sierra Madre del Sur y las poblaciones como son Tapachula, Huixtla, Pijijiapan y otras se ubicaron en las zonas servidas por las vías terrestres y en las proximidades de los ríos.

A últimas fechas se ha exagerado el fenómeno de tener copiosas lluvias, que caen en la sierra a elevación de 1,500 m sobre el nivel del mar y los torrentes de agua bajan por los ríos en calidad de verdaderos proyectiles, arrastrando grandes volúmenes de material sólido que originan graves problemas a las zonas urbanas, al ser invadidas por el lodo acarreado y que sufren fuertes inundaciones. Si el canal intracostero de

Chiapas existiese, con pequeños canales derivadores se llegaría a la zona de tierra firme y esas zonas lagunarias al estar conectadas con el mar, nunca se inundan y su conexión sería con Puerto Madero al Sur y con Boca del Cielo al Norte. Las nuevas zonas urbanas quedarían exentas de inundaciones y de invasión de lodo.

Al tenerse acceso con la navegación interior a zonas actualmente incomunicadas se explotarían los recursos naturales del área en los capítulos de ganadería, de fruticultura, de maricultura y de turismo.

TURISMO ECOLÓGICO

Cada vez se populariza más el turismo ecológico, que puede definirse como visitar sitios en su estado natural, así como lugares arqueológicos.

En México tenemos muchas opciones donde desarrollar el turismo ecológico y puede decirse, sin temor a equivocación, que en todos los estados con litoral tenemos la opción de desarrollar el turismo ecológico que requiere de bajas inversiones, simplemente para dar comodidad y seguridad a los visitantes, así como de disponer de adecuados medios de transporte, sean éstos por vía terrestre o para navegar en los ríos y canales de Tabasco, así como en los futuros canales intracosteros.

CARRETERAS

Para diversos estados se plantea la necesidad de construir nuevas carreteras.

FERROCARRILES

En forma análoga, ligado a diversos proyectos, se requiere la construcción de nuevas conexiones ferroviarias.

ASTILLEROS

El capítulo de astilleros tiene una especial relevancia. Sus actividades se dividen en dos grandes capítulos, el de mantenimiento de embarcaciones y el de construcción de buques.

Los astilleros básicamente de construcción de buques tienen la feliz característica de que todos los materiales y equipos que requieren para fabricar un nuevo buque, tienen que comprarlos a otras industrias y en el astillero sólo se le da la forma de barco.

El mercado de construcción naval ha quedado restringido a últimas fechas, ya que los nuevos buques que se requieren son altamente sofisticados, con la aplicación de tecnología de punta de las cuales carecemos en nuestro país.

En lo referente a la flota pesquera, ésta sólo crece en la medida en que termina la vida útil de embarcaciones pesqueras, sin tenerse expansión de esa flota ya que los recursos de pesca en el mar están acotados, sin posibilidad de crecimiento.

Nos queda la construcción de yates, donde no se requieren tecnologías altamente desarrolladas y que en México pueden fabricarse a menor costo que en Estados Unidos y Canadá y es donde debe existir el desarrollo de la construcción naval, que a su vez daría origen a la instalación de industrias periféricas.

Queda para los astilleros la actividad de reparación de buques, que es una actividad continua y que también requiere el abasto de materiales y equipo de otras industrias, cuya creación se fomenta al incrementarse la reparación de naves.

REFINERÍAS DE PETRÓLEO

Como antes se expresó México importa más de 8 millones de toneladas de productos destilados derivados del petróleo, que se importan por el Puerto de Tuxpan.

México, que es importante en la producción de petróleo crudo, tiene la incongruencia de ser importador de gasolina, diesel y turbosina, cuando debiera ser exportador como lo fue en la época de la administración del Lic. José López Portillo, cuando estuvo al frente de PEMEX el Ing. Jorge Díaz Serrano.

Vendemos petróleo crudo y con alto valor agregado compramos la gasolina, el diesel y la turbosina. La meta inmediata es ampliar nuestras refinerías e instalar nuevas, para eliminar la importación de productos destilados derivados del petróleo, creando fuentes de trabajo y generando impuestos de las propias industrias.

Lo que hace falta es capital para ampliar y construir nuevas refinerías, ya que las inversiones son muy elevadas. Para refinar 100 000 barriles diarios, se requiere de una inversión del orden de 3 000 MDD. Sin embargo, estas inversiones son redituables.

PLANTAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Si bien a la fecha México produce la suficiente energía eléctrica que requiere, se prevé que a un corto plazo, es necesario contar con nuevas plantas generadoras de energía eléctrica, para que siempre vayamos un paso delante de la demanda de consumo que tenemos y que crece en forma rápida.

Las plantas generadoras de energía eléctrica, conviene construirlas a la orilla del mar, por la facilidad que ahí se tiene para su sistema de enfriamiento del agua de mar y para las plantas carboníferas, para recibir el carbón por vía marítima. Las plantas por construirse serían hidroeléctricas, que si bien requieren de fuertes inversiones, aprovechan la energía de la fuerza de la gravedad, plantas termoeléctricas, que consumen combustóleo, que es contaminante, y de preferencia plantas carboníferas y plantas núcleo eléctricas. Por poner un ejemplo, construir una unidad de una planta carbonífera en el Puerto de Lázaro Cárdenas, Mich, análoga a la existente, requiere de una inversión del orden de 1 000 MDD y esta nueva unidad se construirá al corto plazo.

La restricción para desarrollar nuestras refinerías y nuestras plantas generadoras de energía eléctrica, es la falta de capital y sólo podremos avanzar si contamos con el

externo, lo que a la fecha se discute en el Poder Legislativo, para acordar con el Poder Ejecutivo, la política a seguir.

Existen tendencias encontradas expresando algunas de ellas, que se permita la libre participación de capital extranjero, para que haya competencia, requiriéndose para ello hacer cambios en la Constitución.

La otra tendencia extrema, es en el sentido de que sean PEMEX y la Comisión Federal de Electricidad, las que directamente realicen las inversiones, adecuando su situación fiscal, para que puedan disponer de medios económicos.

Para esta segunda postura la situación real es que no existen recursos económicos en el País, para construir nuevas refinerías y nuevas plantas de generación de energía eléctrica.

Debemos encontrar la fórmula para captar inversión extranjera y avanzar al ritmo que el País requiere y por otro lado, no perder la soberanía del Estado Mexicano, en la explotación petrolera y en la generación de energía eléctrica.

INDUSTRIA PETROQUÍMICA

Cual sucede con el Puerto de Altamira, Tamps, en su área portuaria se han instalado una serie de industrias petroquímicas, por contarse con un puerto profundo con 14 m de profundidad; por existir una amplia zona para desarrollo de industrias y por tener a la mano la materia prima constituida por el gas y petróleo crudo.

El fenómeno que se presenta con la industria petroquímica es análogo al de las refinerías, que a los países donde se ha desarrollado la industria petroquímica, básicamente Estados Unidos, le exportamos petróleo crudo y regresa con valor agregado, convertido en gasolina, diesel y turbosina; y con la industria petroquímica nos sucede lo mismo, enviamos la materia prima y compramos los productos, llevándose el valor agregado otro país.

Los sitios en México que tiene las características para desarrollar la industria petroquímica son:

El Puerto de Dos Bocas, Tab, que cuando se termine el puerto petrolero, se contará con la infraestructura portuaria suficiente para recibir embarcaciones de gran porte y cuenta con terrenos en sus alrededores para instalar industrias petroquímicas, teniéndose en la zona la materia prima para su desarrollo.

Igual sucede con el nuevo puerto petrolero de Tuxpan, Ver., que con la explotación de los yacimientos de Chicontepec, tendremos en abundancia petróleo crudo y gas complementando éste, con la instalación de nuevas plataformas en la zona marítimo desde Tuxpan hacia el Sur.

Otros dos casos son los correspondientes a los puertos del Istmo de Tehuantepec, o sean el Puerto Industrias de Salina Cruz, Oax, y el Puerto industrial de El Ostión en la zona de Coatzacoalcos, Ver. mismos que fueron iniciados mas no concluidos.

Como se observa, la única opción con la que a la fecha cuenta el país para continuar con la industria petroquímica es la zona industrial del Puerto de Altamira, Tamps. ya que los cuatro restantes se encuentran en promoción, siendo los primeros por construirse, el Puerto de Dos Bocas, Tab y el de Tuxpan, Ver., quedando para mayor plazo el del Ostión y Salina Cruz.

OTROS PROYECTOS

Dentro de este capítulo se incluyen actividades industriales de otra índole, como son la planta siderúrgica de Salina Cruz, para aprovechar los yacimientos ferríferos del Estado de Oaxaca; la industria de procesamiento de astillas y elaboración de papel en la zona de Frontera, Tab; y la explotación de grandes yacimientos de concha de ostión fósil que se encuentran en el interior de las lagunas litorales de los Estados de Tamaulipas y Veracruz, habiéndose ya iniciado la explotación de este tipo de yacimientos en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver, donde además de exportar la materia prima se construirá una fábrica de cal y una fábrica de cemento.

La instalación de este tipo de industrias podría realizarse en un futuro en la Laguna Madre, en el área de La Pesca y en la Laguna de San Andrés en Tamapuliasp y otra unidad más en la Laguna de Tamiahua , Ver.

CONCLUSIONES

El principio básico de este trabajo es generar empleos con nuevas actividades ajenas a las existentes, a efecto de lograr una mejor distribución demográfica en el País.

El monto de las inversiones requeridas para llevar a cabo la totalidad de los proyectos que se presentan es de 127 725.27 mdd; se generarían en las zonas costeras nuevos empleos a 1'299,017 trabajadores directos que al considerar familias de 5 personas, dependerían de esas actividades 6'495,085 habitantes.

Esta nueva población incrementaría el número de habitantes en las ciudades ya existentes, o se crearían nuevas ciudades, de tal manera que los trabajos que se generarán crean a su vez nuevos trabajos en toda clase de servicios como son los gubernamentales, los educativos, los de transporte, los bancarios, etc; a estos trabajos, que les llamamos indirectos, son del orden de 5 veces los trabajos directos, o sea, que en las zonas costeras habría 6'495,085 nuevos trabajos indirectos, lo que representan a 32'475,425 habitantes, que sumados a los 6'495,085 de los trabajos directos totalizarían 38'970,510 .

A la fecha los Municipios costeros de todo el País tienen una población de 20 millones de habitantes, por lo que sería muy significativo elevar la población con nuevos trabajos generados en las zonas costeras.

Habría que considerar que todos los proyectos enumerados pudiesen llevarse a cabo durante los próximos 20 años, lo que en promedio daría una inversión anual de 6'386 mdd y la población se incrementaría en promedio también anual en 1'948.526 habitantes.

No hay que olvidar que las actuales actividades económicas que existen en los Municipios litorales, continuarán creciendo y a su vez generarán nuevos empleos.

La población de los Municipios litorales crece anualmente a la fecha en 400.000 habitantes y para 20 años después, crecerá en 600.000 habitantes por año y no es aventurado pensar que el incremento de las actividades económicas actuales proporcionen trabajo a las personas que se vayan integrando por el crecimiento demográfico natural de esas zonas del 2% anual; por lo que la cifra antes mencionada de 38'970,510, correspondería en lo general a gentes de otras partes del País, que emigrarían a las zonas costeras.

A 20 años plazo, la población de los Municipios costeros con su solo crecimiento natural llegará a ser de 30 millones de habitantes, por lo que nuevos habitantes que dependerán del conjunto de proyectos planteados, representarán para 20 años después el 126% de incremento de la población en zonas costeras.

Como se expresa en la publicación, los capítulos que se analizan son:

- 1.- Puertos Petroleros e Industriales
- 2.- Puertos Comerciales y Pesqueros
- 3.- Aprovechamiento de Biomasa Agrícolas Tropicales

- 4.- Puertos para atención de Cruceros
- 5.- Marinas
- 6.- Maricultura
- 7.- Desarrollos Turísticos
- 8.- Navegación Interior
- 9.- Turismo Ecológico
- 10.- Carreteras
- 11.- Ferrocarriles
- 12.- Astilleros
- 13.- Refinerías de Petróleo
- 14.- Plantas generadoras de Energía Eléctrica
- 15.- Industria Petroquímica
- 16.- Otros Proyectos

Al hablar de generación de nuevos empleos, destaca la actividad del Aprovechamiento de Biomazas Agrícolas Tropicales, con la construcción de fábricas de alcohol etílico, que como antes se expresó, tiene gran demanda nacional e internacional y las personas que en ellas trabajan, se ubicarán en zonas rurales, que con sus familias podrían llegar a la cifra de 5'280,000; que dependerían de los trabajos directos generados.

Cabe aclarar que el producto alcohol etílico tiene la característica de ser renovable y no contaminante.

Para este tipo de proyectos se requieren solamente de 20,000 dólares por nueva fuente de trabajo creada.

Estas actividades tienen la importancia para que se forme un plan de gobierno, ya que tendrían incidencia en todos los estados litorales al Sur del Trópico de Cáncer.

Como generador de empleos le sigue la industria petroquímica, que podría llegar a generar 100,000 nuevos empleos.

La ubicación de la industria petroquímica, por recibir insumos del exterior, así como para exportar productos, les es conveniente ubicarse en los puertos industriales.

A la fecha sólo se tiene la opción del Puerto de Altamira y como proyectos de alta prioridad surgen el Puerto petrolero de Dos Bocas, Tab y el Puerto petrolero de Tuxpan, Ver; donde al tener la materia de gas y petróleo crudo, podrán desarrollarse al corto plazo la industria petroquímica, que tiene la característica de proporcionar empleos masivos.

Destaca por su importancia la ampliación de refinerías de petróleo y la construcción de nuevas unidades, para que al relativo corto plazo dejemos de importar productos destilados derivados del petróleo y es por ello que destacan las inversiones a realizar en la ampliación de refinerías existentes y la construcción de nuevas refinerías en los nuevos puertos petroleros de Dos Bocas y de Tuxpan.

Por otro lado y con un importante fondo social, se tiene la construcción del canal intracostero de Chiapas, con el objetivo de comunicar a 4 importantes sistemas lagunarios, que en forma natural se comunican con el mar, a la fecha totalmente incomunicados, siendo la zona que más oportunidades de trabajo plantea en el Estado de Chiapas.

El canal intracostero sería la continuación del ya iniciado a partir de Puerto Madero, que en su límite Noroeste llegaría a Boca del Cielo; se generaría de inmediato la pesca lagunaria que existe en forma natural y permitiría el fomento de la maricultura con el cultivo de especies de escama de mar en jaulas flotantes y con la construcción de granjas camaroneras, que en esa zona del País tienen el doble del rendimiento que las que existen en el Estado de Sinaloa, donde a la fecha se explotan más de 25.000 hectáreas.

Por lo extenso de nuestros litorales, la maricultura puede crecer en todos los estados costeros y en el conjunto de proyectos analizados, podrían generarse 44.100 empleos directos.

Otra actividad muy repartida en nuestro litoral es la construcción de marinas para la atención de yates, donde prácticamente todos los estados tienen oportunidades para desarrollar esta actividad.

El turismo ecológico, que puede generar importantes fuentes de trabajo, es necesario desarrollarlo, ya que con sólo una inversión de 5,000 dólares, puede generarse una nueva fuente de trabajo.

Del conjunto de proyectos planteados para desarrollar el turismo ecológico, puede llevarse a cabo al corto plazo en los Estados de Tabasco y Campeche, desarrollando esta actividad aprovechando los ríos de la zona y los aeropuertos internacionales de Villahermosa y Ciudad del Carmen.

Si se construyese el canal intracostero de Chiapas, sería el sitio ideal para desarrollar el turismo ecológico en sus 250 km de longitud, el que está hecho por la naturaleza en un alto porcentaje y sólo bastaría una inversión de 20 mdd para la interconexión entre los diversos sistemas lagunarios.

Por último y de gran importancia, es la necesidad de construir nuevas plantas generadoras de energía eléctrica, que por la facilidad para su sistema de enfriamiento, les es conveniente ubicarse en zonas inmediatas al mar y como es sabido, esta actividad debe crecer sistemáticamente. Las importantes fuentes de trabajo que generan es durante su etapa de construcción.

Para todo nuevo proyecto que se emprenda deba considerar que la afectación que origine al medio ambiente siempre vaya acompañada con las medidas de mitigación que determine la SEMARNAT.

Se espera que lo expresado en esta publicación pueda ser útil para fomentar inversiones del sector privado, así como contar con la participación del sector gubernamental en sus tres niveles, para que los proyectos aquí descritos puedan llegar a ser una realidad en beneficio del logro de una mejor distribución demográfica y el sano desarrollo del País.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CA 092 INGENIERIA MARÍTIMA Y PORTUARIA

DEL 17 AL 22 DE NOVIEMBRE

Tema

ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS EN TERMINALES DE CONTENEDORES

**EXPOSITOR: ING. ANTONIO MORENO GÓMEZ
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE DEL 2003**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

CURSO DE INGENIERIA MARÍTIMA Y PORTUARIA

**TEMA: ADMINISTRACIÓN Y
SERVICIOS EN TERMINALES DE
CONTENEDORES**

Noviembre, 2003

Introducción

Dentro de la actividad del transporte y las comunicaciones, los puertos constituyen un punto estratégico para el desarrollo de los países ya que la mayor parte del volumen del comercio exterior se da a través del transporte marítimo.

El contenedor, cuya aparición revolucionó las logísticas del transporte, ha impactado los conceptos de eficiencia y productividad de los puertos, en donde se pueden manejar 20 veces más volumen en una posición de atraque especializada de contenedores que en una de carga general convencional.

Si consideramos a la Ingeniería como la aplicación de la tecnología o el arte de transformar las condiciones de la naturaleza para el beneficio de la humanidad, entenderemos el hecho de que ésta, este presente en prácticamente cualquier actividad. En este orden de ideas, la ingeniería civil, naval, eléctrica, mecánica y prácticamente en todas sus disciplinas, tiene presencia en la vida diaria de las operaciones portuarias.

Es por ello que en el presente trabajo se pretende aportar el conocimiento de algunas tecnologías e indicadores de aprovechamiento de la operación portuaria más modernos, que contribuyan a mejorar los procesos de planeación y toma de decisiones mediante la evaluación de la productividad, permitiendo la efficientización de los recursos de la empresa.

1. Antecedentes

La definición de estándares de producción y su evaluación periódica es una práctica imprescindible para la adecuada operación de cualquier empresa. Este hecho aplicado a la empresa portuaria y en particular a las terminales, se traduce en monitorear los conceptos de:

- Productividad
- Capacidad y
- Eficiencia en el aprovechamiento de los recursos (físicos, humanos y económicos)

Lo anterior permitirá el sano crecimiento de la empresa y las bases para el establecimiento de un plan de desarrollo que considera, las etapas en las cuales se requeriran los diversos recursos, que presuponen una demanda de servicios, producto de los volúmenes de carga esperados.

Estas expectativas de carga, en muchos casos, se escapan del control del administrador y operador del puerto o terminal, que obedecen entre otros aspectos, a la estabilidad económica del país y al equilibrio entre oferta y demanda, por citar algunos.

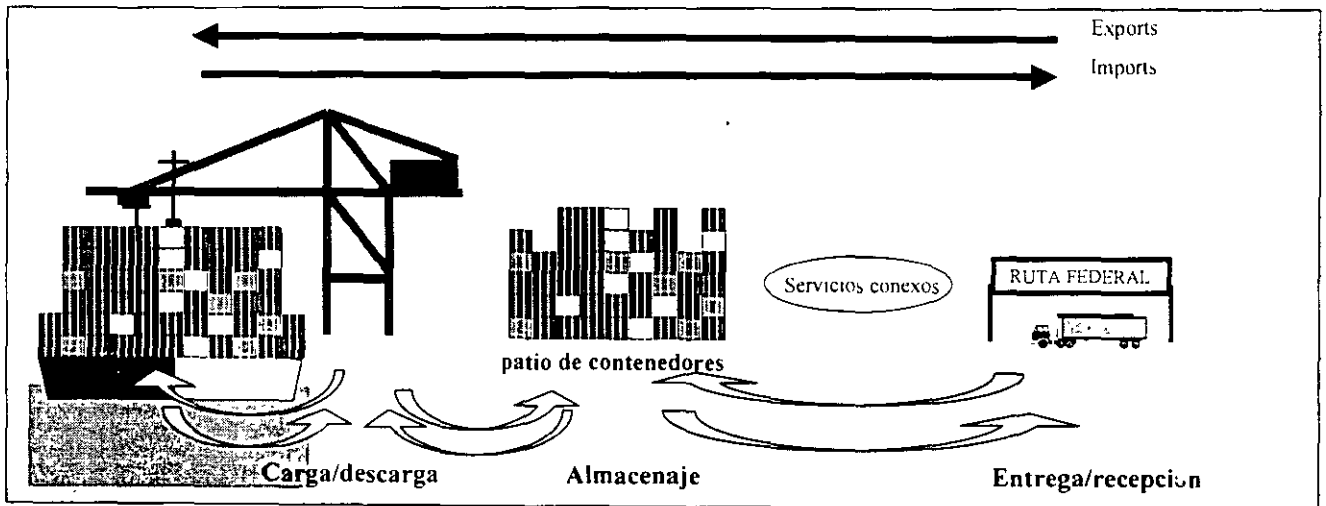
Por otra parte, los supuestos de rendimiento operativo tanto de la infraestructura como del equipamiento y logísticos, si bien son mayormente dependientes del operador, se ven afectados por factores externos que arrojan ineficiencias; que pueden ser motivados por la legislación de cada país en materia aduanera, control antidrogas, las mismas reglas de

operación del puerto, la aleatoriedad del arribo de embarcaciones, la variedad de los barcos de las diferentes líneas, etc.

En este orden de ideas, para hacer un óptimo aprovechamiento de los recursos es necesario que las inversiones sean plasmadas en un plan de desarrollo flexible en el que los eventos se realicen de acuerdo a como se presentan los volúmenes de carga, manteniendo un estricto control de la productividad y eficiencia de los diversos elementos que intervienen en la operación y en la logística del flujo de carga, desde que entra a la terminal hasta su salida, manteniendo un equilibrio en las diferentes fases.

Las actividades y elementos que constituyen las operaciones de la terminal pueden agruparse en tres fases: Carga-descarga en muelle, almacenaje en patio y entrega-recepción en patio (accesos terrestres).

Chart no. 2.1



La productividad, eficiencia y capacidad de los elementos que intervienen en las fases, se analizarán en cada capítulo, presentándose ejemplos prácticos que integran los diversos conceptos.

2. Medidas de Productividad

Vale la pena resaltar el hecho de que la productividad es la base de la calidad y efectividad del servicio de la terminal y un factor fundamental en la evaluación de la capacidad.

2.1 Definiciones

Si bien los términos empleados son del uso común en las operaciones, es conveniente establecer los diferentes enfoques que puede adoptar el concepto de "productividad" dependiendo del cliente, por lo que en este apartado especificaremos las características de los distintos elementos que intervienen en su determinación.

- Productividad. Número de unidades manejadas en la unidad de tiempo.
- Eficiencia. Número de unidades manejadas por unidad de recursos.
- Unidades de producción:
 - ✓ Contenedores brutos. Cualquier contenedor de cualquier tamaño movido entre el barco y muelle, incluyendo las reestibas, reacomodos, contenedores llenos y vacíos, transbordos, izajes múltiples; excluyendo el movimiento de tapas.
 - ✓ Contenedores netos. Cualquier tipo de contenedor movido entre el barco y el patio, incluye los contenedores llenos, vacíos y transbordos; excluyendo los reacomodos y reestibas.
 - ✓ TEU's netos. Contenedores netos corregidos por su longitud con un factor de:

Cont. Neto	20'	40'	45'	48'	53'
Factor	1	2	2.25	2.40	2.56

- ✓ Ciclos de izaje. Cualquier ciclo ejecutado por la grúa que representa maniobras de carga o descarga, incluyendo los contenedores en izaje múltiple, tapas y reacomodos; solo excluye los ciclos operativos por reparación.
- Unidades de tiempo:
 - ✓ Estadía total del barco (Horas-barco). Tiempo expresado en horas desde el arribo del barco al puerto, hasta su salida. No incluye tiempo empleado en reparaciones del barco o rutinas no establecidas de servicio.
 - ✓ Estadía en muelle (Horas en operación). Suma de tiempos desde que el barco atraca hasta que deja el muelle. Considera los tiempos muertos imputables a la terminal, más no los derivados de la embarcación.
 - ✓ Horas inoperantes. Diferencia entre la estadía total del barco y la estadía en muelle, incluyendo la espera de posición de atraque, tiempo en muelle para inicio de operaciones o espera de servicios.
 - ✓ Horas-grúa. Suma de las horas trabajadas de las diversas grúas que intervienen en la operación.

2.2 Indicadores

De la combinación de las diferentes unidades de producción con las de tiempo se pueden obtener diversos indicadores que permiten evaluar la eficiencia del servicio, bajo diferentes ópticas de interés de acuerdo al cliente.

El cliente puede identificarse en las diversas fases del proceso, clasificados tanto los externos como los internos; así como en el caso de las operaciones en muelle, los clientes son el armador (propietario del buque) y el maniobrista estibador, pudiéndose desagregar

la operación de las grúas; mientras que en el patio los clientes son los transportistas (camión o FFCC) y el administrador del patio; aunque debemos tener presente que el cliente final es el importador y exportador.

2.2.1 Productividad en las operaciones de carga-descarga en muelle

La productividad en la carga y descarga del buque depende de las características del equipo, número de unidades, habilidad de los operadores, planeación oportuna del proceso de carga-descarga sistematizado y las propias características del barco. Dicha productividad se puede medir de la siguiente manera:

- Contenedores/hora/gancho (CHG).- Número de ciclos de grúa manejados en el período de operación, considerando el total de horas de todas las grúas empleadas.
- Contenedores/hóra/muelle (CHM).- Número de contenedores brutos manejados en el tiempo de estadía en muelle.
- Contenedores/hora/puerto (CHP).- Número de contenedores netos operados en el tiempo de estadía total en el puerto.

El indicador CHP es el que finalmente le indica al dueño del buque, la eficiencia del servicio con que fue atendido durante su estadía en el puerto. Por su parte el indicador CHM destaca la eficiencia del maniobrista que presta un servicio integral, y en el caso del indicador CHG nos permite evaluar la eficiencia en la operación del equipo.

Si bien los elementos anteriores permiten calcular la duración del servicio al buque y programar las operaciones en corto y largo plazo, también podríamos evaluar otros aspectos como la efectividad de estiba con la relación

$$\frac{\text{CONTENEDORES NETOS}}{\text{CONTENEDORES BRUTOS}} \longrightarrow 100 = \text{PERFECTA}$$

o bien, la efectividad de la terminal basada en

$$\frac{\text{NUMERO DE UNIDADES DE APOYO EN TIERRA}}{\text{GRUA DE MUELLE}}$$

la cual puede medir las grúas de patio o tractocamión y plataformas por grúa de muelle, lo cual depende del sistema de estiba en patio, que según Drewry debiera ser:

Grúas de Muelle (QC)	Trailers (on wheels)	Cargadores Frontales (CF)	Stradel Carriers (SC)	Grúas de Marco (RTG's)
Por cada QC	4 – 5	3 5 tractores	5.5	3 – 3.5 4 –5 tractores

2.2.2 Productividad de almacenaje

Si bien este concepto podría no considerarse como evaluable de acuerdo a lo definido como productividad, podríamos vincularlo con la permanencia del contenedor en patio, desde su arribo a la terminal por vía marítima o terrestre hasta su salida.

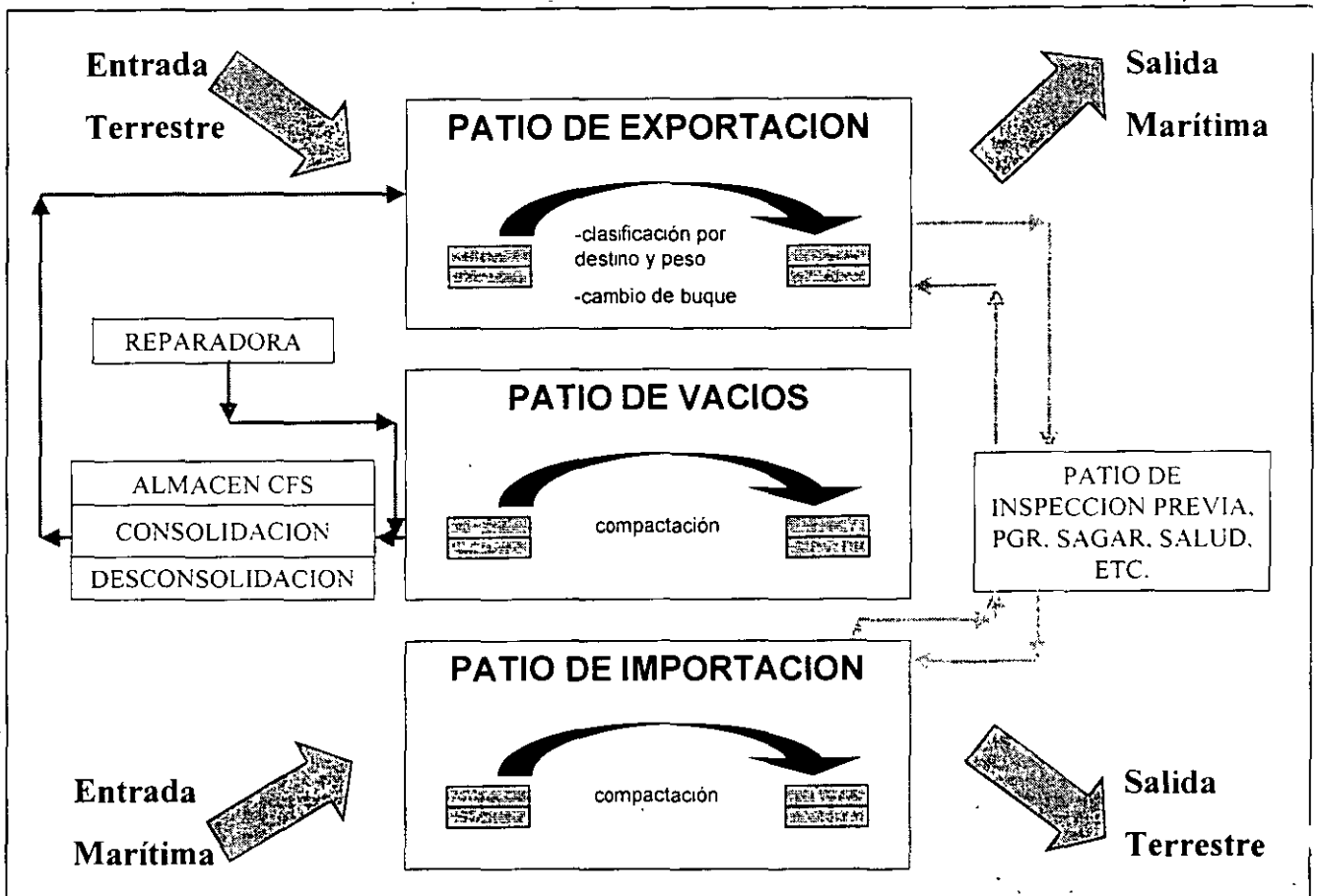
Así también deberíamos esperar que conceptos económicos modernos como el “Just-in-time” obligaran que los contenedores se retirasen los más pronto posible de la terminal, sin

embargo en muchas ocasiones éstos permanecen varios días dentro de las instalaciones portuarias por diversas prácticas que pueden ser motivadas por la legislación interna de cada país.

Particularmente en el caso de México, los contenedores son sometidos a diferentes inspecciones que rompen con el principio de la eficiencia de manejar la carga contenerizada desde su origen a su destino; provocando deterioros a la mercancía, exposición a la merma, ineficiencia y consecuentemente sobrecostos que pueden triplicar el costo de una operación normal.

La reducción de la estadía del contenedor puede incentivarse con cobros altos de almacenaje o la reducción de los días libres de cargo aunque esto podría ser contraproducente en un ámbito de fuerte competencia, por lo que, el ofertar servicios eficientes que faciliten y agilicen los requerimientos de servicios pueden ser la mejor opción.

Conviene destacar que durante la estancia del contenedor en la terminal, éste es sujeto a reposicionamiento en los diferentes patios por la misma demanda de servicios o reacomodos que permitan la optimización del espacio y la logística operativa. En este sentido el contenedor **no** permanece estático, debiéndose llevar un estricto control de su posición mediante un sistema computarizado de preferencia en tiempo real (terminales LXE). De tal suerte que los contenedores pueden seguir cualquiera de los siguientes flujos:



Cuadro no. 2.1

En el caso del almacenaje, la estadía del contenedor se da en días por TEU, lo cual puede ser diferente para los contenedores llenos de importación o exportación y los contenedores vacíos, ya que en algunos contratos a las líneas navieras se les brinda un área para almacenaje de equipo vacío libre de cargos por almacenaje o "Free Pool".

2.2.3 Productividad en la entrega-recepción en patio

La productividad de entrega-recepción en patio o desalojo se refiere al número de unidades que pueden ser intercambiadas del patio al vehículo de arrastre terrestre o viceversa, en la unidad de tiempo, tanto en lo que se refiere a los camiones como al ferrocarril. También se

puede expresar como el tiempo promedio que tarda el vehículo en ser atendido desde su ingreso hasta su salida.

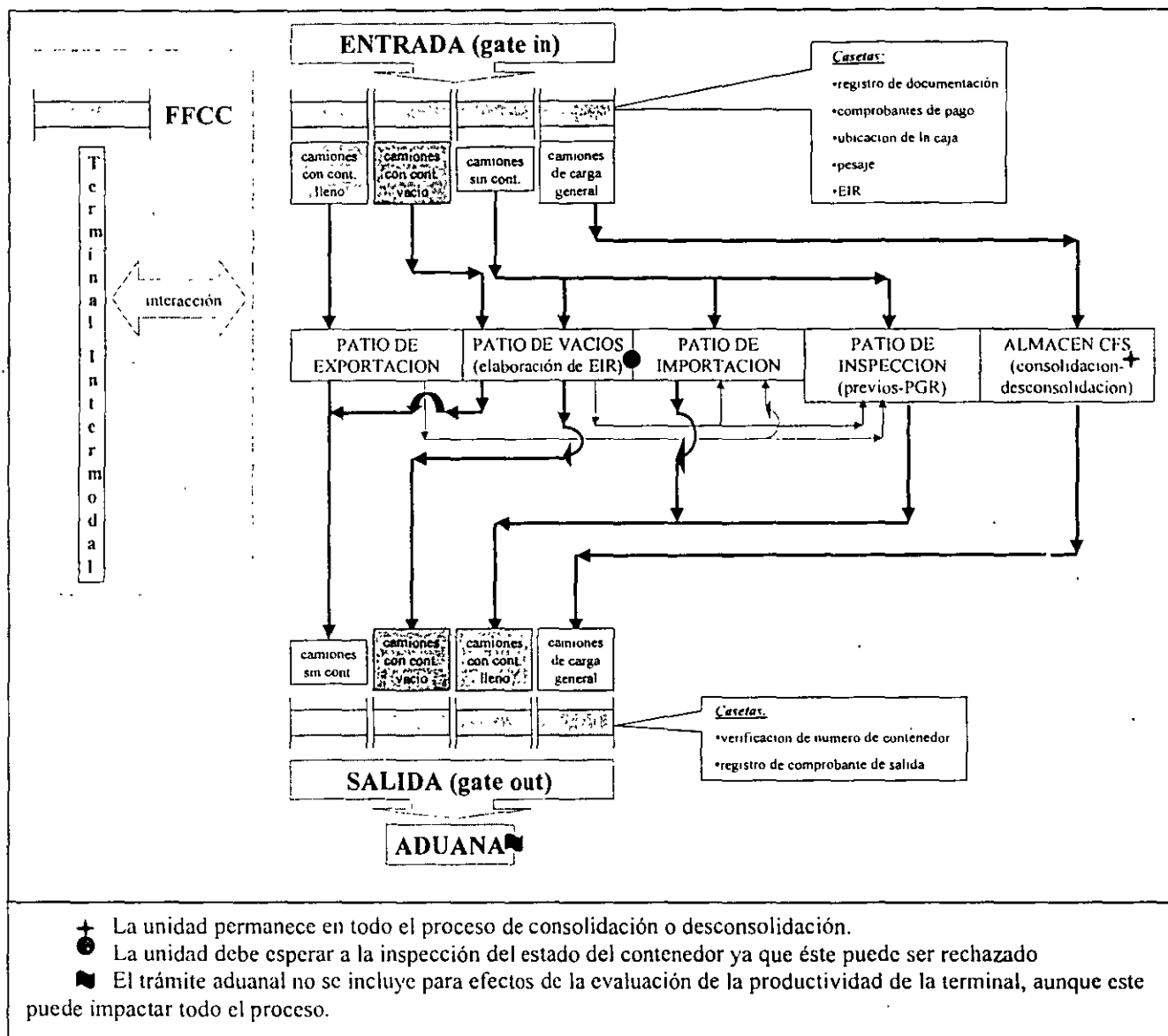
La unidad de producción son todos los contenedores netos ingresados o retirados de la terminal por vía terrestre; mientras que la unidad de tiempo se considera desde que el vehículo de transporte terrestre tiene el primer contacto en la entrada (gate-in) hasta su salida (gate-out), o sea, la suma de tiempos de proceso en las puertas, en el patio y los inherentes al traslado interno.

En este concepto es fundamental el número de estaciones de servicio de que dispone la terminal, tanto en número de casetas a la entrada y salida que permitan hacer ágiles trámites documentales simultáneamente y el número de equipos (grúas) que se disponen para la entrega-recepción de contenedores.

Lo anterior debe soportarse con una logística y procedimiento adecuado que evite el caos, esto es independientemente de contar con vialidades y espacios de estacionamiento adhoc. La creación de picos de demanda pueden distorcionar los esquemas óptimos de espacio y equipamiento, por lo que la programación de servicios puede ser una buen solución.

Cuadro no. 2.2

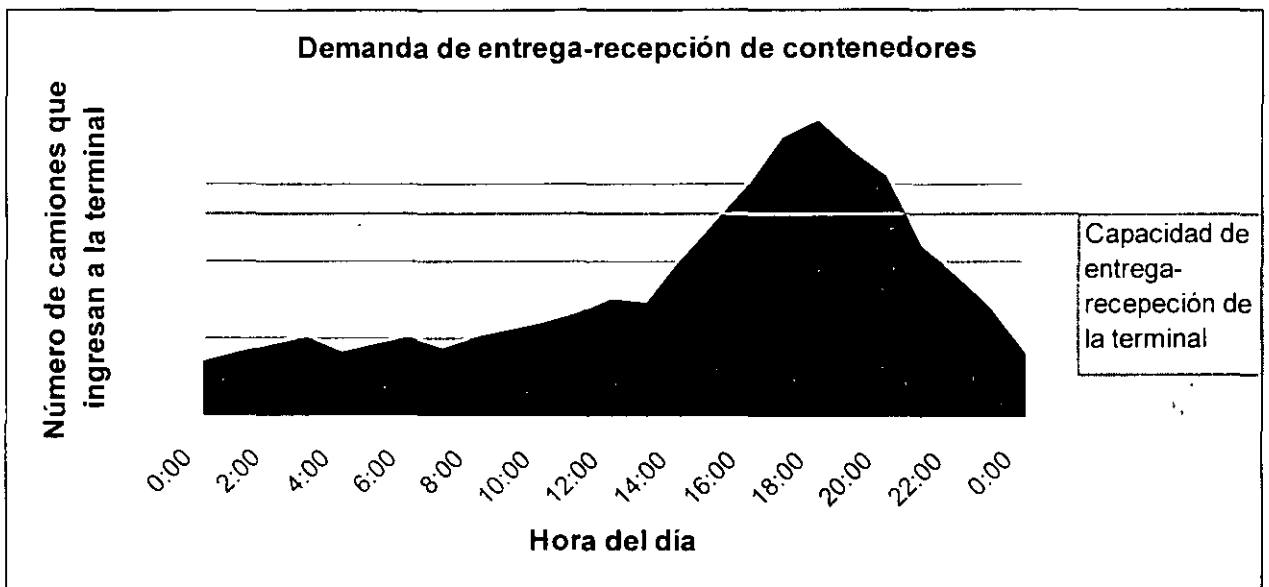
FLUJO DE LA ENTREGA-RECEPCION DE CONTENEDORES



Es importante identificar aquellas operaciones en las que los vehículos realizan operaciones múltiples que entran y salen cargados, así como los dolies que cargan varios contenedores; pudiendo un mismo vehículo hacer hasta 8 operaciones en su estancia en la terminal.

El proceso de entrega-recepción se puede presentar crítico en algunos periodos cuando hay operaciones de buque o por demandas simultáneas en exceso sobre todo en los contenedores llenos de importación ya que en México existen ciertas prácticas que orillan a los clientes a que cuando deciden retirar la caja, el mismo día tramitan los documentos y pagos correspondientes mientras que la aduana no opera las 24 horas del día, lo cual genera picos de demanda durante la tarde que congestionan las operaciones.

Cuadro no. 2.3



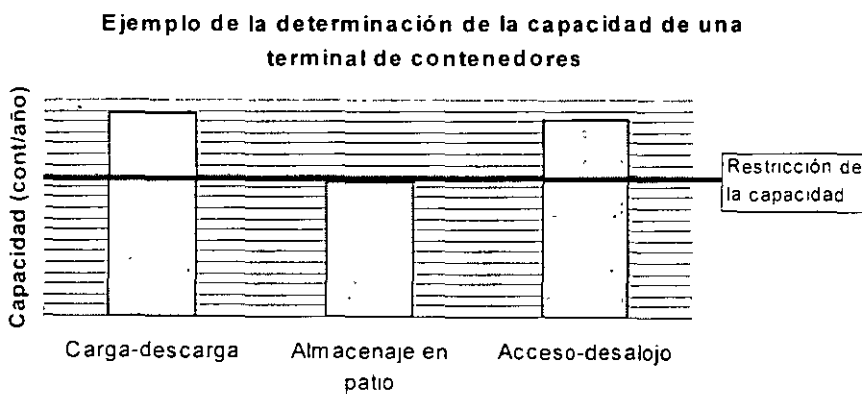
Con el objeto de ilustrar el cálculo de la productividad, en el Anexo A se presentan ejemplos que incluyen las diversas variantes que se pueden dar tanto en el caso del muelle (carga-descarga) como en el patio (entrega-recepción).

3 Determinación de la Capacidad

Una vez definida la productividad se puede proceder a una siguiente etapa que conciste en la evaluación de la capacidad de la terminal; en este orden de ideas, se debe tener presente que el incremento de recursos puede incrementar la productividad hasta cierto límite, no solamente por la imposibilidad física sino por el hecho económico de no agregar valor a la producción.

Tradicionalmente la capacidad se ha evaluado a partir de la productividad alcanzada en proceso de carga-descarga, sin embargo, los otros son factores que pueden impactar decididamente en este concepto. Para ello visualizamos el siguiente esquema.

Cuadro no. 3.1



En el esquema anterior se suponen diferentes capacidades en cada una de las fases, producto de las prácticas operativas que se dieron en una etapa de su vida útil, quedando limitada la capacidad de la terminal por la menor de las capacidades de las fases, teniendo desperdicios en las otras, por lo que el equilibrio permitirá optimizar el recurso, siendo las

experiencias acumuladas, elementos que permitan ajustar las expectativas y calibrar el plan de desarrollo.

3.1 Factores y recursos que determinan la capacidad de una terminal de contenedores

Los factores que intervienen en la capacidad son físicos (infraestructura y equipamiento) como operativos y en ocasiones externos al control de la terminal. En el cuadro 3.2 se muestran los principales determinantes de la capacidad de una terminal de contenedores.

Cuadro 3.2

Determinantes de la Capacidad	
Área Operativa	Factor o Recurso
Carga/Descarga	Longitud de muelle Número de posiciones de atraque Tipo de barco Número de gruas
Almacenamiento en Patio	Equipo de patio Area dentro de la terminal Sistemas de almacenamiento Estadia de los contenedores Sistmas viales Alcances contractuales con clientes Servicios especiales que ocupan espacio en la terminal
Gate in/Gate out (desalojo)	Numero de accesos Equipo en patio Equipo en area intermodal Longitud de espuelas de FFCC Procedimientos aduaneros Revision de autoridades (PGR) o Agentes Aduanales

Dentro de estos conceptos se debe tener presente aquel principio que dice que, "la mayor resistencia de la cadena es igual a la menor resistencia de uno de sus eslabones" por lo que la capacidad estará definida por la menor de las capacidades de sus recursos, áreas operativas o de las fases del proceso.

3.2 Evaluación Simple de la Capacidad

3.2.1 Capacidad de Carga/Descarga (Muelle)

La Capacidad de operaciones de muelle de una terminal de contenedores se puede calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$CM = N \times P \times T$$

donde:

CM = Capacidad bruta de Carga/Descarga de barcos (cajas/año).

P = Productividad promedio de la terminal por buque típico (cajas/hora).

N = Número de posiciones de atraque.

T = Tiempo útil de operación anual (horas/año). Considera el número de horas y turnos que se estilan de trabajo

3.2.2 Capacidad en Patio

La capacidad dinámica de una terminal de contenedores se calcula en base a la capacidad estática de la misma y la estadía de cada contenedor dentro de las instalaciones. Con respecto a la capacidad estática conviene destacar que ésta depende del sistema de almacenamiento que se adopte, lo cual va muy vinculado a la disponibilidad de espacio y la facilidad de mano de obra y el sistema de equipamiento.

El sistema de equipamiento de una terminal se puede implementar con grúas de marco (RTG's), straddle carriers, plataformas (on wheels) y/o cargadores frontales.

Normalmente la determinación del equipamiento principal depende de un aspecto económico, sin embargo es muy frecuente la combinación de equipos para diferentes tráficos en el área de vacíos, reefers, ferrocarril, mercancía peligrosa, etc.

En el cuadro 3.3 se comparan cualitativamente estos sistemas.

Cuadro no. 3.3

Característica	Sistema			
	On Wheels	Cargador Frontal	Stradel Carrier	RTG
Rendimiento por superficie	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto
Requerimientos de pavimentación	Muy bajos	Medios/Altos	Medios	Altos
Costo del equipo	Alto	Medio	Medio	Alto
Costo del mantenimiento	Bajo	Medio	Alto	Bajo
Posibilidad de Automatización	Muy baja	Media	Media	Alta/Muy alta
Costos de personal	Medio	Medio	Bajo	Medio/Alto
Capacitación necesaria	Baja	Media	Alta	Media/Alta

Pudiendo alcanzar una capacidad estática unitaria según UNCTAD (TEU's/Ha) igual a:

Cuadro no. 3.4

	On Wheels	Cargador Frontal	Stradel Carrier	RTG
Capacidad estática (TEU's/Ha)	185	275	385	750

Definido lo anterior, en una forma simplista se puede calcular la capacidad dinámica como:

$$CPS = CE \times R$$

$$R = 365/T_e$$

donde:

CPS = Capacidad Dinámica Simple de almacenaje en Patio (TEU's/año).

CE = Capacidad Estática de almacenaje en Patio (TEU's/patio de contenedores).

R = Número de rotaciones de los contenedores dentro de la terminal durante 1 año.

T_e = número de días promedio de estadía en la terminal por contenedor.

3.2.3 Capacidad de Desalojo (Gate in/Gate out)

La capacidad que una terminal de contenedores tiene para dar entrada o salida a los contenedores por la vía terrestre se puede estimar como la suma de la capacidad del autotransporte más la del sistema intermodal ferroviario:

$$CD_a = PD_a \times T_a$$

$$CD_f = PD_f \times T_f$$

$$CD = CD_a + CD_f$$

donde:

CD = Capacidad bruta de Entrega/Recepción de contenedores por año (cajas/año).

CD_a = Capacidad bruta de Entrega/Recepción de contenedores por autotransporte (cajas/año).

CD_f = Capacidad bruta de Entrega/Recepción de contenedores por año por ferrocarril (cajas/año).

PD_a = Productividad media anual de Entrega/Recepción del autotransporte (cajas/hora).

PD_f = Productividad media anual de Entrega/Recepción del ferrocarril (cajas/hora).

T_a = Tiempo del horario habitual de operación de atención al autotransporte

T_f = Tiempo del horario habitual de operación de atención al ferrocarril

Las productividades se encuentran íntimamente vinculadas con el equipamiento en patio y sus rendimientos, considerándose que dicho equipo es usado tanto para las operaciones del barco como del transporte terrestre. Igualmente se deberá tener cuidado en balancear adecuadamente los servicios del ferrocarril con autotransporte de acuerdo a la composición de la demanda.

3.3 Factores Críticos de Operación

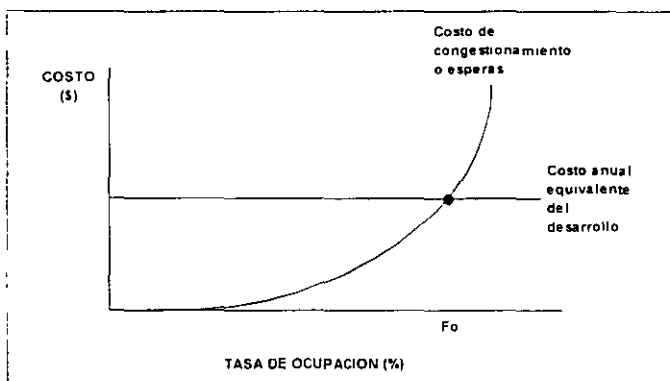
Los cálculos anteriores reflejan la máxima capacidad de cada una de las fases, lo cual no es práctico ya que implicaría una coordinación perfecta de los diferentes actores que intervienen en el proceso, imposible de alcanzar, por lo que es necesario utilizar los factores de corrección que se discuten a continuación.

3.3.1 Capacidad Real de Carga/Descarga (Muelle)

La capacidad de Carga/Descarga Simple de una terminal de contenedores implica una perfecta coordinación entre la prestación del servicio y la demanda inmediata de otro buque que estaría esperando ser atendido. Sin embargo esta hipótesis resulta impráctica en la realidad, ya que; no son controlables las simultaneidades sin que ocurran congestiones del tráfico de embarcaciones o esperas de buques que incurren en costos elevados, lo cual hace incosteable la operación y poco competitivo el servicio de la terminal.

En este sentido resulta más rentable el desarrollo de una nueva terminal que el costo de espera de los buques, quedando la capacidad óptima definida por la tasa de ocupación para la cual el costo de espera resulta equivalente al costo de un nuevo desarrollo.

Cuadro 3.5



Los costos de espera de los barcos pueden ser calculados mediante la aplicación de la teoría de colas, para el caso de una sola línea de espera, población infinita, número múltiple de servidores, disciplina de servicio de el primero en llegar es el primero en ser servido, y proceso completamente establecido.

Para definir totalmente el sistema que da lugar a la cola, es necesario considerar, además de los supuestos anteriores, las funciones de probabilidad de llegadas de las embarcaciones y de servicios en el muelle.

Por cuestiones de conveniencia y en base a lo anteriormente mencionado, en el Anexo B.1 se calculan los días de espera de buques al año para diversas tasas de ocupación y número de posiciones de atraque; por ejemplo para una tasa de ocupación de 60% con dos posiciones de atraque, existe una esperanza de 164 días al año de buques en espera de ser atendidos.

De acuerdo con lo anterior, la capacidad depende de la tasa de ocupación óptima y ésta a su vez del costo de la terminal y el costo de la estadía del buque, por lo que el uso óptimo de la terminal se definiría de la siguiente expresión:

$$T \times I = C_d \times Ws_o$$

donde:

C_d = Costo diario del buque

Ws_o = Tiempo óptimo total anual de espera (días/año)

T = Costo del capital y mantenimiento de la terminal (% de la inversión)

I = Valor de la inversión en la terminal

Considerando los elementos de costo de inversión y estadía de buque por tipo de carga, se obtiene el tiempo óptimo total anual de espera, el cual está asociado a un porcentaje de ocupación que varía en función del número de posiciones de atraque alternativas (ver Cuadro 3.6).

Cuadro 3.6

Porcentajes óptimos de ocupación para una terminal de contenedores (Fo)

Tiempo óptimo de espera anual (días por año)	Número de posiciones de atraque														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
281	64%	68%	70%	72%	73%	74%	75%	76%	76%	77%	78%	78%	79%	79%	79%

Fuente: Análisis de la capacidad operativa del sistema portuario mexicano. Puertos Mexicanos. Vocalía de Planeación. Enero de 1993.

Finalmente, es posible calcular la Capacidad Real de Carga/Descarga de una terminal de contenedores (CM'):

$$CM' = N \times P \times T \times Fo$$

donde:

Fo = Factor óptimo de ocupación (% del tiempo)

3.3.2 Capacidad Real de Almacenaje en Patio

La Capacidad Real de Almacenaje en Patio (Capacidad Dinámica Real del Patio de la terminal) depende, entre otros factores, de:

- a) El área del patio destinada a almacenar contenedores llenos y vacíos.
- b) Procedimiento utilizado para almacenar contenedores (RTG's, On wheels, equipo frontal, etc.).
- c) Vialidades.
- d) Tarifas de almacenaje de contenedores.
- e) Tipo y frecuencia de embarcaciones que arriban a la terminal, así como el volumen promedio de contenedores de importación y exportación operados por embarcación.
- f) Reglamentación aduanera

Como se mencionó anteriormente, la Capacidad Dinámica de Almacenamiento depende de la Capacidad Estática de la Terminal y de la Rotación de los contenedores. Sin embargo, pensar que el 100% del espacio del patio es ocupado en un momento dado para almacenar contenedores resulta inadecuado, dadas las exigencias prácticas y operativas que el operador portuario debe cubrir.

Es por lo anterior que la Capacidad Dinámica Real de Almacenamiento en Patio (CPR) debe calcularse como un porcentaje de la Capacidad Dinámica Simple obtenida anteriormente.

$$\text{CPR} = \text{CPS} \times F_A$$

donde:

CPS = Capacidad Dinámica Simple de Almacenamiento en Patio (TEU's/año)

F_A = Factor Óptimo de Almacenamiento en Patio (%)

En donde, dicho factor puede aproximarse de la siguiente manera:

$$FA = (CE - (P \times Vc))/CE$$

donde:

Vc = Volumen promedio de TEU's operados por embarcación

P = Número de posiciones de atraque en la terminal

CE = Capacidad Estática de Almacenamiento (TEU's)

3.3.3 Capacidad Real de Desalojo (Gate in / Gate out)

Este tipo de capacidad está muy ligado a los procedimientos y equipo empleados para estibar en patio ya que ellos determinarán la velocidad con la que se podrán entregar y recibir contenedores dentro de las instalaciones. No obstante, la Capacidad Real de Desalojo de una terminal está también condicionada por factores ajenos a las decisiones y control de la empresa como los horarios de atención en las aduanas, realización de revisiones al contenedor por parte de los Agentes Aduanales, la Procuraduría General de la República, la Secretaría de Salud, etc., que en conjunto impiden la determinación precisa de este tipo de capacidad.

Se puede considerar que lo mencionado en el párrafo anterior no limita a la terminal para adecuarse a los picos de demanda de entregas/recepciones de contenedores por parte de los clientes ya que la empresa siempre podrá adquirir más y mejores equipos, así como adoptar eficientes sistemas de desalojo que coadyuven a eliminar congestionamientos viales y otros tipos de trastornos tanto para el cliente como para la terminal.

3.4 Ejemplo

Con objeto de clarificar los conceptos expresados en este capítulo se presenta en el Anexo B un ejemplo práctico de cálculo de la capacidad de una terminal de contenedores. Del que se concluye:

I. La capacidad correspondiente a cada fase es:

Carga – Descarga	1,020,000 TEU's/año
Almacenaje	596,340 TEU's/año
Entrega – Recepción	1,165,698 TEU's/año

- II. La capacidad de la terminal a pesar de la alta efectividad en la Entrega-Recepción al autotransporte y al ferrocarril y en la Carga-Descarga de buques puede quedar limitada a un 50% de su óptima capacidad por el almacenaje si no se atiende adecuadamente (mayor estiba y densidad, menor tiempo de estadía, más área de desarrollo dentro o fuera del patio).
- III. Aunque los otros factores no son críticos y aparentemente compatibles, deben monitorearse, sobre todo la Entrega-Recepción que en horas pico puede causar congestionamientos viales, además que en la mayor parte de los casos son los mismos equipos que se utilizan para apoyar las operaciones de los buques; por lo que tienen que hacer el doble de operaciones.

4 Indicadores de Eficiencia

La eficiencia en una terminal portuaria está definida por una serie de indicadores que relacionan los recursos empleados para manejar un cierto volumen.

En este sentido los elementos que intervienen en una terminal de contenedores corresponden a los siguientes.

Cuadro 4.1

Unidades de Producción	Recursos
Contenedores	Muelle
TEU's	Grúas de Muelle
Ciclos	Patio
Movimientos	Equipo de Patio
Camiones	Accesos
	Ferrocarril
	Empleados
	Dinero

4.1 Eficiencia del Muelle

Los principales indicadores para evaluar la eficiencia del muelle está relacionada con la carga y descarga de buques que, independientemente de la productividad, está dado por las siguientes relaciones.

Cuadro no 4.2

INDICADORES DE MUELLE

Característica del recurso	Unidad	Unidades de Producción		
		Contenedores *	TEU's	Movimientos
Longitud de Muelle	L(m)	cont/m	TEU's/m	-
Número de Posiciones de Atraque	P	cont/posición	TEU's/posición	-
Número de Grúas	G	cont/grúa	TEU's/grúa	lifts/grúa

* Contenedores brutos o netos

4.2 Eficiencia del Patio

En el caso del Patio, la eficiencia puede evaluarse con cualquiera de los siguientes indicadores, en donde la superficie del patio puede ser neta o bruta, al igual que las unidades de producción.

Cuadro no 4.3

INDICADORES DE PATIO

Característica del recurso	Unidad	Unidades de Producción		
		Contenedores *	TEU's	Movimientos *
Superficie del Patio	S (Ha)	-	TEU's/Ha	-
Número de Grúas (RTG's, RS, EH)	NG	cont/grúa	TEU's/grúa	lifts/grúa

* Incluye todas las operaciones efectuadas en Entrega - Recepción, libramientos y reacomodos

4.3 Eficiencia de Accesos

Este concepto se refiere al número de unidades manejadas por línea de servicio, para el transporte terrestre, tanto para el ferrocarril como para el autotransporte. En este sentido, independientemente del tiempo de permanencia de las unidades motrices o plataformas en Patio, los indicadores serían:

Cuadro no 4.4

INDICADORES DE ACCESOS

Característica del recurso	Unidad	Unidades de Producción		
		Contenedores *	TEU's	Camiones
Número de Puertas	E	cont/gate	-	camión/gate
Longitud de Vías	F(m)	cont/m	TEU's/m	-
Número de Grúas para FFCC	C	cont/grúa	TEU's/grúa	-

4.4 Eficiencia del Recurso Humano

Este indicador puede ser muy variable ya que las prácticas operativas, dependiendo del sistema de estiba en Patio, de los turnos trabajados o de los servicios que se demandan, pueden registrar un número muy diferente de empleados de una terminal a otra.

Cuadro no. 4.5

Variación del Número de Empleados

N° de Turnos	On Wheels	SC, RTG, Frontales
2 turnos de 12 horas.	bajo	medio
3 turnos de 8 horas	medio	alto

A lo anterior se puede sumar un número muy significativo que puede representar hasta un 50% más de jornaleros para servicios que se practican en México como las inspecciones previas por parte de los agentes aduanales y la Procuraduría General de la República.

Los indicadores de eficiencia del Recurso Humano son:

Cuadro no. 4.6

Concepto	Unidad	Unidad de Producción		
		Contenedores	TEU's	Servicios
Empleados Totales	Hombre	Cont/hombre	TEU's/hombre	-
Empleados Operaciones Básicas	Hombre	Cont/hombre	TEU's/hombre	-
Empleados Servicios Especiales	Hombre	-	-	Serv/hombre
Empleados Servicio Intermodal	Hombre	Cont/hombre	TEU's/hombre	-

4.5 Indicadores Económicos

Probablemente este indicador resume la eficiencia del negocio en su conjunto y aunque existen muchos indicadores de la rentabilidad, el objeto del estudio, más que entrar en un análisis profundo de las condiciones financieras, es el proporcionar indicadores simples de evaluación como los siguientes.

Cuadro no. 4.7

INDICADORES ECONOMICOS

Concepto	Unidad de Producción	
	Contenedor	TEU's
Ingresos	\$ / cont	\$ / TEU
Costos de Operación	\$ / cont	\$ / TEU
Utilidad Neta	\$ / cont	\$ / TEU

5 Modelos de evaluación del desempeño de las terminales de contenedores

Dado que la evaluación de la eficiencia puede estar sujeta a subjetividades, es necesario contar con estándares que permitan juzgarla; no obstante conviene señalar que éstos estándares pueden ser muy diferentes, dependiendo de las condiciones y costumbres de trabajo, o bien de las condiciones económicas de las regiones.

Por lo anterior mencionado es conveniente que ésta evaluación se haga a partir de una comparación regional que evalúa, entre otras cosas, la competitividad y no solamente el óptimo aprovechamiento de los recursos que en consecuencia brindan mayores ventajas para la rentabilidad del negocio.

5.1 Estándares

A manera de ejemplo y con objeto de sustentar lo anteriormente expresado citaremos los resultados obtenidos de la empresa Drewry Consultant, en un análisis sobre diversas terminales de contenedores. En este estudio se pueden identificar tres tipos de terminales: las pequeñas, cuyos volúmenes no exceden los 210,000 TEU's/año y las grandes cuyos volúmenes exceden los 600,000 TEU's/año, siendo las medianas las ubicadas en estos límites. Una vez hecha tal división, se establecen los siguientes parámetros.

Cuadro no. 5.1

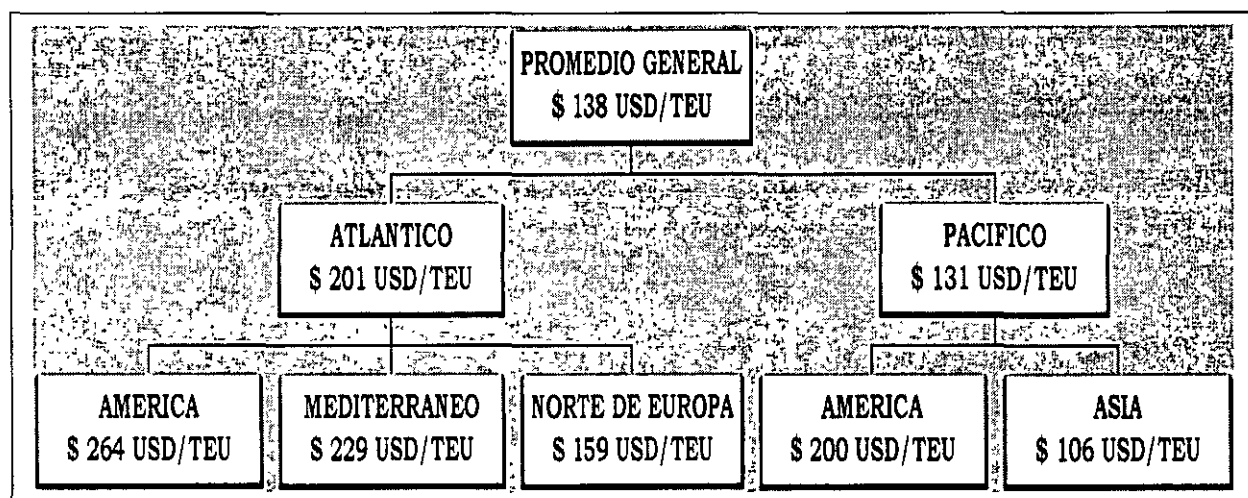
Concepto	Tipo de Terminal			
	Pequeña (210,000 TEU's/año)		Grande (600,000 TEU's/año)	
	Características	Indicador	Características	Indicador
Muelle	250 m	840 TEU's/m	550 m	1,090 TEU's/m
Superficie	8 Ha	26,250 TEU's/Ha	16 Ha	37,500 TEU's/Ha
Grúas de Muelle	2	105,000 TEU's/grúa	5	120,000 TEU's/grúa
Equipo de Patio	8 Frontales	26,250 TEU's/grúa	15 RTG	40,000 TEU's/grúa
Tractores/Plataformas	8	26,250 TEU's/tractor	25	24,000 TEU's/tractor
Costo		\$ 93 USD/TEU		\$ 82 USD/TEU

Dentro del estudio de Drewry se incluye el análisis de la estructura de costos que referido al ingreso, asume una utilidad neta variable del 20% al 35%.

Este modelo supone un negocio sano dados los altos niveles de inversión y tiene como punto de referencia el ingreso, el cual está vinculado al volumen manejado a una tarifa dada; pudiendo tener condiciones muy diferentes en cada región.

Para referencia se presenta un análisis comparativo de los niveles tarifarios por regiones que ilustra las variables del caso. Tal análisis considera 38 puertos, indicando las tarifas medias por TEU.

Cuadro no. 5.2



Esta variabilidad obedece en mucho a la competencia del mercado regional, lo cual conduce a que ciertas zonas tendrán que optimizar más sus recursos, pudiendo darse el caso de sacrificar la calidad en el servicio.

Las prácticas regionales también muestran variables en los aspectos operativos observándose los siguientes indicadores.

Cuadro no. 5.3

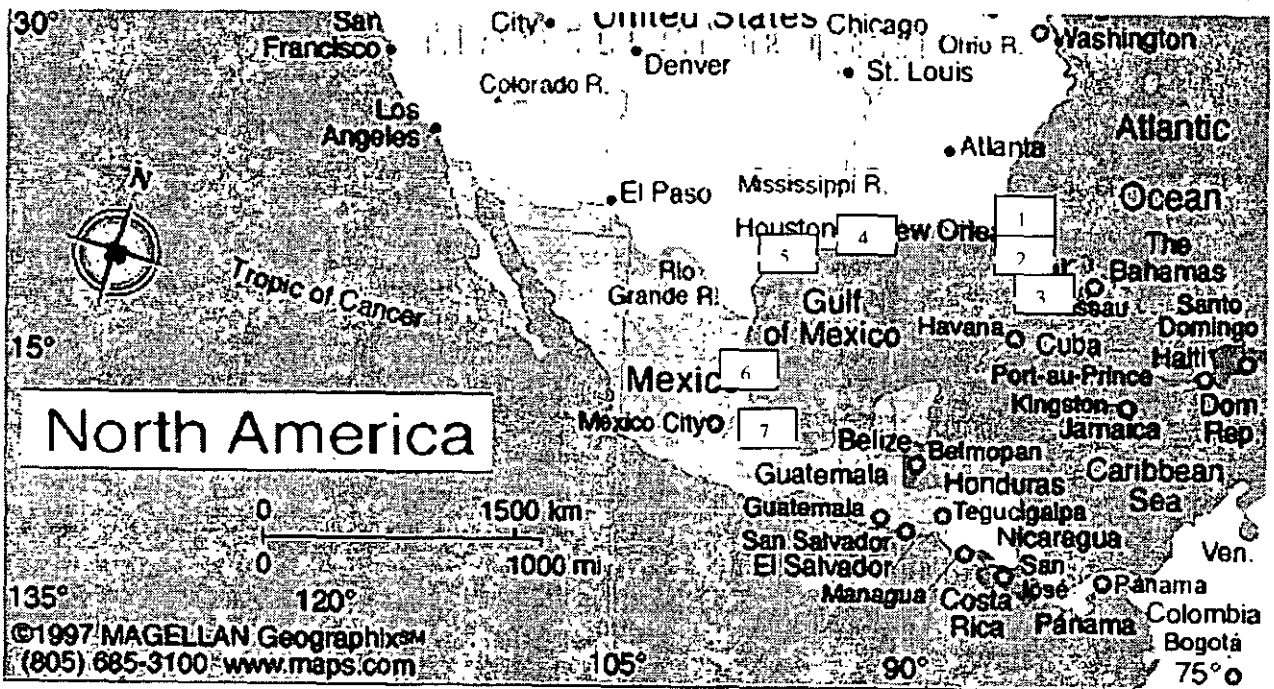
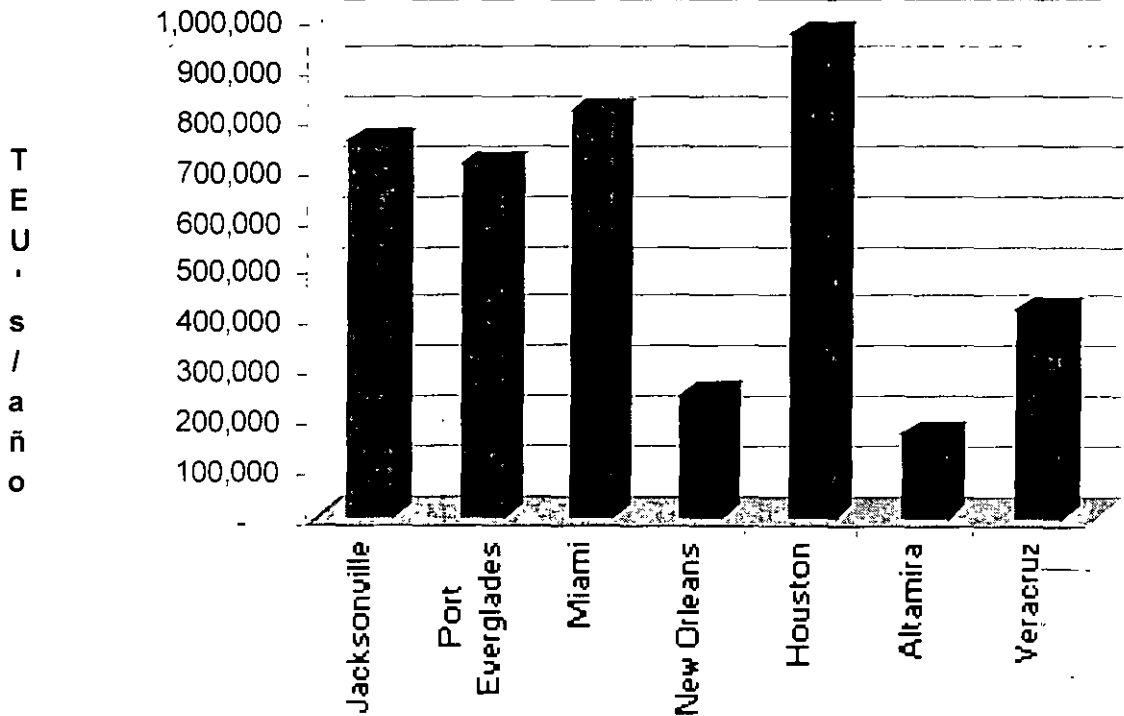
Región	Grúas de Muelle (TEU's/grúa/año)	Patio (TEU's/Ha/año)
Asia	110,000	21,830
Europa	70,000	7,350
Norteamérica	60,000	5,300

5.2 Benchmarking de Terminales de Contenedores de la Región Golfo de México.

El análisis considera 7 puertos (5 de Estados Unidos y 2 mexicanos) y 13 terminales cuyas principales características son las indicadas en el cuadro 5.5.

Cuadro no. 5.4

Volumenes operados en las terminales



Cuadro no. 5.5

Características de Terminales Especializadas de Contenedores en el Golfo de México ¹						
Puerto/Terminales	Volumen operado (TEU's/año)	Atraques		Grúas de pórtico	Superficie de Patio (Ha)	Empleados
		Número	Longitud (m)			
1 Jacksonville	753,823	9	3,403	10	62.80	293
Blount Island		4	1938	6	35.20	
Talleyrand		5	1465	4	27.60	
2 Port Everglades	704,390	6	1,630	6	109.20	359
Southport		4	1128	4	78.10	
Midport		2	502	2	31.10	
3 Miami	813,762	4	1,335	10	263.10	612
4 New Orleans	244,624	5	1,174	9	57.50	145
France Road 1		1	255	2	14.00	
France Road 4		1	215	3	9.60	
France Road 5		1	274	3	29.80	
Jourdan Road		2	430	1	4.10	
5 Houston (Barbours Cut)	968,169	5	1,525	12	93.10	636
6 Altamira	166,722	3	750	4	22.60	721
ATP		1	300	2	14.00	
IPM		2	450	2	8.60	
7 Veracruz (ICAVE)	415,000	1	339	4	37.50	735

Notas:
¹ Las condiciones que se analizan son las que prevalecieron en 1999
² El número de empleados en el caso de los puertos mexicanos considera al personal sindicalizado en sus tres turnos de trabajo, siendo aproximadamente el 30% los dedicados a revisiones previas, aduaneras o PGR, las cuales no se practican en los puertos americanos
³ La superficie del patio en el caso de las terminales en Mexico destinan aproximadamente un 20% a las inspecciones, aspecto que no se practica en los puertos americanos
 ■ Un alto porcentaje de los contenedores manejados por los puertos americanos se manejan en sistema "on wheels" que requiere mucho espacio

A partir de dichas características y volúmenes operados se calcularon los indicadores que se presentan en el cuadro 5.6.

Cuadro no. 5.6

Indicadores de Eficiencia						
Puerto	Productividad Mov/hr/grúa	TEU's movidos anualmente por				
		Grúa de pórtico	Hectárea de Patio	Metro de Muelle	Posición de Atraque	Empleado
Jacksonville	30 00	75,383	12,004	222	83,758	2,573
Port Everglades	30 00	117,398	6,450	432	117,398	1,962
Miami	30 00	81,376	3,092	610	203,440	1,330
New Orleans	29 00	27,180	4,254	208	48,925	1,687
Houston	25 00	80,681	10,399	635	193,634	1,522
Puertos de E U	28 80	76,404	7,240	421	129,431	1,815
Altamira	25 00	41,680	7,377	9,221	55,574	231
Veracruz	32 00	103,750	11,067	13,833	415,000	564
Puertos Mexicanos	28 50	72,715	9,222	11,527	235,287	398
Promedio General	28 71	75,350	7,806	8,465	159,676	1,410

¹ Considera el número total de empleados incluyendo el padrón sindicalizado (IF)
² Excluye los empleados dedicados a las inspecciones previas y de PGR (0.7N)
³ Considera todo el personal de confianza y el equivalente a un turno de trabajo (personal sindicalizado) (1/3N + 1/9N = 4/9N)
⁴ Considera el total de hectáreas del patio, valdades y todo tipo de servicios, no incluye el área del muelle (apron)
⁵ Excluye el área de inspecciones (previos y PGR)

En el anexo C se presenta gráficamente la comparación de las distintas terminales y como referencias sus estándares.

En este análisis se observan los valores máximos, mínimos y medios. Se destaca la gran variación entre los puertos americanos y mexicanos en el concepto TEU's/empleados, lo cual obedece a que el sistema de almacenamiento “on wheels” no emplea grúas de patio y al hecho de que no se practican muchos servicios como en el caso de México en donde al 60% de los contenedores se les practican inspecciones que demandan mucha mano de obra.

Por otra parte cabe destacar la alta productividad por hectárea de patio en el caso de los puertos mexicanos dado el sistema de estiba.

Para complementar el diagnóstico se practicó una evaluación de la capacidad; cuyos criterios se indican en el cuadro 5.7

Cuadro no. 5.7

Evaluación de la Capacidad (TEU's/año)					
Puerto	Carga / Descarga	Almacenamiento	Capacidad	Movimiento Actual	Utilización
Jacksonville	3,500,000	950,000	950,000	753,823	79%
Port Everglades	1,630,000	1,650,000	1,630,000	704,390	43%
Miami	1,350,000	3,950,000	1,350,000	813,762	60% so
New Orleans	1,200,000	850,000	850,000	244,624	29%
Houston	1,500,000	1,400,000	1,400,000	968,169	69%
Altamira	1,500,000	700,000	700,000	166,722	24%
Veracruz	770,000	750,000	750,000	415,000	55%

Notas.

1. Para los casos de Veracruz y Altamira se consideraron los planes de desarrollo que tienen actualmente en el corto plazo o ya implementados, ya que la base de comparación fue 1999. d
2. El cálculo de la carga y descarga se basa en la longitud de muelle ya que es factible el equipamiento en caso de requerirlo bajo la base de 1,000 TEU's por metro de en los puertos de E U y de 1,500 TEU's en los de México
3. El cálculo de la capacidad de almacenamiento se hace sobre la base de la superficie disponible y un rendimiento de 15,000 TEU's por hectárea en el caso de los puertos de E U y de 20,000 TEU's/Ha en los mexicanos
4. Altamira crecerá en 250 m de atraque y 12.5 Ha y Veracruz alcanzará 510 m de muelle
5. Se puede observar que los puertos de Jacksonville y Houston acusan un nivel de congestión que pueden hacer críticas sus operaciones

5.3 Criterios de Evaluación

Si bien los criterios anteriores ya representan una evaluación, en el presente apartado se plantean dos modelos que tratan de integrar las diferentes variables que nos permitan tener índices que califiquen el nivel de aprovechamiento de los recursos. Los modelos se han denominado:

- a) Modelo de Evaluación de la Eficiencia Portuaria Regional. En donde el objetivo es calificar la eficiencia bajo un punto de vista que permita juzgar la posición de la terminal

portuaria de interés, frente a la competencia. Para lo cual se propone un "Índice Portuario de Eficiencia Regional" (IPER).

b) Modelo de Evaluación de la Eficiencia Portuaria Standar. En donde el objetivo es calificar la eficiencia bajo el criterio del óptimo aprovechamiento de los recursos, según estándares internacionales. En el que el índice es "Índice Portuario de Eficiencia Standar" (IPES).

Para el caso regional es necesario analizar los indicadores de eficiencia de las terminales vecinas independiente a los estándares y obtener valores medios, estableciendo rangos de variación que permitan calificar el conjunto.

En el ejemplo que se analizó anteriormente se seleccionaron los elementos: Muelle, Patio, Equipo, Recursos Humanos y Productividad. Con objeto de evaluar la efectividad del conjunto se propone el siguiente criterio:

Cuadro no. 5.8

Esquema	Rango	Ponderación
	$X < 0.75M$	1
	$0.75M \leq X \leq 0.9M$	2
	$0.90M \leq X \leq 1.1M$	3
	$1.1M \leq X \leq 1.25M$	4
	$X > 1.25M$	5

X_i = Indicador de eficiencia del elemento en análisis i

M_i = Valor medio del conjunto analizado del elemento i

P_i = Ponderación del elemento i

n = número de elementos analizados

Calificados cada uno de los elementos, el índice IPER sería:

$$IPER = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{\sum_{i=1}^n P_{max}} \times 100$$

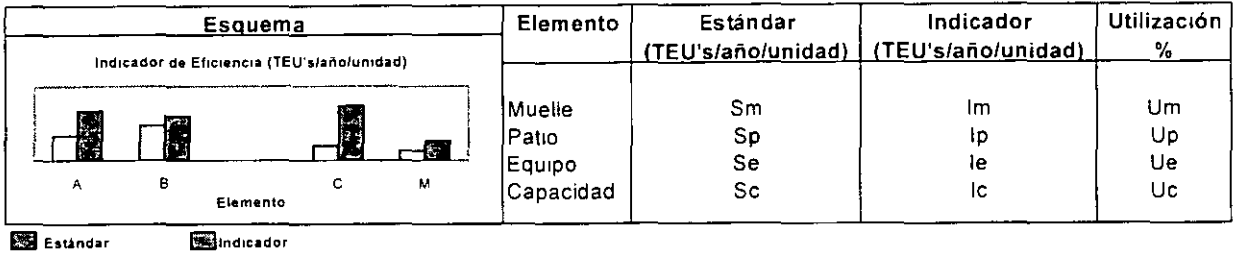
El resultado arrojará un valor porcentual que sería perfecto si $IPER = 100$, pudiendo considerar aceptables aquellos que estén por encima de 50 y malos por debajo de éste.

El cálculo en nuestro caso se presenta en el Anexo D, siendo los índices los siguientes:

Puerto	Jacksonville	Port Everglades	Miami	New Orleans	Houston	Altamira	Veracruz
IPER	68	64	52	40	64	28	84

Para el caso del model de evaluación por estándares, el criterio compara el nivel de utilización potencial de los diversos elementos, habiéndose seleccionado en este caso, el Muelle, el Patio, Equipamiento y la Capacidad.

Cuadro no. 5.9



Donde:

I_i = Indicador alcanzado del elemento i

S_i = Estándar internacional del elemento i

U_i = Nivel de utilización del elemento $i = (E_i / I_i) \times 100$

n = número de elementos analizados

Evaluada la utilización de los elementos, el índice IPES sería:

$$IPES = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{n}$$

Al igual que en el caso anterior la aproximación al 100 indica el óptimo aprovechamiento aunque esto puede acusar un estado de congestiónamiento.

El análisis del caso se detalla en el Anexo D.2, siendo los resultados del índice IPES:

Puerto	Jacksonville	Port Everglades	Miami	New Orleans	Houston	Altamira	Veracruz
IPES	56	55	51	23	62	31	81

6 Conclusiones

La evaluación de la productividad y eficiencia de las operaciones y recursos en una terminal portuaria es una práctica que debe seguirse cotidianamente para ir ajustando las estrategias de desarrollo de la misma. —

El eficiente aprovechamiento de los recursos conlleva a dar un servicio de calidad; concepto demandado en todos los mercados ahora altamente competidos, en donde la empresa moderna en busca de la calidad total le permitirá:

- La Satisfacción del Cliente
- La Optimización del Recurso
- Su Permanencia en el Mercado
- La Rentabilidad de la empresa

y en consecuencia:

- El Bienestar Social (Clientes, Propietarios, Autoridades, Trabajadores, etc.)

En este proceso, la Ingeniería es un elemento fundamental para alcanzar objetivos exitosos.

ANEXOS

<i>Anexo</i>	<i>Título</i>
A.1.....	Ejemplo de Cálculo de Indicadores de Productividad de Muelle
A.2.....	Ejemplo de Cálculo de Indicadores de Productividad de Patio
A.3.....	Ejemplo de Cálculo de Productividad en Entrega-Recepción con operaciones múltiples de contenedores
B.1.....	Estadía de Buques en Espera de Ser Atendidos
B.2.....	Ejemplo de Cálculo de la Capacidad de una Terminal
C.1.....	Comparación Gráfica de la Eficiencia de Terminales de Norteamérica
D.1.....	Ejemplo de Aplicación del Modelo de Evaluación de Eficiencia Portuaria Regional
D.2.....	Ejemplo de Aplicación del Modelo de Evaluación de Eficiencia Portuaria Stándar

Anexo A.1

Ejemplo de Cálculo de Indicadores de Productividad en Muelle

INSUMOS					
Secuencia de Actividades		Producción			
			Carga	Descarga	Total
Arribo	00:00 hrs				
Atraque	3:00 hrs	Tractores	150	140	290
Inicio de Operaciones	8:00 hrs	FFCC	10	30	40
Operaciones en muelle	2QC: 8:00 hrs-12:00 hrs	Transbordo	60	20	80
	2QC: 13:00 hrs-17:00 hrs	Vacios en pares	0	30	30
	1QC: 18:00 hrs-21:30 hrs	Reestibas	20	20	40
Operaciones en patio	3RTG: 8:00 hrs-12:00 hrs	Tapas	1	1	2
	2RTG: 13 hrs-17:00 hrs				
	1RS: 13:00 hrs-14:00 hrs				
	2RTG: 18:00 hrs-21:30 hrs				
Salida	24:00 hrs	Total	241	241	482

AGRUPACION DE DATOS			
Unidades de Tiempo		Unidades de Producción	
Estadía en puerto	24 hrs	Contenedores movidos	482
Estadía en muelle	21 hrs	Ciclos de grúa	467
Horas-grúa-muelle	19.5 hrs	Contenedores operados por el barco	440
Horas-grúa-patio	28 hrs	Contenedores operados en patio	400
		Contenedores levantados en patio	840
		Entradas y salidas por la puerta (autotransporte)	320
		Contenedores movidos en FFCC	40

INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD			
Cliente	Producción	Tiempo (hrs)	Productividad
Dueño del buque	440 contenedores	24	18.3 cont/hr
Maniobrista	482 contenedores	21	22.9 cont/hr
Cuadrilla de muelle	467 movimientos	19.5	23.9 mov/hr/grúa
Cuadrilla de patio	400 contenedores	28	14.3 cont/hr/grúa

Contenedores netos/Contenedores brutos = 440/480 = 0.92

Nota:

- QC = Quay Crane
- RTG = Rubber Tire Gantrie
- RS = Reach Stacker
- SC = Stradel Carrier

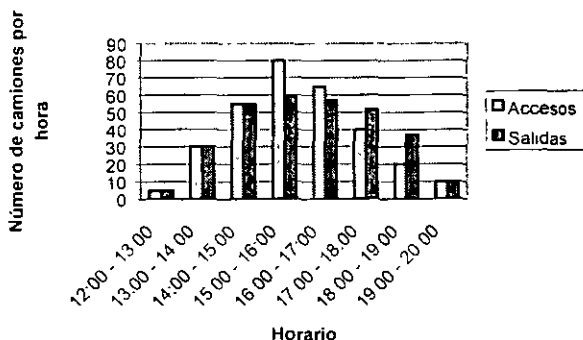
Procedimientos de Cálculo:

- Ciclos de Grúa = 482 - (30/2) = 467
- Operados por el barco = 482 - 40 - 2 = 440
- Operados en patio = 440 - 40 = 400
- Levantados en patio = 440 + 400 = 840
- Entradas y salidas por la puerta = 290 + 30 = 320

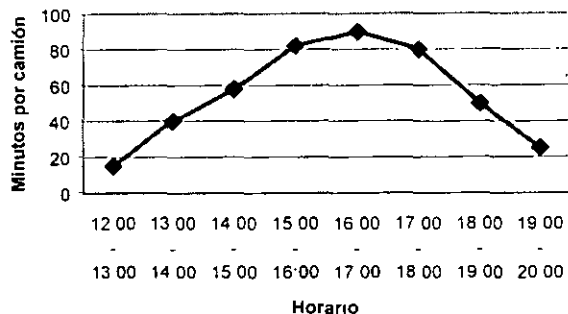
Anexo A.2

Ejemplo de Cálculo de Indicadores de Productividad en Patio

Distribución del ingreso y la salida de camiones a la terminal



Permanencia promedio por camión (tiempo de servicio en min/camión)



Horario	No de camiones				Tiempo de servicio (min/cont)	Productividad (cont/hora)	Productos	
	Entran	En terminal	Salen	Diferencia			EX T	EX P
12:00 - 13:00	5	5	5	0	15	20	75.00	100.00
13:00 - 14:00	30	30	30	0	40	45	1,200.00	1,350.00
14:00 - 15:00	55	55	55	0	58	57	3,190.00	3,135.00
15:00 - 16:00	80	80	59	21	82	59	6,560.00	4,720.00
16:00 - 17:00	65	86	57	29	90	57	5,850.00	3,705.00
17:00 - 18:00	40	69	52	17	80	52	3,200.00	2,080.00
18:00 - 19:00	20	37	37	0	50	44	1,000.00	880.00
19:00 - 20:00	10	10	10	0	25	24	250.00	240.00
	305		305				21,325.00	16,210.00

De donde:

$P_{máx} = 59$ camiones / hora

$P_m = 16.210 / 305 = 53.15$ camiones / hora

$T_m = 21.325 / 305 = 69.92$ min/camión

$T_{min} = 15$ min/camión

Procedimiento de cálculo:

- Datos: a) Número de camiones que ingresan a la terminal en el intervalo (E)
 b) Tiempo que permanece el camión desde el "Gate in" al "Gate out" (T)

Formulas y secuencia: Camiones en Terminal (A) = E + Déficit del intervalo anterior (D_{n-1})
 Productividad (P) = $(A/T) \times 60$ (camiones por hora)
 Camiones que salen (S) = si $P > A$ entonces $S = A$
 si $P < A$ entonces $S = P$

Indicadores de productividad: Productividad Media (P_m) = $\sum E_i \times P_i / \sum E_i$
 Tiempo promedio de servicio (T_m) = $\sum E_i \times T_i / \sum E_i$

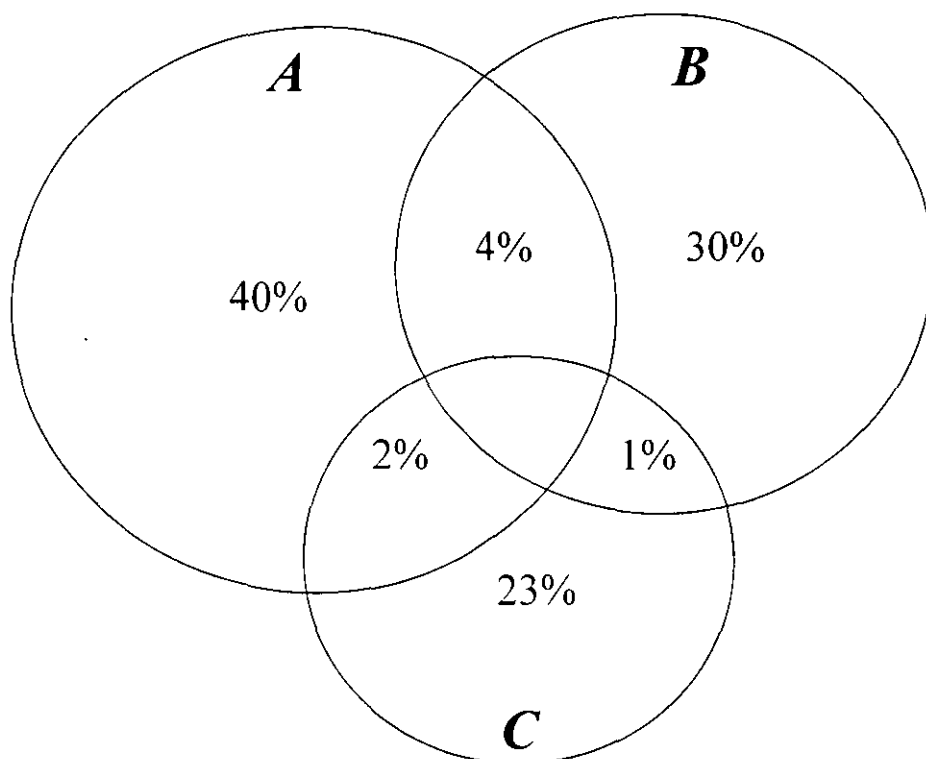
Anexo A.3

EJEMPLO DE CALCULO DE PRODUCTIVIDAD EN ENTREGA-RECEPCION CON OPERACIONES MULTIPLES DE CONTENEDORES

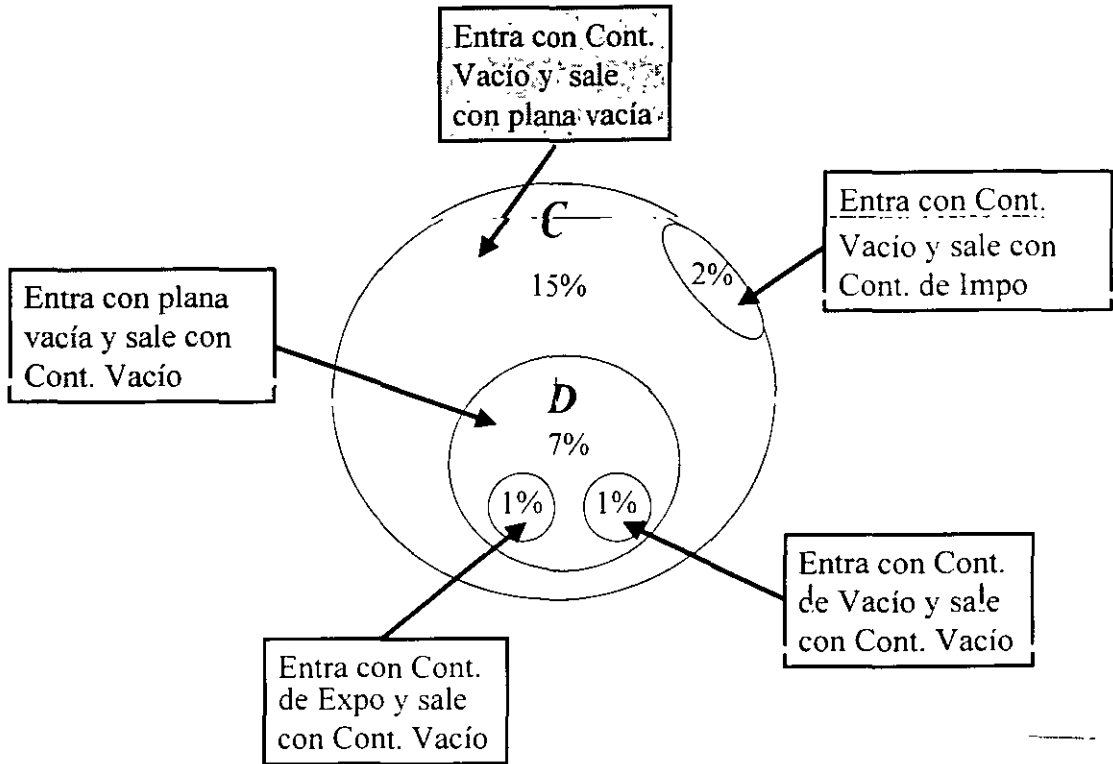
Número mensual de vehículos y características de Entrada y Salida

Entradas de camiones con	Salidas de camiones con			
	PLANA VACIA	CONT. IMPO	CONT. VACIO	TOTAL
CONT. VACIO	2800 15%	500 3%	200 1%	3500 18%
CONT. EXPO	5650 30%	700 4%	200 1%	6550 35%
PLANA VACIA	0 0%	7600 40%	1300 7%	8900 47%
TOTAL	8450 45%	8800 46%	1700 9%	18950 100%

Conjunto	Tipo de Operación	Camiones	Contenedores	Cont/camión (Ri)
A	IMPORTACION	8.800	10.600	1.20
B	EXPORTACION	6.550	7.500	1.15
C	DEPO. VACIOS	5.200	6.200	1.19
D	SAL. VACIOS	1.700	2.000	1.18



Detalle Conjunto C (26%)



Tiempo medio de permanencia de camiones en Entrega-Recepción por tipo de servicio: simple y múltiple (minutos por camión) (t_i)

Entrada de camiones con	Salida de camiones con		
	PLANAS VACIAS	CONT. IMPO	CONT. VACIO
CONT. VACIO	40	110	85
CONT. EXPO	30	105	70
PLANAS VACIAS	-	80	50

Productividad (Tiempo promedio por contenedor por tipo de servicio) (P_i)

$$P_i = \frac{t_i}{\sum_{i=1}^m R_i} \quad \text{y} \quad P_s = \frac{\sum_{i=1}^l n_i \times P_i}{\sum_{i=1}^l n_i}$$

R_i = Relación de número de contenedores por camión por tipo de servicio (i).

m = Número de operaciones realizadas (vacío, impo, expo).

P_s = Productividad general del servicio por contenedor.

l = Variedad del tipo de servicio

n_i = Número de servicio realizado por tipo

Caso.- Productividad del caso de Entrada con Contenedor vacío y Salida con Contenedor de importación:

$$P_i = \frac{110}{1.19 + 1.20} = 46.02 \text{ min} = 46 \text{ min/cont}$$

<i>Productividad por tipo de Servicio</i>			
Caso No.	Entrada	Salida	Productividad (min/cont)
1	con Contenedor Vacío	Camión sin Contenedor	34
2	con Contenedor Vacío	con Contenedor Impo	46
3	con Contenedor Vacío	con Contenedor Vacío	36
4	con Contenedor Expo	Camión sin Contenedor	26
5	con Contenedor Expo	con Contenedor de Impo	45
6	con Contenedor Expo	con Contenedor Vacío	30
7	Camión sin Contenedor	con Contenedor Impo	67
8	Camión sin Contenedor	con Contenedor Vacío	42

<i>Productividad General del Servicio</i>		
Número	Entrega-Recepción de Contenedor	Productividad (min/cont)
I	Lleno de Importación	64
II	Lleno de Exportación	28
III	Vacío - Recepción	36
IV	Vacío - Entrega	40
V	PRODUCTIVIDAD GENERAL	46

Caso I: $P_s = ((500 \times 46) + (700 \times 45) + (7.600 \times 67)) / 8.800 = 64 \text{ min/cont}$

Caso II: $P_s = ((5.650 \times 26) + (700 \times 45) + (200 \times 30)) / 6.550 = 28 \text{ min/cont}$

Caso III: $P_s = ((2.800 \times 34) + (500 \times 46) + (200 \times 36)) / 3.500 = 36 \text{ min/cont}$

Caso IV: $P_s = ((200 \times 36) + (200 \times 30) + (1.300 \times 42)) / 1.700 = 40 \text{ min/cont}$

Caso V: $P_s = ((2.800 \times 34) + (500 \times 46) + (200 \times 36) + (2.650 \times 26) + (700 \times 45) + (200 \times 30) + (7.600 \times 67) + (1.300 \times 42)) / 18.950 = 46 \text{ min/cont}$

Anexo B.1

**Estadía de buques en espera de ser atendidos
(días al año)**

Tasa de Ocupación	Número de posiciones de atraque														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5%	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10%	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15%	7	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20%	12	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25%	20	8	3	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30%	31	15	7	4	2	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
35%	46	24	13	8	5	3	2	1	1	-	-	-	-	-	-
40%	65	37	23	15	10	7	5	3	2	1	1	1	1	1	-
45%	89	55	37	25	18	13	9	7	5	5	3	2	1	1	1
50%	121	81	57	42	32	24	19	15	11	9	7	5	4	3	3
55%	163	116	87	67	53	43	34	28	23	19	15	13	11	9	7
60%	219	164	129	105	86	72	60	51	43	37	32	27	23	20	17
65%	294	231	191	160	137	118	105	89	79	69	61	55	49	43	39
70%	397	327	279	243	215	191	171	153	139	126	115	105	95	87	80
75%	547	469	415	372	337	308	283	261	241	224	208	194	181	170	159
80%	778	692	630	581	539	504	473	445	421	398	378	359	341	325	311
85%	1,172	1,077	1,007	951	903	861	823	789	759	731	705	680	657	636	616
90%	1,971	1,867	1,789	1,725	1,670	1,621	1,577	1,537	1,499	1,465	1,432	1,402	1,373	1,346	1,320

Fuente: Análisis de la capacidad operativa del sistema portuario mexicano. Puertos Mexicanos. Vocalía de Planeación. Enero de 1993

Anexo B.2

EJEMPLO DEL CALCULO DE LA CAPACIDAD DE UNA TERMINAL DE CONTENEDORES

I. DATOS

I.1 Muelle

Volumenes operados en el ultimo ciclo anual (TEU's)

	Llenos	Vacios	Total
Importacion	226.000	-	226.000
Exportacion	135.000	89.000	224.000
Total	361.000	89.000	450.000

Numero de cajas operadas en muelle = 285.000 cajas

Número de barcos atenedidos = 420 barcos

Número de posiciones de atraque = 2

Productividad media anual (contenedores/hora)

En Puerto = 40 cont/hr/buque

En Muelle = 55 cont/hr/buque

En Operación = 60 cont/hr/buque

I.2 Gates y Patio

Volumenes operados en el último ciclo anual (TEU's)

	Llenos	Vacios	Total
Importacion	135.000	97.000	232.000
Exportacion	226.000	8.000	234.000
Total	361.000	105.000	466.000

Numero de cajas operadas en patio = 295.000 cajas

Distribucion de areas y equipamiento

Areas	Superficie (Ha)	Sistema de Estiba	Densidad de piso (TEU's/Ha)	Estadia promedio (dias)
Patio de Impo	37	RTG's (6x3+1)	100	12
Patio de Expo	7	RTG's (6x4+1)	100	5
Patio de Vacios	12	RS (12x5)	150	20
Vialidad y Otros	12	-	-	-
Totales	68			

Productivade media anual en Entrega/Recepcion

	Productividad (cont/hr)	Horario de servicio
Patio de Impo	80	14 hrs (días habiles)
Patio de Expo	20	24 hrs (todos los días)
Patio de Vacios	30	12 hrs (todos los días)
Ferrocarril	25	24 hrs (todos los días)

Trenes unitarios simultaneos = 2

Capacidad de cada tren = 15 plataformas de doble estiba

Tiempos de entrada y salida = 1.5 hrs

Composicion del desalojo

Autotransporte Federal = 80%

Ferrocarril = 20%

Continuación Anexo B.2

II CALCULOS

II.1 Capacidad de Embarque/Desembarque

$$CM = N \times P \times 24 \times 365 \times Fo$$

$$N = 2, Fo = 0.67$$

$$CM = 55 \times 2 \times 24 \times 365 \times 0.67 = 645.612 \text{ cajas/año}$$

$$\text{Factor TEU's/contenedores} = 450,000/285,000 = 1.58$$

$$CM = 1,020,000 \text{ TEU's/año}$$

	Llenos		Vacíos		Total	
	TEU's	%	TEU's	%	TEU's	%
Impo	510,000	50%	-	0%	510,000	50%
Expo	306,000	30%	204,000	20%	510,000	50%
Total	816,000	80%	204,000	20%	1,020,000	100%

$$\text{Capacidad de Carga de la Terminal} = 1,020,000 \text{ TEU's/año}$$

II.2 Capacidad de Almacenaje

Capacidad Estática					
Area	Densidad de piso	Estiba	Densidad unitaria	Superficie	Capacidad estática
Impo	100 TEU's/Ha	3	300 TEU's/Ha	32 Ha	9,600 TEU's
Expo	100 TEU's/Ha	4	400 TEU's/Ha	7 Ha	2,800 TEU's
Vacios	150 TEU's/Ha	5	750 TEU's/Ha	12 Ha	9,000 TEU's
total					21,400 TEU's

La capacidad de almacenamiento de acuerdo a esta distribución es de 21,400 TEU's

$$\text{El tamaño promedio del embarque es} = 450,000/420 = 1,071 \text{ TEU's}$$

$$\text{El número de posiciones de atraque} = 2$$

$$\text{El espacio disponible de operación} = 2 \times 1,072$$

$$\text{Factor de aprovechamiento del patio} = (21,400 - 2,142)/21,400 = 0.90$$

$$\text{Capacidad estática efectiva} = 21,400 \times 0.90 = 19,260 \text{ TEU's}$$

Area	Estadia	Rotacion	Capacidad Estática (TEU's/año)	Capacidad Dinámica (TEU's/año)	Proporciones	
					Calculada	Demandada
Impo	12 días	30/año	8,640	259,200	44% <	50%
Expo	5 días	73/año	2,520	183,960	31% >	30%
Vacios	20 días	18/año	8,100	145,800	25% >	20%
			19,260	588,960		

El resultado de la capacidad de almacenamiento satisface la demanda presentada hasta el momento, no obstante no corresponde a la distribución de la carga por lo que habrá que corregir de acuerdo a la proporción para su óptimo aprovechamiento

Area	Capacidad dinámica	Superficie original	Capacidad dinámica unitaria	Distribución de carga	Superficie corregida	Capacidad Máxima (TEU's/año)
Impo	259,200 TEU's/año	32 Ha	8,100 TEU's/año/Ha	50%	35.10	284,310
Expo	183,960 TEU's/año	7 Ha	26,280 TEU's/año/Ha	30%	6.50	170,820
Vacios	145,800 TEU's/año	12 Ha	12,150 TEU's/año/Ha	20%	9.40	114,210
Total	588,960 TEU's/año	51 Ha			51.00	569,340

La superficie corregida por como un problema de maximización.

Continuación Anexo B.2

II.3 Capacidad de Entrega - Recepcion

Autotransporte Federal					
Area	Productividad	Horario	Dias útiles al año	Capacidad cont/año	Capacidad TEU's/año
Impo	80 cont/hr	14 hrs/dia	280	313,600	495,488
Expo	20 cont/hr	24 hrs/dia	365	175,200	276,816
Vacios	30 cont/hr	12 hrs/dia	365	131,400	* 174,394
				total	946,698

* Factor de corrección de vacios = $89,000/106,000 = 0.84$

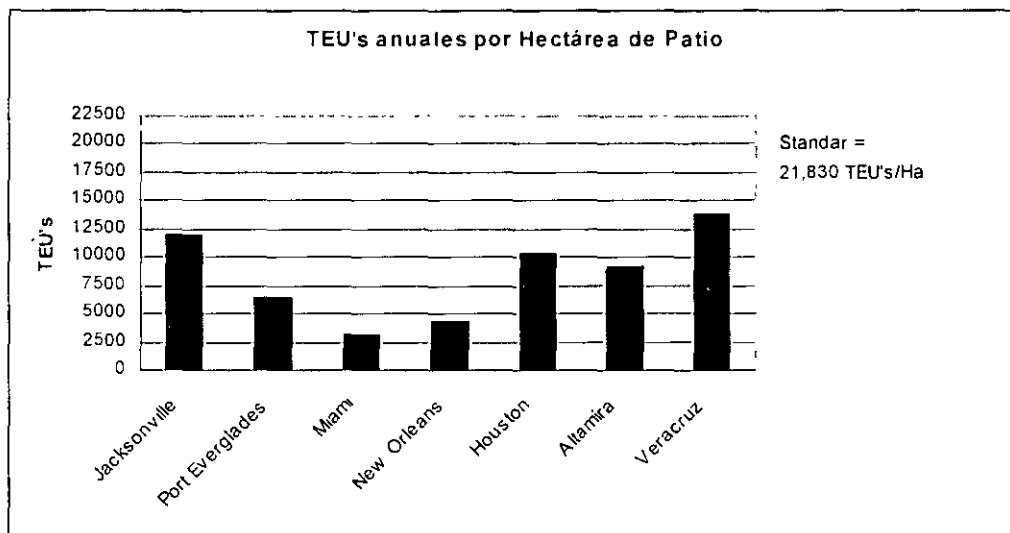
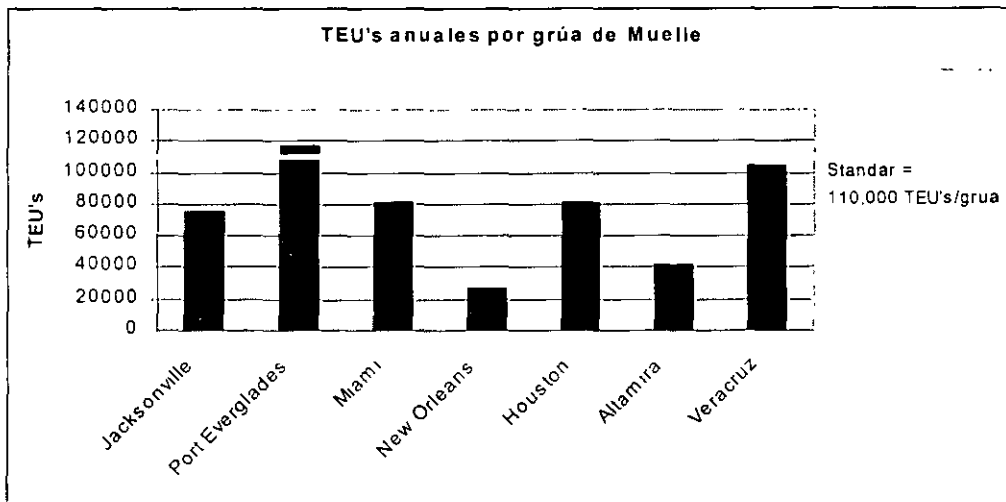
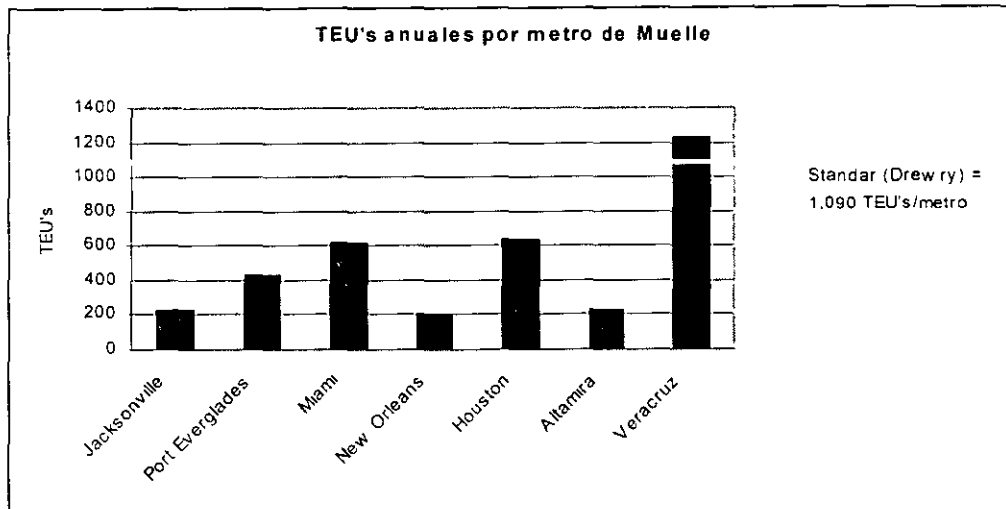
Ferrocarril	
Tiempos de carga y descarga de ferrocarril	$((100/1.58) \times 2) / 25 = 5 \text{ hrs/tren}$
Tiempo de maniobras de entrada y salida de ferrocarril a la terminal intermodal	$1.5 \times 2 = 3 \text{ hrs}$
Tiempo total del servicio al ferrocarril	8 hrs/tren
Número de TEU's operados	200 TEU's/tren
Productividad efectiva	25 TEU's/hora
Capacidad (25 x 365 x 24)	* 219,000 TEU's/año

* No se considera factor de correccion porque el segundo tren puede ser atendido inmediatamente

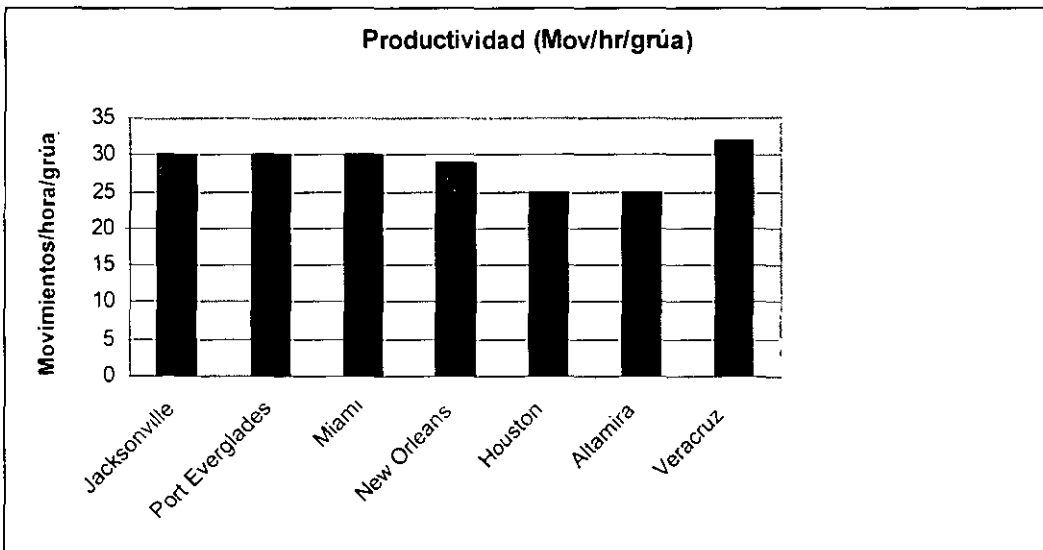
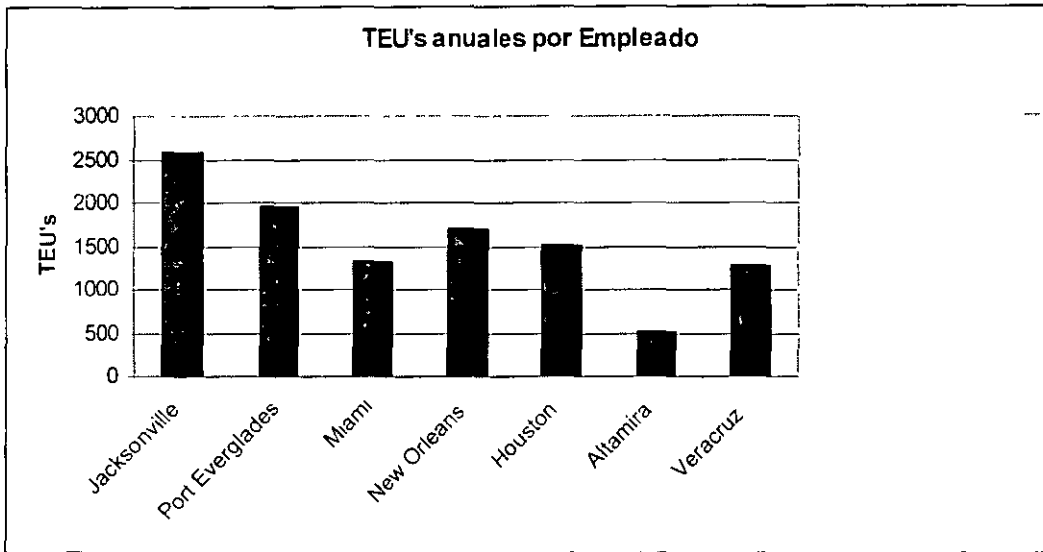
Capacidad Total de Entrega - Recepción = 1,165,698 TEU's/año

Anexo C.1

COMPARACION GRAFICA DE LA EFICIENCIA DE ALGUNAS TERMINALES DE CONTENEDORES DE LA REGION DEL GOLFO DE MEXICO



Continuación Anexo C.1



Anexo D.1

EJEMPLO DE APLICACION DEL MODELO DE EVALUACION DE EFICIENCIA PORTUARIA REGIONAL

Con objeto de evaluar la efectividad del conjunto se propuso de manera arbitraria una calificación a cada concepto, aceptando que la media es el punto de referencia con $\pm 10\%$ para calificarlo como estándar, las variaciones de $\pm 25\%$ pueden clasificarlo como regular o bueno y superiores o inferiores a estos valores son calificados como muy buenos o bajo respectivamente; otorgando una calificación del 1 al 5 en cada concepto, lo cual se presenta en los cuadros siguientes.

Criterio de Ponderación

Indicador	Unidad	Media (M)	Clasificación							
			Bajo menor a	Regular		Estándar		Bueno		Muy Bueno mayor a
				desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	
Productividad	cont/hr	28.71	21.53	21.53	25.84	25.84	31.58	31.58	35.89	35.89
Eficiencia-Grúa	TEU's/grúa	75,350	56,513	56,513	67,815	67,815	82,885	82,885	94,188	94,188
Eficiencia-Patio	TEU's/Ha	7,806	5,855	5,855	7,025	7,025	8,587	8,587	9,758	9,758
Eficiencia-Muelle	TEU's/m	508	381	381	457	457	559	559	635	635
Eficiencia-Rec. Humano	TEU's/hombre	1,552	1,164	1,164	1,397	1,397	1,707	1,707	1,940	1,940
Ponderación			1	2	3	4	5	5	5	5

Evaluación de la Eficiencia

Puerto	Productividad	Equipo (Grúa)	Muelle	Patio	Recurso Humano	Total	Indice IPER
Jacksonville	3	3	1	5	5	17	68%
Port Everglades	3	5	1	2	5	16	64%
Miami	3	3	3	1	3	13	52%
New Orleans	3	1	1	1	4	10	40%
Houston	2	3	3	4	4	16	64%
Altamira	2	1	1	2	1	7	28%
Veracruz	4	5	5	5	2	21	84%

De lo anterior se puede apreciar la alta eficiencia en el caso de Jacksonville, Houston y Veracruz, así como la baja en New Orleans y Altamira.

Anexo D.2

EJEMPLO DE APLICACION DEL MODELO DE EVALUACION DE EFICIENCIA PORTUARIA STANDAR

Calculo de la Utilización bajo Estándares								
Puerto	Muelle		Patio		Grúa		Capacidad Variable	
	St = 1,090 TEU's/m/año		St = 21,830 TEU's/Ha		St = 110,000 TEU's/año			
	TEU's/m/año	Utilización	TEU's/Ha/año	Utilización	TEU's/grúa/año	Utilización	Miles de TEU's/año	Utilización
Jacksonville	222	20%	12004	55%	75383	69%	950	79%
Port Everglades	432	40%	6450	30%	117398	107%	1630	43%
Miami	610	56%	3092	14%	81376	74%	1350	60%
New Orleans	208	19%	4254	19%	27180	25%	850	29%
Houston	635	58%	10399	48%	80681	73%	1400	69%
Altamira	222	20%	9221	42%	41680	38%	700	24%
Veracruz	1224	112%	13833	63%	103750	94%	750	55%

Evaluación de la Eficiencia						
Puerto	Utilización (%)					Indice IPES
	Muelle	Patio	Grúa	Capacidad	Total	
Jacksonville	20%	55%	69%	79%	223%	56%
Port Everglades	40%	30%	107%	43%	219%	55%
Miami	56%	14%	74%	60%	204%	51%
New Orleans	19%	19%	25%	29%	92%	23%
Houston	58%	48%	73%	69%	248%	62%
Altamira	20%	42%	38%	24%	124%	31%
Veracruz	112%	63%	94%	55%	325%	81%



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CA 092 INGENIERIA MARÍTIMA Y PORTUARIA

DEL 17 AL 22 DE NOVIEMBRE

Tema

INGENIERIA DE COSTAS

**EXPOSITOR: ING. MIGUEL MONTOYA RODRIGUEZ
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE DEL 2003**

6. NORMAS Y RESUMEN DE CONCLUSIONES RECOMENDADAS PARA EL PROYECTO DE MEDIDAS COSTERAS.

En este capítulo vamos a intentar recopilar aquellas normas y recomendaciones útiles para el trabajo del proyectista, entresacadas de la exposición que hasta ahora se ha hecho y enriquecidas, en lo posible, con alguna puntualización posterior.

Dividiremos este capítulo en dos grandes partes: La referente a normas de "Filosofía Costera" y las "Específicamente Técnicas".

6.1. Normas de "Filosofía Costera".

Debemos siempre, antes de meternos "de cabeza" en la solución, tener presente los siguientes elementos de juicio:

6.1.1.) Las recomendaciones, ya enunciadas, del Comité del Congreso Internacional de Navegación de París sobre:

a) Estudios en la Naturaleza:

- datos previos
- cubricaciones periódicas
- evolución de las costas
- espigón de ensayo
- trazadores radioactivos
- análisis mineralógicos

b) Estudio sobre modelos:

- empleo
- reproducción correcta de los fenómenos
- tarados

6.1.2.) El funcionamiento de cada tipo ante la fuente y el perfil, de acuerdo con Bruun.

6.1.3.) Condicionantes de los criterios de elección del tipo de defensa:

Debemos de tener en cuenta, que a la hora de realizar un proyecto necesitamos saber de antemano una serie de factores que evidentemente condicionarán nuestra solución.

Citaremos entre otros:

- El marco paisajístico que condicionará tanto el uso de materiales como la concepción de la planta general del proyecto.
- "El nivel de confort" deseado para los bañistas, lo que repercute en la granulometría máxima admitida por el material de aporte.
- Coronaciones máximas admitidas para no interrumpir la vista del mar.
- Densidad de usuarios previsible en la playa que nos fijará un mínimo de zona "seca" de arena.
- Condiciones de renovación de agua para evitar la polución.
- Posibilidad de admitir, o no, la realimentación periódica de la playa.
- Valor máximo de las corrientes admitidas en la zona de baño
- Nivel de agitación residual tolerada en la zona de baño.
- Repercusiones en las secciones vecinas.
- Criterio económico (disponibilidad).

Como vemos estos factores nos hablan de un sentido un tanto ajeno, normalmente, a la técnica del Ingeniero. Estamos manejando *conceptos funcionales y estéticos*, y nadie mejor que el inolvidable profesor Torroja para recordarnos que la estética debe ser una de las cualidades que debe presidir nuestros trabajos, que justamente en la construcción de puertos deportivos y en la planificación y ordenación de la costa es elemento tan básico, que ha obligado al especialista a la creación de nuevas formas, para evitar la pérdida de la vista del mar por culpa de los paredones que el hombre interpone en busca del abrigo y protección.

El proyectista - escribe Torroja - tendrá, en unos casos, que elegir entre tal o cual solución posible imaginada, ponderando sus posibilidades estéticas. En otros casos, deberá pensar solamente si corrigiendo sus formas, puede perfeccionar y sobrevalorar la expresión estética sin forzar excesivamente las otras condiciones funcionales, resistentes, constructivas y económicas.

Tanto en un caso como en otro, el proyectista tendrá que guiarse por su instinto y su educación artística más que por reglas concretas: porque, en lo estético, es mucho más difícil que en lo técnico, dar reglas generales que no queden en las nubes de la filosofía general del arte, sin aplicación y contactos directos con el problema particular que ocupa.

Por eso, se requiere tanto el sentimiento artístico como la preparación técnica, si no se quiere que los productos de la imaginación queden en el aire, como aquellas estatuas del Gog, de Papini, que el artista tallaba en humo, y cuyo mejor encanto nacía de la brevedad inconsciente de su existencia.

De poco vale la belleza de un arco, si no hay punto de vista para abarcarlo por entero.

Hay que tener presente que uno de los encantos de la belleza radica precisamente en no derivar, obligada y deductivamente, de procesos lógicos. Se pueden encontrar leyes generales que todos los artistas llevan en el corazón; pero nunca son suficientes para determinar la producción artística como consecuencia obligada de un sistema de ecuaciones. En este caso, el problema queda indeterminado. A la figura femenina no le basta cumplir todos los cánones de proporciones y medidas, que han ido encontrando los eruditos, si le falta la personalidad que se acusa en el brillo inteligente de su mirada y en la expresión dinámica de su sonrisa. Y, del mismo modo, la obra requiere tener una personalidad. Es inútil sobrecargarla de reglas y reglillas, ni buscarle razones resistentes o funcionales. La Victoria de Samotracia no podrá nunca volar, porque es de piedra y porque la superficie de sus alas es a todas luces, aerodinámicamente insuficiente para ello; pero, en ruinas como está, sin alas, ni brazos, ni cabeza, seguirá apareciéndose como compendio de todos los sueños de superación y de predominio del ideal sobre la materia.

Todos estos y otros condicionantes, que parecen evidentes, pero que fácilmente se olvidan, deben estar siempre presentes en un primer análisis.

Es de vital importancia el tomar, en algún caso, coeficientes de seguridad extraordinarios ante situaciones extraordinarias. Nos estamos refiriendo a playas que tengan una importancia vital para el funcionamiento de una ciudad o complejo turístico. En casos como el de la Concha de San

Sebastián, la Playa del Postiguet de Alicante, no nos podemos permitir el "lujo" de fallar, ni funcional ni estéticamente

No olvidemos que existe una escasa posibilidad de reparar los entuer-tos que se realicen en las costas, y por supuesto siempre con elevado coste de reparación.

6.2. Normas "Específicamente Técnicas".

Vamos a subdividir estas normas en unas de carácter más general, que reflejan fielmente los trabajos de la Comisión Internacional del Oleaje sobre esta materia, y en otras ya de carácter individual para cada tipo de defensa particular.

6.2.1. Normas técnicas generales.

1º.- La Comisión Internacional del Oleaje considera que la elección del emplazamiento de la implantación de las obras de defensa de costas es un factor extremadamente importante para el funcionamiento racional y eficaz de obras que ofrezcan una protección adecuada y un mantenimiento correcto del estrán. Esta elección depende directamente de un estudio adecuado del régimen de la costa (transporte litoral), ya que este régimen influye considerablemente en la elección de las obras de defensa. Aunque la Comisión no aborda, en estas consideraciones, el estudio de estos problemas, no es porque ello lo juzgue poco importante sino más bien porque estima que salen del cuadro de su programa de trabajo.

2º - La Comisión recomienda, en consecuencia, a falta de otras líneas de conducta más definitivas

- a) Utilizar los mismos métodos de cálculo de dimensionamiento de obras que para los diques verticales, los diques mixtos, los diques de talud o los diques de núcleo de arena con revestimiento bituminoso.
- b) Inspirarse, durante la concepción de obras de defensa de costas, en la experiencia adquirida por la observación del comportamiento de obras del mismo género, en profundidades comparables.
- c) Efectuar estudios sobre modelos reducidos, cuando esto se justifique por razones de economía o de seguridad, haciendo especial atención en los riesgos de destrucción de la cabeza de las defensas (en las normas particulares de los espigones se sugieren algunas cifras para aumentar el peso de los elementos del manto exterior de los morros), así como en los riesgos de la socavación de los fondos al pie de las obras.

3º.- La degradación de las obras por socavación es particularmente importante para las obras de defensa de costas, ya que la velocidad de las partículas del agua en el fondo es relativamente mayor en aguas poco profundas.

Las obras de defensa de costas corren, más frecuentemente, el riesgo de ser dañadas por la acción de las olas rotas.

La diferencia esencial entre las obras de defensa de costas y las obras portuarias estriba en que los dos tipos de obras no juegan el mismo papel. Las obras portuarias, cuyo fin es proteger la navegación, se encuentran en general en aguas más profundas, mientras que las obras costeras están implantadas en aguas poco profundas, en la proximidad del estrán, expuestas a las olas rotas. Además en las obras costeras construidas perpendicularmente al estrán, tal como espigones y diques, las crestas de las olas son, la mayoría de las veces, perpendiculares a la obra. De aquí, que los factores de seguridad sean en ocasiones menos exigentes para las obras de protección de costas.

La altura máxima de las rompientes es función de la altura de agua en el lugar de la obra, del período de la ola y de la pendiente de la playa.

4º.- En lo que concierne a la socavación al pie de los diques, parece que la profundidad de socavación, en taludes de pendientes de 1 a 1,5, puede alcanzar aproximadamente la mitad de la altura de agua inicial en el mismo lugar. En el caso de diques verticales la profundidad de socavación puede alcanzar 0,7 veces esta altura de agua. Estos valores no son más que aproximados ya que la profundidad de socavación está determinada por el género de la obra, el estado del oleaje y las características de los sedimentos. Además, la socavación puede agravarse cerca de las extremidades de las obras donde la acción de las olas puede ser más fuerte.

5º.- Otro factor a tomar en consideración, para los diques y espigones ligados a tierra, es la posibilidad del deterioro de la obra durante los períodos de olas altas y altos niveles de agua. Conviene asegurarse que tales obras estén ligadas a tierra de manera adecuada.

6º.- La longitud de un espigón constituye uno de los factores importantes de la acción posible de estas obras, conviene, pues poder mantener esta longitud si se quiere que la obra conserve siempre el mismo efecto. Puede ser útil, en el caso de espigones construidos sobre orillas expuestas al retroceso, concebir un morro relativamente inestable que ofrezca una posterior posibilidad de retroceso para mantener así la longitud del espigón.

6.2.2. Normas técnicas particulares.

6.2.2.1.) Espigones.

La recopilación más exhaustiva sobre el tema de los espigones puede ser la realizada en 1972 por J.H. Balsillie y D. W. Berg con una documentación de 450 artículos que cubre el periodo de 1900 a 1971.

Los autores dividen en tres los conceptos fundamentales que deben servir de base para el proyecto de las estructuras de espigones:

- A) Los procesos costeros (datos de viento, altura, periodo, ángulo del oleaje, pendientes de playa, características del sedimento, etc.).
- B) Diseño funcional (espaciamiento, longitud, altura, orientación respecto a la línea de costa, permeabilidad y ajustabilidad, diseños especiales).
- C) Diseño estructural (materiales de construcción y su funcionamiento).

Resumiendo la exposición del artículo, nos centramos en el desarrollo del punto B, recogiendo sólo una parte de las tablas que exponen la opinión de distintos investigadores con objeto de justificar que no hay una solución universal que resuelva todos los problemas.

a) Longitud.

- Bruun, y Manohar: (experimentación en la naturaleza, 1963):

La máxima efectividad se consigue cuando se extienden hasta profundidades de 12 a 18 pies. (aprox: 3,5 - 5,5 m)

- Nagai (Japón) 1956, (estudio sobre modelos de fondo móvil):

La óptima distancia es que lleguen hasta el 40% de la distancia a la línea de rotura en "Plunging", cuando el oleaje tiene un peralte de 0,01 a 0,02. Las pruebas mostraron que esta situación es la que produce mayor depósito aguas abajo y la menor pendiente aguas arriba tanto en los lados como en el final del espigón.

- Kemp (1962) Inglaterra (modelo sobre fondo móvil).

Orientación	esp. bajo	esp. alto y largo	esp. alto y corto
30° barlovento	51	43	67
normal	60	50	71
20° sotavento	87	55	67

La tabla indica el % de material, respecto al total, recogido aguas abajo, después de tres ciclos de oleaje, con espigones impermeables.

– Shore protection manual (1.966) U.S.A.

La longitud correcta de la predicción final del perfil de la playa estabilizada, depende de los siguientes factores: el perfil original de la playa, las condiciones de la corriente litoral, los planos de oleaje y la anchura de la playa deseada.

Tipo de espigón	Profundidad alcanzada	Cantidad de corriente litoral interrumpida
alto	10 pies o más	100 %
alto	4 a 10	75 %
bajo	10 pies o más	75 %
alto	1 a 4 pies	50 %
bajo	menor de 10 pies	50 %

– Barcelo J.P. (Portugal) 1.970 (modelo de fondo móvil).

Los espigones inclinados, para el mismo espaciamento, deben ser más largos, por ejemplo si $\alpha_0 = 20$, con inclinación 70° , los espigones deben ser 30 % más largos que los normales correspondientes.

– Kolp, Otto 1.971 (experimentación en la naturaleza)

Generalmente recomienda el uso de largos espigones. Los espigones cortos fallan para "atrapar" y son eficientes para retener. Preconiza el empleo de relleno artificial en conjunción con largos espigones.

b) Dirección.

- Kemp (1.962) Inglaterra: ver referencia anterior.
- Shore Protection Manual (1.966) U.S.A.

La máxima economía se consigue con espigón normal. En los casos en los que la alineación de la costa pueda cambiar, es deseable construir los espigones con un ángulo inicial, para conseguir que al final tengan una dirección normal a la costa

- Barcelo (1.970) Portugal (estudio sobre modelos) (Fig. 294 a).

$$\beta = 90^\circ \text{ para } \alpha_0 = 20^\circ$$

$$\beta = 70^\circ \text{ para } \alpha_0 = 10^\circ$$

Si el oleaje restante es variable, los espigones deben construirse normales a la costa

- Nagai (1.958) Japón (modelos fijos) (Fig. 294 b).

θ	α	D
30°	110°	1/3
45°	90 a 110°	1/3
60 a 90°	90°	1/3 - 1/4

(D = longitud/separación)

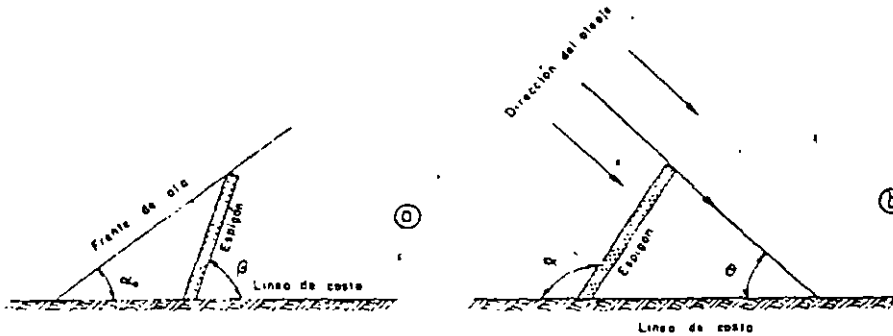


Fig. 294 a y b.

c) Altura.

- Schijf J.B. (1.959) Holanda.

Los espigones serán tan bajos como sean compatibles con la reducción del efecto sobre la corriente litoral.

- Kemp (1.962) Inglaterra, ver referencia anterior.

- Bruun y Manohar (1.963) (experimentación en naturaleza):

La mínima altura será igual al nivel máximo de agua, más la altura de la subida (uprush) del oleaje normal.

- Shore Protection Manual (1.966) U.S.A.

El espigón debe ser construido en tres secciones:

a) horizontal junto a la costa, b) intermedia, c) sección más fuerte al final

Su altura depende de los métodos de construcción, del perfil de la playa, del "uprush" y de la corriente litoral (ver tabla del apartado a).

d) Permeabilidad - Ajustabilidad de la coronación.

- Shore Protection (1 966) U S A.

Ajustable. se usa cuando se espera conseguir una ancha playa con un mínimo de daño a sotavento

Permeable: en el estado actual no se pueden sacar conclusiones, por falta de conocimientos en cuanto a su efectividad

- Bruun y Manohar

Ajustable recomienda su uso para regular la cantidad de transporte suministrado aguas abajo.

Permeable. el lado de sotavento suele ser bastante rígido.

- Kolp, Otto (1 971).

Permeables encuentra que el 37% de espacio abierto reduce el flujo al 50% (ha usado pilotes para la construcción de espigones).

e) Distancia entre espigones.

Este parámetro viene expresado según la relación: longitud del espigón/distancia de separación.

– Shore Protection (1.966) U.S.A.

1/2 ó 1/3 (sugiere un método de cálculo aproximado). Un sistema de espigones demasiado cerrado desviarà el material hacia mar adentro en lugar de crear una playa ancha

– Barcelo J.P. (1.968) Portugal (estudios en modelo).

1/2,5 para $\alpha_o = 20^\circ$

1/3,5 para $\alpha_o = 10^\circ$

1/4 para $\alpha_o = 5^\circ$

donde α_o es el ángulo de incidencia con la línea de playa.

– Bruun y Manohar (1.963).

1/1,5 a 1/4

Según que el tamaño del material aumente y crezca la corriente litoral, deben espaciarse.

Según que la pendiente del perfil de la playa y la pendiente de las olas aumente, la distancia deberá disminuir.

– Nagai (1.950) Japón (modelos de fondo móvil).

1/3 a 1/4

f) Orden de instalación.

Respecto a la separación añadiremos, que si los espigones del sistema son rebasables, o se hace un relleno artificial, es suficiente con eso. En otro caso, las dimensiones de las celdas habrán de ser tales que las trayectorias del transporte sólido, desde el depósito formado en las inmediaciones del morro del espigón, queden incluidas dentro de las celdas correspondientes. Este aspecto tiene especial importancia si el orden de ejecución de los espigones tiene el mismo sentido que el del transporte sólido, siendo más lógico el avance en sentido contrario al del transporte sólido.

El plazo, entre instalaciones de espigones consecutivos, deberá ser suficientemente largo para que se establezca el equilibrio en la zona de depósito a barlovento del espigón de cabeza (fig. 295).

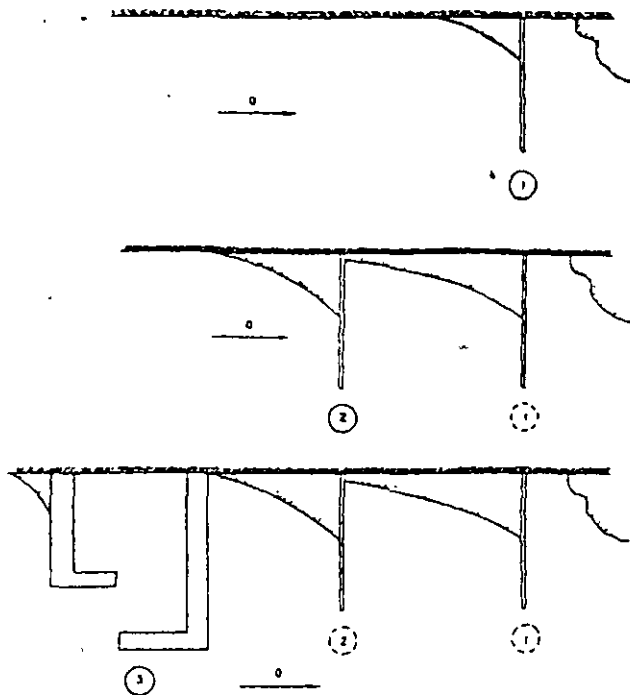


Fig. 295.- Orden de construcción de los espigones según el sentido del transporte sólido litoral.

Un ejemplo típico de éxito de un campo de espigones, al seguir esta norma, es el puerto de Lobito en Angola presentado por Castanho, en el Congreso de Ottawa (Canadá), del que ya hablamos anteriormente al comentar la fórmula de incidencia oblicua de este Ingeniero portugués.

El problema era el de investigar si la flecha llegaría a cerrar la bahía, y si esto sucediese, qué estructuras serían más adecuadas para prevenir esto. Fue estudiado el caso, en modelo reducido, en el Laboratorio de Ingeniería Civil de Lisboa. El transporte litoral ya vimos que era de unos 200.000 m³ al año. La conclusión a que se llegó es que sólo el efecto de un campo de espigones podría impedir el cierre de la bahía para la navegación. Se decidió comenzar por el final de la lengua, en sentido contrario al del transporte sólido, con espigones de 100 m de longitud y una separación de 300 m (figuras 296 - 297 - 298 y 299).

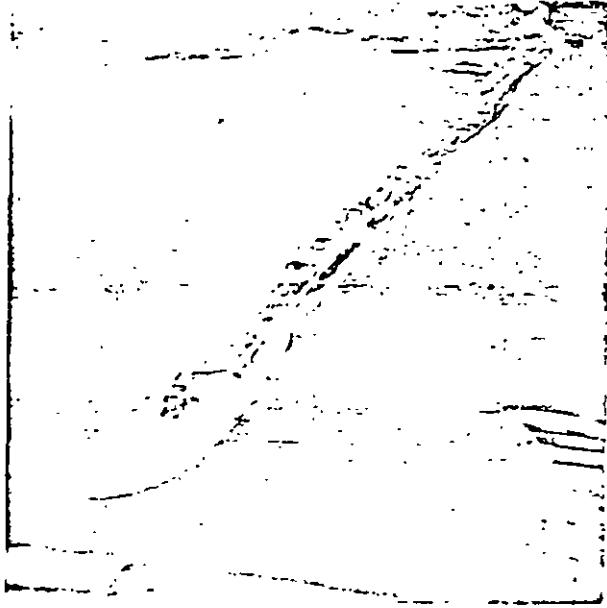


Fig. 296a - Flecha de Lobito antes de la construcción de los espigones

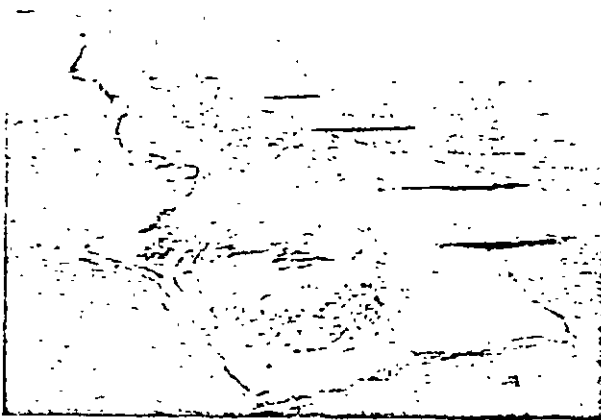


Fig. 296b - Flecha de Lobito después de la construcción de los espigones.

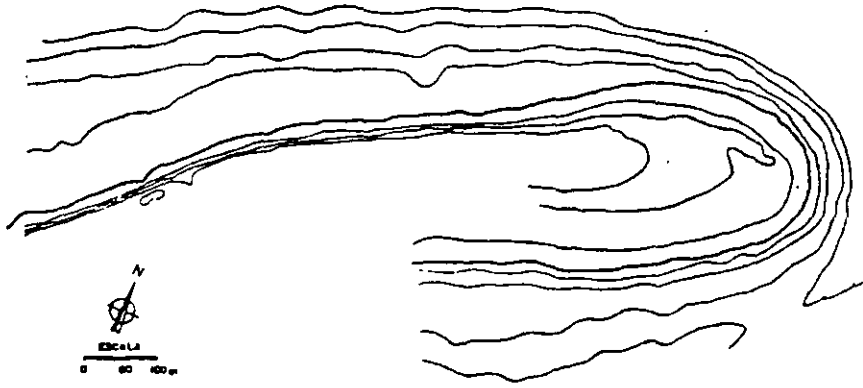


Fig. 297.- Forma en planta inicial de la flecha de Lobito.

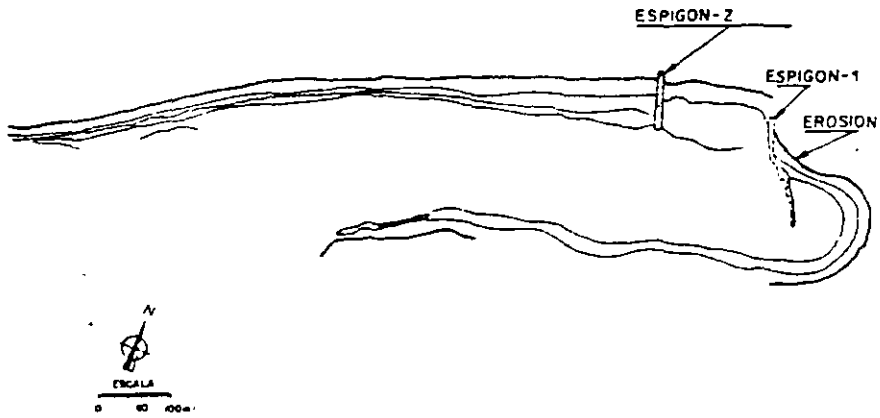


Fig. 298.- Flecha de Lobito.- Erosión y acreción causada por la construcción del primer espigón.

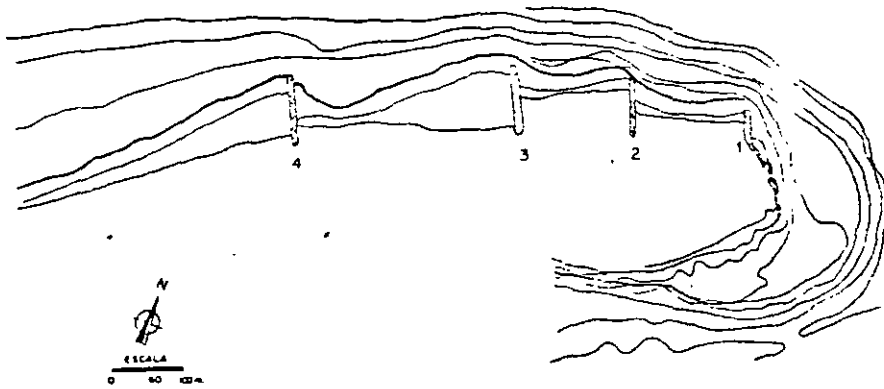


Fig. 299.- Flecha de Lobito.- Estado de la construcción de espigones en 1.967.

Por último añadiremos que "el principio de Shortening", recogido sucesivamente por los investigadores Kressner (1928), Thierry y van der Burgt (1949) y Bruun (1952), que limita la zona que debe protegerse con espigones de longitud decreciente con la recomendación de no sobrepasar los seis grados sexagesimales, es una medida que indudablemente retrasa el efecto de la erosión, pero, evidentemente a la larga, el problema vuelve a trasladarse aguas abajo de la defensa tal como comentábamos en la descripción del campo de espigones. Se trata por tanto de un parche y no de una solución definitiva, a no ser, claro está, que, justamente al final del tramo de defensa proyectado, la situación cambie por la propia configuración de la costa (fig. 300).

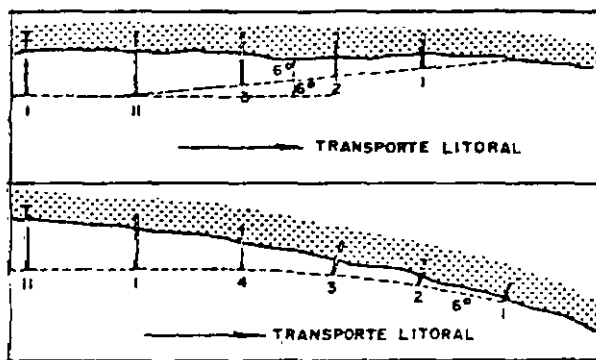


Fig. 300.- Principio de Shortening de Kressner.

g) Cálculo.

Aunque no es objeto de esta publicación el cálculo de los diques de salud, ya que por su importancia deberá incluirse en una publicación específica, sin embargo, debido al apogeo que ha alcanzado este tipo de diques para las soluciones de los problemas de defensas de costas, parece oportuno hacer algunas observaciones al respecto.

Para ello haremos referencia a las conclusiones de la Comisión Internacional del Oleaje sobre este campo, sobre todo teniendo en cuenta que nos movemos en profundidades reducidas y por tanto que el fondo es un factor más restrictivo, en este caso, que otro tipo de factores.

Esta selección de los comentarios de la Comisión tiene como objetivo principal el dar la señal de alerta ante factores que hasta ahora no se han tenido en cuenta en el cálculo, tales como el período.

PROLONGACIÓN DE LAS ESCOLLERAS NORTE Y SUR EN EL PUERTO DE TUXPAN, VER.

El puerto de Tuxpan está ubicado en la zona norte del estado de Veracruz, a 300 km. del puerto de Veracruz y a 200 km. al sur de Tampico, se localiza en la margen derecha del río que lleva el mismo nombre, 5 km. arriba de la desembocadura.

Este puerto al igual que todos los puertos fluviales está sujeto a los azolves provenientes de la parte alta de la cuenca del río, que bajan en la temporada de lluvias y a los acarrees litorales que se producen en ambas direcciones, según la temporada del año que se trate.

Dentro del Programa Maestro de Desarrollo del puerto de Tuxpan, se contempla al corto plazo la profundización del canal de acceso exterior de 12,50 mts. que tiene actualmente a 14.00 mts., y la construcción de una dársena de ciaboga de 750.00 mts. de diámetro, localizada inmediatamente arriba del arranque en tierra de las escolleras, frente a la salida del canal de la laguna de Tampamachoco.

Paralelamente se ejecutarán otros trabajos como la nueva Terminal de Contenedores de T. M. M. con sus respectivos muelles frente a la dársena citada, el nuevo camino de acceso de cuatro carriles que unirá al puerto con la autopista a México y la terminación por parte del Gobierno Federal del tramo de autopista faltante a través de la sierra, para unir al puerto de Tuxpan con el altiplano del Valle de México, siendo este el puerto mas cercano del Golfo de México, con sólo 270 km. de longitud, ya que la distancia de Veracruz a México es de 450 km.

Siendo el objetivo de esta obra el reducir drásticamente el acarreo litoral y no el de crear una zona de calma rompiendo la energía del oleaje, fue que los proyectistas se avocaron a estudiar y proponer un tipo de estructura sumergido, formado a base de elementos permanentes de alta durabilidad sobresaliendo ligeramente de la superficie del agua, los que forman un obstáculo al tránsito de material playero al interior del canal de navegación.

El diseño consideró, analizando el oleaje profundo y trasladándolo a profundidades someras una ola máxima de tormenta de 5.00 mts. con una sobrelevación de 1.00 mt., obteniéndose del análisis un núcleo de piedra con tamaños de 0.080 a 4.5 ton. y una coraza en el cuerpo a base de elementos precolados "Core - Loc" de 13.88 ton y en el morro de 16.85 ton.

Este tipo de elementos ofrece una mayor ventaja sobre cualquier otro , ya que al tener una mayor liga entre las piezas, permite obtener elementos de un menor peso al trabajar todos en conjunto, siendo suficiente la colocación en una sola capa y no en dos, según garantía escrita extendida por los dueños de la patente.

Lo anterior permitió al proyectista lograr una estructura mas esbelta y a un menor costo, ya que aún teniendo que pagarse los derechos de la patente al cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos, lo que ocasiona tener que pagar concretos de un mayor precio unitario, el costo total de la obra es menor, debido precisamente al menor volumen de material a utilizar, suponiendo en todos los casos que se compararán, pendientes de 1.5:1.

Ilustrando lo anterior se comparan, considerando una longitud de 10.00 mts, tres tipos de estructuras; 2 sumergidas y 1 tradicional emergida, a base de 2 capas de cubos de concreto de 25 ton. en la coraza y otra a base de una capa de elementos " Core -Loc " de 13.88 ton. en todos los casos con taludes de pendiente 1.5 :1

ESTRUCTURA EMERGIDA (10 MTS; CUBOS).

PIEDRA.....	5,000 TON.	X \$ 363.00 = \$ 1'815,000.00
CUBOS... ..	1,204 M3...	X 1,610.00 = <u>1'938,440.00</u>
	SUMA	\$ 3'753,440.00

ESTRUCTURA SUMERGIDA (10 MTS; CUBOS)

PIEDRA	1,418 TON.	X \$ 453.00 = \$ 642,354.00
CUBOS	560 M3	X \$ 1,924.00 = <u>1'077,440.00</u>
	SUMA	1'719,794.00

ESTRUCTURA SUMERGIDA (10 MTS; CORE-LOC)

PIEDRA.....	1,418 TON.	X \$ 453.00 = \$ 642,354.00
CORE-LOC.....	32 PZAS.	X \$ 18,252.00 = <u>584,064.00</u>
	SUMA.....	1'226,418.00

Por lo anterior se tiene que el costo de la estructura sumergida de "Core – Loc " es el 33 % de la emergida con cubos de concreto y el 70 % de la sumergida también de cubos de concreto.

La pedrera utilizada denominada " El Aguila ", se localiza a 63 km. de la obra, es un basalto con una densidad de 2,7 y la misma, no tiene capacidad para proporcionar elementos de coraza de los pesos requeridos por el proyecto.

Del análisis anterior se concluye.

- 1.- La estructura base de elementos precolados " Core – Loc " es la mas económica para satisfacer el propósito que se busca.
- 2.- El costo del concreto en los " Core – Loc " es de \$ 2,943.00/m³, lo que representa un 52 % mas elevado que el de los bloques que es de \$ 1,924.00/m³, lo anterior debido a los cargos por derechos de la patente.
- 3.- La amortización de los cargos fijos de la patente se consideró en un total de 1,000 elementos, aun cuando a la fecha se llevan fabricadas 1,250 piezas mismas que se llevan colocadas a la fecha; al fabricar un mayor número de elementos dichos cargos bajarán, haciendo todavía mas económica este tipo de estructura sobre cualquier otra.

Los "Core – Loc" utilizados son elementos de concreto simple con una resistencia a la compresión igual o mayor de 350 kg/cm², fabricados con cemento resistente a los sulfatos y agregado grueso con tamaño máximo de 1 ½ " .

A la fecha la Administración Portuaria de Tuxpan, ha realizado la prolongación de ambas escolleras en tres etapas, llevándose construidos en la actualidad 220 mts. (2000 al 2002) de la escollera norte y 120 mts. en el 2003 de la escollera sur.

De acuerdo a los estudios de acarreo litoral efectuados por los proyectistas, es necesario prolongar 80 mts. adicionales cada una de las escolleras para lograr detener en su totalidad el acarreo litoral, logrando darle una vida útil a las estructuras para los próximos 40 años, aún profundizando el canal de acceso a 14.00 mts., como se tiene previsto.

Con lo anterior la prolongación total para cada una de las escolleras será de 300 mts. para la escollera norte y 200 mts. para la escollera sur, quedando concluidas las obras para finales del 2005.

Por experiencia de los años anteriores la mejor época del año para trabajar en cualquiera de las dos escolleras es en verano, una vez terminada la temporada de nortes (octubre a marzo), ya que en esta última es cuando se tiene el oleaje mas severo y consecuentemente el mayor número de días inactivos.

Sin embargo aún en verano en la escollera sur se tiene una mayor altura de ola que en la escollera norte, producto de la menor profundidad (5.50 mts. en promedio contra 8.50 mts. de la norte) y a los vientos del Este y Sureste que soplan en esa época del año..

La inversión que la Administración Portuana lleva realizada hasta el presente año es la siguiente :

ESCOLLERA NORTE (220 MTS.)

Profundidad promedio 8.50 mts.
43,200 ton. de piedra de 0.080 a 4.5 ton.

950 Core-Loc de 13.88 ton. en cuerpo
50 Core-Loc de 16.85 ton. en morro

Inversión del 2000 al 2002 \$ 42 millones (en promedio \$ 190 mil / mt.)

ESCOLLERA SUR (120 MTS.)

Profundidad promedio 5 50 mts.
15,400 ton. de piedra de 0.080 a 4.5 ton.
300 Core-Loc de 13.88 ton. en cuerpo
21 Core-Loc de 16.85 ton. En morro

Inversión del 2003 \$ 12.5 millones (en promedio \$ 105 mil / mt.)

TOTALES

58,600 ton. De piedra de 0.080 a 4.5 ton.
1,250 Core- Loc de 13.88 ton. En cuerpo
71 Core-Loc de 16.85 en morro

Inversión total \$54.5 millones.

CONCLUSIONES:

- 1.- El tipo de estructura que se adoptó ha cumplido a la perfección con la función para la cual se diseño (retención del acarreo litoral).
- 2.- El uso de los elementos "Core – Loc " nos ha permitido obtener significantes ahorros sobre otros tipos de estructuras, aún teniendo que pagar regalías, ya que cualquier otro tipo de elemento natural o artificial requiere doble capa de coraza.
- 3.- La alta calidad de los materiales usados, piedra con densidad 2.7 y elementos de concreto "Core – Loc " con resistencia a la compresión de 350 kg/cm² o mayor, garantizan la vida útil de la obra mas alla de los 40 años estimados para contener el azolve.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

CA 092 INGENIERIA MARÍTIMA Y PORTUARIA

DEL 17 AL 22 DE NOVIEMBRE

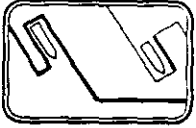
Tema

DIMENSIONAMIENTO PORTUARIO

EXPOSITOR: ING. JULIO PINDTER VEGA
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE DEL 2003



SECRETARIA
DE COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES



PUERTOS
MEXICANOS

Manual de

DIMENSIONAMIENTO P O R T U A R I O

Vocalía de Planeación

© Derechos Reservados
conforme a la ley
con un registro número **827592**
ante el Registro Público del Derecho de Autor

PUERTOS MEXICANOS
Organo Desconcentrado de la
Secretaría de Comunicaciones y Transportes

MANUAL DE DIMENSIONAMIENTO PORTUARIO

CONTENIDO

PRESENTACION	VIII
INTRODUCCION	X
CAPITULO 1. MARCO DE REFERENCIA	
1.1. Definiciones generales	1.3
1.2. Bases regulatorias	1.7
CAPITULO 2. DEFINICION Y CLASIFICACION	
2.1. Definición de puerto	2.3
2.2. Clasificación	2.3
2.3. Desarrollo de los puertos mexicanos	2.5
2.4. Elementos físicos constitutivos de los puertos	2.6
CAPITULO 3. CONDICIONANTES FISICAS	
3.1. Condicionantes físicas normales	3.3
3.2. Condicionantes físicas extraordinarias	3.34
CAPITULO 4. MODOS DE TRANSPORTE	
4.1. Introducción	4.7
4.1.1. Zonas de influencia	4.8
4.1.2. Transbordos y coordinación del transporte	4.9
4.2. Embarcaciones	4.10
4.2.1. Definición	4.10
4.2.2. Clasificación	4.10
4.2.3. Características y dimensiones	4.12
4.2.4. Tendencias	4.15
4.2.5. Buques de carga general	4.16
4.2.6. Buques portacontenedores	4.17
4.2.7. Graneleros, cereales, y minerales	4.19
4.2.8. Tanqueros (petroleros, licuables, metaneros)	4.20
4.2.9. Varios Transbordadores	4.22
4.2.10. Pesqueros de altura y costeros	4.25
4.2.11. Turísticos. Cruceros, deportivos y recreativos	4.25
4.2.12. De servicios, vigilancia y especiales	4.30

4.3. Autotransporte	4.32
4.3.1. Dimensiones y capacidades generales	4.32
4.3.2. Vehículos de carga	4.34
4.3.3. Vehículos de pasajeros	4.39
4.4. Ferrocarril	4.40
4.4.1. Datos Generales	4.40
4.4.2. Locomotoras (fuerza tractiva)	4.41
4.4.3. Carros de ferrocarril (equipo de arrastre)	4.42
4.4.4. Sistemas terrestres de F.C.	4.46
4.5. Transporte Integrado o sistema multimodal	4.48
4.5.1. Descripción y Componentes	4.48

CAPITULO 5. PUERTOS GENERALES

5.1. Introducción	5.11
5.2. Areas de agua	5.13
5.2.1. Clasificación	5.13
5.2.2. Factores que afectan al dimensionamiento	5.15
5.2.2.1. Factores físicos	5.16
5.2.2.2. Factores de control	5.22
5.2.3. Condiciones de operatividad. Metodología	5.23
5.2.4. Acceso al puerto	5.30
5.2.4.1. Bocana	5.30
5.2.4.2. Canal de acceso	5.31
5.2.4.3. Antepuerto y fondeadero	5.37
5.2.5. Areas de maniobras	5.38
5.2.5.1. Dársena de ciaboga	5.38
5.2.5.2. Dársena de maniobras	5.41
5.2.5.3. Canales secundarios	5.42
5.2.6. Dársena de servicios	5.43
5.3. Areas Terrestres	5.45
5.3.1. El puesto de atraque (P.A) generalidades y sus partes	5.45
5.3.2. Tipos de puestos de atraque	5.46
5.3.2.1. Criterios y recomendaciones para optimizar el número de posiciones de atraque	5.58
5.3.2.2. Criterios para la definición de solicitudes (fuerzas actuantes)	5.63

5.3.3. Tipos de muelles	5.71
5.3.3.1. Por su forma	5.71
5.3.3.2. Por su estructura	5.75
5.3.3.3. Elementos complementarios de muelles: elementos de amarre, escalas de desembarque y defensas	5.76
5.3.4. Criterios de dimensionamiento de las áreas terrestres	5.82
5.3.5. Dimensionamiento de los diversos tipos de puestos de atraque (P.A).	5.87
5.3.5.1. Puesto de atraque para carga fraccionada y/o unitizada	5.87
5.3.5.2. Puesto de atraque para contenedores	5.97
5.3.5.3. Puesto de atraque terminales polivalentes (varias operaciones)	5.113
5.3.5.4. Puesto de atraque buques de operación por rodadura (Roll on-Roll of denominado, Ro.Ro)	5.122
5.3.5.5. Puestos de atraque para carga a granel	5.129
5.3.5.6. Puesto de atraque de fluidos	5.149
5.3.5.7. Puesto de atraque de terminales de puertos industriales	5.166
5.3.6. La operación portuaria, equipo de transbordo y esquemas operativos	5.176
5.3.6.1. Clasificación de equipo y descripción técnica básica	5.182
5.3.6.2. Estándares nacionales de rendimiento	5.204
5.3.6.3. Esquemas operativos y carga asociada	5.209
5.3.6.4. Contenedores estándares ISO y procesos operativos	5.214
5.4. Servicios generales y especiales	5.225
5.4.1. Servicios generales	5.225
5.4.1.1. Suministro de agua potable	5.225
5.4.1.2. Suministro de energía eléctrica y de iluminación	5.228
5.4.1.3. Suministro de combustible	5.231
5.4.1.4. Drenaje sanitario y pluvial	5.232
5.4.1.5. Comunicaciones	5.233
5.4.1.6. Manejo de desechos	5.233
5.4.1.7. Equipo contra incendio	5.234
5.4.1.8. Sanitarios y médico de urgencia	5.237
5.4.1.9. Avituallamiento	5.238

5.4.2. Servicios especiales	5.238
5.4.2.1. Conservación y mantenimiento de embarcaciones y de áreas de agua	5.238
5.4.2.2. Pilotaje-Remolcadores	5.241
5.4.2.3. Capacitación y laborales	5.241
CAPITULO 6. OTROS PUERTOS	
6.1. Puertos Pesqueros	6.5
6.1.1. Esquema General del Puerto	6.5
6.1.2. Clasificación y esquema operativo	6.6
6.1.3. Areas de agua	6.6
6.1.3.1. Accesos al puerto	6.6
6.1.3.2. Areas de maniobras	6.8
6.1.3.3. Fondeadero	6.9
6.1.3.4. Condiciones de operatividad	6.10
6.1.4. Areas Terrestres	6.10
6.1.4.1. Esquemas de operación y equipamiento	6.10
6.1.4.2. Obras de atraque y amarre	6.11
6.1.4.3. Areas de transferencia de productos	6.14
6.1.4.4. Industrialización y procesamientos	6.16
6.1.5. Servicios Generales	6.22
6.2. Puertos Turísticos	6.29
6.2.1. Clasificación y esquema general	6.29
6.2.2. Areas de agua	6.31
6.2.2.1. Accesos al puerto	6.31
6.2.2.2. Dársena	6.32
6.2.2.3. Fondeadero	6.32
6.2.2.4. Condiciones de operatividad	6.33
6.2.3. Areas terrestres	6.33
6.2.3.1. Obras de atraque y amarre	6.33
6.2.3.2. Servicios a embarcaciones y usuarios	6.38
6.2.3.3. Almacenamiento en seco	6.41
6.2.3.4. Talleres de reparación y mantenimiento	6.42
6.2.3.5. Servicios generales	6.43

CAPITULO 7. SEÑALIZACION	
7.1 Señalamiento marítimo	7.5
7.1.1. Definición, clasificación y esquema general	7.5
7.1.2. Faros	7.7
7.1.3. Boyas y Balizas	7.8
7.1.4. Luces de situación y enfilación	7.17
7.1.5. Sistemas de radiocomunicación	7.19
7.1.6. Sistemas de posicionamiento	7.20
7.2. Señalamiento Terrestre	7.23
CAPITULO 8. RECOMENDACIONES SOBRE USO DEL SUELO, VIALIDAD Y ASPECTOS URBANO PORTUARIOS.	
8.1. Plan director del puerto y plan de desarrollo urbano del centro de población	8.5
8.2. Recomendaciones sobre zonas industriales, áreas ecológicas y accesos generales al puerto	8.7
CAPITULO 9. RECOMENDACIONES SOBRE IMPACTO AMBIENTAL	
9.1. Antecedentes	9.3
9.2. Estructura operacional del procedimiento de impacto ambiental	9.4
9.3. Técnicas de identificación de impactos ambientales	9.8
9.4. Modelo de análisis para un desarrollo portuario.	9.11
GLOSARIO DE TERMINOS	G.1
BIBLIOGRAFIA	B.1

PRESENTACION

El proceso de modernización general del país emprendido por la administración del Presidente Carlos Salinas de Gortari, ha sido instrumentado con decisión en el Sector Comunicaciones y Transportes.

En el subsector marítimo portuario, estas acciones se inician con la creación del órgano desconcentrado Puertos Mexicanos al que se responsabilizó de todos aspectos relativos al desarrollo del Sistema Portuario Nacional.

Los objetivos que el C. Lic. Andres Caso Lombardo, Secretario de Comunicaciones y Transportes determinó para Puertos Mexicanos pueden resumirse de la siguiente manera: la planeación integral del sistema portuario a efecto de que se incorpore plenamente a los mecanismos que incentiven el comercio exterior el desarrollo regional; la construcción, conservación, mantenimiento y modernización de la infraestructura incluyendo el dragado, así como el mejoramiento de la productividad general de las terminales marítimas para abatir los costos operativos del transporte y el estímulo de la participación privada para impulsar y ampliar el desarrollo del Sistema Portuario Nacional.

A dos años de haberse iniciado este proceso se observan resultados importantes. Tres nuevos puertos promotores del desarrollo regional han sido puestos en operación: Progreso, Pichilingue y Topolobampo; cuatro puertos más habrán sido dotados para 1992, del equipo y la infraestructura necesarios para alcanzar en su operación niveles internacionales de servicio, Manzanillo y Lázaro Cárdenas en el Pacífico y Altamira y Veracruz en el Golfo de México. Además la productividad del sistema se ha incrementado considerablemente; 100 % en la en contenedores y 50% en graneles, comparando cifras de 1991 contra las de 1988.

El programa de Puertos Mexicanos incluye la normalización de los elementos básicos de carácter físico y operativos que permitan estandarizar los criterios de planeación y dimensionamiento de las instalaciones portuarias, de tal manera que facilite a los proyectistas e interesados en la actividad marítima portuaria su rápida y confiable consulta. Para ello se ha escrito este Manual de Dimensionamiento Portuario que ofrece a servidores públicos, usuarios, prestadores de servicios y demás personas vinculadas con los puertos, un conjunto de criterios que normen los diseños marítimo y portuarios.

Al presentar este importante instrumento de consulta confiamos en que propicie el cabal conocimiento sobre la infraestructura en la material y la correcta aplicación de los elementos para proyectos portuarios.

Roberto Ríos Ferrer

INTRODUCCION

Introducción.

Puertos Mexicanos tiene como atribuciones en el ámbito de la planeación y el proyecto portuario:

- Planear, programar y ejecutar acciones para el desarrollo portuario
- Establecer políticas y estrategias operativas
- Construir, ampliar y mantener las obras marítimas y portuarias
- Supervisar las obras que se ejecuten
- Proyectar, programar y ejecutar los trabajos de dragado
- Llevar un catastro de las instalaciones portuarias
- Dirigir o presentar, según sea el caso, todos los servicios públicos portuarios
- Promover y coordinar las actividades portuarias a cargo de particulares.

Con este propósito, se estimó necesario reunir en un documento de fácil consulta los métodos y criterios disponibles para el dimensionamiento de las obras marítimas y portuarias. El resultado de ello es este manual que contiene aquellos que son los mejor probados en la práctica de la ingeniería portuaria hasta la fecha, habiéndose consultado diversas fuentes de información tanto nacionales como extranjeras, entre las que destacan publicaciones de la Organización de las Naciones Unidas, de la UNCTAD, de la Asociación Internacional Permanente de Congresos de Navegación, de la Agencia Internacional de Cooperación Técnica de Japón y muchos otros libros, estudios y revistas especializadas de las que se da amplia referencia al final de este manual.

El manual debe tomarse como una guía o fuente de consulta e información para los interesados en la materia y no pretende, de manera alguna, suplir el criterio y experiencia del proyectista como tampoco imponer criterios sobre técnicas de proyecto, pudiendo emplearse otros diferentes a los aquí presentados, con la sola condicionante de sustentar dicho criterio.

El manual está organizado en nueve capítulos, un glosario de términos y un anexo bibliográfico.

En el capítulo primero se establece un marco de referencia en el que se describe el ámbito del medio marino y terrestre, donde se desarrollan la totalidad de las actividades portuarias y se complementa con una relación de las bases regulatorias previstas en la normatividad mexicana sobre el tema y que, por otra parte, pueden consultarse con todo detalle en la Compilación de Legislación Portuaria, recientemente publicada por Puertos Mexicanos.

El segundo capítulo contiene una serie de definiciones y clasificaciones de los puertos, así como la descripción y principales características de la infraestructura portuaria nacional. En el mismo quedan contenidos una serie de definiciones sobre los elementos generales que sirven posteriormente para establecer los criterios correspondientes de dimensionamiento.

Lo relativo a las condiciones físicas normales, vientos, oleajes, mareas, corrientes, en las diversas porciones de nuestro litoral, se tratan en el capítulo tercero. En este mismo capítulo se hace referencia también a los casos extremos de fenómenos ciclónicos y sísmicos en aquellas partes de la costa mexicana en que ellos tienen relevancia.

El capítulo cuarto comprende lo relativo a los modos de transporte, haciendo una mención inicial sobre la relevancia que tiene su adecuada coordinación en la operación de los puertos, para enseguida analizar a los distintos tipos de embarcaciones y de vehículos terrestres, autotransporte y ferrocarril en cuanto a su clasificación, sus características, capacidades y dimensiones. El capítulo se cierra con consideraciones sobre el transporte multimodal.

La parte medular del manual la constituye el quinto capítulo, en donde se trata específicamente todo lo relativo al proyecto portuario en el caso de los puertos generales, agrupando los criterios de acuerdo con las distintas zonas de una terminal, iniciando con las áreas de agua que incluyen canales de acceso y dársena. Se continúa con el análisis de las áreas terrestres, partiendo de los puestos de atraque hasta las instalaciones para la transferencia de carga a vehículos terrestres.

Se concluye con todo lo relativo a servicios generales y en especial como son los suministros de agua potable, energía eléctrica, combustible, lubricantes, drenajes, etc., y los de conservación y mantenimiento de embarcaciones, pilotaje, remolque, etc.

Enseguida se tratan en el capítulo seis los puertos pesqueros y turísticos, siguiendo el mismo esquema, haciendo además algunas consideraciones relativas a cuestiones de comercialización de instalaciones y servicios relacionados con ambas actividades.

El capítulo siete describe y establece criterios vinculados con el señalamiento marítimo y servicios de ayuda a la navegación así como el señalamiento terrestre, tomando en cuenta su importancia para la vialidad portuaria y la correcta operación del equipo portuario y manejo de mercancías.

Los últimos capítulos se orientan, el octavo, a analizar los problemas relativos

al uso del suelo, la vialidad y los aspectos urbano-portuarios con objeto de destacar la importancia que tiene concatenar adecuadamente el plan director del puerto, con el correspondiente de desarrollo urbano del centro de población que lo sirve.

Por su parte, el capítulo nueve presenta recomendaciones sobre el impacto ambiental, planteando algunas técnicas aplicables para dar atención adecuada a los problemas ecoológicos y su interrelación con los puertos.

El glosario de términos constituye una guía adecuada ya que presenta los términos que más frecuentemente se emplean en México para tratar las distintas cuestiones relacionadas con la planeación y dimensionamiento portuario.

Por último, en la sección bibliográfica se hace una relación de las principales fuentes de consulta sobre los temas tratados.

Se estima que la primera edición de este manual debe servir de base para recibir opiniones y observaciones que permitan enriquecerlo y actualizarlo, puesto que la intención es que se disponga de una herramienta amplia y actualizada en español para su uso tanto en la vida práctica como académica.

En la realización de este manual participaron técnicos de Puertos Mexicanos y de fuera del organismo, conjuntando esfuerzos para culminar este primer intento de formulación de un manual de dimensionamiento portuario en español. Los participantes fueron:

Por Puertos Mexicanos:

Coordinador:

Ing. Héctor López Gutiérrez

Supervisor Técnico:

Ing. Antonio Moreno Gómez

Ing. Salvador García Burgos

Arq. Ma. Azalea Ríos González

Ing. Marcial Guzmán Díaz

Ing. Jorge Limón Flores

Ing. Julio Pindter Vega

Ing. Juan José Sánchez Esqueda

Participantes externos:

Coordinador externo:

Ing. Guillermo Macdonel Martínez

Ing. Celso Morales Muñoz

Arq. Héctor Robledo Lara

Ing. Rodrigo Caballero Ortega

Ing. Ma. Elena Becerril Cabrera

Ing. Sofio Hernández Lorenzo

Pas. Ing. Fernando Guerrero Olivares

Pas. Arq. Romeo Pérez Gómez

Cap. Srita. Lina Venegas Morales.

CAPITULO 1

MARCO DE REFERENCIA

1. Definiciones generales

México posee un enorme potencial para el desarrollo de sus costas, tomando en cuenta la extensión y recursos que se dan en ellas.

Basta para esto analizar los datos asentados en la tabla 1.1, en donde se indican las longitudes y áreas de los recursos físicos de nuestros mares.

Podemos observar de dicha tabla que nuestro litoral tiene una longitud total de 11,593 km., distribuidos 8,475 km. para el litoral del Pacífico y 3,118 km. para el Golfo de México y Mar Caribe.

Es conveniente definir algunos de los conceptos indicados en dicha tabla y para mejor aclaración se ilustran gráficamente en la figura 1.1

Mar Territorial

Franja de mar adyacente a las costas nacionales, sean continentales o insulares; tiene una anchura de 12 millas náuticas (22,224 m.). Sobre esta zona el estado ribereño ejerce la plenitud de su soberanía incluyendo el lecho y el subsuelo de ese mar, así como el espacio aéreo suprayacente con la única excepción del derecho de paso inocente a favor de otros estados.

Zona Contigua

Es la zona marítima contigua al mar territorial, donde el estado ribereño puede adoptar las medidas de fiscalización necesarias para:

- a) Prevenir la infracciones de sus leyes y reglamentos aduaneros, fiscales, de inmigración o sanitarios que se cometan en su territorio o en su mar territorial;
- b) Sancionar las infracciones de esas leyes y reglamentos cometidas en su territorio o en su mar territorial.

La zona contigua no podrá extenderse más allá de 24 millas marinas contadas desde las líneas base a partir de las cuales se mide la anchura del mar territorial.

Zona Económica Exclusiva (ZEE)

De acuerdo a la Tercera Conferencia sobre el Derecho del Mar, la zona económica exclusiva es un área situada más allá del mar territorial adyacente

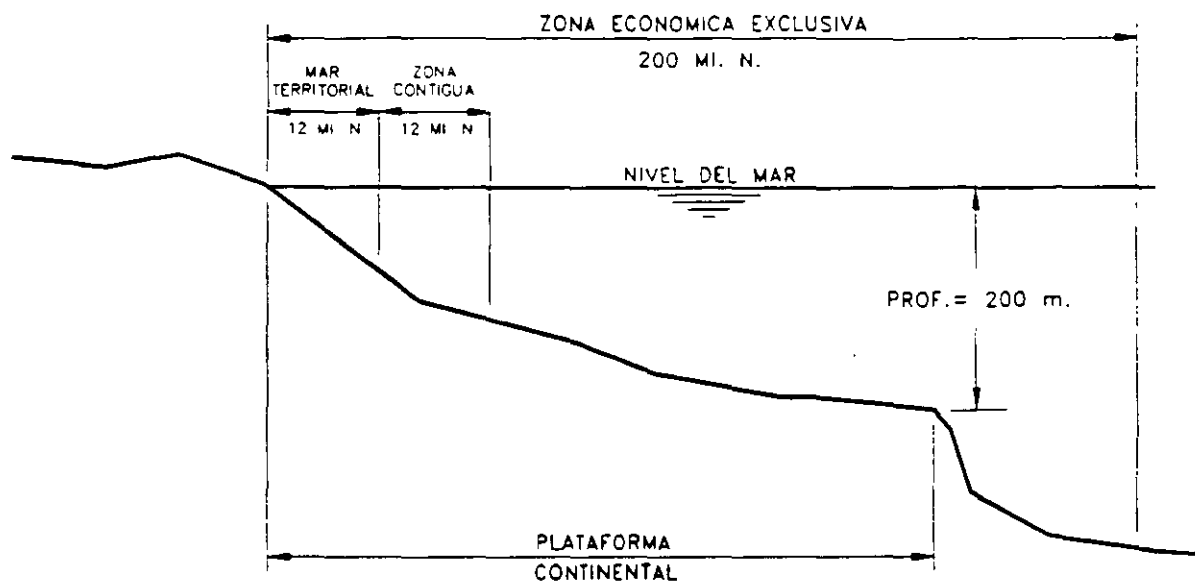


FIG. 1.1 DEFINICIONES VARIAS RELATIVAS A ZONAS DEL MAR.

TABLA 1.1 RECURSOS FISICOS DE LOS MARES MEXICANOS

CONCEPTO	L I T O R A L		TOTALES
	OCEANO PACIFICO	G. DE MEXICO Y M. CARIBE	
LITORAL	8,475 Km.	3,118 Km.	11,593 Km.
MAR TERRITORIAL	163,940 Km. ²	53,373 Km. ²	231,813 Km. ²
ISLAS	—	—	14,500 Km. ²
PLATAFORMA CONTINENTAL	123,100 Km. ²	234,695 Km. ²	357,795 Km. ²
ZONA EC. EX. (EE)	2,175,325 Km. ²	771,500 Km. ²	2,946,825 Km. ²

FUENTE: INEGI.

a éste, sujeta al régimen jurídico específico establecido en esta parte de acuerdo con el cual los derechos y libertades de los demás estados se rigen por las disposiciones pertinentes de esta disposición. La zona económica exclusiva no se extenderá más allá de 200 millas náuticas contadas desde las líneas de base a partir de las cuales se mide la anchura del mar territorial.

Es importante mencionar, que dentro de esta zona tal y como lo dispone el Art. 56 de la CONFEMAR, el estado costero tiene derechos de soberanía para los propósitos de exploración, explotación, conservación y administración de los recursos naturales, vivientes o no, del suelo marino y del subsuelo, así como la explotación de energía por agua, corrientes o viento. La jurisdicción se extiende al posible establecimiento de islas artificiales, instalaciones, estructuras y centros de investigación científica para la protección del medio ambiente marino. (En la figura 2.2 Localización de Puertos Pesqueros, se muestra el alcance y dimensiones de esta zona).

Plataforma Continental

Es la porción del continente que se encuentra bajo el agua hasta una profundidad aproximada de 200 m., comprende el lecho del mar y el subsuelo de las zonas marítimas adyacentes

Alta Mar

Zona marítima no perteneciente al mar territorial, ni a la zona económica exclusiva o las aguas interiores de un estado ribereño; abierto a todas las naciones, ningún estado podrá pretender legítimamente someter cualquier parte de él a su soberanía. Por consiguiente todos los estados tendrán las siguientes facultades:

- a) Libertad de Navegación
- b) Libertad de Sobrevuelo
- c) Libertad de colocar cables y tuberías submarinas
- d) Libertad de construir islas artificiales y otras instalaciones autorizadas por el Derecho Internacional
- e) Libertad de Pesca
- f) Libertad de Investigación Científica

Aguas Marinas Interiores

Son aquéllas comprendidas entre la costa y las líneas de base, normales o rectas a partir de las cuales se mide el mar territorial, incluyen; la parte Norte del Golfo de California, las de las bahías internas, las de los puertos, las internas de los arrecifes y las desembocaduras o deltas de los ríos, lagunas y estuarios comunicados permanentemente o intermitentemente con el mar. Estas aguas es donde se construyen las marinas turísticas y las terminales marítimo portuarias.

Playa

La parte de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua desde los límites de mayor flujo anuales.

Zona Federal Marítima Terrestre

Se entiende que es la franja de 20 m. de ancho de tierra firme que no cubre la marea, contigua a las playas del mar o las riberas de los ríos, medida a partir del nivel de pleamar máxima registrada. En el caso de marinas o desarrollos náuticos, se acepta una reducción hasta un ancho mínimo que permita el libre tránsito a través de ello.

Recinto Portuario

Se entiende por Recintos Portuarios las áreas sujetas al régimen de los bienes del dominio marítimo, destinadas al establecimientos de las instalaciones y la prestación de los servicios a que se refiere la Ley de Vías Generales de Comunicación.

Recinto Fiscalizado

Area o zona del recinto portuario fuera de la jurisdicción de la aduana.

Terrenos Ganados al Mar.

Se entiende por terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme en aguas marítimas, aquélla superficie de tierra que se encuentre entre los límites de la Zona Marítimo Terrestre nueva y la original que existía antes de que por causas naturales o artificiales se descubran y ganen los terrenos.

1.2 Bases Regulatorias

Como complemento al aspecto físico de los temas presentados en este manual, cabe destacar: el orden legal que regula la actividad portuaria en donde se encuentran los ordenamientos que norman la prestación de los servicios portuarios y la operación de la terminales marítimas, así como las disposiciones que determinan la creación y operación de algunas de las entidades que intervienen en dichos servicios como son:

- Ley de Vías Generales de Comunicación
- Ley de Navegación y Comercio Marítimos
- Decreto de Creación de Puertos Mexicanos.
- Acuerdo de Creación de la Comisión de la Marina Mercante.

Asímismo se encuentran las disposiciones de reglamentarias de los servicios portuarios en:

- Reglamento de Operación en los puertos de Administración Estatal.
- Reglamento para el Servicio de Maniobras en Zonas Federales Terrestres.
- Reglamento para el Servicio de Remolque en Aguas y Puertos Nacionales.
- Reglamento General para el Sistema de Organización y Control de Tráfico Marítimo Nacional.
- Reglamento para el Servicio de Pilotaje.
- Reglamento General de la Policía de los Puertos.
- Reglamento para el Servicio Público de Autotransporte Federal de Pasajeros.
- Reglamento para el Transporte Multimodal Internacional
- Acuerdo Secretarial por el que se crea el Comité de Desarrollo del Puerto.
- Acuerdo que regula el Ejercicio de las funciones a cargo de los

Delegados de Puertos Mexicanos

- **Reglamento para el Servicio de Maniobras en Zonas Federales de los Puertos.**
- **Acuerdo que establece las Reglas de Administración y Operación de Puerto de Veracruz.**
- **Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.**

El desarrollo de dicha reglamentación se encuentra en la publicación por Puertos Mexicanos titulada Compilación de Legislación Portuaria.

CAPITULO 2

DEFINICION Y CLASIFICACION

2.1 Definición de puerto

Podemos definir al puerto como "el conjunto de obras, instalaciones y organizaciones que permite al hombre aprovechar un lugar de la costa más o menos favorable para realizar operaciones de intercambio de mercancía entre el tráfico terrestre y marítimo, añadiendo el embarque y desembarque de pasajeros".

En la actualidad, y en especial en los países en vías de desarrollo como en México, el puerto es también un polo de desarrollo desde el punto de vista económico-social, pues en él y sus respectivas ciudades se gestan actividades que procuran empleos al desarrollar las riquezas que potencialmente tienen las costas y esteros donde se ubican. También el puerto en algunos casos se ha convertido en centro de consolidación de mercancías, materias primas y productos elaborados en un área industrial que en mayor escala forma los Puertos Industriales. Para las actividades que se desarrollan se requiere de obras e instalaciones cuyas dimensiones puedan satisfacer requerimientos de una tecnología del transporte internacional y estar en posibilidades de prestar servicios eficientes.

2.2 Clasificación.

Para claridad y simplicidad en el contenido del manual se determinó clasificar a los puertos en:

Puertos Generales.

Los que están en posibilidad de recibir embarcaciones de altura y operar el tráfico comercial internacional, a estos puertos, por las características físicas que deben satisfacer se han agrupado con los dedicados al movimiento petrolero y granelero (minerales y granos) los industriales para analizar sus dimensiones generales en sus áreas de agua y áreas terrestres de cada uno de ellos, incluyendo los servicios generales y especiales que deben prestar.

Industriales.

En los que se combina el tráfico marítimo con la manufactura de diversos productos y su comercialización portuaria a través de la vía marítima. Es importante mencionar que en este concepto existe un "frente de agua" asociado al terreno industrial.

Otros Puertos.

Se han agrupado los pesqueros, turísticos e instalaciones portuarias como las navales militares, aunque estos últimos son motivo de una planeación estratégica y por lo tanto fuera de los alcances de este manual.

CLASIFICACION	TERMINALES	TIPO DECARGA
GENERALES	Carga General	Fraccionada Unitizada
	Contenedores	Contenedores de 20' o 40'
	Polivalente	Varias
	Rodadura	Contenedores Vehículos
	Graneles	Minerales Agrícolas
	Fluidos	Petróleo Otros
INDUSTRIALES	Varias	Varios
OTROS PUERTOS	Pesqueros	Productos Pesqueros
	Turísticos	Visitantes

Por otra parte, si hacemos participar al transporte terrestre, se deben considerar que los puertos pueden ser:

Concentradores.

Que como su nombre lo indica, concentran las cargas de un área de amplia cobertura, ya sea por medio de transporte terrestre o marítimo. El flujo de mercancías se da hacia el puerto y deben estar equipados para el manejo de grandes volúmenes con alta eficiencia alimentados.

Alimentadores

Que es el caso contrario al anterior, es decir el flujo se da hacia el exterior del puerto y también puede utilizar el transporte terrestre o marítimo.

Puente Terrestre.

En el caso de que 2 puertos estén localizados en diferentes océanos o mares y de alguna manera se ligan por medio de un transporte terrestre eficiente, se constituye lo que se denomina un puente terrestre, como podría ser el caso de los puertos de Salina Cruz, Oax. en el litoral del Pacífico y Coatzacoalcos, Ver. en el litoral del Golfo de México, los cuales están separados por tan sólo 250 km. aproximadamente.

2.3 Desarrollo de los puertos mexicanos

Como información de tipo general y para dar una mayor idea del desarrollo que nuestros puertos han alcanzado en los últimos años, hemos incluido información relativa al año de 1989.

TABLA 2.1 EQUIPO PORTUARIO

OBRAS	PACIFICO	GOLFO
OBRAS DE PROTECCION (m)	50,109	63,885
Rompeolas	17,254	12,704
Escolleras	6,303	22,774
Espigones	8,827	9,496
Protecciones Marginales	17,725	18,911
OBRAS DE ATRAQUE (m)	47,960	59,373
Fiscales	30,304	43,664
Privadas	17,656	15,709
ALMACENAMIENTO (m2)	1,164,924	1,202,142
Patios	986,861	1,007,064
Cobertizos	42,828	19,113
Bodegas	135,235	175,965

Fuente: Puerto Mex.

El sistema de ayuda a la navegación al mismo año.

TABLA 2.2. SEÑALAMIENTO MARITIMO

CONCEPTO	TOTAL
Faros	126
Balizas	625
Boyas	266
Racones	14
Total	1,031

Fuente: Puerto Mex.

El movimiento de carga en los puertos nacionales durante el período de 1980 a 1989 se muestra a continuación.

TABLA 2.3. MOVIMIENTO DE CARGA EN PUERTOS NACIONALES

AÑOS	ALTURA	CABOTAJE	TOTAL
1980	65,055,953	58,519,868	123,575,821
1981	70,781,067	60,257,188	131,038,255
1982	100,822,280	49,622,084	150,444,364
1983	103,011,591	44,901,763	147,913,354
1984	107,080,180	46,001,417	153,081,597
1985	100,060,921	52,167,578	152,228,499
1986	95,953,729	46,358,824	142,312,553
1987	102,389,824	51,253,757	153,643,581
1988	106,902,108	53,439,625	160,341,733
1989	104,483,352	56,202,649	160,686,001

Fuente: Puerto Mex.

Asimismo se presentan las figuras 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4 las localizaciones de los puertos comerciales, pesqueros, turísticos y petroleros.

2.4 Elementos físicos constitutivos de los puertos

Desde el punto de vista de las obras portuarias se consideran Obras exteriores, aquellas que se realizan en el mar, como las rompeolas, escolleras, espigones de protección, obras de protección marginales y dragados exteriores.

Las obras interiores, son las realizadas en zona terrestre como son: el dragado interior de canales y dársenas, obras de atraque, áreas de maniobra, áreas y edificios de almacenamiento, accesos y controles de la zona portuaria así como los edificios o servicios de reparación y mantenimiento necesarios para el funcionamiento del puerto.

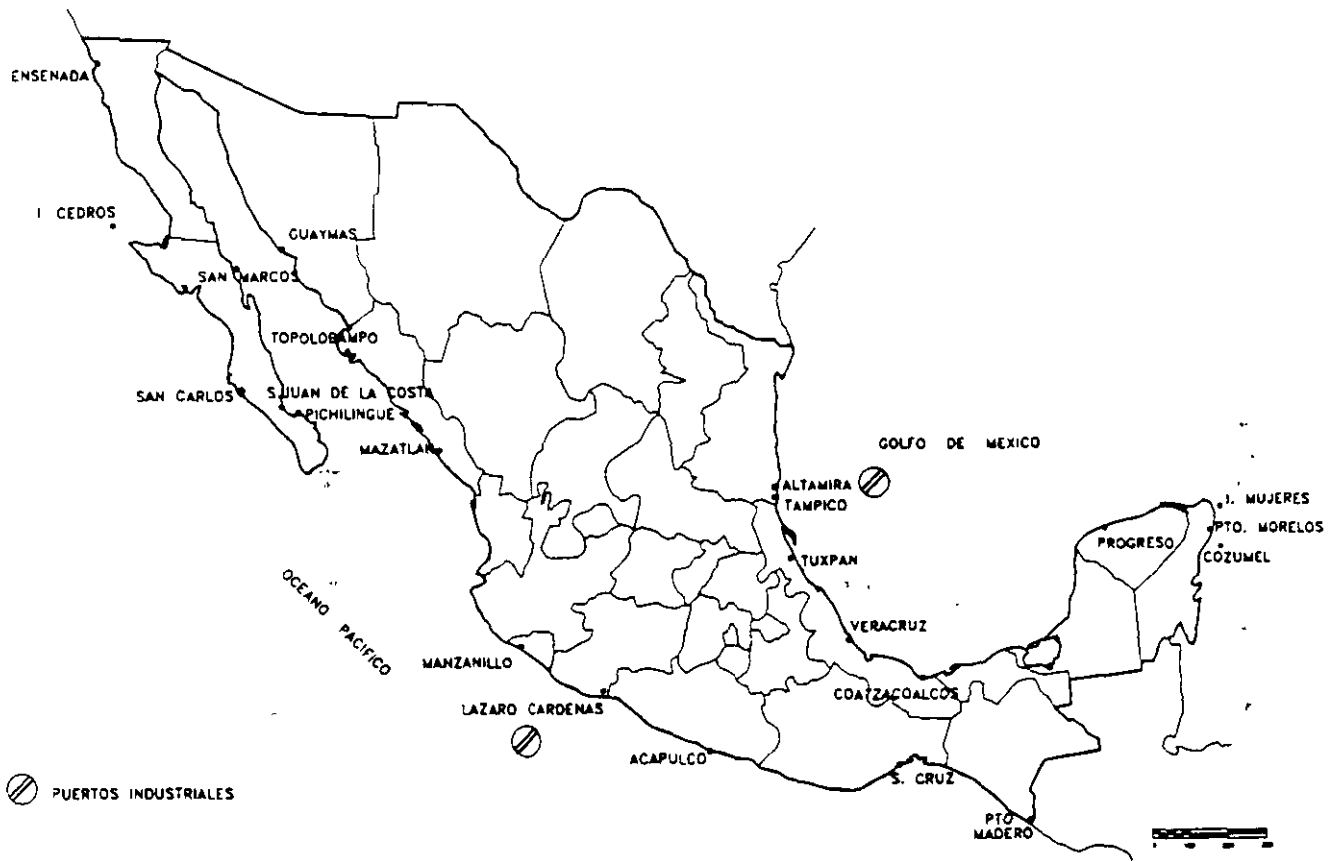


Figura 2.1 Localización de puertos comerciales

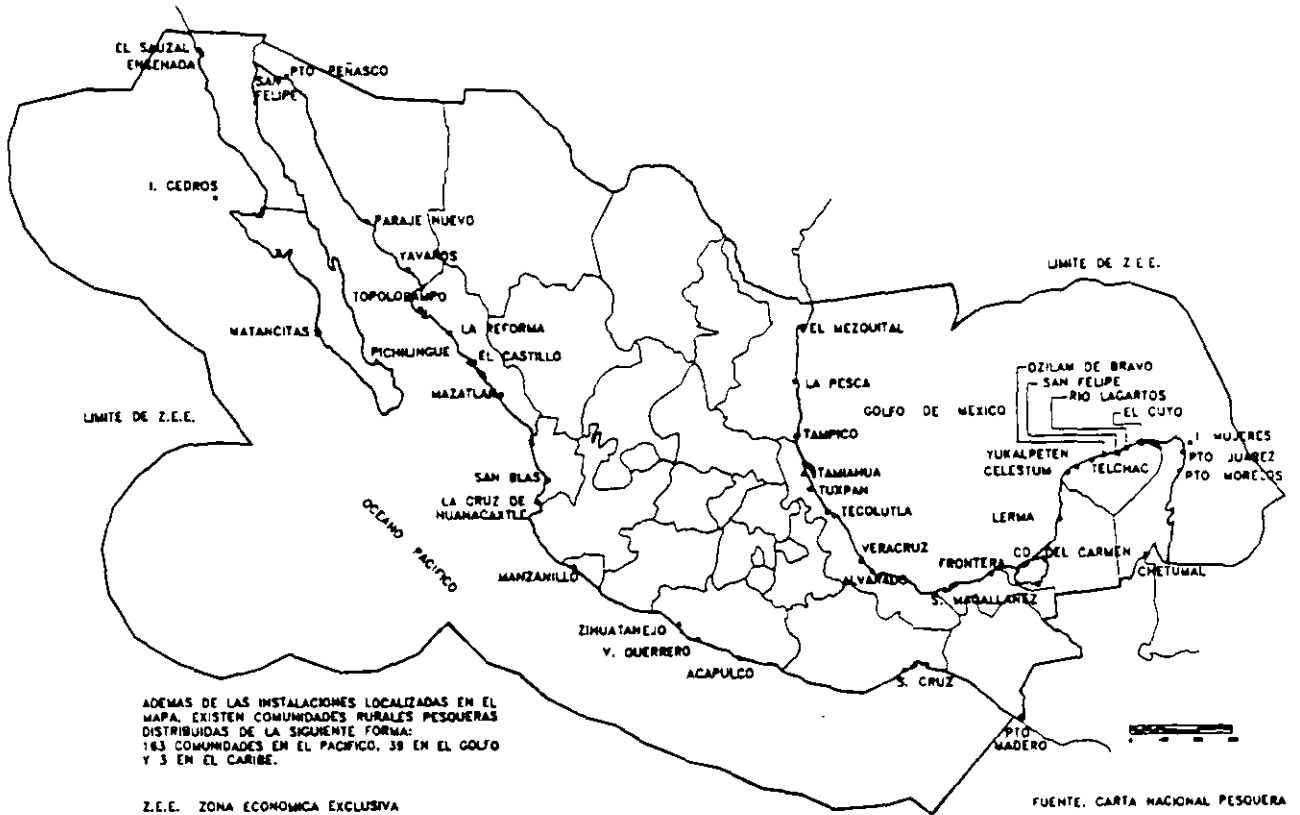


Figura 2.2 Localización de puertos pesqueros

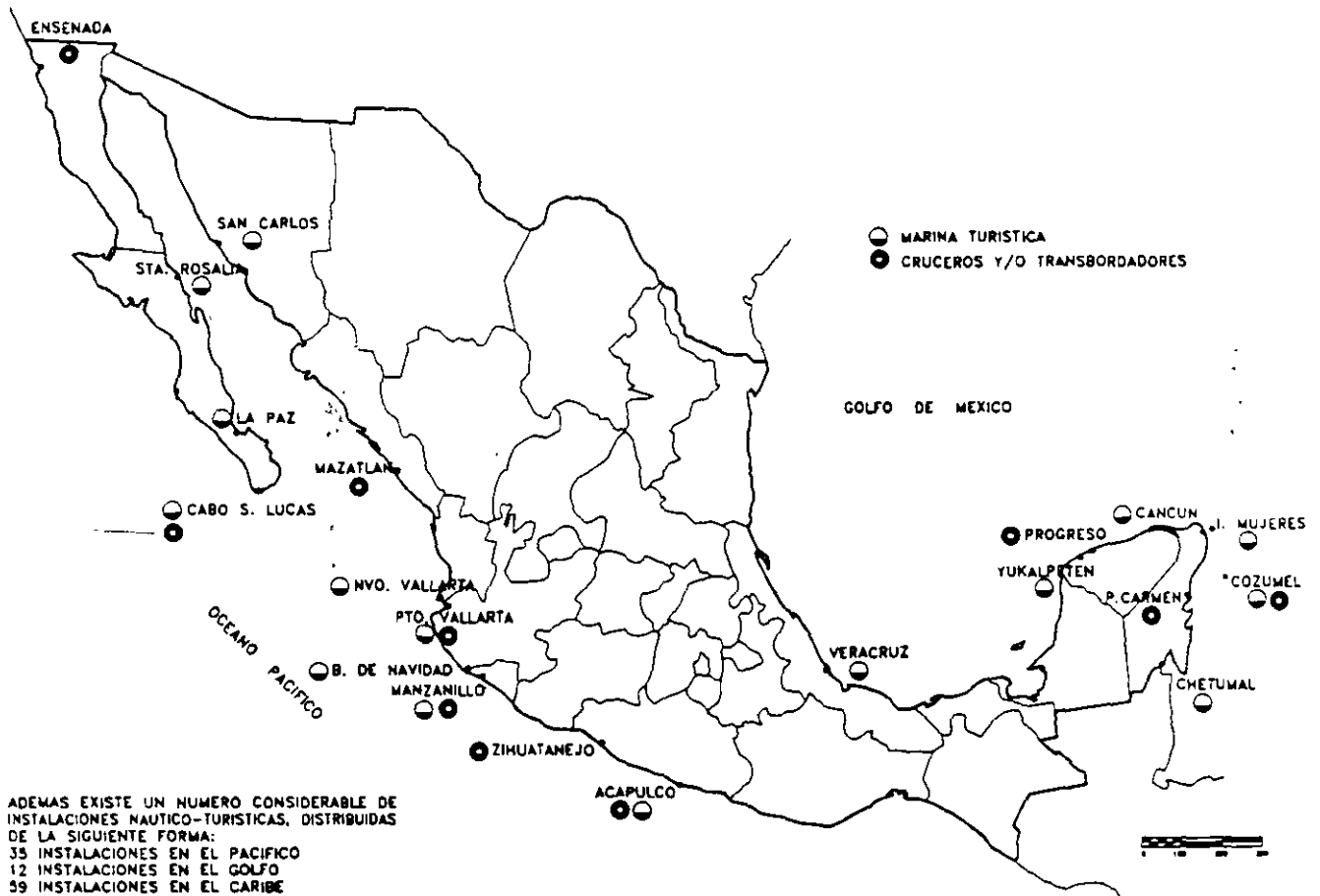


Figura 2.3 Localización de puertos turísticos

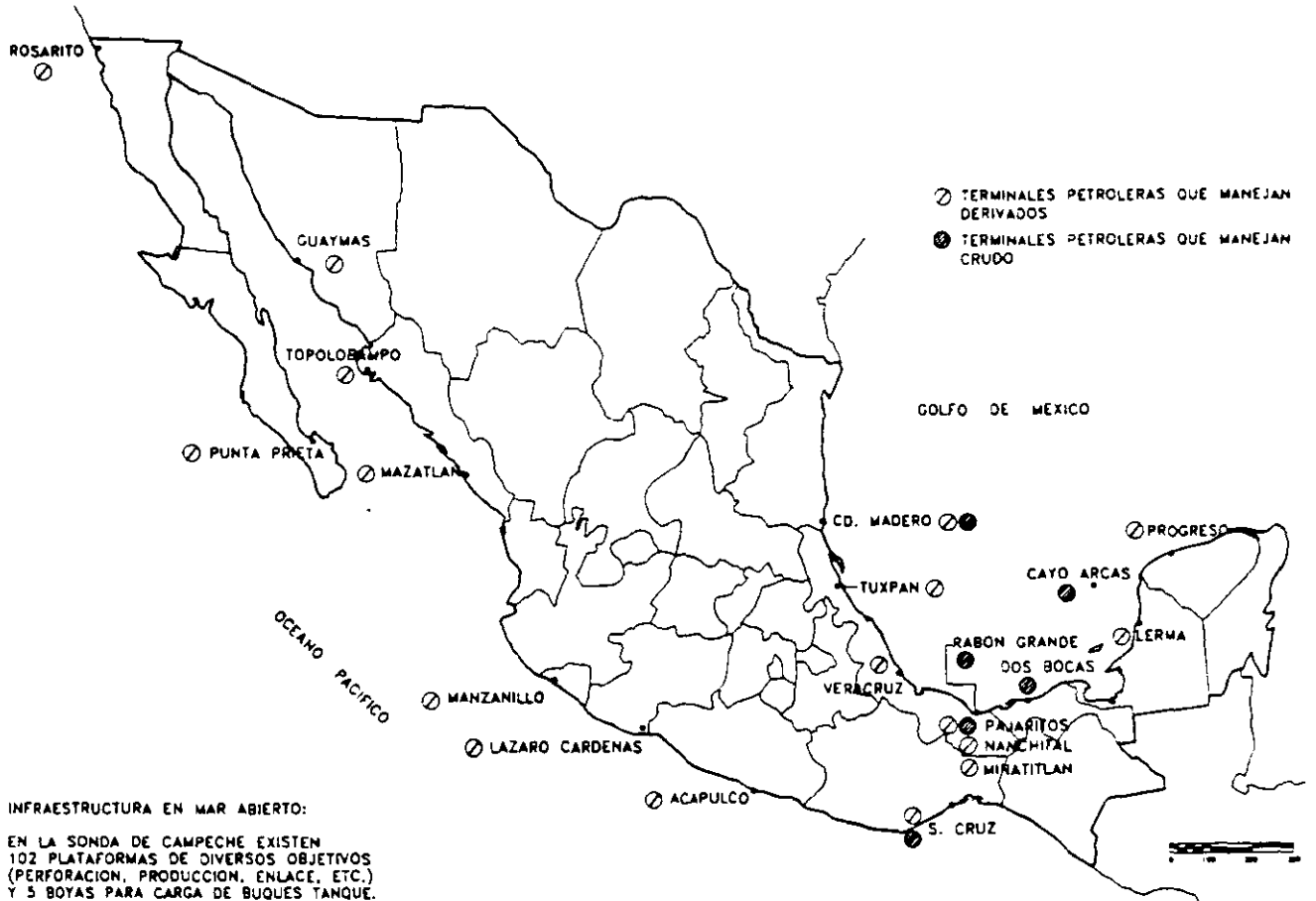


Figura 2.4 Localización de puertos petroleros

La clasificación objetiva de los elementos constitutivos es dividirlos por: áreas de agua y terrestres.

AREAS DE AGUA	Accesos al puerto	- Bocana - Canal de navegación - Fondeadero y Antepuerto - Obras Exteriores
	Areas de Maniobra	- Canales Secundarios - Dársena de ciaboga - Dársena de maniobra
	Areas de Servicios	- Dársena de servicio - Varios

AREAS TERRESTRES	Muelles y Atracaderos	- Diversos tipos
	Zona de transferencia	- Carga y Descarga - Maniobras
	Almacenamiento	- Bodegas - Patios - Otros
	Accesos Terrestres	- Vialidades - Vías, espuelas y patios FF.CC - Estacionamientos - Controles
	Reparación y Control	- Patios - Talleres de reparación y mantenimiento - Bodegas de maquinaria y equipo
	Servicios Portuarios Generales y Esp.	- Abastecimientos y avituallamiento - Médicos y sanitarios - Contraincendio, desechos y plantas de tratamiento - Laborales y comerciales - Autoridades y pilotaje

En la figura se muestra la clasificación anterior de una manera gráfica.

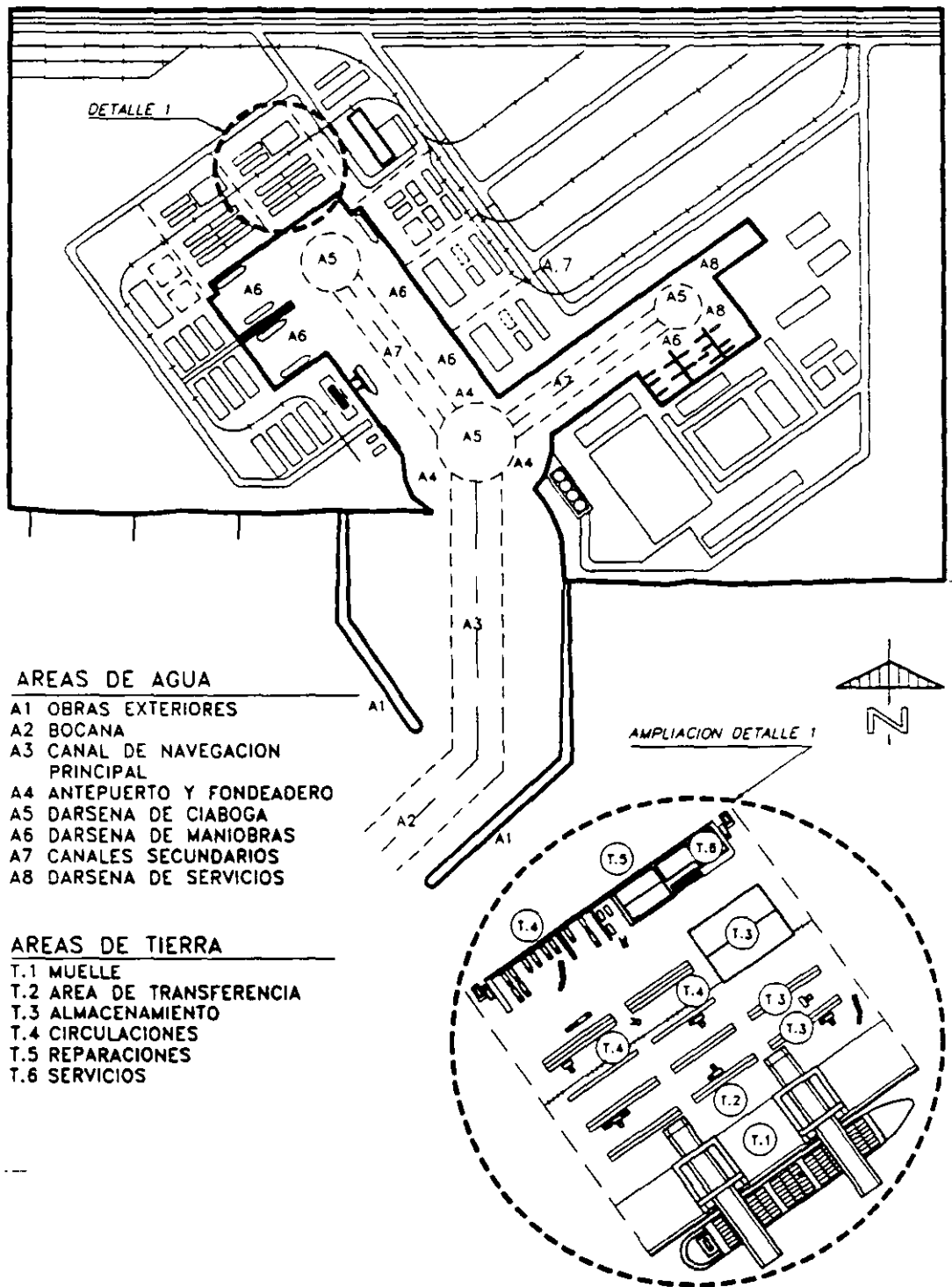


Figura 2.5 Elementos generales de un puerto

CAPITULO 3

CONDICIONANTES FISICAS

3.1 Condicionantes físicas normales

Para cualquier proyecto de ingeniería, las condicionantes físicas de la zona de emplazamiento son básicas para la planeación y definición del mismo.

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

En este capítulo se ha agrupado y procesado la información disponible de los diversos fenómenos de acuerdo con la siguiente descripción y fuentes de información.

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

Meteorológicas

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

La información de vientos locales en régimen anual, misma que fue obtenida en el Servicio Meteorológico Nacional; está representada por una gráfica que incluye las frecuencias por dirección de procedencia y las velocidades medias. En algunas zonas aparece más de una gráfica de vientos, esto se debe a que existen varias estaciones climatológicas dentro de la zona.

La información de climas se obtuvo de las cartas de climas para la República Mexicana, que edita el INEGI. La cual está representada en el mapa general de la zonificación.

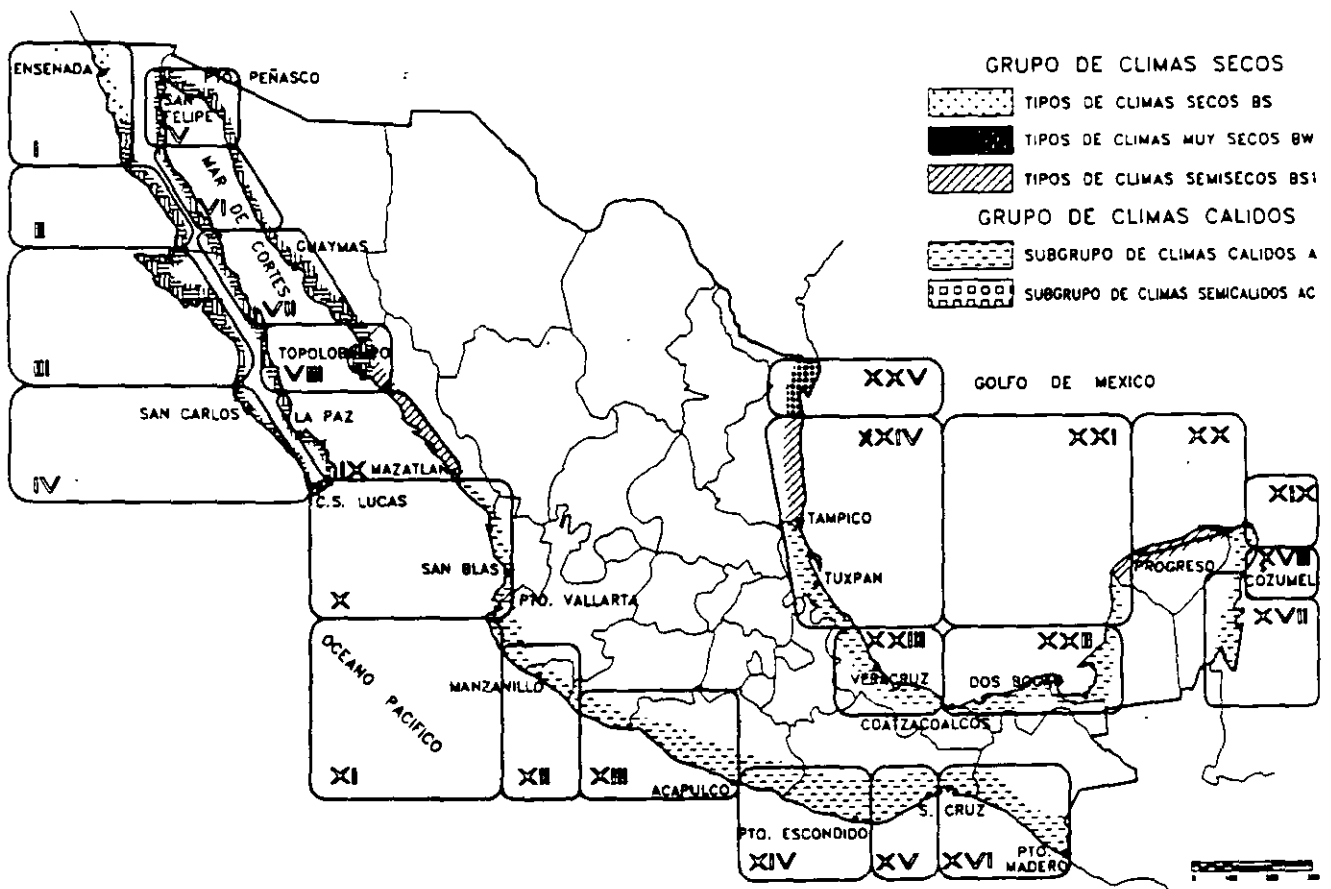
Oceanográficas

Las variables oceanográficas consideradas son: oleaje, corrientes y mareas

Oleaje.- Se presenta un régimen anual de oleaje, el cual fue obtenido por análisis y procesamiento de la información estadística editada por el Sea and Swell; este régimen de oleaje es en aguas profundas, por lo que es importante darle una correcta interpretación, según sea la orientación de la costa. La información se presenta en forma gráfica con frecuencias y rangos de oleaje para cada dirección de procedencia.

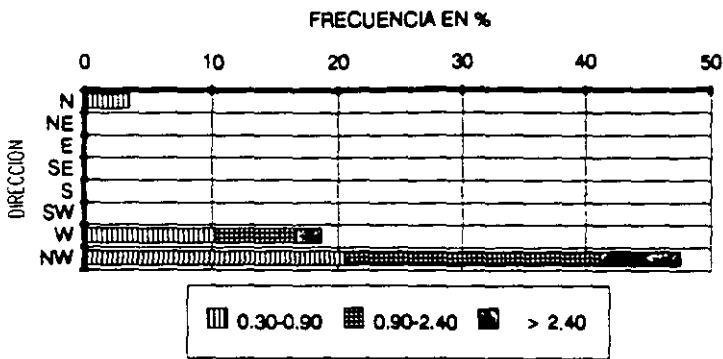
Corrientes. - Para el régimen anual de corrientes se recurrió a la información de Pilots Charts (Pacífico) y Atlas Oceanográfico que edita la Secretaría de Marina a través de la Dirección General de Oceanografía y señalamiento marítimo (Golfo de México). Las corrientes son del tipo superficial en ambos casos y la dirección indica hacia donde se dirigen. También están representadas en forma gráfica por frecuencias e intensidad.

Mareas. - Se presenta la información de mareas de tipo astronómico, indicando los planos de referencia de una estación característica por zona; para la definición de alturas se debe tomar como cero de referencia el N.B.M.I. (Nivel de Bajamar Media Inferior) para el Pacífico y el N.B.M. (Nivel de Bajamar Media) para el Golfo de México. La información es la recabada por el Servicio Mareográfico Nacional, dependiente del Instituto de Geofísica de la UNAM.



Zonificación de acuerdo a Condicionantes Físicas

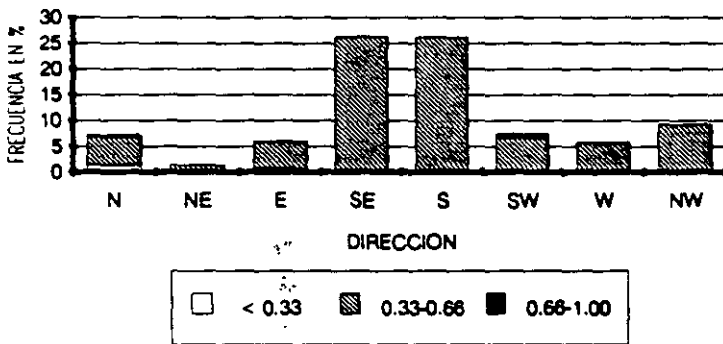
REGIMEN ANUAL DE OLAJE



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA I

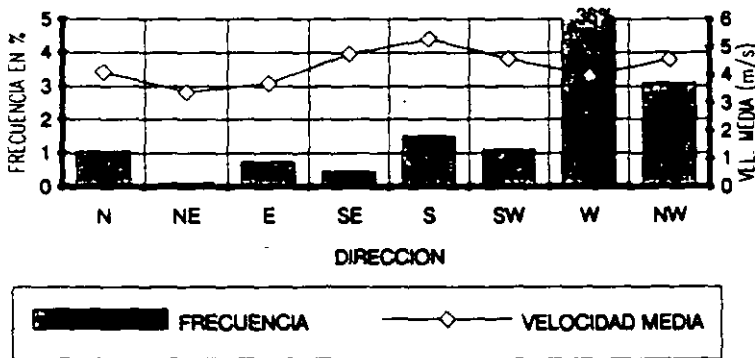
REGIMEN DE OLAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 13%
CALMAS 17%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 10%

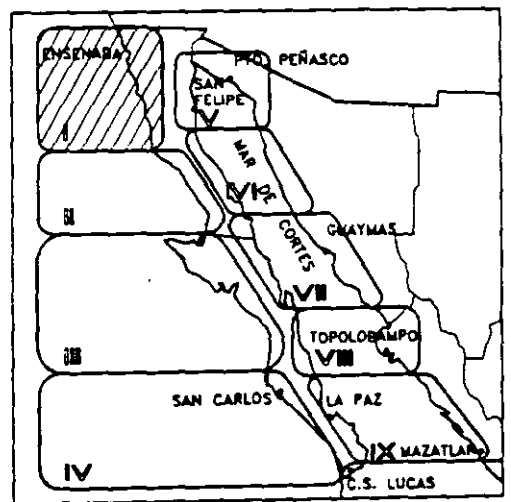
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 56%
VIENTO REINANTE W
ESTACION: ENSENADA

MAREA ASTRONOMICA ESTACION: ENSENADA

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	1.487
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.871
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.577
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	0.003
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.572
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.822
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-1.409

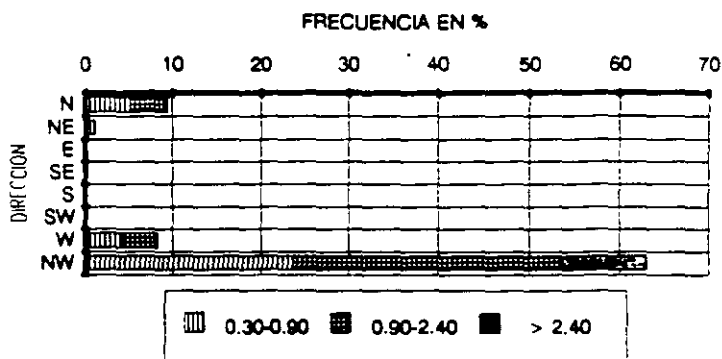


CAPITULO 3 CONDICIONANTES FISICAS

CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA II

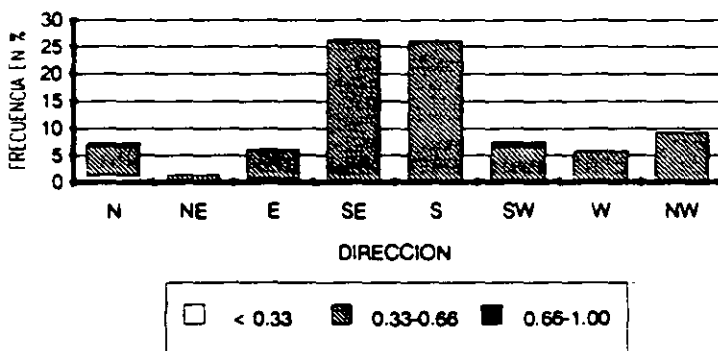
REGIMEN DE OLAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
INDETERMINADOS 9%
CALMAS 9%

REGIMEN ANUAL DE OLAJE



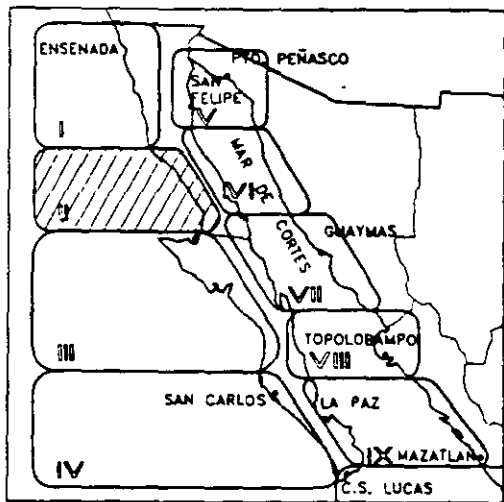
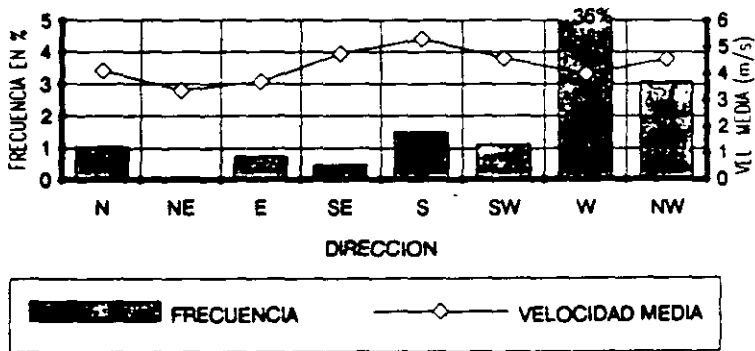
REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 10%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 56%
VIENTO REINANTE W
ESTACION: ENSENADA

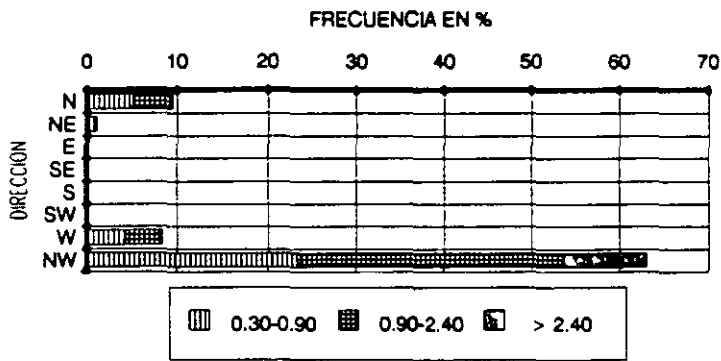
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



MAREA ASTRONOMICA ESTACION: ISLA GUADALUPE

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	1.174
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.718
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.501
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	0.006
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.489
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.696
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-1.264

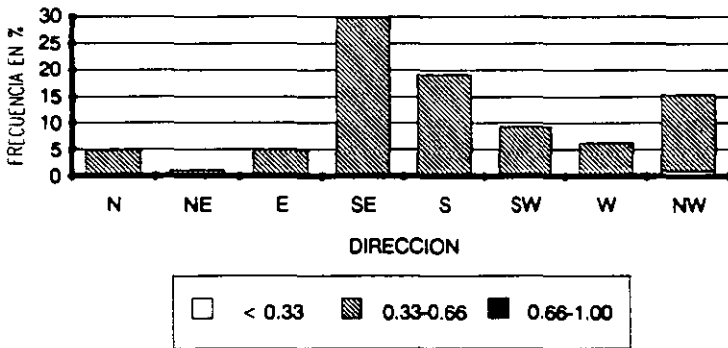
REGIMEN ANUAL DE OLEAJE



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA III

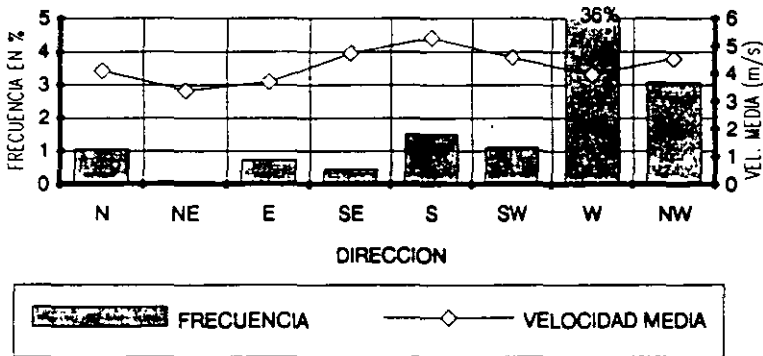
REGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 9%
CALMAS 9%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTE EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 9%

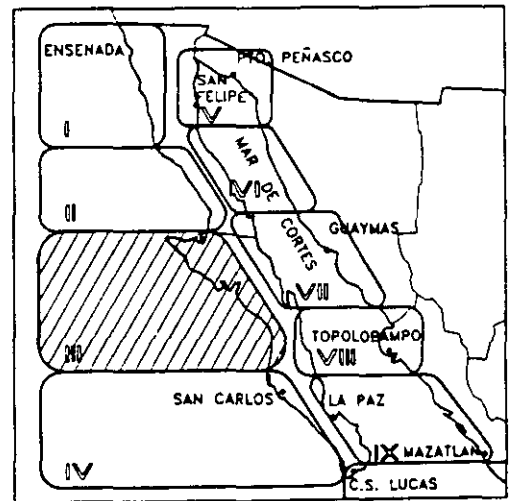
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 56%
VIENTO REINANTE W
ESTACION: ENSENADA, B.C.

MAREA ASTRONOMICA ESTACION: GUERRERO NEGRO

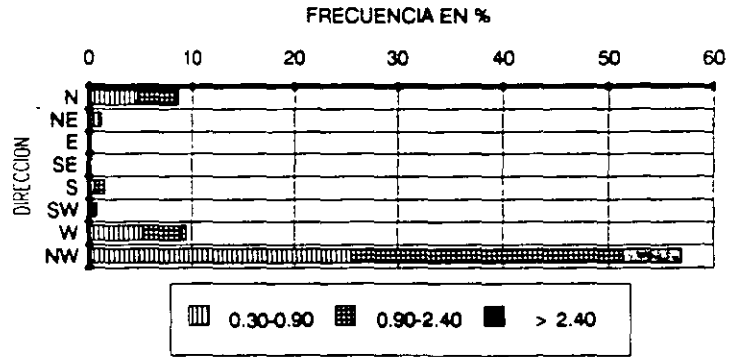
PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	1.374
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.826
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.633
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	0.006
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.645
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.826
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-1.247



**CONDICIONANTES FISICAS NORMALES
ZONA IV**

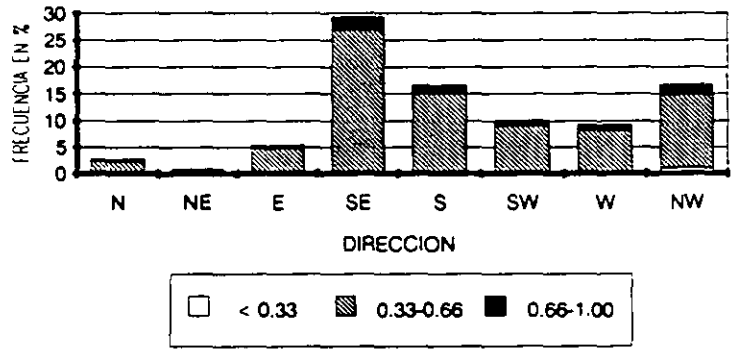
REGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 10%
CALMAS 7%

REGIMEN ANUAL DE OLEAJE



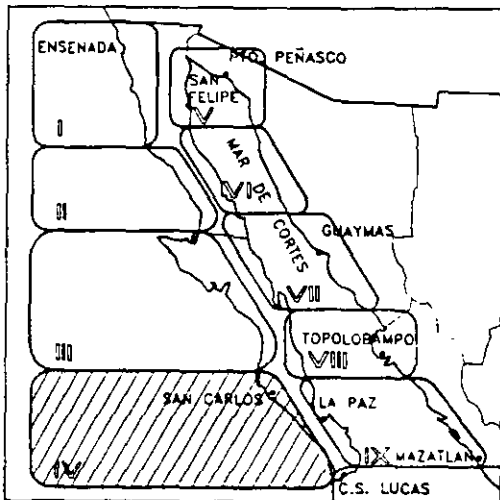
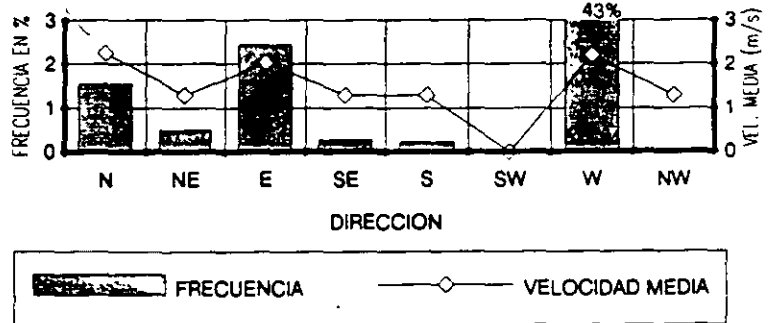
REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE LA CORRIENTE EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 9%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 52%
VIENTO REINANTE W
ESTACION: CABO SAN LUCAS, B.C.S.

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



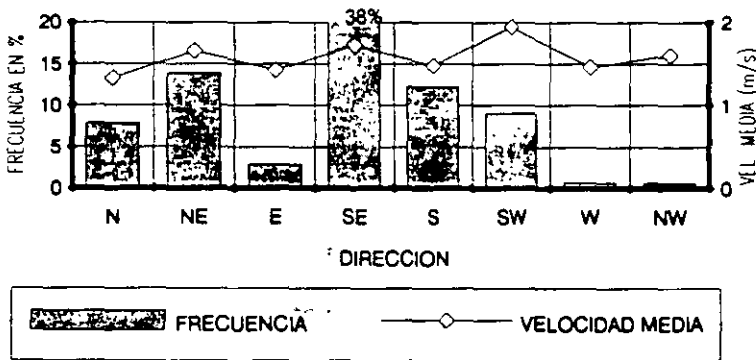
**MAREA ASTRONOMICA
ESTACION: SAN CARLOS**

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	1.563
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.833
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.656
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	-0.007
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.672
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.868
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-2.003

**CONDICIONANTES FISICAS NORMALES
ZONA V**

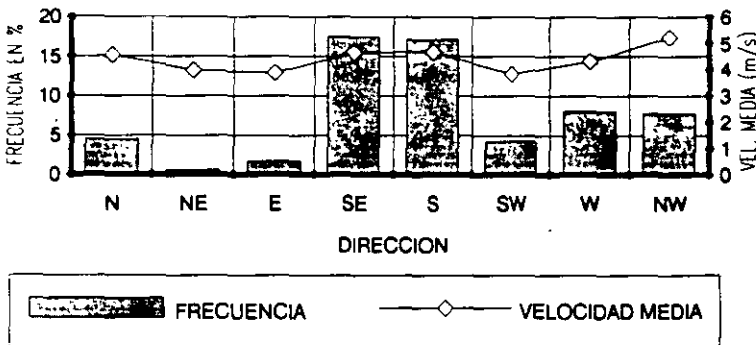
NO SE DISPONE DE INFORMACION DE OLEAJE
Y CORRIENTES

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 14%
VIENTO REINANTE SE
ESTACION: SAN FELIPE, B.C.

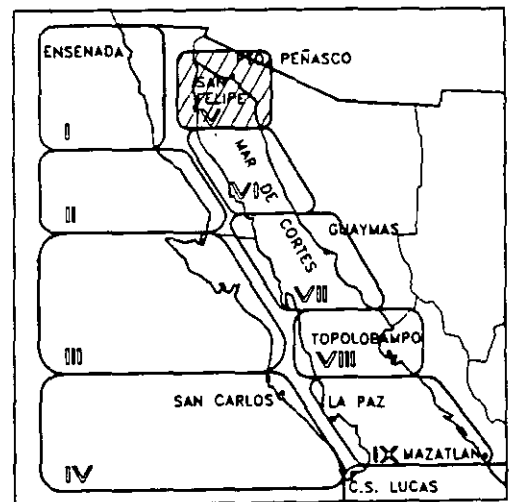
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 38%
VIENTO REINANTE SE
ESTACION: PTO. PEÑASCO, SON.

**MAREA ASTRONOMICA
ESTACION: PTO. PEÑASCO**

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	3.816
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	2.148
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	1.800
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	0.010
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-1.780
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-2.140
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R)	-3.928



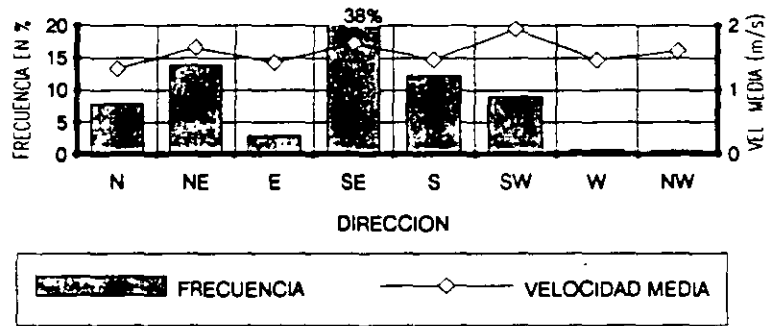
CONDICIONANTES FISICAS NORMALES
ZONA VI

NO SE DISPONE DE INFORMACION DE OLEAJE

NO SE DISPONE DE INFORMACION DE
CORRIENTES

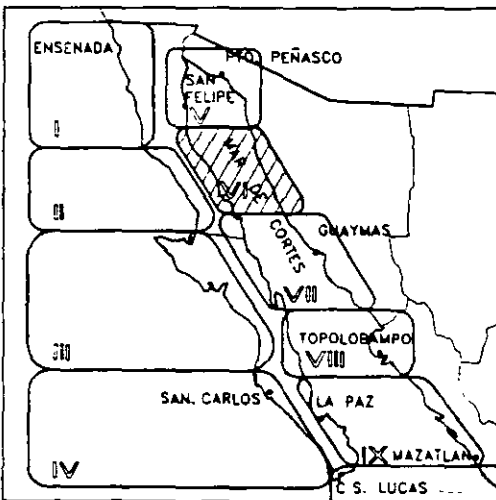
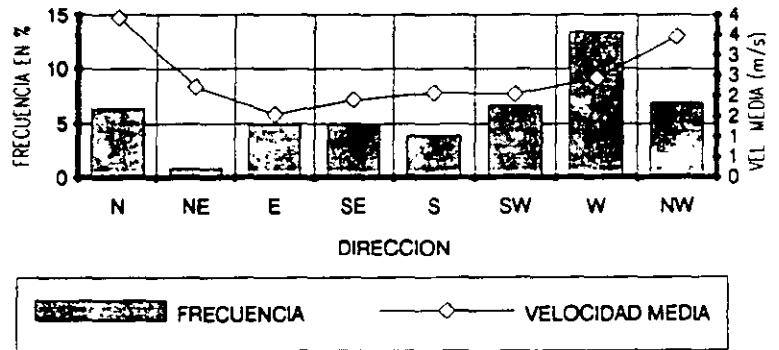
REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 14%
VIENTO REINANTE SE
ESTACION: SAN FELIPE, B.C.

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 52%
VIENTO REINANTE W
ESTACION: GUAYMAS, SON.

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



MAREA ASTRONOMICA
ESTACION: B. DE LOS ANGELES

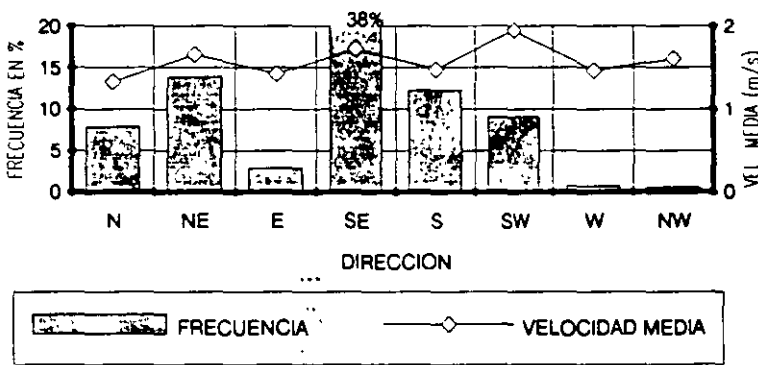
PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	1.745
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.986
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.786
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	0.002
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.972
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-1.010
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-1.761

CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA VII

NO SE DISPONE DE INFORMACION DE OLEAJE

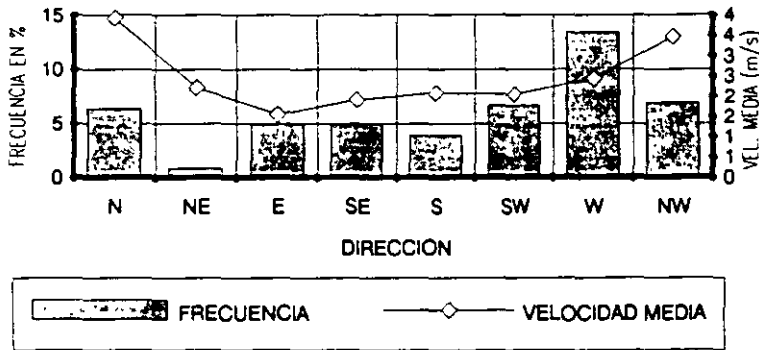
NO SE DISPONE DE INFORMACION DE
CORRIENTES

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 14%
VIENTO REINANTE SE
ESTACION: SAN FELIPE, B.C.

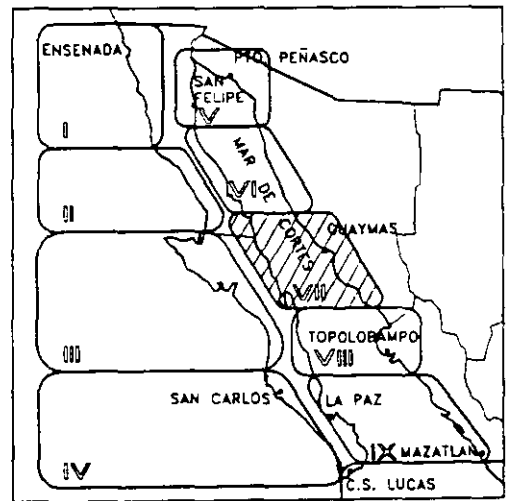
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 52%
VIENTO REINANTE W
ESTACION: GUAYMAS, SON.

MAREA ASTRONOMICA ESTACION: GUAYMAS

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	0.854
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.357
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.305
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	-0.011
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.302
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.474
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-1.188

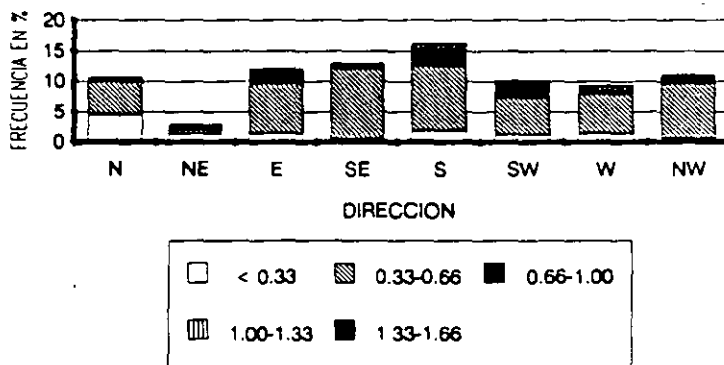


CONDICIONANTES FISICAS NORMALES
ZONA VIII

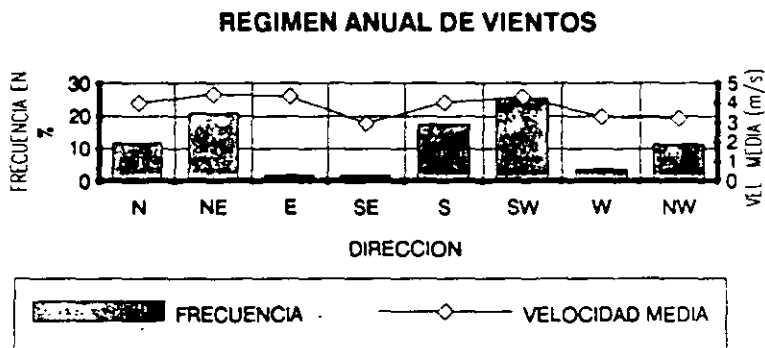
NO SE DISPONE DE INFORMACION DE OLEAJE

REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 15%

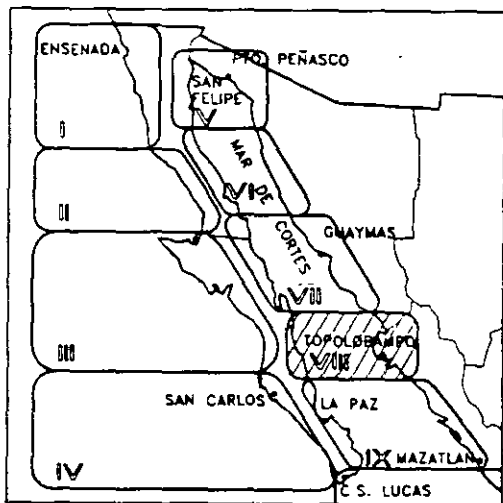
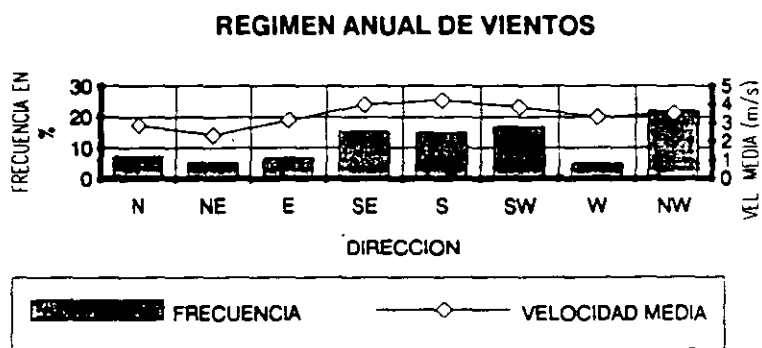
REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 8%
VIENTO REINANTE SW
ESTACION: LA PAZ, B.C.S.



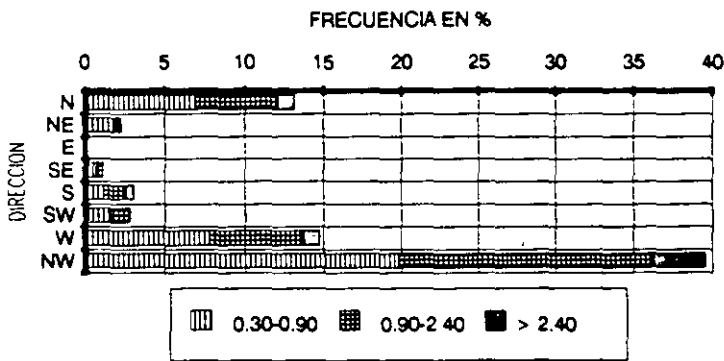
REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 6%
VIENTO REINANTE NW
ESTACION: TOPOLOBAMPO, SIN.



MAREA ASTRONOMICA
ESTACION: TOPOLOBAMPO

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	1.149
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.528
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.421
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	0.004
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.412
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.610
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-1.228

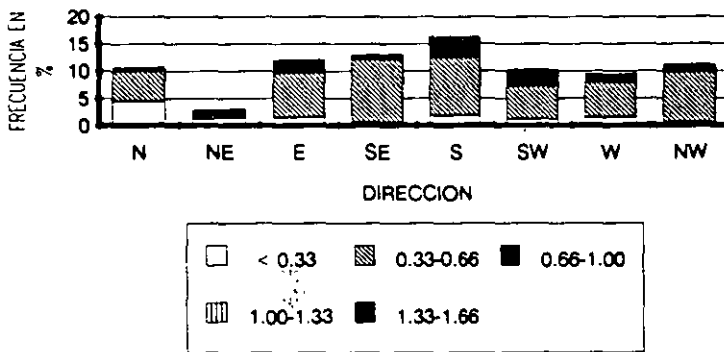
REGIMEN ANUAL DE OLEAJE



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA IX

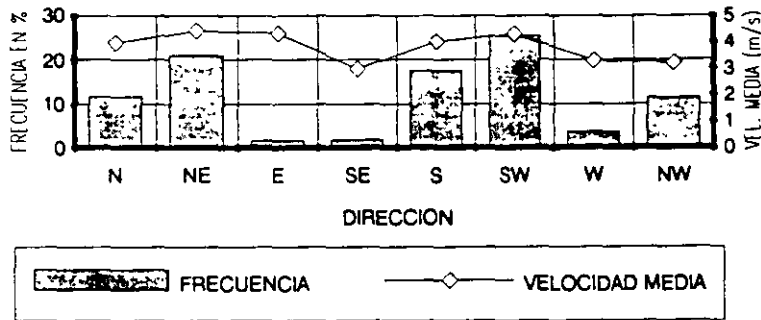
REGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 10%
CALMAS 13%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



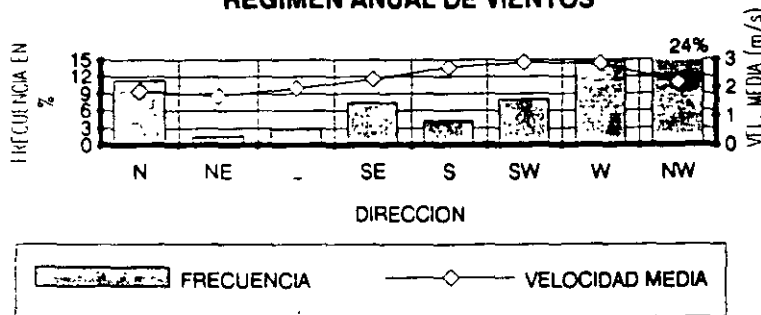
REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 15%

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 6%
VIENTO REINANTE SW
ESTACION: LA PAZ, B.C.S.

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS

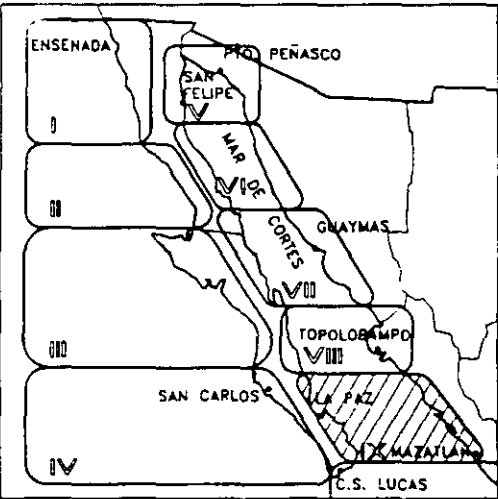


REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 25%
VIENTO REINANTE NW
ESTACION: MAZATLAN, SIN.

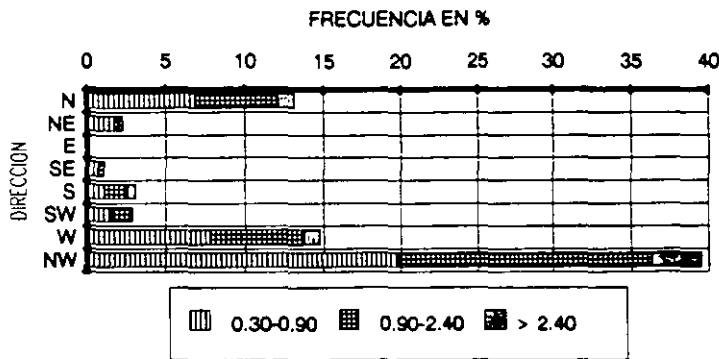
**CONDICIONANTES FISICAS NORMALES
ZONA IX**

**MAREA ASTRONOMICA
ESTACION: LA PAZ, B.C.S.**

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	1.024
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.509
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.385
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	0.008
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.369
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.536
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-0.987



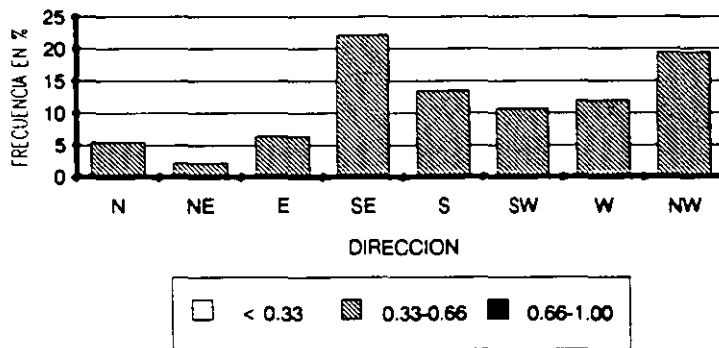
REGIMEN ANUAL DE OLEAJE



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA X

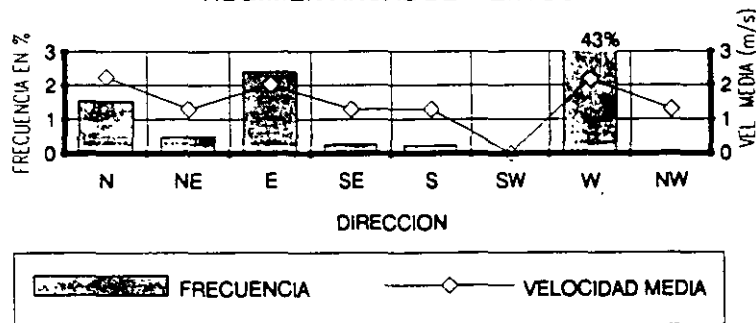
REGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
 LOCAL + DISTANTE
 ALTURA DE OLA EN METROS
 INDETERMINADOS 10%
 CALMAS 13%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



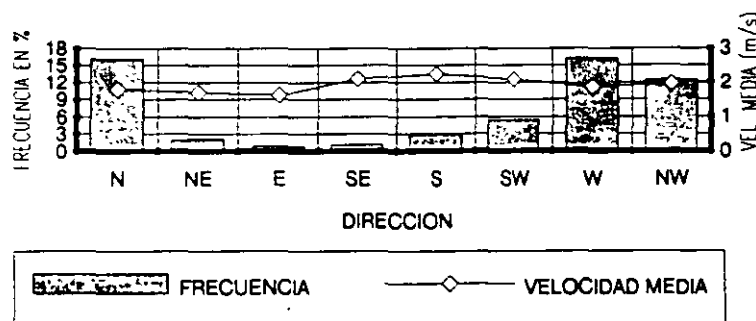
REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
 INTENSIDAD DE LA CORRIENTE EN NUDOS
 INDETERMINADOS 0%
 CALMAS 8%

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
 CALMAS 52%
 VIENTO REINANTE W
 ESTACION: CABO SAN LUCAS, B.C.S.

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS

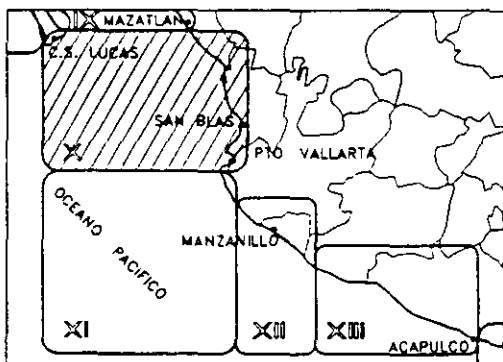


REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
 CALMAS 43%
 VIENTO REINANTE N
 ESTACION: SAN BLAS, NAY.

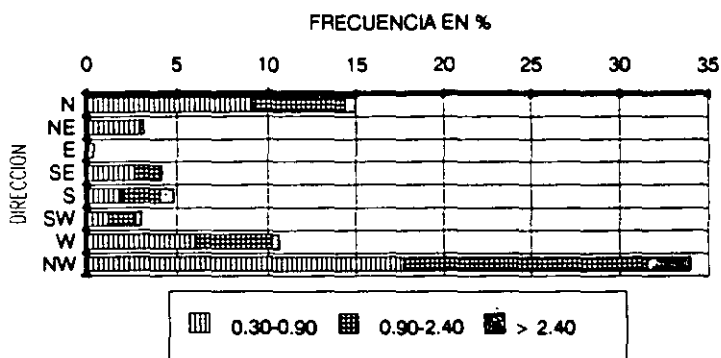
**CONDICIONANTES FISICAS NORMALES
ZONA X**

**MAREA ASTRONOMICA
ESTACION: CABO SAN LUCAS**

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	1 068
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.591
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.458
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	0.002
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.454
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.602
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-1.127



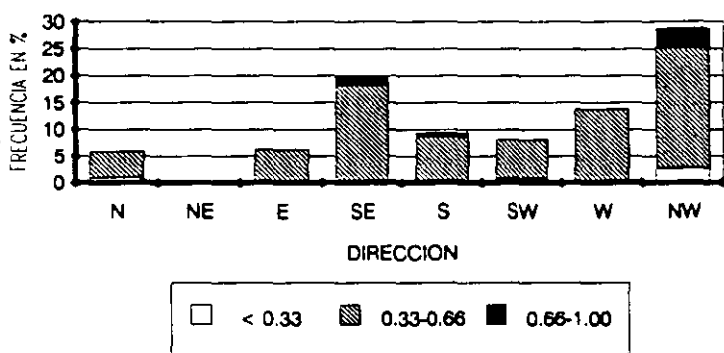
REGIMEN ANUAL DE OLAJE



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA XI

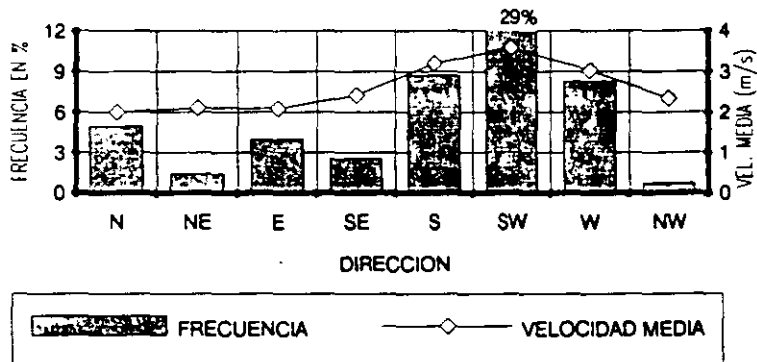
REGIMEN DE OLAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 10%
CALMAS 14%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE LA CORRIENTE EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 8%

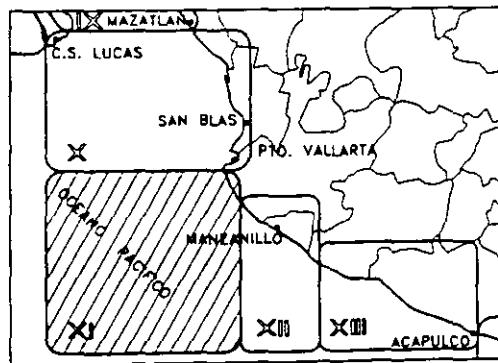
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 40%
VIENTO REINANTE SW
ESTACION: PTO. VALLARTA, JAL.

MAREA ASTRONOMICA ESTACION: PTO. VALLARTA

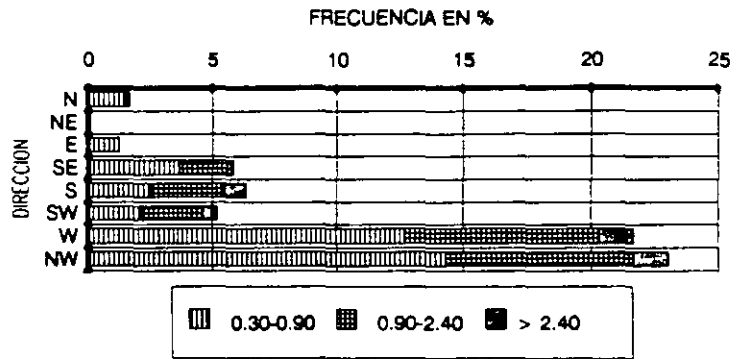
PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	1.065
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.480
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.390
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.390
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.512
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-1.007



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES
ZONA XII

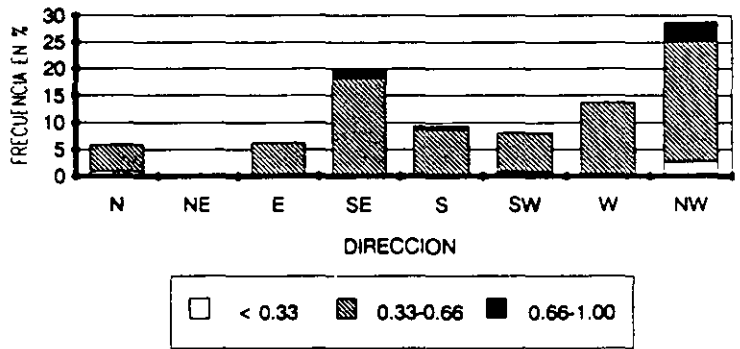
REGIMEN DE OLAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 13%
CALMAS 22%

REGIMEN ANUAL DE OLAJE



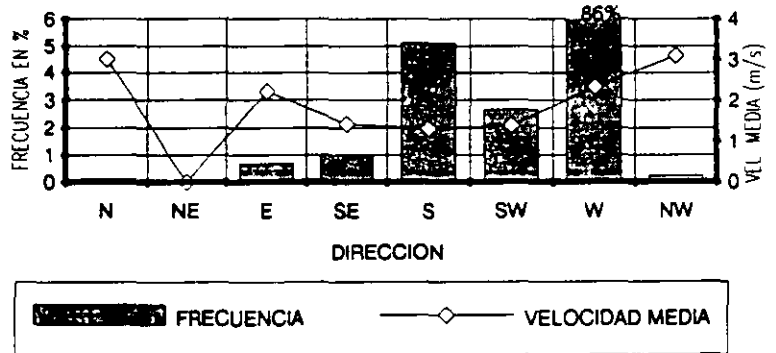
REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 8%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



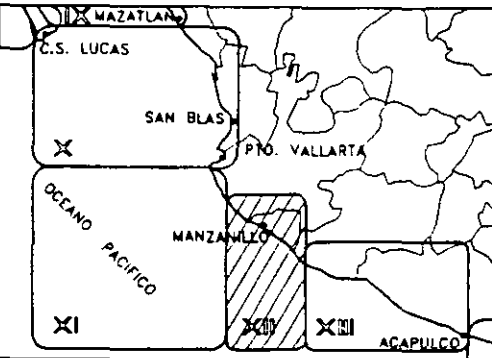
REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 4%
VIENTO REINANTE W
ESTACION: MANZANILLO, COL

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS

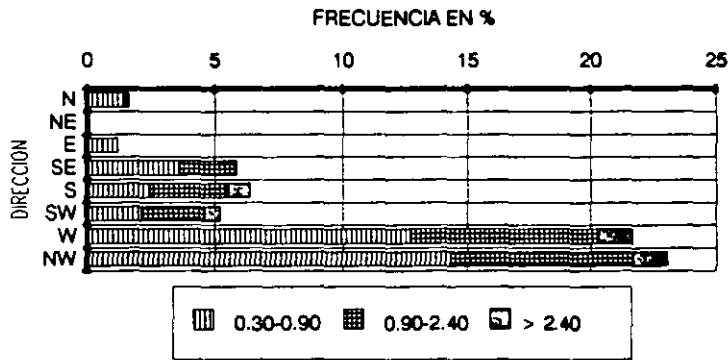


MAREA ASTRONOMICA
ESTACION: MANZANILLO

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	0.848
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.333
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.272
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	0.005
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.264
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.398
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-0.889



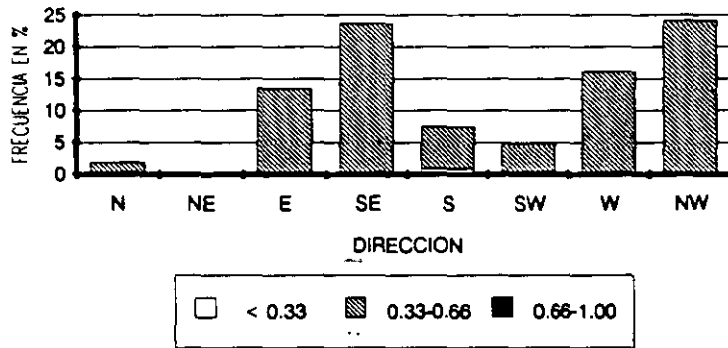
REGIMEN ANUAL DE OLAJE



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA XIII

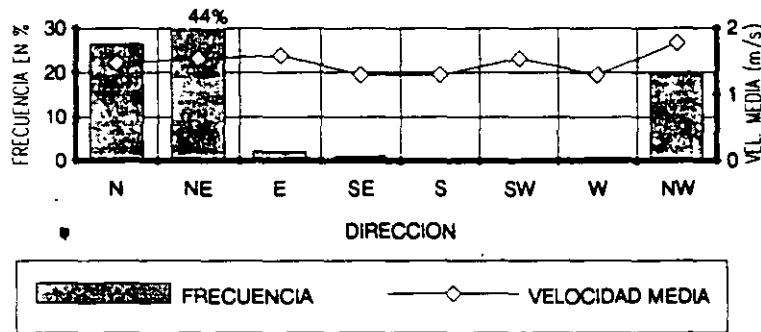
REGIMEN DE OLAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 13%
CALMAS 22%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



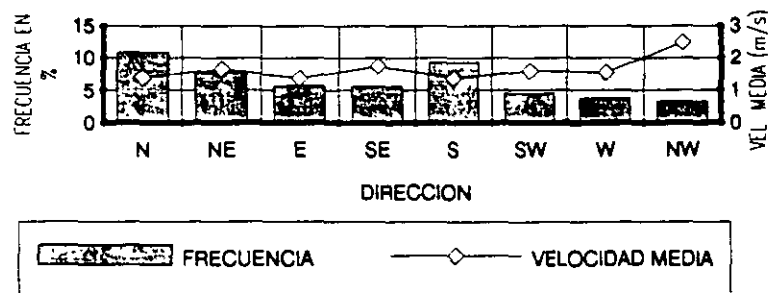
REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 8%

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 5 %
VIENTO REINANTE NE
ESTACION: L. CARDENAS, MICH.

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



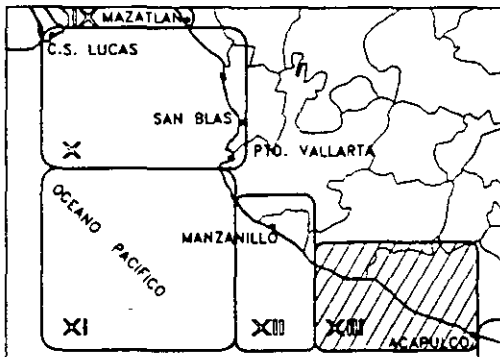
REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 49 %
VIENTO REINANTE N
ESTACION: ZIHUATANEJO, GRO.

CAPITULO 3 CONDICIONANTES FISICAS

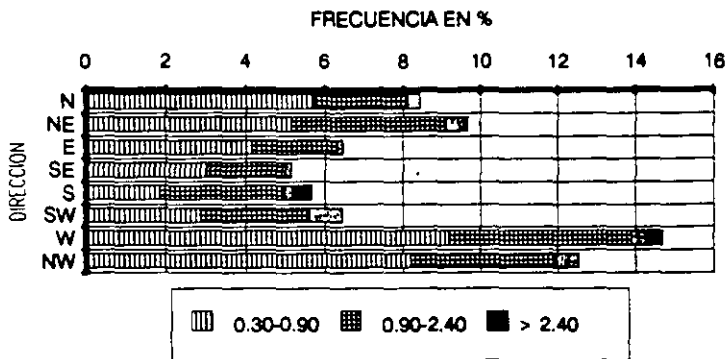
CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA XIII

MAREA ASTRONOMICA ESTACION: ACAPULCO

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	0.909
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.342
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.236
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	0.001
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.238
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.306
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-0.770



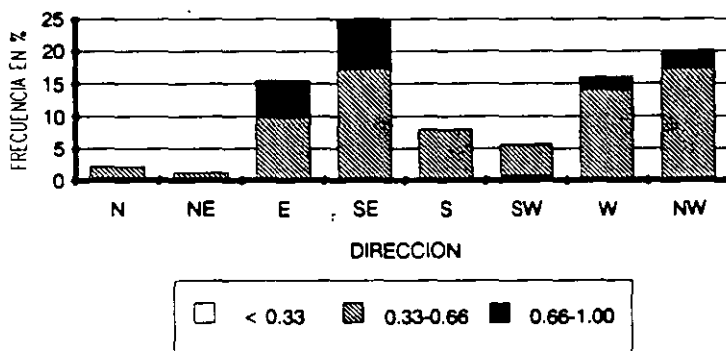
REGIMEN ANUAL DE OLEAJE



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA XIV

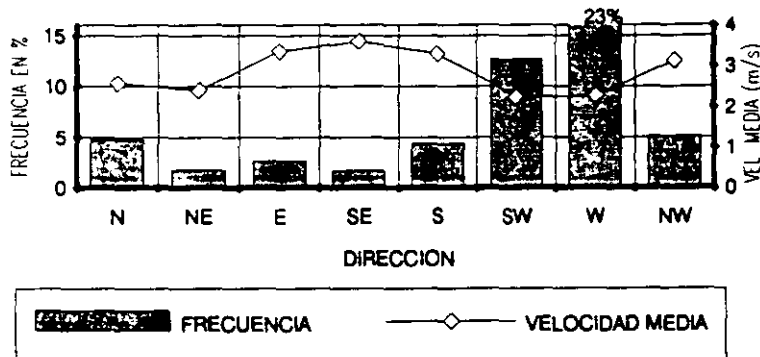
REGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 11%
CALMAS 19%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 7%

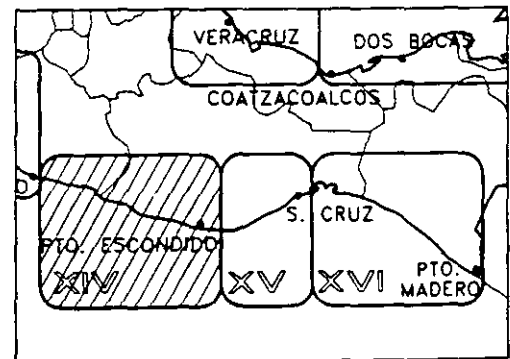
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 44 %
VIENTO REINANTE W
ESTACION: ACAPULCO, GRO.

MAREA ASTRONOMICA ESTACION: PTO. ANGEL

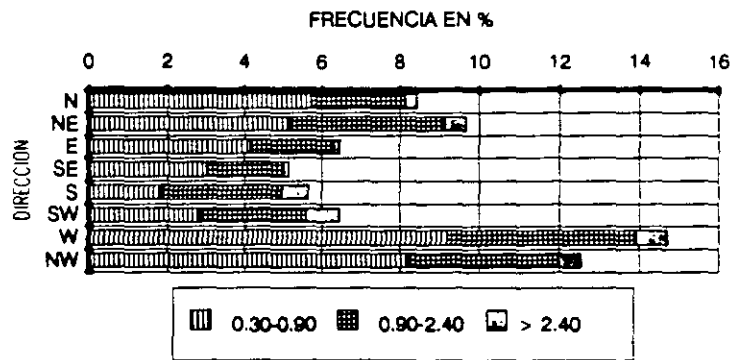
PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	1.058
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.546
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.441
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	-0.002
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.444
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.477
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-0.923



**CONDICIONANTES FISICAS NORMALES
ZONA XV**

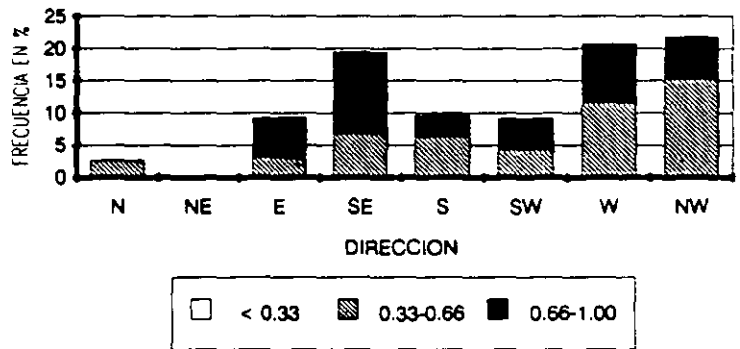
REGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 11%
CALMAS 19%

REGIMEN ANUAL DE OLEAJE



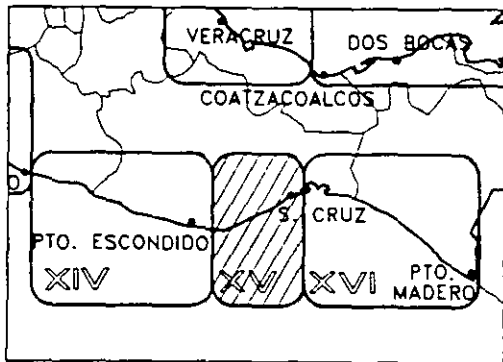
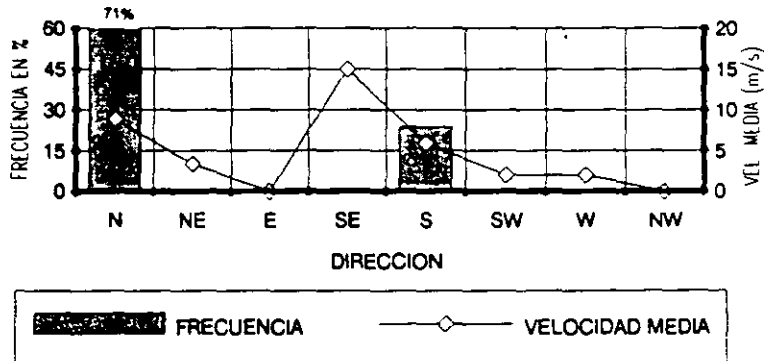
REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 6%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 16%
VIENTO REINANTE N
ESTACION: SALINA CRUZ, OAX.

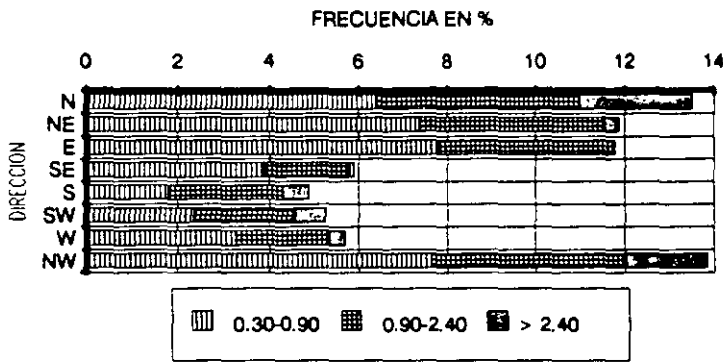
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



**MAREA ASTRONOMICA
ESTACION: SALINA CRUZ**

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	1.174
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.645
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.536
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	-0.006
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.536
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.574
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-1.112

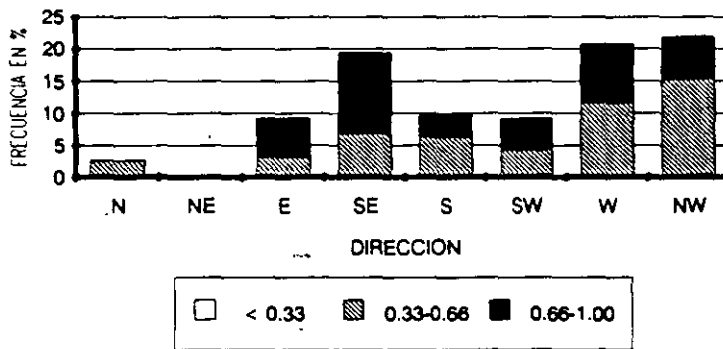
REGIMEN ANUAL DE OLEAJE



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA XVI

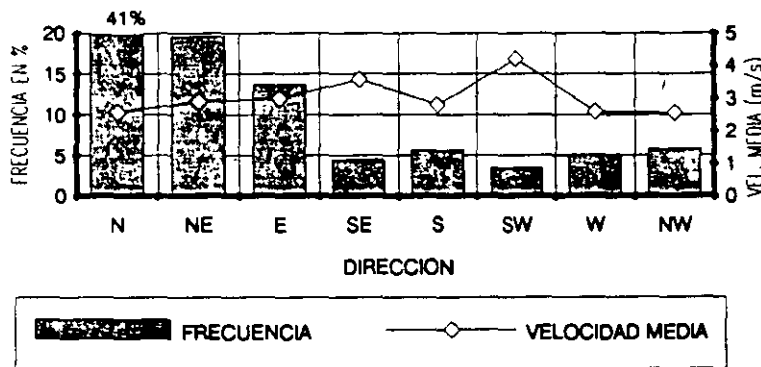
REGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 11%
CALMAS 16%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 6%

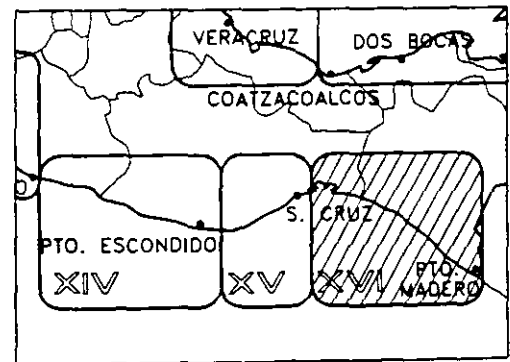
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 1%
VIENTO REINANTE N
ESTACION: PTO. MADERO, CHIS.

MAREA ASTRONOMICA ESTACION: PTO. MADERO

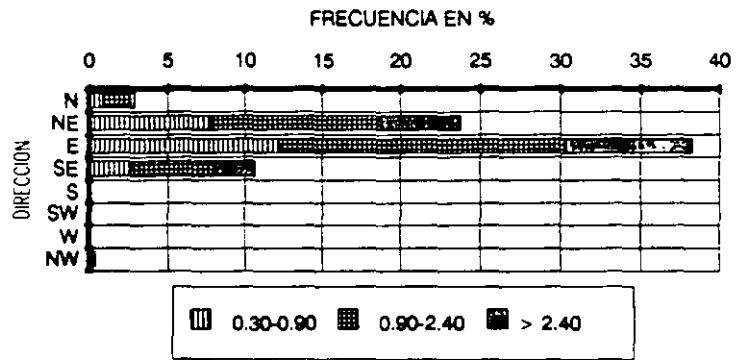
PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	1.311
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.775
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.662
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	-0.002
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.655
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.693
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-1.096



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES
ZONA XVII

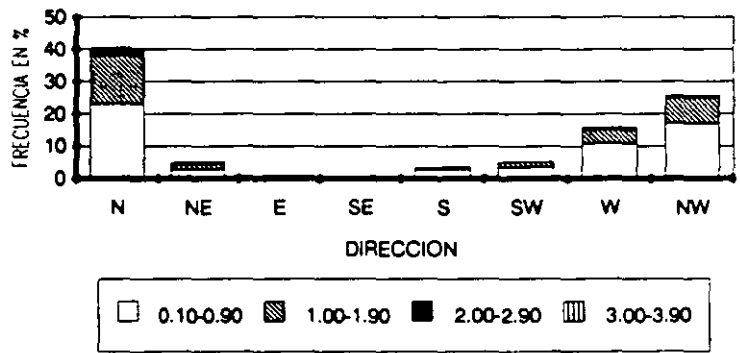
REGIMEN DE OLAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 10%
CALMAS 14%

REGIMEN ANUAL DE OLAJE



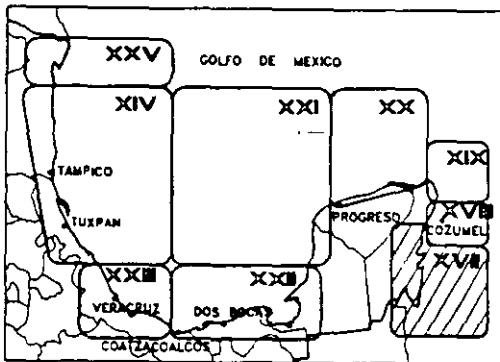
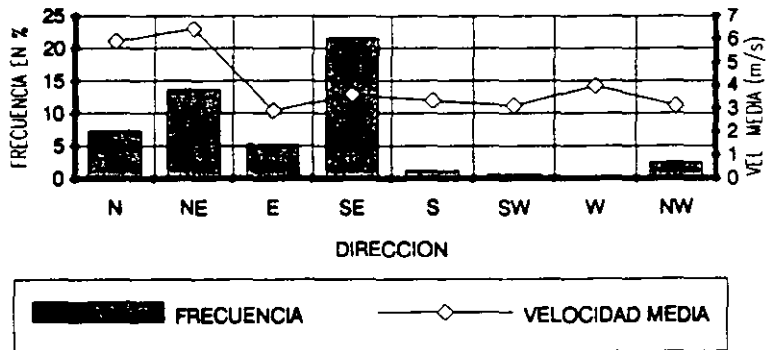
REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 2%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 47 %
VIENTO REINANTE SE
ESTACION: COZUMEL, Q.ROO.

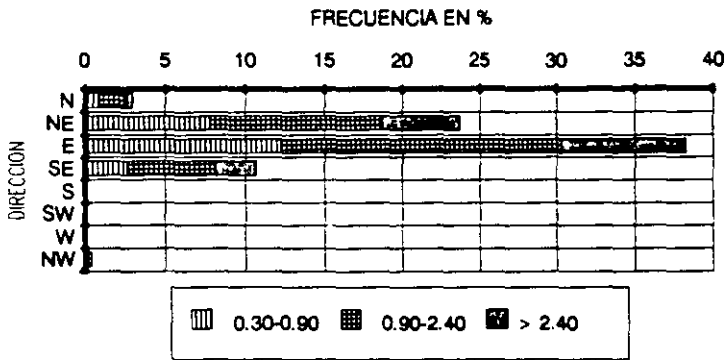
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



MAREA ASTRONOMICA
ESTACION: COZUMEL

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	0.342
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.111
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.088
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	-0.002
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.093
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.125
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-0.334

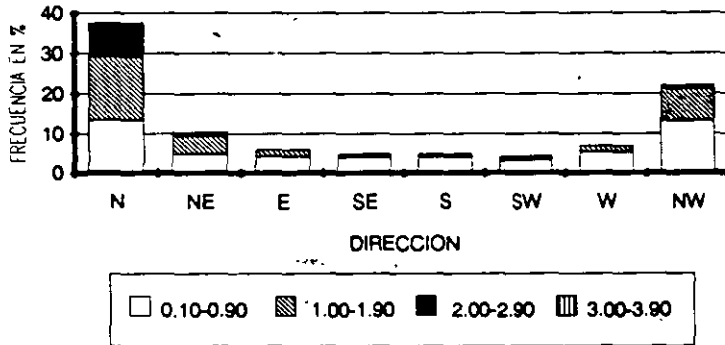
REGIMEN ANUAL DE OLEAJE



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA XVIII

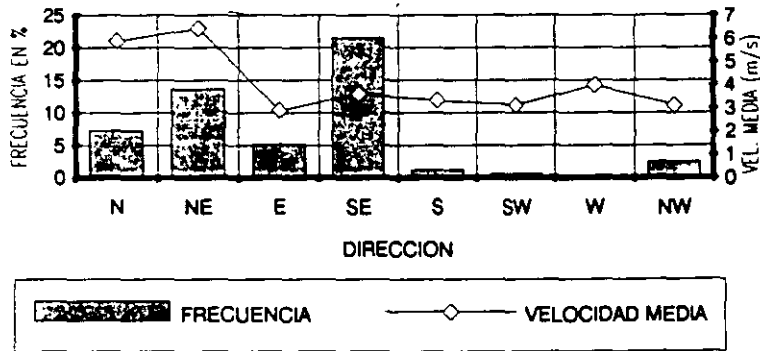
REGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS.
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 10%
CALMAS 14%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 3%

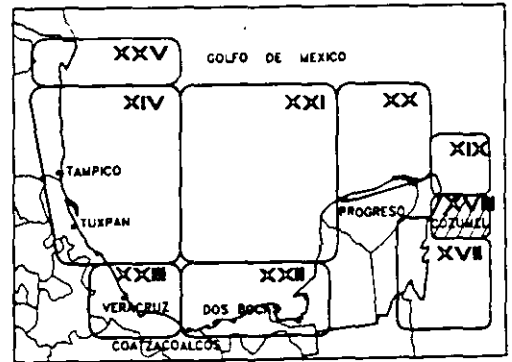
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 47%
VIENTO REINANTE SE
ESTACION: COZUMEL, Q.ROO.

MAREA ASTRONOMICA ESTACION: COZUMEL

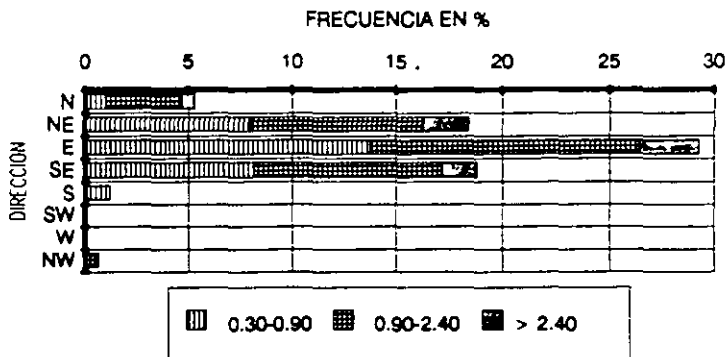
PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	0.342
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.111
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.088
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	-0.002
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.093
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.125
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-0.334



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES
ZONA XIX

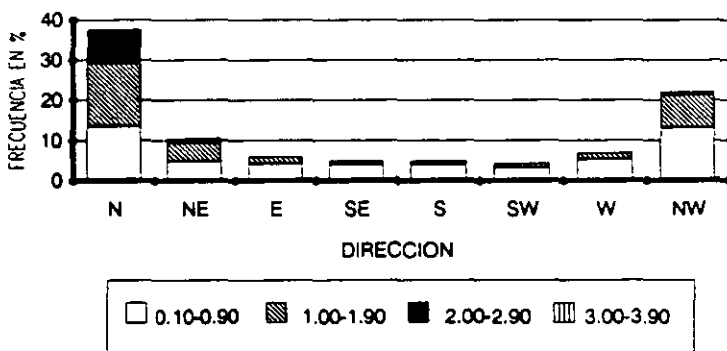
REGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 10%
CALMAS 16%

REGIMEN ANUAL DE OLEAJE



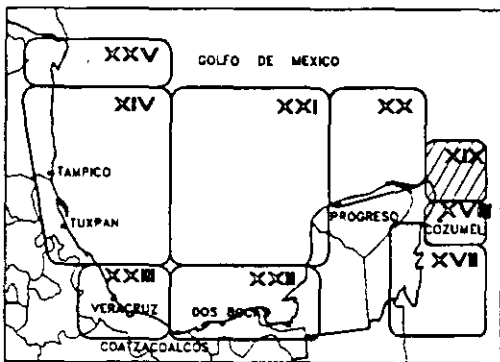
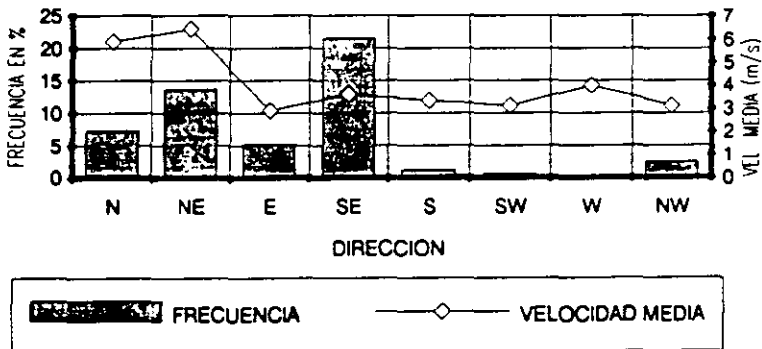
REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 3%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 47%
VIENTO REINANTE SE
ESTACION: COZUMEL, Q.ROO.

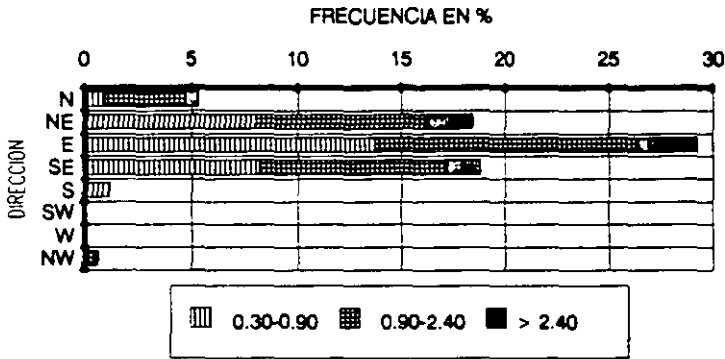
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



MAREA ASTRONOMICA
ESTACION: PTO. JUAREZ

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	0.236
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.100
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.070
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	-0.001
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.072
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.090
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-0.204

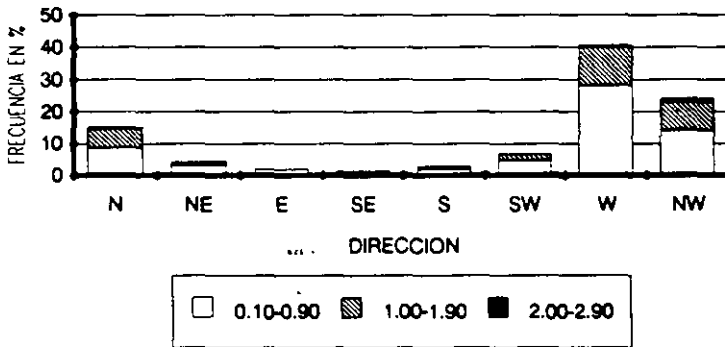
REGIMEN ANUAL DE OLAJE



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA XX

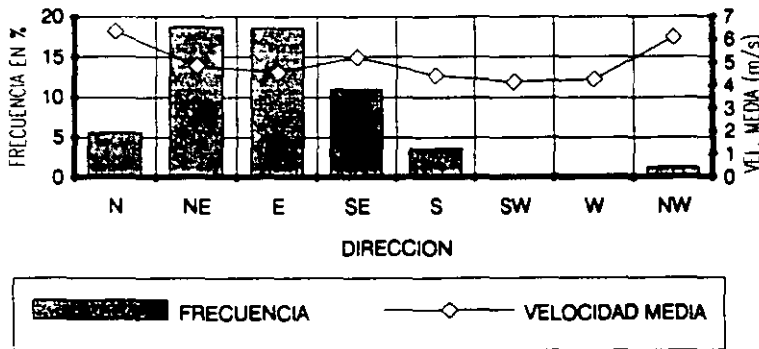
REGIMEN DE OLAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 10%
CALMAS 16%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 3%

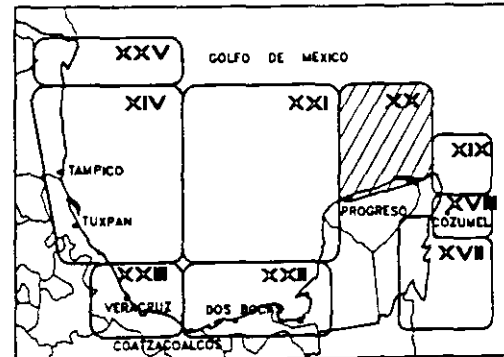
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 41 %
VIENTO REINANTE E
ESTACION: PROGRESO, YUC.

MAREA ASTRONOMICA ESTACION: PROGRESO

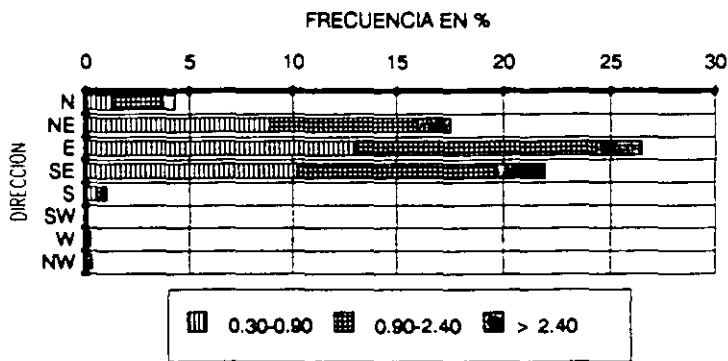
PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	0.916
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.259
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	-0.020
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.308
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-0.913



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES
ZONA XXI

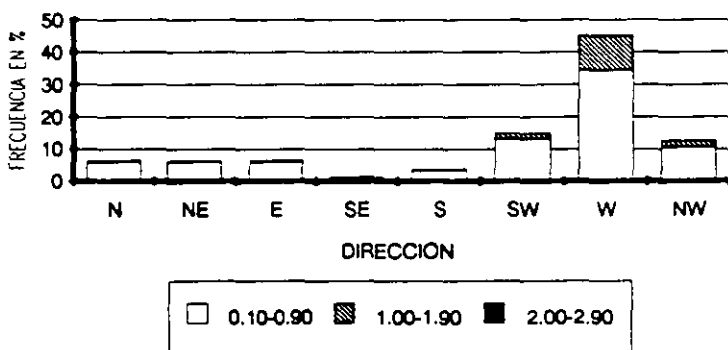
REGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 12%
CALMAS 16%

REGIMEN ANUAL DE OLEAJE



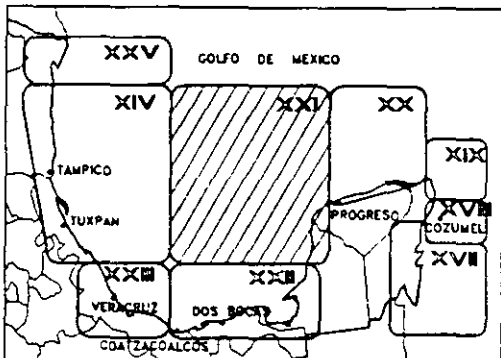
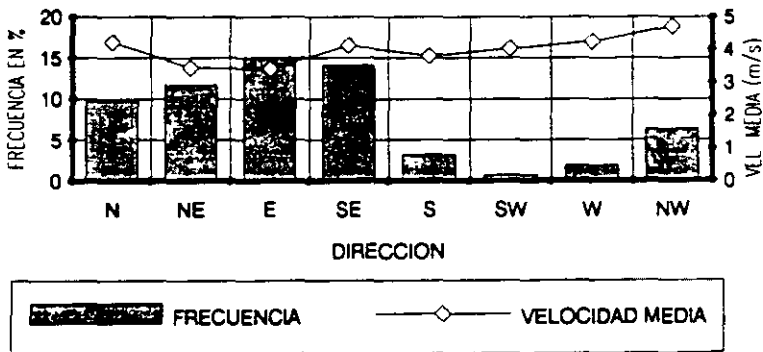
REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 2%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 37 %
VIENTO REINANTE E
ESTACION: CAMPECHE, CAMP.

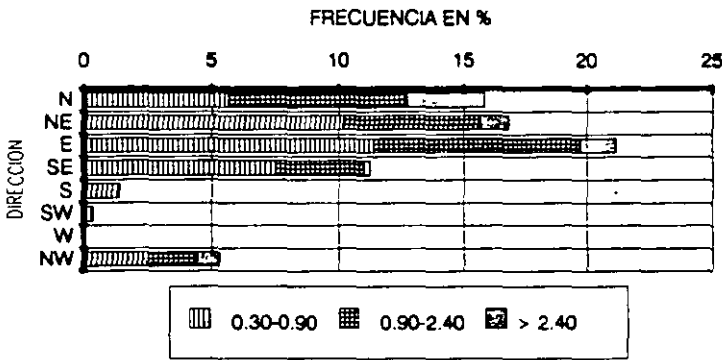
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



MAREA ASTRONOMICA
ESTACION: CAMPECHE

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	0.508
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.332
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.298
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	0.004
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.290
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.453
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-0.772

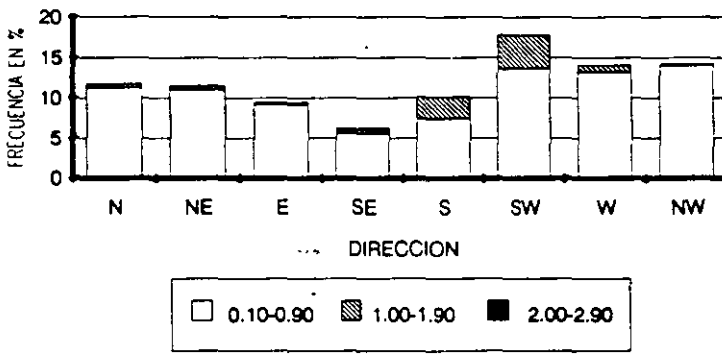
REGIMEN ANUAL DE OLAJE



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA XXII

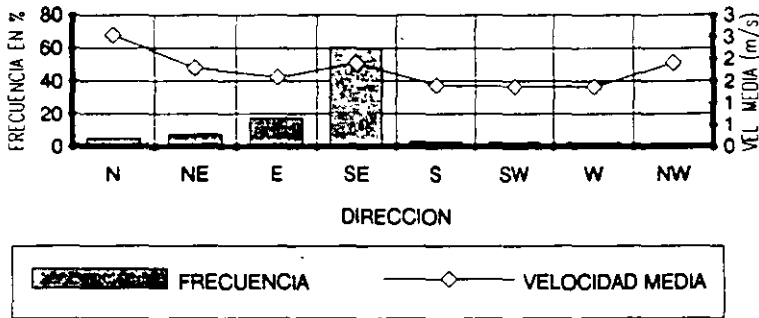
REGIMEN DE OLAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 9%
CALMAS 19%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



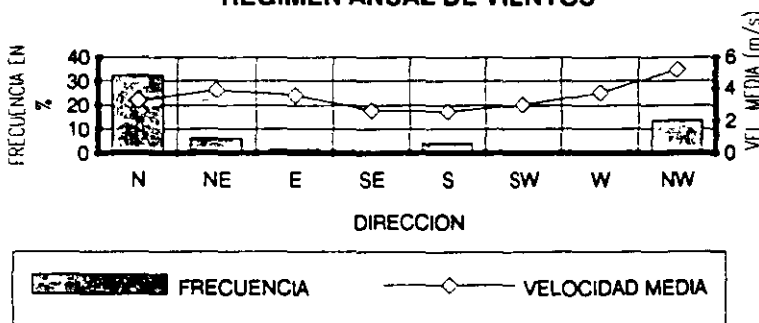
REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 5%

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 0%
VIENTO REINANTE SE
ESTACION: CD. DEL CARMEN, CAMP.

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS

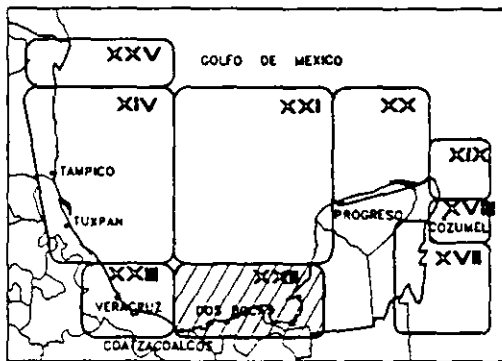


REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 40%
VIENTO REINANTE N
ESTACION: COATZACOALCOS, VER.

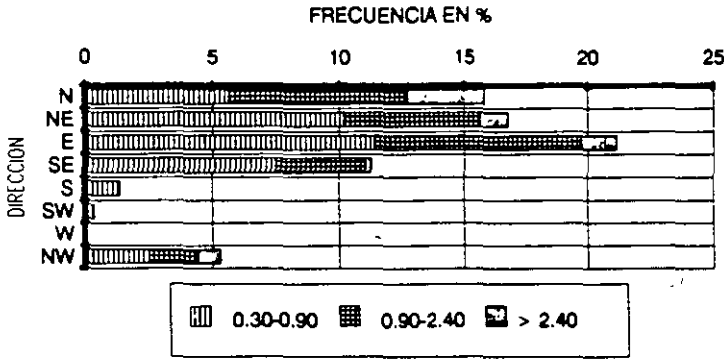
**CONDICIONANTES FISICAS NORMALES
ZONA XXII**

**MAREA ASTRONOMICA
ESTACION: CD. DEL CARMEN**

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	0.923
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.180
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	-0.032
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.244
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R)	-0.662



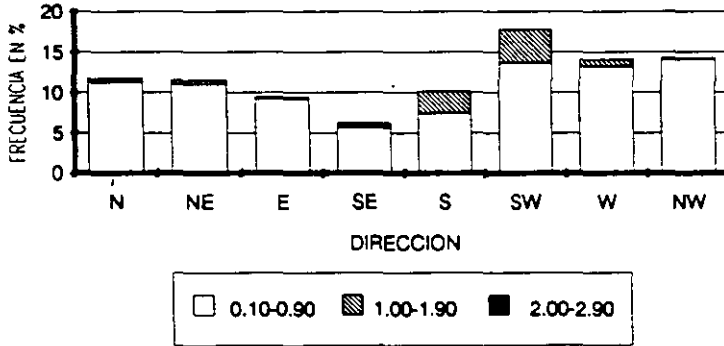
REGIMEN ANUAL DE OLEAJE



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA XXIII

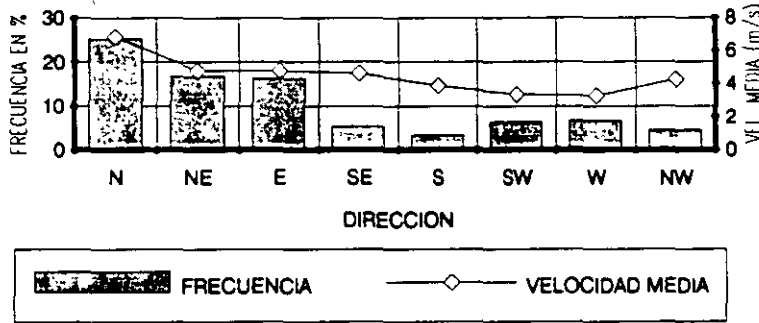
REGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 9%
CALMAS 19%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 5%

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS

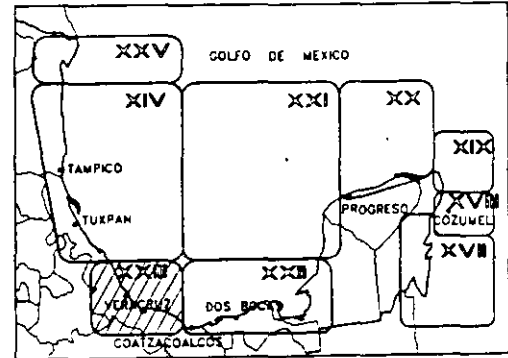


REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 15%
VIENTO REINANTE N
ESTACION: VERACRUZ, VER.

MAREA ASTRONOMICA

ESTACION: VERACRUZ

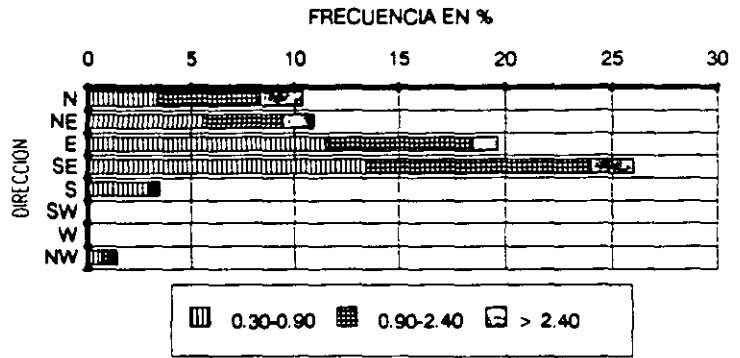
PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	0.929
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.221
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	-0.040
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.301
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-0.778



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES
ZONA XXIV

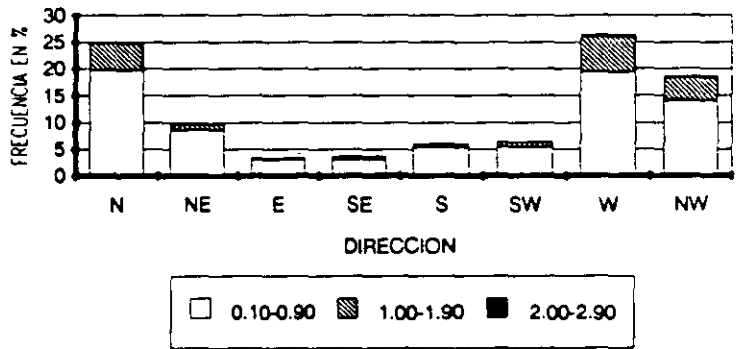
REGIMEN DE OLAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 9%
CALMAS 19%

REGIMEN ANUAL DE OLAJE



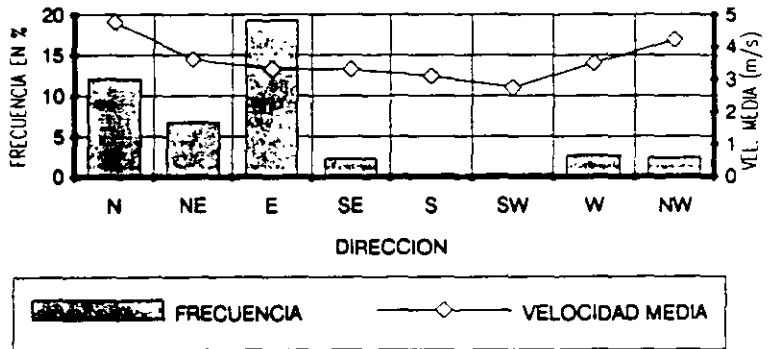
REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 1%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



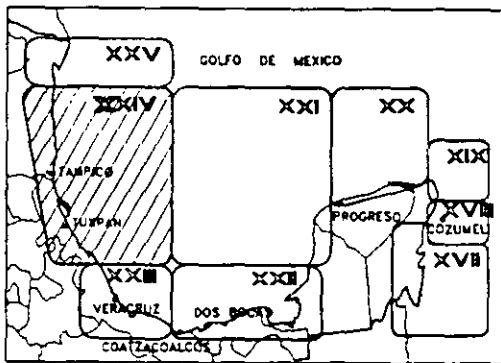
REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 54 %
VIENTO REINANTE E
ESTACION: TAMPICO, TAMP.

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



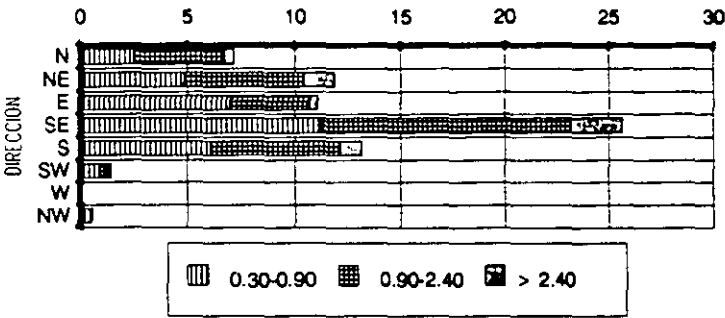
MAREA ASTRONOMICA
ESTACION: TUXPAN

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	0.833
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.219
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	-0.033
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.284
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-0.782



REGIMEN ANUAL DE OLEAJE

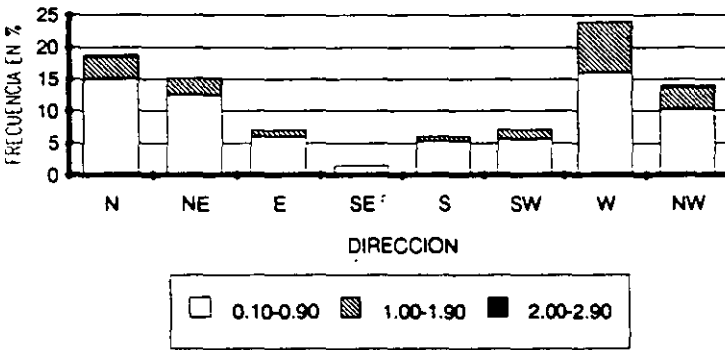
FRECUENCIA EN %



CONDICIONANTES FISICAS NORMALES ZONA XXV

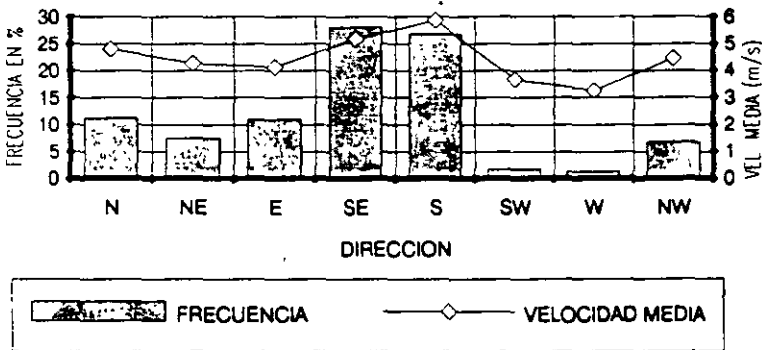
REGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS,
LOCAL + DISTANTE
ALTURA DE OLA EN METROS
INDETERMINADOS 9%
CALMAS 20%

REGIMEN ANUAL DE CORRIENTES



REGIMEN DE CORRIENTES SUPERFICIALES
INTENSIDAD DE CORRIENTES EN NUDOS
INDETERMINADOS 0%
CALMAS 6.5%

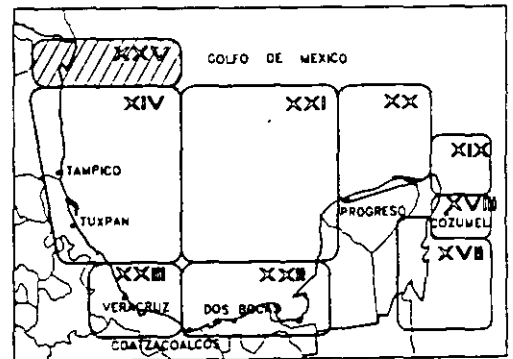
REGIMEN ANUAL DE VIENTOS



REGIMEN DE VIENTOS LOCALES
CALMAS 6%
VIENTO REINANTE SE
ESTACION: MATAMOROS, TAMPS.

MAREA ASTRONOMICA ESTACION: CD. MADERO, TAMPICO

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	0.925
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.208
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE MEDIA MAREA	(N.M.M.)	-0.027
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.262
BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-0.720



3.2
Condicionantes
físicas
extraordinarias

Estas condiciones se dan por la presencia de fenómenos especiales como es el caso de los ciclones, nortes, sismos, etc. Las perturbaciones meteorológicas aparecen en nuestras costas durante todo el año ya que los ciclones inciden en el período de mayo a noviembre, acompañados de lluvias abundantes y de carácter torrencial sobre las vertientes que entran directamente en contacto con el ciclón hasta un radio de 300 Km; y los nortes inciden en el período de octubre a abril.

Meteorológicas

Lo referente a vientos máximos, que maneja la Vocalía de Obras Marítimas de Puertos Mexicanos.

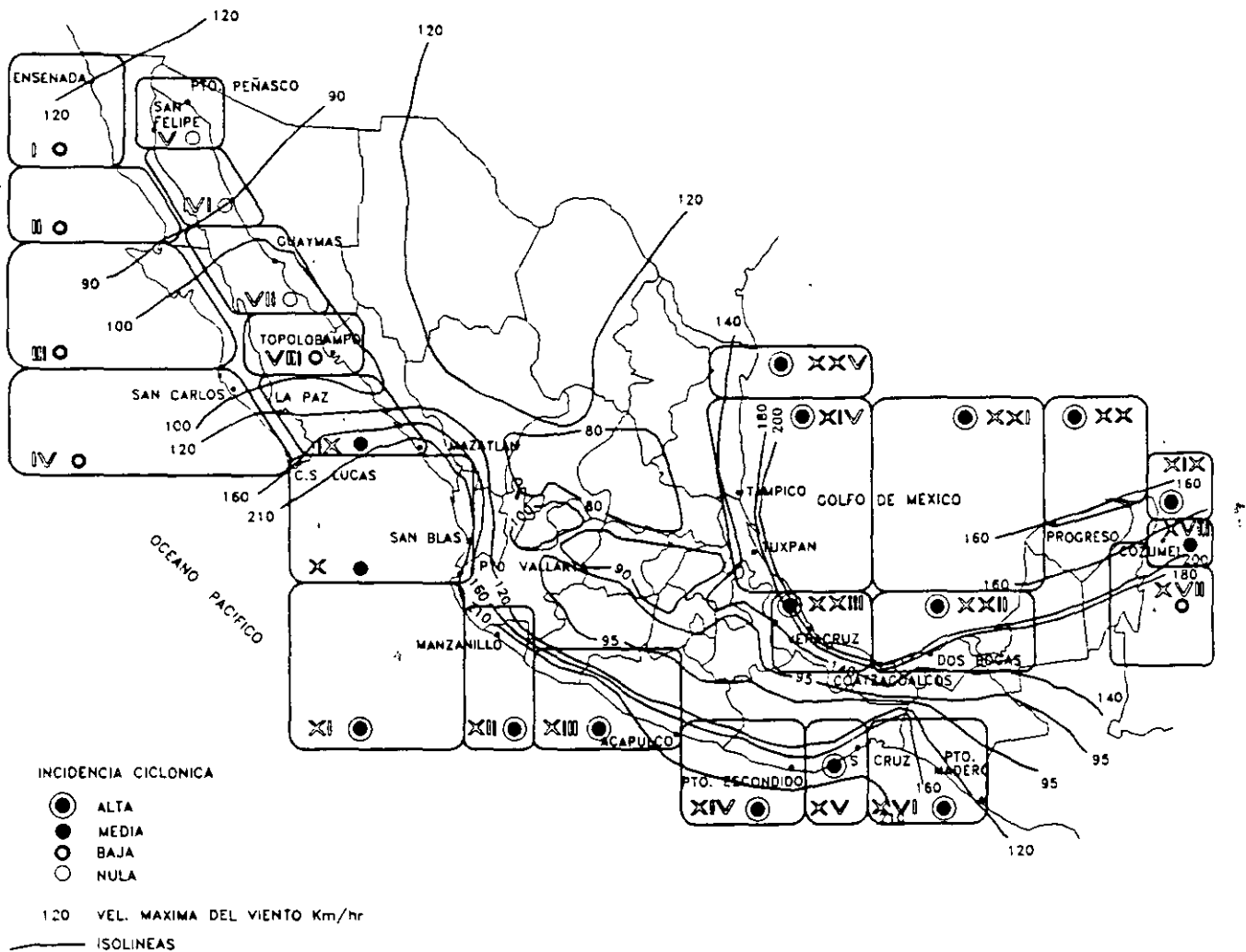
Oceanográficas

El oleaje generado por huracán, tomando como referencia un huracán crítico en el Golfo-Caribe y en el Pacífico, representando la trayectoria y los valores de vientos máximos, altura de ola significativa y período significativo, para la posición indicada.

Las alturas de ola mostradas no deben de ser consideradas para diseño puesto que aún están en la zona de generación y deben de pasar por una distancia de decaimiento y afectarse por el fenómeno de refracción.

Sismicidad

Se presenta la regionalización sísmica dada por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, la cual esta identificada en el mapa general de la zonificación.



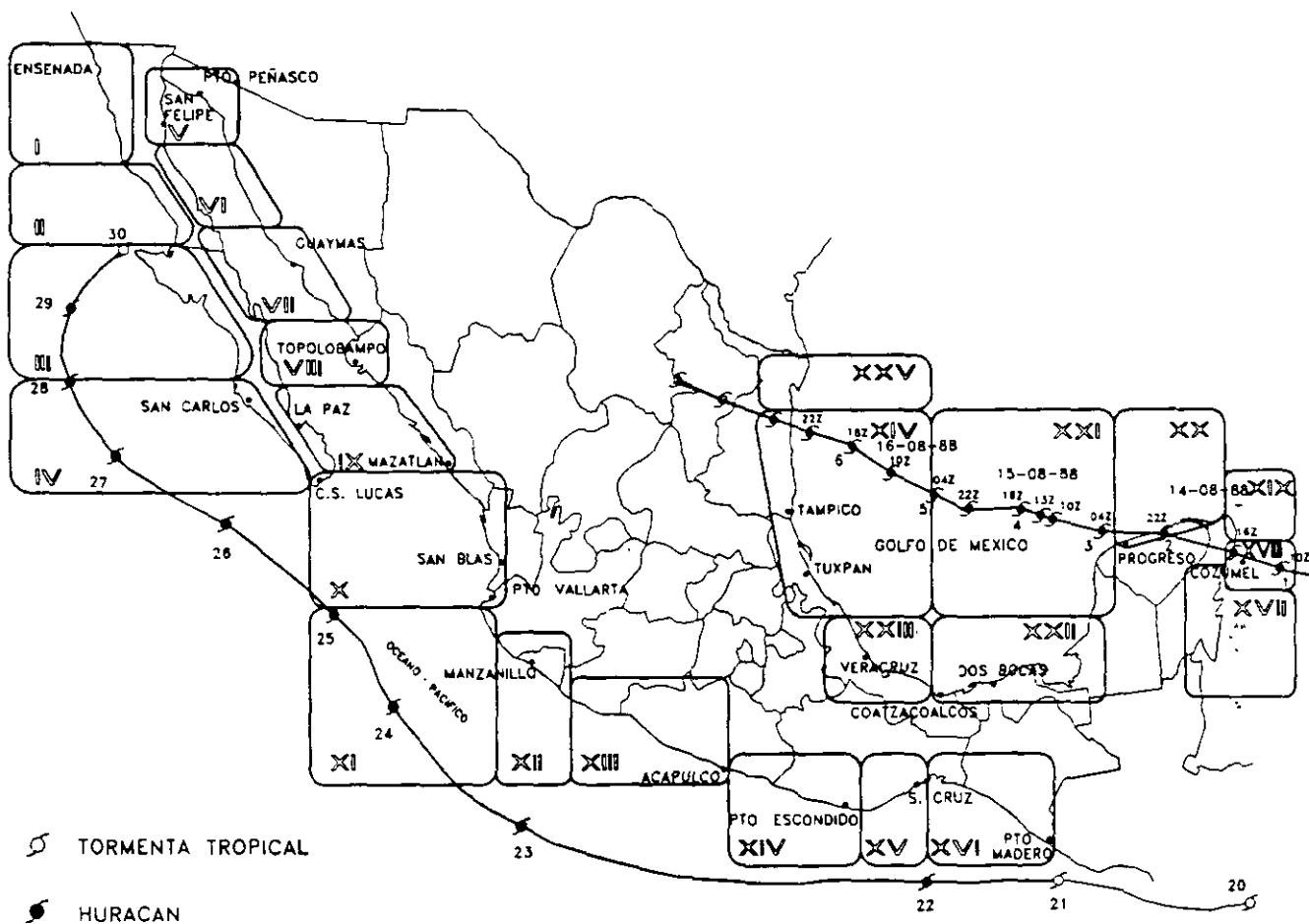
Vientos máximos

**OLEAJE CICLONICO - Golfo de México y Mar Caribe
Huracán Gilberto 1988**

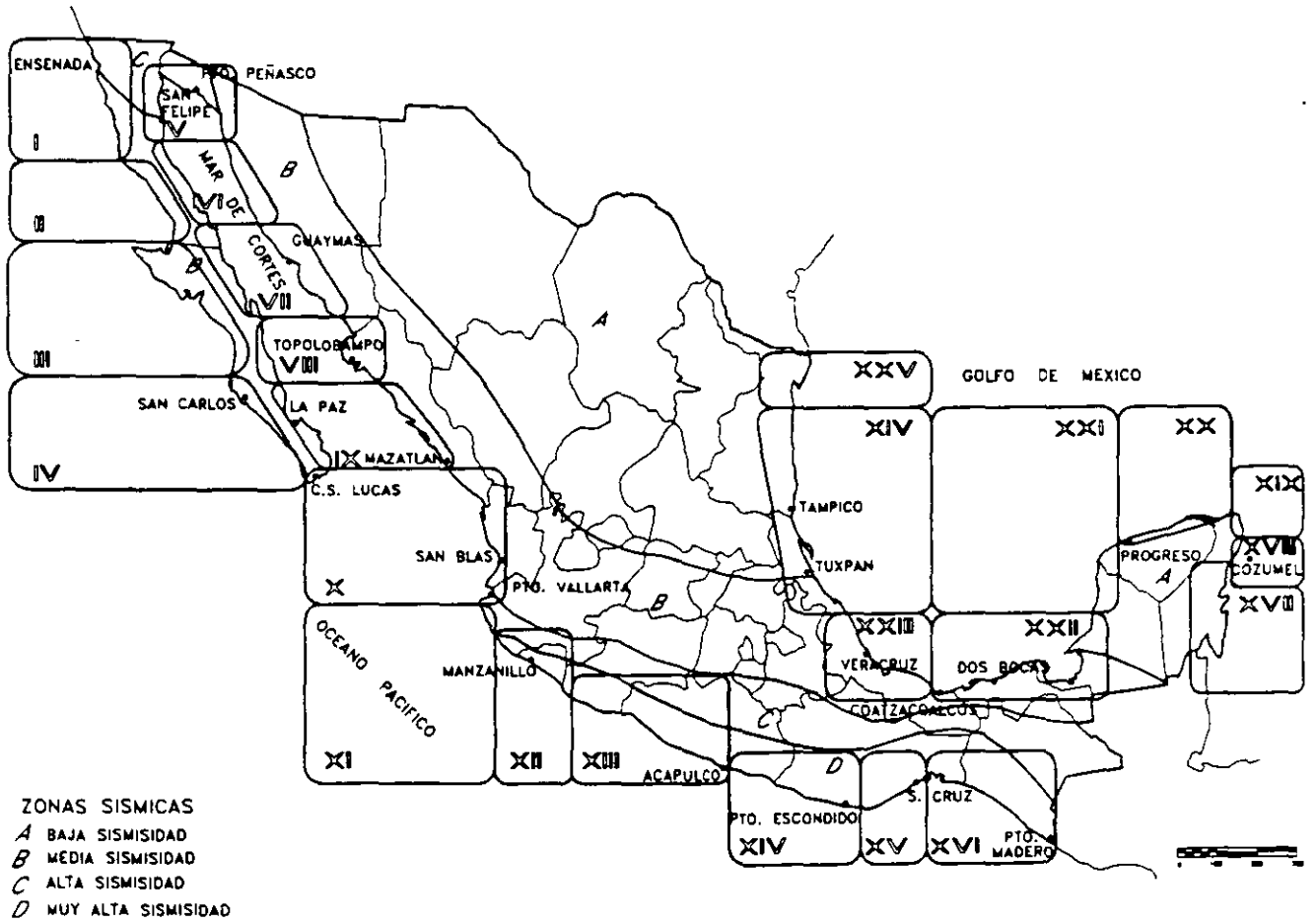
POSICION	FECHA	HORA	LATITUD N	LONGITUD W	Vmax m/s	Ho (m)	To (seg)
1	14-SEP-88	04:00Z	19.9°	84.8°	278	10.54	12.52
2	14-SEP-88	22:00Z	21.3°	88.8°	222	11.77	13.25
3	15-SEP-88	04:00Z	21.5°	90.2°	204	11.78	13.25
4	15-SEP-88	16:00Z	22.2°	92.3°	194	11.76	13.24
5	16-SEP-88	04:00Z	22.8°	94.4°	194	11.35	12.99
6	16-SEP-88	16:00Z	23.9°	96.4°	194	11.35	12.99

**OLEAJE CICLONICO - Océano Pacífico
Huracán Olivia 1971**

POSICION	FECHA	HORA	LATITUD N	LONGITUD W	Vmax m/s	Ho (m)	To (seg)
1	21-SEP-60	04:00Z	13.7°	92.1°	8	7.61	10.63
2	22-SEP-60	12:00Z	13.9°	95.2°	13	9.12	11.61
3	23-SEP-60	04:00Z	15.1°	104.7°	13	9.44	11.83
4	24-SEP-60	03:00Z	17.9°	107.9°	150	10.28	12.35
5	25-SEP-60	12:00Z	19.8°	109.4°	150	10.60	12.56
6	26-SEP-60	04:00Z	21.6°	112.1°	186	11.18	12.89
7	27-SEP-60	04:00Z	23.0°	115.0°	149	10.07	12.22
8	28-SEP-60	04:00Z	24.5°	116.1°	121	9.25	11.72
9	29-SEP-60	04:00Z	26.1°	116.5°	119	9.22	11.70
10	30-SEP-60	04:00Z	27.7°	115.1°	68	7.79	10.79



Trayectorias ciclónicas críticas



Regionalización sísmica

CAPITULO 4

MODOS DE TRANSPORTE

**Nomenclatura y
simbología**

BHP	Bullard Horse Power (empuje en caballos de fuerza)
C	Calado
CAPY	Capacidad nominal (en toneladas) del potencial de carga de los carros de ferrocarril
Cmáx.	Calado Máximo
Cmín.	Calado Mínimo
D	Desplazamiento
E	Eslora
E-E	Distancia entre ejes
E-pp	Eslora entre Perpendiculares
Fb	Franco bordo
Flo-Flo	Float on - Float off
H.P	Horsepower
ISO	International Standards Organisation
Kg	Kilogramo
LASH	Lighter Aboard Ship
LGC	Barcos destinados al gas licuado
LNG	Barcos destinados al gas natural
Lo.Lo.	Lift on - Lift off
LPG	Barcos destinados al gas petroleo
Lt	Litros
M	Manga

OBO	Ore - Bulk - Oil
OO	Ore - Oil
P	Puntal
P-Q	Cargas por ejes.
Ro.Ro.	Roll on - Roll off
RSP	Remolque sobre plataforma (piggy Back)
TEU	Twenty feet Equivalent Units
TNR	Tonelaje Neto de Registro
Ton - km	Tonelada - Kilómetro
TPM	Toneladas de Peso Muerto
TRB	Tonelaje de Registro Bruto
VLCC	Very Large Cargo Carrier

Lista de figuras y tablas

Figura 4.1	Nomenclatura de elementos de embarcaciones
Figura 4.2	Línea de Plimsoll o de Franco Bordo
Figura 4.3	Tipos de Semiremolques
Figura 4.4	Vehículos de Pasajeros
Figura 4.5	Carro Tanque
Figura 4.6	Elementos de Transporte Multimodal
Tabla 4.1	Comparativos del Transporte
Tabla 4.2	Buques Cargueros
Tabla 4.3	Buques Portacontenedores
Tabla 4.4	Evolución de los buques portacontenedores
Tabla 4.5	Buques Graneleros
Tabla 4.6	Buques Tanqueros
Tabla 4.7	Transbordadores
Tabla 4.8	Buques roll on-roll off
Tabla 4.9	Buques Lash
Tabla 4.10	Buques Pesqueros
Tabla 4.11	Clasificación de las embarcaciones turísticas
Tabla 4.12	Buques de Pasajeros
Tabla 4.13	Veleros
Tabla 4.14	De Remos
Tabla 4.15	De Motor
Tabla 4.16	Remolcadores
Tabla 4.17	Barcos Contraincendio
Tabla 4.18	Barcos Multiusos
Tabla 4.19	Chalanes
Tabla 4.20	Características de diseño de vehículos automotores
Tabla 4.21	Camiones estructuras básica
Tabla 4.22	Dimensiones de vehículos de carga de dos ejes
Tabla 4.23	Dimensiones de vehículos de carga de tres ejes
Tabla 4.24	Dimensiones de tractocamiones quinta rueda
Tabla 4.25	Tipos de Semiremolques
Tabla 4.26	Características principales de locomotoras
Tabla 4.27	Cargas sobre ejes de ferrocarril
Tabla 4.28	Carga neta de carros de ferrocarril
Tabla 4.29	Características principales de furgones
Tabla 4.30	Plataformas

4.1 Introducción

El transporte es el movimiento de personas o mercancías y los equipos que se utilizan para ese propósito. El transporte de personas es importante, sin embargo el movimiento de mercancías, es probablemente de mayor significado a la sociedad económica en la que vivimos.

El transporte cumple con una primera función de relacionar a la población con el uso del suelo. Es además un factor integrador y coordinador en nuestra compleja e industrializada sociedad estando muy involucrado en el movimiento de mercancías, las cuales no tienen ningún valor si no se les da utilidad. El transporte contribuye con dos clases de utilidad: la utilidad del lugar y del tiempo, que en términos simples significan tener los bienes o productos en donde se requieren y en el momento que se desea.

El sistema de transporte se compone de 5 elementos principales:

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

Los vehículos de carga en general producen tráfico comercial medido en ton-km., y su optimización depende de usar al máximo su capacidad de carga, reducir los viajes de vacío, aumentar el recorrido, reducir las demoras en patios y terminales, tiempos de carga y descarga, reparaciones, etc.

En este capítulo se pretende describir de manera concisa, los diferentes modos de transporte que existen, y la descripción genérica de los vehículos que se utilizan para cada uno de ellos.

TABLA 4.1 COMPARATIVOS DEL TRANSPORTE

PORTEADOR	PRODUCTO ANUAL POR VEHIC. Ton-Km	POTENC. POR TON. NETA HP	TARA MEDIA DE VEHIC. Ton.	VELOCIDAD Km/hr MAX. COM.	PART. DE LA CARG. TRANSP. %	PARTIC. DEL COMB. CONSUM. %
CARGA				20-100	40	
FC	40000-435000	3	22/CARRO			52 BRUTO 9
PASAJE				120-190	65	
CAMION	410-3850	8	2-15	30-100	50	15 BRUTO 24
AUTOMOVIL		100	1.5	80-120	80	8 PROPIO 64
BARCOS Y BARCAZAS	16100-435000	0.2	1000-10000	10-20	15	12 BRUTO 1
AVION Y AVIONETAS	16000	600	30	180-1000	600	1 BRUTO 1
DUCTOS	1600-59500	2		2-8	5	12 NETO 1

Ref. Bibliográfica (5)

4.1.1 Zonas de Influencia

El territorio servido económicamente por una determinada vía de comunicación puede ser una definición de zona de influencia, aún cuando resulte elemental.

En general, cada vía sirve económicamente a los habitantes de un territorio en tanto no exista otra vía que pueda ofrecer alguna ventaja económica al usuario: En rigor la línea que limita las zonas de influencia marca puntos de igual costo de transporte respecto a una ruta de origen y destino.

Así, cada producto transportado tiene una distancia límite para cada porteador, más el costo de transbordo; lo que origina numerosas soluciones de porteadores y rutas mixtas en las diversas direcciones entre puntos de origen y destino.

Para investigar y analizar la distribución del tráfico es necesario utilizar estadísticas anuales de los tonelajes clasificados para las distintas distancias de origen y destino.

Otros datos necesarios son el número o porcentaje de vehículos operados para las distancias y cargas con tonelajes usados.

La competencia, eficiencia, política, subsidios, costos y precios (nacionales e internacionales) afectan al tráfico y precisan de valuarse con cautela para la localización de cuellos de botella tanto humanos como técnicos y económicos, que aproximen lo más posible a la difícil valuación del tráfico real para cada porteador.

4.1.2 Transbordos y coordinación del transporte

El transporte que se origina en alguna localidad puede requerir del concurso de varios porteadores, desde el pequeño vehículo automotor para caminos vecinales o brechas, proseguir en remolques en una carretera de primer orden, transbordar en una estación ferroviaria y finalizar en alguna terminal terrestre o marítima.

Los transbordos ordinarios cuestan tiempo y dinero, y producirán ventajas al medio que precise del menor número de maniobras entre el consignador y el consignatario. Estas reducciones hacen que los grandes transportistas, con menores costos de traslado puedan competir entre ciertas distancias y servicios puerta a puerta dependiendo del tipo de carga y su embalaje.

El costo del transbordo será menor cuánto mayor y mejor sea el equipo y la organización empleada, y ello dependerá del volumen de tráfico, o sea del tamaño de las instalaciones proyectadas. Otros factores incidentes en el costo del transbordo son la mecanización y mano de obra, la tara o peso muerto del vehículo, el embalaje o presentación de la mercancía para manipularse en los transbordos, etc.

Cuando la carga es de alto valor y no reúne el tamaño necesario para llenar carros o plataformas completas se recurre a la consolidación de cargas unitarias hasta complementar el vehículo entero resolviendo el problema económicamente, que de otra manera significaría un tráfico impracticable y lento de las remesas mencionadas.

Los servicios de puerta a puerta, mediante el empleo de los diversos modos de transporte, con un solo responsable en el traslado de la carga se le denomina TRANSPORTE MULTIMODAL.

El transporte de carga fraccionada se efectúa en varias etapas que requieren de sus correspondientes medios de transporte y transbordan pieza por pieza de un medio de transporte a otro. Esto hace el transbordo lento y oneroso, interviene mucha mano de obra y el transporte y su operación se hace complicado y heterogéneo por las dimensiones de las piezas tan variadas.

El empleo de contenedores permite abatir las deficiencias del transporte de carga fraccionada. Es un esquema ideal, ya que el consignador carga su mercancía en los contenedores, con la mercancía embalada adecuadamente sin necesidad de manipularla, sino hasta que el consignatario la descarga a su llegada.

4.2 Embarcaciones

4.2.1 Definición

El barco es el vehículo utilizado por el transporte marítimo para el movimiento de personas y mercancías. La evolución de las naves por el avance tecnológico mundial a partir de los años 50 se ha reflejado en mayores dimensiones y tipos de navíos, especialmente para el transporte de carga.

Las características y dimensiones de los barcos tienen importancia para los aspectos de la ingeniería portuaria:

- Diseño de puertos
- Operación de los mismos

4.2.2 Clasificación

De acuerdo con el servicio que prestan; las embarcaciones se pueden clasificar en :

CLASIFICACION	TIPO DE EMBARCACION
MERCANTES	CARGUEROS Carga Unitizada Carga General
	PORTACONTENEDORES
	PETROLEROS
	GRANELEROS Cerealeros (bulk carrier) Mineraleros (ore carrier)
	TRANSBORDO POR RODADURA (RO-RO)
	TRANSBORDO POR FLOTACION (LASH Y SEABEE)
	OTROS (LPG, OO, OBO, POLIVALENTES, PERECEDEROS)
PASAJEROS (Turísticos)	CRUCEROS
	TRASATLANTICOS
	TRANSBORDADORES
	DEPORTIVOS De vela, De motor
PESQUEROS	BARCOS PESQUEROS
VIGILANCIA, SERVICIO Y ESPECIALES	

Otra clasificación más simplista es la siguiente:

CLASIFICACION	TIPO DE EMBARCACION
MERCANTES	- Carga - Mixto - Pasajeros
ESPECIALES	- Pesqueros - Factoría - Hospital - Rompehielos - Cableros - Contraincendios - Dragas - Remolcadores
BUQUES DE GUERRA	

Una última clasificación podría ser:

PASAJEROS	- Líneas internacionales - Líneas de corta distancia - Cruceros
MERCANCIAS	- Carga General: Fraccionada Unitaria
	- Unitizada: Contenedores - Lo.Lo. - Ro.Ro.
	- Especial Lash Seabee
	- Granel Sólidos - Agrícola - Mineral
	Fluidos. - No Peligrosos - Peligrosos
	- Pesca Fresca Congelada Procesada
	- Otras (Peligrosas, especiales)

4.2.3 Características y dimensiones

Las características geométricas del barco nos sirven para definir:

- Tipo de abrigo y acceso
- Tipo de atraque
- Servicios de operación y transbordo

Las dimensiones principales a considerar son:

Lineales: eslora, manga, calado, franco bordo, puntal

De peso: desplazamiento: en rosca, en lastre, en carga
capacidad de carga: peso muerto; porte: bruto, neto.

De volumen: arqueo, bruto, neto.

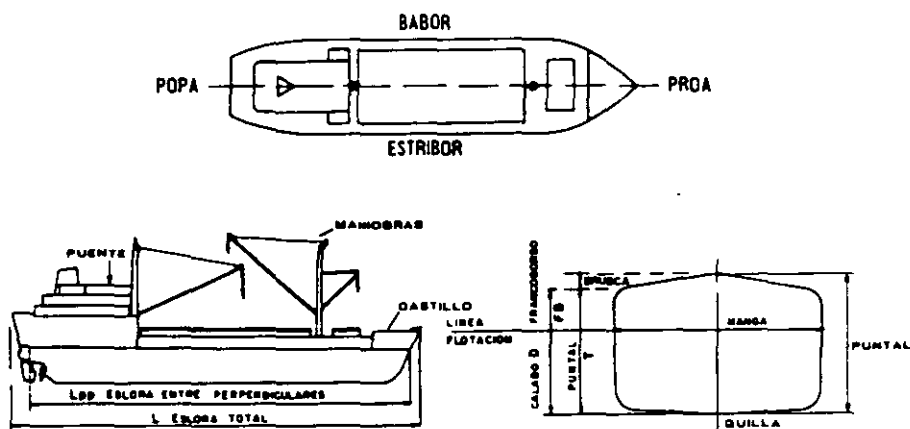


Figura 4.1 Nomenclatura de elementos de embarcaciones

Las Lineales son:

- Eslora (E): Es la máxima dimensión entre las caras externas de la proa y la popa.
Eslora entre perpendiculares (E-PP).- la que se mide en la línea de flotación.
- Manga (M): Es la máxima dimensión transversal del buque.

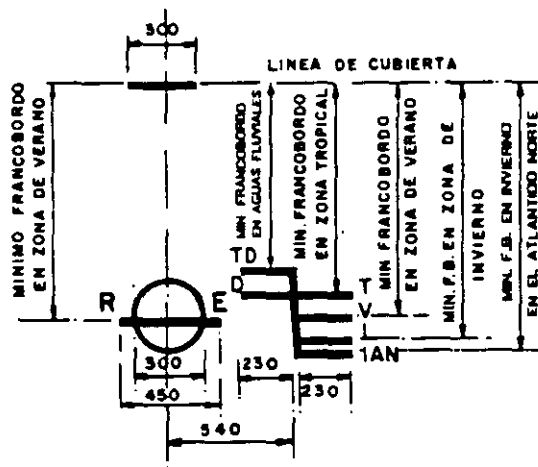
Puntal (P): Es la distancia vertical, medida en la sección maestra, entre la quilla y el nivel de cubierta principal.

Calado (C): Es la distancia vertical medida, entre la línea de flotación y el borde inferior de la quilla; generalmente el calado de proa y popa son distintos, siendo el de popa el calado de la embarcación.

Calado Máximo (C max).- el que se tienen a plena carga.

Calado Mínimo (C min).- el del buque descargado o en lastre.

Línea de PLIMSOLL: es el diagrama grabado a costados del buque que muestran marcas que determinan el calado, en función de la densidad del agua por la que navega el buque, bajo condiciones de seguridad.



R.E. Siglas de la Asociación Clasificadora

Figura 4.2 Línea de plimsoll o de franco bordo.

Franco Bordo (Fb): Es la distancia vertical, medida en la sección maestra, entre la línea de flotación a plena carga y el nivel de la cubierta principal.

Las de Peso son:

Desplazamiento (D): Es el peso del volumen de agua desalojado por el barco en toneladas métricas. (Peso barco mas carga)

Desplazamiento en rosca:	El que se tiene al botar el buque al agua incluyendo al casco con accesorios, maquinaria, calderas, turbinas, lubricantes y agua.
Desplazamiento en lastre:	Es el de la nave lista para navegar. Incluye combustible, agua, lastre, etc, pero sin carga.
Desplazamiento en carga:	El del buque listo para navegar y con la máxima carga que puede transportar.
Capacidad de Carga	Se define como toneladas de peso muerto (TPM).
Peso Muerto:	Se integra con el peso de la carga, combustible, agua, víveres, lubricantes, efectos de consumo y tripulación. PESO MUERTO = DESPL EN CARGA - DESPL EN LASTRE
Porte:	Es el peso de la carga que transporta el buque.
Porte Bruto:	Es el peso capaz de transportar el buque. PORTE BRUTO = DESPL EN CARGA-DESPL EN ROSCA
Porte neto:	Es el peso de la carga máxima transportada por el buque, y que paga su traslado. PORTE NETO = DESPL DEL BARCO - DESPL EN LASTRE.
Los de volumen son:	
Arqueo:	Medida convencional para medir el volumen de la nave. La tonelada de arqueo o tonelada MOORSON equivale al volumen de 100 ft ³ o 2.832 m ³ .
Arqueo bruto o tonelaje de registro bruto, (T.R.B):	Es el volumen total de los espacios internos de la nave que sirven de alojamiento, bodegas y servicios de buque.

Este valor sirve de base en la determinación del precio de la embarcación, sus primas de navegación, precios de construcción naval, precios de varado o carena, pago de los derechos portuarios, en México, fijación de la tripulación reglamentaria, etc.

Arqueo neto o tonelaje neto de registro, (TNR):

Es el volumen del porte del buque destinado a la carga transportada. Se obtiene al reducir del arqueo bruto el volumen de espacios necesarios para el servicio del buque (alojamiento de tripulación, espacios de maquinarias y calderas, etc. Respecto a éste valor se pagan derechos portuarios, cruce de canales, tarifas de practicaaje, etc.

4.2.4 Tendencias

En los últimos 20 años los barcos han crecido en sus dimensiones y capacidades. Principalmente los barcos tanque tuvieron su gran desarrollo hasta llegar a los VLCC (Very Large Cargo Carrier), los de transporte de carga seca a granel y los que transportan contenedores.

Como consecuencia aparecieron los puertos profundos para recibir y despachar a los barcos de gran porte, lo que modificó, entre otras cosas las dimensiones y características de obras interiores y exteriores.

Sin embargo, ese gran desarrollo tuvo su máximo en épocas en que las condiciones de producción de petróleo y sitios de origen y destino obligaban a grandes distancias, las cuales obviamente sería más económico recorrerlas con el mayor volumen de carga.

En nuestros tiempos, finales del siglo XX, y en particular para nuestro país se considera conveniente realizar los siguientes comentarios.

- Los barcos de carga general fraccionada, seguirán existiendo, aunque con una tendencia a disminuir en número.
- Los barcos portacontenedores, que substituyen a los cargueros, son los que más importancia adquirirán en nuestros puertos, por lo que será importante dar un especial interés a ellos de 1ª y 2ª generación para los puertos antiguos y 3ª y 4ª generación para las terminales modernas.

- Los buques-tanque para manejo de crudo y refinados, podran tener portes máximos de 200,000 T.P.M.
- Los de carga secas, dependiendo de los productos, podran tener portes comprendidos entre los 100,000 y 200,000 T.P.M.
- El sistema Ro.Ro, adquiere importancia y debe considerarse para las Terminales Portuarias modernas.
- El producto más importante en cuanto a volumen (despues del petróleo) es el mineral de hierro. La economía del transporte en grandes barcos permite al mineral de hierro llegar a mercados lejanos: de Australia llega a Inglaterra, y de Brasil a Japón, como ejemplos.
- Los grandes portes obligan a veces a construir los atracaderos alejados de la costa para ciertos tipos de carga, petróleo y minerales.
- Las necesidades de los sistemas de transporte terrestre aumentan considerablemente, requiriéndose a veces líneas exclusivas de ferrocarril y carreteras, pues transportar de o hacia el puerto 50 o 100 mil toneladas es una tarea difícil.
- La premisa de disminuir los costos de transporte utilizando de ser posible, sólo el marítimo, ha dado lugar al establecimiento de industrias con frente de agua, creándose de esa manera los puertos industriales. Este concepto que se maneja en diversos sitios de México, deberá adquirir un desarrollo muy importante en los próximos años.

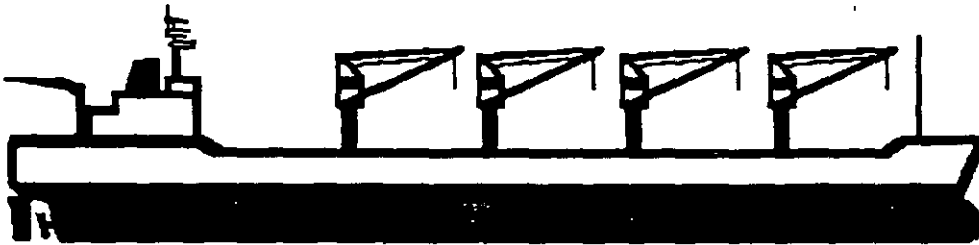
4.2.5. Buques de carga general

Son los destinados al transporte de mercancía en general, comúnmente llamados CARGUEROS.

El transbordo de carga general al buque se efectúa pieza por pieza, interviene mucha mano de obra y la operación se hace complicada y heterogénea por las dimensiones de las piezas tan variadas. El empleo de técnicas de homogeneización permite abatir las deficiencias del transporte de carga general. Las técnicas consisten en usar tarimas o palets que ajustan a la carga en dimensiones estandarizadas. Los palets, cajas y contenedores, en su versión más evolucionada, son los embalajes más usuales. Existen algunos tipos de carga que por sus características no pueden embalarse adecuadamente para su transporte en buques, algunos ejemplos son: tuberías, maquinaria y productos de acero, durmientes, autos, etc.

Las características geométricas generales de estos barcos se indican a continuación.

TABLA 4.2 BUQUES CARGUEROS



TPM	ESLORA (m)	MANGA (m)	PUNTAL (m)	CALADO (m)	DESP. (Ton)
700	51	8.5	4.6	3.8	900
1,000	58	9.5	5.1	4.2	1,300
2,000	71	11.7	6.3	5.1	2,700
3,000	86	13.2	7.2	5.9	4,000
4,000	95	14.4	7.8	6.4	5,300
5,000	103	15.4	8.4	6.8	6,700
10,000	141	19.4	11.2	8.2	13,300
15,000	162	21.7	12.7	9.1	20,000
20,000	177	23.4	13.8	10.0	26,700
30,000	199	26.1	15.7	11.0	-
40,000	217	28.3	17.2	11.9	-
50,000	232	30.0	18.4	12.7	-

Ref. Bibliográfica (16 y 18)

4.2.6 Buques portacontenedores

Estas embarcaciones se utilizan 100% para transporte de contenedores; han variado de 1965 a 1976, entre 30 mil a 60 mil TPM y sus calados han variado de 10.6 a 14.3 m. En 1985 se inicia la aparición de los designados como barcos de la cuarta generación con capacidad de carga de hasta 4000 TEU.

Hasta ahora, la flota de barcos comunes para manejo de contenedor son del tipo PANAMAX (las máximas dimensiones aceptables en el canal de Panamá). Sin embargo, a partir de 1985 nacieron los barcos de 4ª generación Pospanamax con mangas mayores de 32.2 m cuyas dimensiones aparecen en la siguiente tabla:

TABLA 4.3. BUQUES PORTACONTENEDORES



TPM	ESLORA (m)	MANGA (m)	CALADO (m)	CAPACIDAD TEU
3,000	110	19	5.0	400
5,000	120	21	6.5	600
7,500	130	23	7.5	800
10,000	180	25	8.5	1,000
15,000	210	28	10.0	1,300
20,000	235	30	11.0	1,600
30,000	265	31	12.5	2,000
40,000	280	33	13.0	4,000
50,000	290	34	13.5	5,000

Ref. Bibliográfica (14)

La evolución que han sufrido los barcos portacontenedores se indica en la siguiente tabla:

TABLA 4.4 EVOLUCION DE LOS BUQUES PORTACONTENEDORES

	AÑO DE APARICION	CAPACIDAD TEU/TPM	ESLORA (m)	MANGA (m)	CALADO (m)
1a. Generación: conversión de cargueros y tanqueros a portacontenedores	1960	750/14000	180.0	25.0	9.0
2a. Generación: buques celulares diseñados expresamente a contenedores.	1970	1500/30000	225.0	29.0	11.5
3a. Generación: clase PANAMAX.	1980	3000/40000	275.0	32.0	12.5
4a. Generación: clase POSTPANAMAX	1988	5000/50000	290.0	34.0	13.5

4.2.7 Graneleros, cereales y minerales

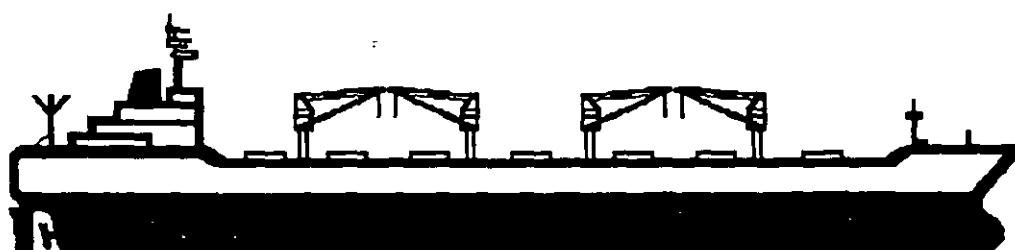
Llamados comúnmente graneleros estos buques transportan carga suelta o líquida .

La diferencia entre buques que transportan cereales y minerales radica en la estructura, básicamente por la densidad del producto.

Existen buques aptos y capacitados para el transporte combinado de graneles sólidos y/o líquidos lo que permite aprovechar los trayectos de retorno en lastre, entre ellos se tienen los OO (ore-oil) y los OBO (ore, bulk, oil). La estructura de los buques mixtos permiten limpiar las mamparas fácilmente antes de almacenar la carga de retorno.

Las características y dimensiones generales de este tipo de embarcaciones se muestra a continuación.

TABLA 4.5 BUQUES GRANELEROS



TPM	ESLORA (m)	MANGA (m)	PUNTAL (m)	CALADO (m)	DESP. (Ton)
500	43	7.8	3.8	3.5	—
1,000	61	8.9	4.8	4.3	1,300
2,000	77	11.1	6.0	5.1	2,700
3,000	88	12.7	6.8	5.7	4,000
4,000	96	13.9	7.5	6.1	5,300
5,000	104	14.9	8.1	6.5	6,700
10,000	140	18.5	10.5	7.9	13,300
20,000	164	23.4	12.7	9.2	26,700
30,000	187	26.6	14.4	10.3	40,000
40,000	206	29.2	15.9	11.0	53,300
50,000	222	31.4	17.1	11.7	66,700
60,000	235	33.3	18.1	12.3	80,000
80,000	259	36.6	19.9	13.2	106,700
100,000	278	39.3	21.4	14.0	133,300
150,000	300	45.0	25.0	16.0	200,000
200,000	315	50.0	28.0	18.0	266,600
250,000	330	53.3	30.0	20.5	333,333

Ref. Bibliográfica (15 y 16)

4.2.8 Tanqueros (petroleros, licuables, metaneros, etc)

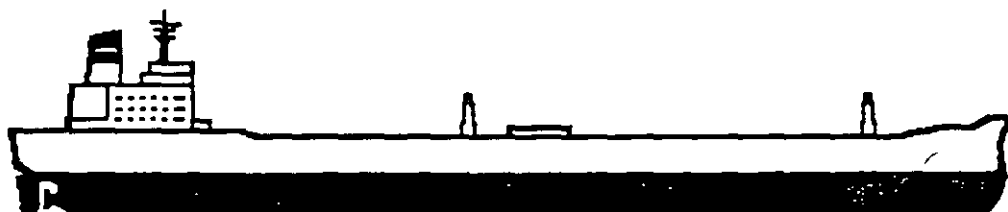
De los buques que transportan productos petroleros pueden distinguirse los de crudo y los refinados. Los primeros tienden a las grandes dimensiones, por ejemplo los VLCC (Very Large Cargo Carrier) de más de 150,000 TPM de 12.8 a 27.5 m.).

Los segundos, cubren el tráfico entre los centros de refinamiento y los centros de consumo con dimensiones más reducidas que los anteriores, debido a la modestia de la instalación a las que acceden.

Existen astilleros, desde mediados de los setentas que pueden construir barcos de un millón de TPM, pero los buques mayores a 500,000 TPM han frenado su proliferación por varias razones entre ellas la seguridad, altas primas de seguros, el riesgo ecológico que implica un desastre y el esfuerzo tecnológico que implica su construcción.

LGC son las siglas de los buques destinados al transporte de gas licuado, y se incluyen los LPG para el gas petróleo y todos sus derivados (propano, butano, amoniaco, etc) y los LNG de gas natural que consiste casi totalmente de metano (metaneros).

TABLA 4.6 BUQUES TANQUEROS



TPM	ESLORA (m)	MANGA (m)	PUNTAL (m)	CALADO (m)	DESP. (Ton)
500	43	7.8	3.8	3.5	667
1,000	61	8.9	4.5	4.2	1,333
2,000	76	11.2	5.7	5.1	2,667
3,000	87	12.8	6.5	5.7	4,000
4,000	96	14.0	7.2	6.2	5,333
5,000	103	15.1	7.8	6.5	6,667
10,000	140	17.2	9.8	7.9	13,333
15,000	164	20.0	11.2	8.8	20,000
20,000	163	23.7	12.3	9.5	26,667
30,000	187	27.1	14.1	10.6	40,000
40,000	206	29.7	15.5	11.5	53,333
50,000	222	32.0	16.7	12.2	66,667
60,000	236	34.0	17.8	12.8	80,000

Ref. Bibliográfica (15)

4.2.9 Varios transbordadores

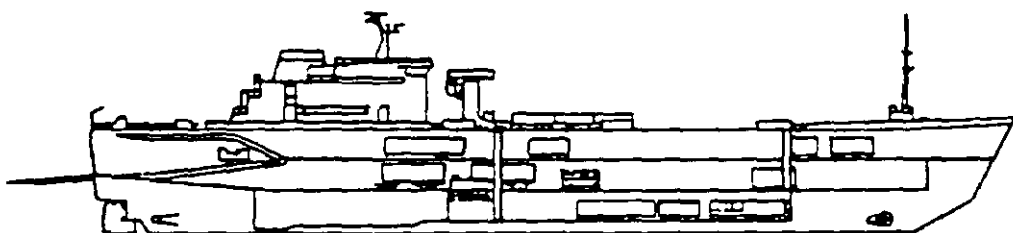
Existen otro tipo de embarcaciones como son los transbordadores, Ro.Ro, Lash, Seabee, los cuales se utilizan para cargas específicas.

En México se han utilizado los transbordadores como un elemento de integración de La Península de Baja California con el resto del país. Asimismo el Ro.Ro se está realizando en barcos especializados en la exportación de automóviles.

Los transbordadores se destinan a trayectos cortos como es el caso de paso de estrechos, lagos, etc. Mientras que los Ro.Ro, se utilizan para travesías internacionales de larga duración.

Las características y capacidades se muestran a continuación:

TABLA 4.7 BUQUES TRANSBORDADORES

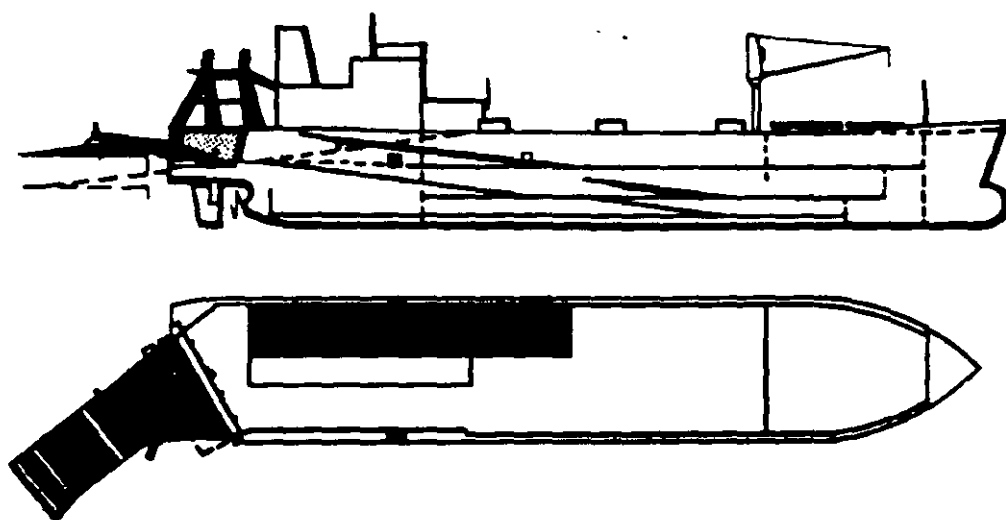


TPM	ESLORA (m)	MANGA (m)	PUNTA (m)	CALADO (m)
100	25	7.5	2.7	2.5
500	50	11.5	3.9	3.2
1000	75	13.4	5.0	4.0
2000	90	16.2	9.8	4.3
3000	105	17.7	10.5	5.0
4000	122	20.0	11.2	5.3
6000	138	21.1	12.7	5.9
8000	155	21.8	13.2	6.1
10000	165	24.0	14.7	6.5
13000	197	24.0	16.1	6.7

Ref. Bibliográfica (16 y 18)

Las embarcaciones tipo Ro.Ro., son buques diseñados para la carga y descarga por rodadura específicamente, pero pueden incluirse los transbordadores de vehículos y ferrocarriles, así como cargueros de carga rodante.

TABLA 4.8 BUQUES ROLL ON-ROLL OFF



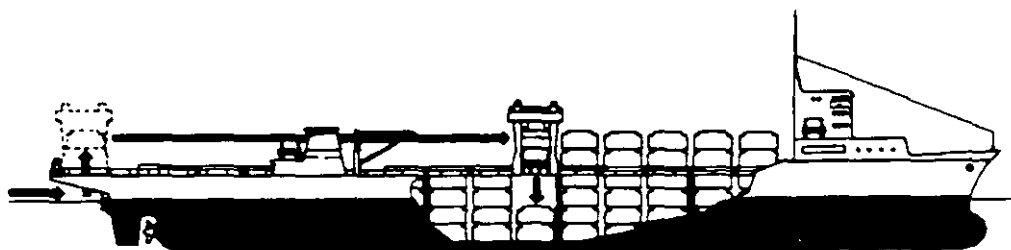
BUQUE	ESLORA (m)	CALADO (m)	ARQUEO (TRB)
MEDIO	140-200	5.5-9.5	4000-120000
"TRICOLOR"	207	9.6	13900

Ref. Bibliográfica (3)

Ultimamente se han creado buques que tratan de combatir la especialización y rigidez de las operaciones, así como flexibilizar el transbordo de la carga, por lo que estos buques pueden llevar integradas grúas para el manejo de carga por elevación y transportar carga no sólo en contenedores y vehículos pequeños, sino trasladar carros de ferrocarril y carga combinada con pasajeros. Entre ellos podemos mencionar:

Lash. (lighter aboard ship) buques capacitados para transportar barcazas (o gabarras) de 100 a 500 TPM y dimensiones estandar (18.7 x 9.5 x 3.9 m) que llevan en su interior contenedores y/o carga. La botadura o izado de las barcazas se realiza por medio de las grúas propias del buque. Las barcazas pueden remolcarse de o hacia el puerto sin necesidad de atracar el buque en el puerto.

TABLA 4.9 BUQUES LASH



ESLORA (m)	MANGA (m)	CALADO (m)	TPM	BARCAZAS (No.)
250	30	10.5	30,000	70
270	33	11.5	45,000	80

Ref. Bibliográfica (3)

El navío tipo Sea Bee, es similar al anterior, se botan o embarcan las barcasas mediante una plataforma elevadora en popa. La barcaza entra o sale flotando en una cámara situada en el centro del buque, entonces con una grúa por un pozo de elevación y se acomoda horizontalmente por medio de tractores en cada cubierta.

Este buque tiene dimensiones 29.7 x 10.7 x 4.9 m. y un porte de 850 TPM.

4.2.10 Pesqueros. De altura y costera

Por el tipo de embarcaciones, la pesca se divide en costera y de altamar. La costera cuenta con flotas de pequeñas embarcaciones de esloras menores a 10 m. La de alta mar se destina a capturas específicas tales como: camarón, sardina, atún, escameros y arrastreros, entre otros.

Las dimensiones de las diversas embarcaciones son muy variables, tal y como se muestra en la tabla 4.10

4.2.11 Turísticos. Cruceos, deportivos y recreativos

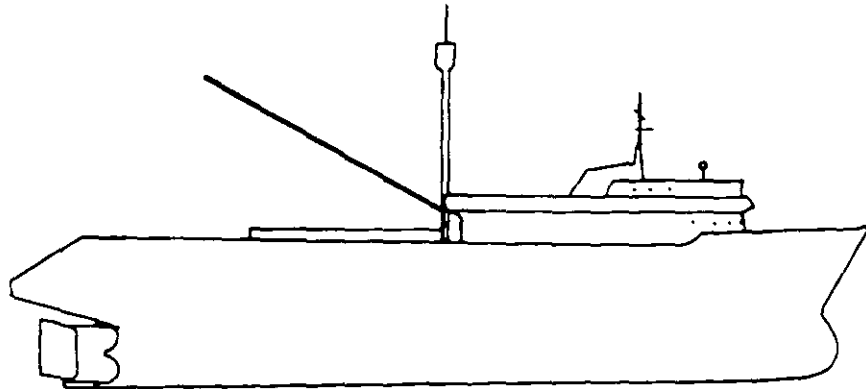
Las embarcaciones turísticas pueden dividirse simplemente en cruceos, deportivos y recreativos.

Los cruceos son embarcaciones que realizan recorridos específicos de relativa corta duración ofreciendo al turista la oportunidad de paseos en cada uno de los puntos de escala. Estos barcos en general pueden transportar hasta 3,000 pasajeros, los cuales se alojan en camarotes de diversas categorías.

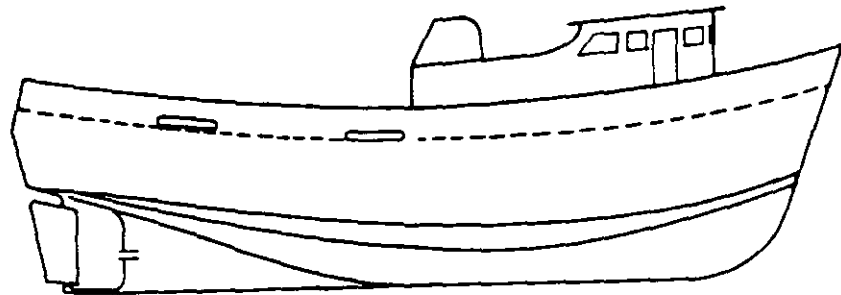
El número de arribos de cruceos en México ha crecido favorablemente en los últimos años tanto en la Costa del Pacífico como el Caribe.

Las embarcaciones deportivas y recreativas, en general se clasifican como se indica en la tabla 4.11

TABLA 4.10 BUQUES PESQUEROS



Atunero



Camaronero

TIPO	DIMENSIONES (m3)					CAPACIDADES (m3)		
	ESLORA	MANGA	PUNTAL	CALADO MAXIMO (m)	COMBUS- TIBLE	ACEITE	AGUA POTABLE	BODEGA
BARCOS DE ALTURA								
Atunero congelador atunero, varero y palanguero	71.00	13.00	8.30	5.70	780.00	20.00	52.00	-
Cerquero refrigerado	33.00	8.80	3.90	4.80	49.00	7.20	-	240
Arrastrero	53.00	11.30	6.30	5.25	-	40.00	40.00	190
Sardineros	28.00	7.00	3.44	3.19	75.00	0.50	6.00	155
Camaronero	22.00	6.10	3.65	4.30	-	8.50	67.00	-
Escamero 74'	23.00	7.30	3.66	3.05	38.00	0.30	19.20	95
Escamero arras. 72'	22.00	6.10	3.66	2.55	43.00	0.80	10.00	78
BARCOS DE CABOTAJE								
Escamero 41'	12.00	3.80	-	2.03	1.30	0.10	0.50	13
Pesquero de 25'	7.30	2.50	1.40	0.96	-	-	-	-
Lanchas INMECSA	7.00	1.50	-	-	-	-	-	-
Lanchas tipo NAVA	7.90	1.60	-	-	-	-	-	-

Fuente: Barcos prototipo de SEPESCA

TABLA 4.11 CLASIFICACION DE LAS EMBARCACIONES TURISTICAS

POR LA ESTADIA A FLOTE

Normalmente a Flote
 A flote en verano
 Normalmente en tierra
 Transéuntes o extranjeros.

POR TIPO DE PROPULSION

VELEROS

MOTOR

- Megayates
- Yates
- Pesca
- Deportivos, etc.

REMOS

- Canoas
- Lanchas
- Inflables
- Kayacs
- Catamaranes, etc.

A continuación se muestran algunas características de dichas embarcaciones:

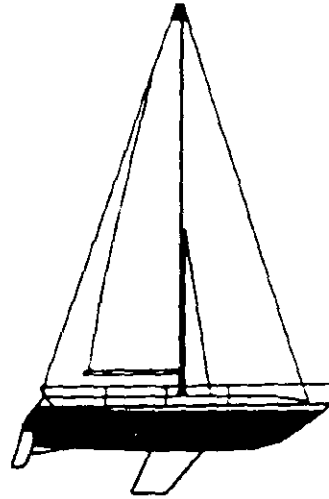
TABLA 4.12 BUQUES DE PASAJEROS



TPM	ESLORA (m)	MANGA (m)	PUNTAL (m)	CALADO (m)	DESP (Ton)
500	50	8.2	4.5	4.0	500
1,000	65	10.0	5.3	4.5	1,000
2,000	82	12.0	6.4	5.2	2,000
3,000	95	13.5	7.3	5.7	3,000
4,000	105	14.8	8.0	6.3	4,000
5,000	113	15.8	8.8	6.8	5,000
10,000	145	19.2	12.0	8.5	10,000
20,000	180	23.0	13.8	9.0	20,000
30,000	210	26.5	15.5	9.5	30,000
50,000	245	30.5	18.0	10.5	50,000
80,000	290	36.0	21.0	11.7	80,000

Ref. Bibliográfica (16)

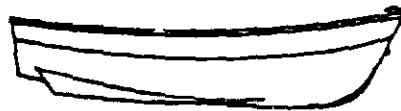
TABLA 4.13 VELEROS



DESPLAZAMIENTO (Kg)	ESLORA (m)	MANGA (m)	CALADO (m)
40,000	18.00	4.80	2.30
12,000	13.50	3.95	2.00
10,000	12.75	3.70	1.80
6,500	10.00	3.00	1.20
4,000	7.50	2.90	1.00
250	6.10	1.85	0.10

Ref. Bibliográfica (14)

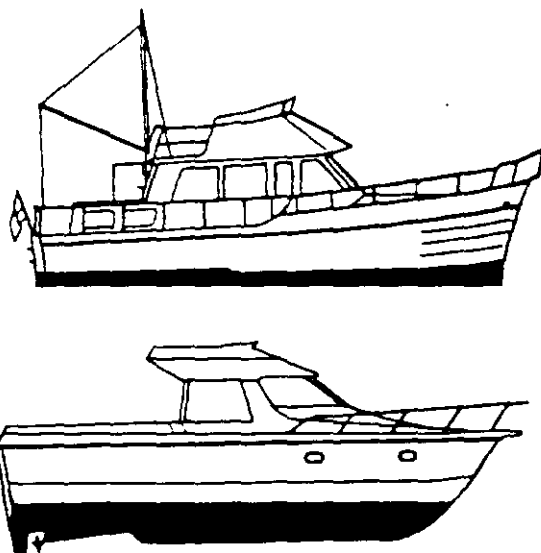
TABLA 4.14 DE REMOS



ESLORA (m)	MANGA (m)	PUNTAL (m)	PESO (Kg)
4.70	4.30	3.00	2.00
2.20	2.00	1.40	1.10
1.00	0.90	0.60	0.40
96.00	75.00	25.00	11.00

Ref. Bibliográfica (14)

TABLA 4.15 DE MOTOR



TIPO	DESPLAZAMIENTO (KG)	ESLORA (M)	MANGA (M)
YATES	17300-35000	32.0-20.0	6.7-5.0
	32000-15500	19.0-15.0	5.3-3.9
	20800-4500	14.8-10.0	4.9-3.0
	6800-2700	9.8-9.1	3.6-2.9
6 PLAZAS	3500-1800	8.9-8.4	3.3-2.8
	2500-1000	7.6-7.2	2.9-2.4
4 PLAZAS	3600-2000	8.4-8.0	3.2-2.7
	2260-1800	7.8-7.7	3.0-2.4
BOTES	3000	8.8	2.6
CABINADOS	2750-1400	7.9-7.2	3.1-2.4
	2200-890	6.9-6.0	2.8-2.1
	1225-440	5.9-5.1	2.4-2.1
	380-175	5.0-4.4	2.1-1.7
	200-160	4.0-3.9	1.7-1.6

Ref. Bibliográfica (14)

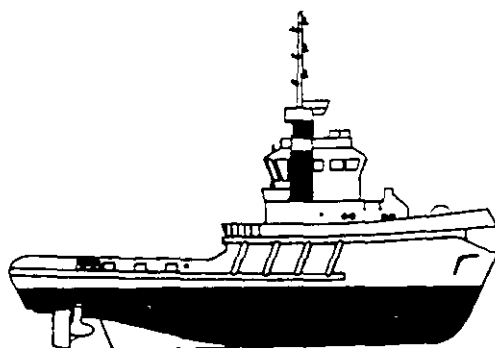
4.2.12 De servicio, vigilancia y especiales

Dentro de este capítulo se pueden incluir principalmente a las embarcaciones que realizan servicios especiales de vigilancia, contra incendio y limpieza general de las áreas de agua.

Finalmente los chalanes que son cajas flotantes cuyo uso es restringido, ya que no cuenta ni con forma aerodinámica para navegación, ni con medios de propulsión propios.

Las características y dimensiones generales de las embarcaciones anteriormente descritas se muestran a continuación.

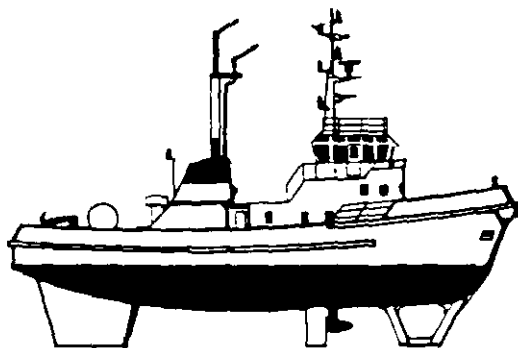
TABLA 4.16 REMOLCADORES



ESLORA (m)	MANGA (m)	CALADO (m)	EMPUJE (BHP)	TPM
25.50	8.40	3.00	2,000	160
28.40	8.85	3.85	1,800	193
28.60	8.70	3.45	2,400	236
33.20	9.20	4.60	3,000	253
34.30	9.20	5.20	3,500	253
36.20	11.03	5.50	4,000	253
37.40	11.00	4.75	5,400	615

Ref. Bibliográfica (13)

TABLA 4.17 BARCOS CONTRAINCENDIO



ESLORA (M)	MANGA (M)	PUNTAL (M)
18.50	8.06	2.00
26.00	5.90	3.35
26.45	5.80	1.70
30.20	8.03	4.05
53.00	10.46	3.25

Ref. Bibliográfica (13)

TABLA 4.18 BARCOS MULTIUSOS
(INSPECCION, VIGILANCIA, ETC.)

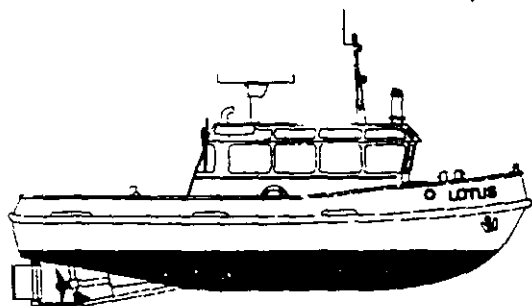
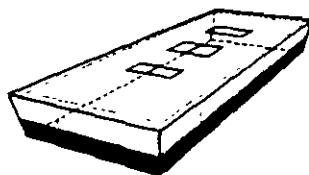


TABLA 4.19 CHALANES



ESLORA (m)	MANGA (m)	PUNTAL (m)	DESPL ton.
14.20	4.20	2.00	30

Ref. Bibliográfica (13)

TRB	ESLORA (m)	MANGA (m)
90	17.0	4.1
150	25.2	8.8
215	35.1	9.0
400	44.8	11.5

4.3 Autotransporte

Al principio del siglo XX con la aparición del motor de combustión interna se define una nueva dimensión del transporte, y la necesidad de desarrollar conocimientos tecnológicos para resolver la nueva problemática planteada: la ingeniería de tránsito y la construcción de carreteras que fueran transitables bajo cualquier condición meteorológica.

El autotransporte es el medio ideal para mover la carga directamente de los centros de producción a los de consumo, incrementando el desarrollo regional, al cubrir una gran área de territorio y penetrar a zonas de difícil acceso. A pesar que los vehículos de autotransporte tienen baja capacidad y transportan tonelajes pequeños su uso está extendido, sobre todo en las zonas donde no existe otra alternativa de transporte.

El autotransporte ofrece la ventaja de ser un servicio rápido y de puerta a puerta, y de hecho éste modo se ajusta al tamaño de la carga gracias a que se dispone de vehículos cuyas características son variadas en forma, tamaño y velocidad de conducción, lo que permite el transporte de mercancías a corta, mediana y a veces largas distancias.

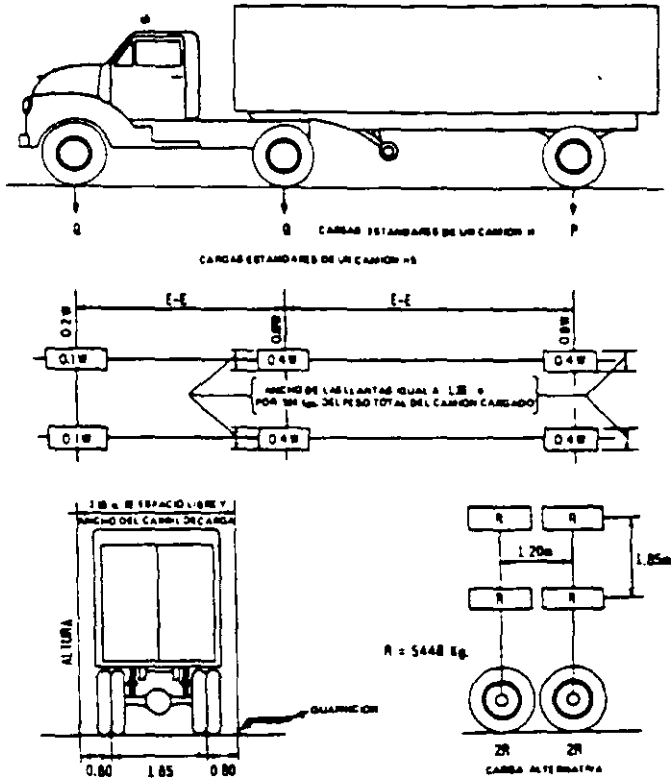
Al no requerirse terminales, son nulos los costos por este concepto; no así los de transportación que resultan ser bastante altos con relación al volumen movido y a la distancia recorrida. Esta inconsistencia se manifiesta fundamentalmente en el alto costo por tonelada-kilómetro transportada, y el hecho de que el vehículo hace el viaje de regreso vacío.

4.3.1 Dimensiones y capacidades generales

Las clasificaciones, de tamaños y cargas, de vehículos terrestres automotores son importantes para el diseño de los caminos, pues establecerán las características de vialidades y circulación; entre otras: ancho de carriles y caminos, radios de curvatura, espesores de pavimentos y áreas de estacionamiento.

A fin de proporcionar algunas ideas de dimensiones y características generales, en lo que sigue se muestran los diferentes tipos, geometría y capacidades.

TABLA 4.20 CARACTERISTICAS DE DISEÑO DE VEHICULOS AUTOMOTORES



VEHICULO	DISTANCIA ENTRE EJES E-E (m)	LONGITUD TOTAL (m)	ANCHO TOTAL (m)	ALTURA (m)
COCHE	3.35	5.80	2.14	1.60
CAMION	6.10	9.15	2.60	4.10
AUTOBUS	7.65	12.20	2.60	4.15
SEMIREM.	3.95 + 8.25	15.25	2.60	4.15
REMOLQUE	6.10 + 9.10	16.80	2.60	4.15
REM. Y SEMIREM.	VER DIAGRAMA	19.85	2.60	4.15

CARGAS POR EJE		DESIGNACION
P (Kg)	Q (Kg)	
3,632	14,528	H20 Y HS20
2,724	10,896	H15 Y HS15
1,816	7,264	H10

Ref. Bibliográfica (12)

4.3.2 Vehículos de carga

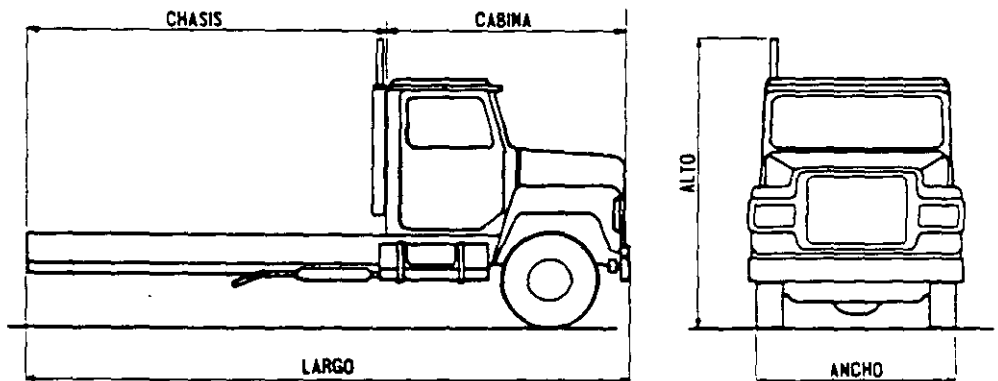
Los vehículos de carga más usados en los puertos para el transporte de mercancías son principalmente:

- CAMIONES (para pasajeros y carga).
- TRACTOCAMIONES (quinta rueda).
- SEMIREMOLQUES de diferentes tipos, y
- REMOLQUES (combinación de los dos anteriores) o TRAILERS.

Se muestran a continuación las características de los vehículos mencionados.

Camiones

TABLA 4.21 CAMIONES ESTRUCTURA BASICA

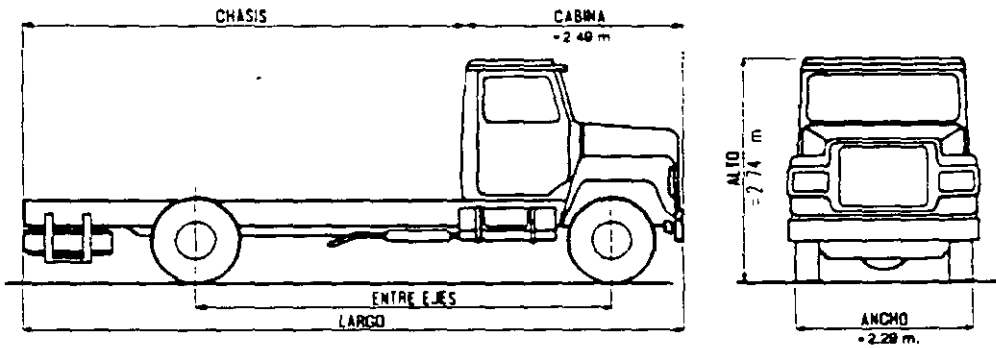


CHASIS	LARGO	CABINA	ANCHO	ALTO	CAPACIDAD DE EJE DELANTERO	TARA
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(Kg)	(Kg)
4.039	6.873	2.835	2.425	3537	5450	2,800

Ref. Bibliográfica (13)

Chasis-cabina de dos ejes

TABLA 4.22 DIMENSIONES DE VEHICULOS DE CARGA DE DOS EJES

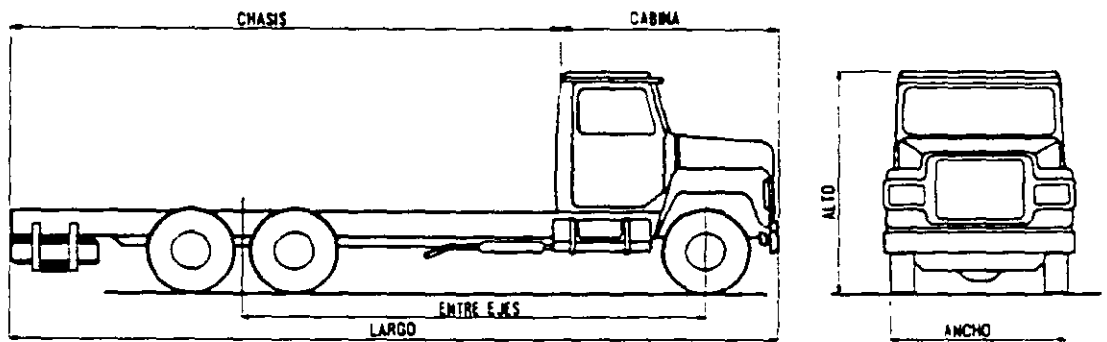


LARGO	ENTRE EJES	CHASIS	PESO DE OPERACION	TARA
(m)	(m)	(m)	(Kg)	(Kg)
5.49	3.86	3.00	12,955	4,600
8.28	5.23	5.79	12,955	4,650
9.04	5.99	6.55	12,955	5,200
7.90	5.23	5.41	15,454	4,600
8.00	5.23	5.41	15,454	4,950
9.04	5.99	6.55	15,454	5,200

Ref. Bibliográfica (13)

Chasis - cabina de 3 ejes.

TABLA 4.23 DIMENSIONES DE VEHICULOS DE CARGA DE TRES EJES

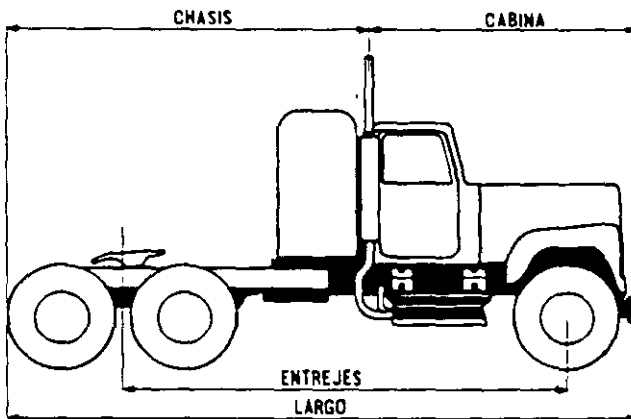


TIPO	ENTRE EJES (m)	CHASIS (m)	CABINA (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	LARGO (m)	PESO DE OPERACION (Kg)	TARA (Kg)
DINA 5-600	5.54	6.27	2.54	2.29	2.74	8.81	19,545	6,200
M. BENZ L-2121	5.40	6.77	2.62	2.46	2.70	9.39	21,000	6,560

Ref. Bibliográfica (13)

Tractocamiones (o quinta rueda)

TABLA 4.24 DIMENSIONES DE TRACTOCAMIONES QUINTA RUEDA



LARGO (m)	ENTRE EJES (m)	CHASIS (m)	CABINA (m)	ALTO (m)	ANCHO (m)	PESO DE OPERACION (Kg)	TARA (Kg)
6.96	4.98	3.99	2.97	3.51	2.45	54,432	7,860
4.50	2.79	2.77	1.73	2.87	2.44	36,774	6,129
4.50	2.79	2.77	1.73	2.87	2.44	43,584	6,356
7.14	5.03	4.30	2.84	2.87	2.43	25,454	-
7.14	5.03	4.30	2.84	2.87	2.43	29,090	-
6.87	4.72	4.04	2.83	-	2.43	54,432	-
8.02	4.72	5.53	2.49	2.49	2.29	20,909	6,750
8.20	4.45	5.23	2.97	3.51	2.46	19,545	-
8.20	4.98	5.23	2.97	3.51	2.46	54,545	7,860

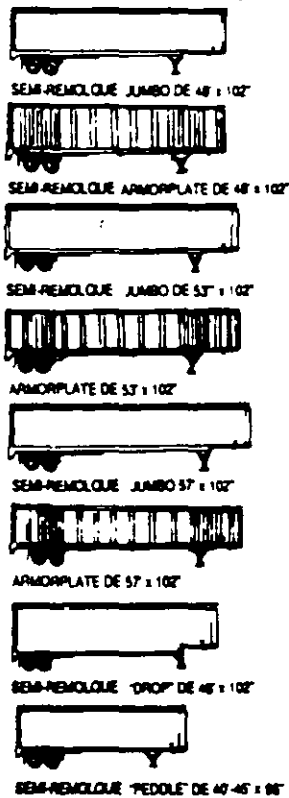
Ref. Bibliográfica (13)

Semiremolques

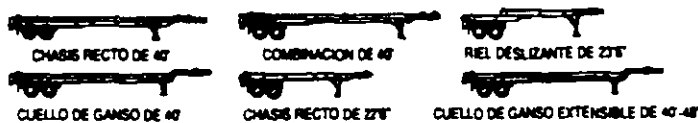
Los semiremolques tienen características de tamaño y peso variables que están condicionadas entre otras cosas por los reglamentos de transporte regionales, la tecnología usada para su fabricación y las necesidades y limitaciones de usuarios y fabricantes.

En seguida se muestran algunos tipos de semiremolques y en la tabla 4.25 se proporcionan las dimensiones típicas.

(CAJAS SECAS)



CHASIS



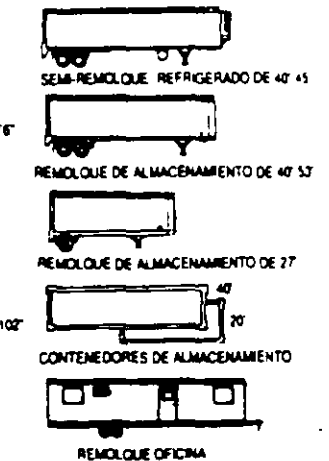
REFRIGERADOS



DOBLES



ALMACENAMIENTO



PIGGYBACKS



Figura 4.3 Tipos de semiremolques

Ref. Bibliográfica (13)

TABLA 4.25 TIPOS DE SEMIREMOLQUES

T I P O S	TARA (Kg)	CAPACIDAD (Kg)	ALTURA (m)
PLATAFORMA Y CHASIS	4600-7300	36000-40000	1.05-1.50
CAJAS SECAS	5800-7950	40000	4.12
JAULAS	7500	35000-45000	4.03
ESPECIALES (Refrigerados, Piggy Back, Tanqueros, etc.)	-	40000	4.12

Ref. Bibliográfica (13)

Largos: 9.15, 10.20, 11.60, 12.20, 12.35, 12.80 y 13.75 m

Ancho: 2.40 a 2.50 m

Ejes: 1, 2 y 3.

4.3.3 Vehículos de pasajeros

Existen diversos tipos de vehículos para pasajeros, de los cuales se muestra uno típico en la siguiente figura, y en ella se han indicado las dimensiones características.

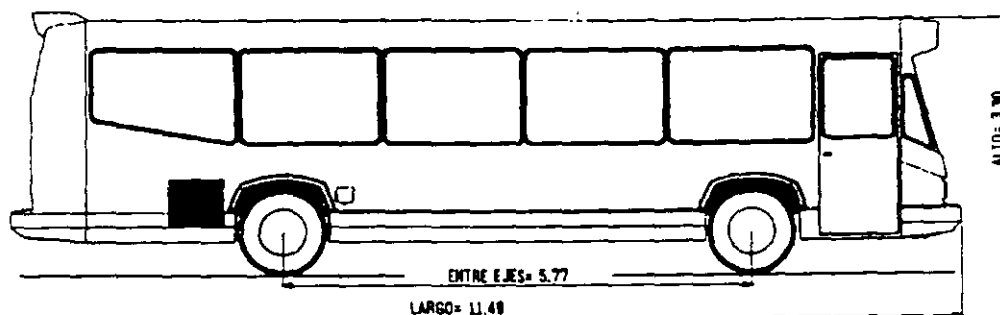


Figura 4.4 Vehículo de pasajeros

Ref. Bibliográfica (13)

4.4 Ferrocarril

El transporte moderno inicia su época con la construcción del primer ferrocarril, utilizando las antiguas locomotoras de vapor en 1830. Es hasta 1920 cuando aparece el transporte automotor con sus carreteras, convirtiéndose ambos en los rivales eminentemente terrestres.

El ferrocarril se apoya para dar un costo mínimo terrestre entre otras cosas, en la mínima resistencia entre riel y rueda, la gran capacidad de un tren, la baja relación potencia contra tonelada bruta de traslado (usa 2HP por tonelada bruta de carga y 5HP por tonelada bruta de tren de pasajeros) y consumo mínimo de carburante por tonelada kilómetro.

La adaptabilidad del ferrocarril se convierte en la posibilidad de operar con los máximos adelantos electrónicos y ayudarse de los más modernos equipos auxiliares de computación y robótica, electrificar sus vías y mejorar sus equipos, vías, talleres y métodos comerciales a un costo menor que el de los otros modos de transporte.

Existen máquinas de vapor, de turbina de vapor, diesel mecánicas, diesel eléctricas, diesel hidráulicas, eléctricas y el futuro espera adaptar la energía nuclear a potentes locomotoras turbo eléctricas.

Las locomotoras pueden adaptarse fácilmente a las necesidades de la economía de transporte a niveles regionales o nacionales con intercambios internacionales.

La acelerada carrera por la supremacía comercial entre las locomotoras se acerca a una cima dado que, los rieles, durmientes, puentes, y viaductos sólo resisten 30 ton. por eje como límite; es por lo tanto conveniente aclarar que se requieren adecuaciones en nuestro sistema ferroviario, para lograr la modernización que se desea.

Las locomotoras diesel modernas se les opera a velocidades mínimas de 32 Km/hr, para evitar el patinaje de las ruedas, entre otras cosas, sacrificando fuerza tractiva teórica a bajas velocidades.

4.4.1 Datos generales

La red ferroviaria mexicana consta, hasta 1990, de 26 mil kilómetros de vía y un amplio sistema de talleres. Ferrocarriles Nacionales de México (FNM) cuenta con una flota de 1677 locomotoras operables con un 75% de

coeficiente de disponibilidad, de las cuales dos terceras partes se destinan al movimiento de trenes de carga. En cuanto al equipo de arrastre para el servicio de carga, se dispone de un promedio diario de 46,600 unidades.

Se tiene en la actualidad: 16 talleres de reparación de locomotoras y 74 casas de máquinas, así como 52 talleres de reparación de coches y carros, 16 spot sistem y 120 patios de inspección.

Con objeto de afrontar el futuro comercio internacional se ha llevado a cabo la conexión ferroviaria de los principales puertos del país; Tampico, Coatzacoalcos, Veracruz, Manzanillo, Lázaro Cárdenas y Salina Cruz, de tal forma que el transporte de contenedores de todo el mundo puedan ser transbordados al ferrocarril en los puertos y de ahí a las terminales de carga en el interior del país.

Las toneladas netas de flete transportado en 1990, según estimaciones realizadas, por Ferrocarriles Nacionales de México (FNM) asciende a 51 millones de toneladas y 880 mil carros cargados, es decir 57.95 toneladas promedio por carro. De ese total se tiene la siguiente distribución:

Productos minerales	17.67 %
Primarios	23.72 %
Inorgánicos	12.44 %
Industriales	39.02 %
Petróleo y derivados	7.15 %
<hr/>	
TOTAL	100.00 %

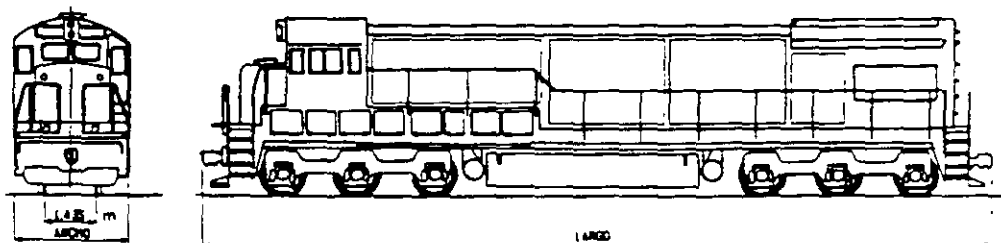
Fuente : Anuario estadístico de F.N.M. (1990)

4.4.2 Locomotoras (Fuerza tractiva)

Las locomotoras diesel-eléctricas representa la mayoría de la fuerza tractiva ferroviaria en México excediendo del 95% de la fuerza tractiva total.

En la tabla 4.25 siguiente se muestran las características y dimensiones generales de las locomotoras de FNM:

TABLA 4.26 CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOCOMOTORAS



USO	LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO (m)	No. DE EJES	TARA MEDIA (Ton)	POTENCIA (HP)
PATIO-CAMINO	18.95	4.50	3.13	4	114.8	2,250
PATIO-CAMINO	17.37	4.42	3.09	4	117.2	1,800
PATIO-CAMINO	15.29	4.57	3.07	4	112.5	1,500
PATIO-CAMINO	14.43	3.76	2.82	4	80.0	1,310
PATIO-CAMINO	21.18	4.75	3.18	6	170.6	275
PATIO-CAMINO	20.50	4.67	3.12	6	179.3	3,000
PATIO-CAMINO	18.36	4.56	3.12	6	121.6	2,250

Fuente: Gerencia de F.N.M. fuerza tractiva

4.4.3 Carros de ferrocarril (equipo de arrastre)

Los carros de ferrocarril al igual que los grandes trailers tienen capacidad o volumen disponible para recibir el peso comercial transportado según su densidad y/o limitaciones de embalaje.

El ferrocarril dispone de equipos especiales para cada usuario con distintas necesidades de servicio y la descripción según se trate de carga o pasajeros es la siguiente:

EQUIPO DE ARRASTRE

CARGA	PASAJEROS
- Tanques	- Coches de primera clase
- Jaulas	- Coches de segunda clase
- Plataformas	- Numerados
- Cajas	- Comedores
- Góndolas	- Observatorios
	- Pullman
	- Dormitorios

El equipo ferroviario permanece constante solamente en su gálibo pero aumenta en forma continua su longitud y peso bruto, llegando en la actualidad a carros de hasta 90 ft (27.45 m), coches de 65 ft (19.83 m) y pesos máximos de 120 toneladas en furgones, 83 en coches pulman y 60 en equipo normal de pasajeros.

Las cargas del ferrocarril se limitan por el tipo de vía que es de 28 toneladas de peso bruto por eje, teniendo los carros 4 ejes y los coches 6, y trenes con peso bruto de 5000 a 8000 toneladas.

Las siguientes definiciones son las que configuran y regulan las dimensiones y capacidades de los carros de carga, pues cada fabricante y usuario según sus posibilidades y demandas puede crear vehículos imprácticos:

CAPACIDAD NOMINAL: Es la capacidad representativa de acuerdo al eje de las ruedas y es una aproximación al potencial de carga del carro. Se denomina CAPY y se expresa en múltiplos de 500 kg. para todos los carros.

LIMITE DE CARGA: Es la carga máxima real de transporte de un carro, se determina restando la tara de la carga máxima permitida sobre cuatro ejes, de acuerdo al diámetro del eje de la siguiente tabla:

TABLA 4.27 CARGAS SOBRE EJES DE FERROCARRIL

DIAMETRO DE EJE (Pulg)	MAXIMO SOBRE 4 EJES (Kg)	CAPACIDAD NOMINAL (Ton)
4 1/4 x 8	46,700	30
5 x 9	64,400	40
5 1/2 x 10	80,300	50
6 x 11	99,800	70
6 1/2 x 12	119,300	100
7 x 12	142,900	125

Ref. Bibliográfica (1)

Se agregan, en la tabla 4.27, los datos del tonelaje neto clasificado para carros de ferrocarril de vía ancha (carros caja, plataformas, jaulas, tanques) para diferente productos transportados.

TABLA 4.28 CARGA NETA DE CARROS DE FERROCARRIL

PRODUCTO	Ton/carro	PRODUCTO	Ton/carro	PRODUCTO	Ton/carro
ALGODON	16	MADERA	28	TOMATE	16
AZUCAR	36	MAIZ	42	MERCANCIA GENERAL	45
CARBON	55	MANZANA, NARANJA Y PAPAS	18	PROMEDIO APROXIMADO	42
CONCENTRADOS	60	PLATANO	11	TOTAL PESO BRUTO	65
HUEVOS, MANTEQUILLA	12	PETROLEO	28		
GANADO	12				
TRIGO	46				

Ref. Bibliográfica (5)

Furgones

Estos incluyen a los tipos de carros cerrados para el transporte de carga, como son: jaulas, cajas y góndolas y sirven para transportar cualquier tipo de producto que deba ser protegido de la intemperie. La mayor parte de este equipo tiene puertas dobles y anchas.

En la tabla 4.29 se muestran las principales características de algunos furgones modernos de ferrocarril.

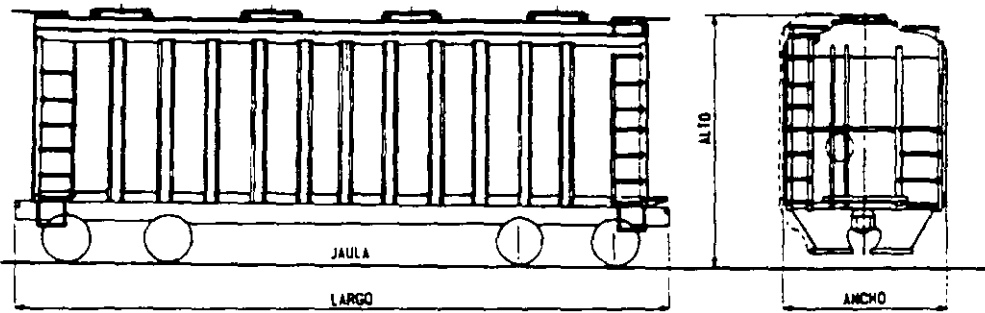
Plataformas

Estos carros de ferrocarril han evolucionado en su uso, inicialmente se ocuparon para llevar carga unitaria (maquinaria y productos de acero) de grandes dimensiones, posteriormente para el traslado de vehículos pesados y ligeros y últimamente forman parte del sistema multimodal para el traslado terrestre de equipo de transporte como contenedores y remolques (PIGGY BACK Y RAILVAN). Existen tres tipos principales de plataformas:

- 1) libres,
- 2) para remolques y
- 3) especiales

En la tabla 4.30 se dan algunas características de plataformas:

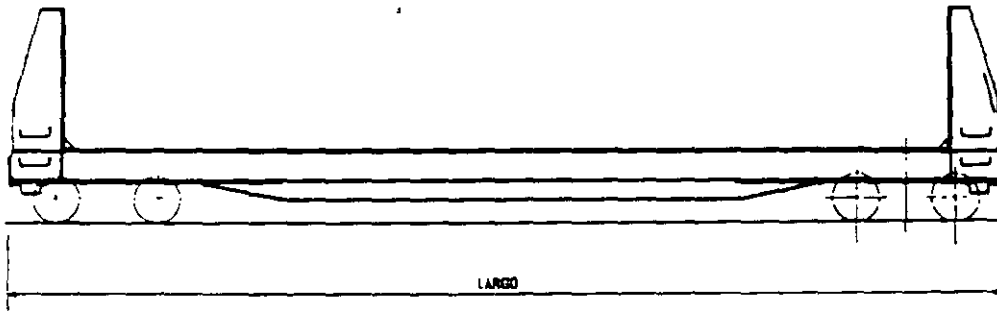
TABLA 4.29 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE FURGONES



LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO (m)	TARA PROMEDIO (Kg)	CAPACIDAD NOMINAL (Kg)	CAPACIDAD CUBICA (m3)
13.46	4.54	3.23	21,200	45,000	-
16.87	4.65	2.90	22,700	100,000	-
20.65	5.17	3.22	26,970	100,000	-
13.51	4.15	3.24	19,700	36,000	-
11.51	3.82	3.20	24,800	69,500	27
10.38	4.37	3.25	31,600	87,500	119
12.77	4.51	3.18	23,600	94,000	85
15.38	3.57	3.24	27,900	91,500	97
17.60	2.60	3.21	27,900	69,500	57

Fuente: Gerencia de equipo de arrastre de F.N.M.

TABLA 4.30 PLATAFORMAS



LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO (m)	TARA (Kg)	CAPACIDAD NOMINAL (Kg)
30.12	1.05	2.84	27,240	59,000
28.33	1.05	2.83	33,165	66,500
13.24	1.05	2.32	10,300	25,500
17.50	1.28	2.85	26,195	73,050
17.27	1.16	3.20	29,800	69,950
17.08	1.21	2.85	26,105	73,750

Fuente: Gerencia de equipo de arrastre de F.N.M.

Carros Tanque

Se utilizan para transportar los más diversos líquidos (melaza, petróleo y derivados, aceites y productos químicos). Están cerrados herméticamente y después de cada servicio se limpian y recargan con productos similares al anterior servicio. Se presenta un esquema general de un carro tanque típico, que como los anteriores se rigen por la carga actual permitida y por las condiciones de riel sobre el que se trasladan.

Capacidad Nominal = 3,500 Lt

Limite de Carga = 119,000 Kg

Tara = 28,647 Kg

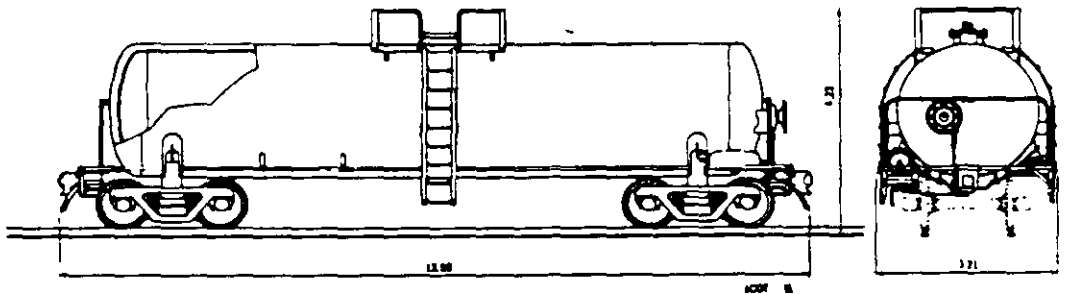


Figura 4.5 Carros Tanque

Ref. Bibliográfica (1)

4.4.4 Sistemas terrestres de F.C.

Piggy Back. (remolques sobre plataformas RSP)

Se refiere al movimiento que sobre plataformas de ferrocarril, se hace de remolques que llevan llantas en la parte trasera y patín en la delantera para ser movidos por tractor, permitiendo la conexión con el autotransporte.

La tara es un factor importante para transbordar la mercancía con todo y su vehículo cuando el peso muerto es relativamente bajo. Los remolques se montan mecánicamente a bajo costo a las plataformas del tren, de tal modo que si el peso de la tara es moderada respecto al peso comercial del flete se puede obtener un ahorro de más del 20% del costo de transitar sobre la carretera, a partir de 250 a 300 kms. de recorrido.

Trenes Unitarios:

Transportan un sólo producto, de un mismo origen hacia un mismo destino, utilizando la misma clase de equipo. Este servicio puede contratarse a FNM con un mínimo de 25 carros, disponibles en menos de 24 horas. Este tipo de trenes, por tener preferencia de paso, abaten tiempos de recorrido y aseguran entregas puntuales.

Ferropuertos

Se habla de ferropuertos cuando los trenes enteros, sin sus locomotoras, pasan de los patios ferroviarios a los barcos y conectan sus puertos de destino con la red férrea sin transbordar la carga se establece la cadena con economía y rapidez.

Doble Estiba de Contenedores

Este innovador modo de transportación es de trenes que están integrados por plataformas articuladas de piso deprimido, bajo peso y altura, cada una de las cuales permite transportar 2 contenedores de 40 ft o sus equivalentes en cada plataforma, estibados en 2 niveles sobrepuestos. Además de incrementar la relación CARGA NETA/TARA, requiere de menor fuerza motriz; causando menor daño a las mercancías, posibilita el transporte de artículos de alto riesgo y reduce el costo promedio del flete por contenedor.

Railvan (Remolques de Dobles Ruedas)

Otro elemento de avance técnico en el abaratamiento de los costos de transbordo se tiene en el uso de remolques con doble juego de ruedas (para usarse sobre rieles o sobre asfalto) según el denominado sistema RAILVAN, y el cual consiste en transportar los remolques sobre plataformas de ferrocarril o arrastrarlos con tracto-camiones en carretera según sea la combinación más adecuada económicamente.

4.5 Transporte integrado o sistema multimodal

4.5.1 Descripción y componentes

El transporte Integrado o Multimodal básicamente se refiere al sistema de transportes que permite llevar una mercancía desde la "puerta origen", hasta la "puerta destino", utilizando para ello los diversos modos de transporte explicados en los capítulos anteriores y optimizando el flujo de las mercancías.

Algunos de los aspectos por tomar en cuenta para un manejo eficiente del sistema son:

- Conformación de la carga unitizada
- Cuidados de la carga
- Medios de transporte a usarse.
- Transbordos
- Tiempos de recepción y entrega.

Para formar un sistema integrado de transporte se deben atender los siguientes principios:

La carga unitizada tiene una manipulación más eficaz. Se usan por ejemplo palets, cajas, contenedores, plataformas.

La unidad de carga debe formarse oportunamente. Por ejemplo al final de la línea de producción.

El transbordo de la carga unitizada es bastante fácil de un modo de transporte a otro. El equipo de transporte para carga unitizada esta normalizado internacionalmente por la ISO y disponible en casi todo el mundo.

Simbólicamente el transporte multimodal o integrado, es un rompecabezas en el que las piezas a armonizarse son:

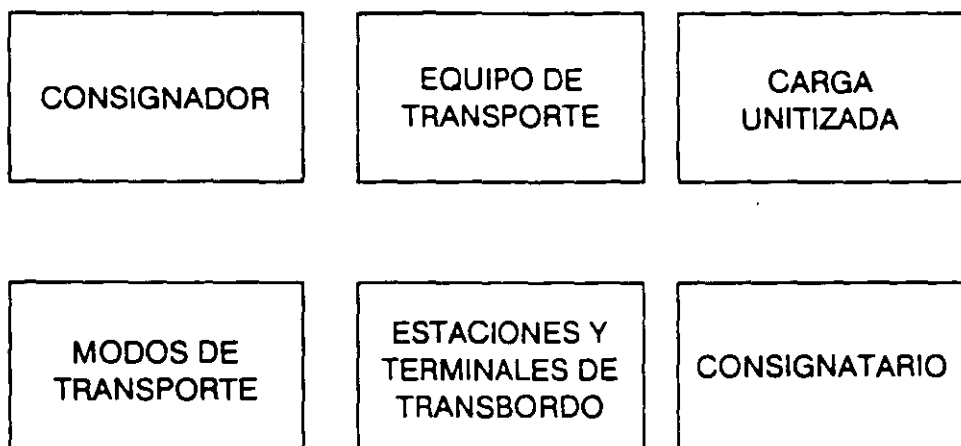


Figura 4.6 Elementos del transporte multimodal

Lo que caracteriza a este sistema de transporte es que se optimizan los recursos involucrados para minimizar los gastos totales en la demanda de transporte, cumpliendo con la intención de trasladar los productos en las cantidades, a los lugares y en los tiempos correctos, al costo más bajo posible.

La carga unitizada es tan importante para el transporte multimodal que se ha creado el principio de carga unitaria, la cual definimos como "la unidad de tamaño apropiado formada de tal manera que se pueda manipular y trasladar por equipos comunes."

VENTAJAS

- Manipulación con mayores rendimientos.
- Reducción de tiempo en transbordos.
- Gastos totales más bajos.
- Tiempos de espera más cortos para los vehículos.
- A menudo, gastos menores de embalaje
- Menores daños a la carga.
- Documentación expedita y transbordo.
- Reglas de seguros y responsabilidades más sencillas.

DESVENTAJAS

- Gastos en la unitarización de la carga.
- Gastos en equipo de manipulación

Componentes

Para formar sistemas de transporte multimodal (o integrados) es necesario incluir tres elementos unificadores:

-Equipo de transporte:

Son los recipientes o receptáculos que reciben a la carga, la almacenan y protegen durante el traslado desde su origen hasta su destino, sin necesidad de manipular la mercancía en los transbordos.

-Equipo de Transbordo:

- Son las máquinas, instrumentos y herramientas que se usan en las terminales o estaciones para transferir la carga y/o su equipo de transporte de un medio o modo de transporte a otro. Véanse las secciones de Equipamiento Portuario y Esquemas Operativos para una mayor extensión del tema.

-Modos de transporte:

Son los vehículos que impulsan o arrastran al equipo de transporte, teniendo la suficiente capacidad de espacio y potencia para trasladarlos de un lugar a otro sobre un mismo medio natural de desplazamiento.

Los embalajes y equipos de transbordo, así como los modos de transporte que intervienen en los sistemas multimodales se han tratado de regular, principalmente bajo las especificaciones de la ISO, para hacer más adecuado y homogéneo al conjunto de componentes que participan para el traslado de mercancías bajo este sistema.

PUERTOS GENERALES

15

Nomenclatura y simbología

a	Ancho de la bodega, cobertizo o patio
A	Area mojada de la cuaderna maestra
a.1	Ancho mínimo del acceso
a.c	Ancho del equipo
A.P.A.	Ancho del puesto de atraque
a.v	Ancho del vehículo estacionado
An	Area neta del barco expuesta a la acción del viento.
ϕ	Angulo de fracción interna del material del relleno.
B	Ancho de la plantilla del canal
C.a	Ancho de carril para circulación de equipo y vehículo
C.l.	Calado del barco lastrado
C.p.c	Calado del barco a plena carga
CG	Centro de gravedad
CH	Contenedores por hora
Cm	Carga muerta
Cos	Coseno
Cpc	Calado a plena carga del barco (m)
Cs	Coefficiente sísmico
Cv	Carga viva
d	Profundidad del tirante de agua
da	Distancia de los extremos del barco a los duques de alba de amarre
Dp	Distancia de parada
e	Empuje de tierra
E	Eslora del barco
Ee	Energía cinética de atraque efectiva
Ep	Energía cinética parcial
Et	Energía cinética de atraque
F	Número de Froude
F.A	Muelle o frente de atraque
f.b.l	Franco bordo del barco lastrado
f.b.p.c	Franco bordo del barco a plena carga
Fc	Fuerza de corrientes
Fo	Fuerza de oleaje
Fs	Fuerza por sismo
Fv	Fuerza de viento
g	Aceleración de la gravedad
h	Altura mínima de la bodega o cobertizo
H	Ancho máximo del equipo
h'	Altura libre adicional en accesos
hc.	Altura de cubierta del muelle
h.e	Altura o gálibo mínimo de las entradas
h.e.t.	Altura o gálibo total en las entradas
h.g	Altura inferior de la grúa del muelle

h1	Profundidad media del canal antes de que pase el barco
h2	Profundidad en la sección ocupada por el barco
Hs	Altura de ola significativa (m)
ISO	Organización Internacional de Normalización
K	Coefficiente de forma
Ka	Coefficiente de empuje activo
Kg	Kilogramos
l	Distancia medida normalmente al paramento, entre el punto de contacto y el centro de gravedad de la embarcación (m)
L	Longitud del muelle
LA	Largo o longitud de la bodega, cobertizo o patio
Lc	Largo de la fila de contenedores
Le	Profundidad del estacionamiento
L.P.A	Longitud del puesto de atraque
L1	Longitud del muelle uno
L1A	Longitud del entre-eje de la bodega o cobertizo
L2	Longitud del muelle dos
Lca	Longitud del canal de acceso
Le	Longitud exterior de canal de acceso
Lf	Franja libre entre franjas de maniobrabilidad
Lq	Número de clientes en la cola de espera
M	Manga del barco
M1	Masa o desplazamiento del barco
M2	Masa adicional (ton)
Ma	Masa o desplazamiento total del barco
mm	Milímetros
N	Franja de maniobrabilidad
n	Nivel de apilamiento de contenedores
Na	Número de atraques en paralelo
Nce	Número de clientes esperando o siendo atendidos
p	Peso específico del agua de mar = 1.025 ton/m ³
P	Punto de contacto
P.A.	Puesto de atraque
q	Presión del viento
r	Radio de giro alrededor del centro de gravedad del barco
r.g.	Radio de giro máximo del equipo o vehículo
S	Relación del área mojada de la cuaderna maestra a la sección transversal del canal.
S.P.A.	Superficie del puesto de atraque
Sen	Seno
Sm.	Area sumergida del barco (m ²)
sq	Squat adimensional
T	Período de la ola
t.a	Tirante de agua mínimo
TEU	Twenty Equivalente Unite (unidades equivalentes de 20 pies).
THB	Toneladas horas buque

THG	Toneladas horas gancho
Tr	Franja de resguardo del Talud
U	Velocidad de viento (km/hr)
V	Velocidad de la corriente (m/seg)
V1	Velocidad de barco
V2	Velocidad de la corriente en la sección ocupada por el barco, medida en relación al barco.
Vt	Velocidad de acercamiento
W	Ancho de la dársena de servicio

Lista de figuras y tablas

Figura 5.1	Esquema conceptual de un puerto general
Figura 5.2	Esquema conceptual de puertos graneleros y de fluidos
Figura 5.3	Esquema conceptual de un puerto industrial
Figura 5.4	Factores que afectan al dimensionamiento
Figura 5.5	Valor del squat en función del número de froude
Figura 5.6	Movimientos del buque
Figura 5.7	Flujograma de actividades para la operatividad del puerto
Figura 5.8	Obras de protección paralelas a la costa
Figura 5.9	Obras de protección convergentes
Figura 5.10	Obras de protección perpendiculares a la costa
Figura 5.11	Diseño óptimo de rompeolas
Figura 5.12	Aspectos que intervienen en la orientación de la bocana
Figura 5.13	Orientación de la bocana
Figura 5.14	Longitud del canal de acceso
Figura 5.15	Esquema general para una vía de navegación
Figura 5.16	Esquema general para doble vía de navegación
Figura 5.17	Distancias de parada del barco
Figura 5.18	Sobreancho del canal, método de corte (Cutoff)
Figura 5.19	Sobreancho del canal, método de taludes paralelos
Figura 5.20	Factores que intervienen en la determinación de la profundidad
Figura 5.21	Fondeadero
Figura 5.22	Trayectoria de maniobra del barco
Figura 5.23	Dársenas de maniobras de diferentes condiciones
Figura 5.24	Canales secundarios
Figura 5.25	Dársena de servicio atraque de un solo lado
Figura 5.26	Dársena de servicio atraque de ambos lados
Figura 5.27	Dársena de servicio atraque de ambos lados y en línea
Figura 5.28	Partes del puesto de atraque

- Figura 5.29 Puesto de atraque de carga fraccionada y/o unitizada.
- Figura 5.30 Puesto de atraque de contenedores (barco 1ra. generación 750 TEU)
- Figura 5.31 Puesto de atraque de contenedores (barco 2da. generación 1500 TEU)
- Figura 5.32 Puesto de atraque de contenedores (barco 3ra. generación 3000 TEU)
- Figura 5.33 Puesto de atraque de contenedores 4ta. y 5ta. generación
- Figura 5.34 Puesto de atraque polivalente
- Figura 5.35 Puesto de atraque por rodadura
- Figura 5.36 Puesto de atraque de graneles exportación o salida del producto
- Figura 5.37 Puesto de atraque de graneles importación o entrada del producto
- Figura 5.38 Puesto de atraque de fluidos. Aguas protegidas o mar abierto
- Figura 5.39 Puesto de atraque industrial
- Figura 5.40 Fases de la operación portuaria
- Figura 5.41 Gráfica de planeación portuaria
- Figura 5.42 Sistema de cola de espera
- Figura 5.43 Análisis del número óptimo de atraques
- Figura 5.44 Fuerzas actuantes en un muelle
- Figura 5.45 Camiones, montacargas y grúa móvil sobre neumáticos más usuales.
- Figura 5.46 Atraque de la embarcación
- Figura 5.47 Energía de atraque
- Figura 5.48 Presión del viento sobre la embarcación
- Figura 5.49 Fuerzas resultantes
- Figura 5.50 Muelle marginal
- Figura 5.51 Muelle en espigón
- Figura 5.52 Muelles en dientes o peines tipo A
- Figura 5.53 Muelles en dientes o peines tipo B
- Figura 5.54 Muelles en "T", "L", y "U" con o sin duques de alba
- Figura 5.55 Muelle de transbordo por rodadura (Ro.Ro). Roll-on Roll-off
- Figura 5.56 Atracadero por boya de amarre (en mar abierto)
- Figura 5.57 Muros de contención de bloques
- Figura 5.58 Tablestacado anclado
- Figura 5.59 Pilotes o pilas descubiertos
- Figura 5.60 Elementos de amarre
- Figura 5.61 a) Norays o bolardos (generalmente de tubos de acero).
- Figura 5.62 b) Bitas (fierro fundido)
- Figura 5.63 Bita en atraque para Ro.Ro.
- Figura 5.64 c) Cornamusas (fierro fundido)
- Figura 5.65 d) Argollón o argollas (acero)
- Figura 5.66 e) Ganchos de "suelta rápida" (acero)
- Figura 5.67 Escala de desembarque

-
- Figura 5.68 a) Defensas con sistemas mecánicos y estructurales
 Figura 5.69 b) Defensas de piezas de caucho
 Figura 5.70 c) Defensas suspendidas por cables y soportes giratorios
 Figura 5.71 d) Defensas neumáticas
 Figura 5.72 e) Defensas para trabajo a torsión
 Figura 5.73 Elementos para el dimensionamiento del P.A.
 Figura 5.74 Puesto de atraque
 Figura 5.75 Factores que rigen el dimensionamiento
 Figura 5.76 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.1
 Figura 5.77 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.2
 Figura 5.78 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.3
 Figura 5.79 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.4
 Figura 5.80 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.5
 Figura 5.81 Dimensiones del P.A. para carga fraccionada y/o unitizada
 Figura 5.82 Dimensiones del muelle para carga fraccionada y unitizada
 Figura 5.83 Area de carga-descarga T.1. Carga general y/o unitizada
 Figura 5.84 Area de transferencia al almacenamiento T.2
 Figura 5.85 Ancho de cubierta del muelle (T.1 y T.2)
 Figura 5.86 Bodega de Tránsito
 Figura 5.87 Accesos T.4 carga fraccionada y/o unitizada
 Figura 5.88 Controles de acceso T.4 carga fraccionada y/o unitizada
 Figura 5.89 Entrada de autotransporte
 Figura 5.90 Entrada ferrocarril
 Figura 5.91 Estacionamiento autotransporte
 Figura 5.92 Vialidad accesos interiores
 Figura 5.93 Taller de mantenimiento
 Figura 5.94 Almacén de equipo
 Figura 5.95 Almacén de repuestos y control (mantenimiento)
 Figura 5.96 Dimensiones del P.A. para contenedores 750 TEU
 Figura 5.97 Dimensiones del P.A para contenedores 1500 TEU
 Figura 5.98 Dimensiones del P.A. para contenedores 3000 TEU
 Figura 5.99 Dimensiones del P.A. para contenedores 4000 a 5000 TEU
 Figura 5.100 Cuadro de combinación de tipos de P.A y de sistemas de manejo contenedores.
 Figura 5.101 Areas T.1 y T.2 sistema de remolques y plataformas
 Figura 5.102 Area T.3 Sistema de remolques y plataformas
 Figura 5.103 Area T.4 Sistema de remolques y plataformas
 Figura 5.104 Areas T.1 y T.2 sistema de carretillas-pórtico
 Figura 5.105 Area T.3 Sistema de carretillas-pórtico 2 o 3 niveles de apilamiento
 Figura 5.106 Area T.4 sistema de carretillas-pórtico
 Figura 5.107 Areas T.1 y T.2 sistema con grúas de pórtico de patio
 Figura 5.108 Area T.3 sistema con grúas de pórtico de patio
 Figura 5.109 Area T.4 sistema con grúas de pórtico de patio
 Figura 5.110 Area T.4 Entradas para todos los sistemas
-

- Figura 5.111 Area T.5 mantenimiento y reparación de equipo y contenedores
- Figura 5.112 Almacén de repuestos (mantenimiento)
- Figura 5.113 Fases de un puerto (en expansión)
- Figura 5.114 Terminal polivalente (de dos puestos de atraque P.A.)
- Figura 5.115 Muelle o frente de atraque. Terminal Polivalente (alternativa1)
- Figura 5.116 Frente de atraque. Terminal polivalente (alternativa 2)
- Figura 5.117 Sistema con grúa pórtico en muelle
- Figura 5.118 Sistema con grúas móviles
- Figura 5.119 Area T.3 almacenamiento terminales polivalentes
- Figura 5.120 Vialidades. Terminales polivalentes
- Figura 5.121 Control de accesos. Terminales polivalentes
- Figura 5.122 Puesto de atraque P.A. Terminal Ro.Ro.
- Figura 5.123 Areas T.1 y T.2 Ro.Ro.
- Figura 5.124 Rampa Ro.Ro
- Figura 5.125 Rampa giratoria Ro.Ro.
- Figura 5.126 Rampa flotante Ro.Ro.
- Figura 5.127 Patio de vehículos
- Figura 5.128 Almacenamiento para contenedores
- Figura 5.129 Acceso de mar (desde la rampa del barco)
- Figura 5.130 Diagrama de operaciones de una terminal de graneles (exportación o salida del producto)
- Figura 5.131 Puesto de atraque. Terminales a granel (exportación o salida)
- Figura 5.132 Muelle de una terminal de graneles
- Figura 5.133 Cargador de pórtico. Terminal a granel (exportación)
- Figura 5.134 Cargador radial. Terminal a granel (exportación)
- Figura 5.135 Cargador lineal. Terminal a granel (exportación)
- Figura 5.136 Areas de almacenamiento a granel (mineral)
- Figura 5.137 Características del apilamiento a granel
- Figura 5.138 Areas de almacenamiento a granel (cereales)
- Figura 5.139 Flujograma de operaciones. Terminal a granel (importación)
- Figura 5.140 Puesto de atraque para manejo de cereales (importación)
- Figura 5.141 Muelle o frente de atraque. Importación de cereales
- Figura 5.142 Sistema de cucharas
- Figura 5.143 Sistema con grúa giratoria de cuchara
- Figura 5.144 Sistema neumático. Elevador
- Figura 5.145 Elevador portátil
- Figura 5.146 Elevador móvil
- Figura 5.147 Transportador de cadena
- Figura 5.148 Flujograma de operaciones de una terminal de fluidos, Recepción
- Figura 5.149 Flujograma de operaciones de una terminal de fluidos, Envío.
- Figura 5.150 Puesto de atraque de terminal de fluidos. Aguas protegidas

-
-
- Figura 5.151 Atracadero en "T" a base de duques de alba
- Figura 5.152 Atracadero en "T" a base de duques de alba y muertos de amarre
- Figura 5.153 Atracadero en espigón
- Figura 5.154 Atracadero en "L"
- Figura 5.155 Puesto de atraque en mar abierto
- Figura 5.156 Amarradero con boyas
- Figura 5.157 Boyas tipo SALM
- Figura 5.158 Amarradero tipo isla
- Figura 5.159 Amarradero con boyas múltiples
- Figura 5.160 Puesto de atraque para fluidos
- Figura 5.161 Area T. 1. Puesto de atraque de fluidos
- Figura 5.162 Características principales de puerto industrial
- Figura 5.163 Puesto de atraque de un puerto industrial
- Figura 5.164 Planeación general del desarrollo
- Figura 5.165 Procedimiento para el desarrollo de un puerto industrial
- Figura 5.166 Succionadoras
- Figura 5.167 Aparejos de izaje; esligas y ganchos
- Figura 5.168 Aparejos de izaje; palets
- Figura 5.169 Aparejos de izaje; tolvos
- Figura 5.170 Aparejos de izaje; spreaders
- Figura 5.171 Spreaders
- Figura 5.172 Spreader telescópico para traslado horizontal de contenedores de 20' y 40'
- Figura 5.173 Ubicación de las garzas en el muelle
- Figura 5.174 Esquema operativo carga general fraccionada, vía indirecta
- Figura 5.175 Esquema operativo graneles secos, semimecanizado, vía indirecta
- Figura 5.176 Esquema operativo graneles secos, mecanizado vía directa
- Figura 5.177 Esquema operativo fluidos vía directa
- Figura 5.178 Tipos de grandes contenedores
- Figura 5.179 Sistema modular de contenedores de ISO
- Figura 5.180 Contenedores especiales
- Figura 5.181 Esquema operativo, contenedores consolidados en el puerto
- Figura 5.182 Esquema operativo contenedores transbordo por rodadura
- Figura 5.183 Esquema operativo contenedores transbordo por elevación
- Figura 5.184 Distribución de las tomas de agua potable en el muelle
- Figura 5.185 Red de agua potable y registro en la cubierta del muelle
- Figura 5.186 Alumbrado general a base de luminarias
- Figura 5.187 Alumbrado general de intemperie a base de reflectores
- Figura 5.188 Hidrante de dos tomas con monitor
- Figura 5.189 Servicio medico
- Figura 5.190 Esquema general de un astillero
- Figura 5.191 Local de capacitación laboral
-

Tabla 5.1	Movimientos verticales de petroleros
Tabla 5.2	Condiciones permisibles de operación
Tabla 5.3	Anchos de canal recomendados
Tabla 5.4	Tipos de dársenas de maniobras
Tabla 5.5	Dimensiones de dársena de ciaboga y paradas de emergencia para diferentes velocidades
Tabla 5.6	Características del puesto de atraque según el tipo de fluido
Tabla 5.7	Ejemplos de uso del suelo en diferentes puertos industriales
Tabla 5.8	Características del cargador frontal
Tabla 5.9	Características de bulldozer
Tabla 5.10	Características de grúas hidráulicas
Tabla 5.11	Características de grúas mecánicas
Tabla 5.12	Características de montacargas eléctricos
Tabla 5.13	Características de montacargas
Tabla 5.14	Características de montacargas
Tabla 5.15	Características de grúas de patio
Tabla 5.16	Características de grúas de muelle
Tabla 5.17	Características de tractores de arrastre
Tabla 5.18	Características de bandas transportadoras
Tabla 5.19	Características de almejas
Tabla 5.20	Características de almejas
Tabla 5.21	Características de garzas
Tabla 5.22	Rendimientos de los principales puertos mexicanos
Tabla 5.23	Dimensiones exteriores de contenedores y pesos brutos máximos

5.1 Introducción

Puertos Generales

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

Los elementos de los puertos generales como un sistema de transporte pueden esquematizarse conceptualmente en la siguiente forma.

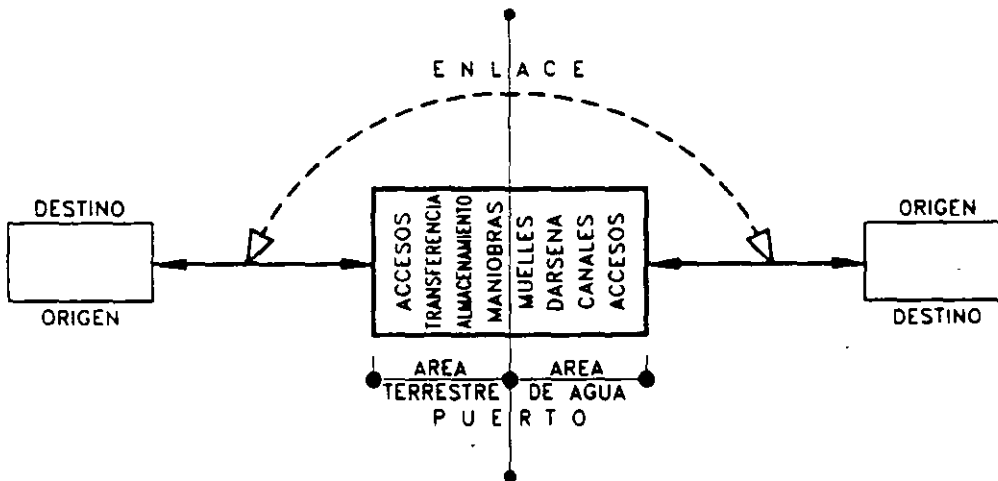


Figura 5.1 Esquema conceptual de un puerto general

Los puertos generales, de acuerdo a la operación de su carga pueden estar constituidas por puestos de atraque de:

- Carga fraccionada y/o unitizada
- Contenedores
- Polivalentes
- Rodadura (Ro.Ro)
- Graneleros
 - Minerales
 - Agrícolas
- Fluidos
 - Petróleo y productos petroquímicos
 - Mieles incristalizables, aceites y varios

Lo anterior va de acuerdo también a los tipos de embarcaciones que transportan la misma carga, y las dimensiones de sus áreas de agua y de tierra están obedeciendo a estas dos condicionantes.

Por los diferentes tipos de movimientos el puerto adopta el carácter de punto de embarque o terminal, sin dejar de ser un enlace entre el origen y destino como un eslabón del sistema de transporte.

Esto da como consecuencia que en el propio puerto y sus zonas inmediatas deban localizarse almacenamientos, áreas de maniobra y transferencia y algunos casos instalaciones industriales para la transformación de la carga o bien su regulación en el caso de la entrada de estos productos al puerto y en el caso de salida, por vocación o regulación, de áreas para almacenamientos, maniobras y en el caso particular del petróleo de plantas o refinerías.

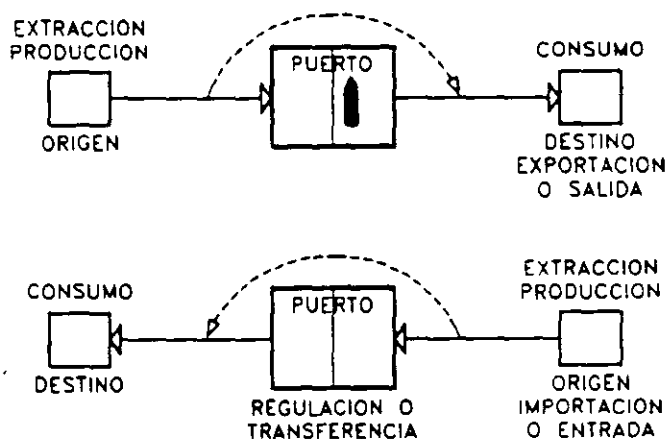


Figura 5.2 Esquemas conceptuales de puertos graneleros y de fluidos

Puertos Industriales

Los puertos industriales son el resultado a nivel del Orbe de la transformación de la industrialización y comercialización. En estos puertos se embarca o desembarca pero no simultáneamente, pues se generan movimientos altamente mecanizados. Al aparecer estos puertos en los mercados mundiales se obligó a:

- Relocalización de plantas industriales, para ubicarlas en las costas.
- Reducción del transporte terrestre, eliminando tramos y mayor uso del transporte por agua, especialmente el marítimo.

- Reducción de costos de producción con el incremento en el tamaño de los lotes de sus insumos
- Crecimientos en el tamaño de las embarcaciones por la mayor navegación de altura, para ser mas costeable el transporte marítimo.

Resultando la creación de los puertos industriales para cumplir con estos objetivos. Se puede considerar que contienen instalaciones que sirven a zonas industriales costeras constituyéndose el puerto en un elemento de apoyo, más que de enlace y regulación y su operación obedece al inicio de un proceso de producción industrial o de uno de comercio, cuyo funcionamiento se puede esquematizar en la siguiente forma.

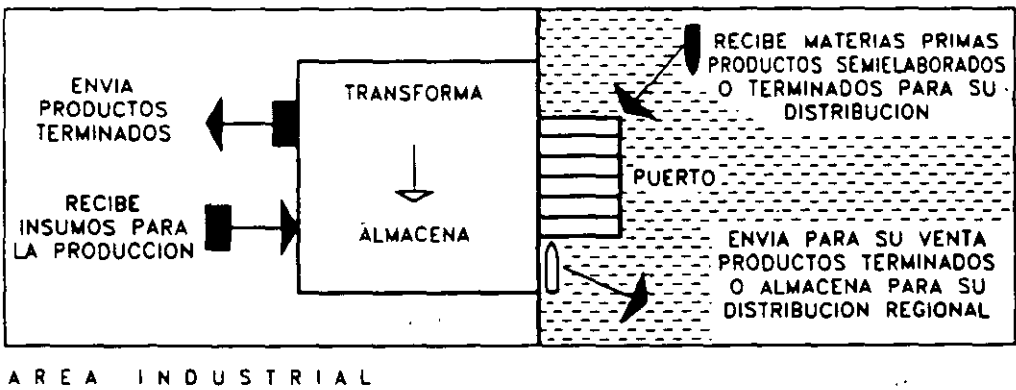


Figura 5.3 Esquema conceptual de un puerto industrial

5.2 Areas de agua

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

5.2.1 Clasificación

Accesos al puerto	Bocana Canal de navegación principal Antepuerto y fondeadero
Areas de maniobras	Dársena de ciaboga Dársena de maniobras Canales secundarios
Areas de servicio	Dársena de servicios

ACCESOS AL PUERTO

Bocana

Es la entrada de mar abierto a la zona abrigada, puede ser natural o artificial, en cuyo caso estará limitada por rompeolas o escolleras debidamente señalizados.

La orientación y dimensionamiento deben cumplir una serie de requerimientos de acuerdo a las características de los barcos y a las condiciones oceanográficas y meteorológicas impuestas por los temporales, las que después de una cierta magnitud determinan el cierre del puerto por el capitán responsable.

Canal de Navegación Principal

Es la zona navegable más importante del puerto, en ella el barco aún en movimiento pasa de mar abierto a la zona protegida y debe de realizar además la maniobra de parada.

Entre más grande sea el barco más obligado estará a hacer su rutina de acceso al puerto por un canal, el cual debe estar señalizado de acuerdo a las normas internacionales y ser sometido a un dragado de mantenimiento periódico para garantizar sus dimensiones de proyecto.

Antepuerto

Es el área de agua ubicada cerca de la entrada, generalmente es atravesado por el canal de acceso, su función es propiciar una expansión de la energía del oleaje que pasa por la bocana y dar servicio para maniobras o fondeo de las embarcaciones.

Fondeadero

Son áreas de agua que sirven para el anclaje, cuando los barcos tienen que esperar un lugar de atraque, el abordaje de tripulación y abastecimientos, inspección de cuarentena y algunas veces aligeramiento de carga; su localización debe ser estratégica, según la función que tenga que cumplir, aunque generalmente se ubican junto a los canales de navegación, sin que entorpezcan los movimientos de otros buques.

AREAS DE MANIOBRAS

Dársena de Ciaboga

Es el área marítima dentro del puerto, donde los barcos hacen las maniobras de giro y revire con el fin de enfilarse hacia las distintas áreas del puerto; es la representación esquemática del círculo de evolución que sigue un barco en esta maniobra, puede o no estar incluida la maniobra de parada.

De acuerdo a la frecuencia y tamaño de las embarcaciones puede haber varias dársenas para atender a los diferentes tipos de buques que llegan a él.

Dársena de Maniobras

Son las áreas dentro del puerto destinadas a las maniobras de preparación del barco para el acercamiento o despegue del muelle, se requieren áreas para tal fin en cada grupo de atraque, normalmente se realizan con ayuda de servicio de remolcadores, sin embargo la no existencia de este servicio resulta en dársenas muy grandes.

Canales Secundarios

Son las vías navegables dentro del puerto que permiten a las embarcaciones realizar su rutina de entrada o salida, comunicando al canal de navegación principal con las distintas áreas que conforman el puerto.

AREAS DE SERVICIO

Dársena de Servicios

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

5.2.2 Factores que afectan al dimensionamiento

Es una serie de factores que influyen en forma directa tanto en el dimensionamiento horizontal (anchos diámetros y longitudes), como el dimensionamiento vertical (profundidad), los cuales es necesario conocer para hacer un diseño razonable de las áreas de agua, estos factores agrupados en aspectos físicos y de control, se muestran a continuación así como su relación con el dimensionamiento.

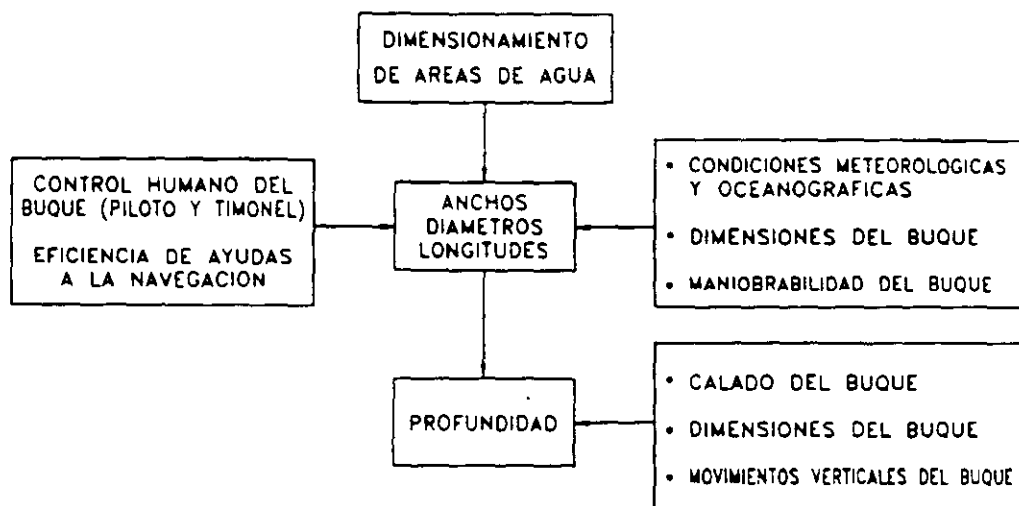


Figura 5.4 Factores que afectan al dimensionamiento

5.2.2.1 Factores físicos

Condiciones Meteorológicas y Oceanográficas

Como se ha mencionado en el capítulo 3. Condicionantes físicas, las condicionantes meteorológicas y oceanográficas que imperan en nuestras costas, imponen restricciones a la navegación y operación dentro del puerto. En el caso específico de las áreas de agua, intervienen desde la definición de la orientación de la bocana, así como el dimensionamiento horizontal y vertical de canales y dársenas.

En la bocana, intervienen en su orientación principalmente el oleaje y el transporte litoral provocado por las corrientes y el oleaje mismo.

En los canales y dársenas, las fuerzas inducidas por el viento y corrientes sobre las embarcaciones provocan un aumento en los anchos y longitudes de las áreas; similarmente los movimientos de las embarcaciones provocados por el oleaje obligan a aumentar la profundidad en las áreas por donde transitan.

En la operación del puerto intervienen de manera decisiva los temporales, ya que su presencia obliga al cierre del puerto y por lo tanto la suspensión de la navegación en las distintas áreas.

De las fuentes de información que existen sobre la severidad de las condicionantes con las cuales puede operar un puerto y cuyo rebase implica el cierre, se obtuvieron los siguientes valores:

Velocidad de viento $U = 108 \text{ km/hr}$

Altura de ola significativa $H_s = 3.0 \text{ m}$ (fuera del puerto)
 $H_s = 1.8 \text{ m}$ (dentro del puerto)

Velocidad de corriente $V = 1.0 \text{ m/seg.}$

Dimensiones del Buque

Las dimensiones del buque de diseño, son las correspondientes a los buques seleccionados que harán uso del puerto; para cada barco se tomarán de las tablas correspondientes del capítulo 4, la eslora total, la manga, el franco bordo y el calado en carga y en lastre.

Maniobrabilidad del Buque

En aguas poco profundas como las de las áreas de agua del puerto, la respuesta del timón del barco es más lenta que en aguas profundas, requiriéndose además un incremento de potencia para tener una velocidad igual a la de mar abierto. El control del barco en estas condiciones se hace más difícil, sobre todo por la interferencia causada por el flujo de otros barcos y como consecuencia las diferencias de presión a ambos lados del propio buque; por otra parte las corrientes y oleaje esviados al canal provocan derivas en los barcos.

El método más directo para evaluar la controlabilidad de un barco es mediante la observación de la respuesta de un barco a cambios dados del ángulo del timón y de la velocidad de la propela, en una entrada conocida para el piloto. Otra aproximación consiste en hacer las pruebas en aguas profundas recomendadas por los arquitectos navales.

En general la controlabilidad de los barcos es definida en la forma siguiente:

- 1.- Muy buena Para barcos de guerra y cargueros de la clase Victory
- 2.- Buena Para transportes navales y tenders, petroleros T-2, mineraleros nuevos y cargueros de la clase Liberty.
- 3.- Pobre Para barcos mineraleros viejos y barcos dañados.

Squat del Barco

Es el hundimiento aparente que experimenta el barco en movimiento y depende fundamentalmente de la velocidad, de la distancia entre la quilla y el fondo, del trim del barco, del área de la sección transversal del canal y de si el canal está localizado en una vía amplia o estrecha. En realidad el barco no se hunde en el agua, sino que hay una disminución de nivel superficial provocado por el paso del mismo, lo que causa un acercamiento del barco hacia el fondo.

Este cambio de nivel en mar abierto donde se tienen grandes profundidades es insignificante, mientras que la disminución de nivel en las áreas portuarias es determinante para la profundidad.

El criterio para evaluar el squat fue desarrollado por Constantine, el cual se muestra en la figura 5.5

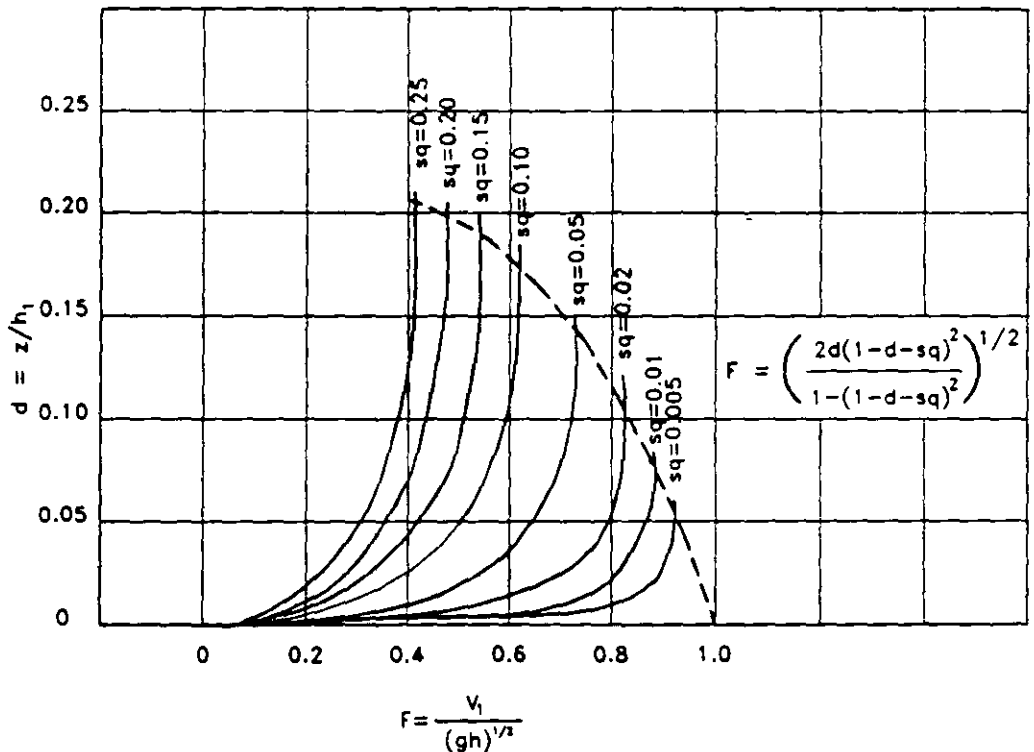


Figura 5.5 Valor del squat en función del Número de Froude

- V1 = Velocidad del barco
- h1 = Profundidad media del canal antes de que pase el barco
- V2 = Velocidad de la corriente en la sección ocupada por el barco, medida en relación al barco
- h2 = Profundidad en la sección ocupada por el barco
- W = Ancho del canal

- A = Área mojada de la cuaderna maestra
- F = Número de Froude
- d = Squat adimensional = z/h_1
- z = h_1-h_2
- s = Relación del área mojada de la cuaderna maestra a la sección transversal del canal

Movimientos del Buque

La acción del oleaje actuando sobre el barco da origen a seis, movimientos principales (figura 5.6), tres angulares y tres lineales, los cuales influyen en el dimensionamiento tanto en el plano horizontal como en el plano vertical, a continuación se muestra una breve descripción de ellos.

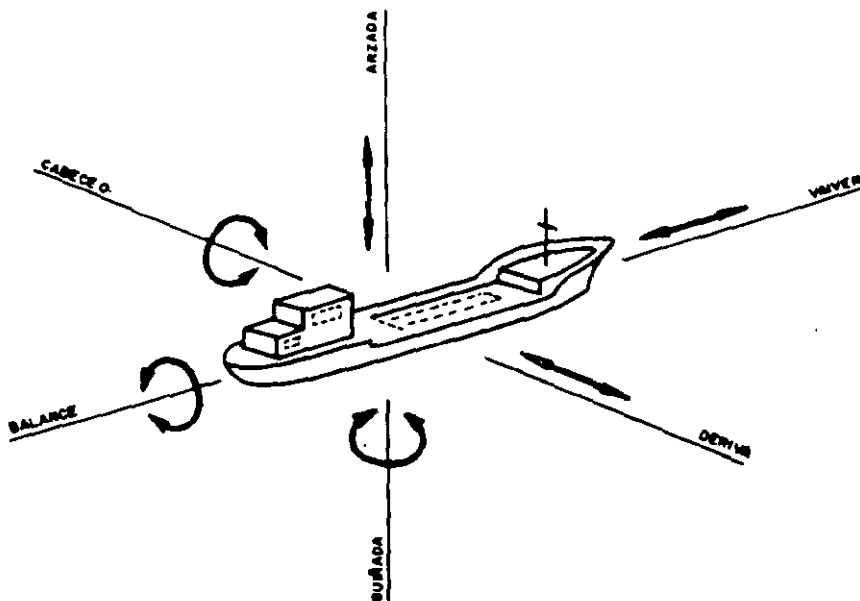


Figura 5.6 Movimientos del buque

Movimientos angulares

Nombre	Plano de Influencia
- Cabeceo (Pitching)	Vertical
- Balanceo (Rolling)	Vertical
- Guiñada (Yawing)	Horizontal

Movimientos lineales

Nombre	Plano de Influencia
- Arzada (Heaving)	Vertical
- Vaiven (Surging)	Horizontal
- Deriva (Swaying)	Horizontal

Cabeceo (Pitching)

Es el movimiento del barco alrededor de su eje transversal; los estudios realizados con oleaje irregular han demostrado que el cabeceo se incrementa con la altura de ola, pero disminuye con longitudes de onda mayores de dos veces la eslora del barco, olas más cortas que el doble de la eslora del barco tienden a aumentar el cabeceo.

Balanceo (Rolling)

Es el movimiento del barco alrededor de su eje longitudinal, se incrementa con la altura de ola, llegando a su máximo cuando la longitud de la ola es aproximadamente el doble de la manga; el barco se balanceará más cuando tenga el oleaje a través que cuando viaje sobre él.

Arzada (Heaving)

Es el movimiento vertical del barco completo sin considerar ninguna inclinación.

Combinación del Balanceo, Cabeceo y Arzada

Es raro que un barco tenga un sólo movimiento vertical de los mencionados, el movimiento real es una combinación muy complicada de los tres. Las olas no necesariamente se desplazan con longitud y altura uniforme, más bien tienden a formar un tren de alturas irregulares y direcciones diferentes.

Consecuentemente un barco generalmente experimenta los tres movimientos verticales al mismo tiempo, los cuales se pueden reforzar o cancelar entre ellos.

El régimen de oleaje en bocanas y canales es muy irregular y no es posible hacer un cálculo preciso del comportamiento del barco en presencia de temporales, aunado a la deficiencia de información confiable de oleaje que hay sobre las costas de la República Mexicana.

Los tres movimientos mencionados anteriormente influyen directamente en el dimensionamiento de la profundidad, para los cuales se han hecho aproximaciones teóricas y pruebas en modelo, sin embargo el estado de arte aún no esta bien definido.

En la tabla 5.1 se presenta un resumen de valores obtenidos de diferentes fuentes de información, que se podrán aplicar para casos similares de petroleros, para otro tipo de barcos se requiere de estudios específicos.

TABLA 5.1 MOVIMIENTOS VERTICALES DE PETROLEROS

BARCOS DE DISEÑO				OLA		OLEAJE DE PROA		OLEAJE ATRAVES			OLEAJE A 45°	
T.P.M. (Ton)	E (m)	M (m)	C (m)	Hs (m)	T (seg)	Cabeceo (m)	Arzada (m)	Balanceo (m)	Arzada (m)	Cabeceo (m)	Cabeceo (m)	Arzada (m)
16,780	160	21.70	9.10	4.60	10	2.81	0.15	2.93	2.10	2.34	2.50	0.76
				1.80	10	1.07	0.60	1.13	0.90	0.90	0.97	0.30
33,000	183	26.00	10.40	4.60	10	3.00	0.00	3.40	1.53	2.40	1.20	0.90
45,000	227	30.00	11.60	4.60	10	2.75	0.24	4.03	1.07	3.20	2.47	0.37
				1.80	10	0.92	0.90	1.56	0.49	1.25	0.82	0.16
60,000	244	33.00	12.50	4.60	10	2.47	0.15	4.45	0.82	3.57	2.22	0.29
				1.80	10	0.82	0.80	1.74	0.34	1.37	0.73	0.12
80,000	264	36.00	14.00	4.60	10	2.26	0.12	4.88	0.61	3.81	1.98	0.21
				1.80	10	0.98		1.89	0.24	1.50	0.88	0.90

Vaivén (Surging)

Es el movimiento longitudinal del barco y en realidad es importante para las amarras cuando el barco esta atracado, no se considera significativa para el diseño de las áreas de agua.

Deriva (Swaying)

Es el movimiento del barco completo a lo largo de su eje transversal; poco se sabe de este concepto cuando el barco esta navegando, los estudios en modelo hidráulico realizados son para el barco amarrado sujeto a la acción del oleaje.

Guiñada (Yawing)

Es el movimiento del barco alrededor de su eje vertical; cuando el barco avanza formando un ángulo con el oleaje, el perfil de la ola es diferente en ambos lados y por lo tanto la posición longitudinal del centro de presión en un lado del barco, no es la misma que del otro, resultado en un par de fuerzas que producen rotación al barco alrededor de su eje vertical. La guiñada máxima producida por el oleaje se presenta cuando el barco avanza formando un ángulo de 45° con la dirección del oleaje.

De los tres movimientos horizontales mencionados, la guiñada es el más importante desde el punto de vista del dimensionamiento de las áreas de agua, sin embargo no se presenta solo y en ocasiones es corolario del cabeceo y del balanceo.

La combinación de la acción del viento, oleaje y corrientes en el canal de acceso, hace necesario que el barco avance haciendo derivas para poder mantener el curso.

La cuantificación del sobreancho requerido en el canal para desplazarse en estas condiciones, depende del tamaño del barco y de las condiciones de viento, corrientes y oleaje prevalecientes; el conocimiento del ángulo de guiñada que sólo es posible obtenerlo a partir de pruebas en modelos hidráulicos, permitirá el cálculo de la dimensión lateral para cada tipo de barco, este cálculo se recomienda hacerlo para ángulos factibles de presentarse del orden de 10° y 15°.

5.2.2.2 Factores de control

Control Humano del Buque

El control humano es muy variable bajo cualquier circunstancia y es afectado por todos los factores físicos antes mencionados, obviamente la maniobrabilidad del buque es uno de los diferentes factores que determinan su controlabilidad.

Cuando un barco se aproxima al puerto y es abordado por el piloto del puerto, entre él y el capitán tienen que tomar una serie de decisiones sobre el curso que se tiene que seguir para colocarlo en su destino final, y que implica desde los ángulos del timón, la potencia, la colocación de los remolcadores, velocidad nominal, punto de reducción de las revoluciones por minuto, tácticas para rebase o encuentro con otros barcos, puntos de inicio de cambio de dirección, etc.

La controlabilidad del barco en cualquier momento puede ser descrita como su capacidad para moverse a la velocidad deseada a lo largo de la trayectoria planeada.

En virtud de lo complejo de las operaciones y la variedad de factores que intervienen, la influencia del aspecto humano sólo es posible analizarla mediante modelos de maniobrabilidad, donde el piloto realiza las maniobras de acceso al puerto.

Eficiencia de Ayudas a la Navegación

Ayudas a la navegación abarca todas las ayudas artificiales externas al barco, como boyas, balizas de enfilación, balizas de posicionamiento, faros y ayudas electrónicas como DECCA.

Las ayudas a la navegación propias del barco incluyen radar, ecosonda, compás, etc.

Durante la entrada del barco al puerto, se verifica su posición apoyándose en las ayudas tanto externas como las propias, con base en las cuales se hace la predicción de las posiciones y movimientos futuros; la existencia de las ayudas necesarias y su eficiencia, son un factor que va a ser determinante para definir la trayectoria que tiene que seguir el barco y como consecuencia el trazado de los canales de navegación y dársenas dentro del puerto.

En los criterios de dimensionamiento que se expondrán en este capítulo, se da como un hecho que las ayudas a la navegación trabajan eficientemente, para permitir a los pilotos ubicarse en las áreas navegables, cualquiera que sea la visibilidad.

5.2.3 Condiciones de operatividad. Metodología

La operatividad de un puerto consiste en tener condiciones propicias de oleaje, viento y corrientes, de tal manera que las maniobras de navegación en canales y dársenas puedan ejecutarse.

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

Los porcentajes de operatividad pretendidos por cualquier puerto o instalación marítima a nivel mundial, estan enfocados a alcanzar valores mayores del 95% del tiempo anual, en otras palabras, la tendencia es a reducir al mínimo el porcentaje de inoperatividad de las nuevas obras construídas.

En este capítulo se expone brevemente la metodología para determinar la operatividad de las áreas de agua, en relación a la agitación causada por la penetración del oleaje hacia el interior del puerto; en realidad este fenómeno es con el que se puede optimizar las obras del puerto, principalmente las escolleras de protección.

En relación a las corrientes oceánicas, estas se tratarán de evitar con la orientación de la entrada, y los vientos impondrán su operatividad de acuerdo a sus magnitudes.

En la figura 5.7 se presenta el flujograma de las actividades para obtener la operatividad de un puerto; a continuación se hace una breve descripción:

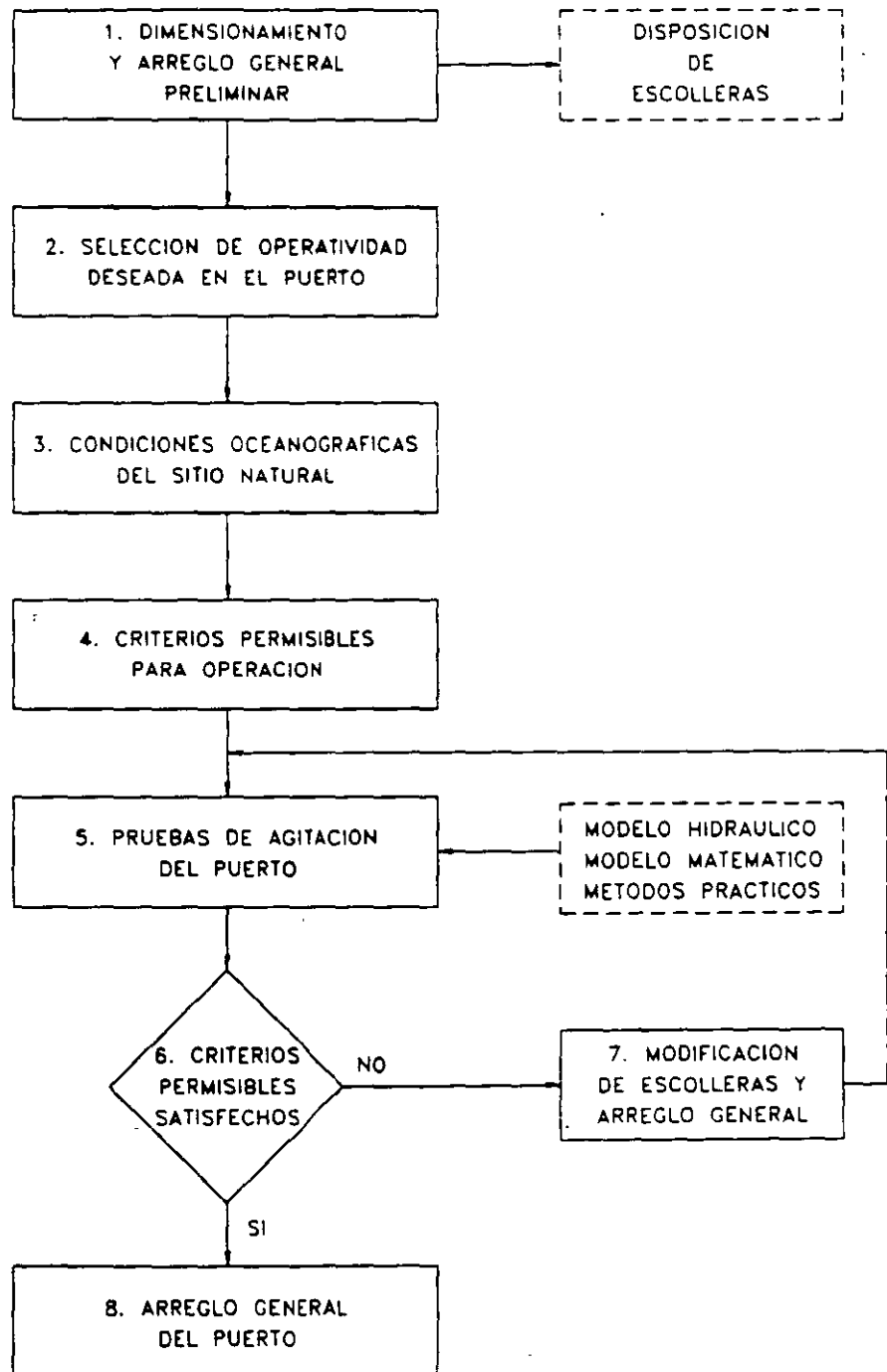


Figura 5.7 Flujograma de actividades para la operatividad del puerto

1.- Dimensionamiento y Arreglo general. Preliminar

Con base en los criterios expuestos en este manual, se dimensionarán las áreas de agua y las áreas terrestres para los diferentes tipos de carga que se van a manejar y para los cuales se debe seleccionar un buque de diseño.

La disposición de estas áreas, siguiendo el criterio de dejar más alejadas de la entrada las instalaciones que para su operación requieran de mayor calma así como de menor profundidad, conduce a un arreglo general preliminar.

2.- Selección de Operatividad deseada en el Puerto

De acuerdo a las políticas de operación analizada en la planeación general, se fijará la operatividad deseada para el puerto, en términos del porcentaje del tiempo total del año. En la actualidad es usual pretender a nivel mundial operatividades del 99%, en lo referente a penetración de oleaje.

En marinas y puertos turísticos esta operatividad siempre debe de buscarse que sea de todo el año.

3.- Condiciones Oceanográficas del Sitio Natural

A partir de mediciones en campo o de fuentes de recopilación estadísticas de datos de oleaje, se obtienen el régimen anual de oleaje de frecuencias acumuladas, de tal manera que para diferentes alturas de ola, se conozca su frecuencia acumulada anual fuera del puerto.

En el capítulo 3 se presenta en forma gráfica el régimen anual de oleaje.

4. Criterios Permisibles de Operación

En la planeación general del puerto que comprende la selección del barco de diseño para cada tipo de carga, se debe investigar también condicionantes oceanográficas bajo las cuales se pueden realizar las operaciones de carga y descarga en los muelles; de estas condicionantes su finalidad es establecer un límite máximo de altura de ola, hasta el cual es posible realizar las operaciones en forma ininterrumpida; después de rebasado este valor la suspensión es inevitable.

Después de suspendidas las operaciones, el barco permanece atracado sin embargo si continúan incrementándose las condicionantes de agitación el barco ya no puede permanecer en el muelle, y tienen que salir a sortear el temporal en zonas más extensas.

A esta segunda etapa se le conoce como condición de permanencia y, al igual que la anterior, el objetivo es establecer un límite máximo de altura de ola, después del cual el barco deja el muelle.

Estas condiciones varían con el tipo, tamaño del barco y el equipo usado para carga y descarga y son producto de la experiencia de ver trabajar sistemas similares en otros puertos del mundo; en la tabla No. 5.2 se presenta un resumen proporcionado por J. Stating del laboratorio de hidráulica de Delft, Holanda.

TABLA 5.2 CONDICIONES PERMISIBLES DE OPERACION

Tipo de Barco	Tamaño del Barco (T.P.M.)	Altura y Periodos de Ola Máxima			
		Cond. de operatividad		Condición de permanencia	
		Altura (m)	Periodo (seg)	Altura (m)	Periodo (seg)
CONTENEDORES	< 20,000	0.3	< 6.0	0.75	< 7.0
CARGA GENERAL	< 20,000	0.5	< 7.0	0.75	< 7.0
ROLL ON ROLL OFF	< 20,000	0.5	< 7.0	0.75	< 7.0
GRANELERO (DESCARGANDO)	< 20,000	0.5	< 7.0	0.75	< 7.0
	20,000-60,000	0.75	< 8.0	1.0-1.5	< 8.0
	60,000-120,000	1.0	< 9.0	1.5-2.0	< 9.0
	> 120,000	1.25	< 9.0	2.0-2.5	< 10.0
GRANELERO (CARGANDO)	< 20,000	0.50-0.75	< 7.0	0.5-0.75	< 7.0
	20,000-60,000	1.0-1.5	< 8.0	1.0-1.5	< 8.0
	60,000-120,000	1.5-2.0	< 9.0	1.5-2.0	< 9.0
	> 120,000	2.0-2.5	< 10.0	2.0-2.5	< 10.0
GRANELES LIQUIDO (CARGANDO Y DESCARGANDO)	< 20,000	0.50-0.75	< 7.0	0.5-0.75	< 7.0
	20,000-60,000	1.0-1.5	< 8.0	1.0-1.5	< 8.0
	60,000-120,000	1.5-2.0	< 9.0	1.5-2.0	< 9.0
	> 120,000	2.0-2.5	< 10.0	2.0-2.5	< 10.0
PETROQUIMICO LNG	130,000 m3	1.7-2.5	< 8.5	1.7-2.5	< 8.5
		1.2-1.9	8.5-10.0	1.2-1.9	8.5-10.0
		0.6-1.2	10.0-12.0	0.7-1.2	10.0-12.0
		0.3-0.7	12.0-15.5	0.4-0.7	12.0-15.5
PESQUEROS		0-0.30	< 6.0	0.5	< 7.0

5. Pruebas de Agitación del Puerto

Con los datos de altura de ola correspondiente a la operatividad deseada para el puerto, se realizan las pruebas de penetración de oleaje para el arreglo general preliminar obtenido del dimensionamiento.

El análisis se realiza tomando las direcciones de ola reportadas en el régimen de oleaje y haciéndolas incidir sobre las escolleras de protección del puerto, a partir de estas obras se inicia el fenómeno de difracción del oleaje que penetra hacia el interior y se refleja en las paredes de dársenas y muelles.

Este análisis puede realizarse de una manera práctica, estudiando la difracción en forma separada.

Debido a que en la realidad se presentan simultáneamente los tres fenómenos, difracción, refracción y reflexión, el mejor método para determinar la agitación y por lo tanto los coeficientes de reducción del oleaje en cualquier zona del puerto es mediante la aplicación de los modelos hidráulicos construidos a escala.

Actualmente también se vienen utilizando cada día más los modelos matemáticos, debido a que pueden representar una reducción del tiempo de ejecución.

El resultado es un esquema del puerto con sus coeficientes de reducción de oleaje, afectados por las obras de protección por las fronteras y profundidades del puerto en general.

6.- Criterios Permisibles Satisfechos

Con los resultados de las pruebas de agitación del arreglo general, se procede a hacer un análisis comparativo con los criterios permisibles de operación establecidos y mencionados en el inciso cuatro; si los valores de alturas de ola obtenidos concuerdan o son menores que los permisibles, el puerto tendrá la operatividad deseada.

7.- Modificación de Escolleras y Arreglo General.

En el caso de no cumplir con los criterios generales de operación, es necesario hacer modificaciones a la longitud y orientación de las escolleras, modificar taludes de paramentos para hacerlos menos reflejantes y en ocasiones hasta modificar orientación y dimensiones de las áreas del puerto.

Esta serie de modificaciones se efectúan hasta cumplir con los criterios permisibles establecidos, ejecutando cada vez las pruebas de agitación correspondientes.

Si por alguna razón no se obtienen los valores permisibles, entonces habrá que calcular la operatividad que es posible garantizar, que de cualquier manera será menor que la inicialmente fijada.

8.- Arreglo General del Puerto

El arreglo general del puerto después de haber sido modificado para cumplir con los criterios permisibles de operatividad, será el definitivo y de base para las etapas subsecuentes de la planeación.

Obras de Protección

Definido el abrigo necesario se procede a definir la planta de las obras en base a batimetría, planos de oleaje, etc.

Entre todas las soluciones posibles de arreglo de obras de protección se tiene la siguiente clasificación.

1.- Obras Paralelas a la Costa

Esta solución suele usarse en puertos exteriores ganados al mar, no muy alejados de la costa, o bien cuando no se disponga de terreno tierra adentro (por la cercanía de una ciudad o por terreno rocoso).

Pueden estar aislados de la costa.

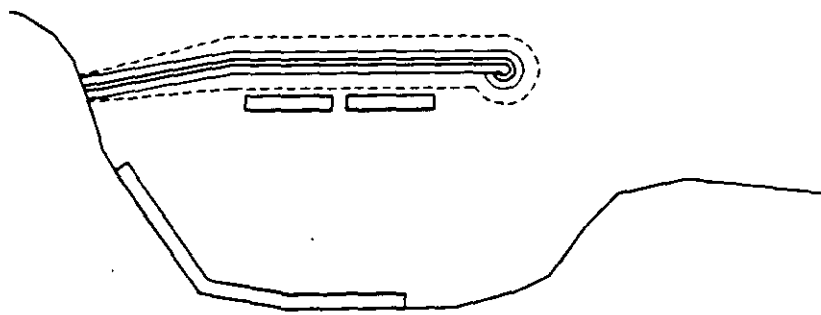


Figura 5.8 Obras de protección paralelas a la costa

2.- Obras Convergentes

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

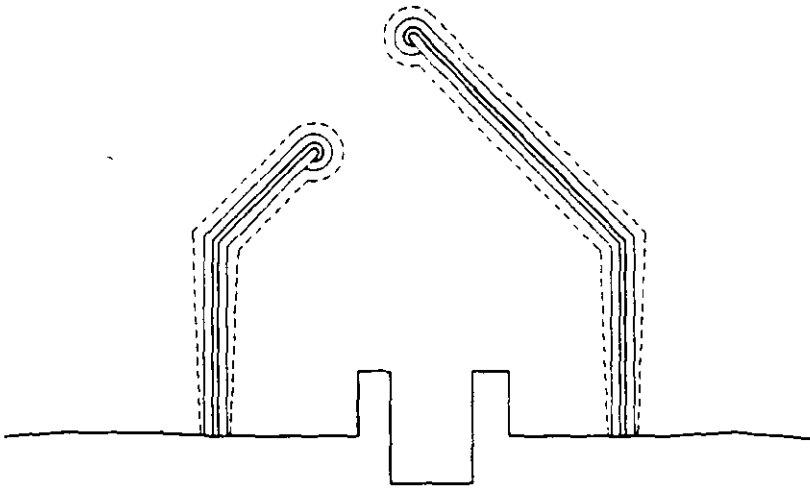


Figura 5.9 Obras de protección convergentes

Obras Perpendiculares a la Costa

Este tipo se proyecta normalmente en puertos fluviomarítimos o puertos creados en tierra (mediante dragado).

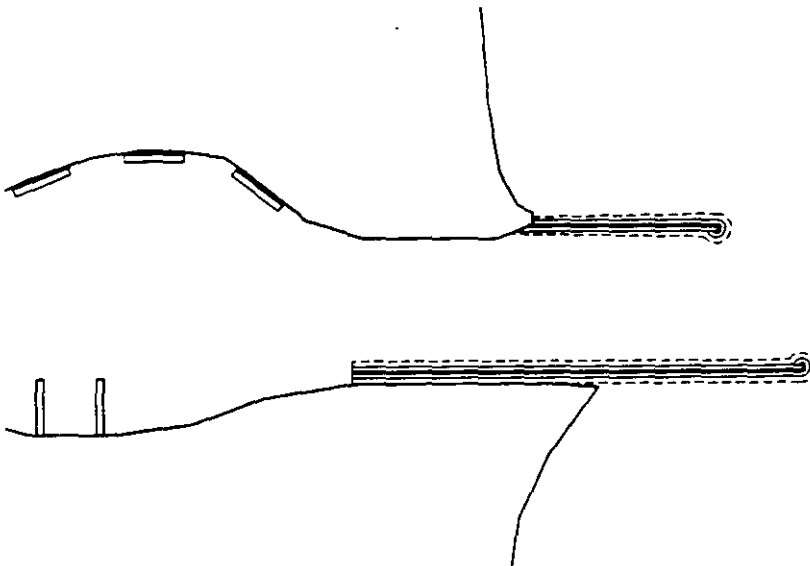


Figura 5.10 Obras de protección perpendiculares a la costa

Con base en la operatividad del puerto y al costo de las obras se puede llegar al planteamiento de el esquema de solución óptima:

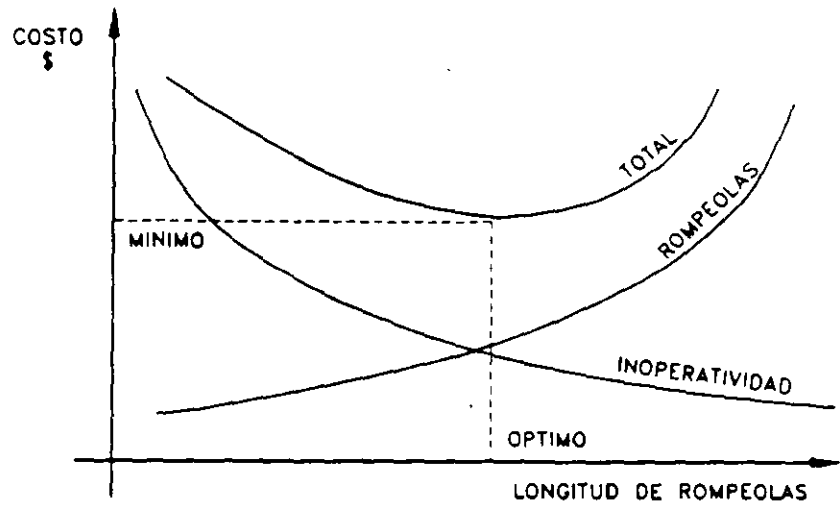


Figura 5.11 Diseño óptimo de rompeolas

5.2.4 Acceso al puerto

5.2.4.1 Bocana

Dos aspectos fundamentales requieren ser analizados, la orientación y el ancho que van ligados entre sí; para su orientación es necesario hacer estudios más detallados que involucran los fenómenos del oleaje, así como el transporte litoral: en términos generales y cuando la bocana está limitada por dos escolleras, la mejor orientación será la que evite de la mejor manera los siguientes aspectos.

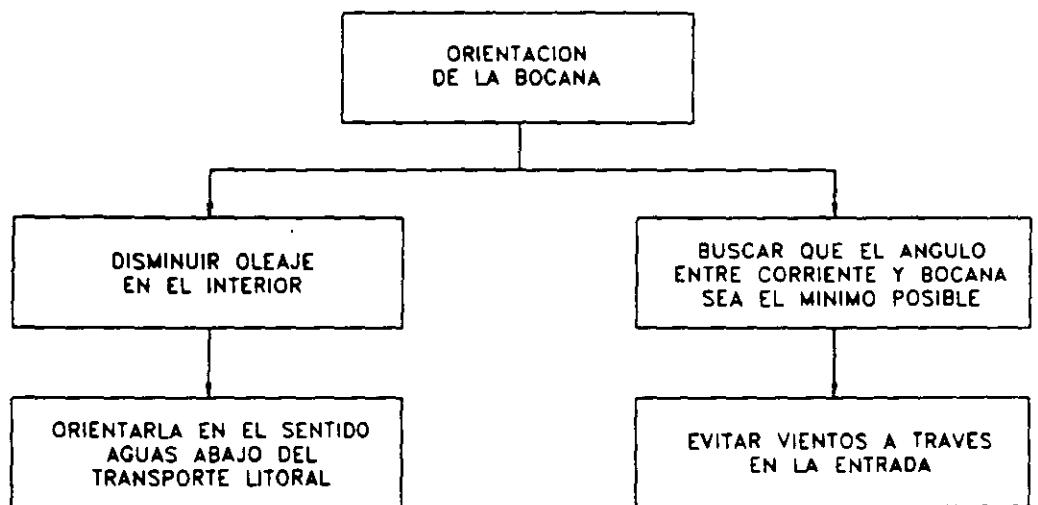


Figura 5.12 Aspectos que intervienen en la orientación de la bocana

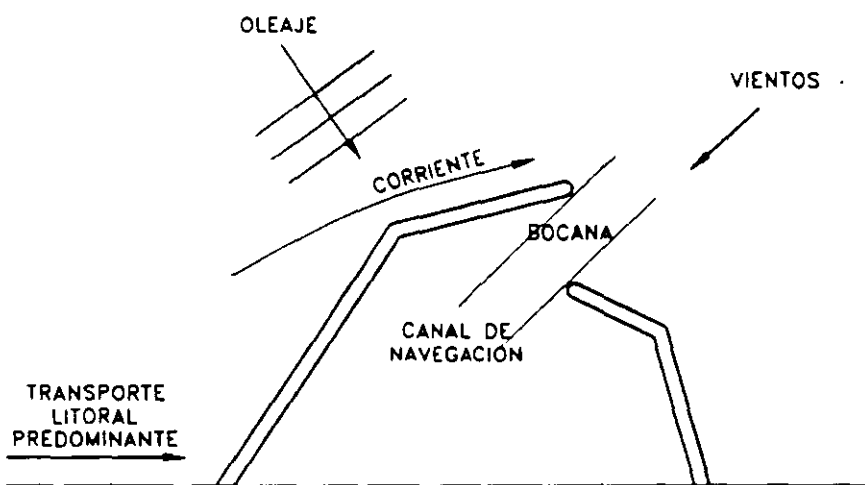


Figura 5.13 Orientación de la bocana

Ancho de la Bocana

Su dimensionamiento está ligado al ancho del canal de acceso y no puede ser menor que él, algunas recomendaciones generales son:

En general para puertos considerados como de usos múltiples.

Ancho mínimo = 6 mangas, sin presencia de corrientes

Ancho mínimo = 2 esloras, en presencia de corrientes

Tipo de puerto	Ancho de bocana (m)
Puertos pequeños	90
Puertos medianos	120-150
Puertos grandes	150-240

5.2.4.2 Canal de acceso

Los aspectos fundamentales que requieren de dimensionamiento son:

- Alineamiento en planta
- Longitud del canal
- Ancho de canal
 - En tramos rectos
 - En tramos curvos
- Profundidad

a) Alineamiento en Planta

Para el diseño óptimo de los canales se dan las siguientes recomendaciones:

- 1) Por ningún motivo se aceptan curvas en "S"
- 2) El tramo de transición entre mar abierto y zona protegida debe ser razonablemente recto.
- 3) En el interior del puerto, los cambios de dirección deben ser con los mayores radios de giro posibles, recomendandose las siguientes relaciones:

Deflexión (°)	Radio de giro mínimo (en Esloras)
< 25	> 3
25 - 35	> 5
> 35	> 10

- 4) Una sola curva es mejor a una sucesión de curvas iguales, si el canal esta adecuadamente señalado.
- 5) El canal debe estar orientado a las corrientes principales, sobre todo en el caso de corrientes por marea o en ríos, con el fin de minimizar desviaciones del barco.
- 6) En caso de puertos, la ruta del canal debe ser recta y balizada en un tramo de cinco esloras, hacia ambos lados del puente.

b) Longitud del Canal de Acceso (Lca)

En la longitud del canal de acceso esta compuesta por una longitud exterior (Le) que depende de la pendiente natural del fondo marino, y por una distancia de parada (Dp), necesaria para la maniobra de frenado del barco

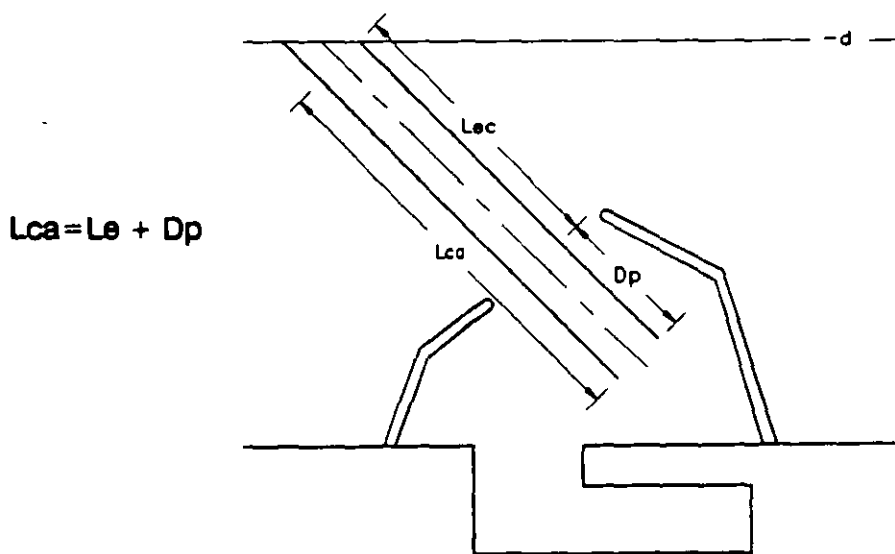


Figura 5.14 Longitud del canal de acceso

Distancia de parada (Dp)

$$D_p = 4E (V^{3/4} / 2.5) + E$$

Existen barcos específicos para la obtención de este parámetro (figura 5.17), donde los datos son la velocidad de aproximación y la forma de frenado, ya sea marcha lenta o media en reversa.

c) Ancho del Canal

Tramos rectos

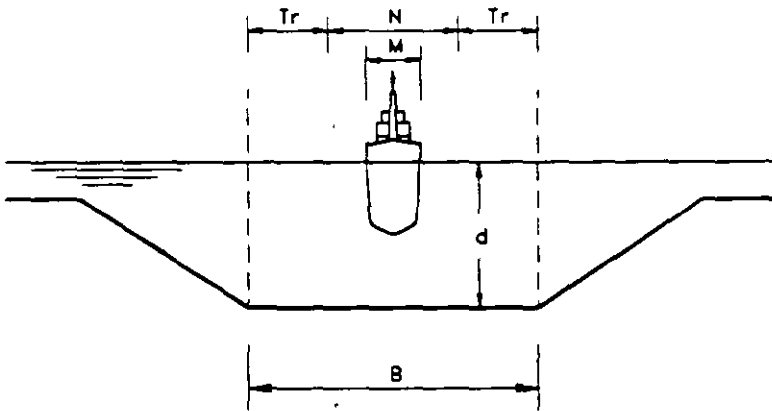


Figura 5.15 Esquema general para una vía de navegación

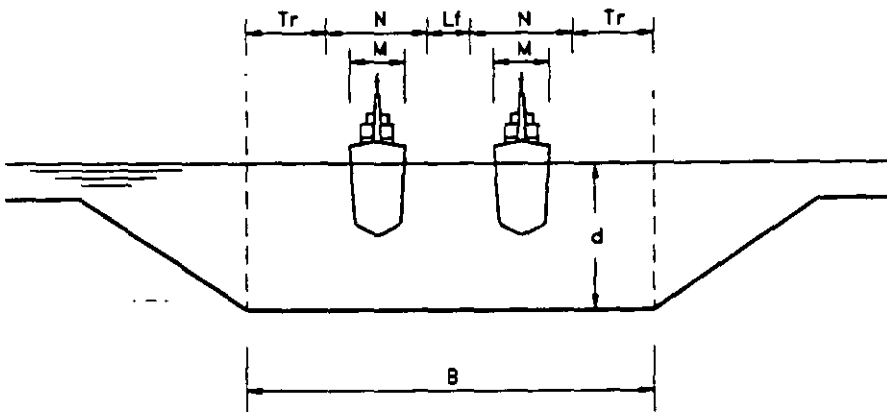


Figura 5.16 Esquema general para doble vía de navegación.

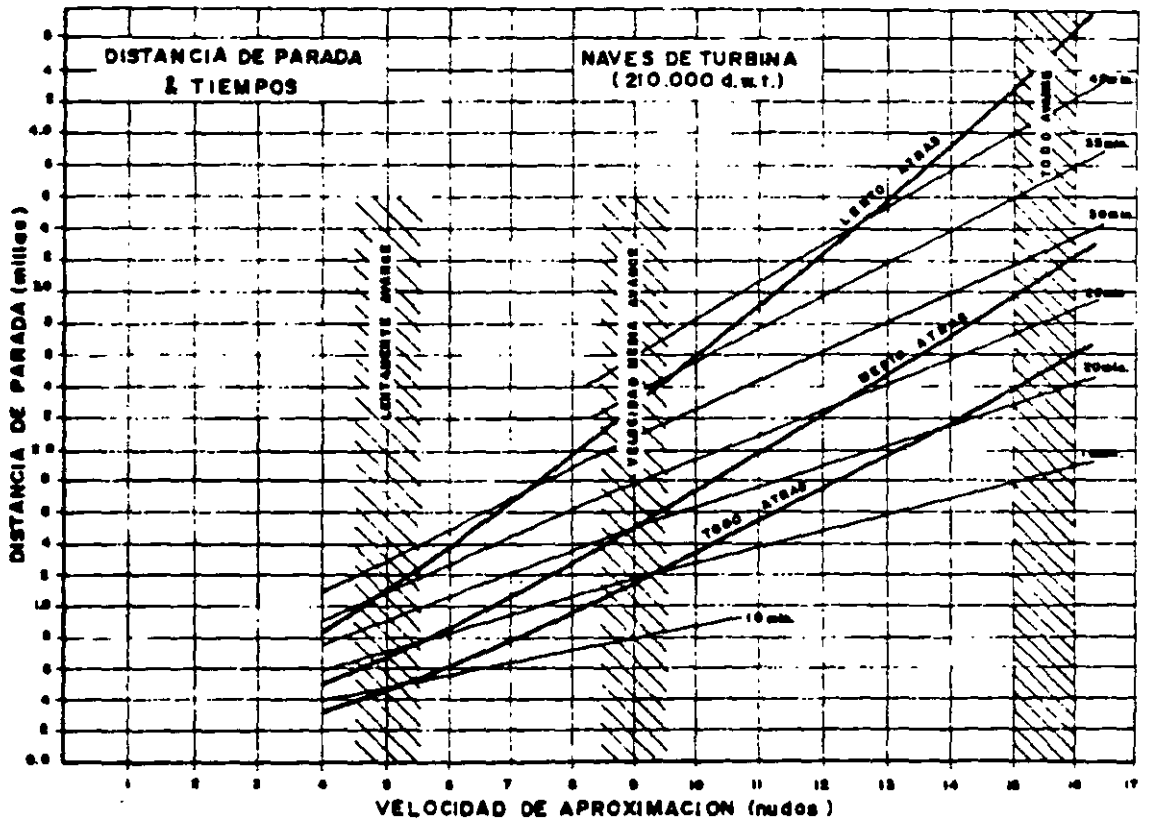
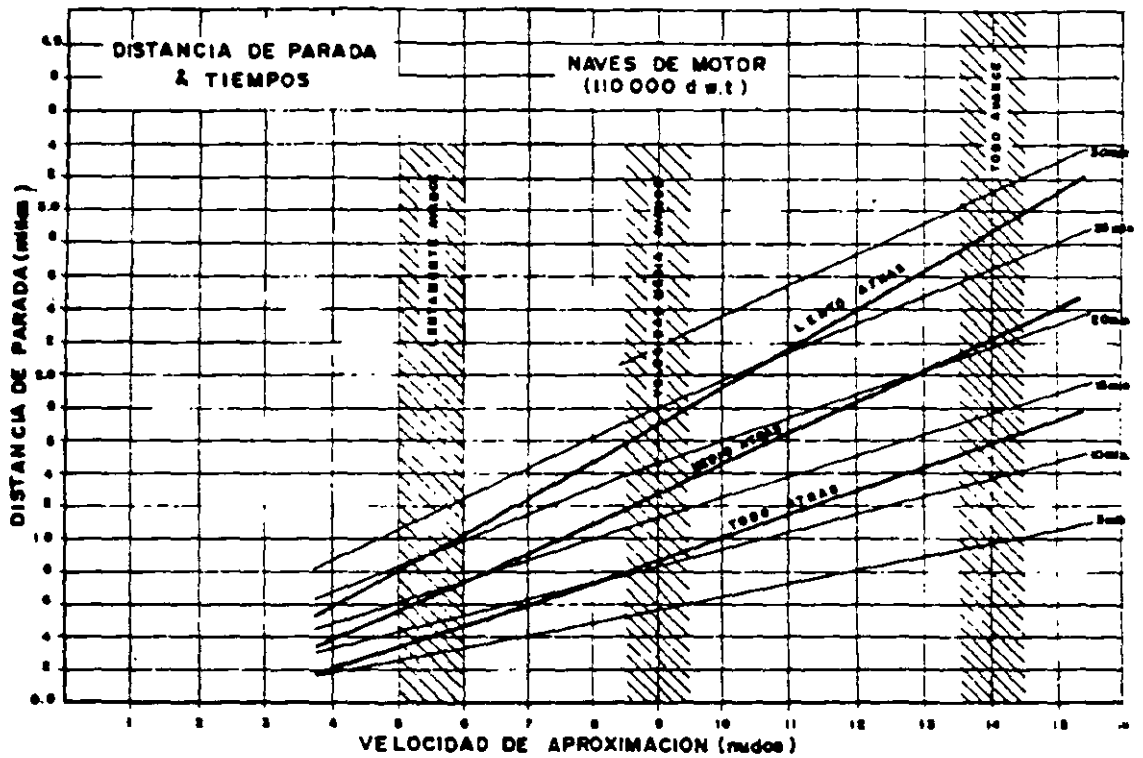


Figura 5.17 Distancias de parada del barco

La franja de resguardo del talud (Tr), depende de las particularidades del barco y del tipo de material de talud.

La franja de maniobrabilidad (N), depende las particularidades del barco y de la diligencia y destreza del piloto.

La franja libre entre franjas de maniobrabilidad (Lf), depende de la densidad de tráfico y de la eficiencia del señalamiento marítimo.

TABLA 5.3 ANCHOS DE CANAL RECOMENDADOS

Controlabilidad del Barco	Condicionantes de Corrientes, Oleaje y Vientos	Franjas del canal			Ancho del canal	
		Resguardo (Tr) (% de M)	Maniobrabilidad (M) (% de M)	Libre (Lf) (%)	Una vía (% de M)	Doble vía (% de M)
Muy Buena	Paralelos al Canal	50	160	80	280	520
Buena	Formando un ángulo Agudo	100	180	100	380	660
Mal	Transversales al Canal	150	200	100	500	800

Tramos curvos

El ancho en tramos curvos se toma como una ampliación del ancho seleccionado en tramos rectos, todos los criterios existentes son empíricos y se mencionan a continuación:

$$\Delta B = E^2/8R \quad \text{para } 5 < R1 << 10$$

PIANC

$$\Delta B = 2R - (4R^2 - E^2)^{1/2}$$

Carvalho, XIV congreso del PIANC

$$\Delta B = 85 - R/100$$

Canal de Kiel

$$\Delta B = 4[R - (R^2 - E^2)^{1/2}]$$

Canal de Gibent-Terneuzan

Ninguno de los criterios anteriores relaciona el sobreancho con el ángulo de deflexión; Exxon sugiere la siguiente relación:

$$\Delta B = 2M \dots \text{para las siguientes condiciones:}$$

$$\alpha < 25^\circ \text{ y } R/Lf = 3$$

$$25^\circ < \alpha < 35^\circ \text{ y } R/Lf = 5$$

$$\alpha > 35^\circ \text{ y } R/Lf = 8 \text{ a } 10$$

Trazo del sobreebanco

Existen dos métodos básicamente, de los cuales se pueden derivar combinaciones:

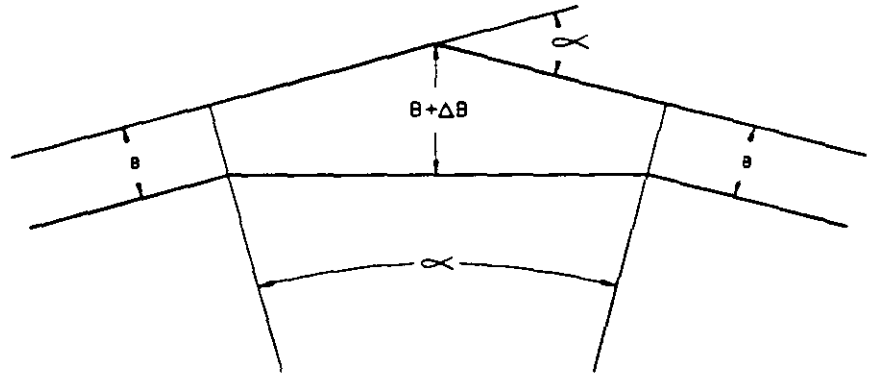


Figura 5.18 Sobreebanco del canal, Metodo de corte (cutoff)

Método de corte (cutoff), recomendado para canales que se encuentran bordeados por zonas muy amplias de agua.

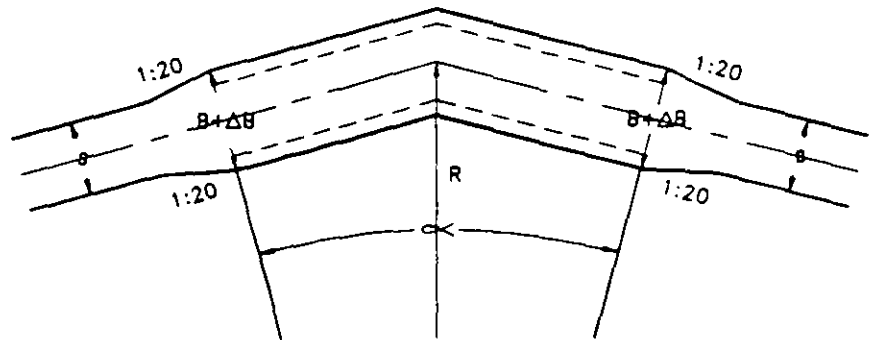


Figura 5.19 Sobreebanco del canal, Metodo de los taludes paralelos

Método de los taludes paralelos, recomendado para canales restringidos.

d) Profundidad

El primer requisito para una navegación segura en una vía de navegación es la profundidad, por lo tanto en el diseño del canal de acceso, dársenas y canales interiores, primero debe definirse la profundidad y después los otros requisitos.

Como plano de referencia para medir la profundidad, debe tomarse el nivel de Bajamar Medio Inferior en las costas donde predominan las mareas semidiurnas y el nivel de Bajamar Medio en el caso de predominio de mareas diurnas; en las costas de la República Mexicana, las semidiurnas se presentan en el pacífico y las diurnas en el Golfo de México y Mar Caribe.

En la figura 5.20, se presentan los factores que incluyen en el dimensionamiento de la profundidad.

Estos factores deberán tomarse en cuenta, para determinar la profundidad en cualquier área de agua del puerto, la diferencia va a ser el orden de magnitud de cada uno de ellos.

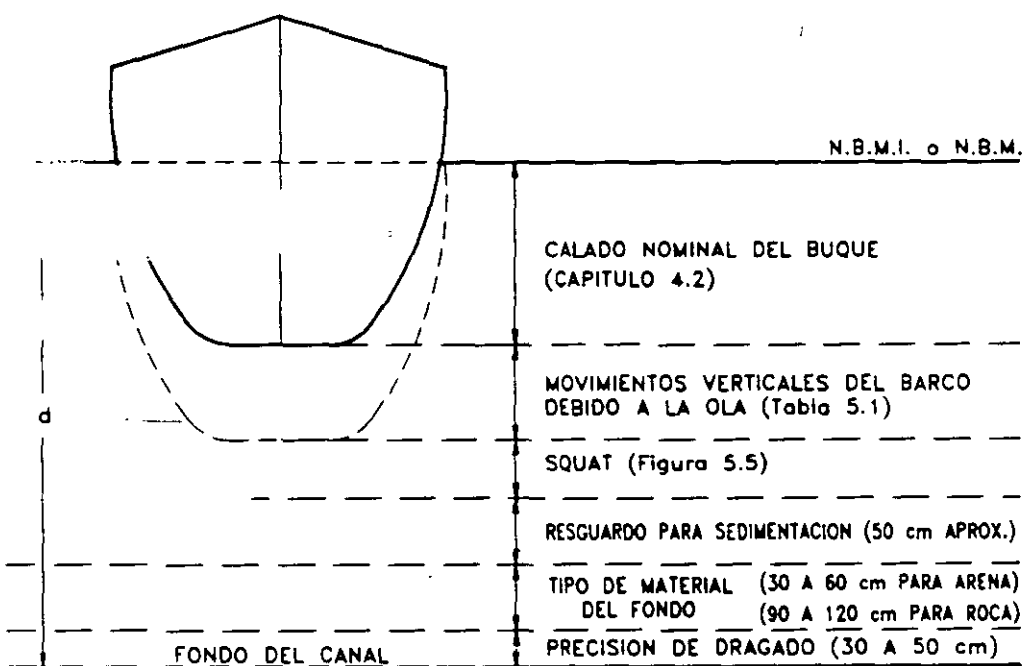


Figura 5.20 Factores que influyen en la determinación de la profundidad

5.2.4.3 Antepuerto y fondeadero

Para dimensionar el antepuerto desde el punto de vista de expansión del oleaje, no hay reglas empíricas y es necesario hacer un estudio de penetración del oleaje, por cualquiera de los tres métodos mencionados en el capítulo 5.2.3 de operatividad.

Desde el punto de vista de maniobrabilidad, se debe analizar la trayectoria que sigue la embarcación para definir el área necesaria, lo cual será tratado en dársenas de ciaboga.

Como fondeadero, la mayor parte de los barcos que tienen que esperar un lugar de atraque, se fondean fuera del puerto; dentro del puerto, en la mayoría de los puertos mexicanos esta área es pequeña y sólo hay espacio para un número muy reducido de embarcaciones.

El área de fondeo para una embarcación puede darse de acuerdo a los puntos de anclaje, que pueden ser:

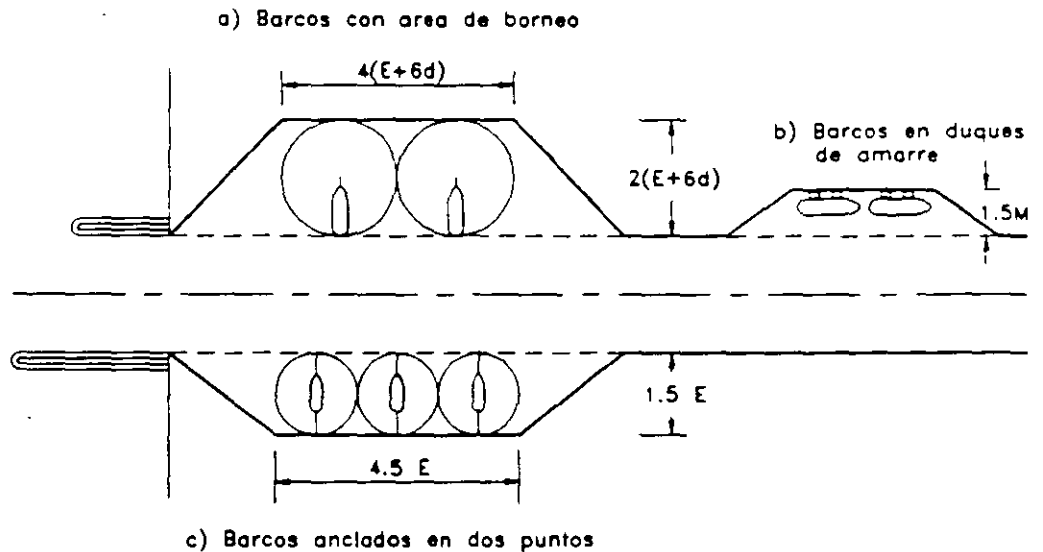


Figura 5.21 Fondeadero

5.2.5 Areas de maniobras

5.2.5.1 Dársena de ciaboga

La maniobra de ciaboga es la representación gráfica del círculo de evolución que sigue el barco en su maniobra de entrada al puerto, aún cuando se utiliza también para la salida, la velocidad inicial en el acceso es determinante para su dimensionamiento.

En la figura 5.22 se muestran las tres fases que comprenden esta maniobra, para su dimensionamiento se presenta la tabla 5.4 resumen de pruebas en modelo hidráulico (PER BRUUN 1973), para las longitudes de traslado, avance y diámetro del círculo de ciaboga. Para trazarlo, se dibujó a la escala del plano la figura 5.22 y se superpone haciendo coincidir el punto de velocidad inicial con el final del canal de acceso. Otras recomendaciones de tipo general para dimensionamiento preliminar se muestran en la tabla 5.5

Carga líquida: normalmente es un tanque montado sobre un bastidor o plataforma de equipos, como los anteriores.

Furgones graneleros: se instalan registros en algunas de las caras del contenedor para el empleo de tolvas de carga y/o inclinación del contenedor al descargar (ver figura 5.180).

Los contenedores se construyen de acero, aluminio, madera contrachapada, fibra de vidrio, o una combinación de ellos, dependiendo de la utilización que se les diere.

Los contenedores se nombran normalmente por las equivalencias de TEU'S (Twenty equivalent units: unidades equivalentes de 20 pies), por lo que se anexa la siguiente lista de conversiones:

TEU'S	LARGO (mm)	SERIE
20'	6,096	1C
30'	9,144	1B
40'	12,192	1A,1AA

**TABLA 5.23 DIMENSIONES ESTERIORES DE CONTENEDORES Y PESOS BRUTOS
MAXIMOS**

Designación del Contenedor	Altura (mm)	Tolerancia (mm)	Anchura (mm)	Tolerancia (mm)	Longitud (mm)	Tolerancia (mm)	Peso Bruto Máx. (ton. larg)
IA	2438	+0.0	2438	+0.0	12192	+0.0	30.0
		-5.0		-5.0		-10.0	
IAA	2591	+0.0	2438	+0.0	12192	+0.0	30.0
		-5.0		-5.0		-10.0	
IB	2438	+0.0	2438	+0.0	9125	+0.0	25.0
		-5.0		-5.0		-10.0	
IC	2438	+0.0	2438	+0.0	6058	+0.0	20.0
		-5.0		-5.0		-6.0	
ID	2438	+0.0	2438	+0.0	2991	+0.0	10.0
		-5.0		-5.0		-5.0	
IE	2438	+0.0	2438	+0.0	1968	+0.0	7.0
		-5.0		-5.0		-5.0	
IF	2438	+0.0	2438	+0.0	1460	+0.0	5.0
		-5.0		-5.0		-3.0	
2A	2100	+0.0	2300	+0.0	2920	+0.0	7.0
		-5.0		-5.0		-5.0	
2B	2100	+0.0	2100	+0.0	2400	+0.0	7.0
		-5.0		-5.0		-5.0	
2C	2100	+0.0	2300	+0.0	1450	+0.0	7.0
		-5.0		-5.0		-5.0	

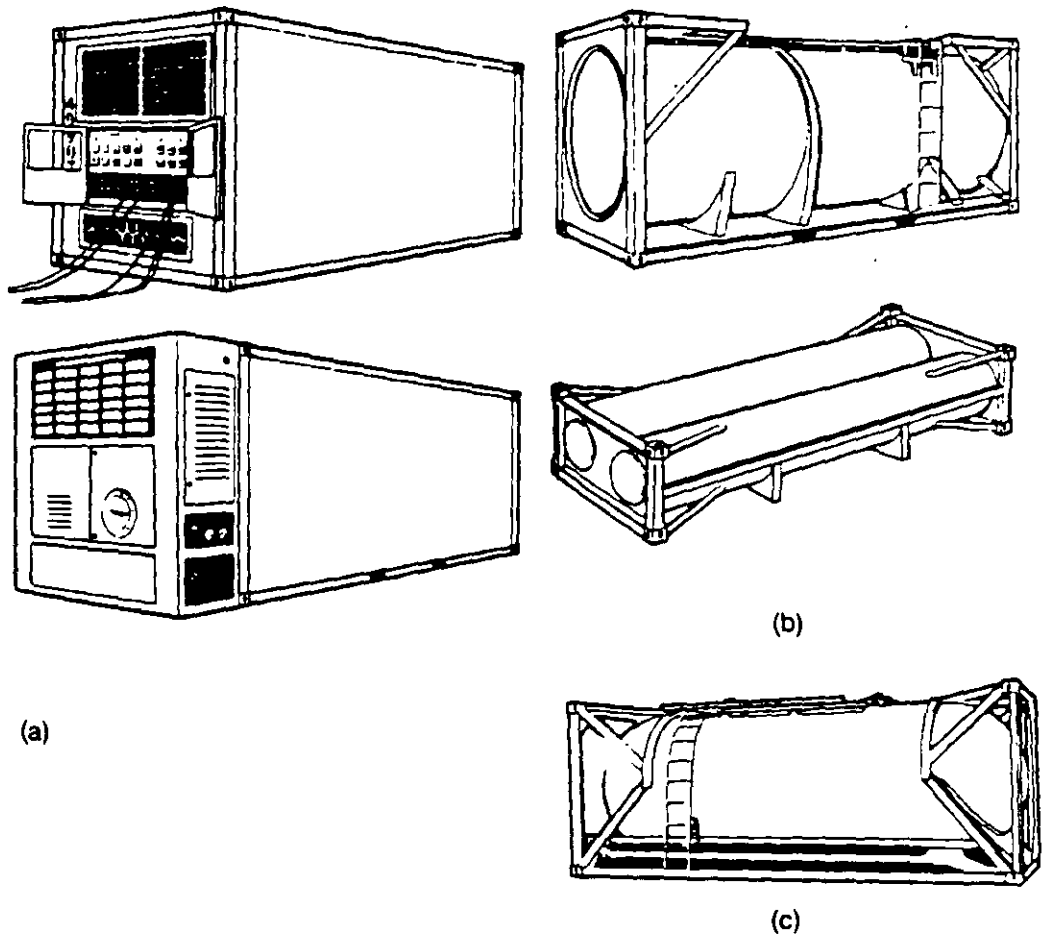


Figura 5.180 Contenedores especiales

- (a) Contenedores refrigerados
- (b) Contenedores para carga líquida a granel
- (c) Contenedor tanque para carga seca a granel

Planificación de Terminales de Contenedores

Determinar las dimensiones de una terminal de contenedores y seleccionar la relación más conveniente entre servicios y equipos puede ser objeto de un verdadero juego de simulación. Este proceso buscará establecer una oferta para satisfacer una demanda.

El proceso se ubicará dentro de los límites que marcan los esquemas operativos de dicha terminal teniendo en cuenta:

- 1) Los servicios esenciales que prestara la terminal. Entre otros el equipo de transbordo (grúa de muelle), áreas de apilado de contenedores, estacionamiento, almacenes de consolidación, etc.

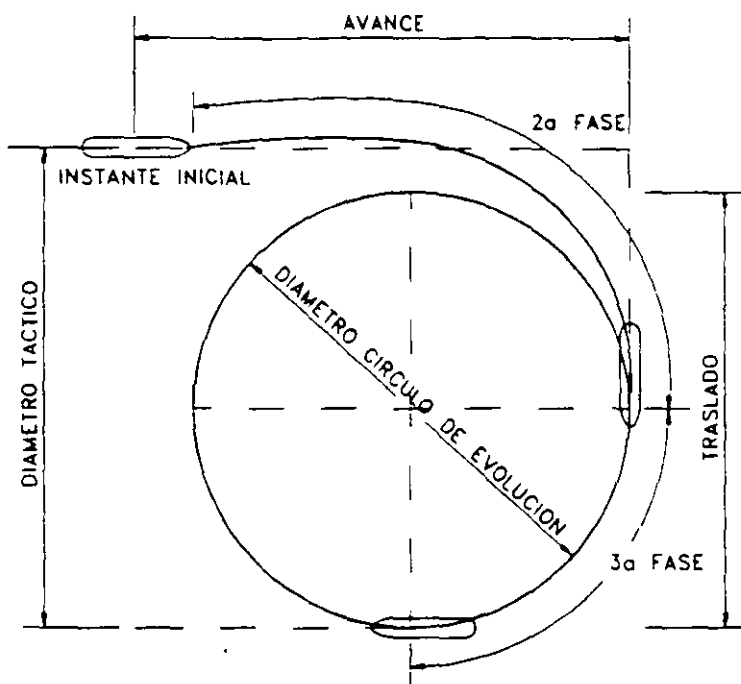


Figura 5.22 Trayectoria de maniobra del barco

TABLA 5.4 TIPOS DE DARSENA DE MANIOBRAS

Clasificación de la dársena	Tamaño	Observaciones
Óptimo	4E	Maniobra fácil
Intermedio	2E	Cierta dificultad y toma más tiempo
Pequeño	<2E	Maniobra difícil y necesita ayuda de remolcadores
Mínimo	1.2 E	Necesita pivotar en el centro sobre un duque o ancla

CAPITULO 5 PUERTOS GENERALES

TABLA 5.5 DIMENSIONES DE DARSENA DE CIABOGA Y PARADAS DE EMERGENCIA PARA DIFERENTES VELOCIDADES

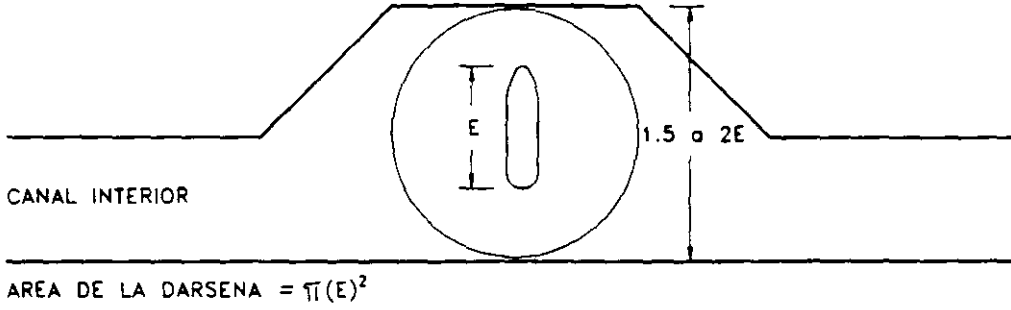
Vel. Inicial		Velocidad de 14 a 18 Nudos			
Tamaño de Barcos (T.P.M.)	Parada de emergencia Marcha atras (m)	Avance (m)	Diametro (m)	Traslado (pies)	Tiempo (min)
48,000		976	1,098	610	10.50
65,000		915	915	427	10.00
79,000		976	1,342	732	9.75
120,000	3,965 (13 minutos)	1,007	1,129	580	12.75
150,000	5,338 (16 minutos)	1,037	1,190	641	13.50
206,000	5,643 (21 minutos)	1,129	1,311	732	15.50

Vel. Inicial		Velocidad de 12 Nudos			
Tamaño de Barcos (T.P.M.)	Parada de emergencia Marcha atras (m)	Avance (m)	Diametro (m)	Traslado (pies)	Tiempo (min)
48,000		946	1068	549	14
65,000	2,623 (10 minutos)	854	915	427	13
79,000					
120,000					
150,000					
206,000	2,196 (10 minutos)				

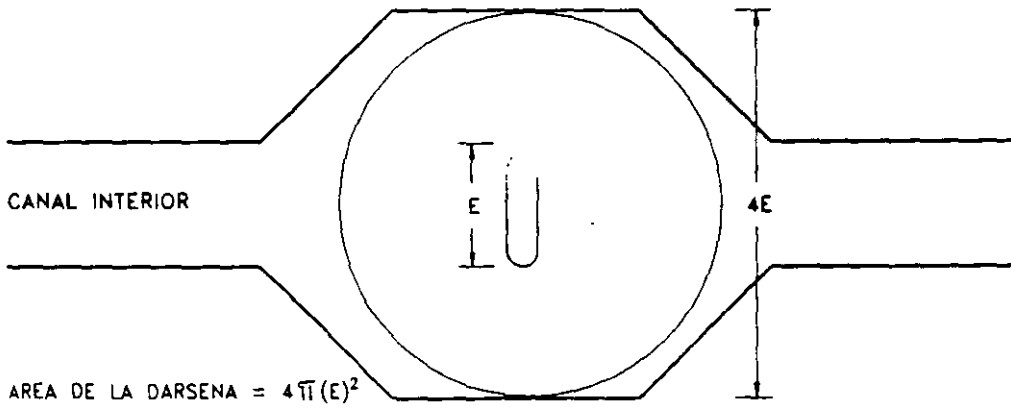
Vel. Inicial		Velocidad de 4 a 8 Nudos			
Tamaño de Barcos (T.P.M.)	Parada de emergencia Marcha atras (m)	Avance (m)	Diametro (m)	Traslado (pies)	Tiempo (min)
48,000		976	976	519	23
			824	427	21
65,000		915			
79,000	991 (7.6 minutos)				
120,000					
150,000	3,950 (4.3 minutos)	1098	885	488	24
206,000	1,312 (9 minutos)				

5.2.5.2 Dársena de maniobras

a) Con remolcadores



b) Sin remolcadores



c) Pivoteando en el atraque

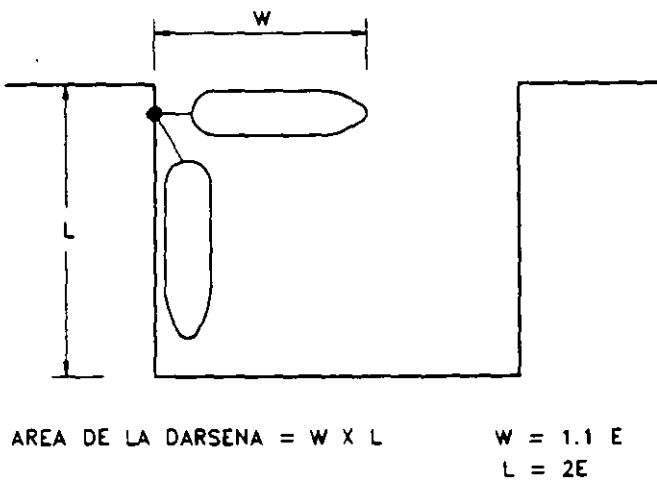


Figura 5.23 Dársenas de maniobras en diferentes condiciones

5.2.5.3 Canales Secundarios

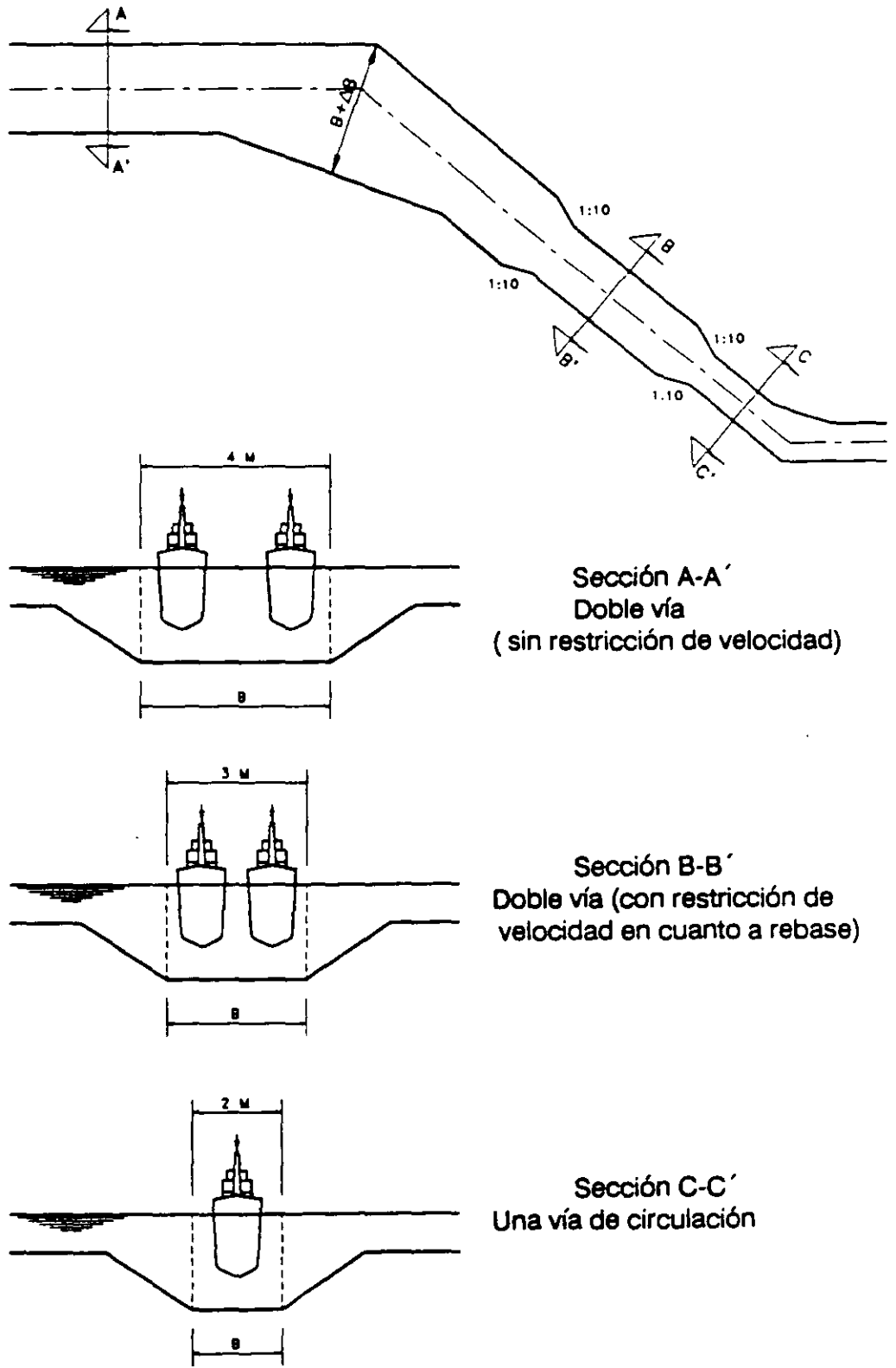


Figura 5.24 Canales secundarios

5.2.6 Dársena de Servicios

a) Atraques de un sólo lado

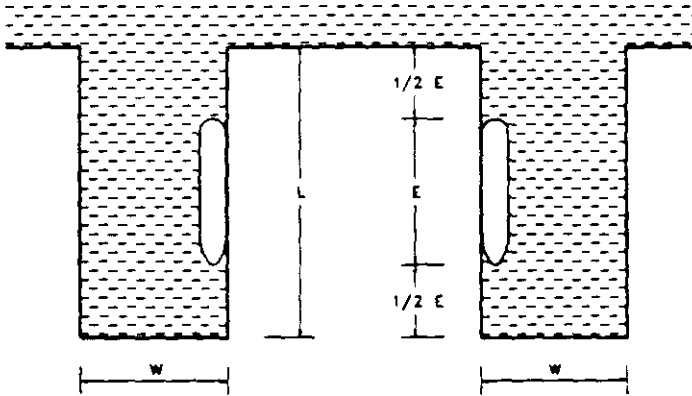


Figura 5.25 Dársena de servicio atraque de un solo lado

$$\text{Area de la dársena} = W \times L$$

Siendo:

$W = 3.5 \text{ M}$ (U.S. Navy)
 $W = 2.5 \text{ a } 3.5 \text{ M}$ (Shell) Sin oleaje y corrientes
 $W = 4.0 \text{ a } 5.0 \text{ M}$ (Exxon) Con cierta incidencia de oleaje o corrientes.

$L = 1.25 \text{ E}$ (U.S. Navy)
 $L = 2.00 \text{ E}$ (Exxon)

b) Atraques de ambos lados

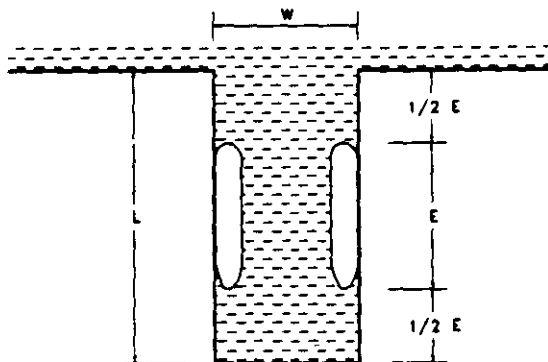


Figura 5.26 Dársena de servicio atraque de ambos lados

$$\text{Area de la dársena} = W \times L$$

Siendo:

$$W = 4.0 \text{ a } 5.0 \text{ m. m\u00ednimo (Exxon)}$$

$$W = 2.5 \text{ a } 3.5 \text{ m. (U.S Navy)}$$

$$L = 2.0 E \text{ (Exxon)}$$

$$L = 2.4 E \text{ (U.S Navy)}$$

c) Atraques de ambos lados y en l\u00ednea

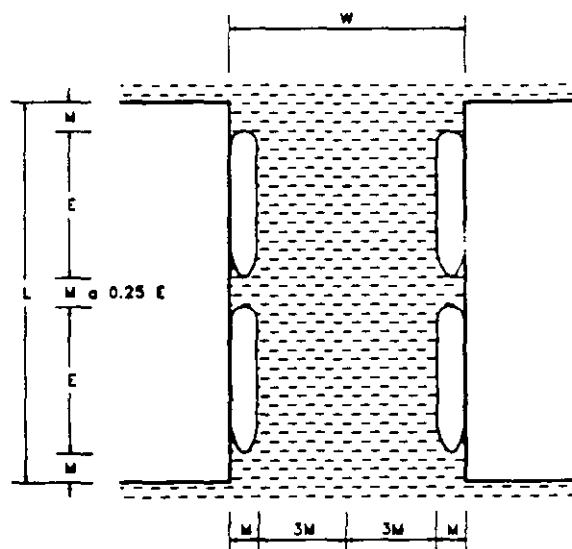


Figura 5.27 D\u00e1rsena de servicio atraque de ambos lados y en l\u00ednea

$$\text{Area de la d\u00e1rsena} = W \times L$$

Siendo:

$$W = 8 M$$

$$L = 2 E + 3 M \text{ o } 2.25 E + 2 M$$

5.3 Areas terrestres

5.3.1 El puesto de atraque generalidades y sus partes

Las dimensiones de las diversas Areas Terrestres de los Puertos Generales y Especiales se han objetivado bajo el concepto del PUESTO DE ATRAQUE que abarca los diversos elementos que hacen posible una correcta operación.

La unidad - Puesto de Atraque - se genera de acuerdo al tipo de carga y su transferencia del transporte marítimo, al transporte terrestre y en inversa, y a su vez, esta unidad genera sus áreas de maniobra, almacenamiento y servicios con su equipo y maquinaria. Lo anterior es debido a la diferencia entre la capacidad de carga de una embarcación y la capacidad y velocidad del transporte terrestre a fin de lograr una transferencia fluida y con ello evitar los elevados costos de estadía de las naves en el puerto (v.gr. un barco de carga general con capacidad de 10,000 T.R.B. requiere para transferir su carga a la zona de influencia del puerto, de 200 carros de F.C. de 50 tons. de capacidad o de 400 trailers aproximadamente de 20 a 30 tons., lo que da como resultado la necesidad de contar con áreas de almacenamiento, maniobras diversas y servicios, con sus respectivos equipos especializados para hacer fluida y consecuentemente económica la operación portuaria).

El puesto de atraque comprende:

- El área de carga-descarga de la embarcación al muelle (T.1)
- El área de transferencia de la carga de la zona de muelle o del transporte terrestre al almacenamiento (T.2)
- Almacenamiento cubierto o descubierto (T.3)
- Accesos, vialidades con sus estacionamientos y controles (T.4)
- Instalaciones de conservación y mantenimiento de equipos (T.5)
- Servicios generales y especiales (T.6)

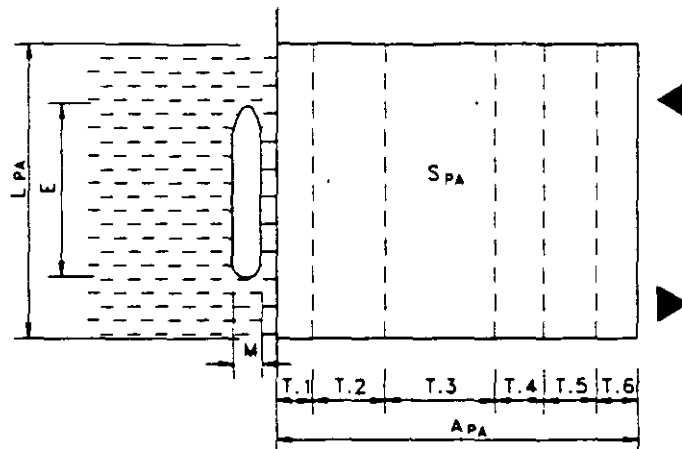


Figura 5.28 Partes del puesto de atraque

5.3.2 Tipos de puestos de atraque

Los tipos genéricos de Puestos de Atraque (P.A) de acuerdo a la carga, embarcación y características del muelle son los siguientes:

- Carga fraccionada y/o unitizada
- Contenedores.- 4 tipos de acuerdo a la embarcación:
 - Primera generación 750 TEU
 - Segunda generación 1500 TEU
 - Tercera generación 3000 TEU
 - Cuarta generación y quinta generación 4,000-5,000 TEU
- Polivalentes
- Por rodadura (Ro.Ro)
- De graneles
 - Exportación o salida del producto (para carga del buque)
 - Importación o entrada del producto (para descarga del buque)
- De fluidos, en aguas protegidas o en mar abierto.
- Industriales

A continuación se indican las figuras esquemáticas de cada P.A.

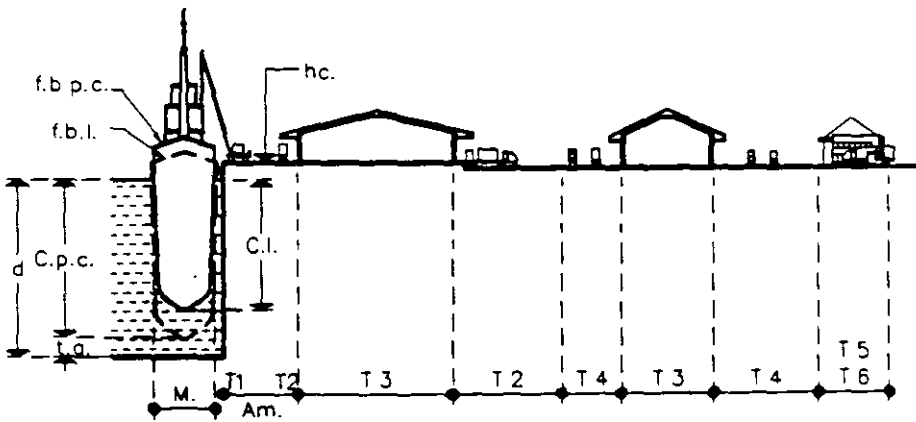
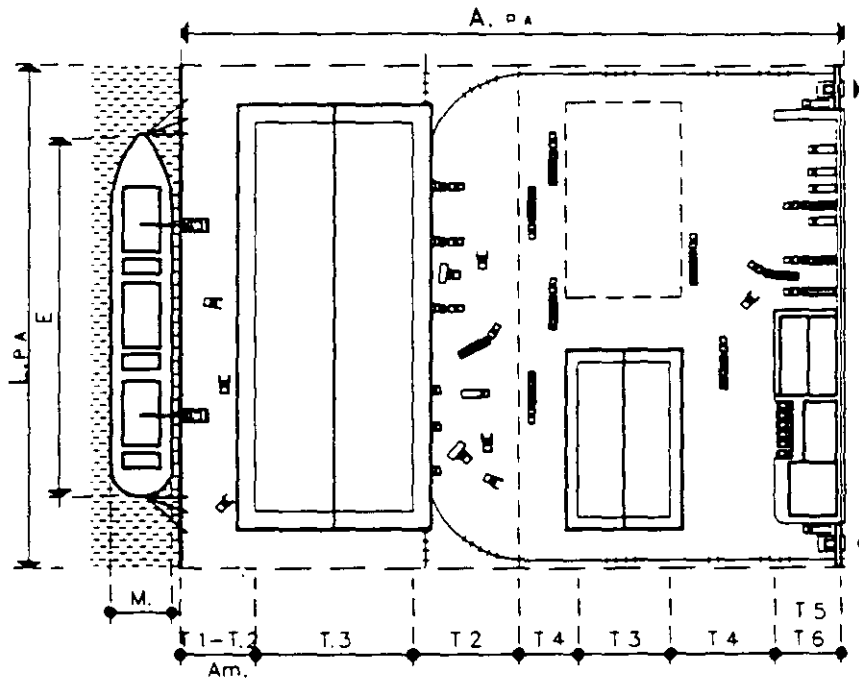


Figura 5.29 Puesto de atraque de carga fraccionada y/o unitizada

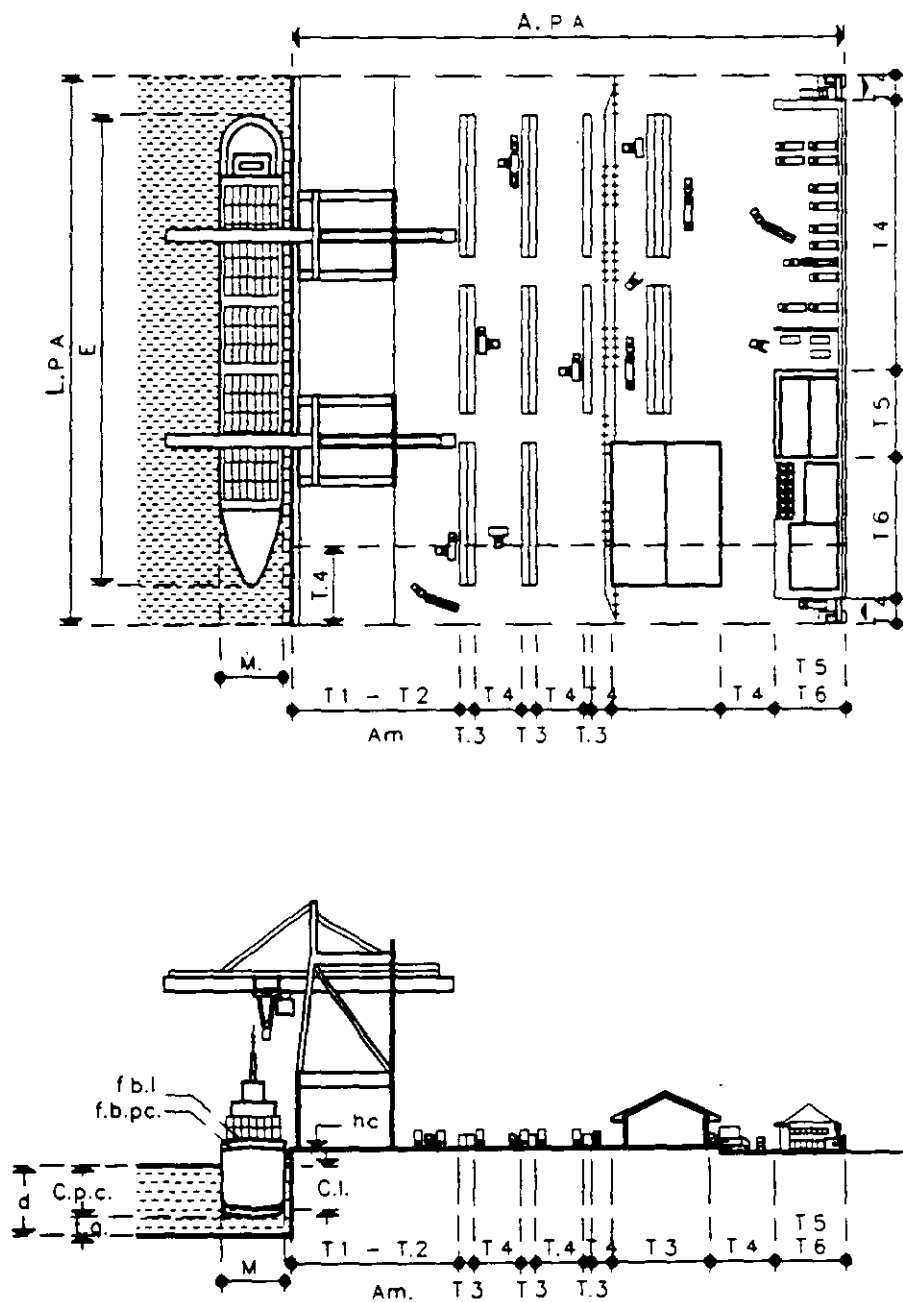


Figura 5.30 Puesto de atraque de contenedores (barco 1ra. generación 750 TEU)

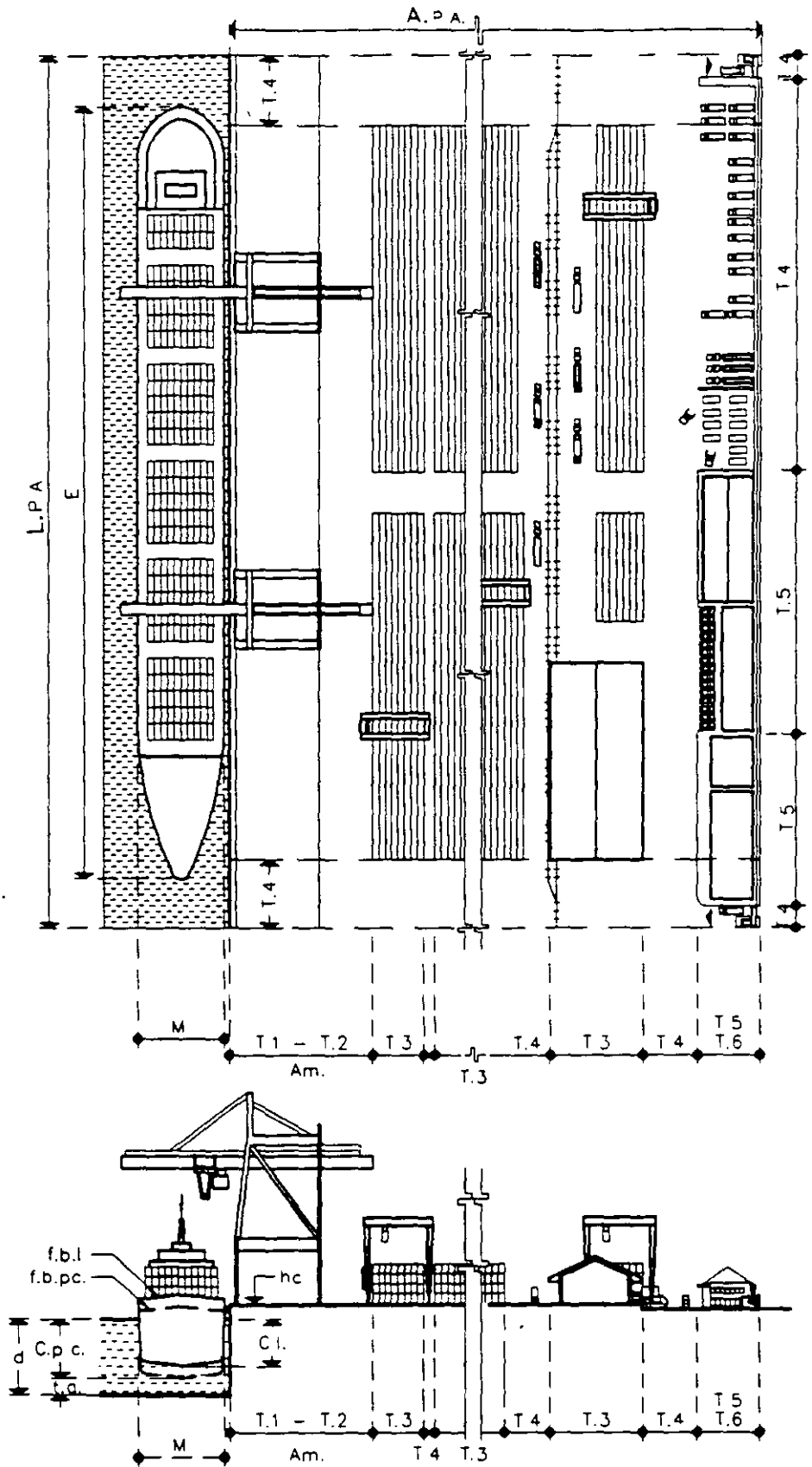


Figura 5.32 Puesto de atraque de contenedores (barco 3ra. generación 3000 TEU)

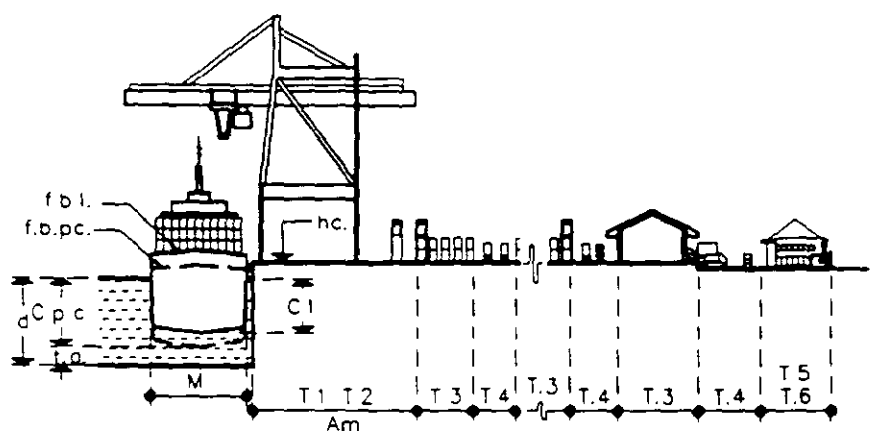
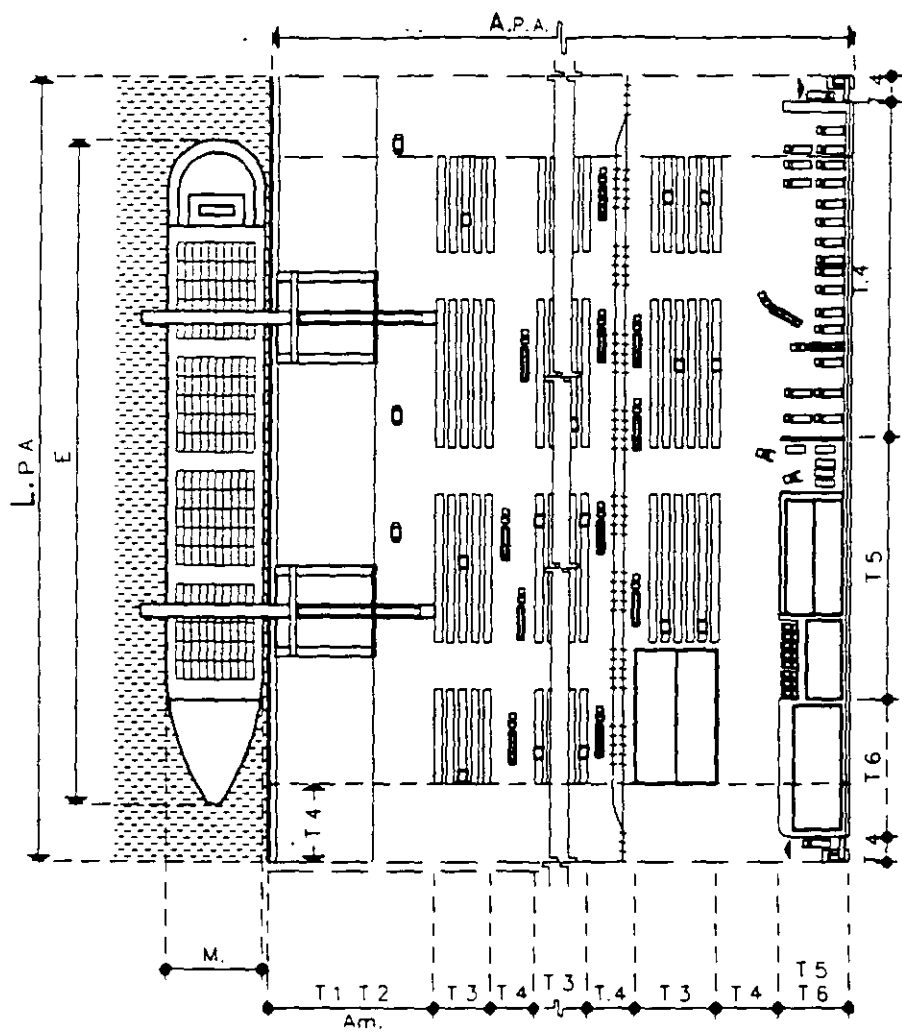


Figura 5.31 Puesto de atraque de contenedores (barco 2da. generación 1500 TEU)

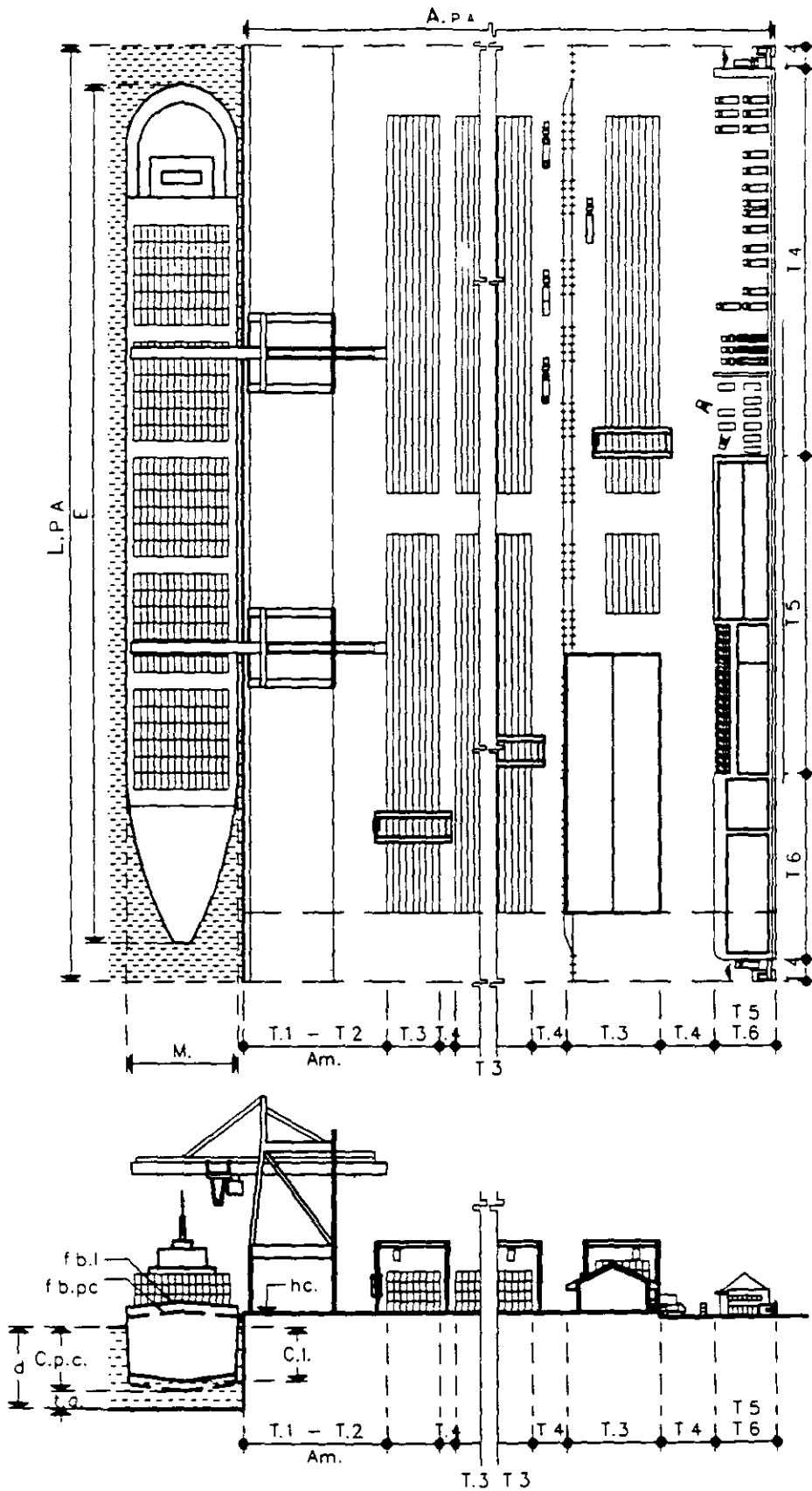


Figura 5.33 Puesto de atraque de contenedores (barco 4ta. y 5ta. generación)

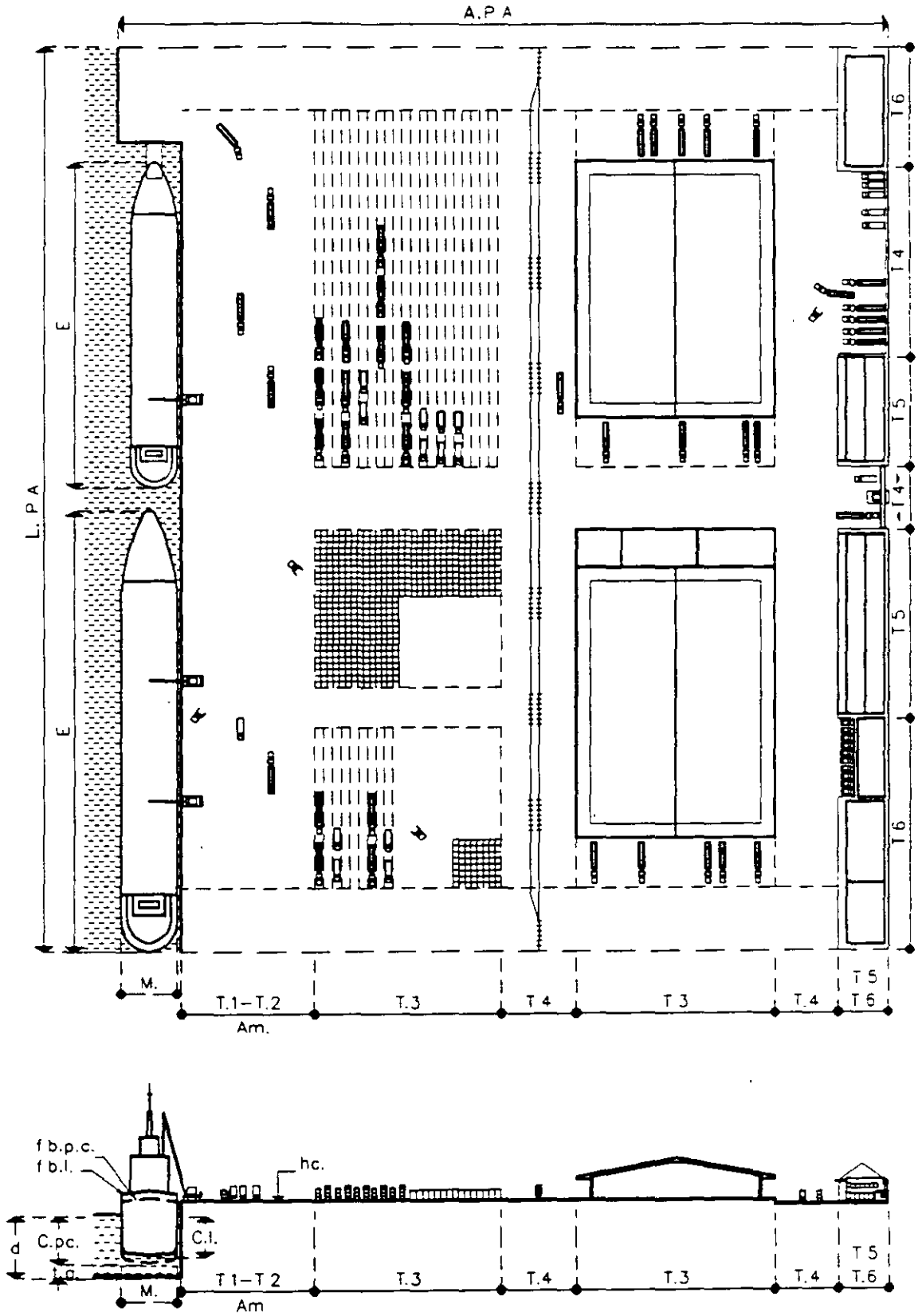


Figura 5.34 Puesto de atraque polivalente

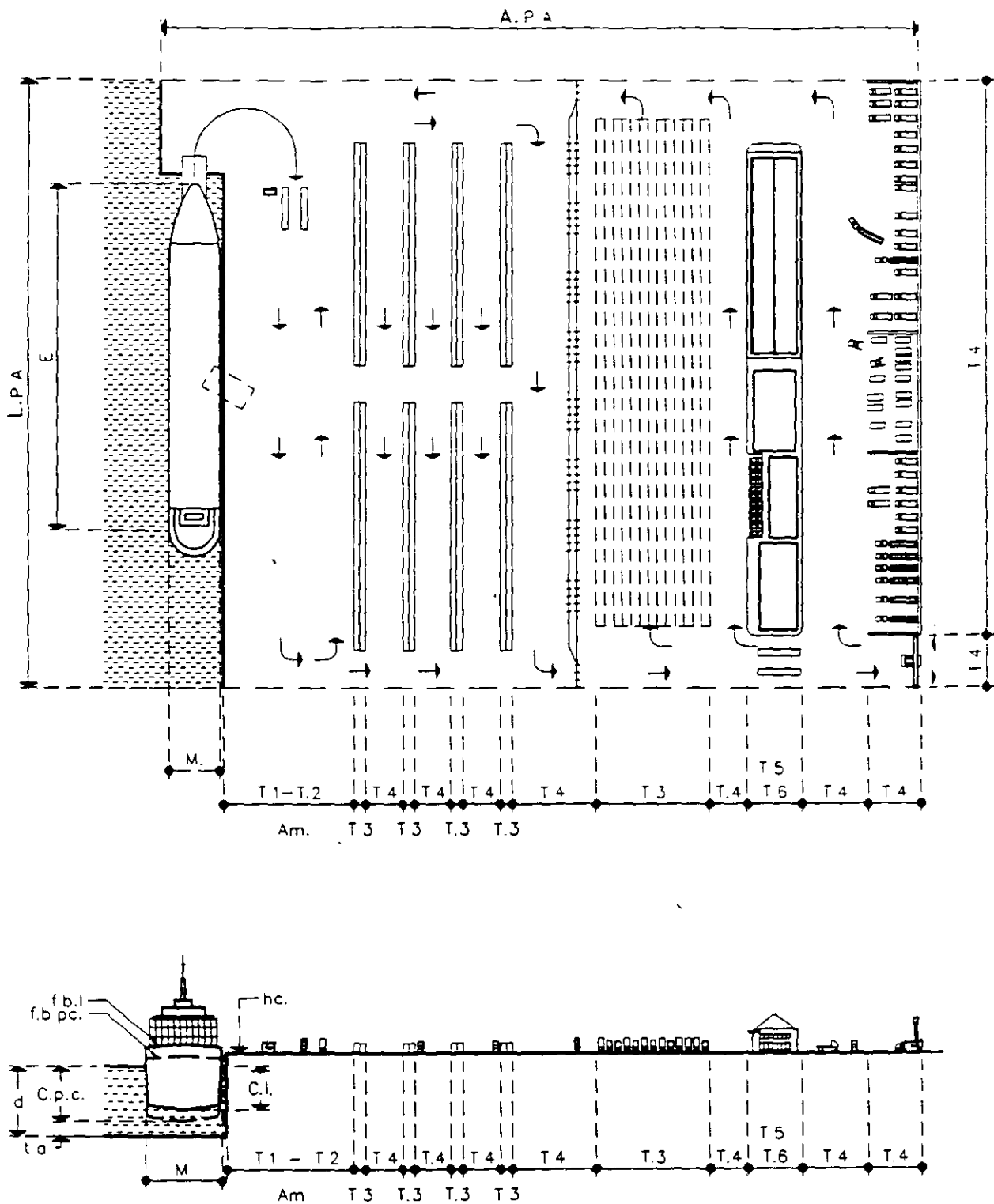


Figura 5.35 Puesto de atraque por rodadura

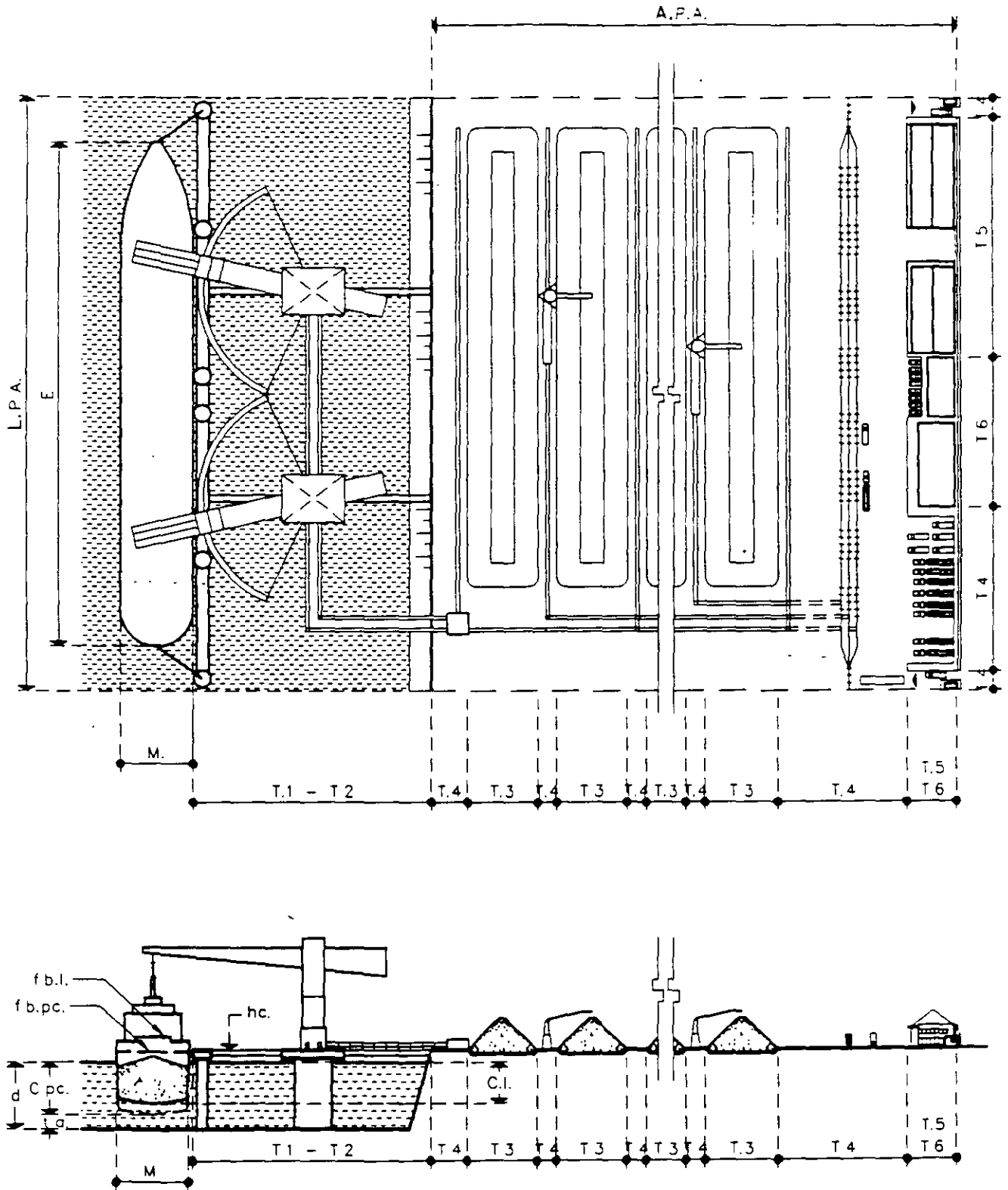


Figura 5.36 Puesto de atraque de graneles exportación o salida del producto

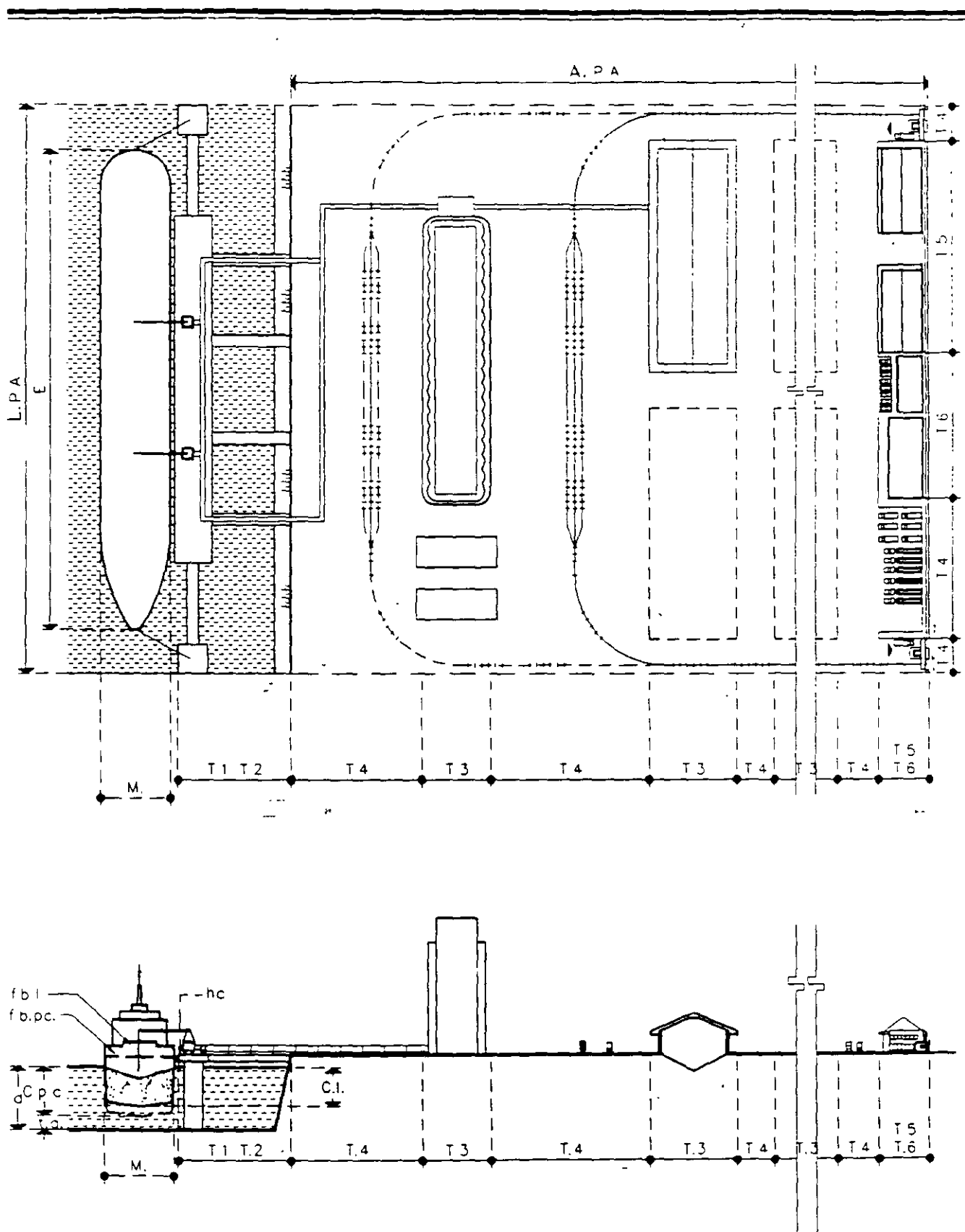


Figura 5.37 Puesto de atraque de graneles importación o entrada del producto

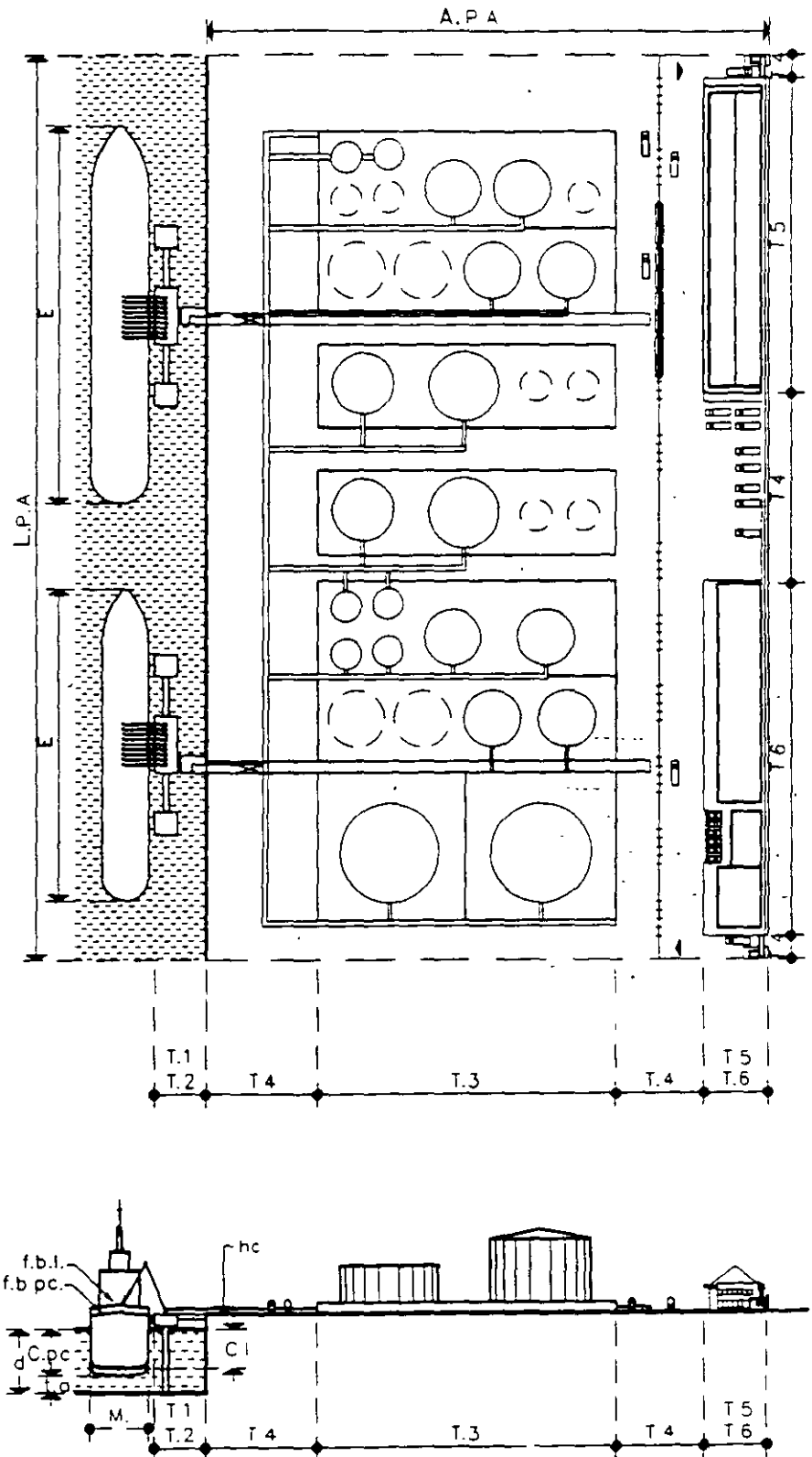


Figura 5.38 Puesto de atraque de fluidos. Aguas protegidas o mar abierto

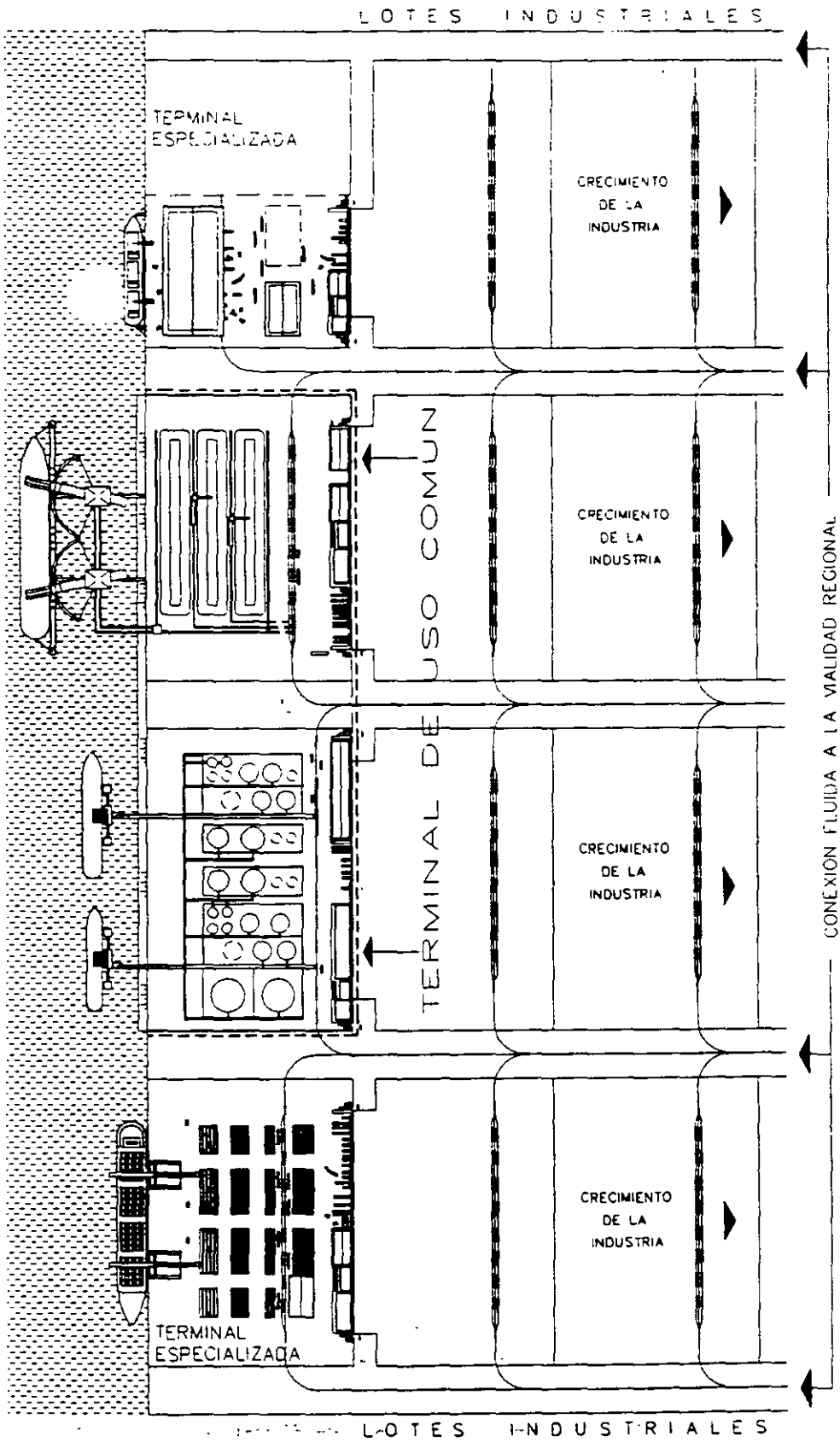


Figura 5.39 Puesto de atraque industrial

5.3.2.1 Criterios y recomendaciones para optimizar el número de posiciones de atraque.

El número óptimo de atraques, se define como el número de atraques que reduzcan al mínimo el costo anual por esperas de los barcos más el costo anual (equivalente) de atraques desocupados. Esta definición es una medida de la habilidad de un puerto para mover mercancía en carga y/o descarga, de los barcos que llegan a él.

En general dos son los procedimientos utilizados para la determinación del número óptimo de muelles, uno analítico denominado Método Básico y el otro más sofisticado por medio de computadora llamado Método de Simulación.

METODO BASICO

Este método consiste en dividir las operaciones portuarias en distintas fases, de tal manera que se pueda determinar el cuello de botella del sistema, teniendo como unidades de comparación la capacidad intrínseca y la capacidad real.

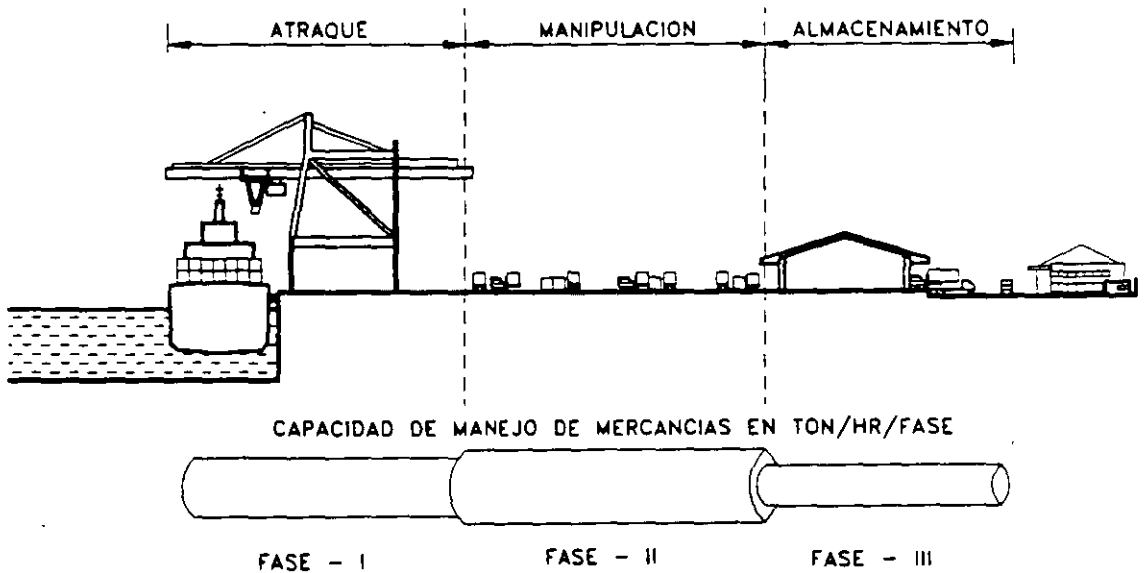


Figura 5.40 Fases de la operación portuaria

La capacidad intrínseca o teórica, es la que se obtiene suponiendo que el puerto trabaja ininterrumpidamente a ritmo medio normal, basándose en los rendimientos teóricos del equipo.

La capacidad real, se obtiene a través de las estadísticas portuarias y por observaciones de campo.

Una vez determinadas las capacidades de cada fase y la curva de evolución de tráfico se realiza una curva de planificación de cada una de ellas, con objeto de determinar el año de colapso.

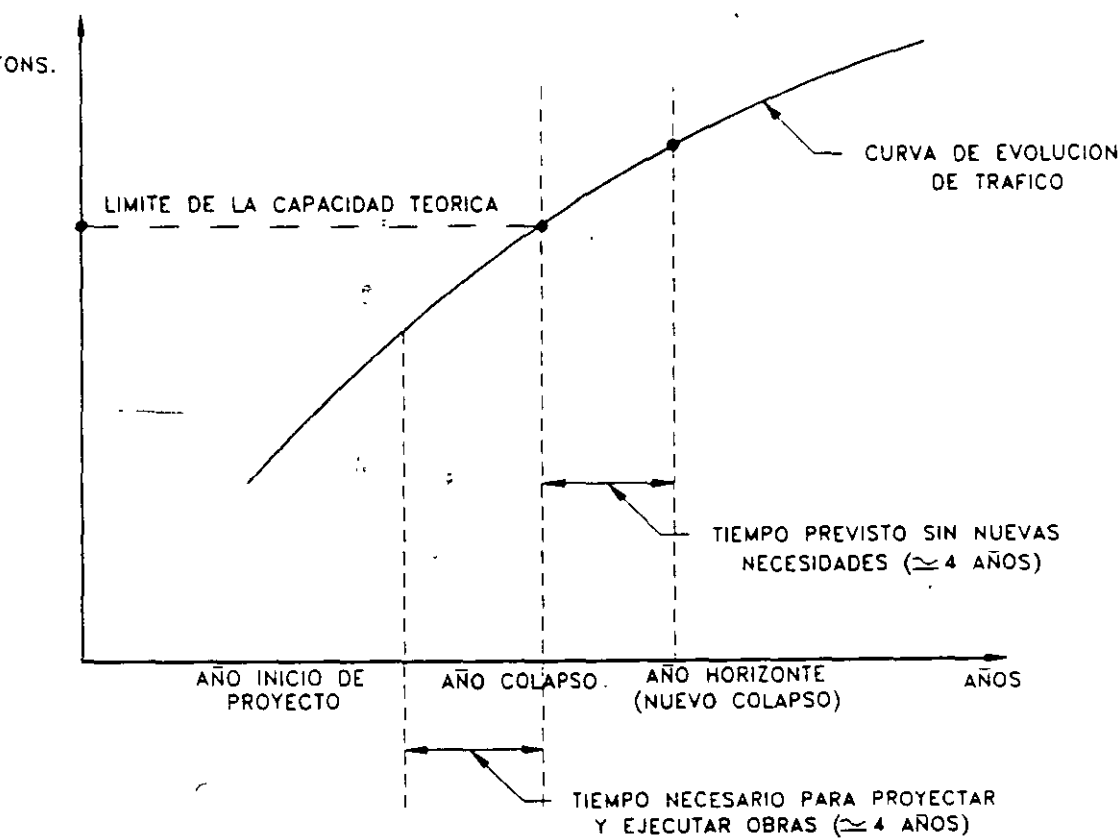


Figura 5.41 Gráfica de planeación portuaria

Este método es muy sencillo de aplicar, naturalmente tiene sus limitaciones ya que el funcionamiento es mucho más complejo, pero su simplicidad es un arma utilísima para esclarecer la naturaleza de los estrangulamientos.

METODO DE SIMULACION

Con este método se pretende realizar una simulación de las operaciones portuarias mediante una computadora , este método es mucho más flexible y permite cuantificar mayor número de parámetros que el anterior.

Teoría de Colas

La teoría de líneas de espera se ha convertido en una herramienta útil para el análisis y planeación de un puerto; la suposición básica que normalmente se hace es sobre los arribos de los barcos y los tiempos de servicio en el puerto; de acuerdo a la experiencia se ha observado que la distribución de Poisson describe satisfactoriamente los aspectos de intervalos de llegadas y los tiempos de servicio quedan mejor representados por una distribución exponencial, la disciplina básica de la cola sería:

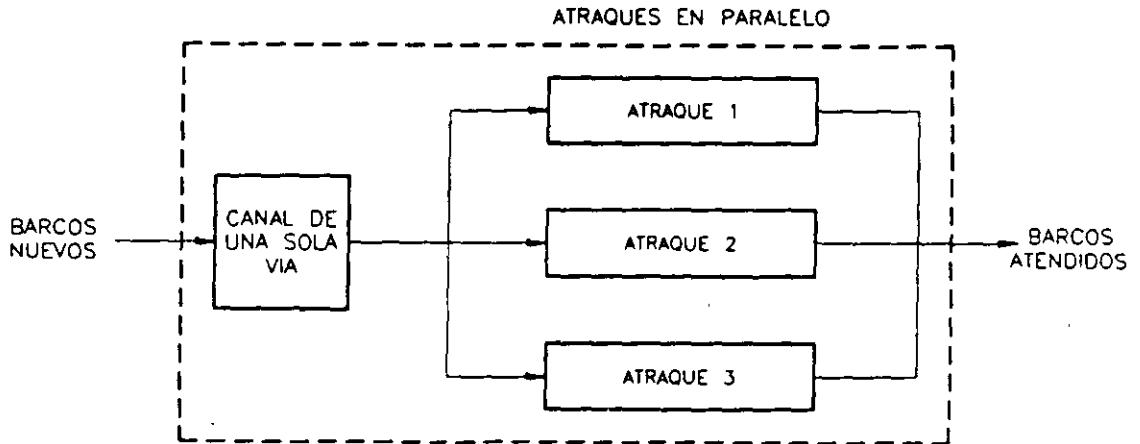


Figura 5.42 Sistema de cola de espera

Con la suposición anterior, se puede estructurar un modelo de múltiples servidores (atraques), introduciendo una rutina de asignación de atraque y calculando la ocupación resultante, tiempo promedio de barco esperando y número promedio y máximo de barcos esperando.

El modelo de líneas de espera se, describe a continuación y sus principales características se expresan usando la siguiente notación:

A/B/C/D

donde:

- A = Describe el proceso de arribo, que en este caso se considera como una distribución de Poisson.
- B = Describe el proceso de servicio, que en este caso se considera exponencial.
- C = Número de estaciones idénticas independientes paralelas.
- D = Capacidad del sistema.

A continuación se define la terminología y notación.

Estado del sistema = Número de clientes en el sistema
"cola de espera-ataques".

Longitud de la cola = Número de clientes esperando servicio
= Estado del sistema menos el número de clientes
siendo atendidos

N_a = Número de ataques en paralelo

λ = Tasa media de arribos (número esperado de arribos
por unidad de tiempo)

ν = Tasa media de servicios del sistema (número
esperado de clientes completando servicio por
unidad de tiempo).

r = Factor de utilización dado por λ/ν para un solo
muelle

r_2 = Factor de utilización para el caso de múltiples
ataques ($\lambda/s\nu$).

N_{ce} = Número de clientes esperando o siendo atendidos.

L_q = Número esperado de clientes en espera en la cola

W_s = Tiempo de espera en el sistema (incluye tiempo de
servicio)

W_q = Tiempo de espera en la cola (excluye tiempo de serv.)

Así mismo una vez estabilizado el sistema se tiene que:

$$\text{Longitud de la cola} = \lambda W$$

$$Lq = \lambda Wq$$

$$Ws = Wq + v$$

Los factores principales que se incluyen en la determinación del número de atraques requeridos son:

- 1) La distribución de arribo de barcos
- 2) La distribución de tiempos de servicio
- 3) El costo fijo del atraque
- 4) El costo del barco en espera

El costo total anual (TC) asociado con un número de atraques dado y un número de barcos en el puerto, es dado por:

$$TC = IBC + SWC$$

IBC = Costo de atraques desocupados

= Número total de horas de atraque desocupados x costos horarios de atraque

SWC = Costo de barcos esperando

= Número total de horas de barcos esperando x costos horarios de barcos en espera

El costo mínimo se obtiene por prueba y error, usando esta función de costo y variando el número de atraques, con lo cual se obtiene una gráfica como la que se muestra a continuación, los puntos de intersección de las curvas indican el número óptimo de atraque según el tonelaje.

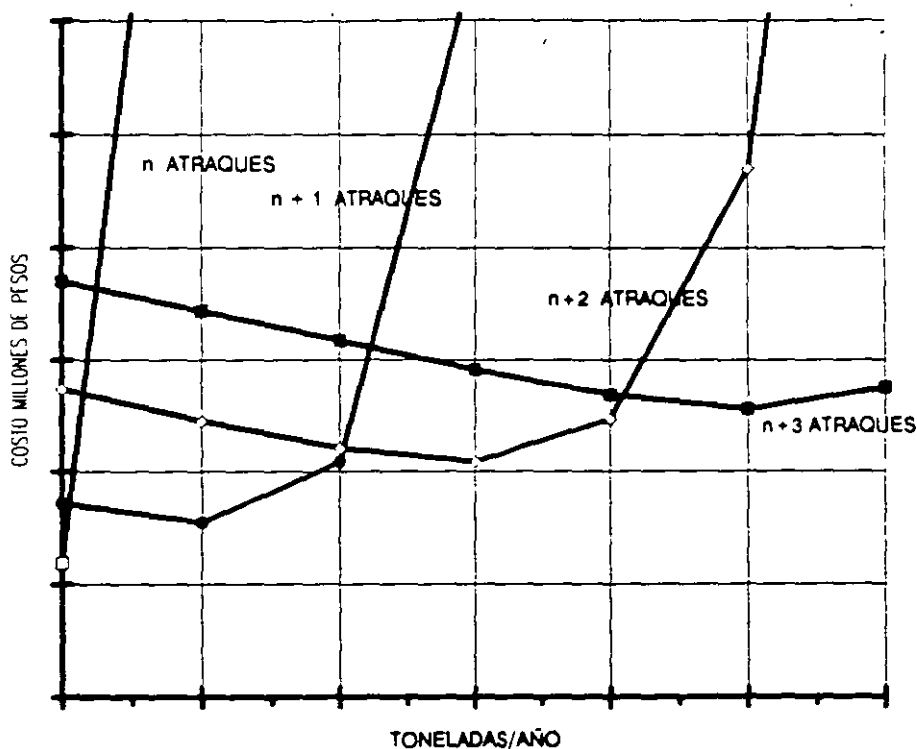


Figura 5.43 Análisis del número óptimo de atraques

El manual de la UNCTAD presenta unos diagramas para obtener el número óptimo de muelles, los cuales son un resultado de la aplicación de la Teoría de Colas.

5.3.2.2 Criterios para la definición de solicitaciones (fuerzas actuantes)

Las cargas y fuerzas a considerar en el diseño de un muelle se muestran en la figura 5.44. La forma de obtenerlas es la siguiente:

a) Carga Muerta

La carga muerta es la suma del peso de todas y cada una de las partes estructurales del muelle completo.

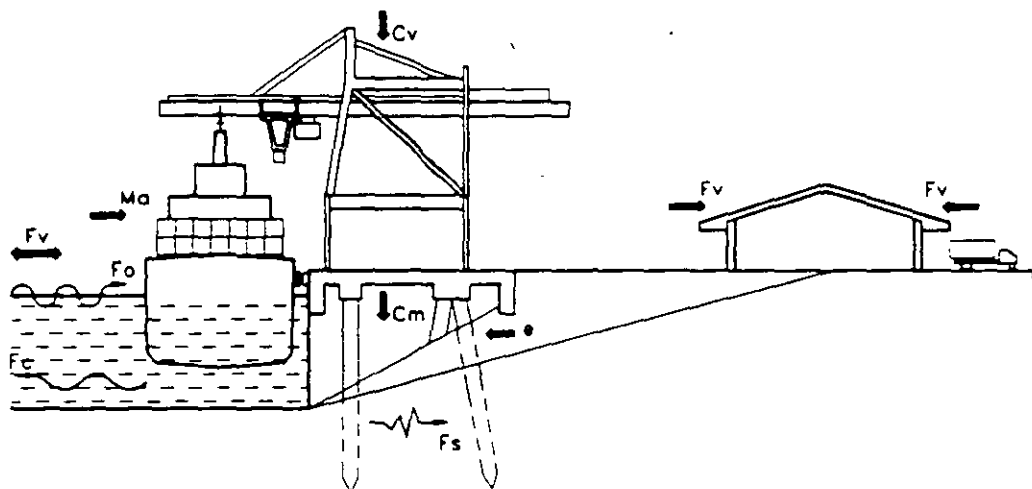


Figura 5.44 Fuerzas actuantes en un muelle

b) Cargas Vivas

Estas cargas pueden subdividirse en dos grupos

- Uniformemente distribuidas
- Móviles

Cargas Uniformemente Distribuidas

Los valores mínimos recomendables de la carga viva uniforme a considerar sobre la plataforma de un muelle son:

Uso de la Estructura	Carga viva Ton/m ²
Muelles de Pesca	1.5
Muelles de Cabotaje	3.0
Muelles de Altura	4.0
Muelles para Minerales	4.5-10

Cargas Vivas Móviles

Son las producidas por el equipo que se utiliza sobre el muelle para el manejo de la carga.

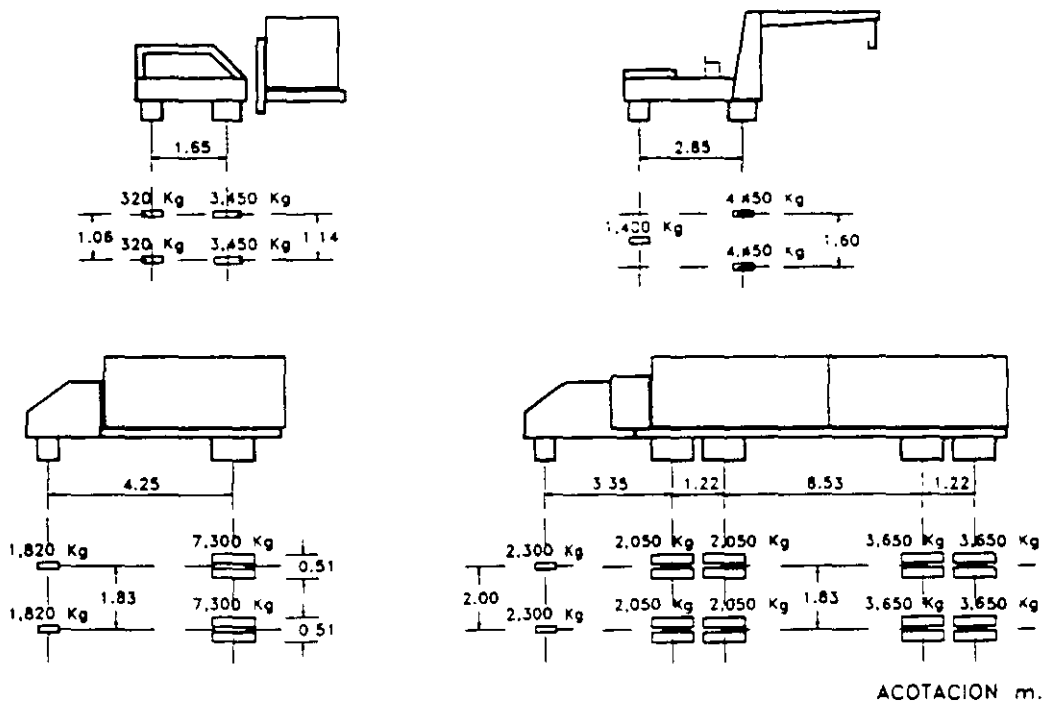


Figura 5.45 Camiones, montacargas y grúa móvil sobre neumáticos más usuales.

- En el caso de grúas fijas, giratorias, sobre rieles o cualquier otro tipo, los fabricantes proporcionan los planos de carga que sirven para el diseño.
- Cuando se trata de muelles petroleros, habrá que considerar también las cargas producidas por los brazos o garzas de carga o descarga, así como las derivadas de las tuberías
- Por lo que se refiere a la carga de ferrocarril, lo que domina generalmente son las concentraciones proporcionadas por la locomotora, más que el peso de los vagones cargados. Actualmente se considera la locomotora Diesel-Eléctrica por ser la más usual

c) Impacto de la Nave al Atracar

La fuerza horizontal originada por el impacto de la embarcación al atracar, depende de:

Masa o Desplazamiento del Barco (M1)

Es un dato conocido puesto que se tendrá conocimiento de las características del barco de diseño; se requiere conocer los T.P.M de diferentes tipos de barcos, así como las dimensiones, calado máximo, masa hidrodinámica y energía cinética de atraque para diferentes velocidades de acercamiento.

Masa Hidrodinámica o Masa Adicional (M2)

Este peso se conoce como masa adicional cuya expresión de cálculo aceptada es:

$$M2 = \rho E C_p c^2 \pi/4$$

Entonces, el peso total a considerar en el atraque será la suma del peso del barco y el adicional del cilindro de agua:

$$Ma = M1 + M2 \quad (\text{ton})$$

d) Velocidad de Acercamiento (Vt)

Dependerá de diversos factores, tales como: tamaño del barco, pericia del piloto, facilidades para el atraque, condiciones climáticas y del mar, etc.

A continuación se presenta una lista de las velocidades de atraque por emplear en un caso práctico, en relación al peso muerto del barco (TPM);

TPM (ton.)	Vt (m/seg.)
< 10,000	0.20 - 0.30
10,000 - 50,000	0.10 - 0.20
> 50,000	0.10 - 0.15

e) Energía de Atrache (Et)

La energía cinética de atraque de un barco, se calcula con la siguiente expresión:

$$Et = Ma Vt^2 / 2g = (M1 + M2) Vt^2 / 2g \quad (\text{ton-m})$$

En la mayoría de los casos el atraque, de proa o de popa, se realiza con un cierto ángulo con respecto al paramento, el barco tiende a desplazarse (rebota) y gira al mismo tiempo. Por tal motivo la energía cinética total se consume parcialmente, pudiéndose calcular con la siguiente expresión:

$$Ep = Ma Vt^2 / 2g [(l+r)^2 / l + (l/r)^2] \quad (\text{ton-m})$$

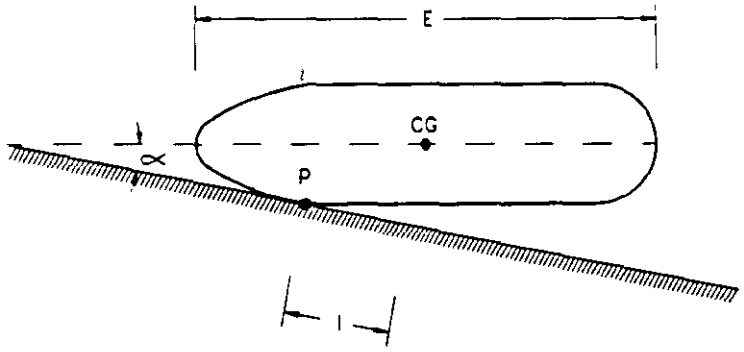


Figura 5.46 Atraque de la embarcación

Energía Cinética de Atraque Efectiva (Ee)

Si se asume que la superficie del barco, cortado en el plano de referencia en el espejo de agua, tiene forma rectangular, el radio de giro, tenderá a tomar un valor del orden de 1/4 de la eslora.

A esto se le denomina acercamiento al "PUNTO CUARTO", el cual además es el más frecuente, en donde el impacto se produce a 1/4 de la eslora, medido de proa a popa; la energía cinética efectiva puede calcularse a partir de:

$$Ee = Et - Ep = 1/2 (Ma Vt^2 / 2g)$$

$$Ee = 1/4 (Ma Vt^2 / g) \quad (\text{ton-m})$$

La cual se utiliza para calcular el tipo de defensas y la reacción sobre la estructura.

Cuando el atraque no se realice al punto cuarto, la ecuación anterior se expresa como:

$$Et = \frac{M_0 V_1^2}{2g} K \text{ (Ton-m)}$$

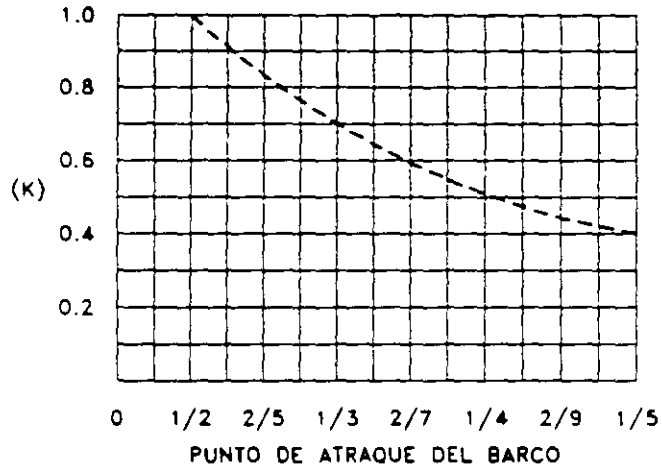


Figura 5.47 Energía de atraque

El valor tangencial del impacto de la embarcación se obtiene multiplicando el valor de la componente normal por el coeficiente de fricción entre barco y defensas, el cual se considera comunmente igual a 0.25.

f) Fuerza de Viento

La presión del viento debe considerarse aplicada sobre el área expuesta de la embarcación en condiciones de barco descargado y actuando tanto longitudinal como transversalmente.

Para el diseño de un muelle en espigón en el cual pueden llegar a estar atracados dos barcos simultáneamente, se debe considerar el empuje total del viento actuando sobre la nave expuesta a la acción del mismo y sólo el 50% de la fuerza de viento sobre la nave atracada en el otro lado del muelle.

La expresión mediante la cual se puede calcular la fuerza de viento es:

$$F_v = K A_n q$$

La presión del viento es transmitida a las amarras o bitas, la forma de calcular estas fuerzas se da a continuación.

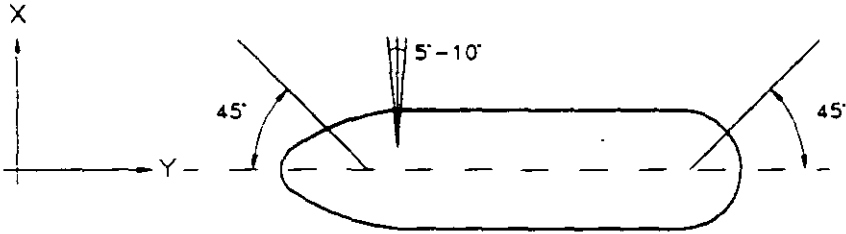


Figura 5.48 Presión del viento sobre la embarcación

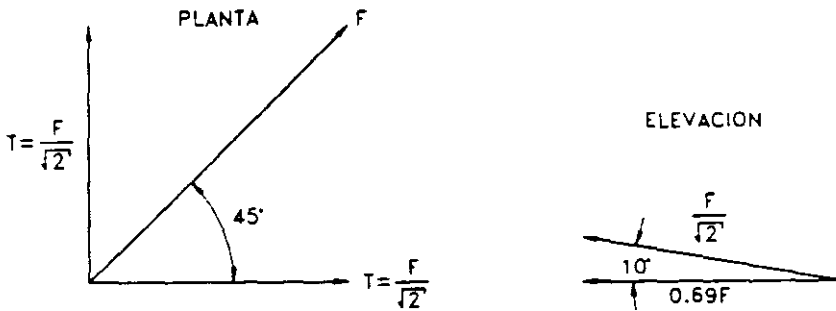


Figura 5.49 Fuerzas resultantes

La fuerza por soportar transversalmente será:

$$S F_x = 0; T + F \text{ Sen } 45^{\circ} = 0; T = F \text{ Sen } 45^{\circ}$$

$$S F_y = 0; T + F \text{ Cos } 45^{\circ} = 0; F = -T / \text{cos } 45^{\circ}$$

$$F = F_v / \text{Cos } 45^{\circ}$$

Las amarras de proa y popa deberán estar soportadas por bitas con una capacidad F , considerando que cada una de ellas actúa de manera aislada cuando el viento incide normal a la sección transversal del barco.

Para definir la capacidad de las bitas intermedias, se divide la fuerza de viento en sentido normal al eje longitudinal entre el número de amarras.

g) Fuerza de Oleaje

Su análisis no es muy común, excepto cuando se trata de obras fuera de la costa (Off-Shore). Una manera de considerar este efecto, es tomando en cuenta la recomendación de las Normas de Diseño de la actual Vocalía de Obras Marítimas de Puertos Mexicanos, que indican;

"Considerar la fuerza horizontal producida por el oleaje como un tercio de la total debida al viento, actuando paralelamente a ésta".

Esta es una simplificación aceptable como una primera aproximación y en casos particulares de importancia se deberá realizar un análisis específico.

h) Fuerza de Corriente

Tal y como sucede en el oleaje, debido a la protección que ofrece el puerto, las corrientes no son comunmente consideradas actuando en una embarcación atracada y en realidad las fuerzas que generan son pequeñas en relación, por ejemplo, con las producidas por viento; en casos especiales sería recomendable su análisis (muelles sobre ríos Off-Shore).

Para el cálculo de la fuerza que produce la corriente existen gran variedad de fórmulas pero que esencialmente están conformadas de la misma manera; a continuación se ofrece la expresión utilizada según el "Criterio Japonés".

$$F_c = 0.14 S_m V^2 \quad (\text{ton})$$

En última instancia, la fuerza resultante entre viento, oleaje y corriente, podría ser la que se tomará en cuenta para el cálculo de la capacidad de las bitas.

i) Fuerza de Sismo

Para tal efecto se deben considerar los coeficientes sísmicos establecidos, por ejemplo, en la "Regionalización Sísmica de la República Mexicana" de la U.N.A.M.

La Fuerza por Sismo F_s valdrá:

$$F_s = C_s (C_M + 0.50 C_v) \quad (\text{ton}).$$

A pesar de que para la zona 0 el coeficiente sísmico vale 0.00, la D.G.O.M. recomienda que se tome al menos $C_s = 0.05$.

j) Empuje de Tierras

El procedimiento para calcular el empuje, es considerar exclusivamente el empuje de tierras activo, el cual se calcula en base a la expresión de Coulomb:

$$K_a = \tan^2 (45 - \phi/2)$$

Otro método, más complicado, considera tanto el empuje pasivo como el activo, así como la participación del sismo.

Adicionalmente, para el caso de muelles con talud, deberá analizarse la falla de este por cualquiera de los métodos recomendados en las publicaciones que tratan de mecánica de suelos.

Para el diseño integral del muelle, sobre todo cuando se usan programas de computadoras, es común analizar diversas combinaciones de carga; entre las más usuales tenemos.

- a) Para superestructura.
 - a.1.- CM + 100% Cv
 - a.2.- CM + Cv móvil, en cualquier posición

- b) Para subestructura
 - b.1.- CM + 100% Cv
 - b.2.- CM + sismo
 - b.3.- CM + 100% Cv + Viento
 - b.4.- CM + 100% Cv + ataque

5.3.3 Tipos de muelles

5.3.3.1 Por su forma

De acuerdo a su forma y la manera como atracan las embarcaciones son las siguientes:

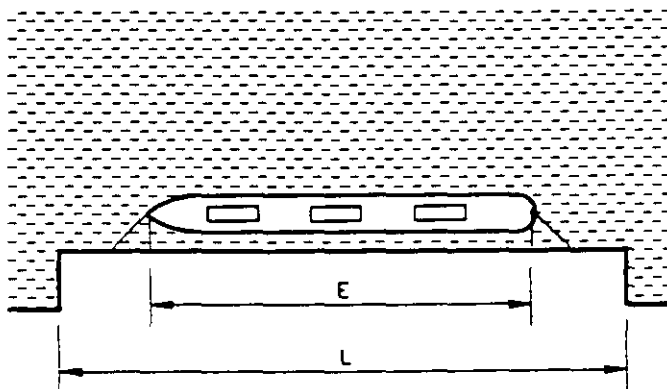


Figura 5.50 Muelle marginal

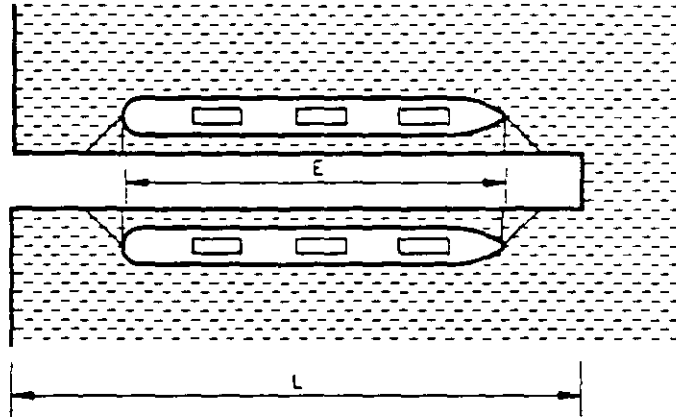


Figura 5.51 Muelle en espigón

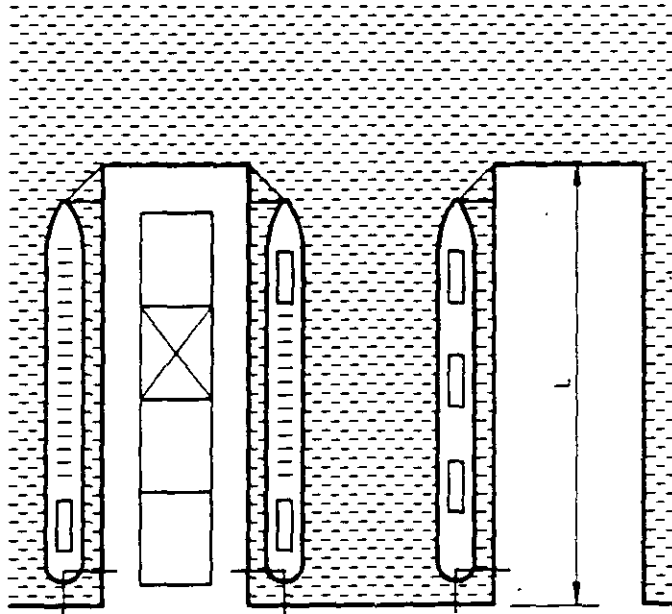


Figura 5.52 Muelles en dientes o peines tipo A

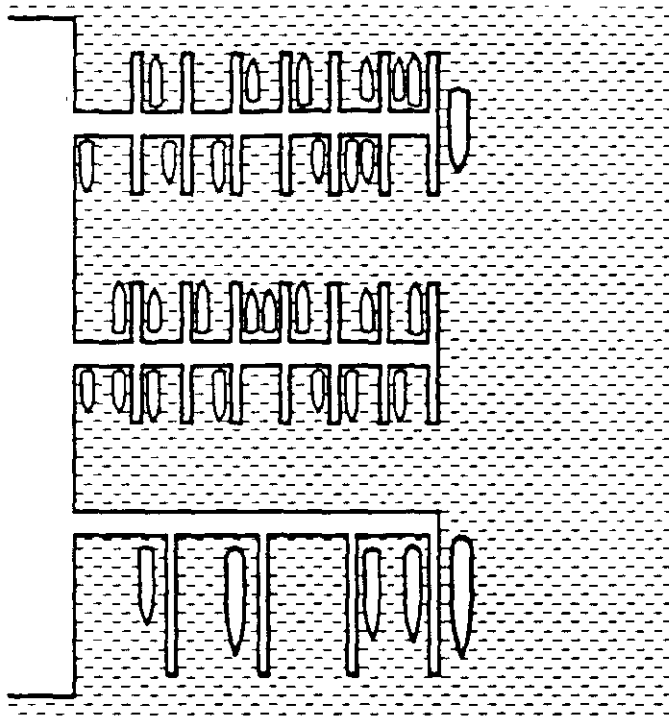


Figura 5.53 Muelles en dientes o peinas tipo B

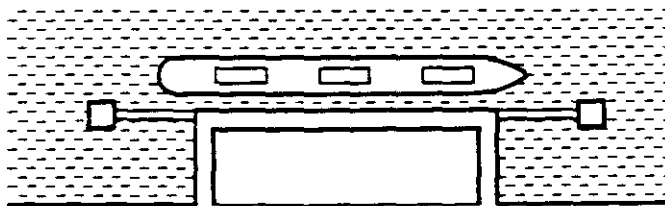
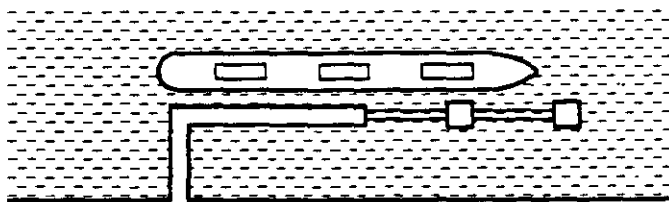
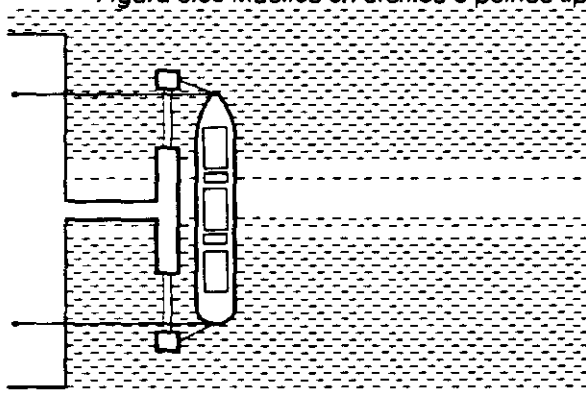


Figura 5.54 Muelles en "T", "L", y "U" con o sin duques de alba

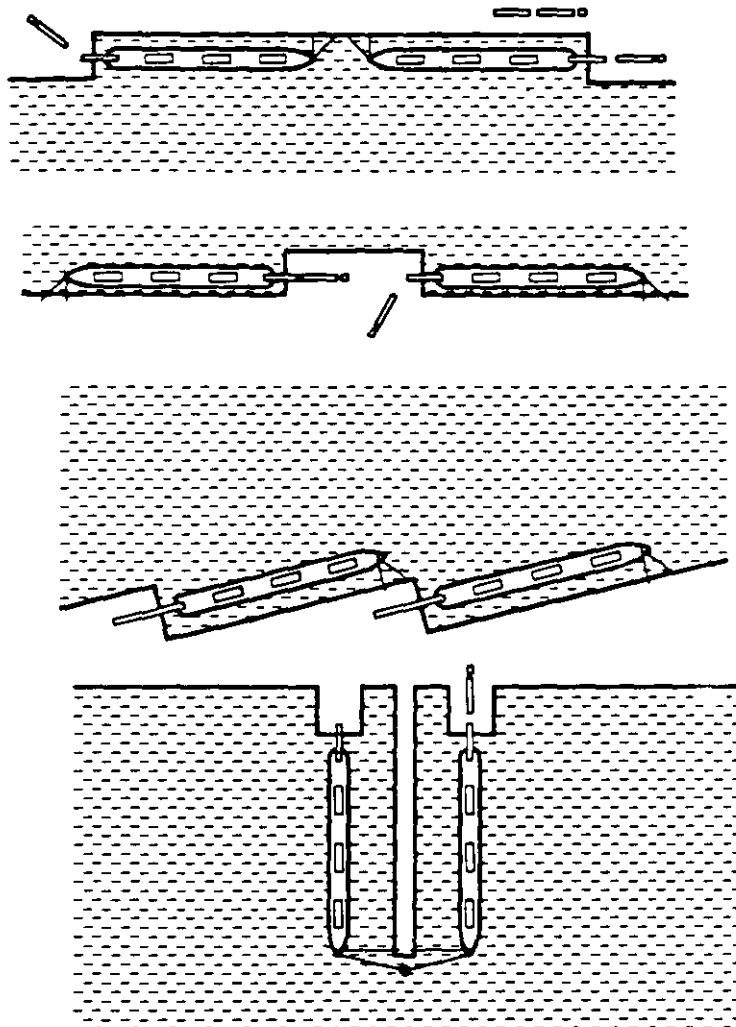


Figura 5.55 Muelle de transbordo por rodadura (Ro.Ro). Roll-on Roll-off

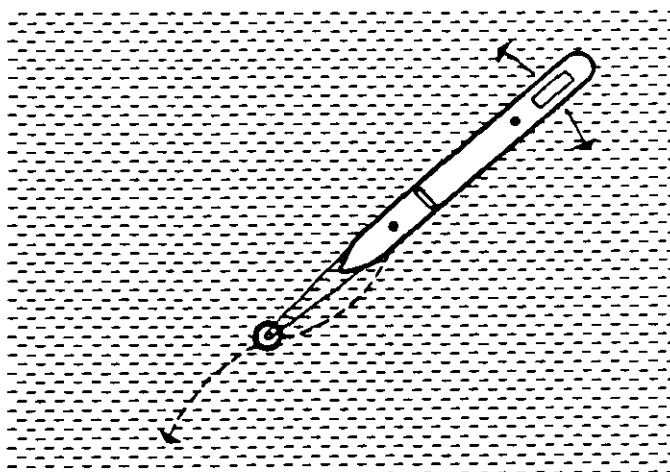


Figura 5.56 Atracadero por boya de amarre (en mar abierto)

5.3.3.2 Por su estructura

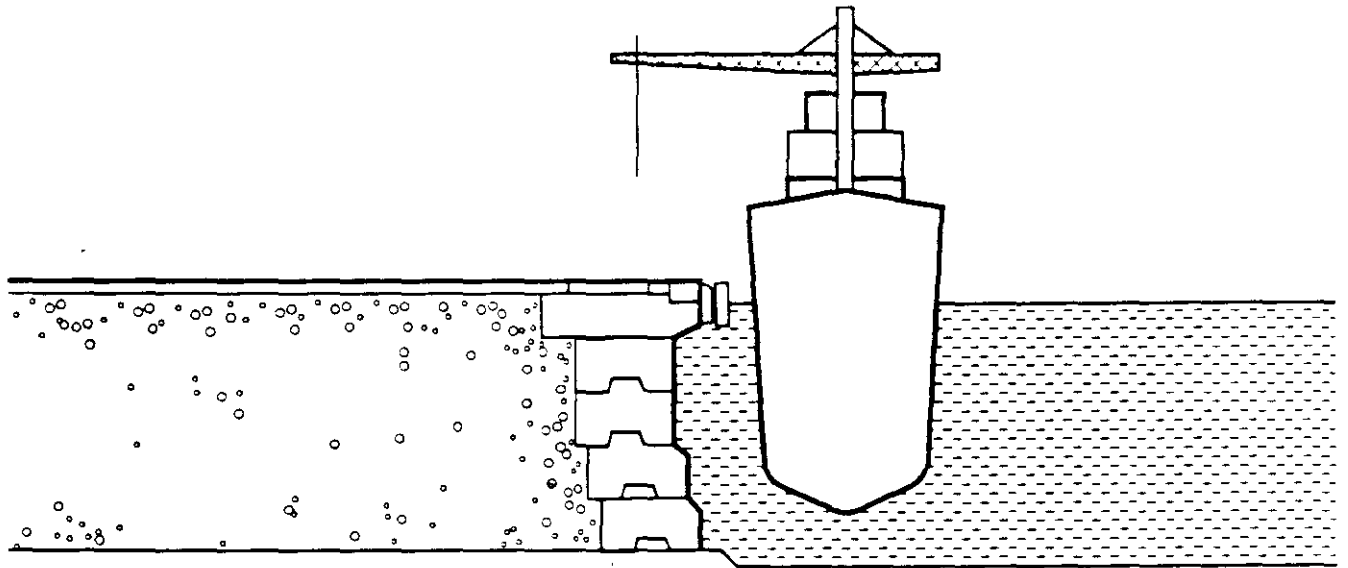


Figura 5.57 Muros de contención de bloques

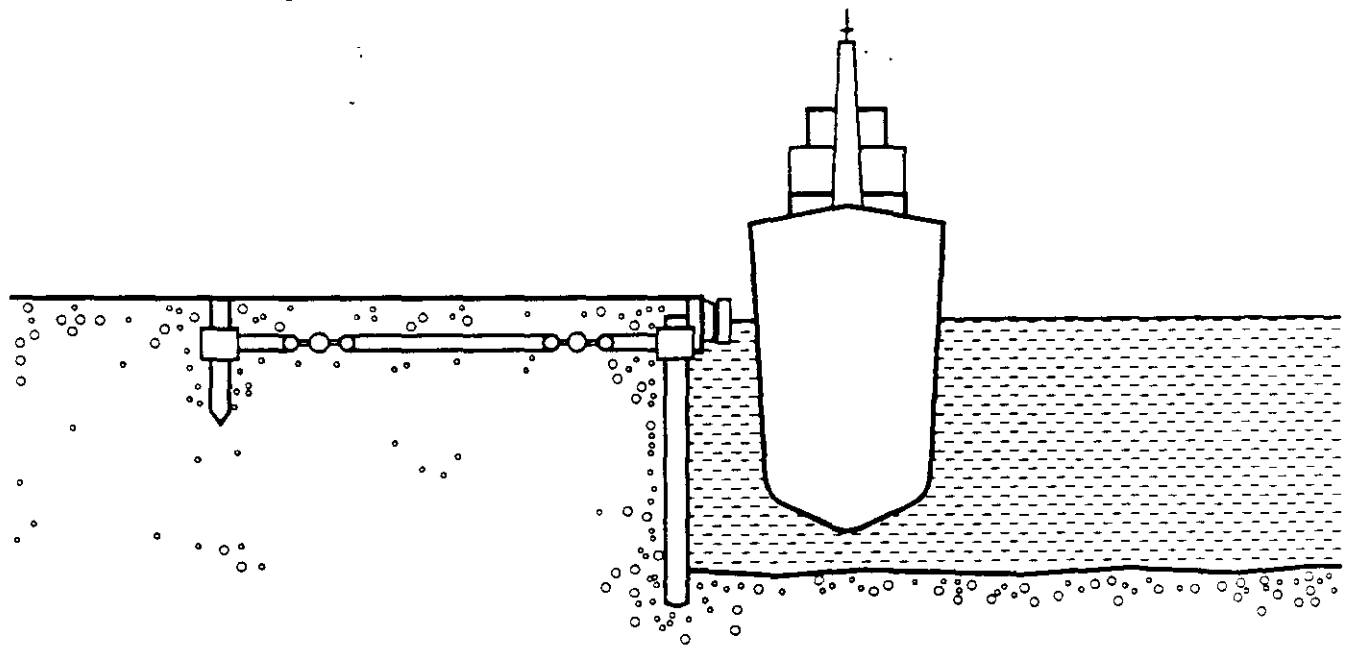


Figura 5.58 Tablestacado anclado

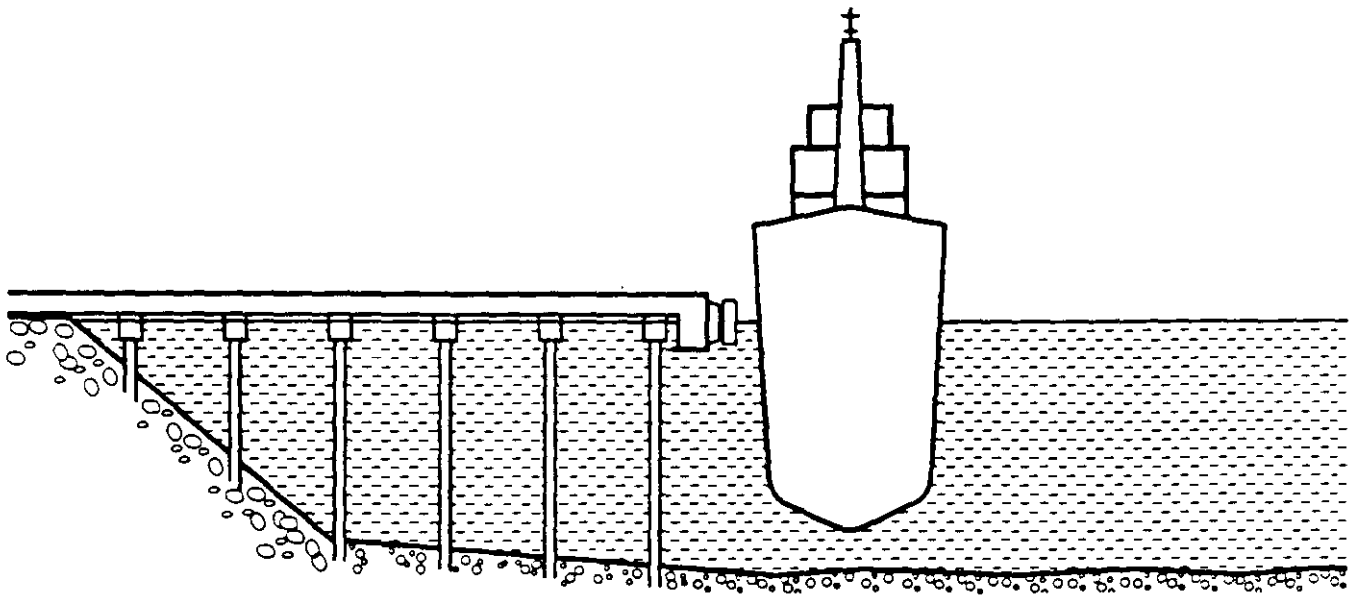


Figura 5.59 Pilotes o pilas descubiertos

5.3.3.3 Elementos complementarios de muelles: elementos de amarre, escalas de desembarque y defensas.

Elementos de Amarre

Características.- Su forma debe permitir un amarre adecuado de los cabos, sin que se suelten y que aseguren a las embarcaciones previniendo sus movimientos verticales debidos a la carga y descarga y a las mareas, deben además permitir ser soltados rápidamente cuando las operaciones lo requieran. Sus condiciones físicas (de diseño) obedecen a las fuerzas de tensión de la embarcación para mantenerla asegurada (ver punto 5.3.2.2)

Tipos de Elementos de Amarre

- a) Norays o Bolardos
- b) Bitas
- c) Cornamusas
- d) Argollón o Argollas
- e) Ganchos de "suelta rápida"

El tamaño de los elementos de amarre varía según el tamaño de la embarcación, aunque se observa que los más usuales son los norays con sus pernos de sujeción y para buques de gran tamaño los ganchos de "suelta rápida".

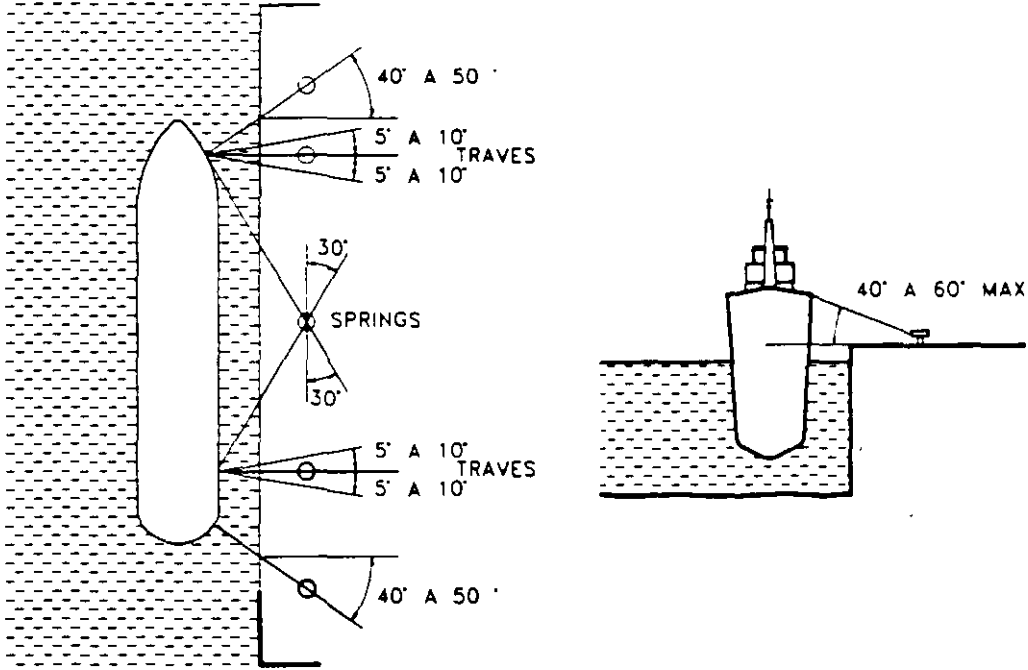


Figura 5.60 Elementos de amarre

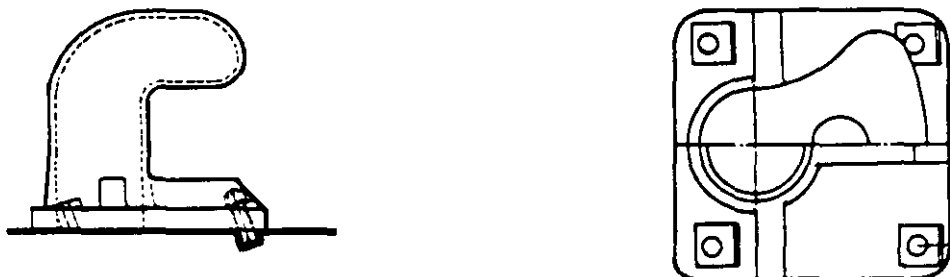


Figura 5.61 a) Norays o bolardos (generalmente de tubos de acero).

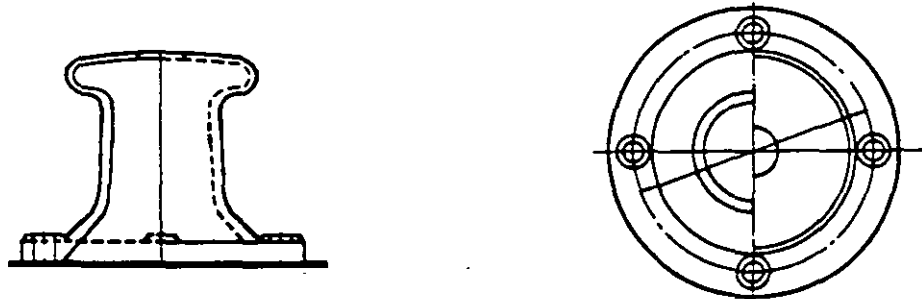


Figura 5.62 b) Bitas (fierro fundido)

Se observa que para los elementos de amarre del P.A de Ro.Ro es necesario que los bolardos, bitas, argollones, argollas puedan colocarse sin obstruir la rodadura, como se ejemplifica en la figura 5.63

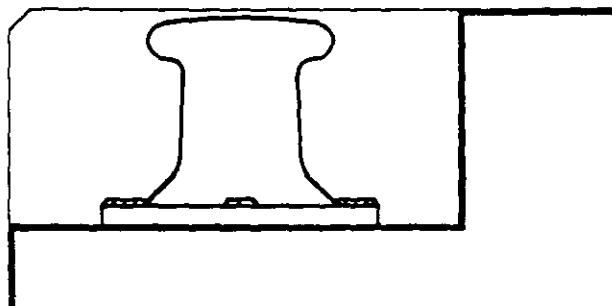


Figura 5.63 Bita en atraque para Ro.Ro.

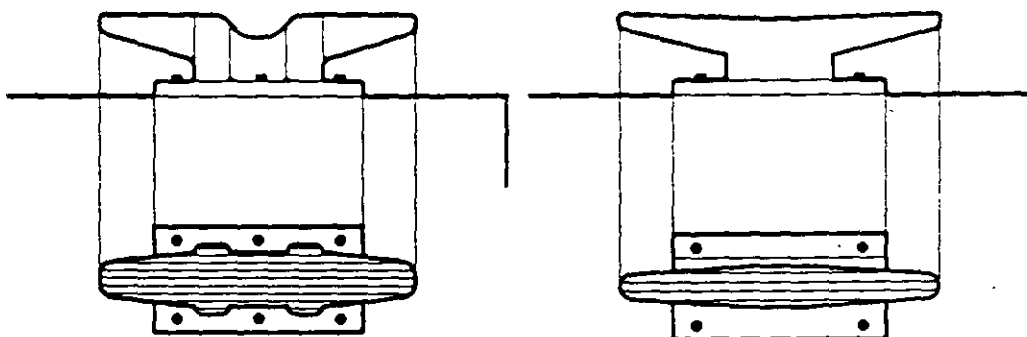


Figura 5.64 c) Cornamusas (hierro fundido)

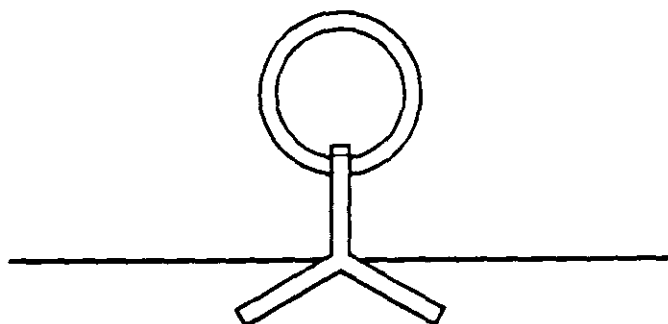


Figura 5.65 d) Argollón o argollas (acero)

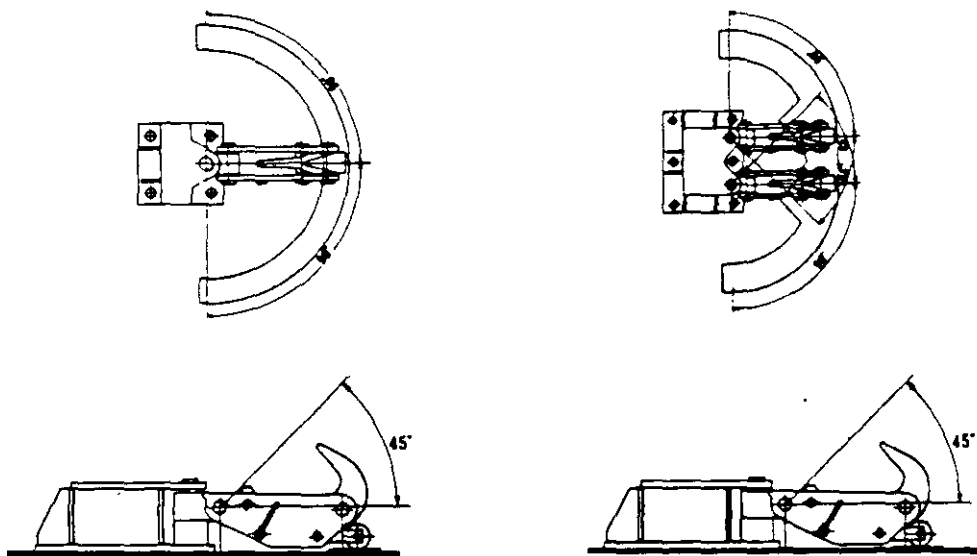


Figura 5.66 e) Ganchos de "suelta rápida" (acero)

Escala de Desembarque.

Este elemento complementario se recomienda situarlo en los muelles cada 40 m, en la línea de atraque (también se le nombra escalera de desembarque) cuando especialmente este el franco bordo bajo (a plena carga) pues se utilizan para el acceso al buque y como elemento de seguridad para cualquier persona que pudiera caer al agua.

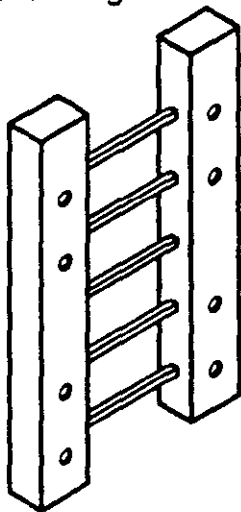


Figura 5.67 Escala de desembarque

Defensas

Comprenden aquellos elementos complementarios del muelle para evitar daños al mismo por el impacto normal que causa la embarcación con su maniobra de atraque y la función de estas defensas es el amortiguamiento de este esfuerzo. Su condicionante (de diseño) es la velocidad de atraque admisible (ver punto 5.3.2.2) y las fuerzas que ejerce sobre el muelle la embarcación acoderada que son menores a las mencionadas anteriormente.

Las defensas varían según el tamaño y características del buque y el tipo de estructura del muelle y se pueden clasificar en la siguiente forma.

- a) De sistemas mecánicos y estructurales
- b) Piezas de caucho (hule) para ajustarse en cada caso
- c) Suspendidas por cables o soportes giratorios
- d) De neumáticos
- e) Para trabajo a torsión

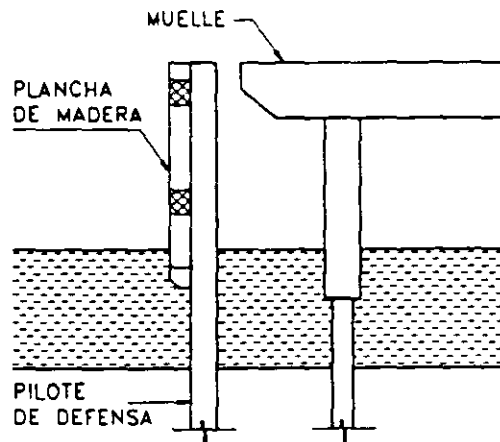


Figura 5.68 a) Defensas con sistemas mecánicos y estructurales

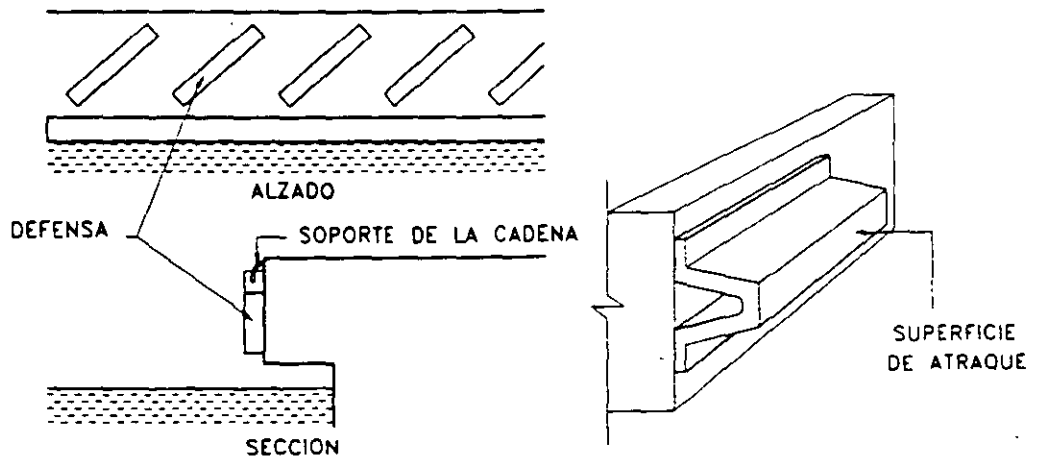


Figura 5.69 b) Defensas de piezas de caucho

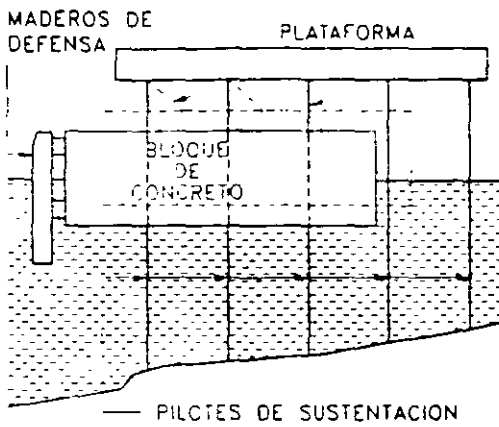


Figura 5.70 c) Defensas suspendidas por cables y soportes giratorios

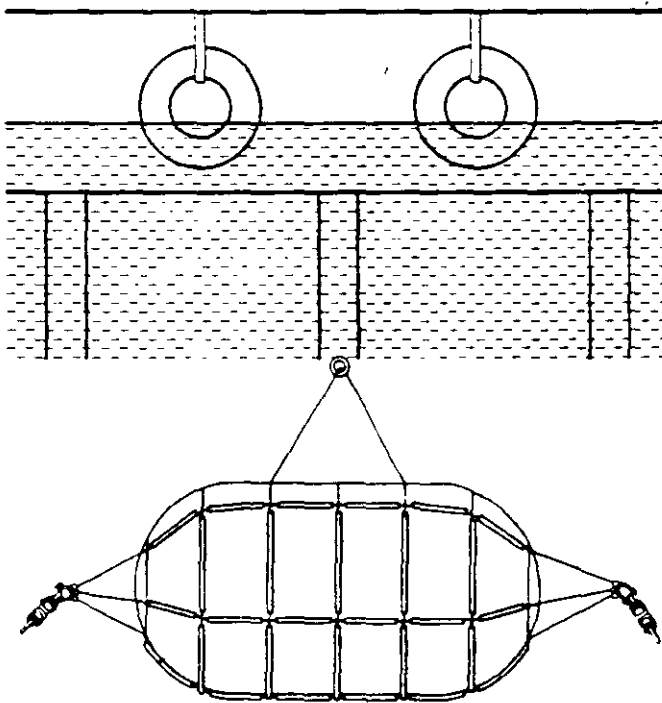


Figura 5.71 d) Defensas neumáticas

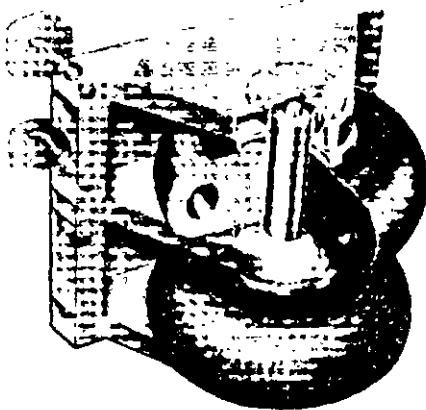


Figura 5.72 e) Defensas para trabajo a torsión

5.3.4 Criterios de dimensionamiento de las areas terrestres

Puesto de Atraque (P.A.).

El dimensionamiento del Puesto de Atraque depende de 3 elementos que se combinan para determinarlo

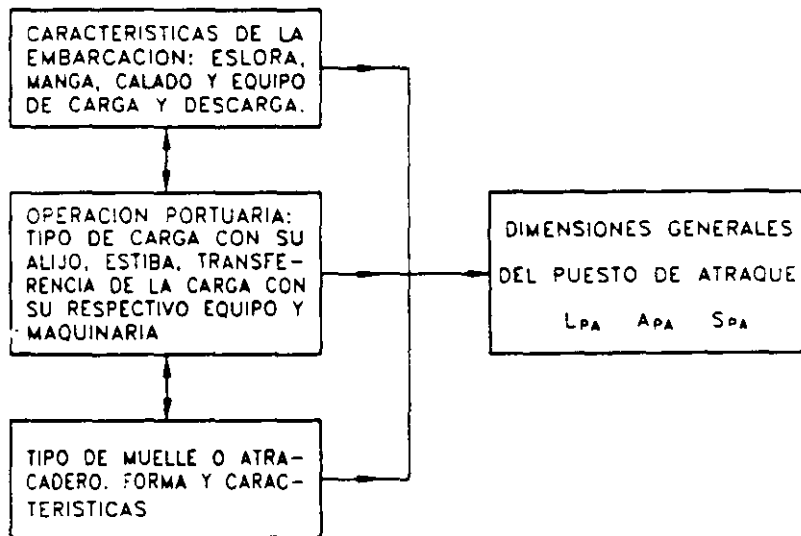


Figura 5.73 Elementos para el dimensionamiento del P.A.

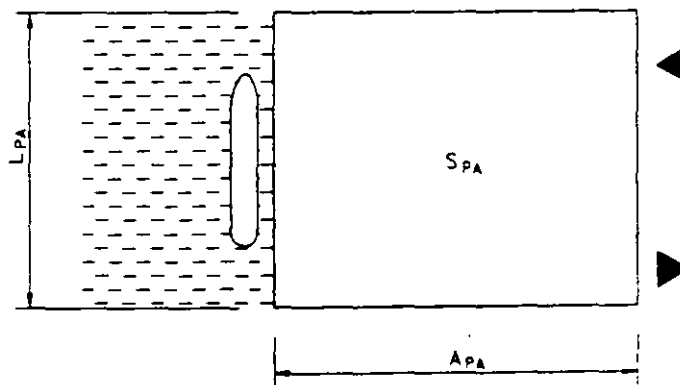


Figura 5.74 Puesto de atraque

Muelles o Frentes de Atraque (F.A)

Sus dimensiones dependen de tres factores:

- Características de la embarcación
- El sistema de operación portuaria
- Recomendaciones sobre los condicionantes físicos

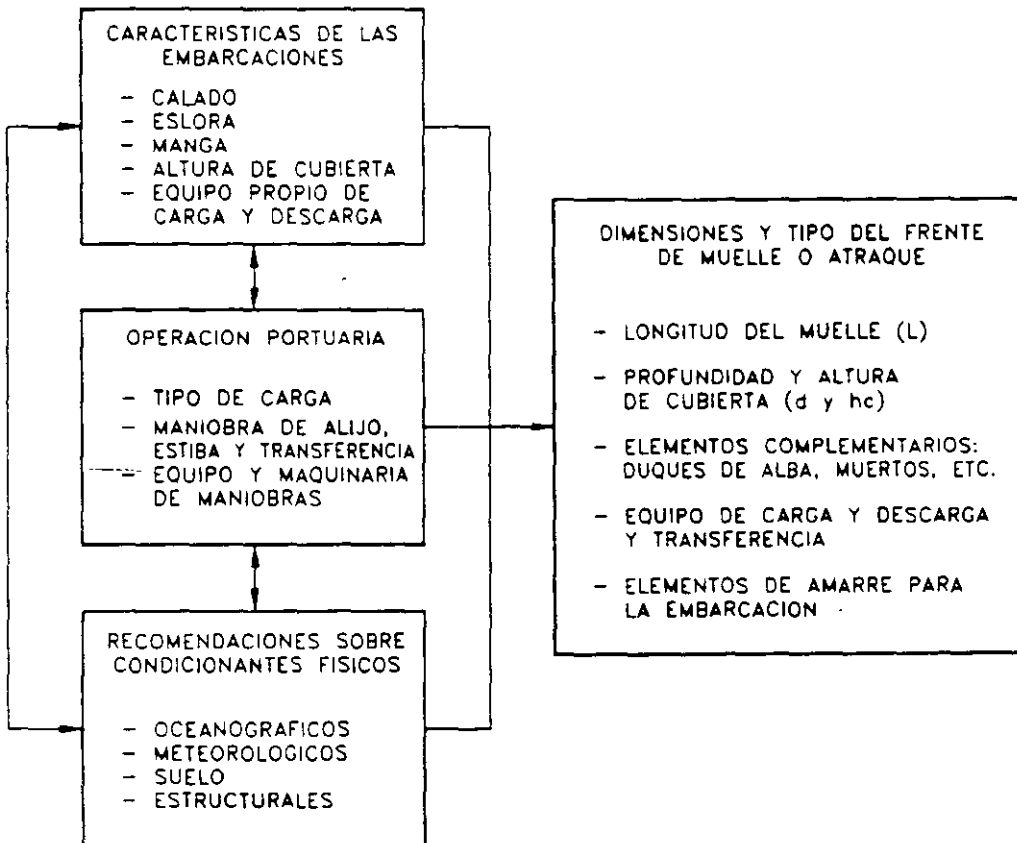


Figura 5.75 Factores que rigen el dimensionamiento

Areas T.1 y T.2

El área T.1 es la superficie necesaria para subir o bajar carga del barco y la T.2 la que se requiere para la maniobra de traslación de la carga a su almacenamiento o en inversa para T.1 sus dimensiones dependen de:

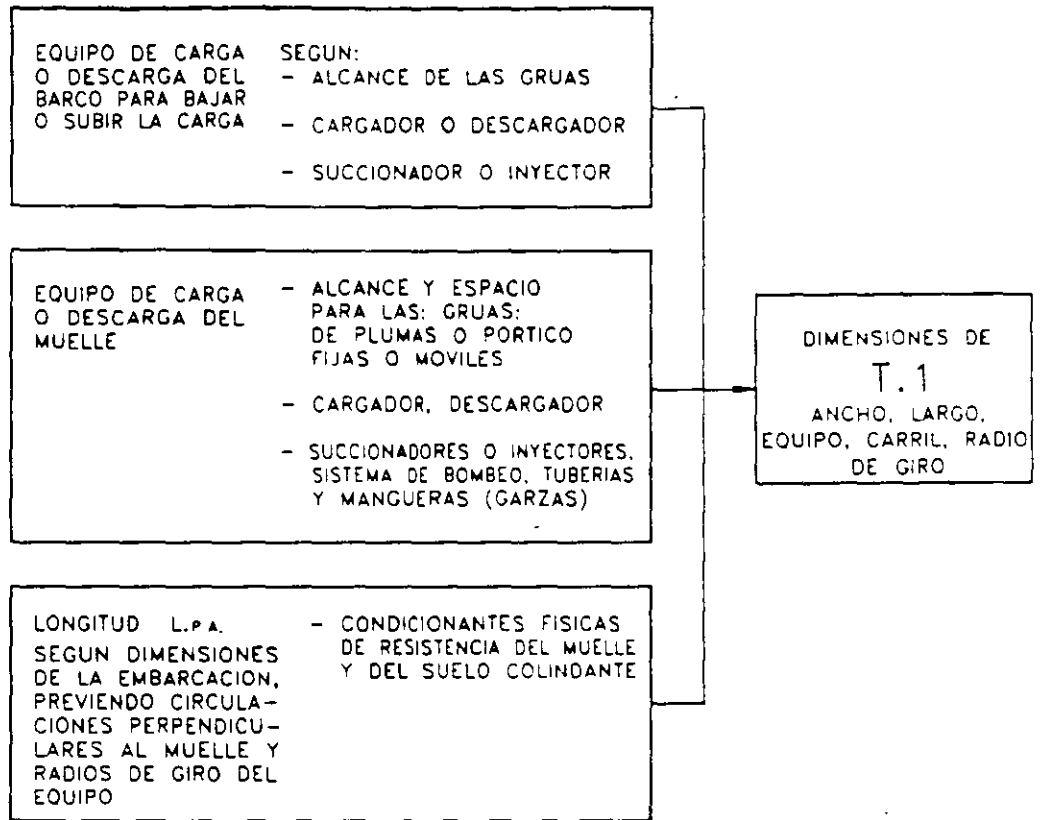


Figura 5.76 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.1.

Para la T.2. se tiene lo siguiente:

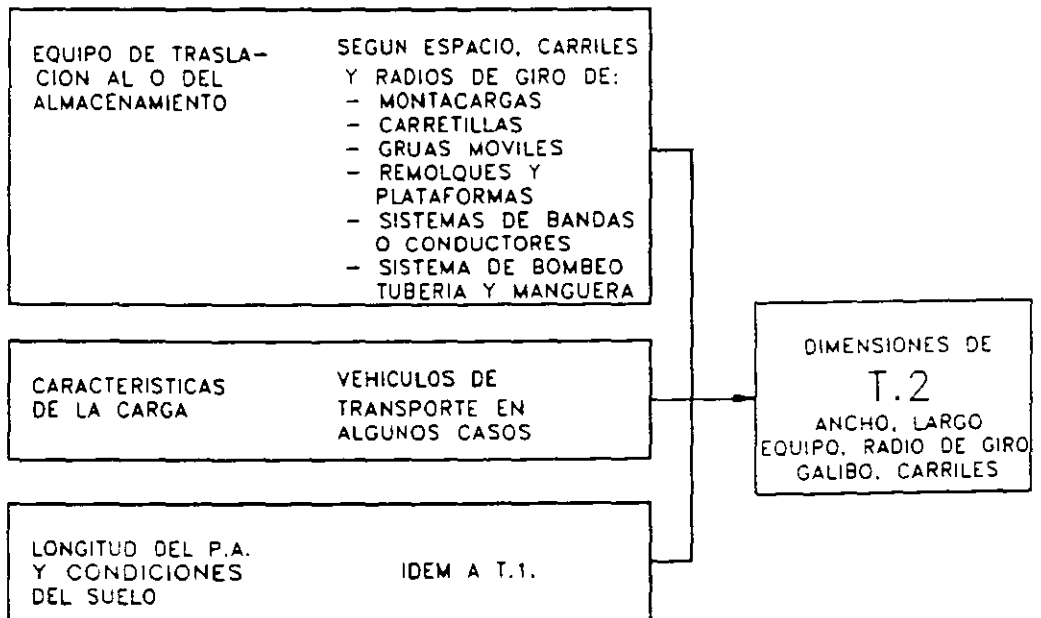


Figura 5.77 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.2.

T.3 Almacenamiento

Las dimensiones dependen de:

- Características de la carga con el objetivo de evitarle daños y conservarla adecuadamente.
- Del equipo para alijar, estibar o depositar la carga o el producto respectivo.

Tipos	Cubierto:	bodegas, pórticos, silos, tanques y depósitos
	Descubierto:	patios

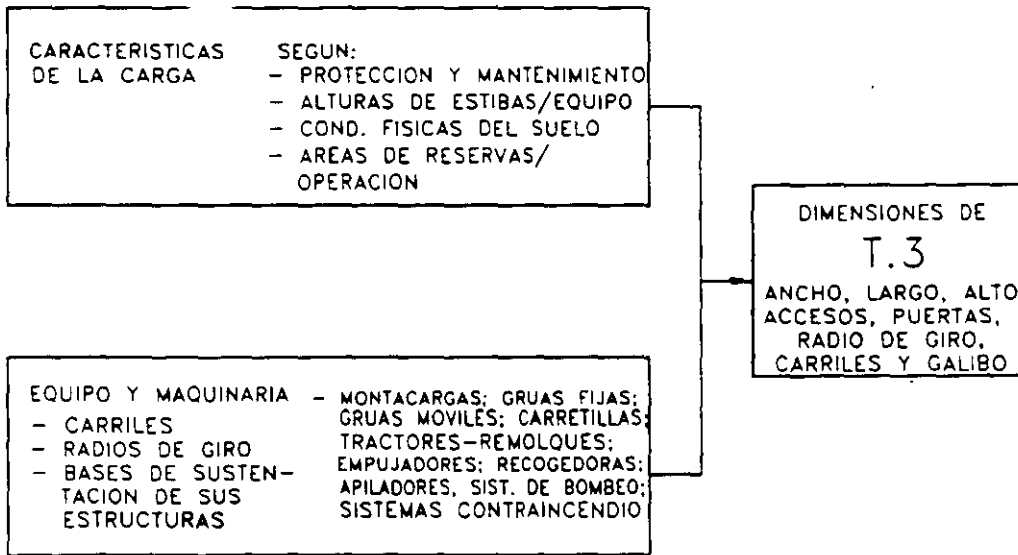


Figura 5.78 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.3.

T.4 Vialidades, Estacionamiento, Controles

Estas áreas dependen del tipo de la carga o producto, del equipo de transporte y sus respectivos vehículos.

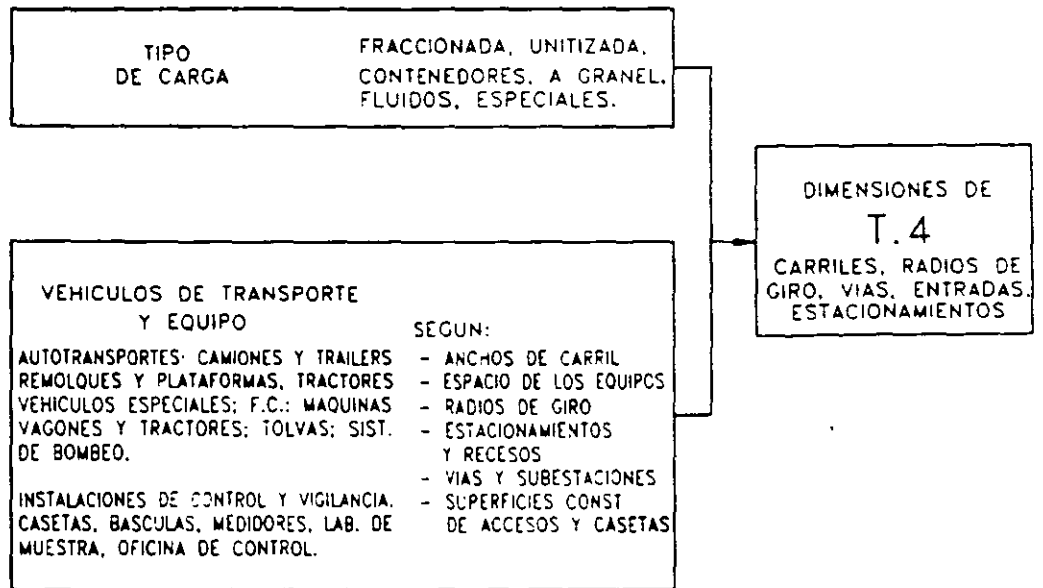


Figura 5.79 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.4.

T.5 Instalaciones de Conservación y Mantenimiento de Equipo, Maquinaria y Vehículos

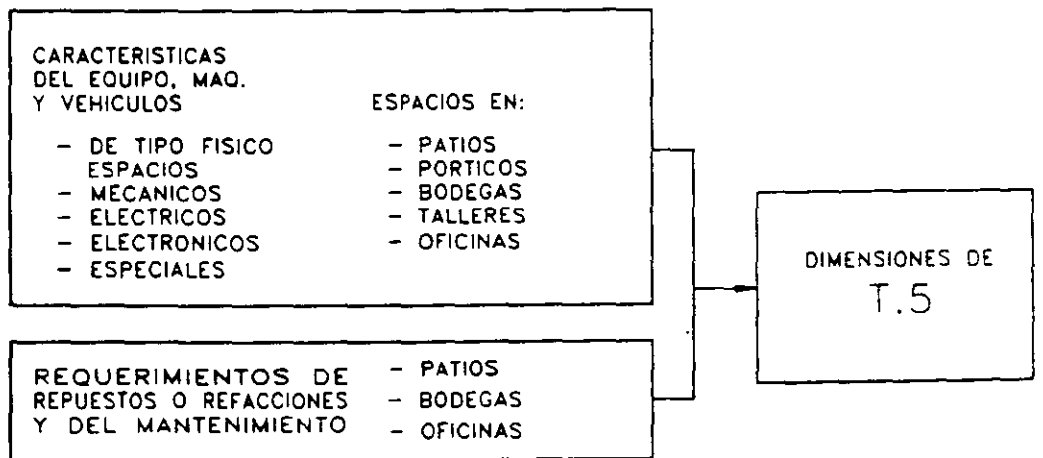


Figura 5.80 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.5.

T.6. Servicios Generales y Especiales

Corresponden al puerto en general, con sus diferentes puestos de atraque y sus dimensiones dependen de la unidad completa. Ver detalles en inciso 5.4.

5.3.5 Dimensionamiento de los diversos tipos de puestos de atraque (P.A.)

5.3.5.1 Puesto de atraque para carga fraccionada y/o unitizada

PUESTO DE ATRAQUE (P.A.)

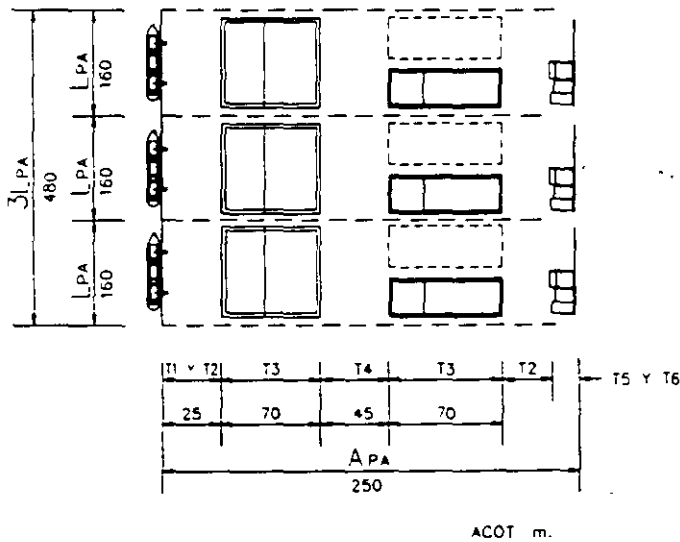


Figura 5.81 Dimensiones del P.A. para carga fraccionada y/o unitizada

$$\begin{aligned}
 \text{A.P.A.} &= T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 &= & 250 \text{ m. mínimo} \\
 \text{L.P.A.} &= L &= & 160 \text{ m. mínimo} \\
 \text{S.P.A.} &= \text{A.P.A.} \times \text{L.P.A.} &= & 4 \text{ has. mínimo}
 \end{aligned}$$

Se recomienda la unidad de 3 puestos de atraque por factores económicos del equipo:

MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE (F.A.)

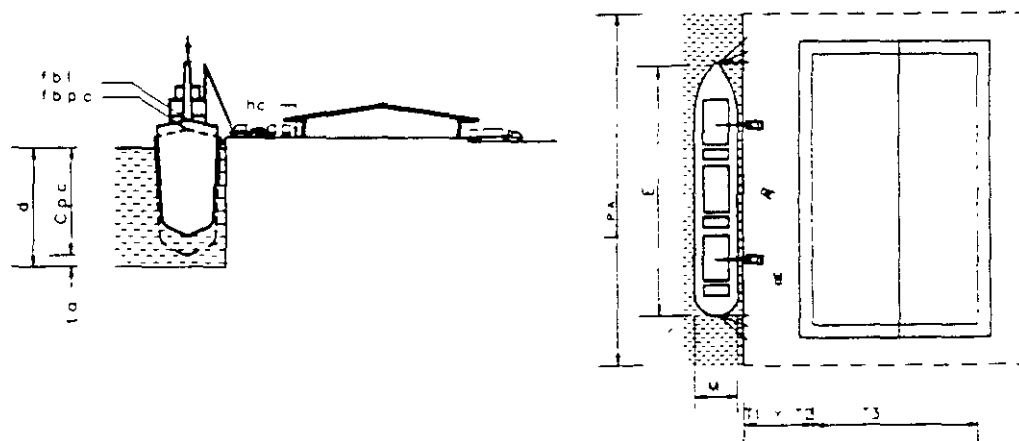


Figura 5.82 Dimensiones del muelle para carga fraccionada y/o unitizada

Longitud del muelle (*)	$L = 1E + 1M = 141 \text{ m} + 19 \text{ m} = 160 \text{ m. mínimo}$
Profundidad del muelle	$d = Cpc + ta = 8.3 + 0.60 \text{ aprox. } 9 \text{ m. mínimo.}$
Altura de cubierta	$h.c = (f.b.l + f.b.p.c)/2 = +3.00 \text{ m aprox.}$

(*) Barco de 10,000 T.R.B. Carga general

Observaciones

Para T.1 + T.2 (ancho de cubierta del muelle) se deben tomar en cuenta las condicionantes físicas del equipo de operación rodante o fijo para efectos de cálculo de esta cubierta y sus detalles constructivos.

Para "h" (altura de cubierta), el objetivo es que en condiciones normales no se llegue a inundar. por lo que es necesario tomar en cuenta, además del francobordo especificado que la referencia sea a N.P.M. (Nivel de Pleamar Máximo) en el sitio.

Se recuerda, según el capítulo 3 que en el Golfo de México se tomó como

referencia general el N.B.M. (el Nivel de Bajamar Media) y en el Pacífico el N.B.M.I. (Nivel de Bajamar Media Inferior) cuyas variaciones no exceden de 1.20 m. a excepción del Golfo de California en su zona norte, en donde las mareas tienen variaciones mayores, llegando hasta más de 7.00 m, lo que origina diseños especiales de el "h" de los frentes de atraque.

Se recomienda, que un Puesto de Atraque de Carga Fraccionada anualmente pueda mover 100,000 ton. sin tiempos exagerados de espera de los buques, aunque en algunos casos (carga en sacos y algunas cargas unitizadas representan 30 o 40% del total) se puede alcanzar hasta 150,000 tons/año.

T.1 Area de Carga-Descarga, Embarcación-Muelle

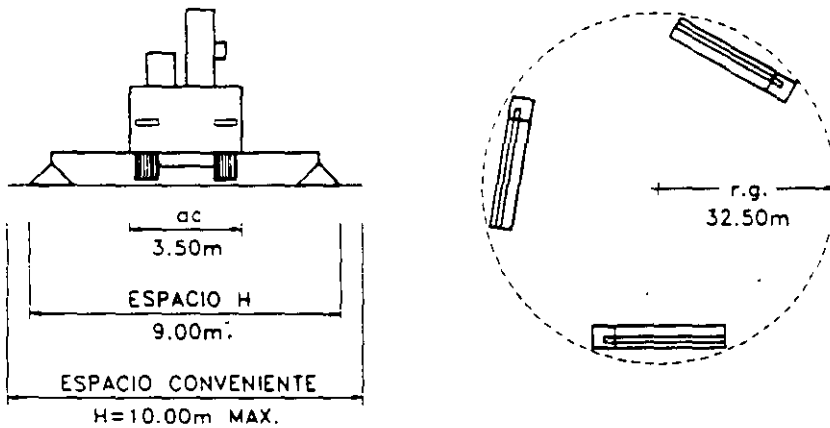


Figura 5.83 Area de carga-descarga T.1. Carga general y/o unitizada

De acuerdo con la grúa de tamaño máximo.

a.c = 3.50 m. mínimo H = 10 m. normal

r.g (remolques y plataformas) = 32.50 m. máximo

La dimensión que se recomienda para T.1 de acuerdo a la grúa indicada = 10 m. normal.

En los extremos del frente de atraque, o muelle se recomienda dejar espacio para que aloje el radio de giro máximo de 32.50 m. para operar remolques-plataformas.

T.2 Area de transferencia al almacenamiento

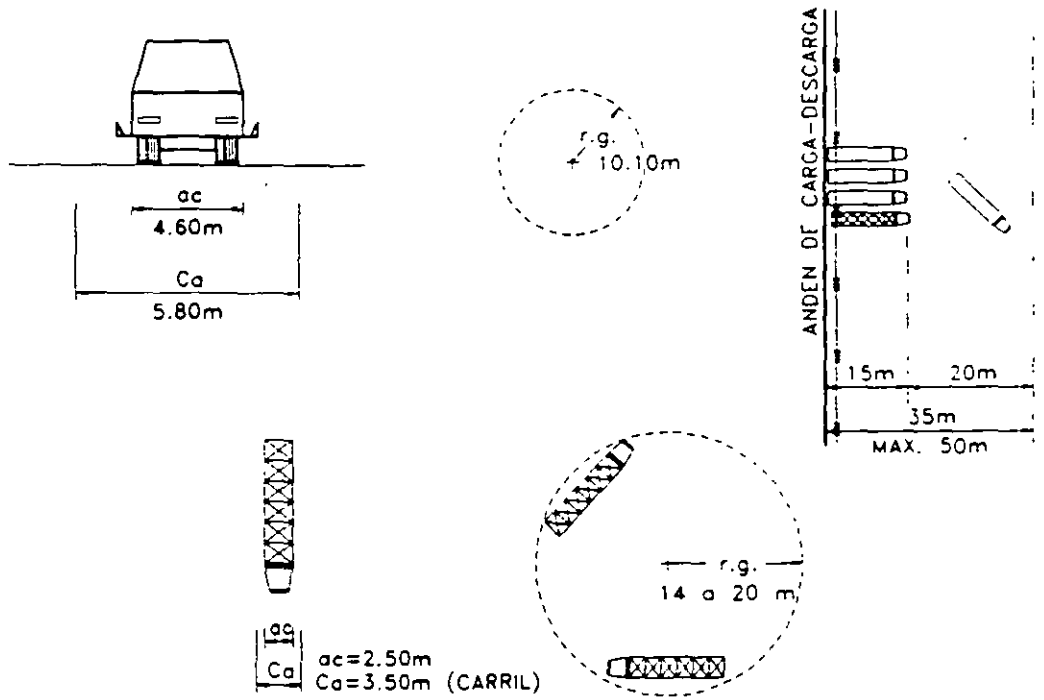


Figura 5.84 Area de transferencia al almacenamiento T.2.

T.2 De cubierta del muelle se dimensiona con un carril de montacargas (C.a a 5.80 m. + 2 C.a de remolques plataformas (2 x 3.50 = 7 m.) + espacios entre equipos (ajuste a 2.20 m.) = 15 m. normal

Ancho de cubierta del muelle T.1 + T.2 = 25 m. normal

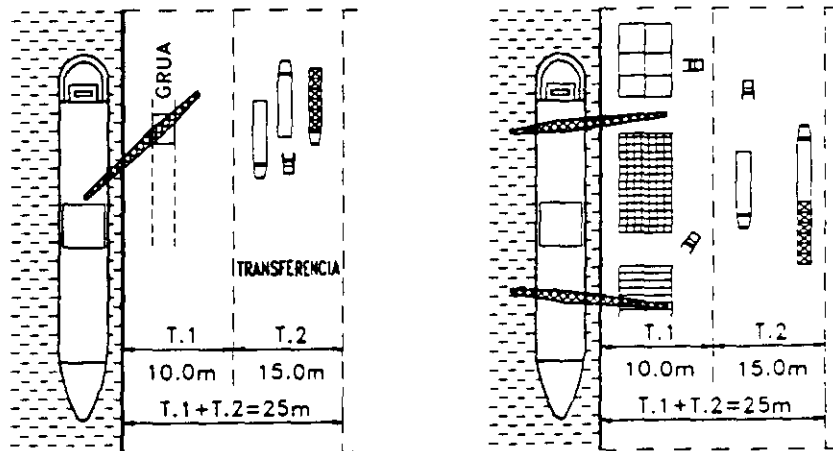


Figura 5.85 Ancho de cubierta del muelle (T.1 y T.2)

T.3 Areas de Almacenamiento

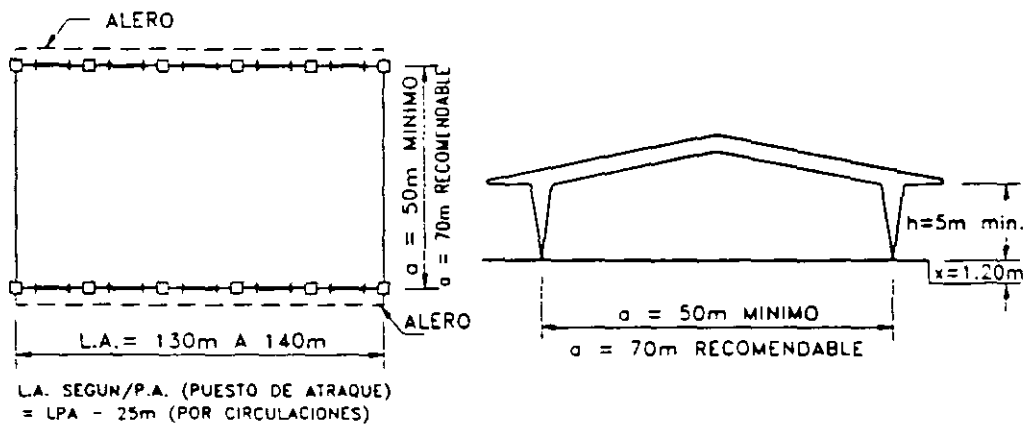


Figura 5.86 Bodega de tránsito

Bodegas de Tránsito

Condicionantes:

- Según el tonelaje a nivel del puerto de atraque almacenado y de entrega directa (carga en tránsito en un período máximo de 10 días).
- Determinación del volumen neto necesario según la densidad de la carga, previniendo un 20% más.
- Altura media de apilamiento = 2 m. (de 1 a 3 m)
- Superficie total = superficie necesaria + 40% de circulaciones y control.
- Se recomienda, en casos específicos, incrementar un 40% más por imprevisión del movimiento del hinterland.
- Longitud de la bodega, según la longitud del puerto de atraque
- Preferible evitar columnas internas
- Ventilación e iluminación natural y artificial suficientes
- Puertas con un vano mínimo 5 x 5 m.

Bodegas de Tránsito Especiales

Dimensiones similares a las anteriores, varían en que se pueden dividir por diferentes cargas especiales como el caso de carga refrigerada o congelada o para ambientes particulares según condicionantes específicos de la carga y el equipo que se utilice.

Bodegas Estacionarias

Condicionantes:

- Se requieren cuando el flujo de la carga excede la capacidad de las bodegas de tránsito
- Cuando una terminal portuaria se dedica a prestar comercialmente el servicio de almacenamiento.
- Las dimensiones de estas bodegas son variables dependiendo de los tipos de carga y la planeación del puesto de atraque.
- Se recomienda, en lo posible, dimensiones semejantes a las bodegas de tránsito.

Cobertizos

- Pueden ser de tránsito o estacionarios y su uso es generalmente para cargas peligrosas o especiales.
- Dimensiones: Variables (similares a las de las bodegas).

Patios de Almacenamiento

- Tránsito o estacionarios
- Dimensiones variables, se recomienda que se ajusten según la planeación del Puesto de Atraque en relación a la circulación; el ancho y largo son similares a las bodegas y sus accesos también.

T.4 Accesos y Vialidades, Estacionamientos y Control

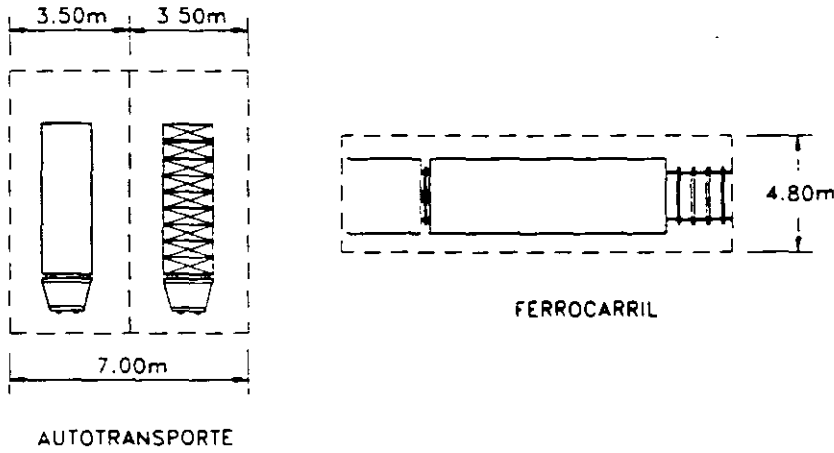


Figura 5.87 Accesos T.4 carga fraccionada y/o unitizada

- Accesos autotransporte y ferrocarril previsión de dos carriles para trailers o plataformas para acceder al área de transferencia (T.2) o al almacenamiento (T.3)

Controles de Acceso

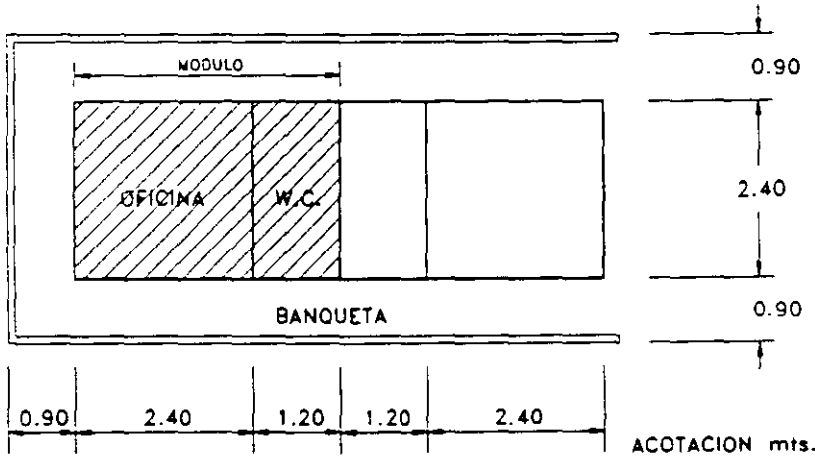
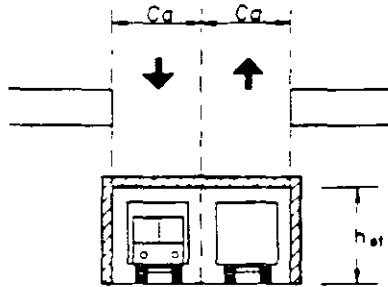


Figura 5.88 Controles de acceso T.4 carga fraccionada y/o unitizada

Consisten en casetas en los accesos exteriores para alojar autoridades y entidades operadoras

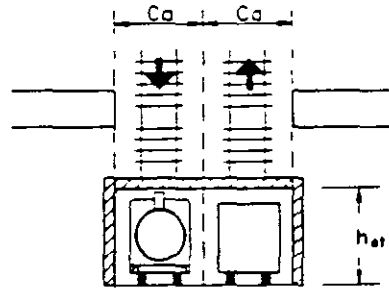
Módulos de 2.40 x 3.60 m

Entradas



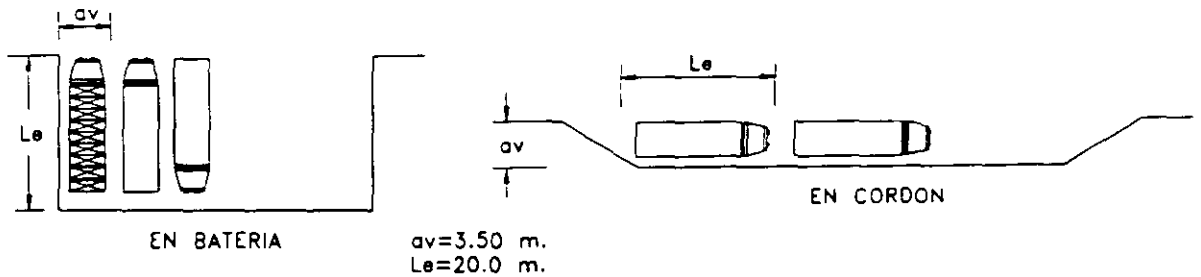
$Ca = \text{ANCHO DE CARRIL} = 3.5\text{m}$
 $h_{et} = \text{ALTURA LIBRE O GALIBO} = 5.0\text{m}$

Figura 5.89 Entrada de autotransporte



$Ca = \text{ANCHO DE CARRIL} = 4.8\text{m}$
 $h_{et} = \text{ALTURA LIBRE O GALIBO} = 5.0\text{m}$

Figura 5.90 Entrada ferrocarril



$av = 3.50 \text{ m.}$
 $Le = 20.0 \text{ m.}$

Figura 5.91 Estacionamiento autotransporte

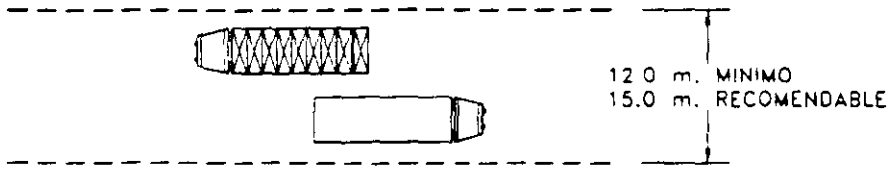


Figura 5.92 Vialidad accesos interiores

T.5 Mantenimiento y Reparación de Equipo y Maquinaria

Se requiere de 3 elementos

- Taller mantenimiento
- Almacén de equipo
- Almacén de repuestos y oficina control

Taller de Mantenimiento.

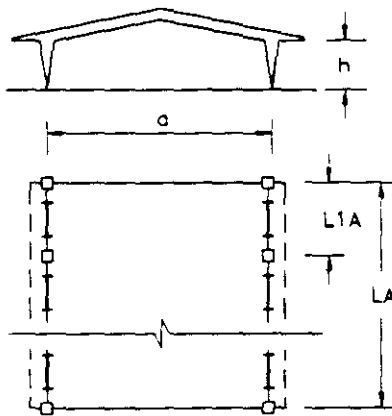


Figura 5.93 Taller de mantenimiento

$a = 15$ a 20 m.

$h = 5$ m. mínimo o 10 m. en sección de equipos de combustión.

$LA =$ Variable

$L1A = 6$ m. con puertas de 5 m. mínimo

Con las siguientes secciones:

- Sección mecánica con grúa pórtico y dispositivos, elevadores para piezas pesadas.
- Sección mecánica para pruebas de tracción (amarres, cables, eslingas)

- Sección mecánica de equipos de inyección de combustible con fosas y elevadores hidráulicos
- Sección eléctrica y de acumuladores de equipo de tracción
- Pequeña sección electrónica, recomendación para la capacidad del taller según 3 puestos de atraque.

Recomendaciones para la capacidad del taller según 3 puestos de atraque

20% grúas móviles	
25% montacargas	= 7 unidades
20% tractores	= 3 unidades
5% remolques	= 3 unidades

Almacén de Equipo

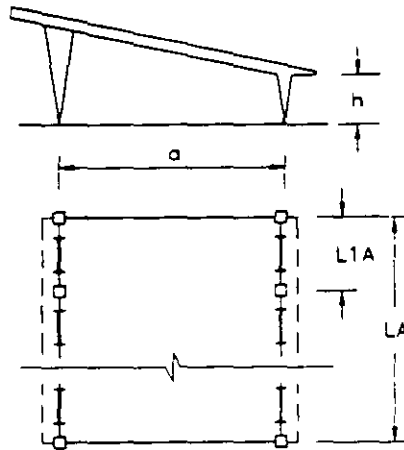


Figura 5.94 Almacén de equipo

$a = 15$ a 20 m.
 $h = 5$ m. mínimo
 $L1A = 4$ a 6 m.
 $LA =$ Variable

Con las siguientes variantes:

- Descubierta: en patios cercados para control
- Cubierta: En pórticos (también se aprovecha circulaciones de las bodegas cuando no están operando.
- En pórticos para resguardo de la intemperie (lluvia, sol), según condicionantes económicos del puesto de atraque.

T.5 Almacén de Repuestos y Oficina de Control (unidad de mantenimiento)

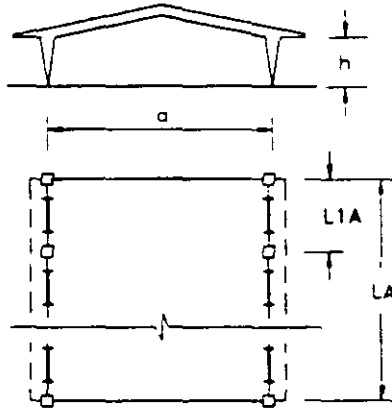


Figura 5.95 Almacén de repuestos y control (mantenimiento)

$a = 10$ m.
 $h = 5$ m. mínimo
 $L1A = 5$ m.
 $LA =$ Variable

5.3.5.2 Puesto de atraque para contenedores

El dimensionamiento del puesto de atraque para contenedores, depende de las siguientes consideraciones:

- Las embarcaciones de contenedores tienen altos costos de operación que dependen de la ubicación regional y nacional de los atracaderos que brinden servicios a buques oceánicos y buques de enlace.
- Para que sea costeable establecer puestos de atraque de contenedores se estima que el Puerto pueda mover más de 50,000 TEU/año, si no será necesario tener frentes-polivalentes que puedan mover carga unitizada, pero también parte de contenedores
- La productividad que estima la UNCTAD para ser costeable el puesto de atraque especializado de contenedores, recomienda 442 contenedores en 24 hrs de estadía o escala del buque y se indica que con dos grúas por frente de atraque se podría mover máximo hasta 860 contenedores/24 hrs.

Las dimensiones del puesto de atraque varían según el sistema de manipulación de los contenedores por lo que se clasifican en:

- a) Sistema de almacenamiento con remolques
- b) Sistema de carretillas pórtico
- c) Sistema de grúas pórtico
- d) Sistemas mixtos (según el mejor equipo para cada operación determinada)

Los sistemas indicados tienen diferentes dimensiones que se reflejan en sus puestos de atraque.

Para efectos del dimensionamiento del Puesto de Atraque de Contenedores, se tomó en cuenta lo señalado por la PIANC (Asociación Internacional de Congresos de Navegación) en su anexo al boletín No. 56 clasificándolos en:

- Puesto de Atraque para embarcaciones de la primera generación con capacidad hasta de 750 TEU
- Puesto de Atraque para embarcaciones de la segunda generación de 1500 TEU
- Puesto de atraque para embarcaciones de la 3ra. generación de 3000 TEU
- Puesto de atraque para embarcaciones de la 4ta. y 5ta. generación de 4000 y 5000 TEU

PUESTO DE ATRAQUE (P.A.) PARA CONTENEDORES

- Embarcaciones 750 TEU (1ra. generación)

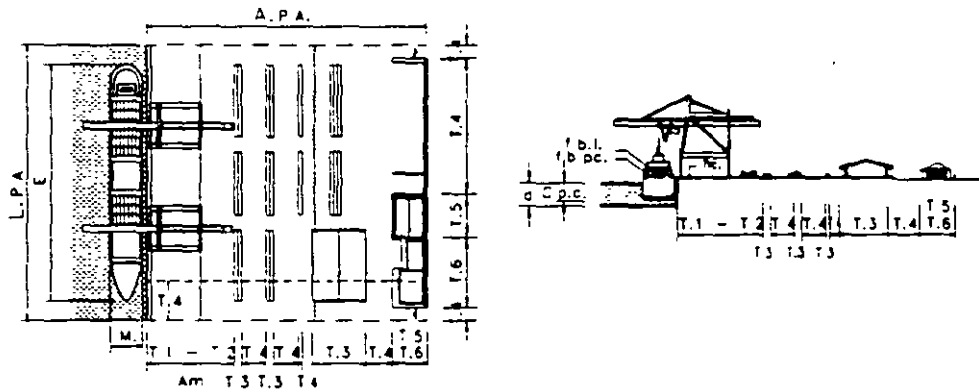


Figura 5.96 Dimensiones del P.A. para contenedores 750 TEU

El ancho del puesto de atraque lo forma la suma de varias filas de almacenamiento de contenedores (T.3), sus espacios de maniobra y circulación según el equipo (T.2 y T.4) además del ancho de cubierta del muelle (T.1 y T.2) espacio de servicios y mantenimiento (T.5 y T.6). En detalle depende del equipo específico de la operación.

$$\begin{aligned} \text{A.P.A.} &= \text{T.1} + \text{T.2} + \text{T.3} + \text{T.4} + \text{T.5} + \text{T.6} = 175 \text{ m. mínimo} \\ \text{L.P.A.} &= \text{L} = \text{E} + 1 \text{ M} = 155 \text{ m.} + 20 \text{ m} = 175 \text{ m. mínimo} \\ \text{S.P.A.} &= \text{L.P.A} \times \text{A.P.A} = 3 \text{ has mínimo} \end{aligned}$$

MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE (F.A)

$$\begin{aligned} \text{L} &= \text{E} + 1 \text{ M} = 155 \text{ m.} + 20 \text{ m.} = 175 \text{ m. mínimo (emb.de 14,000 T.P.M)} \\ \text{d} &= \text{C.p.c} + \text{t.a} = 8.40 \text{ m.} + 0.60 \text{ m.} = 9.00 \text{ m. mínimo} \\ \text{h.c} &= (\text{f.b.l} + \text{f.b.p.c}) / 2 \text{ (se recomienda)} = +3.00 \text{ m normal} \\ \text{h.g} &\text{ (Se recomienda)} = + 30 \text{ m. mínimo (sobre nivel de h.c)} \end{aligned}$$

Ancho de Cubierta

Se considera la suma de T.1 y T.2

$$\text{T.1} + \text{T.2} = 7.00 \text{ m.} + 15.00 \text{ m (con grúa convencional)} = 22 \text{ m. normal}$$

$$\text{T.1} + \text{T.2} = 23.00 \text{ m.} + 15.00 \text{ m (con grúa pórtico)} = 38.00 \text{ m. normal}$$

- Embarcaciones de 1000-1500 TEU (2a. generación)

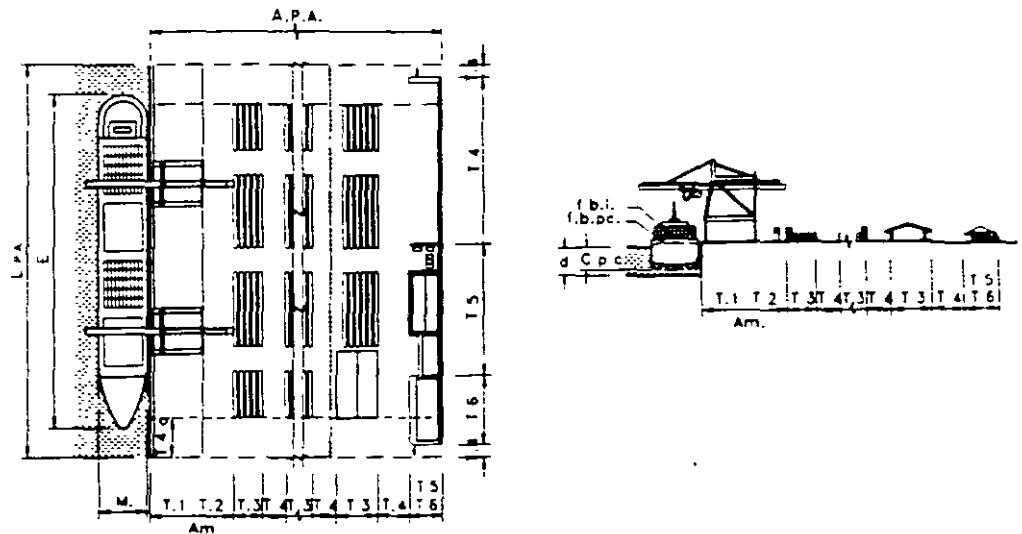


Figura 5.97 Dimensiones del P.A para contenedores 1500 TEU

Se recomienda para este puesto de atraque, considerar el frente de atraque que a continuación se detalla:

$$\begin{aligned}
 \text{A.P.A} &= \text{T.1} + \text{T.2} + \text{T.3} + \text{T.4} + \text{T.5} + \text{T.6} = 240 \text{ m. mínimo} \\
 \text{L.P.A} &= \text{L} \quad (\text{se recomienda}) = 250 \text{ m. mínimo} \\
 \text{S.P.A} &= \text{A.P.A} \times \text{L.P.A} = 6 \text{ has. mínimo}
 \end{aligned}$$

MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE (F.A)

$$\begin{aligned}
 \text{L} &= \text{E} + 1\text{M} = 210 \text{ m.} + 31 \text{ m. aprox. } 250\text{m. min. (emb. de 30,000 TPM)} \\
 \text{d} &= \text{C.p.c} + \text{t.a} = 10.50 \text{ m.} + 0.60 \text{ m.} = 11.10 \text{ m. mínimo} \\
 \text{h.c} &= (\text{f.b.l} + \text{f.b.p.c}) / 2 \text{ (se recomienda)} = + 3.50 \text{ normal} \\
 \text{h.g} &\text{ (se recomienda)} = +30 \text{ m. mínimo (sobre nivel de h.c)}
 \end{aligned}$$

Ancho de Cubierta

Se considera la suma de T.1 + T.2

$$\text{T.1} + \text{T.2} = 37.50 \text{ m} + 15.00 \text{ m} = 53.50 \text{ normal.}$$

- Embarcaciones de 3000 TEU (3ra. generación)

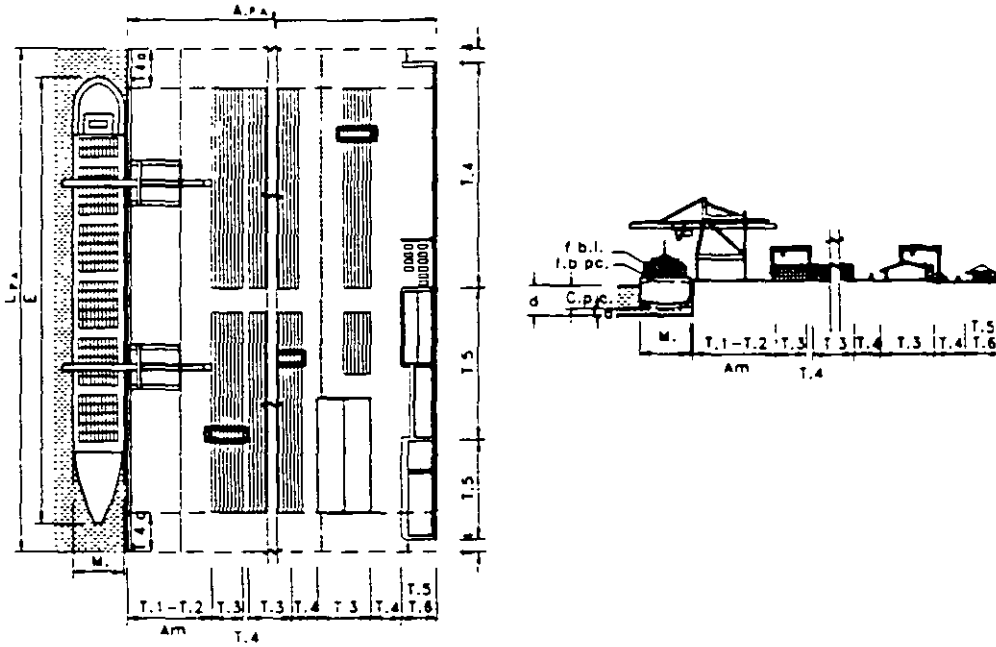


Figura 5.98 Dimensiones del P.A. para contenedores 3000 TEU

$$\begin{aligned}
 \text{A.P.A} &= \text{T.1} + \text{T.2} + \text{T.3} + \text{T.4} + \text{T.5} + \text{T.6} &= 310 \text{ m. mínimo} \\
 \text{L.P.A} &= \text{L} \quad (\text{se recomienda}) &= 320 \text{ m. mínimo} \\
 \text{S.P.A} &= \text{A.P.A} \times \text{L.P.A} &= 10 \text{ has. mínimo}
 \end{aligned}$$

MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE (F.A)

$$\begin{aligned}
 \text{L} &= \text{E} + 1\text{M} = 285 \text{ m.} + 32.20 \text{ m.} \text{ aprox. } 320 \text{ m. mínimo} \\
 &(\text{emb. de } 35,000 \text{ a } 40,000 \text{ T.P.M}) \\
 \text{d} &= \text{C.p.c} + \text{t.a} = 11.50 \text{ m.} + 0.60 \text{ m.} = 12.10 \text{ m. mínimo} \\
 \text{h.c} &= (\text{f.b.l} + \text{f.b.p.c})/2 \text{ (se recomienda)} = +3.50 \text{ normal} \\
 \text{h.g.} &(\text{se recomienda}) = 30 \text{ m (sobre nivel de h.c).}
 \end{aligned}$$

Ancho de Cubierta

$$\begin{aligned}
 &\text{Se considera la suma de T.1} + \text{T.2} \\
 \text{T.1} + \text{T.2} &= 37.50 \text{ m} + 15.00 \text{ m} = 53.50 \text{ m. normal}
 \end{aligned}$$

- Embarcaciones de 4000 - 4250 TEU 4ta. generación
- Embarcaciones de 5000 TEU (futuras) 5ta. generación

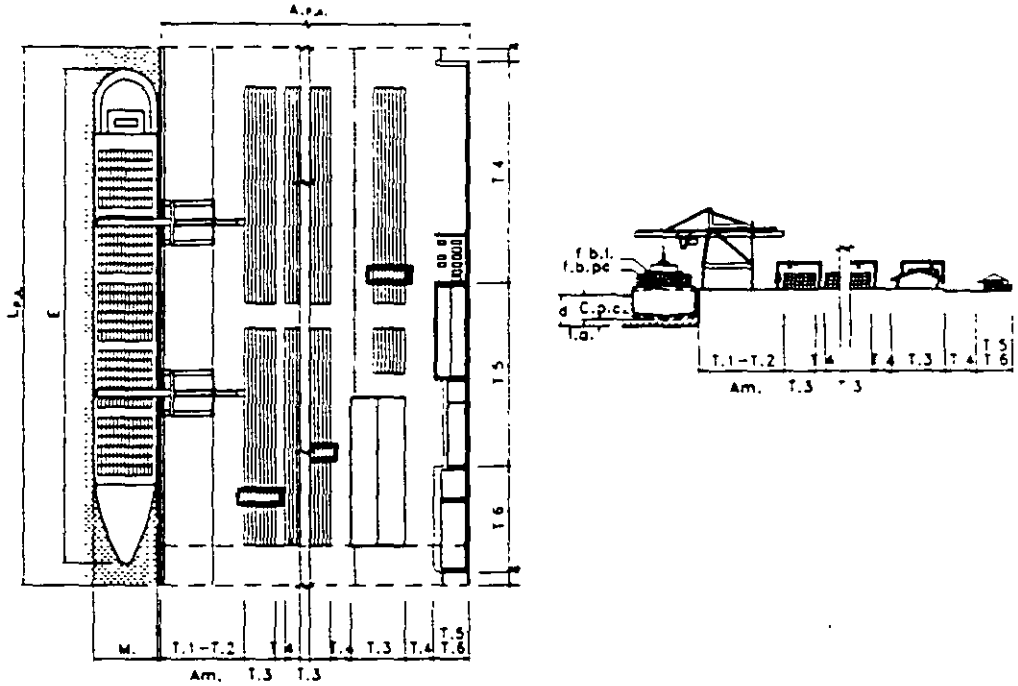


Figura 5.99 dimensiones del P.A. para contenedores 4000 a 5000 TEU.

Se observa que las embarcaciones de la 4ta. generación operan actualmente en los puertos de los países desarrollados y el interés de incluirlas es para que en el futuro próximo se prevean las áreas necesarias en la creación de nuevas terminales de contenedores. A su vez es necesario a mayor plazo tomar en cuenta las tendencias que hacen prever las embarcaciones para 5000 T.E.U (5ta. generación) aquí se indican las dimensiones para ambos casos.

$$A.P.A = T.1 + T.2 + T.3 + T.4 + T.5 + T6 = 600 \text{ m. mínimo a } 800 \text{ m. máximo}$$

$$L.P.A = L = 315 \text{ m mínimo a } 360 \text{ m máximo}$$

$$S.P.A = A.P.A \times L.P.A = \text{aprox. } 19 \text{ has. mínimo a } 28.8 \text{ has. máximo.}$$

$$S.P.A \text{ (se recomienda) } = 22.5 \text{ has. normal.}$$

MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE (F.A)

$$L = E + 1M = 290 \text{ m} + 32.20 \text{ m. aprox. } 325 \text{ m. mínimo;}$$

$$320 \text{ m} + 39.60 \text{ m. aprox. } 360 \text{ m. máximo.}$$

(embarcación de 40 a 50,000 T.P).

$$d = C.p.c + t.a = 11.80 \text{ m} + 0.60 \text{ m. aprox. } 12.50 \text{ m. mínimo}$$

$$= 13.00 \text{ m.} + 0.60 \text{ m. aprox. } 13.60 \text{ normal}$$

$$h.c = (f.b.l + f.b.p.c)/2 \text{ (se recomienda)} = +3.50 \text{ normal}$$

$$h.g \text{ (se recomienda)} = 30 \text{ m. (sobre el nivel de h.c)}$$

Ancho de cubierta

Se considera la suma de T.1 y T.2

$$T.1 + T.2 = 37.50 \text{ m} + 15.00 \text{ m} = 53.50 \text{ m normal}$$

A continuación se indican las dimensiones de las áreas T. 1, T.2, T.3, T.4 y T.5 que se incluyen en los cuatro tipos de puestos de atraque de contenedores.

Estas áreas se determinan por la relación con los sistemas de operación o manipulación de los contenedores y su aplicación depende de los factores siguientes:

- Disponibilidad de terreno para el puesto de atraque.- áreas amplias o restringidas y condicionantes de resistencia del suelo para apilar.
- Adquisición y mantenimiento del equipo, debido a sus costos y a la facilidad de adquisición de refacciones y repuestos (importación del extranjero)
- Lograr una operación económica y fluida de acuerdo al equipo específico de manipulación y al proyecto de la terminal en detalle

El éxito del puesto de atraque dependerá de la selección del sistema de operación de acuerdo a los factores enunciados o de la combinación de estos sistemas.

PUESTO DE ATRAQUE	SISTEMA DE REMOLQUES-PLATAFORMAS	SISTEMA DE CARRETILLAS PORTICO	SISTEMA DE GRUAS PORTICO	SISTEMA MIXTO (COMBINACION DE LOS OTROS)
EMBARCACIONES 750 TEU (PRIMERA GENERACION)	⊕	○		⊕
EMBARCACIONES 1500 TEU (SEGUNDA GENERACION)	⊕	○	+	⊕
EMBARCACIONES 3000 TEU (TERCERA GENERACION)	○	⊕	⊕	○
EMBARCACIONES 4000 Y 5000 TEU (CUARTA Y QUINTA GENERACION)	+	⊕	⊕	

⊕ RECOMENDABLE ○ POSIBLE + CASOS ESPECIALES

Figura 5.100 Cuadro de combinación de tipos de puestos de atraque y de sistemas de manejo contenedores.

SISTEMA DE REMOLQUES Y PLATAFORMAS

Areas T.1 y T.2

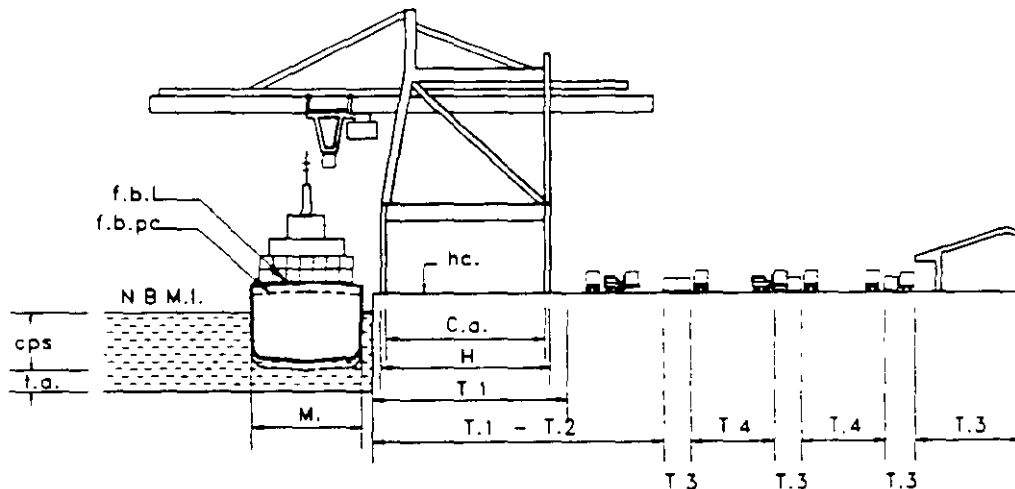


Figura 5.101 Areas T.1 y T.2 sistema de remolques y plataformas

-En Puestos de Atraque de Embarcaciones 750 TEU

T.1 con grúa convencional (de pluma) aprox. 45 tons. de capacidad

H = 7 m. normal

C.a = 3.00 aprox. 3.50 m. normal

r.g máximo = 24.5 m.

T.1 = H = 7.00 m. normal

T.1 con grúa de muelle (de pórtico) capacidad máxima de 36 tons.

H = C.a + distancia al borde del muelle y ancho patas de grúa (min. 3 m)

H = 20 + 3 m = 23.00 mínimo

T.2 se dimensiona similar a la de carga fraccionada y/o unitizada = 15.00 normal

T.1 + T.2 -(con grúa convencional aprox. 45 ton) = 7.00 + 15.0 = 22 m. normal

T.1 + T.2 (con grúa de pórtico aprox. 36 tons)
 T.1 + T.2 = 23.0 + 15.0 = 38.0 m. normal (recomendable)

En Puestos de Atraque para Embarcaciones de 1500, 3000 y 4000 -5000 TEU

T.1 con grúas pórtico de 40 a 70 tons.

H = C.a + distancia al borde del muelle y ancho de las patas de grúa = 35 m.
 + 2.50 m. mínimo + 1.00 m = 38.50 m.

T.1 = H = 38.50 m normal

T.2 similar a carga fraccionada y/o unitizada = 15 m. normal

T.1 + T.2 = 38.50 + 15 m. = 53.50 normal

T.3 Almacenamiento

- Un nivel de apilamiento.
- Dos filas (pueden ser mas filas cuando es un solo cliente).

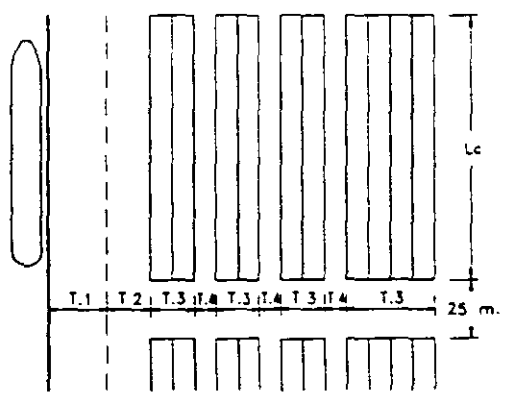


Figura 5.102 Area T.3 Sistema de remolques y plataformas

T.3 Filas de 2 contenedores. = 4.80 m.

L.c. = de acuerdo a la longitud del puesto de atraque

L.c. = L.P.A. - 25 m. mínimo

Nota. Las filas pueden ser paralelas o perpendiculares al muelle según la planeación del puesto de atraque menos 25 m. mínimo. de circulaciones de los extremos.

T.4 Vialidades, Control y Accesos

Vialidad

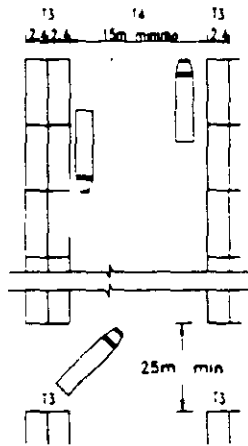


Figura 5.103 Area T.4 Sistema de remolques y plataformas

Nota. Con los 25 m de vialidad perpendicular se puede satisfacer el radio de giro de plataforma y trailers.

Para accesos y control ver área T.4 para todos los sistemas (figura 5.110)

SISTEMA DE CARRETILLAS PORTICO.

Areas T.1 y T.2

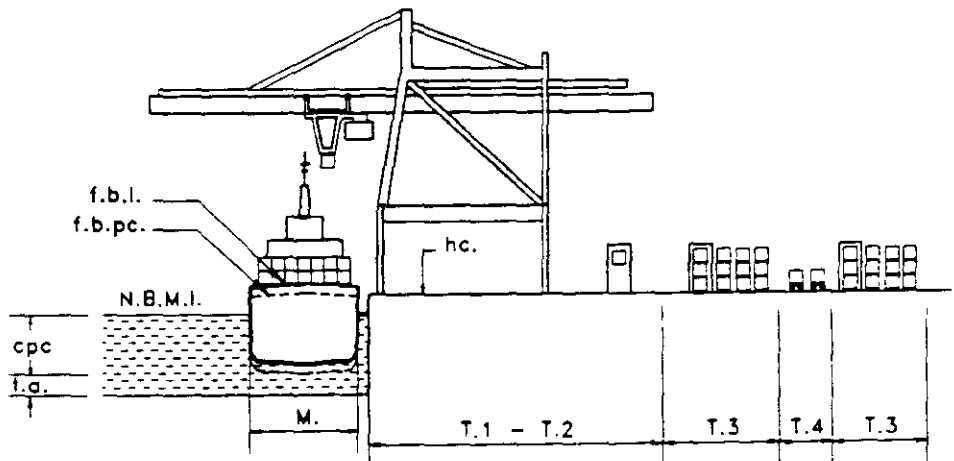


Figura 5.104 Areas T.1 y T.2 sistema de carretillas-pórtico

- En Puestos de Atraque de Embarcaciones 750.TEU

T.1 con grúa convencional (de pluma) aprox. 45 tons. de capacidad

H = 7 m. normal
r.g máximo = 24.5 m.

C.a = 3.00 aprox. 3.50 m. normal
T.1 = H = 7.00 m. normal

T.1 con grúa de muelle (de pórtico) capacidad máxima de 36 tons.

H = C.a + distancia al borde del muelle y ancho patas de grúa (mínimo 3 m.)
H = 20 + 3 m. = 23.00 mínimo

T.2 se dimensiona similar a área fraccionada y/o unitizada = 15.00 normal

T.1 + T.2 (con grúa convencional aprox. 45 tons) = 7 + 15 = 22 m. normal

T.1 + T.2 (con grúa de pórtico aprox. 36 tons) = 23 + 15 = 38 m normal
(recomendable)

- En Puestos de Atraque para Embarcaciones 1500, 3000 y 4000 - 5000 TEU

T.1 con grúas pórtico de 40 a 70 tons.

H = C.a + distancia al borde del muelle y ancho patas de grúa = 35 m + 2.5 m.
mínimo + 1.00 m = 38.50 m

T.1 = H = 38.50 m. normal

T.2 similar a carga fraccionada y/o unitizada = 15 m. normal

T.1 + T.2 = 38.50 + 15 m. = 53.50 normal

T.3 Almacenamiento

Dos o tres niveles de apilamiento

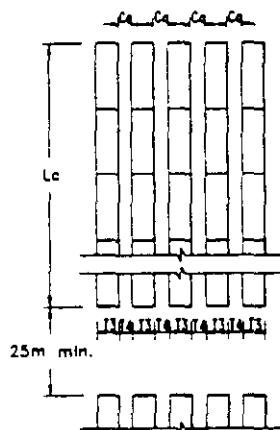


Figura 5.105 Area T.3 Sistema de carretillas-pórtico 2 o 3 niveles de apilamiento

Número de filas de acuerdo a la planeación que se realice
 Dos o tres niveles de apilamiento según el tipo de carretilla

T.4 Vialidad, Control y Accesos

Vialidades. Espacio para las ruedas de la carretilla $C_a = 1.50$ m. mínimo

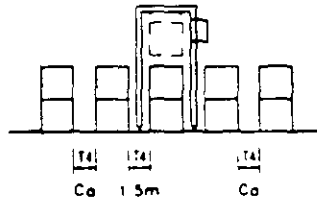


Figura 5.106 Area T.4 sistema de carretillas-pórtico

Para accesos y control ver área T.4 para todos los sistemas (figura 5.110)

SISTEMA CON GRUAS DE PORTICO DE PATIO

Areas T.1 y T.2

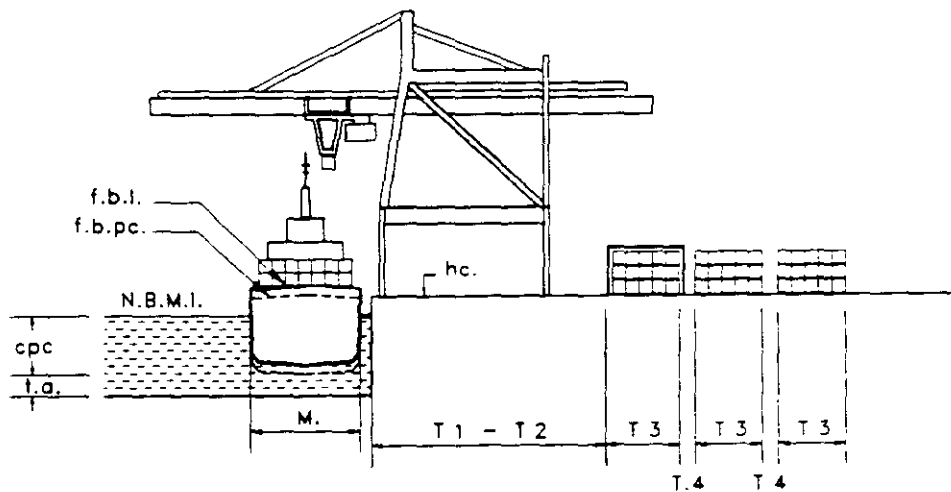


Figura 5.107 Areas T.1 y T.2 sistema con grúas de pórtico de patio

-En Puestos de Atraque para Embarcaciones 1500, 3000 y 4000-5000 TEU

T.1 con grúas pórtico de 40 a 70 tons.

$H = C.a + \text{distancia al borde del muelle y ancho patas de grúa} = 35\text{ m} + 2.5\text{ m. mínimo} + 1.00\text{ m} = 38.50\text{ m}$

T.1 = H = 38.50 m. normal

T.2 similar a carga fraccionada y/o unitizada = 15 m normal

T.1 + T.2 = 38.50 + 15 m = 53.50 m. normal

T.3 Almacenamiento

- Apilamiento máximo: 5 niveles con grúa sobre rieles
- Apilamiento máximo: 4 niveles con grúa sobre neumáticos.
- Número de filas: 4 a 8, según el tipo de grúa pórtico.

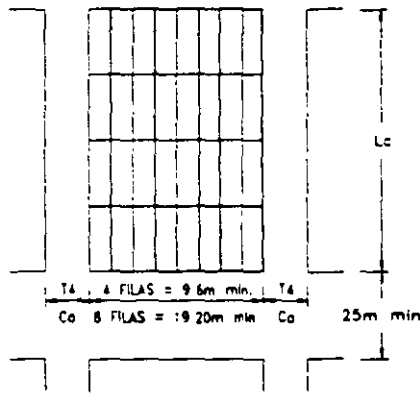


Figura 5.108 Area T.3 sistema con grúas de pórtico de patio

Lc = Longitud del puesto de atraque menos 25 m. mínimo

T.4 Vialidades, Control y Accesos

Vialidades

Carril de grúa de 40 tons (max.), T.4 = 3.00 m. mínimo preferible 3.60 m

Carril entre bloques de filas = 25 m. mínimo

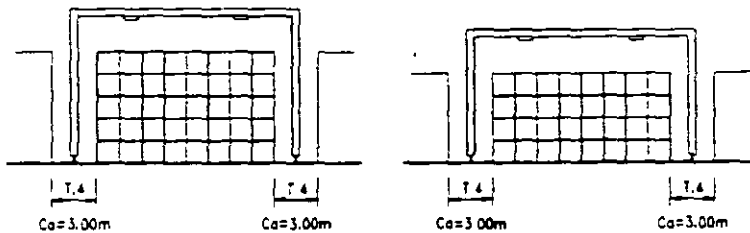


Figura 5.109 Area T.4 sistema con grúas de pórtico de patio

Para accesos y control ver área T.4 para todos los sistemas (figura 5.110)

Para contenedores especiales y refrigerados.

- Filas y niveles según el sistema-equipos, adicionandoles las redes y conexiones eléctricas.
- Se ubican en sitios separados de las filas normales de contenedores.

PARA TODOS LOS SISTEMAS

Condicionantes generales para los puestos de atraque de contenedores:

- Productividad con 2 grúas de muelle para cada puesto de atraque = 450 contenedores/24 hrs. (experiencia según estadísticas manual ONU-UNCTAD)

- Se considera como una operación eficiente en las áreas de tierra:

Clasificación y separación de los contenedores eficiente, según su tipo, peso, origen-destino, tanto de llegada como de salida y sus frecuencias.

Contar con espacios para contenedores dañados y vacíos así como inservibles (en patios y los lugares de reparación)

- Período de estancia de los contenedores en el puesto de atraque. (similar a la carga general): (Importación.- 7 días; exportación.- 5 días; vacíos.- 20 días)
- Para la planeación de áreas de almacenamiento en el Manual ONU-UNCTAD, se cuenta con gráficas para calcular las superficies totales según el movimiento y operación del puesto de atraque.
- Superficie necesaria por c/TEU según sistema, equipo y niveles de apilamiento:

Equipo	Niveles TEU	m ² POR C/TEU
Chasis	1	65 m ²
Carr. Pórtico	1	30 m ²
Carr. Pórtico	2	15 m ²
Carr. Pórtico	3	10 m ²
Grúa Pórtico	2	15 m ²
Grúa Pórtico	3	10 m ²
Grúa Pórtico	4	5 m ²

Areas T.3

- Bodega de Consolidación

Objeto: Cargar y descargar el contenido de los contenedores.

Acciones: Llenar, vacíos, consolidar y clasificar los contenedores para su envío.

Dimensiones: Similares a las bodegas de tránsito de la carga fraccionada y/o unitizada. Recomendaciones de su área según la experiencia (manual ONU-UNCTAD) varía de 3,500 a 7,800 m² por cada puesto de atraque; localización próxima a los accesos terrestres, puertas con vanos mínimos de 5.0 x 5.0 m con andenes y aleros en ambos lados de la recepción de la carga o contenedor.

- Almacenamiento de Contenedores Vacíos

Dimensiones: variables, dependen de la exportación-importación.

Localización: Alejados de los frentes de atraque y de las áreas de almacenamiento de contenedores en tránsito en patios con accesos fluidos.

- Controles de Acceso

Similares a los puestos de atraque de carga fraccionada y/o unitizada (ver figura 5.88).

Módulo mínimo de 2.40 m x 3.60 m (una oficina y un sanitario).

- Entradas

El mismo gálibro del autotransporte o ferrocarril para el puesto de atraque de carga general, pero adicionada una pasarela superior para inspección.

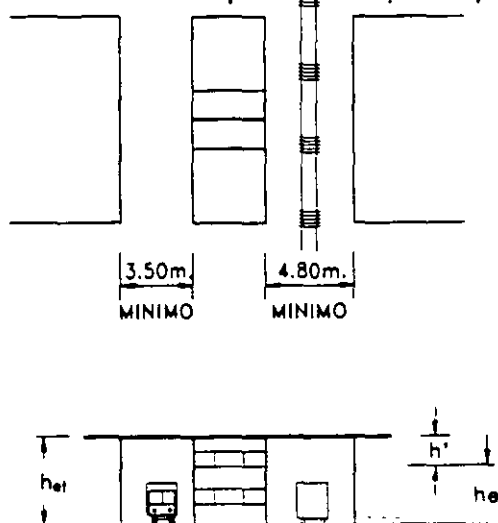


Figura 5.110 Area T.4 Entradas para todos los sistemas

Carril para autotransporte
C.a = 3.50 m. mínimo

Carril de ferrocarril
C.a = 4.80 m. mínimo

he = 5.00 m. mínimo
h' = 2.50 m. mínimo
het = 7.50 m. mínimo

- Estacionamiento de autotransportes, similar al puesto de atraque de carga fraccionada. Ver figura 5.91

Area T.5 Mantenimiento, Reparación de Equipo y Contenedores

Para todos los sistemas de traslación y diversos tipos de puesto de atraque se requiere:

Taller de mantenimiento que comprende:

- Sección de reparación de contenedores.
- Sección mecánica, que incluye grúa corrediza para piezas pesadas
- Sección de pruebas de tracción
- Sección mecánica de motores de combustión (con fosas y elevadores hidráulicos)
- Sección eléctrica y de acumuladores
- Sección electrónica
- Patio de lavado (o pórtico) de chasis y contenedores

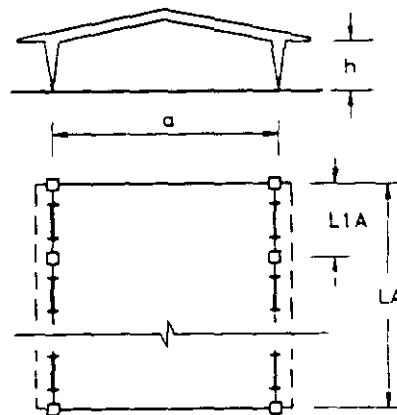


Figura 5.111 Area T.5 Mantenimiento, reparación de equipo y contenedores

a = 20 m. mínimo
h = 6 m. mínimo
h = 10 m. mínimo en la sección de vehículos de combustión
LA = variable
L1A = 6 m. mínimo

Puertas

$a_1 = 6 \text{ m. mínimo}$

$h = 6 \text{ m. mínimo}$

PARA TODOS LOS SISTEMAS.

- Almacén de Equipo

- Descubierta en patios cercados
- Cubierta en pórticos según el tipo de equipo
- Dimensiones: Variables

- Almacén de repuestos y oficina de la unidad de servicio y mantenimiento

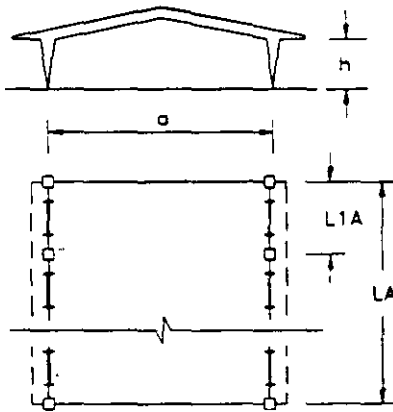


Figura 5.112 Almacén de repuestos (mantenimiento)

$a = 10 \text{ m. mínimo}$

$h = 5 \text{ m. mínimo}$

$L1A = 5 \text{ m. mínimo}$

$L.A = \text{Variable}$

- Puertas de Acceso: Dimensiones variables

5.3.5.3 Puestos de atraque para terminales polivalentes (varias operaciones)

Los puestos de atraque polivalentes con sus respectivos frentes de atraque han surgido como terminales de transición de los movimientos de carga fraccionada y unitizada al movimiento por contenedores y de graneles específicos, que al aumentar considerablemente se hará necesario contar con TERMINALES ESPECIALIZADAS DE CONTENEDORES O DE GRANELES cuando se justifiquen económicamente. Lo anterior sucede en

particular en los países en desarrollo como el caso de nuestro país. Esta transición de acuerdo con experiencias captadas por la UNCTAD no se realiza en forma inmediata, si no a través de fases de expansión del puerto según el desarrollo económico a nivel nacional, regional y continental.

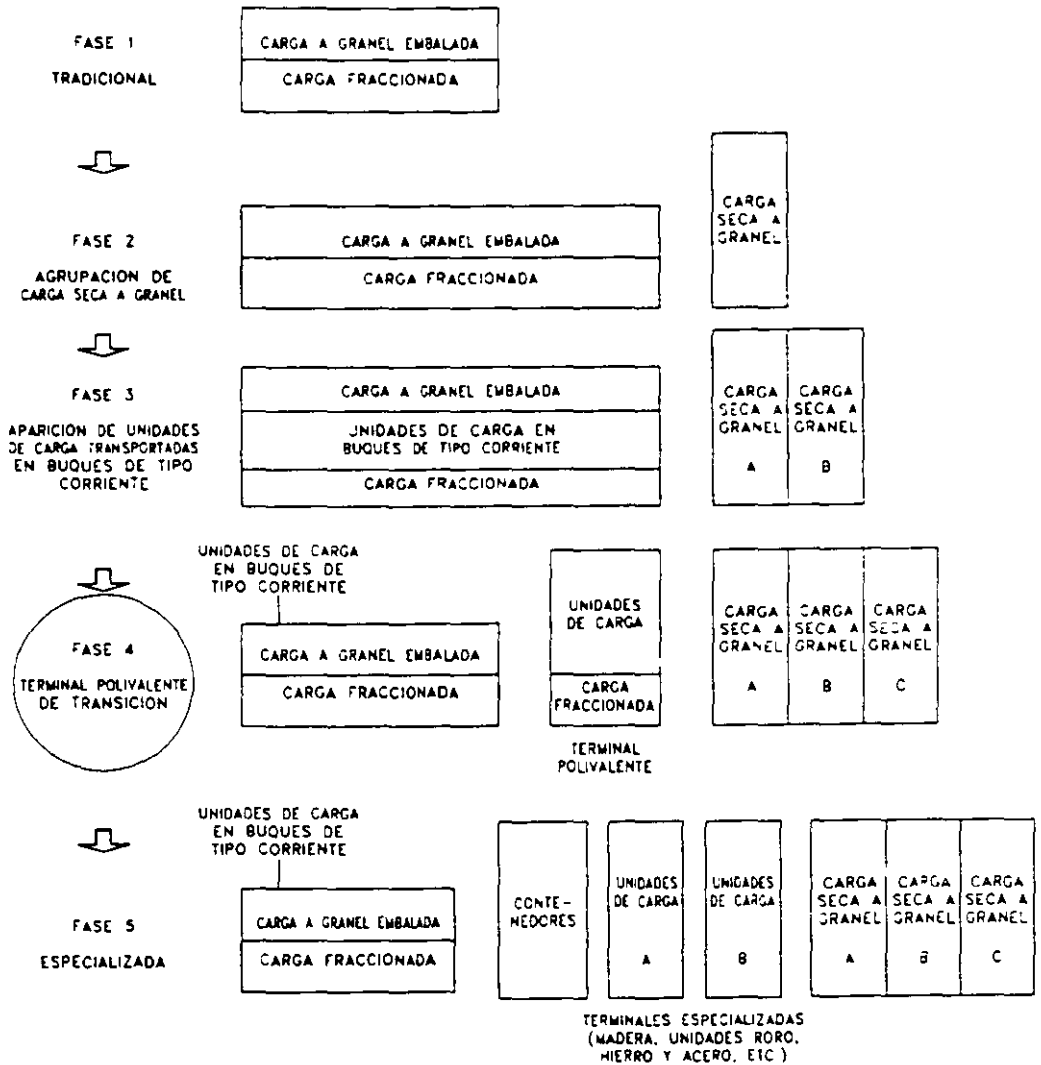


Figura 5.113 Fases de un puerto (en expansión).

La fase 4 de la figura, da lugar a la terminal polivalente, cuya función específica es proporcionar instalaciones para operar la carga eficientemente por un período (en ocasiones de muchos años), durante el cual podrán dar servicio a buques de carga general con cargas diversas transportadas por plataformas pre-eslingadas como son: productos de acero de gran tamaño, automóviles, maquinaria pesada, etc. además de carga fraccionada a base

de paletas (palets) como los: graneles en sacos, y contenedores. Esta operación múltiple de la carga significa también contar con equipo portuario variado y adaptable a la evolución de las fases mencionadas, previendo pueda convertirse en lo posible en una terminal especializada.

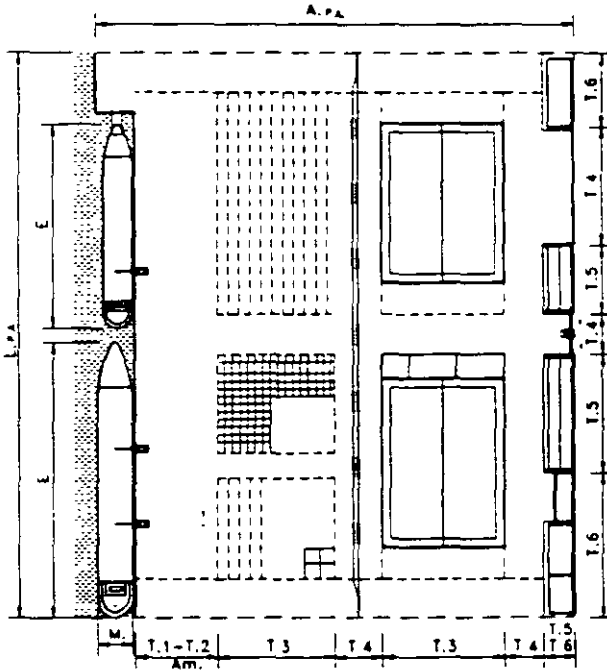


Figura 5.114 Terminal polivalente (de dos puestos de atraque).

Se recomienda que esta Terminal Polivalente, cuente con dos frentes de atraque para dar servicio a las diversas embarcaciones, con los condicionantes de tener el almacenamiento de tránsito cubierto (bodegas), alejado de la línea de atraque para dar lugar a que la zona inmediata al muelle se destine para maniobrar con grúas de pórtico y cuente con una zona de patios de almacenamiento próximos que indistintamente puedan operar carga fraccionada, unitizada, especial o contenedores, incluyendo las maniobras por rodadura Roll-on Roll-off (Ro.Ro); también se incluyen amplias áreas para la maniobra del autotransporte y ferrocarril que se sitúan atravesando esta terminal, así como el contar con la rampa para el Ro/Ro.

Por lo anterior se plantea el siguiente dimensionamiento:

PUESTO DE ATRAQUE (P.A.) POLIVALENTE

- Alternativa 1 : Doble Para Atender Barcos Simultáneamente.

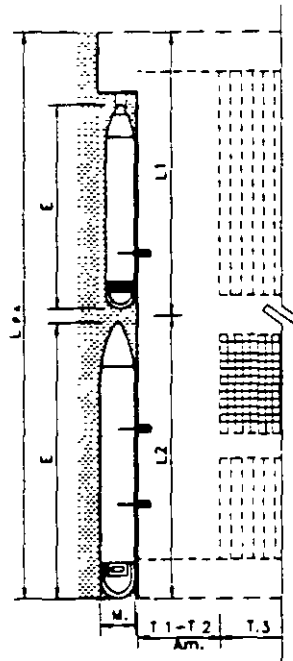


Figura 5.115 Muelle o frente de atraque. Terminal polivalente (alternativa 1)

A.P.A. = T1 + T.2 + T.3 + T.4 + T.5 + T.6 = 280 m. normal

L.P.A. = L (incluyendo rampa Ro.Ro) = 450 m. normal

S.P.A. = L.P.A x A.P.A = 12.5 has normal.

MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE (F.A.)

L.P.A. = L1 + L2 + rampa Ro.Ro

L1 = E + 1M = 187 + 22 = 209 m. mínimo (emb. de 20,000 T.P.M)

L2 = E = 187 m. mínimo (emb. de 8,000 T.P.M)

L.P.A. = 209 m. + 187 m. + 38 (rampa) = 434 aprox. 450 m. normal

d = C.p.c + t.a = 10.30 m + 0.60 m = 11 m. normal (emb. 20,000 TPM)

h.c = (f.b.l + f.b.p.c)/2 (se recomienda) = +3.50 m máximo.

h.g (similar a puestos de atraque de contenedores se recomienda)
= +30 m (referencia sobre nivel de h.c).

- Alternativa 2 : Un Solo Puesto de Atraque

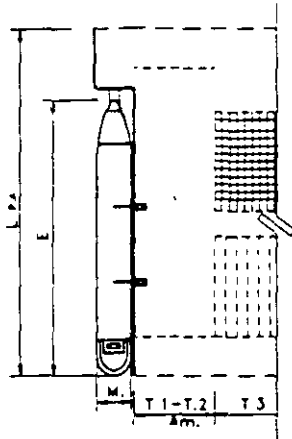


Figura 5.116 Muelle frente de atraque. Terminal polivalente (alternativa 2)

A.P.A. = T.1 + T.2 + T.3 + T.4 + T.5 + T.6 se recom. = 280 m. normal

L.P.A. = L (incluyendo rampa Ro.Ro) = 250 m. normal (210 m. mínimo)

S.P.A. = A.P.A. x L.P.A. = 7 has. normal (5.20 has. mínimo)

MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE (F.A)

$L = E + 1M + \text{Rampa Ro.Ro} = 187 + 22 + 38 = \text{aprox. } 250 \text{ m. normal (emb. de } 20,000 \text{ T.P.M)}$

$L = 150 + 20 + 30 = \text{aprox. } 210 \text{ m. mínimo}$

$d = \text{C.p.c} + \text{t.a} = 10.30 \text{ m.} + 0.60 \text{ m.} = 11 \text{ m. normal}$

$d = 8.30 \text{ m} + 0.60 \text{ m} = 9.0 \text{ m. mínimo}$

$h.c = (\text{f.b.l} + \text{f.b.p.c}) / 2 \text{ se (recomienda) } = +3.50 \text{ m. máximo}$

PARA LAS DOS ALTERNATIVAS DE LOS PUESTOS DE ATRAQUE

Ancho de cubierta T.1 + T.2

Se recomienda similar al puesto de atraque de contenedores (1500 a 4000 TEU) por la posibilidad de evolucionar al polivalente.

T.1 + T.2 = 53.50 m. normal.

Areas T.1 y T.2

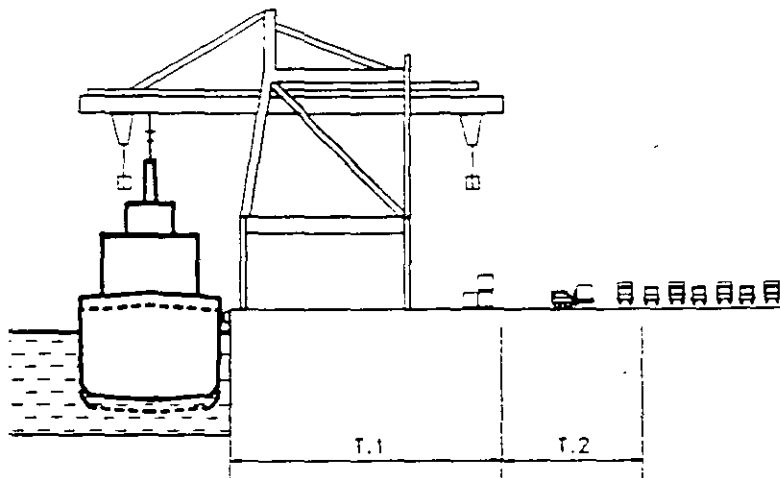


Figura 5.117 Sistema con grúa pórtico en muelle

Para T.1 y T.2, previniendo las fases de desarrollo de este puesto de atraque, se dimensiona similar a los puestos de atraque de contenedores tipos 2da. a 4ta. generación.

T.1 = 38 m. normal; T.2. = 15 m. mínimo

Ancho de cubierta del muelle T.1 y T.2 = 53.50 m. mínimo

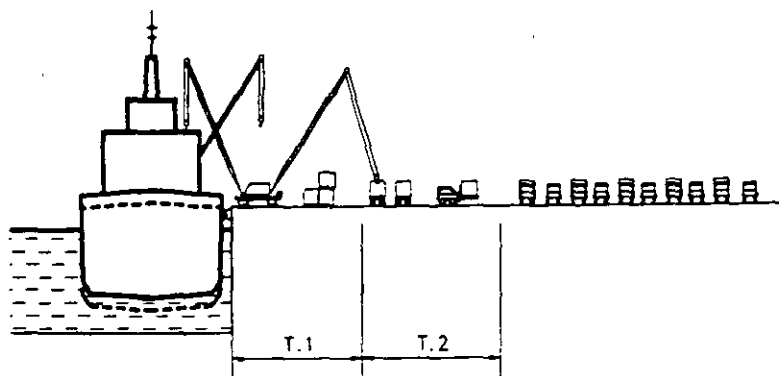


Figura 5.118 Sistema con grúas móviles

T.1 Se dimensiona de acuerdo a la grúa pórtico del muelle para contenedores

T.2 Se dan las dimensiones de acuerdo al sistema de traslación a base de plataformas-remolques (mayor espacio) = 15 m. mínimo.

Por los tipos de embarcación se recomienda $T.1 + T.2 = 52.50 \text{ m.}$ (similar al puesto de atraque de contenedores tipos 2a. a 4ta generación.

- Se anota el requerimiento para la descarga del barco de una caseta de control y anexa una báscula (ver T.4.) inmediato a la rampa en esta zona T.2
- En el caso de embarcación que pueda maniobrar carga unitizada o contenedores, el área T.2 tiene el ancho suficiente para colocar grúas de muelle y equipo de traslación de carretillas pórtico o montacargas para almacenar debidamente.

Areas T.3 Almacenamiento

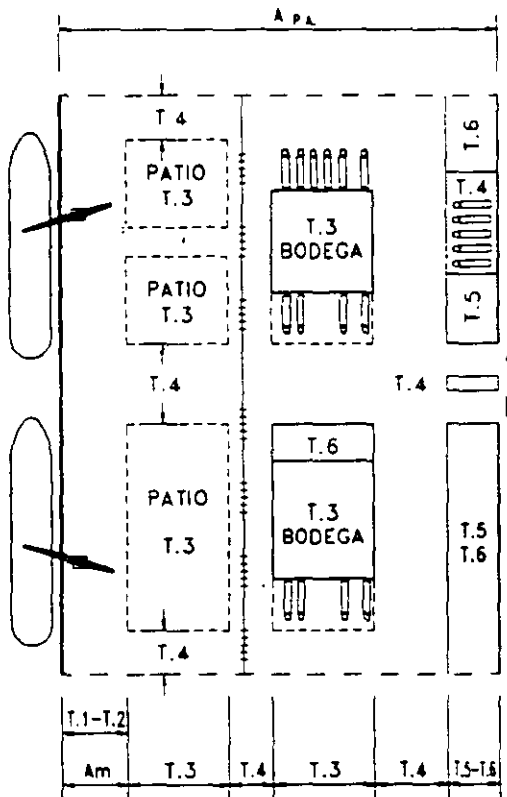


Figura 5.119 Area T.3 Almacenamiento terminales polivalentes

Para el almacenamiento inmediato al frente de atraque se recomienda:

T.3 = 75 m, mínimo; para usarlo indistintamente para almacenar carga fraccionada y/o unitizada o contenedores, según el tipo de equipo.

T.3 Bodegas de tránsito para carga fraccionada y/o unitizada (ver dimensiones, figura. 5.86) aunque se observa que la localización en detalle

depende de la planeación; se localizan después de los patios inmediatos al frente de atraque, para que en la última fase de desarrollo éste se convierta en puesto de atraque de contenedores.

Area T.4 Vialidades, Estacionamientos, Controles y Accesos

- Vialidad para autotransporte y posibilidad del ferrocarril con su espuela.

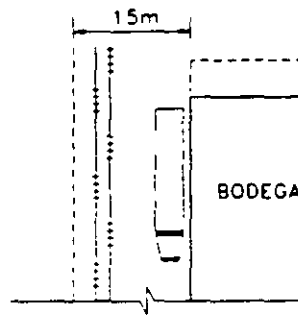


Figura 5.120 Vialidades. Terminales polivalentes

- Estacionamientos

Similares a los puestos de atraque de carga unitizada y/o fraccionada (ver figura 5.91).

- Control

Módulo similar a carga fraccionada y/o unitizada 2.40 x 3.60 m. por cada oficina de empresa y autorizados. (ver figura 5.88)

- Entradas

Similar a los puestos de atraque de contenedores, ver figura 5.110

C.a = 3.50 de carril de contenedores

C.a = 4.80 para vía de ferrocarril

he = 5 m. mínimo sin operar

het = 7.50 m. mínimo (con pasarela para revisar los contenedores y/o vehículos con contenedores en dos niveles).

Carril de circulación, vialidad perpendicular al frente de atraque

C.a = 25 m. mínimo previendo cualquier equipo de traslación

En ambos accesos e inmediato a ellos se colocan las básculas para el pesado de los vehículos.

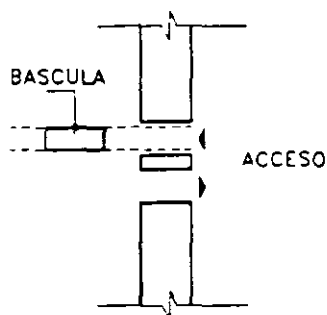


Figura 5.121 Control de accesos. Terminales polivalentes

Áreas T.5 Mantenimiento y Reparación de Equipo y Maquinaria

- Taller de mantenimiento y reparación.

Similar al del puesto de atraque de contenedores, (ver figura 5.111) con sus secciones:

- Sección mecánica de motores
- Pruebas de tracción; eléctrica, electrónica, reparación de contenedores

a = 20 m. mínimo

h = 6 m. mínimo

h1 = 10 m. mínimo (en sección de reparación de autotransporte).

LA = Variable

L1A = 6 m. mínimo

puertas

a1 = 6 m. mínimo

h = 6 m. mínimo

- Almacén de Repuestos.

Similar al puesto de atraque de contenedores (ver figura 5.112)

a = 10 m. mínimo

h = 5 m. mínimo

LA = Variable

L1A = 5 m. mínimo

- Almacén de Equipo, Maquinaria y Vehículos

Similar al puesto de atraque de contenedores: En patio cercado en pórtico según el tipo de equipo (ver figura 5.94).

5.3.5.4 Puestos de atraque para buques de operación por rodadura (Roll-on, Roll-off, denominado Ro.Ro).

A similitud del movimiento especializado de contenedores, los frentes de atraque o muelles dependen de las condicionantes del puesto de atraque, por lo que se anotan las siguientes consideraciones.

. Previsión del transbordo de la carga:

- a) Transbordo por rodadura
- b) Transbordo por transporte
- c) Transbordo por elevación

Dentro de estas 3 modalidades se abarcan en el transbordo:

a) Por Rodadura

- Contenedores sobre remolques-chasis, con o sin tractor
- Cargas similares a contenedores sobre remolque o semirremolque de carretera, con o sin tractor.
- Cargas sobre ruedas: camiones, turismos, autobuses (constituyen por si mismos la carga)

b) Por Transporte

- Contenedores transportados y colocados en su lugar por montacargas, o carretillas pórtico (stradie carriers).
- Otras unidades de carga específicas, v.gr. maderas embaladas.
- Carga General transportada por montacargas, estibada en bodegas, incluso con palets (también puede transbordarse por rodadura con remolques y luego apilarse).

c) Por Elevación

- Operaciones normales con contenedores en cubierta o en compartimientos especiales.

La mayor parte de las embarcaciones Ro.Ro existentes transportan la carga combinando las siete modalidades anteriores, aunque se observa que en mayor porcentaje es de contenedores sobre remolques-chasis, sobre ruedas, y algunas cargas específicas por lo que se deben prever estas cuatro con mayor énfasis.

Embarcaciones.- Existe tendencia a contar con buques transoceánicos Ro.Ro pues para 1980 ya operaban regularmente en 40 países y existían 80 buques, de los cuales 39 ya pasaban de 10,000 T.P.M.

Se estima que el sistema Ro.Ro es muy conveniente para los países en desarrollo debido su flexibilidad en la operación, porque requieren pocas instalaciones especializadas y pueden ser rentables en puertos pequeños, aunque es difícil de pronosticar el tipo específico de barco.

El puesto de atraque se puede equipar rápidamente con relación a otros sistemas y sólo es necesario buenos accesos y zonas de almacenamientos adecuados. La planeación debe ser muy flexible para prever adaptaciones.

Las áreas de agua serán buscando las zonas más calmadas dentro de un puerto por la operación de la embarcación, previniendo también el tipo de muelle más conveniente: en esquina (ver figuras 5.55 y 5.116 muelles.)

PUESTO DE ATRAQUE (P.A) TERMINAL Ro.Ro.

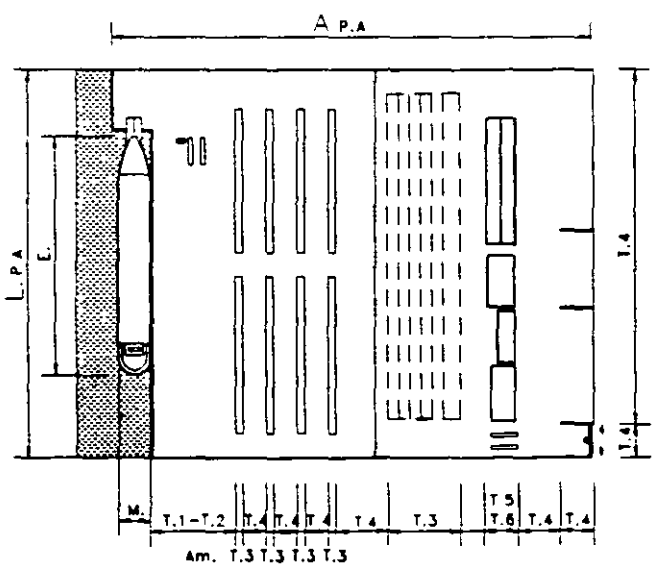


Figura 5.122 Puesto de atraque P.A. Terminal Ro.Ro.

A.P.A. = T.1 + T.2 + T.3 + T.4 + T.5 + T.6 = 280 m (similar a la polivalente)
 L.P.A. = L (incluye rampa Ro.Ro.) = 210 m. mínimo
 S.P.A. = L.P.A. X A.P.A. = 5.20 Has. mínimo.

MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE (F.A.)

$L = E + 1M + \text{Long. de la rampa} = 150 + 20 + 38 = 210 \text{ m. mínimo}$
 $d = C_{pc} + t.a. = 8.30 + 0.60 = 9 \text{ m. mínimo}$
 $hc = (f.b.l. + f.b.p.c.)/2 \text{ (se recomienda)} = +3.00 \text{ m.}$

Ancho de la cubierta T.1 y T.2

Se recomienda similar al puesto de atraque de contenedores (2a. generación)
= 53.50 m.

Areas T.1 y T.2

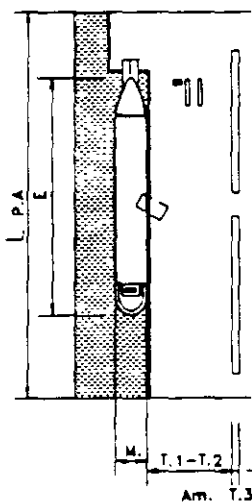


Figura 5.123 Areas T.1 y T.2 Ro.Ro.

Condicionantes Generales:

- La salida de vehículos y carga del buque debe ser lo más rápida y fluida.
- La maniobra de carga de la embarcación requiere mayor tiempo, por lo que su flujo necesita de estacionamientos de vehículos, además de que la llegada de vehículos-carga es intermitente al puesto de atraque (para que cuando arribe la embarcación este completo el volumen que va a cargar).

La rampa (de la embarcación o del muelle) de un solo carril será = 5 m. mínimo; de dos carriles = 9 m.

Pendientes de la rampa, en el proyecto se tomará en cuenta el nivel de marea baja mínima y alta máxima, se anota que existen 2 tipos de rampas:

- Las que libran niveles de 0.25 m. a 1.75 m y

b) las que libran de 1.50 m. a 3.00 m. En ambos casos las pendientes recomendables son:

En área de tierra	1:10 máximo
En área de transición	1:8 máximo
En la embarcación	1:6 máximo

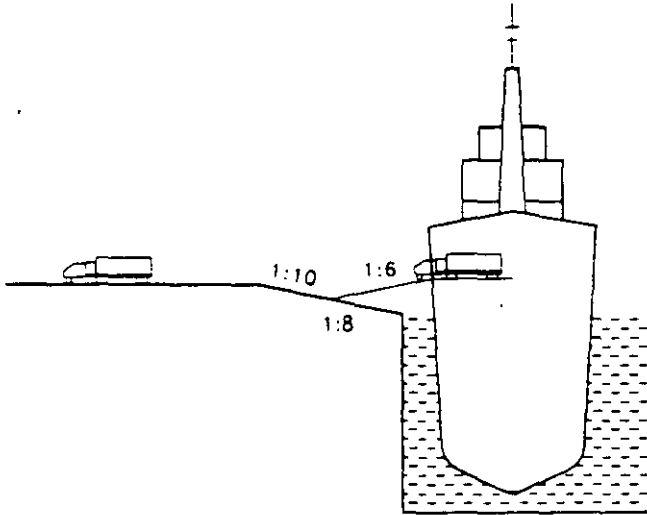


Figura 5.124 Rampa Ro.Ro

- Aspectos Complementarios de los Frentes de Atraque Ro.Ro.

Rampa Giratoria

La rampa forma un puente ajustable, como una calzada suspendida, articulada en el extremo de tierra y apoyada cerca del otro extremo que une el acceso de tierra con el buque.

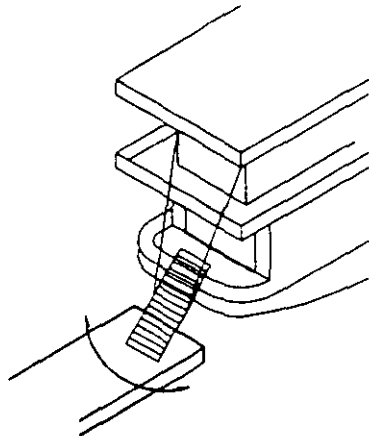


Figura 5.125 Rampa giratoria Ro.Ro.

Rampa Flotante

Para variaciones importantes de marea (más de 5.00 m) se utiliza la rampa flotante, que es un sistema que funciona con menores mareas muy bien y su inconveniente son los altos costos.

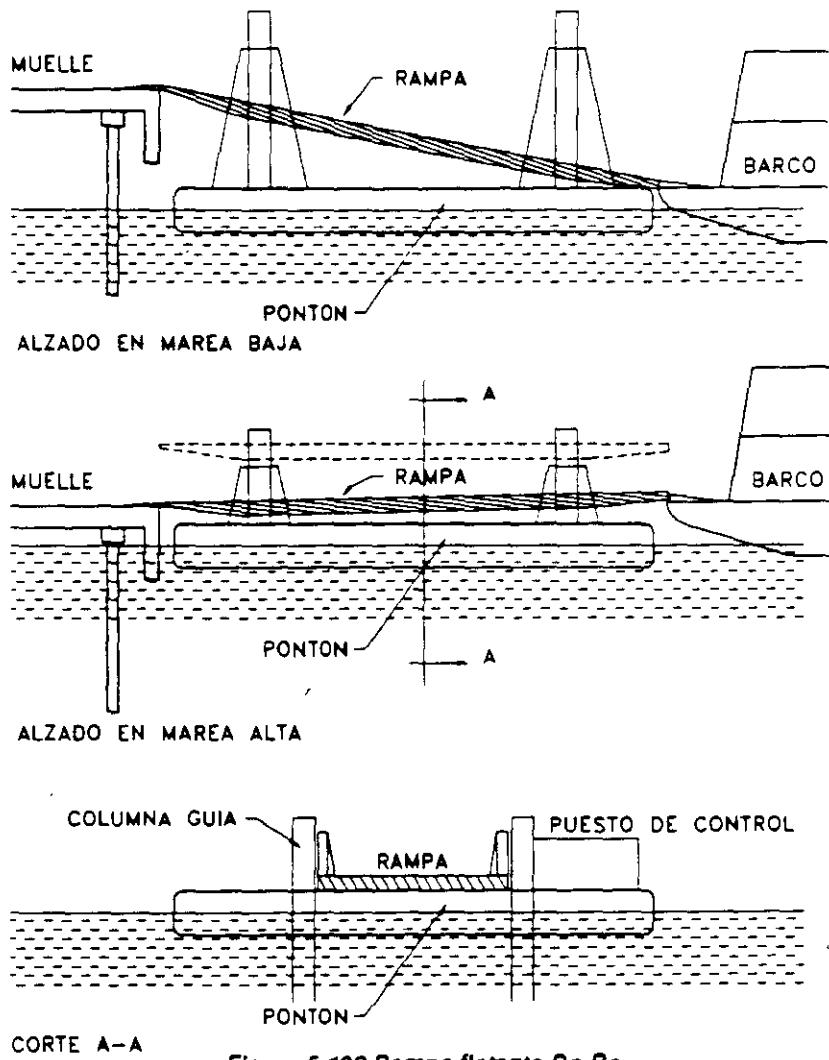


Figura 5.126 Rampa flotante Ro.Ro.

Area T.3 Almacenamiento

Para vehículos trailers plataformas y remolques (patio de vehículos)

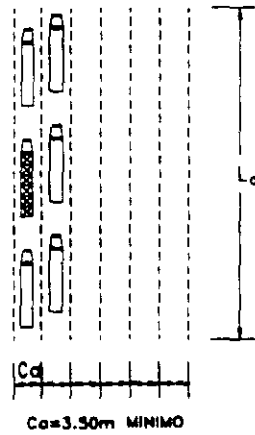


Figura 5.127 Patio de vehículos

L.A = variable, depende de la longitud del puesto de atraque restando las vialidades perpendiculares.

T.3 Para carga unitizada o para contenedores

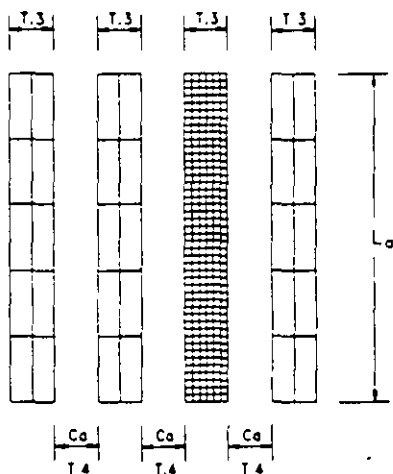


Figura 5.128 Almacenamiento para contenedores

El ancho de cada fila dependerá del equipo con que se haga el almacenamiento (según sea también carga fraccionada y/o contenedores).

La longitud de patio es variable de acuerdo a la longitud del puesto de atraque

Area T. 4 Vialidades, Accesos, Estacionamientos y Controles

- Vialidades similares al puesto de atraque de carga fraccionada y/o unitizada (ver figura 5.92).

Ancho de Carril: 12 m. mínimo y 15 m. recomendable.

- Accesos

Similar a los puestos de atraque de contenedores (ver figura 5.110)

C.a = 3.50 m. para autotransportes

C.a = 4.80 m. para ferrocarril

Acceso por Mar (desde la rampa del barco)

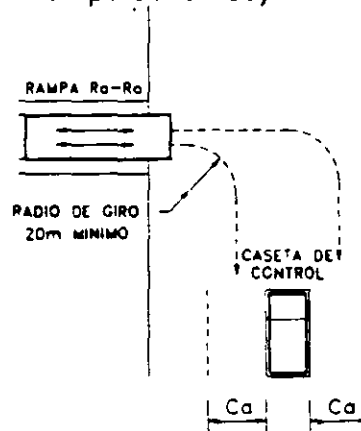


Figura 5.129 Acceso de mar (desde la rampa del barco)

C.a = 3.50 m. mínimo

- Estacionamientos

Similares a los puestos de atraque de carga unitizada y/o fraccionada, ver figura 5.91

- En batería: $L_e = 20$ m. mínimo; ancho $av = 3.50$ m. mínimo
- En cordón: $L_e =$ variable según No. de vehículos; ancho $av = 3.5$ m. mínimo

- Control de Accesos

Similar a los puestos de atraque de contenedores (ver figura 5.88).

- Se recomiendan 2 carriles de entrada y dos de salida para auto transportes para agilizar el acceso.

Area T.5 Mantenimiento y Reparación

Equipo y Maquinaria

Taller de reparación y mantenimiento de vehículos considerando:

- Sección mecánica
- Sección eléctrica

Taller mecánico en general de equipo

Taller de reparación de contenedores

Patio de lavado de pórtico, de vehículos y contenedores.

Almacén de repuestos y refacciones de vehículos, equipo y contenedores, oficina de control de mantenimiento y reparación.

Las dimensiones en su caso, son similares a los del puesto de atraque de contenedores (ver figura 5.112)

5.3.5.5 Puestos de atraque para carga a granel.

Generalidades

Se conoce como "carga a granel " aquella que para su operación se carga y descarga en forma suelta.

Los productos que caracterizan el granel y que casi sin excepción se transportan en cargas completas de los buques son: mineral de hierro, cereales, carbón, mineral, bauxita y fosfatos.

Clasificación

- | | |
|--|---------------------------|
| - Exportación o salida del producto
(Carga del buque) | - Minerales
- Cereales |
| - Importación o entrada del producto
(Descarga del buque) | - Minerales
- Cereales |

Características

Su emplazamiento se realiza tomando en cuenta:

Profundidad del área de agua por el tamaño de embarcaciones

No requieren situarse en centros (o cercanos a ellos) de actividad comercial del país.

Se localizan regionalmente y con buenas comunicaciones terrestres, de acuerdo a la exportación de recursos minerales o agrícolas o bien a las zonas industriales (en el primer caso es por la exportación de productos y en el segundo por los insumos necesarios).

Requieren en su operación un ritmo alto de carga o descarga del buque y por lo tanto una alta mecanización, (de la cual depende

preponderantemente el dimensionamiento del área terrestre) y la ocupación del puesto de atraque puede ser relativamente baja, únicamente evitando estadias.

El frente de atraque de acuerdo a la mecanización, puede estar situado en forma remota (hasta 1 Km) de su área terrestre cuando lo justifique el aspecto físico-económico.

Las terminales a granel se diferencian por su mecanización y en general por su sistema de operación en: Puestos de atraque de carga (para la exportación o salida de la carga del puerto) y de descarga (para la importación o entrada de productos al puerto) lo anterior se refiere a la carga o descarga de la embarcación.

- TERMINALES A GRANEL DE EXPORTACION O SALIDA DEL PRODUCTO

Los sistemas de carga en su operación son sencillos en comparación con los de descarga, pues consisten en un sistema de transferencia, un elevador y la fuerza de la gravedad para cargar la embarcación. Los cargadores pueden situarse junto a la escotilla del barco recibiendo el material de los transportadores (de gran capacidad), elevando el producto y haciendolo llegar por un pescante que sube y baja según la altura de cubierta para llenar la escotilla (o bien se usan cucharas prensoras).

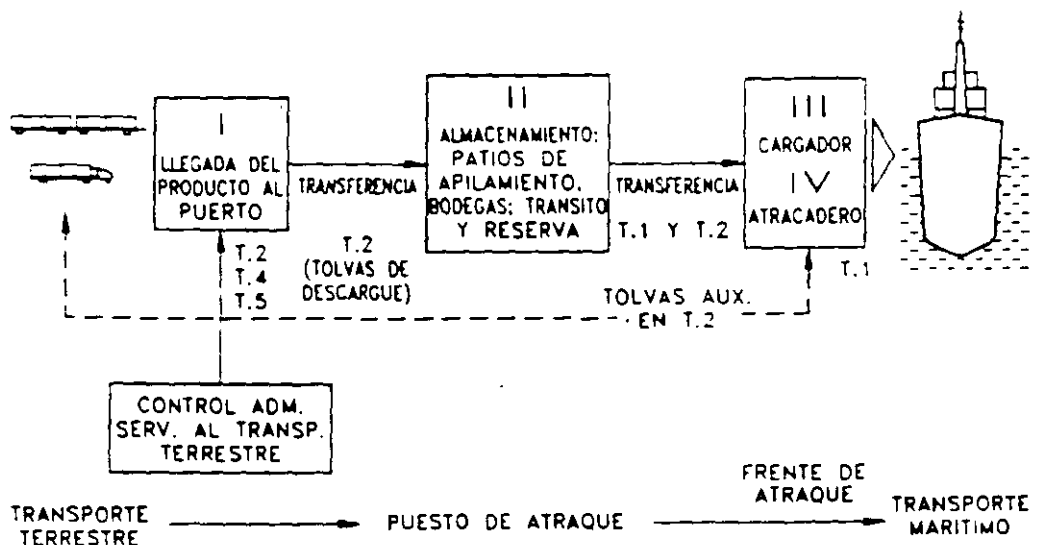


Figura 5.130 Diagrama de operaciones de una terminal de graneles (exportación o salida del producto).

El puesto de atraque consta de 4 partes que originan el dimensionamiento de las diversas áreas necesarias para su operación:

I. Llegada del producto (mineral o cereal) al puerto por su respectivo puesto de atraque que comprende: Los accesos, las zonas de maniobra de autotransportes y ferrocarril para descargar el producto en tolvas (T.4) y así conectarlo a las zonas de almacenamiento (T.3) mediante los sistemas de transferencia; también comprende los servicios de control, estacionamiento y maniobras (T.4) reparación de urgencia y oficinas (T.5) y las tolvas auxiliares de descarga (T.2).

II. Almacenamiento: (T.3) patios donde se apilan los minerales o bodegas y silos para cereales o productos que requieren de protección de la intemperie, considerando áreas de tránsito (T.4) según el movimiento de las embarcaciones y el almacenamiento de reserva (T.3) para regular la operación, dentro de estas áreas se incluyen las necesarias de maniobras para el apilamiento (T.4) según el equipo y además esta área depende del tipo de producto y del equipo

III. Cargador. (T.1) este equipo básico para la operación se sitúa en el atracadero para acceder al barco en forma que lo pueda cargar rápida y eficientemente según sus escotillas y su altura de cubierta del atracadero y el franco bordo del buque. Existen 4 tipos de cargadores que se detallarán en el inciso respectivo: pórtico, radial, lineal y fijo, cuyas características condicional el F.A. (frente de atraque o muelle), puede estar también en una estructura aparte formando el área T.1)

IV. Frente de Atraque o Muelle. Depende del tipo y dimensiones de la embarcación de granel y al mismo tiempo del tipo del equipo "Cargador" del buque. Para definir sus dimensiones y estructuración correspondiente y se estiman los tipos siguientes: marginal, en espigón, "T" o "L" y de localización remota (también en "T" o "L") o estructuras especiales de duques de alba o similares involucrando o no el cargador.

PUESTO DE ATRAQUE (P.A.) GRANELES

-Exportación o Salida del Producto (Carga del Buque)

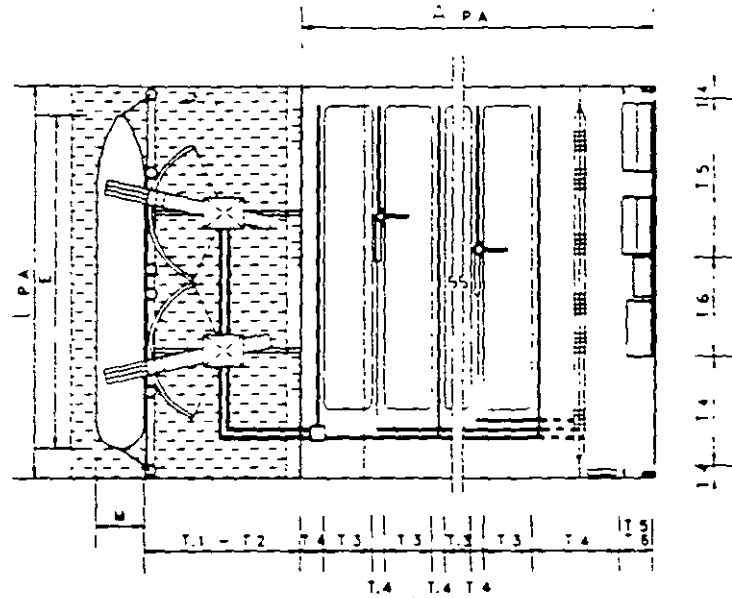


Figura 5.131 Puesto de atraque. Terminales a granel (exportación o salida)

A.P.A Ancho del Puesto de Atrake

Depende directamente, como ya se afirmó de las características del equipo y maquinaria que mueva la carga específica según las facilidades de adquisición y la conservación y mantenimiento del puesto de atraque. Se sugiere, si es una terminal que se sitúe en un puerto especializado, que el ancho del puesto de atraque se dimensione con las medidas máximas. En una terminal de un puerto general se condicionan sus dimensiones a los anchos del puesto de atraque de otras terminales por lo que se recomienda:

$A.P.A. = T.1 + T.2 + T.3 + T.4 + T.5 + T.6 = 310 \text{ m. mínimo a } 600 \text{ m. normal.}$ (Para proporcionar o igualar este ancho a otros puestos de atraque, v.gr. contenedores)

$L.P.A. = L \times 1.5 = 210 \times 1.5 = 315 \text{ m. mínimo}$
 $= 250 \times 1.5 = 375 \text{ m. normal}$

(1.5 debido a reserva de área recomendables)

S.P.A. Como se indicó en las generalidades es muy variable, calculado:
 $A.P.A \times L.P.A.$ aproximadamente: $310 \text{ m.} \times 315 \text{ m.} = 9.76 \text{ has. mínimo}$ y $600 \text{ m.} \times 375 \text{ m.} = 22.5 \text{ has. normal.}$

MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE (F.A.)

Se condiciona la longitud del muelle a las características de las embarcaciones especializadas de granel que arriban con más frecuencia al puerto, tomando en cuenta también las de las áreas de agua con que se cuenta.

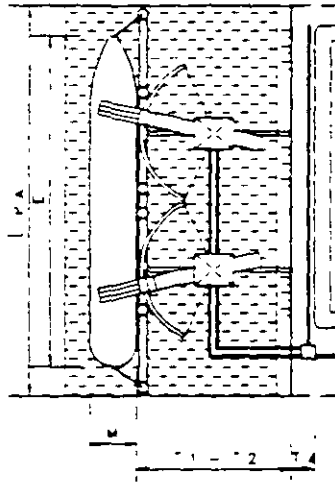


Figura 5.132· Muelle de una terminal de graneles

Se considera que la longitud del muelle abarque hasta los duques de alba

$$L = E + 2(da); \quad da = 0.5 M \times \text{tg } 30^\circ$$

$$L = 176 + 2 \times (13 \times 0.577) \quad \text{aprox. } 210 \text{ m. mínimo (emb. } 25,000 \text{ T.P.M)}$$

$$L = 222 + 2 \times (15.7 \times 0.577) \quad \text{aprox. } 250 \text{ m. normal (emb. de } 50,000 \text{ TPM).}$$

$$d = C.p.c + t.a$$

$$d = 9.80 + 0.60 = 10.40 \text{ m} = \text{aprox. } 11 \text{ m. mínimo (emb. de } 25,000 \text{ TPM)}$$

$$d = 11.70 + 0.60 = 12.30 \text{ m} = \text{aprox. } 12.5 \text{ m. normal (emb. } 50,000 \text{ TPM)}$$

$$h.c = (f.b.l + f.b.p.c)/2 \quad (\text{se recomienda}) = +3.50$$

Se observa que en ocasiones, por condicionantes del proyecto de la estructura para sostener el cargador, se separa de las estructuras de atraque del barco.

Nota. El ancho de cubierta T.1 y T.2 depende directamente del tipo de cargador (ver figuras 5.133 y 5.134)

Areas T.1 y T.2

- El área T.1 depende del equipo cargador y se ubica directamente en el propio muelle
- El área T.2 depende del equipo de traslación de bandas o conductos, de acuerdo con la carga que se exporte o salga y del volcador-elevador.

Tipos de Cargadores

a) De Pórtico.

Se desplaza paralelo al frente de atraque y alimenta la carga, mediante un volcador móvil y un elevador montado en una superestructura en torre, de donde se suspende un pescante levadizo. Los rendimientos varían de 1000 a 7000 tons/hora según la capacidad del equipo de traslación.

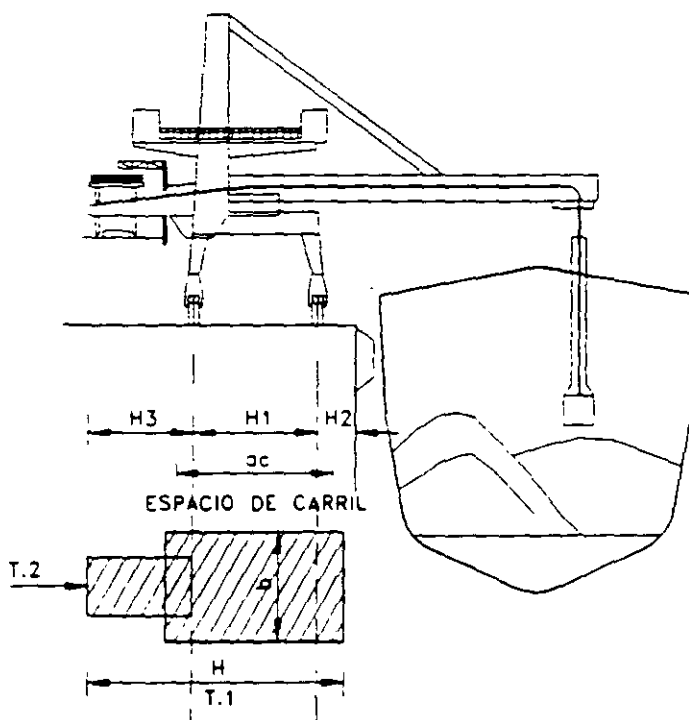


Figura 5.133 Cargador de pórtico. Terminal a granel (exportación)

- H.1 = ancho entre ejes del cargador = 12 m. (normal)
- H.2 = distancia al costado del barco = 4 m. (normal)
- H.3 = distancia al volcador-elevador vertical = 0.8 H.1 = 10 m. (normal)
- H = ancho total recomendable = H.1 + H.2 + H.3 = 26 m.
- C.a = ancho de carril (1.2 x H.1) = 15 m. máximo
- b = Longitud del cargador = 1.5 de entre ejes aprox. 20 m. máximo

b) Cargador Radial.

Se utiliza desde un punto fijo para cargar a lo largo del muelle, con un pescante que puede girar 90° sobre sus extremos y otro apoyo que rueda en curva; el apoyo es en pilares.

La sección puede avanzar o retroceder ajustando el alcance del pescante.

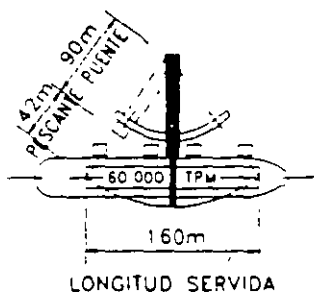


Figura 5.134 Cargador radial. Terminal a granel (exportación)

c) Cargador Lineal.

Se desliza paralelo al muelle con vía recta, el pivote de la placa giratoria puede deslizarse y al mismo tiempo girar para cargar a lo largo del buque.

Se usa generalmente en muelle en espigón, sirviendo a ambos atraques

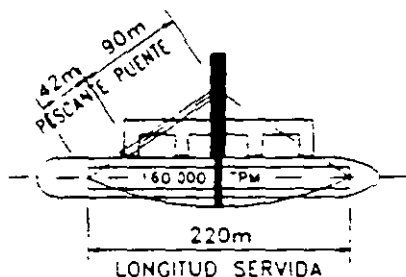


Figura 5.135 Cargador lineal. Terminal a granel (Exportación)

d) Cargador Fijo.

Para instalaciones y embarcaciones pequeñas que atracados se mueven para poder cargar sus escotillas (rendimiento 500 ton/h).

T.3 Almacenamiento

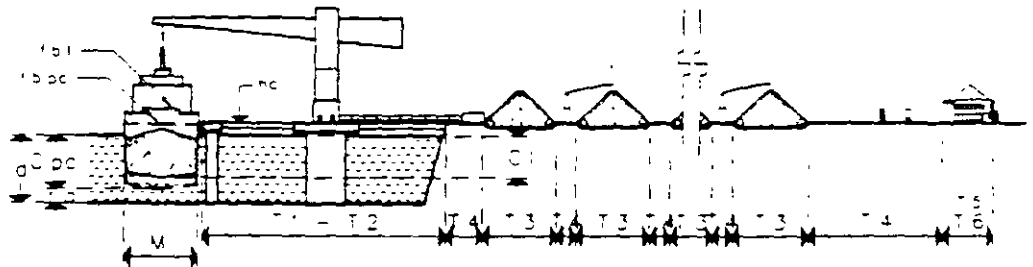
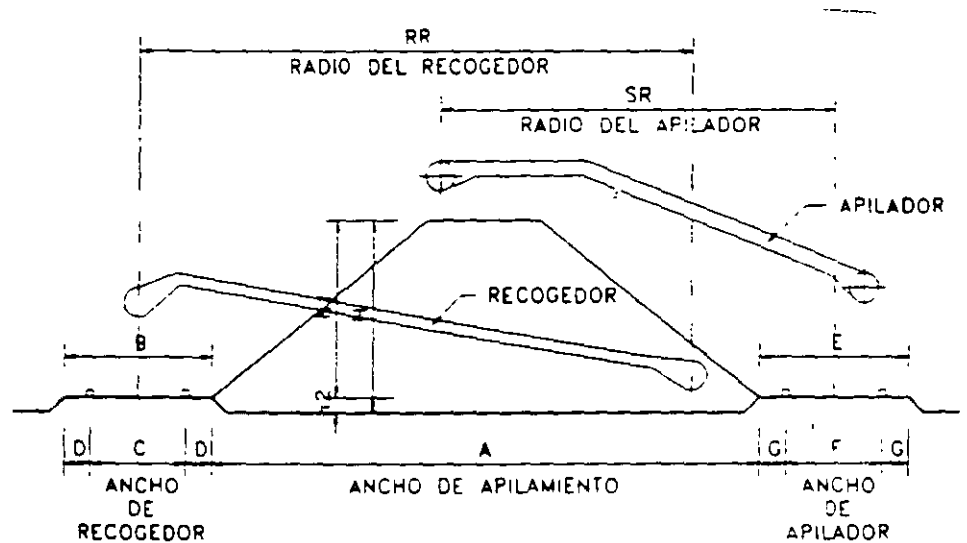


Figura 5.136 Areas de almacenamiento a granel (mineral)

El almacenamiento de este puesto de atraque se refiere en su mayoría a minerales y, el sistema de almacenamiento es en pilas, cuyas características dependen del tipo de material, de la maquinaria de apilamiento o recogedora en su caso y del equipo de traslación horizontal; también influyen las condiciones de resistencia del terreno.



A	B	C	D	D	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

unidades en metros

Figura 5.137 Características del apilamiento a granel

Nota: En puestos de atraque pequeños se utilizan pilas circulares y equipo apropiado para almacenar. Con los carriles de los equipos apiladores o recogedores pueden maniobrar equipos como los cargadores frontales bulldozeros y sus alturas no interfieren con la traslación horizontal de la carga.

Observaciones:

Las funciones del almacenamiento de este puesto de atraque son, el permitir que los medios de transporte con horarios y destinos diferentes funcionen independientemente, para evitar demoras cuando un servicio ha de esperar a otro.

Por motivos de clima o anticontaminación es posible que ciertos productos requieren cubrirse con pórticos o bodegas que contengan las pilas y sus espacio para la operación.

Areas T.3

Almacenamiento en Silos

Se utilizan especialmente para el almacenamiento de cereales y otros productos que requieren protección de la humedad y parásitos (maíz, trigo, sorgo, piézo, etc).

Pueden ser únicos o de tipo múltiple.

El almacenamiento se alimenta mediante un elevador y se descarga por compuertas en su fondo (se usan descensores en espiral para evitar caídas bruscas que dañen los granos).

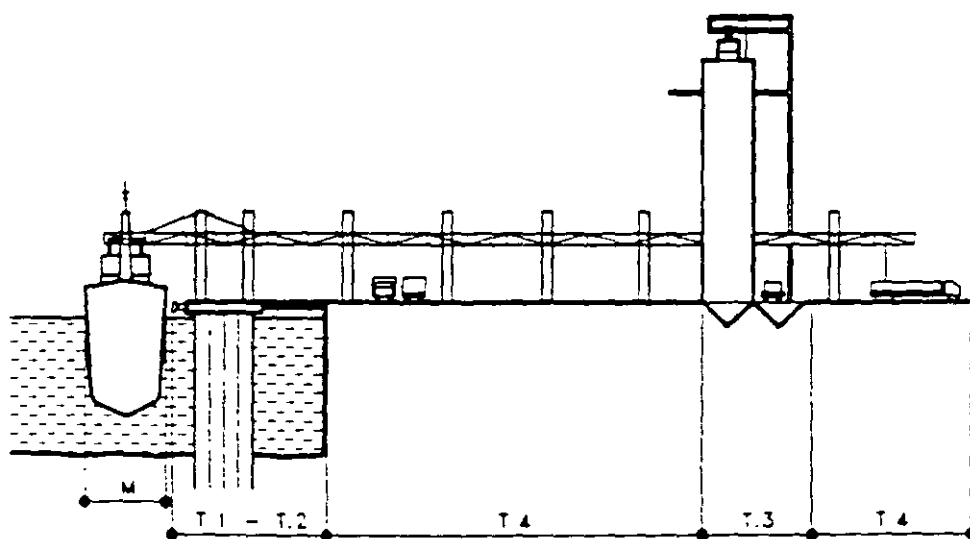


Figura 5.138 Areas de almacenamiento a granel (cereales)

Almacenamiento con Bidones (tote bin).

Se usan para cargas a granel de poco volumen consisten en un contenedor o recipiente de dimensión media que se transforma en una tolva una vez que se monta con un dispositivo volcador, se fabrica de aluminio (muy costoso) o bien de material que se usa una sola vez (deshechable).

En el puesto de atraque se debe prever tolvas de regulación con almacenes provisionales que se usan en las fases de la operación, como en el caso de la avena, de un equipo o el cambio de escotilla por el pescante del cargador.

También se debe prever un 10% de área de almacenamiento por contingencias de la operación.

Areas T.4 Controles

Se realiza mediante

- Casetas de acceso
- Casetas elevadas
En torres, generalmente adosadas a los equipos
- Básculas de pesado de cintas anexas a las tolvas.
- Pruebas del producto para el control de calidad del material

Las casetas de acceso son similares a las indicadas para carga fraccionada y/o unitizada (ver figura 5.88).

T.4 Accesos

Se recomienda de doble carril, similares a los puestos de atraque de rodadura para los autotransportes (ver el P.A mencionado).

Los carriles de los autotransportes y ferrocarril son similares a los puestos de atraque de carga fraccionada y/o unitizada y el de rodadura. (Ver figuras 5.87, 5.89 y 5.90).

T.4 Estacionamientos y áreas de descarga del transporte terrestre.

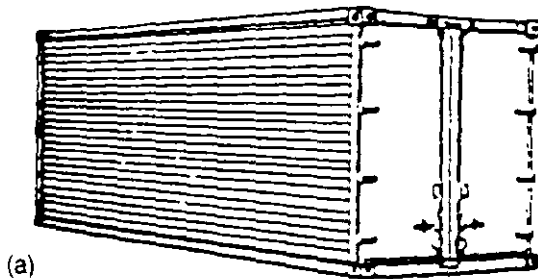
Similares en sus dimensiones al puesto de atraque de carga fraccionada y/o unitizada, con la adición de tolvas en los carriles de autotransporte y del ferrocarril

La descarga a la tolva, se puede realizar por:

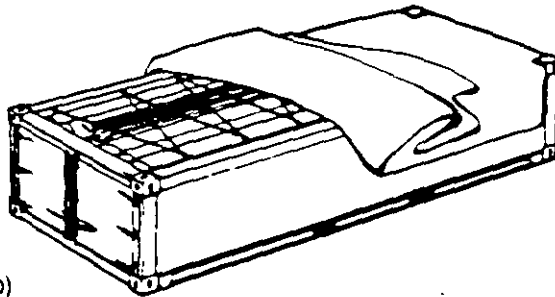
- El fondo del vehículo
- Por basculación circular, longitudinal, y por descarga neumática.

Contenedor no plegable: de construcción rígida con sus elementos de modo permanente.

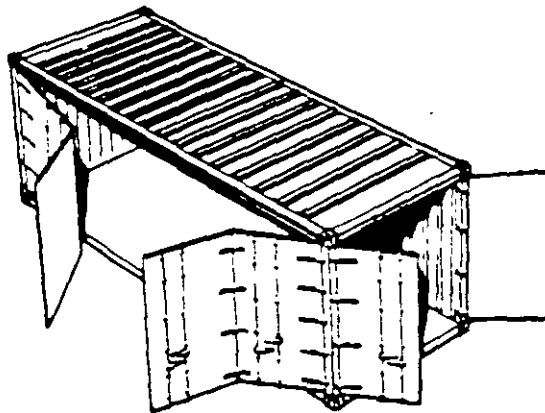
Contenedor plegable: de construcción rígida, cuyos elementos constitutivos pueden ser plegados o desmontados y vueltos a su posición nuevamente, con facilidad relativa.



(a)



(b)



(c)

Figura 5.178 Tipos de grandes contenedores

- (a) Contenedor corriente de uso normal
- (b) Contenedor de techo abierto, de media altura
- (c) Contenedor de paredes laterales abiertas.

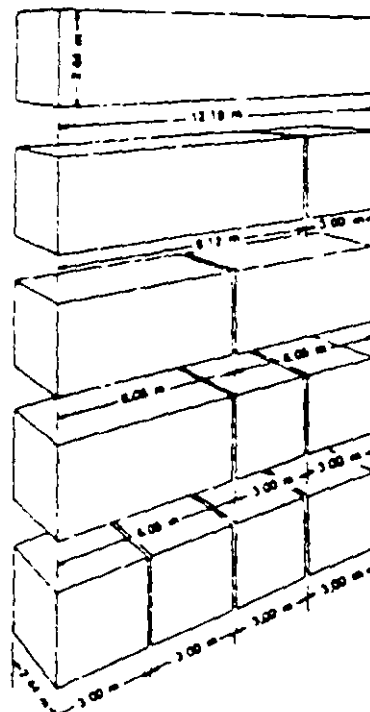


Figura 5.179 Sistema modular de contenedores de la ISO

Recomendaciones de la ISO

Los contenedores de la serie 1 (A, AA, B y C) (ver tabla 5.23), son los de uso muy extendido en el comercio, transportan pesos relativamente importantes y tienen mucha capacidad.

Los contenedores de la serie 2 no se les considera contenedores normalizados, por lo que no se volverá a referir a ellos.

Todos los contenedores de la serie 1 tienen la misma anchura y altura, excepto los AA. Las longitudes se ajustan a un sistema modular que permite tomar diferentes combinaciones de longitudes equivalentes. (ver figura 5.179).

Contenedores Especiales

Los contenedores especiales se han diseñado con la finalidad de transportar ciertos tipos de productos alimenticios, polvos o líquidos refrigerados o congelados. Por regla general las características son idénticas a las correspondientes a contenedores para cargas secas de la serie 1, ejemplos:

Isotermos y refrigerados: piso, techo y paredes aisladas térmicamente, con o sin fuente de calefacción o refrigeración, eléctrica o de combustión interna.

De las tolvas se conduce la carga al almacenamiento, por medio de los diversos sistemas de traslación horizontal:

- . Cintas o bandas
- . Conductos de tracción por cadena
- . Transporte en masa
- . Tornillo
- . Bombeo de polvo
- . Fluidificación por gravedad
- . Monocarril (ver cuadro de equipos).

Area T.5 Mantenimiento y Reparación

Este servicio es especializado para el equipo mayor de apiladores, recogedoras, o el cargador del muelle.

Para el equipo auxiliar de cargadores frontales, bulldozeres, tracto-camiones.

Las dimensiones de las instalaciones son similares al puesto de atraque de contenedores y se compone de:

- . Taller de mantenimiento con sus secciones de:
 - Mecánica
 - Mecánica automotriz
 - Electricidad
 - Electrónica
 - Lavado y mantenimiento de vehículos
- . Almacén de repuestos y oficina de la unidad de conservación a mantenimiento
- . Almacén de Equipo
 - Descubierto en patios cercados
 - En pórticos de acuerdo a los tipos de equipo menor.

Condicionantes y Observaciones Generales del Puesto de Atraque a Granel.

Los principales productos que se mueven son:

- . Cereales, maíz, trigo y sorgo
- . Minerales: hierro y acero, carbón, bauxita , alúmina, yeso y sal.

Los equipos son especializados, por lo que el dimensionamiento para sus

áreas deberá realizarse en detalle de acuerdo a los condicionantes particulares del mismo y según la planeación o proyecto respectivo.

Se anota que para la planeación y proyecto, el Manual, ONU, UNCTAD contiene una serie de gráficos con datos empíricos, que facilitan esta labor y que son los siguientes:

- Definición del tiempo de permanencia de buques en el P.A; y gráfica del costo del mismo.
- Variación típica del nivel de existencia del producto
- Determinación del volumen de la reserva de exportación en función del movimiento anual de la carga y de la capacidad media de los buques
- Disposición de las pilas o montones de material
- Planificación de los medios de transporte de un solo producto o para varios productos en un P.A., determinando el número de vehículos automotores y de F.C necesarios.

- TERMINALES A GRANEL DE IMPORTACION O ENTRADA DEL PRODUCTO

La característica principal del puesto de atraque lo determina el equipamiento para descargar lo más eficientemente la embarcación, a semejanza de la terminal de exportación de acuerdo al producto que se mueva.

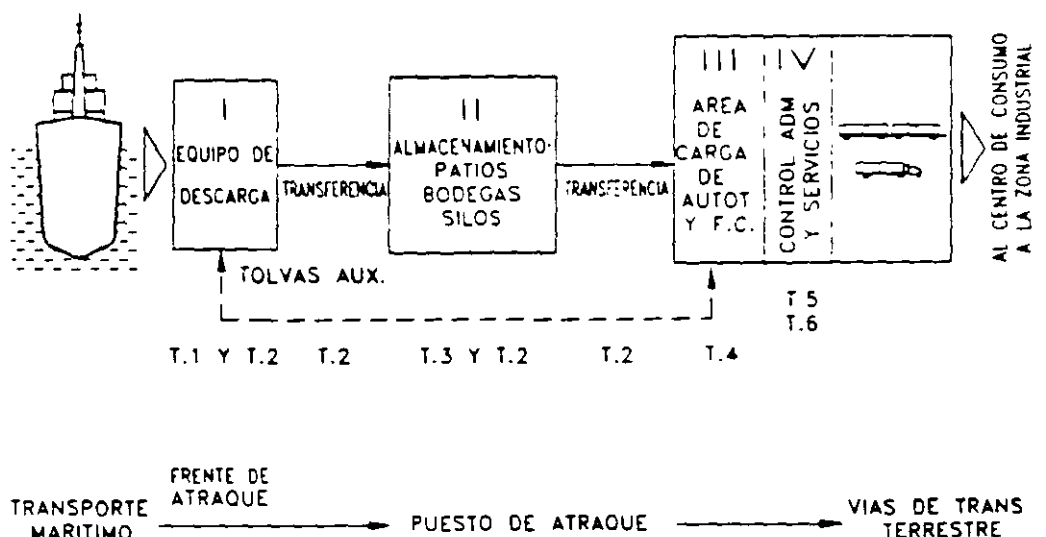


Figura 5.139 Flujograma de operaciones. Terminal a granel (importación.)

Se puede resumir que el puesto de atraque consta de 4 elementos:

- I. Area del equipo de descarga que se sitúa adyacente al frente de atraque y de aquí parte el equipo de transferencia para el almacenamiento (T.1 y T.2).
- II. Area de almacenamiento en patios, bodegas o silos según el producto que se opere, incluyendo dentro de ella los espacios para la maniobra del equipo de transferencia horizontal o elevadores (T.3 y T.4).
- III. Area para la carga del transporte de tierra (ferrocarril y vehículos terrestres) con el espacio a su vez de equipo, maniobras y estacionamientos que mantendrán el flujo de la operación (T.4).
- IV. Espacios y edificios para control, administración, mantenimiento y reparación de equipo y vehículos así como servicios para los operadores (T.5 y T.6).

Este puesto de atraque, a nivel nacional, opera cereales como trigo, maíz y minerales como bauxita o alúmina y carbón.

Su equipo de descarga puede ser de 5 tipos que se detallaran más adelante, pero que diferencian y dimensionan las áreas necesarias para la maniobra del producto en concordancia con las dimensiones de la embarcación.

- Sistemas a base de cucharas
- Sistemas neumáticos
- Transportadores verticales
- Elevadores de cangilones
- Ocasionalmente, según el producto se usa el sistema de suspensión acuosa.

El puesto de atraque se dimensiona en forma similar a las Terminales de Exportación; la diferencia es el almacenamiento del producto que se recomienda corresponda a capacidad del buque más grande que arribe al puerto o terminal más un 50% de reserva para evitar la estadía respectiva. Se ejemplifica con un puesto de atraque de cereales.

PUESTO DE ATRAQUE (P.A.) GRANELES

-Terminal de Graneles- Importación (Cereales)

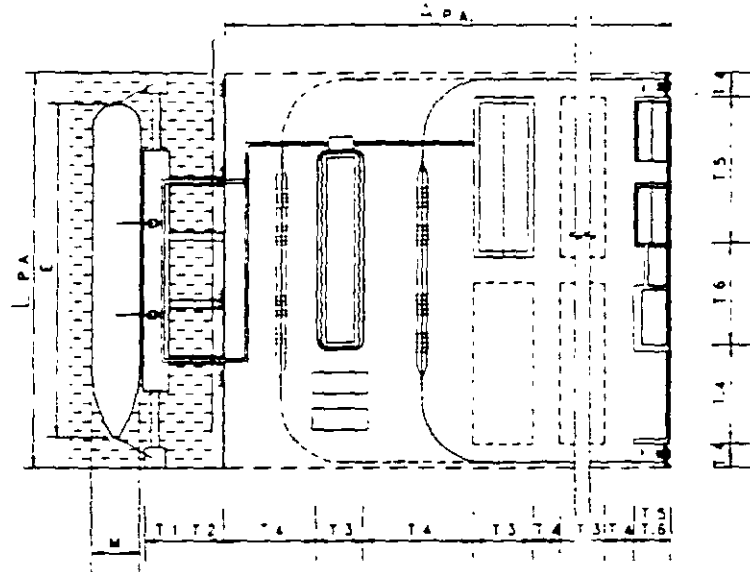


Figura 5.140 Puesto de atraque para manejo de cereales. Importación

El ancho del puesto de atraque depende de las características del equipo según la carga específica. Si es una terminal especializada se buscará de acuerdo al nivel de eficiencia de equipo y vehículos.

A.P.A. Cuando forme una unidad de un puerto con otras terminales.

A.P.A. = T.1 + T.2 + T.3 + T.4 + T.5 + T.6 (similar al P.A. de exportación o salida) = 310m. mínimo; 600 m. normal

L.P.A. = L (1.5) = 210 x 1.5 = 315 m. mínimo (emb. 25,000 T.P.M)

L.P.A. = L (1.5) = 250 x 1.5 = 375 m. normal (emb. 50,000 T.P.M)

(1.5 debido a reserva de área recomendables)

S.P.A. Es muy variable, se puede aproximar según el A.P.A. y L.P.A.

S.P.A. = 9.76 has. mínimo

22.5 has. normal

L = 176 + 2 (13.0 x 0.577) = aprox. 210 m.normal. (emb de 25,000 T.P.M)

L = 222 + 2 (15.7 x 0.577) = aprox. 250 m.normal. (emb de 50,000 T.P.M)

$$d = C.p.c + t.a$$

$$d = 9.80 + 0.60 = 10.40 \text{ aprox.} = 11 \text{ m. (emb. 25,000 T.P.M)}$$

$$d = 11.7 + 0.60 = 12.30 \text{ m. aprox.} = 12.5 \text{ m. (emb 50,000 TPM)}$$

$$h.c = (f.b.l + f.b.p.c) / 2 \text{ (se recomienda)} = + 3.50 \text{ m. ref N.P.M.S. normal.}$$

La distancia del equipo descargador al área de tierra, depende de las condiciones de profundidad del área de agua, se recomienda = 1 Km. máximo.

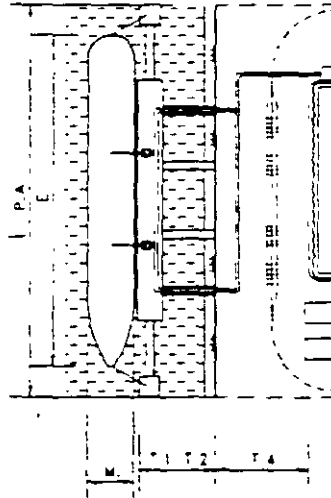


Figura 5.141 Muelle o frente de atraque. Importación de cereales

Areas T.1 y T.2

A semejanza del puesto de atraque de salida, el área T.1 depende del equipo descargador que se ubica en el muelle.

El área T.2, depende del equipo de traslación al almacenarse (tolva, bandas o conductos).

Existen 6 sistemas de descarga:

1. Sistema de Cucharas.

Recoge el material de las bodegas del barco y las descarga en una tolva al borde del muelle, que a la vez alimenta un transportador horizontal (con cierta pendiente) que envía el producto al almacenamiento.

Para realizar esta operación existen dentro de este sistema 3 tipos de grúas:

Grúa de Carro Móvil Elevado.- Se desplaza a lo largo del muelle con su pescante y con las cucharas traslada el material de las bodegas del barco a

la tolva, lo que permite trabajos en cualquier escotilla. Rendimiento 500 a 2000 t/h.

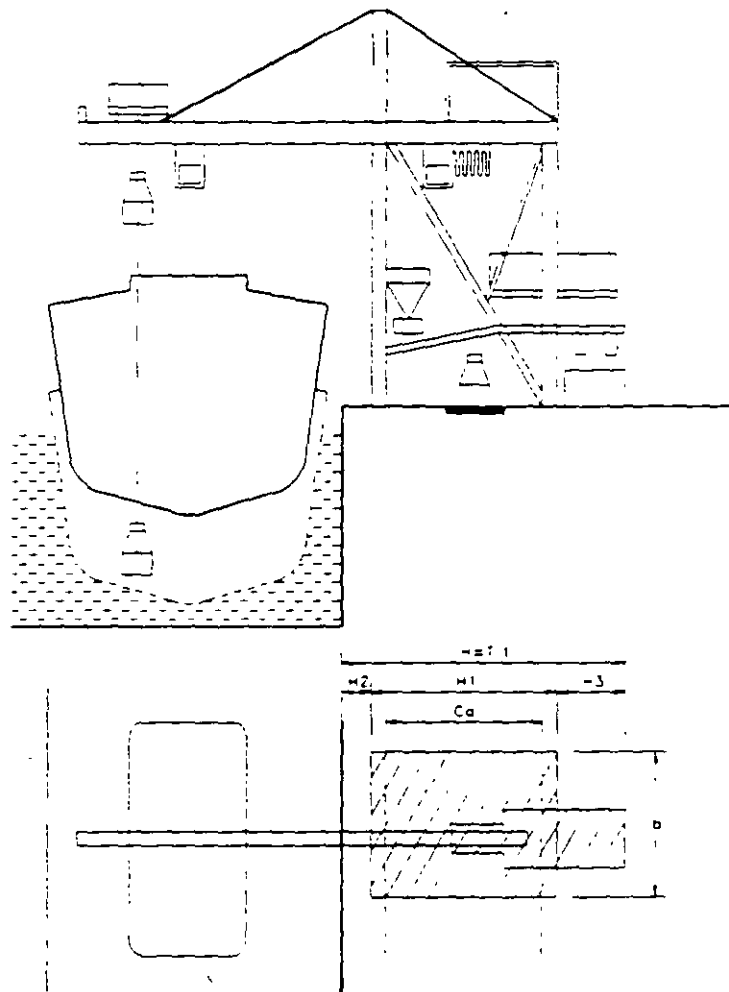


Figura 5.142 Sistema de cucharas.

Dimensiones similares de cargador de pórtico.

- H1 Ancho entre ejes ruedas del descargador = 12 m. normal
- H2 Distancia al costado del barco = 4 m. normal
- H3 Distancia al volcador-elevador = 10 m. normal
- C.a. Ancho de vías de carril 15 m. aprox.
- H Ancho total recomendable (H.1 + H.2 + H.3) = T.1 = 26 m. normal
- b Longitud del descargador = 20 m. máximo.

Grúa Giratoria.- Con brazo de inclinación variable; la cuchara recoge, iza y descarga en la tolva (colocada en su parte delantera), la tolva alimenta el transportador o descarga directo a camiones o vagones de ferrocarril, rendimiento 500 a 700 t/hr. Es la más usual.

Existe la variante de usar la grúa de carga fraccionada o unitizada que requiere colocar la tolva en su vía, lo que hace un giro de 90° y disminuye el rendimiento a 180 - 250 t/hr.

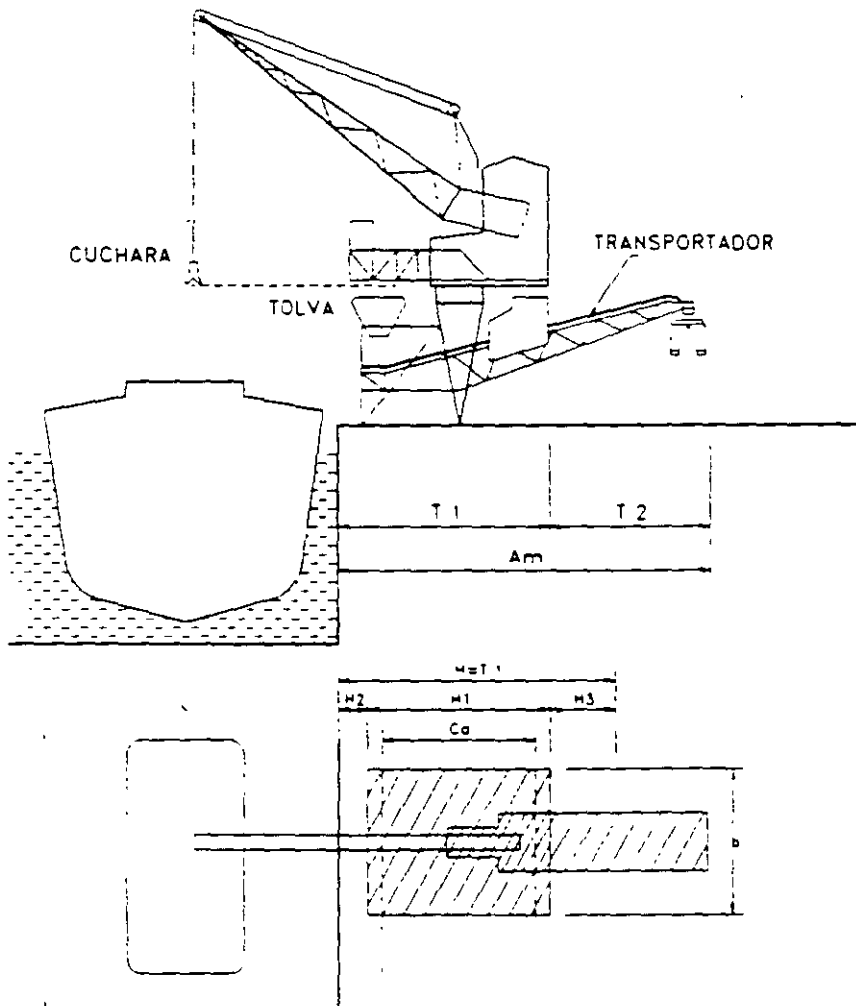


Figura 5.143 Sistema con grúa giratoria de cuchara

Se consideran dimensiones similares a la grúa anterior.

- H1 = 12 m. normal
- H2 = 4 m. normal a promedio
- H3 = 10 m. normal a promedio
- C.a. = 15 m. normal a promedio
- T.1 = H = 26 m. normal a promedio
- b = 20 m. normal a promedio

Grúa de Torre Móvil.- Es la grúa más usual para puestos de atraque pequeños a la que se le adiciona una torre adicional con cabina elevada y tiene un rendimiento similar a la grúa giratoria. (parecida a la grúa de carga general ver figura 5.85)

2. Sistema Neumático

Es usual para graneles de peso y viscosidad específicos, relativamente bajos; cereales cemento y carbón en polvo. Existen dos tipos:

Los que trabajan por aspiración y por presión.

También se dividen en:

Elevador Neumático.- es un pórtico sobre carriles con superestructura cerrada con dos unidades para ascender el producto.

Rendimiento: 200 T/h por cada unidad tiene brazos que terminan con tubos flexibles de boquilla

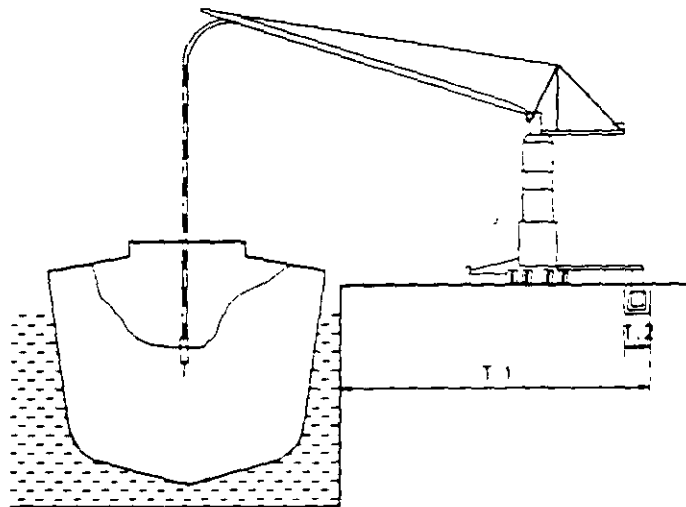


Figura 5.144 Sistema neumático Elevador

Equipo Portátil.- a base de vehículos autopropulsados que se colocan a lo largo del muelle para descargar cada escotilla del barco. Rendimiento 50 t/hr. También se colocan en el barco, según se determina la operación más eficiente alimentando la tolva colocada en el muelle.

Para la definición de T.1 sólo se requiere los carriles respectivos del equipo y que se estima pueda dejarse un ancho promedio de 15 m.; las dimensiones deberán verificarse con el equipo que se determine específicamente.

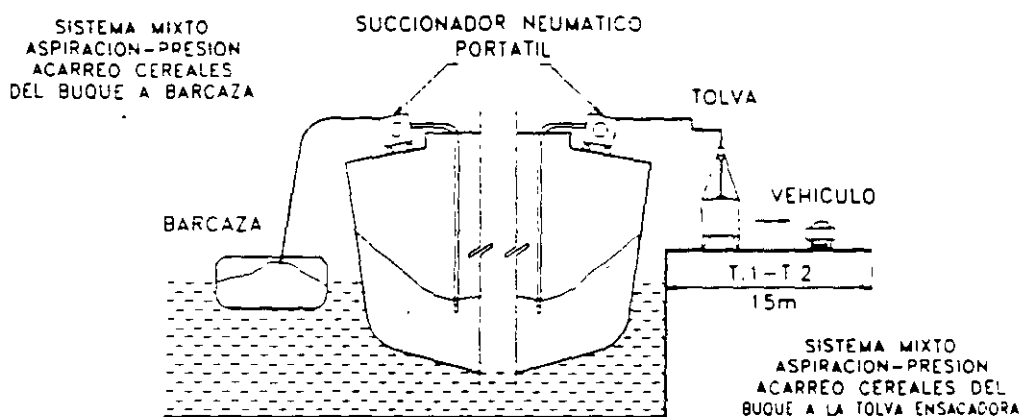


Figura 5.145 Elevador portátil

Elevadores Móviles Flotantes.- con máquina automotora y auto propulsada. Se colocan en plataformas o embarcaciones especializadas y se usan especialmente para alijo-estiba de embarcación a embarcación.

T.1 y T.2 no se toman en cuenta por ser flotantes los equipos.

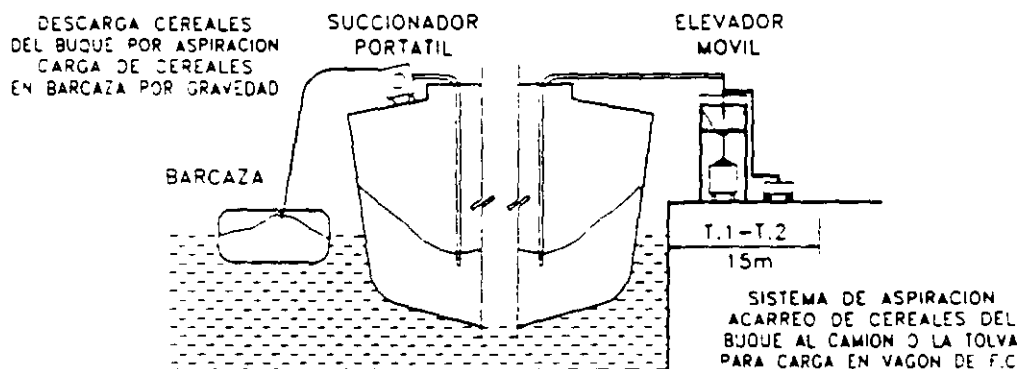


Figura 5.146 Elevador móvil.

3.- Transportes Verticales de Dos Tipos

De Cadena.- dentro de un ducto rectangular para materiales secos y fríos que resisten el contacto del conductor. Rendimiento 150 t/h.

De Tornillos Sin Fin.- helicoidal dentro de un conducto tubular para materiales finos granulares en polvo. Rendimiento 600 t/h.

Se considera en dimensiones una variante de las grúas del sistema de grúa

de carro móvil y sus dimensiones son similares para T.1 y T.2.

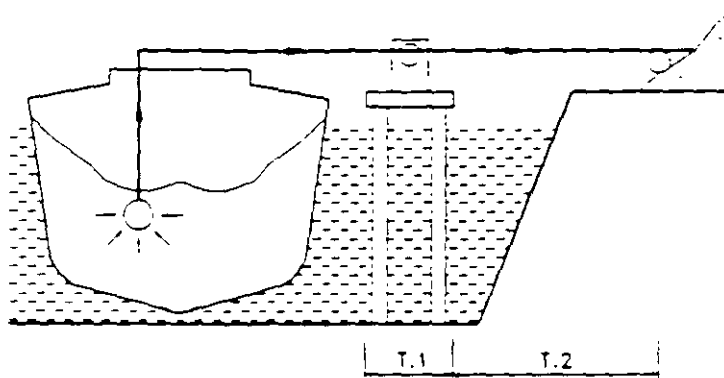


Figura 5.147 Transportador de cadena.

4. Elevadores de Cangilones.

Se recomienda por eficiencia en costos con rendimientos alto de 1000 a 5000 t/h. Su estructura es pesada. Existen dos subsistemas:

Rueda de Cangilones.- de rotación continua suspendida del pescante oscilante de un descargador móvil que alimenta el elevador de cangilones.

Elevador de Cadena.- donde los cangilones funcionan como recogedores, suspendido del pescante oscilante.

Se consideran dimensiones similares para T.1 y T.2, de acuerdo a la grúa giratoria y al descargador de pórtico (ver figura 5.142)

H1 = 12 m. normal

H2 = 4 m. normal

H3 = 10 m. normal

C.a. = 15 m.

T.1 = H = 26 m.

T.1 = b = 20 m.

5.- Sistema de suspensión acuosa para mineral de hierro, sal, bauxita, arenas minerales pesados y ciertos tipos de carbón.

Funciona con una mezcla de 70% de mineral en suspensión y luego se bombea a los buques cisterna, el agua se retira antes de zarpar y se logra un concentrado de 90% de sólidos. No requiere grúas ni otros equipos y el almacenamiento puede estar retirado del puerto. Se utiliza en grandes navíos y tiene rendimientos altos de 6000 a 8000 t/h.

El área necesaria es la T.2 y T.4 y su detalle dependerá específicamente del equipo.

6. Buques autodescargadores

Están equipados con grúas de cangilones y sólo requieren en tierra (P.A) tolvas y los transportadores para la zona de almacenamiento.

Se recomienda T.1 = 26 m. máximo similar a las grúas.

Áreas T.3, T.4 y T.5, son similares al P.A de exportación o salida.

5.3.5.6 Puesto de atraque de fluidos

Para dimensionar una terminal de fluidos se debe dar más atención a su planificación y emplazamiento que a los factores técnicos.

El número de puestos de atraque y el equipo necesario para su carga y descarga no guardan relación con su volumen, pues se tienen que atender a varios productos y aún de ese producto, diversos tipos del mismo.

Como en general, son productos cuya operación es peligrosa, las medidas de prevención de desastres y anticontaminación deben ocupar una importancia de primer orden y consecuentemente la planeación, diseño y dimensionamiento del total de las instalaciones debe obedecer a estos condicionantes (v.gr. derrames, incendios, contaminación del aire y del agua, tratamiento de los desechos electricidad estática, etc.).

Los productos más significantes que se mueven por estas terminales son:

- a) Petróleo crudo y derivados del mismo
- b) Gas natural licuado (G.N.L)
- c) Aceites vegetales
- d) Melaza
- e) Látex

A nivel nacional se mueven para su exportación y cabotaje todos estos principales productos y se hace necesario mencionar que en el caso del petróleo y derivados su movimiento suma más del 75% del total del movimiento portuario y forma el 80% de las exportaciones nacionales por vía marítima de aquí la importancia de este tipo de terminales.

El movimiento de fluidos requiere de embarcaciones de gran porte (ver capítulo 4 donde se indican los buques petroleros) por lo que las terminales y sus instalaciones requieren de inversiones muy altas, así como su conservación y mantenimiento por lo que es necesario dimensionar y proyectar con el mayor cuidado.

TIPOS DE PUESTOS DE ATRAQUE

Por el tamaño de la embarcación y condicionantes físicos de las áreas de agua para la operación de fluidos, en especial de petróleo y derivados, los (P.A) Puestos de Atraque se dividen en:

Terminales en Agua Protegidas

Son aquellas que se sitúan en un puerto propiamente dicho, donde existen aguas en calma, o bien en un puerto general, situándose una zona específica y aislada para esta operación; por las características del puerto, estas terminales sólo dan acceso a calados máximos de 16 m.

Terminales en Mar Abierto

Se instalan para embarcaciones cuyo calado es mayor de 16.00 m, o sea para grandes buques que no pueden arribar a Puerto (aproximadamente de más de 100,000 T.R.B. (ver capítulo 4) aunque se complementan con las áreas de tierra respectivas.

Estas terminales pueden ser para cargar o descargar los fluidos, sin embargo en sus detalles de instalaciones en mar o en tierra tienen algunas diferencias aunque se pueden adaptar para ambos movimientos no es frecuente realizarlo. Se denominan: Terminales de Recepción y Terminales de Envío

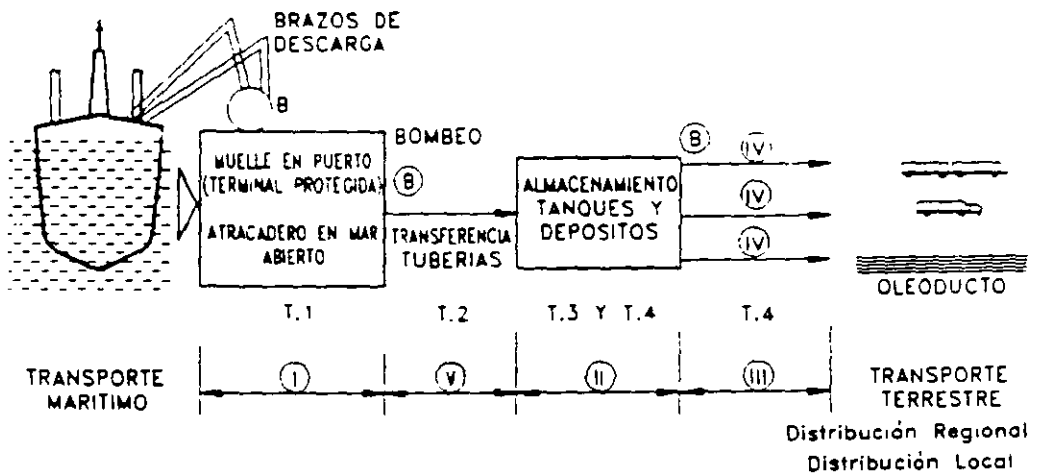


Figura 5.148 Flujograma de operaciones de una terminal de fluidos, Recepción

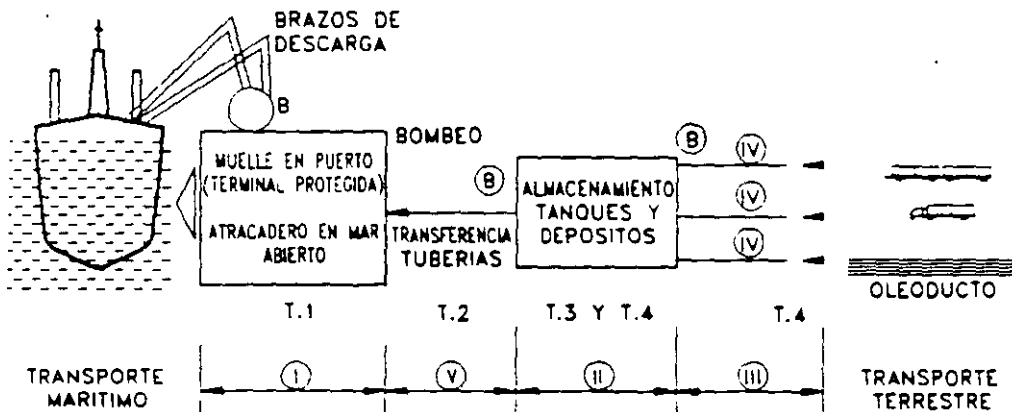


Figura 5. 149 Flujograma de operaciones de una terminal de fluidos, Envío.

A similitud de las terminales de granel, consta de 5 elementos

- I Area de carga o descarga, que forma el frente de atraque o muelle (área T.1)
- II Almacenamiento en el área de tierra, formado por tanques o depósitos (área T.3)
- III Area de carga o descarga de transportes terrestres (ferrocarril y trailers-pipas, área T.4)
- IV Area para control y servicios, ubicada también en el área terrestre (T.4)
- V Sistemas de transferencia y bombeo: tubos, bombas, brazos (T.2)

Otra Denominación de los Puestos de Atraque

Por el origen-destino las terminales o puestos de atraque. Se denominan según el área a que sirven o su producto, por ejemplo en el caso del petróleo:

- Puesto de atraque para campo petrolero
- Puesto de atraque para refinería
- Para otros productos, se denominan por el producto, v.gr: de mieles o melaza de aceites, de látex, etc.

Por la numerosa variedad de sistemas de operación de los fluidos y para relacionarla con el puesto de atraque y los tipos de muelles o frentes de

CAPITULO 5 PUERTOS GENERALES

ataque se ha elaborado el siguiente cuadro donde también se indica en una columna el equipo genérico necesario y se marcan en otra columna observaciones que se relacionan con las dimensiones y por supuesto con la planeación de las terminales de cada grupo de productos.

TABLA 5. 6 CARACTERISTICAS DEL PUESTO DE ATRAQUE SEGUN EL TIPO DE FLUIDO.

GRUPO DE FLUIDOS	P.A. TIPO DE PUESTO DE ATRAQUE	TIPO DE MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE	EQUIPO GENERICO DE LA OPERACION	OBSERVACIONES
A. - PETROLEO CRUDO - Aceites Negros Petróleo de horeo Aceite pesado Diesel Aceites Blancos Gasolina Gasavión Gasoil Querocena	- En aguas protegidas (dentro de un puerto)	Muelle típico: Duques de Alba plataforma y pasarelas	Brazos de carga-des carga, bombas, tuberías, tanques, sistemas de protección de derrames contra incendio y anticontaminación ocasionalmente sistemas de calentamiento.	Embarcaciones que por su calado pueden entrar a puerto; aprox. menores a 100.000 T.R.B. con calados menores de 16.00 m.
	Con muelle en: mar abierto	A.- Monoboyas de amarre B.- Amarradero de brazo rígido C.- Amarradero de torre fija D.- En isla artificial	Brazos de carga-des carga, bombas, tuberías, tanques, sistemas de protección de derrames contra incendio y anticontaminación ocasionalmente sistemas de calentamiento.	Para barcos de gran tonelaje, mayores de 10.000 T R B. y calados de más de 16.00m
B. - GAS NATURAL LICUADO, G.N.L	En aguas protegidas	Muelle típico	Brazos, bombas y tuberías especiales frigorizadas por traspase a menos 161°C y a presión considerable	Embarcaciones especiales de diversos tonelajes.
	Con muelle en mar abierto	A.- Monoboyas de amarre B.- Amarradero de brazo rígido C.- Amarradero de torre fija D.- En isla artificial	Brazos, bombas y tuberías especiales frigorizadas por traspase a menos 161°C y a presión considerable	Embarcaciones especiales de diversos tonelajes.

TABLA 5.6 CARACTERISTICAS DEL PUESTO DE ATRAQUE SEGUN EL TIPO DE FLUIDO. (continuación)

GRUPO DE FLUIDOS	P.A . TIPO DE PUESTO DE ATRAQUE	TIPO DE MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE	EQUIPO GENERICO DE LA OPERACION	OBSERVACIONES
C.- ACEITES VEGETALES: De almendros de palma, de coco y algodón	En aguas protegidas	Muelle típico o adherido a otro muelle marginal o espigón compatible en su operación.	Brazos de acero, mangueras de caucho, bombas especiales y conductos de acero inoxidable (equipo con revestimientos).	Embarcaciones especiales o compartimientos especiales que sean compatibles con otras cargas.
D.- MELAZA: Miel de azúcar.	En aguas protegidas	Muelle típico o adherido a otro que sea compatible en operación	Puntales o brazos especiales, mangueras y conductos (acero dulce) operación entre 30 y 32°C ocasionalmente grúas móviles y sistemas para mantener la temperatura.	Embarcaciones especiales o compartimientos especiales que sean compatibles con otras cargas.
E.- LATEX de caucho	En aguas Protegidas	Muelle típico o adherido a otro que sea compatible en operación	Mangueras especiales de caucho, bombas y cargaderos especiales sistemas para mantener la temperatura entre 5°C y 32°C.	Embarcaciones especiales o compartimientos especiales que sean compatibles con otras cargas.

PUESTO DE ATRAQUE (P.A)

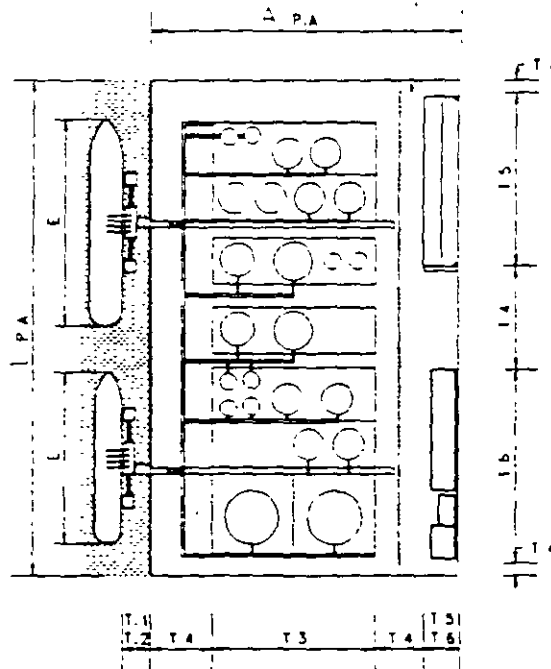


Figura 5.150 Puesto de atraque de terminal de fluidos. Aguas protegidas

Las dimensiones del puesto de atraque son muy variadas pues dependen de las necesidades de almacenamiento del tipo de carga, a los niveles local, regional y en ocasiones nacional; lo que se indica a continuación es aproximado y similar a los puestos de atraque de granel.

$$A.P.A. = T.1 + T.2 \text{ (en tierra)} + T.3 + T.4 + T.5 + T.6$$

Se recomienda al incluir este puesto de atraque en un puerto, dimensionar este ancho de acuerdo a otros puestos de atraque (v.gr. contenedores) por lo que se recomienda:

$$A.P.A = \begin{array}{l} 310 \text{ m. mínimo} \\ 600 \text{ m. normal} \end{array}$$

$$L.P.A. \text{ (se recomienda)} = L \times 1.5 = 210 \text{ m.} \times 1.5 = 315 \text{ m. mínimo (barco de 25,000 T.P.M)}$$

$$L \times 1.5 = 250 \text{ m.} \times 1.5 = 375 \text{ m. normal (barco de 50,000 T.P.M).}$$

$$S.P.A. \text{ (calculado)} = A.P.A. \times L.P.A = \text{aprox. } 310 \text{ m.} \times 315 \text{ m.} = 9.76 \text{ has. mínimo (barco de 25,000 T.P.M).}$$

$$S.P.A. = 600 \text{ m.} \times 375 \text{ m.} = 22.5 \text{ has normal (barco de 50,000 T.P.M).}$$

MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE (F.A)

Se condiciona la longitud del muelle "L" a las características de las embarcaciones especializadas que arriban o puedan arribar al puerto tomando en cuenta también las áreas de agua con que se cuente.

Se considera que la longitud del muelle abarque hasta los duques de amarre.

$$L = E + 2(da); \quad (da = 0.5M \times t.g \ 30^\circ)$$

$$L = 176 + 2 (13 \text{ m.} \times 0.577) = 206 \text{ m. aprox., } 210 \text{ m. mínimo}$$

(barco de 25,000 T.P.M).

$$L = 222 + 2 (15.7 \text{ m.} \times 0.577) = 258 \text{ aprox., } 250 \text{ m. normal}$$

(barco de 50,000 T.P.M).

$$d = C.p.c + t.a$$

$$d = 9.80 + 0.60 = 10.40 \text{ m. aprox. } 11 \text{ m. mínimo (emb. de 25,000 TPM)}$$

$$d = 11.70 + 0.60 = 12.30 \text{ aprox. } 12.50 \text{ mínimo (emb. de 50,000 TPM)}$$

$h.c = (f.b.l + f.b.p.c) / 2$ (dimensión muy variable, depende del cargador-descargador y de la embarcación.) Se recomienda = +3.50 m, ref. N.P.M.S.

Para ilustrar este dimensionamiento que se aplica a diversos tipos de frente de atraque a continuación se ejemplifican gráficamente.

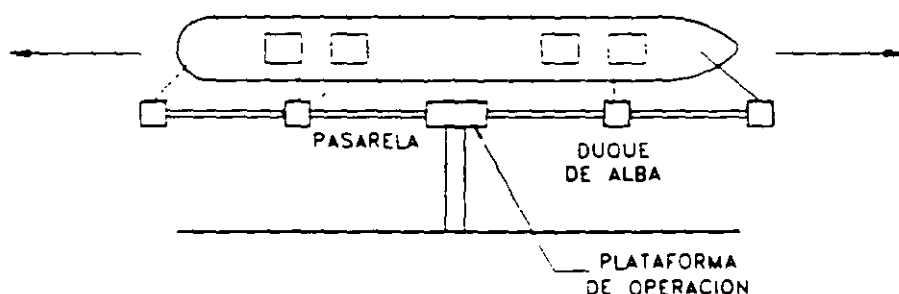


Figura 5.151 Atracadero en T a base de duques de alba

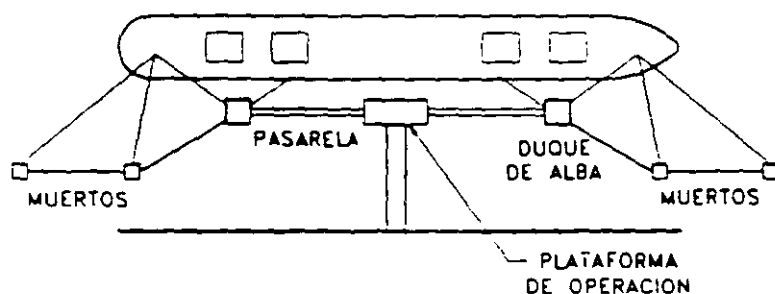


Figura 5.152 Atracadero en T a base de duques de alba y muertos de amarre

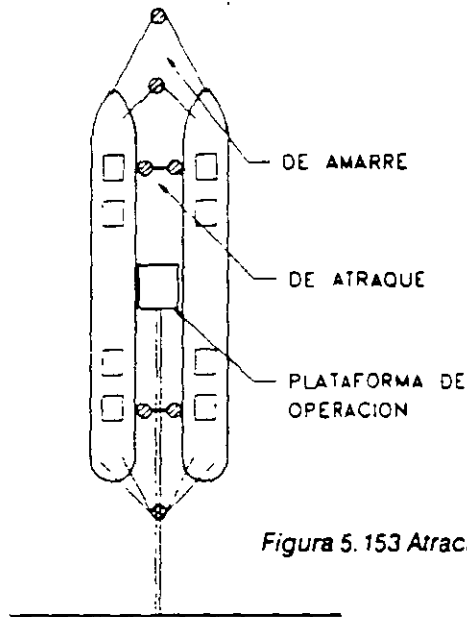


Figura 5.153 Atracadero en espigón

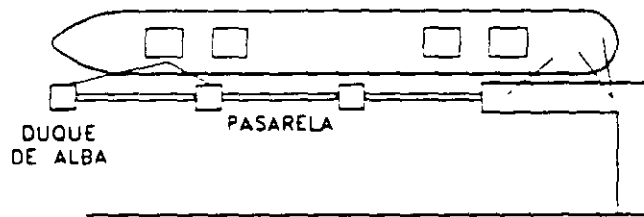


Figura 5.154 Atracadero en "L"

PUESTO O FRENTE DE ATRAQUE P.A.
Fluidos en Mar Abierto

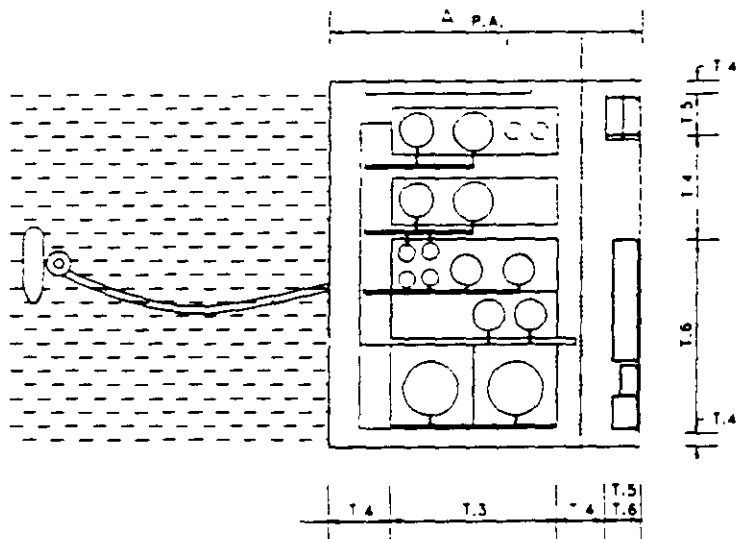


Figura 5.155 Puesto de atraque en mar abierto

Las dimensiones del puesto de atraque son muy variables y dependen del atracadero de la embarcación, sistema de carga-descarga y en su área de tierra del almacenamiento del producto, sus dimensiones son similares a las indicadas en el puesto de atraque de aguas protegidas, con la recomendación de tomar en cuenta cuando se haga el proyecto respectivo el posible crecimiento del área terrestre de acuerdo a la región hinterland donde se sitúe.

Para el área terrestre:

$$\text{A.P.A.} = \text{T.2} + \text{T.3} + \text{T.5} + \text{T.6} = 310 \text{ m. mínimo} \\ 600 \text{ m. normal}$$

$$\text{L.P.A.} = 315 \text{ m. mínimo} \\ 375 \text{ m. normal}$$

S.P.A. Calculado con A.P.A. x L.P.A. aprox.

$$\text{S.P.A.} = 9.76 \text{ has mínimo} \\ 22.5 \text{ has. normal}$$

MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE

En Mar Abierto.

Para embarcaciones de gran porte, aquí se indican los diferentes tipos de amarraderos, que se conectan a tierra, transfiriendo el producto por tuberías submarinas. A continuación se ejemplifican los principales tipos.

- Tipos "A" amarradero con boyas

Boya única de amarre "CALM" (Catenary Anchor Ley Mooring) sujeta al fondo del mar con cadenas ancladas a 100 m. del centro de la boya.

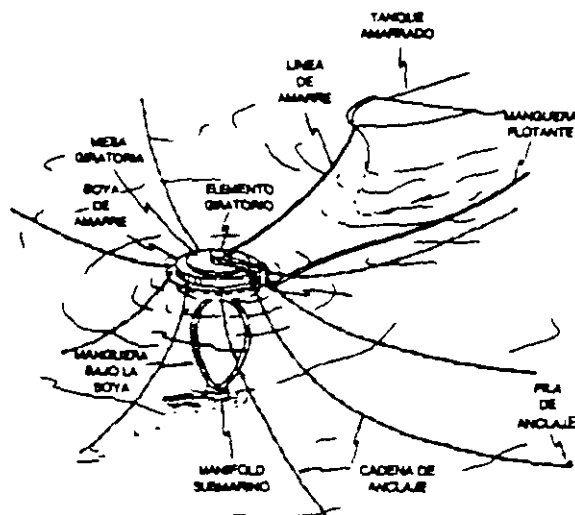


Figura 5.156 Amarradero con boyas

Boya única de amarre "SALM" (Single Anchor Ley Mooring)

Fijada al fondo del mar con la estructura terminal de válvulas y tuberías conductoras.

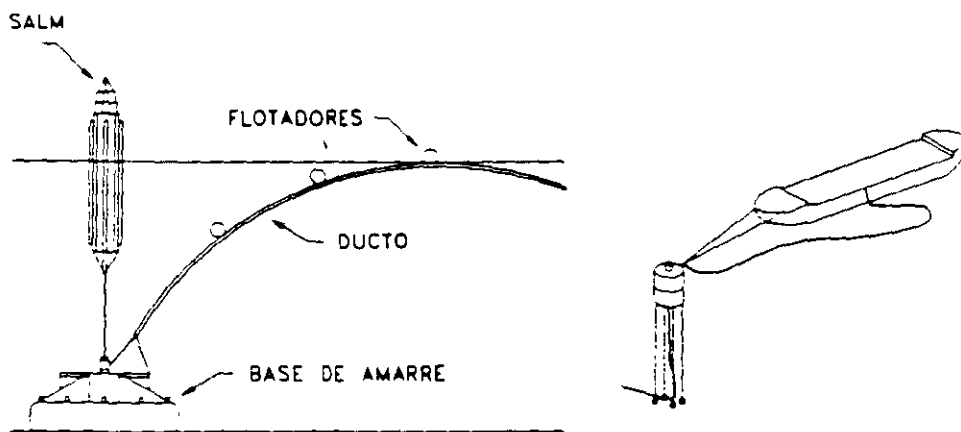


Figura 5.157 Boyas tipo SALM

- Tipo B Amarradero de brazo rígido RAM (Rigid Arm Mooring) -

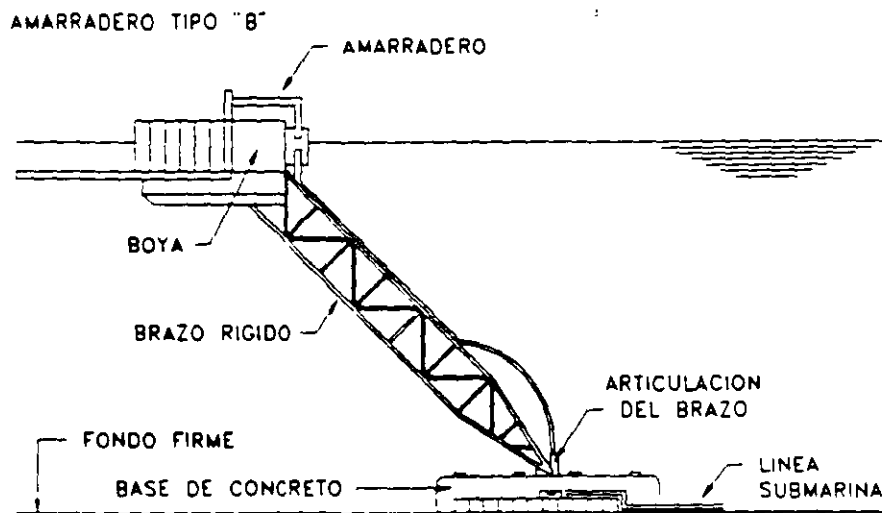
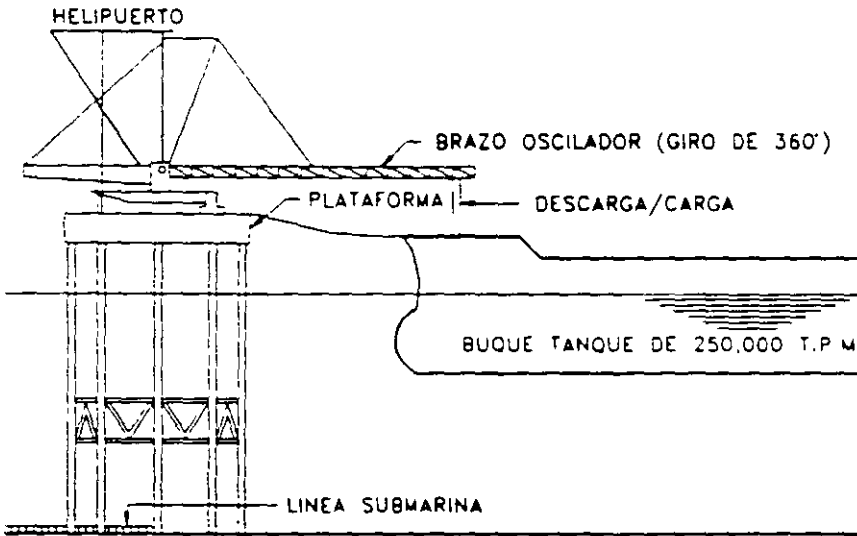


Figura 5.158 Amarradero rígido

- Tipo C Amarradero de Torre Fija TTM (Tower Fixed Mooring).

AMARRADERO TIPO "C"



- Tipo D amarradero de muelle en isla

(Ejemplo de Kuwait a 16 Km. de la costa para recibir embarcaciones de 325,000 T.B.R.).

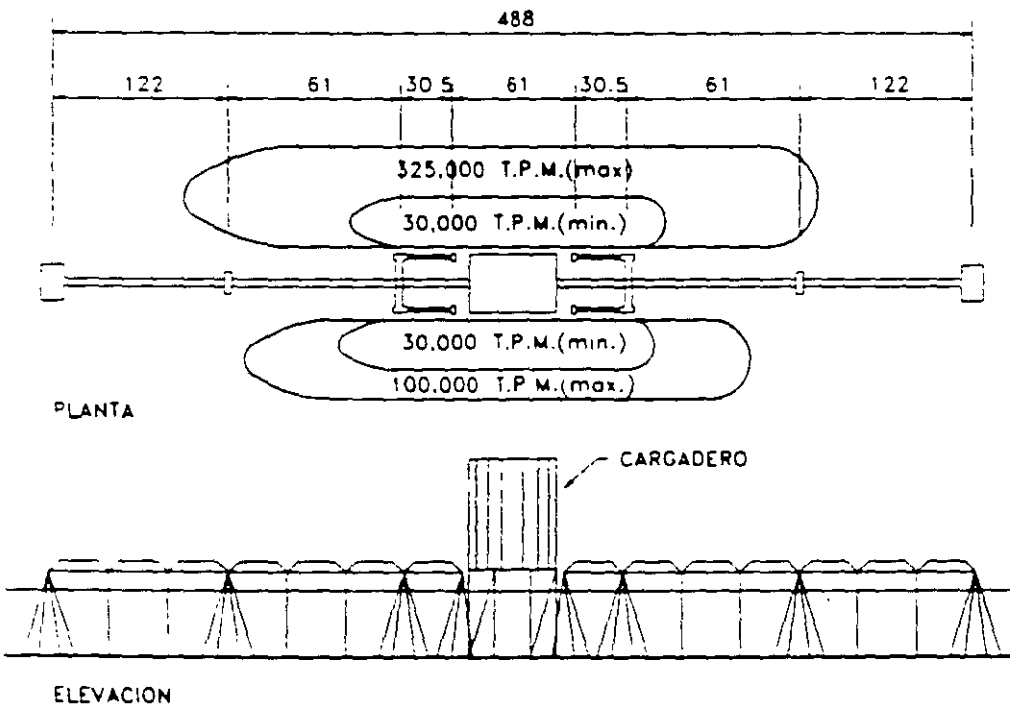


Figura 5.159 Amarraderos para manejo de fluidos

Areas T.1 y T.2

En general las áreas T.1 dependen del equipo cargador o descargador del producto que se opere y se ubican directamente en el muelle o amarradero.

El área T.2 la forma el equipo de traslación del producto (tuberías y bombas) y puede ser flotante, en la superficie o submarino de acuerdo al tipo de producto.

Por lo anterior se indican las dimensiones y recomendaciones según el grupo de fluidos de que se trate:

Areas de tierra grupo de fluidos "A" petróleo y derivados.

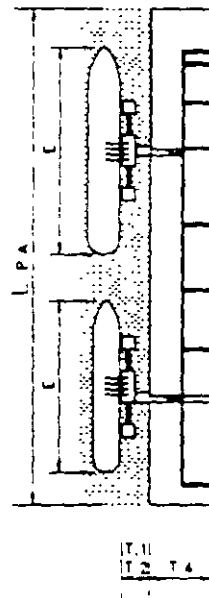


Figura 5.160 Puesto de atraque para fluidos

Area T.1

Depende de la estructura que sostiene los brazos o garzas que se colocan en el atracadero.

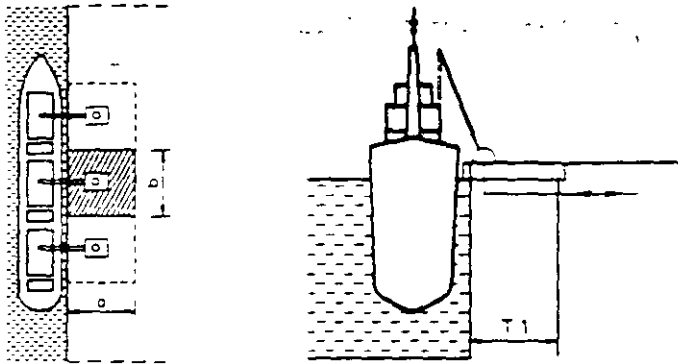


Figura 5.161 Area T.1. Puesto de atraque de fluidos

Dimensiones según el sistema de bombeo y tuberías, adicionando espacio para inspección y mantenimiento.

Ancho T.1 a = 6 mínimo a 9 m. normal
 b = 1.80 m. mínimo a 4.00 m. normal
 Por cada base de la garza

Area T.2

En este espacio normalmente se accionan 4 bombas del barco (6,500 m³/hr.) con mangueras de 20 a 50 cm. de diámetro y las tuberías son de acero suave de 45 a 90 cm. de diámetro; cuando su longitud es mayor a 3 km. se deben usar "tacos" para despejado.

Se requiere sistema de eliminación de derrames en la conexión de mangueras y bombas y una barrera de contención de derrames anexo al muelle con su sistema de bombeo de extracción.

Se estima que para el sistema de bombeo y tuberías directos de las garzas se requiere un ancho de 3 m. mínimo

T.1 + T.2 = 9 m. mínimo a 12 m. normal

GRUPO DE FLUIDOS "A"

Areas T.3 Areas de Almacenamiento

Depósitos generalmente cilíndricos de acero (divididos en aceites negros y blancos).

Los grupos de tanques debieran estar rodeados por muros y sus pisos son sumideros. Capacidad 500 a 20,000 m³ en dos clases (ver figura 5.38):

- Techo flotante
- Techo cónico fijo

Para los aceites negros se requiere un sistema de calentamiento y calorifugación y los sistemas de medición, que son a base de varillas e indicadores por cada tanque.

Area T.4 Vialidades, Estacionamientos y Accesos

Similares en sus dimensiones al puesto de atraque de carga unitizada y/o fraccionada agregando:

Depósito de agua de lastre de las embarcaciones, con sistema de rebombeo y separación de impulso.

Laboratorio para pruebas de control de calidad del producto.

Area T.5 Mantenimiento y Reparación de Equipo y Maquinaria

Dimensiones según similitud al puesto de atraque de carga fraccionada y/o unitizada agregando:

- Taller de bombas
- Taller de elementos térmicos.

Area T.6 Servicios Generales y Especiales

Se observa la importancia del equipo especializado contra incendios para aplicarlo en los sitios peligrosos:

- Bombas de alta presión
- Sistema de hidratantes y depósito de agua.
- Depósito y tuberías, espuma contra incendio

Preferiblemente:

Sistema de utilización de agua salada para utilizarla contra incendios.

GRUPO DE FLUIDOS B.- Gas Natural Licuado, G.N.L.

Areas T.1 y T.2 recomendaciones y dimensiones similares al grupo A (ver

figura 5.161).

Areas T.3 Recomendaciones:

- Instalaciones aisladas del puerto por su alta peligrosidad dotados de equipos frigorizantes (el transporte y almacenamiento del gas se realiza a menos 161°C).
- Capacidad promedio de los tanques 47,750 m³ = 300 barriles.

T.4. Dimensiones para los accesos similares, las dimensiones al puesto de atraque de carga fraccionada y/o unitizada, pero adicionando:

- Equipos de control y mantenimiento de temperatura requerida y sistemas de pesaje.

T.5. Dimensiones y tipos similares al puesto de atraque de carga fraccionada y/o unitizada y agregando:

- Taller de elementos de refrigeración
- Taller de bombas

GRUPO C. ACEITES VEGETALES

Area T.1. Recomendaciones

Dimensiones de T.1 variables, de acuerdo al equipo específico y según los brazos de acero y la estructura que los sostienen para soportar las mangueras de caucho con diámetro promedio de 15 a 20 cm.

Area T.2. Recomendaciones:

Espacios variables según el sistema de bombeo y mantenimiento de temperatura de 15 a 65°C.

Tuberías de acero inoxidable de 15 a 20 cm. de diámetro.

Bombas de 100 a 150 ton/hr

Area T.3 Recomendaciones:

Depósito de acero dulce con capacidad máxima de 1000 tons. Se localizan,

en lo posible, lo más alejado del muelle y según la capacidad de las bombas. (Bombeo del buque al tanque 100 o 150 t/h).

Area T.4 Recomendaciones:

Similar al puesto de atraque de carga fraccionada y/o unitizada agregando:

- Espacios para bomba de fundición especiales centrifugas o rotativas.
- Control de medición con varillas graduadas
- Para la descarga de camiones se requieren preferiblemente pórticos con sistemas de bombeo y conteo del producto.

Area T.5 Recomendaciones:

Instalaciones con dimensiones similares al puesto de atraque de carga fraccionada y/o unitizada adicionando:

- Taller de elementos térmicos
- Taller de bombas especiales

(Con dimensiones similares a los otros talleres).

GRUPO D.- MELAZA-MIELES

Area T.1 Recomendaciones:

Las dimensiones son variables, de acuerdo al equipo específico y sus estructuras de sostenimiento para conectar las mangueras de los buques de 25 cm. de diámetro.

También se usan grúas móviles para estas tuberías, similares a las del puesto de atraque carga fraccionada y/o unitizada para operar las mangueras.

Area T.2 Recomendaciones:

Las dimensiones son de acuerdo al equipo de bombas (tipo volumétrico o rotativas especiales con rendimiento de 150 t/h).

- Conductos de acero de 50 a 60 cm. de diámetro.

Area T.3 Recomendaciones:

Se indica que los depósitos tienen capacidad media de: 14,000 tons. con medidores hidrostáticos y su número depende del movimiento del producto.

Area T.4

Similar al puesto de atraque de carga fraccionada y/o unitizada en sus accesos, estacionamientos y casetas de control, se anota que en la zona de descarga de vagones de ferrocarril y camiones cisterna (pipas) se requieren dispositivos de calentamiento y puentes, báscula para control de peso del producto.

Area T.5 es similar en sus recomendaciones al grupo C de aceites vegetales

GRUPO E.- LATEX DE CAUCHO

Area T.1 similares las observaciones y recomendaciones al grupo D

Area T.2

Espacios para mangueras especiales de caucho de 15 a 20 cm. de diámetro y bombas de tornillo Arquímedes o monocilíndricos con rendimientos de 150 a 200 ton/hr y elementos para mantener la temperatura entre 5 y 32°C.

Area T.3 Almacenamiento

Similar al grupo C de aceites vegetales, requiriendo válvulas especiales, capacidad de tanques de 200 a 2,500 tons. con mantenimiento de temperatura a 20°C promedio.

Area T.4 similar al grupo C de aceites vegetales.

Area T.4 similar al grupo C de aceites vegetales.

5.3.5.7 Puestos de atraque de terminales de puertos Industriales

Se recomienda, por ser las costas un recurso importante de nivel regional, que la extensión de las zonas industriales sea perpendicular a la costa. A las diversas industrias se les debe proporcionar eficientemente los servicios portuarios a través de los diferentes Puestos de Atraque (carga general, polivalente, etc), y sólo proporcionarles en exclusiva sus propios Puestos de Atraque cuando económicamente justifiquen su existencia y en especial requiriendo movimiento de carga a granel o muy especializada.

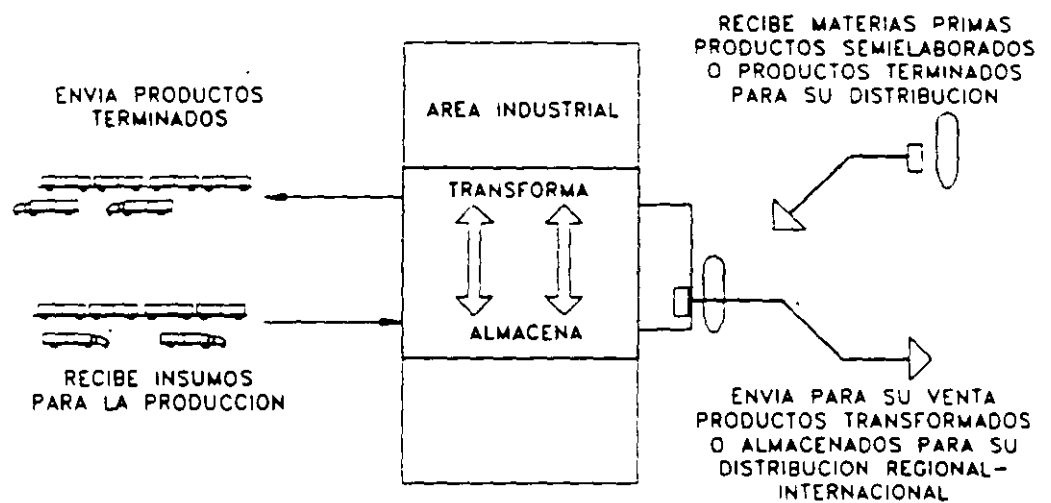


Figura 5.162 Características principales de Puerto Industrial

El puerto y en especial el Puesto de Atraque (P.A), toma el papel de apoyo, más que de enlace y regulación.

- . El movimiento portuario y su magnitud depende de la capacidad de la zona industrial
- . Generalmente el puerto recibe principalmente materia prima y en menor grado productos elaborados o terminados para su distribución en la región. En el caso de la materia prima o productos semielaborados pasan a la zona industrial para su proceso y de ahí regresan para su importación o en algunos casos se distribuyen por transporte terrestre a la región interior.
- . Los puertos son básicos para el desarrollo de industrias secundarias (altamente productivas) de manufactura, contribuyen sobretodo cuando se requiere un transporte masivo de bienes (en la mayoría de las industrias modernas). El binomio Puerto-Industrial debe guardar un estrecho vínculo

para alcanzar una gran eficiencia en la fabricación, almacenamiento y transportación y por lo tanto formará el elemento fundamental de desarrollo de una región costera.

Por esta actividad industrial se requiere la previsión de las zonas urbanas de vivienda para el elemento humano y de las medidas urbanísticas para el desarrollo de la multicitada región costera.

Los puestos de atraque son habilitados con una alta mecanización y generalmente son para embarcar o desembarcar y sólo en contadas ocasiones se presenta una simultaneidad de estas operaciones.

Recomendaciones sobre las Areas Industriales en cuanto a sus dimensiones.

- La industria de primer nivel requiere de 150 a 1000 has.
- La industria de segundo nivel requiere de 20 a 150 has
- La industria de tercer nivel (pequeña industria) requiere de 3 a 20 has.

Para estimar en términos generales una instalación portuaria industrial, comprendería aproximadamente de 3,000 has.; con servicios comunales de 1000 has., considerando para circulación y maniobras un 30% del área.

P.A. PUESTO DE ATRAQUE INDUSTRIAL

Recomendaciones Generales:

- El crecimiento del área industrial preferiblemente hacia el interior y no paralelo a la costa.
- Por motivos económicos se localizará una terminal para el uso común de los diversos usuarios, ligada convenientemente con vialidad terrestre adecuada.
- Puestos de atraque para una sola industria bajo justificación económica de su operación.
- Si se ubica el puerto o terminal industrial en un puerto general se constituirá en una zona específica para promover el desarrollo industrial, sin interferir con otras terminales.
- Las conexiones de vialidad terrestre, se buscaran fáciles y fluidas hacia las vías regionales.
- Se deberán prever los usos del suelo de la localidad para dar facilidades al crecimiento apropiado de la zona industrial y con la previsión de áreas de vivienda de los trabajadores en coordinación con el Plan de Desarrollo

Urbano del Centro de Población (especialmente en cuanto a su infraestructura de agua, energía y manejo de desechos). Su dimensionamiento depende de las características de la embarcación y de la operación del producto o carga que arribe o salga del muelle, es muy variable y para su dimensionamiento, según su destino particular se verá el tipo de terminal similar.

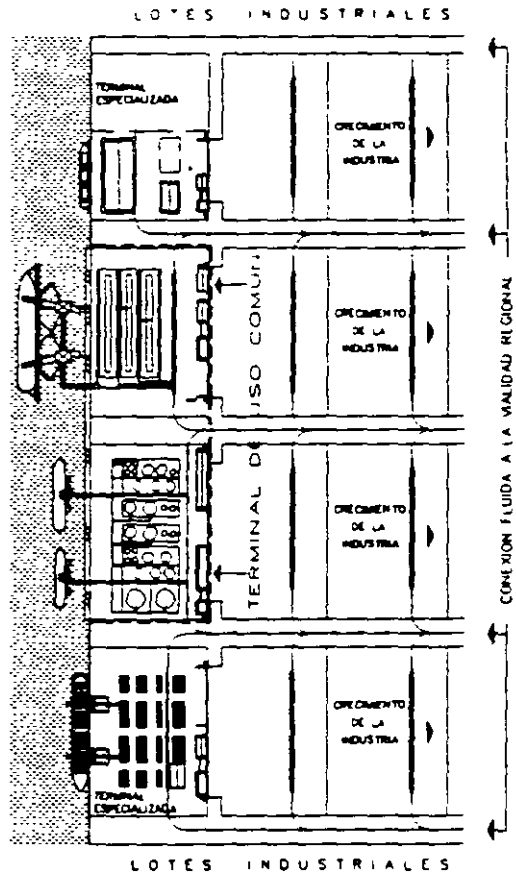


Figura 5.163 Puesto de atraque de un puerto industrial

MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE F.A.

Dimensiones variables, según el barco y el tipo de operación de los productos que se operen se puede observar su dimensionamiento en frente de atraque específicos.

Area T.1

Carga-Descarga del Muelle.

Las dimensiones de T.1 son variables, de acuerdo al tipo de operación que

se realice, pues puede ser similar al puesto de atraque de granel o con los requerimientos de un puesto de atraque de contenedores o en otros casos como área para mover carga unitizada.

Se recomienda que una vez definido el objeto de este puesto de atraque industrial, se consulten las dimensiones del puesto de atraque que mejor se adapte a sus necesidades específicas.

Area T.2 Transferencia Muelle de Almacenamiento

Es variable y las recomendaciones son similares a las dimensiones del T. 1.

Area T.3 Almacenamiento

El almacenamiento también se debe adaptar al tipo específico de la operación y puede ser similar al Puesto de Atraque de contenedores o como almacenamiento en pilas de minerales o en otros casos requiere de depósitos de fluidos.

Requiere este puesto de atraque de almacenes de materias primas, que también son muy variables, ya sean cubiertos o descubiertos de acuerdo al producto o materiales específicos.

Puede existir el caso del movimiento como carga unitizada, cuando sus productos requieran moverse en esta forma e inclusive a través de contenedores.

Las dimensiones particulares sólo se podrán determinar cuando se haga la planeación general y después consultando los puestos de atraque mencionados.

Area T.4 Vialidades, Estacionamientos, Controles y Accesos

La fluidez de los accesos se acentúa más para estos puestos de atraque.

Se recomienda que el propio puesto de atraque se sitúe (cuando tome parte de un conjunto o puesto de atraque) inmediato a las vías regionales de autotransporte y ferrocarril.

En el interior del puesto de atraque se recomienda una vialidad también fluida; previendo estacionamientos anexos a los accesos de los lotes industriales.

Las dimensiones de las secciones de vialidad, estacionamientos y controles son similares a los puestos de atraque de contenedores.

Area T.5

Las instalaciones son similares a los puestos de atraque de carga fraccionada y/o unitizada agregándole los talleres y almacenes, patios y otros elementos que se requieran según las particularidades de lo que produzca u opere en esta zona industrial portuaria.

CONSIDERACIONES GENERALES DE PLANEACION DE LAS TERMINALES DE PUERTOS INDUSTRIALES

De acuerdo a la experiencia Japonesa se hacen las siguientes consideraciones.

- A Aspectos regionales y escala del puerto industrial.
- B Factores de la planta industrial, tipos y dimensiones generales de las industrias típicas.
- C Condiciones naturales del sitio, tipos de puertos industriales y procedimiento de su desarrollo.
- D Plan de conjunto de la planta industrial.

A.- Se recomienda el establecer a nivel regional los lineamientos de políticas, especialmente de desarrollo económico y social tomando en cuenta lo cultural (tradiciones históricas y culturales) y la generación de actividades de transporte y comunicación en relación directa con los condicionantes de las áreas terrestres definiendo los lugares para la vivienda de los trabajadores y la armonización con los recursos naturales. Se indica la importancia de la conservación de áreas ecológicas, de las agrícolas según los objetivos de las poblaciones y la definición de la vialidad del transporte terrestre y sus comunicaciones de acuerdo con las rutas marítimas y el tipo de navíos que arriben al puerto.

La escala del Puerto Industrial se define con las características de la planta industrial según los diversos tipos de industrias que se puedan establecer, sus capacidades de producción y sus planes de transportación dependientes su región o hinterland. Lo anterior se refleja en el siguiente algoritmo.

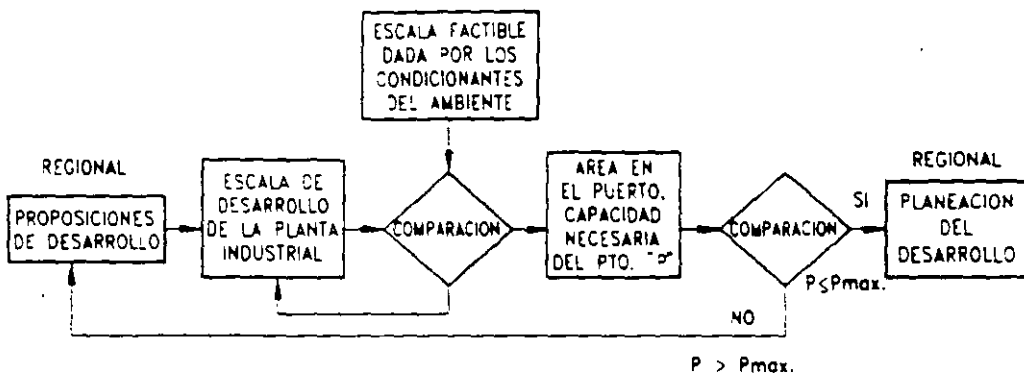


Figura 5.164 Planeación general del desarrollo

B.- Los factores de la Planta Industrial que las condiciona son:

- 1.- Factores particulares según el tipo de industria y de acuerdo a sus características de cada una de ellas.
- 2.- Factores generales del conjunto de la Planta Industrial de acuerdo a las escalas de producción y respectivos costos.

Los tipos más generales de las industrias en una planta de un Puerto Industrial son los siguientes.

- . Industrial siderúrgica (acero)
- . Industrias derivadas de la siderúrgica
- . Construcción de embarcaciones (Industria naval)
- . Plantas productoras de aluminio y derivados del mismo
- . Industrias de transformación de cobre, plomo y zinc.
- . Refinerías de petróleo crudo
- . Industrias petroquímicas diversas
- . Plantas de pulpa de papel
- . Termoeléctricas (para producción de energía eléctrica)
- . Plantas nucleares

CAPITULO 5. PUERTOS GENERALES

TABLA 5.7 EJEMPLOS DE USO DEL SUELO EN DIFERENTES PUERTOS

	Pto. Tomalí	Mutsu Ogawara	Ishikan huan	Fukui	Observaciones	Rango % de variación de área
AREA DEL MUELLE	540 has -50%	86 (C) 1.60%	370 -13%	60 -5.10%	Obras Art. con canal de Drag.	5.2 a 12.5%
AREA INDUSTRIAL	5,670 53.40%	2830 53.10%	1370 (f) 46.10%	687 58.40%	incluido	46.1% a 58.4%
CIRCULACION	-	80 (d) listo	260 8.80%	0.46 (d) 3.90%		1.5% a 8.8%
CARR PRINCIPAL	160 1.50%	94 1.80%	-	73 6.20%		1.5 a 6.2%
ESPACIO ABIERTO (parques, etc.)	3,370 32.20%	1772 33.30%	880 29.60%	699 16.90%		16.9% a 33.3%
OTROS	710 (b) 6.80%	467 (e) 8.80%	90% 3%	111 (g) 9.40%		3 a 9.4%
TOTAL	10,450 has 100%	5329 100%	2970 100%	1176 100%		100%

Notas:

- a) Carreteras en el cinturón verde excluidas
- b) Están incluidos 50 has. de lotes ribereños
- c) No está incluido el canal de dragado
- d) Incluye el tratamiento de artículos peligrosos
- e) Incluidos 333 has distribuidas
- f) Incluido el uso de contenedores públicos
- g) Incluye 63 has distribuidas

C.- Las condiciones naturales del sitio donde se ubique un puerto industrial y su respectiva planta industrial se recomienda:

Profundidad del agua de 20 a 30 m.

Preferentemente situarse donde existan ríos

El emplazamiento puede ser en bahías protegidas o donde se pueda realizar con obras un puerto artificial

Geología.- En terrenos con subsuelo resistente y a poca profundidad y topografía con terrenos de casi nula pendiente y nivel apropiado.

Desarrollar o conservar vegetación (arborización) en los alrededores del total de la unidad.

Buscar facilidades sociales en el uso del suelo próximo

Condicionar a los reglamentos y leyes vigentes de los parques naturales existentes (para su conservación)

En cuanto a la planeación urbana, propiciar industrias de productos marinos, conservar el patrimonio natural y cultural junto con implementar facilidades educativas médicas, parques y cinturones verdes.

Facilitar el tránsito de la localidad en cuanto a carreteras, viales, ferrocarril, aeropuertos y especialmente facilidades portuarias y equipamientos urbanos en general que sean necesarios.

Los puertos industriales se pueden clasificar:

a) Puerto donde el área de agua disponible es crítica

- 1) para grandes embarcaciones
- 2) con Planta Industrial no próxima a la bahía

b) Puerto donde el área de tierra es crítica

- 1) Puerto ordinario
- 2) Puerto con la Planta Industrial tierra adentro.

Se observa la necesidad de un chequeo de condicionantes socio-económicos para facilitar el desarrollo del Puerto Industrial:

La localización en cuanto a la distancia de la zona urbana.

Terrenos con áreas suficientes y nivel o cota apropiada en relación al nivel del mar.

Reglamentos y leyes existentes para su correcto cumplimiento o

petición de desregulación.

Transporte, verificar la existencia de ligas viales y sistemas de transporte existentes por realizarse.

Reacciones o impactos que se generen en la población respecto al Puerto Industrial

Tomar en cuenta las industrias existentes o su desarrollo a nivel local.

El procedimiento para el desarrollo del Puerto Industrial se puede resumir en: 1. El sistema operativo; 2. ordenamiento y confirmación de propósitos u objetivos , 3. Planeación de desarrollo y 4. Programa de construcción y licitación de empresas.

El diagrama es el siguiente.

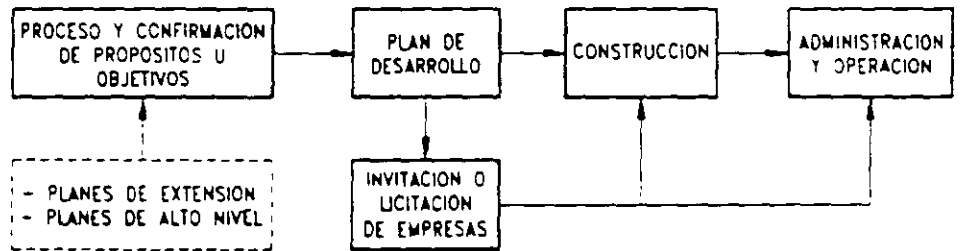


Figura 5.165 Procedimiento para el desarrollo de un puerto industrial

D. Plan de Conjunto de la Planta Industrial.

Se condicionan a dos aspectos

La forma o diseño de la planta de acuerdo al frente de agua (o línea de costa) y el flujo de bienes o productos desde su interior.

La forma de recibir desde el frente de agua materia prima o productos y combustible.

Los puntos a verificar o de chequeo en la planeación respectiva son:

- El abastecimiento de combustible y servicios (subterráneos o no) de los navíos.
- La localización de productos o artículos peligrosos en áreas especiales
- Carga negra separada de la carga blanca
- La operación de materiales o productos en polvos de acuerdo a la presentación de los vientos y precauciones especiales de su maniobra.
- La situación o condiciones del estrato o capa resistente del subsuelo.
- La localización de obstáculos incluyendo las "tomas" requeridas para navíos y transporte terrestre.
- El volumen de operación de productos o materias primas.
- Tipo de muelle privado o público.
- Tipos de empaques y transporte de la carga.
- Condiciones del plan de arribo de las embarcaciones.
- Plan y programa de facilidades y servicios que proporciona el Puerto y la Planta.
- Tipos de operación y administración de la unidad Puerto-Plantas Industriales.

5.3.6 La operación portuaria, equipo de transbordo y esquemas operativos.

El incremento del comercio mundial ha originado la creación de una red de transportes que puede enlazar cualquier lugar del planeta; el desigual reparto de las fuentes de materias primas y los centros industriales, la competencia internacional y los precios de las mercancías han obligado al aumento en la eficiencia de la red de transporte para hacer más fluido el intercambio comercial.

En esta red de transporte los puertos constituyen un eslabón que enlaza y coordina a los modos de transporte en tierra y agua, por lo que deberán entenderse y analizarse las estructuras físicas y las organizaciones humanas que harán posible la transferencia de mercancía y pasajeros con eficiencia.

El mismo conocimiento del transporte marítimo ha propiciado la especialización de la organización portuaria, instalaciones, flota mercante y el sistema de transporte terrestre, a fin de absorber ese conocimiento en forma eficiente y económica.

La organización apropiada y eficiente del tráfico portuario es la finalidad de la administración portuaria, la OPERACION PORTUARIA como parte de la administración se encarga de adecuar las múltiples maniobras que se requieren para permitir la transferencia de la carga y pasajeros del transporte marítimo al terrestre y viceversa, con eficacia, economía y seguridad.

Llamamos operación portuaria al conjunto de todas las operaciones necesarias para realizar el paso de la mercancía desde el transporte marítimo al transporte terrestre en un sentido u otro.

La operación principal constituido de la carga, descarga, almacenamiento y evacuación, está complementada por otras actividades que sin ellas el conjunto no funciona, así se tienen por ejemplo: identificación de la mercancía, despacho de aduanas, reconocimiento de averías, reunión por lotes, destinos y almacenamiento de espera, envasado, consolidación, etc.

La coordinación de la operación debe contemplar a tres usuarios principales del puerto: la mercancía, el barco y el transporte terrestre.

El principio de planeación de la operación se inicia con el conocimiento del tipo de carga. El flujo de la carga para la exportación o importación, no implica en los esquemas operativos sino sólo en la eficiencia del proceso que normalmente es más lento para la importación.

Conocidas las características de la carga se debe pasar a conocer las características del buque y así asignar el muelle de atraque donde se realizará el transbordo, también es necesario conocer la fecha probable de su arribo al puerto y llevar un calendario adecuado.

Tipos de Operación.

La clasificación de las operaciones portuarias puede hacerse desde varios puntos de vista: tráfico, mercancía, fase y por la vía que sigue el producto. Y ésta es precisamente la que usaremos.

Vía Directa: A camión, a vagón, a tubería, entre buques. Aunque es la más eficaz es la más difícil de realizar por la armonía que debe existir en la operación portuaria.

Vía Semidirecta: La carga se descansa en el muelle provisionalmente, antes de su evacuación del puerto.

Vía Indirecta: La mercancía se almacena temporalmente mientras espera su evacuación del puerto; es la más usada.

Fases de la Operación

A	B	C	D
TRANSBORDO	TRASLACION	ALMACENAJE	RECEPCION/ ENTREGA

Rendimientos Portuarios

Deben obtenerse el mayor número de datos sobre el resultado de operaciones, ocupaciones, rendimientos, etc. y ser utilizados para deducir una valoración u opinión sobre el conjunto del puerto en general y sobre las operaciones en particular y poder adoptar las medidas necesarias para corregir situaciones o mejorar los resultados.

En un primer caso para averiguar la eficacia, intensidad y calidad de los servicios que ofrece el puerto a sus usuarios es útil la aplicación de unos sencillos índices primarios. Posteriormente se podrán aplicar unos índices secundarios relacionados aritméticamente con los anteriores y se dejan para la planificación del puerto.

Indicadores Primarios

- I. Movimiento de la mercancía en el puesto de atraque.
- II. Estadía del buque.
- III. Ocupación de los puestos de atraque.
- IV. Productividad de los buques.
- V. Productividad de la mano de obra.

Para la aplicación de estos índices deberá fraccionarse previamente al puerto en unidades homogéneas (tipo de mercancía, muelles similares, etc). y estudiarse por separado. De otro modo los resultados pueden estar influidos por rendimientos parciales extremos que alteran el carácter fundamental que poseen y que sólo deben mostrar valores medios.

Operaciones Ordinarias.

Se incluyen en este grupo todas aquellas que se realicen en muelles generales con equipos universales, aunque se utilicen dispositivos adecuados para el manejo de la carga. Se excluyen por lo tanto las mercancías que se manipulan con instalaciones especiales ya sean graneles sólidos, líquidos, contenedores, etc.

En esta operación se pueden diferenciar dos actividades principales:

a) Operación a bordo: comprende desde cuando la mercancía queda colgada de los ganchos del equipo del puerto o del buque hasta que es soltada.

b) Operación en tierra: comprende dos operaciones: traslado y almacenaje.

Como conclusión mencionaremos que por la multitud de factores que intervienen, y las diferentes circunstancias que existen pueden originarse muchos tipos de operaciones, pero es preferible agrupar en tipos similares con sus características diferentes discernidas, y analizar sus necesidades y modalidades de trabajo:

"Cada operación organizada de una forma adecuada requerirá de un equipo idóneo de acuerdo a sus características y, su rendimiento y costo será una consecuencia directa de la organización"

Almacenamiento y Expedición. -

Las vías indirecta y semidirecta en cuanto exigencias de almacenaje, recepción, control y expedición de la mercancía se explicarán en este apartado.

Los principios básicos que deben regir la estancia de la mercancía en almacenaje son las siguientes:

- Distribuir la superficie de almacenaje en forma que la mercancía pueda evacuarse con rapidez y seguridad.
- Separar adecuadamente los tipos de carga para facilitar la identificación, recuento, inspección y desalojo evitando manipulaciones adicionales.
- Separar las mercancías peligrosas, contaminantes y de alto riesgo.
- Apilar en forma correcta para evitar deterioros o sobrecargas tanto a la mercancía como a la superficie de carga, pero tendiendo a el menor espacio.

Por las características y requerimientos de la mercancía, es difícil enclavar en un encuadre normalizado de los tipos de almacenaje, pero es posible de realizarse en sólo tres tipos.

- 1) BODEGAS.- cubierto a la intemperie.
- 2) COBERTIZOS.- bajo techo
- 3) PATIOS.- al aire libre

De aquí, sólo falta considerar los servicios necesarios para que la carga no sufra deterioros o desperfectos durante su estancia en el puerto. En cada caso a de tenerse presente el tipo de mercancía y su forma de presentación

Recomendaciones Generales de Almacenamiento.

• Para la carga general fraccionada se requiere almacenamiento cubierto. Estos almacenamientos suelen disponerse en primera línea si la estancia es breve, y en segunda línea cuando la estancia es más prolongada, (tránsito y estacionario).

Para la carga paletizada y unitizada suele aplicarse igual tratamiento, si bien con mayor facilidad.

En el caso de contenedores, salvo el caso de llenarlos o vaciarlos en puerto (bodega de consolidación), el almacenaje obedecerá a consideraciones de clasificación y distribución complicados a cielo abierto.

En el caso de contenedores refrigerados existen tomas eléctricas.

Para los graneles se utilizan generalmente depósitos fijos, cerrados y especialmente acondicionados para cada producto, siendo la expedición de los mismos por tuberías o bandas. Estos depósitos debido a la facilidad de enlace con el puerto pueden estar alejados de los muelles. Para los graneles sólidos puede ser conveniente algún cubrimiento superficial a efectos de evitar la contaminación del medio ambiente externo.

Los grandes depósitos de graneles exigen por lo general elementos de manipulación especiales, adecuada ubicación y un efectivo enlace (transportadores) entre el buque y el depósito, aunque en realidad limitados por los alcances tecnológicos. Es frecuente el uso de furgones de ferrocarril cuando se manejan grandes volúmenes de recepción o entrega en el puerto.

Los productos líquidos no revisten dificultad alguna en su operación de almacenamiento, ésta mercancía puede considerarse como graneles sólidos con una manipulación característica por su carácter de fluido. La principal de ella es la independencia de mano de obra y el ritmo continuo de las operaciones a través de bombas. Se deben considerar como elementos fundamentales de almacenaje:

- Clasificación de los productos líquidos.
- Tuberías desde el atraque hasta la planta, incluyendo sistema de bombeo.
- Planta de almacenamiento.

Recepción/Entrega.

Para el caso de mercancías en general reviste gran importancia administrativa por suponer un cambio de responsabilidad, según el tipo de contrato de venta y transporte, pero en todo caso el trámite aduanero obliga a éste control. En el caso de graneles la operación resulta mucho más sencilla.

Una vez realizada la operación de descarga a la llegada de la mercancía al puerto, y en la que el transportista puede no tener ninguna responsabilidad, se procede a la clasificación y recuento de la mercancía en estrecha relación con el apilado o estiba previa a la entrega o recepción. El recuento subsiguiente y entrega admite observaciones y reclamos por escrito del "CONOCIMIENTO DE EMBARQUE", documento esencial del transporte marítimo.

Para la salida de la mercancía del puerto esta operación suele ser más fácil pues el traslado de menor unidad de carga facilita la operación de recuento

Actualmente la carga general transita en contenedores o unitizada, especialmente en grandes volúmenes regulares, y simplifican el problema en

todos sentidos pudiéndose recurrir al procesamiento de información a través de computadoras y sistemas electrónicos.

Equipo Portuario.

El trabajo en los puertos estuvo tradicionalmente marcado por el empleo masivo de mano de obra, y unido a la heterogeneidad de la mercancía hacia las operaciones onerosas y lentas.

La unitización de las cargas aunado a la mecanización a conducido a obtener efectos favorables como:

- Menor estadía del buque por su pronto despacho.
- Abaratamiento de operaciones.
- Especialización de la mano de obra.
- Reducción del esfuerzo humano y accidentes.

La tendencia a la mecanización es cada vez más irreversible y esta en línea con la modernización y especialización de los medios de transporte; su escalonamiento o puesta en marcha debe tomarse cuidadosamente por los efectos sociales que provoca.

Criterios de Elección de Maquinaria.

Existen unos principios básicos que forman criterios sólidos para la selección de maquinaria, como:

- La maquinaria seleccionada debe ser la aproximada para la tarea a realizar, en calidad y rendimiento
- Que sea amortizada a precios de reposición durante su vida útil.
- Que su economía supere los costos de mantenimiento.
- Que sea rentable en su trabajo y atraiga nuevas operaciones.

La realidad es que las condiciones existentes, suponen un reto al momento de afrontar la compra de un parque de maquinaria, y que éste no quede rápidamente obsoleto por los progresos tecnológicos.

La maquinaria es costosa de adquirir, mantener, reponer y unido a las deficiencias de operación pueden ser los obstáculos decisivos al progreso de mecanización. No todo es tan sencillo que pueda resolverse con la compra de equipo nuevo.

5.3.6.1 Clasificación de equipo y descripción técnica básica.

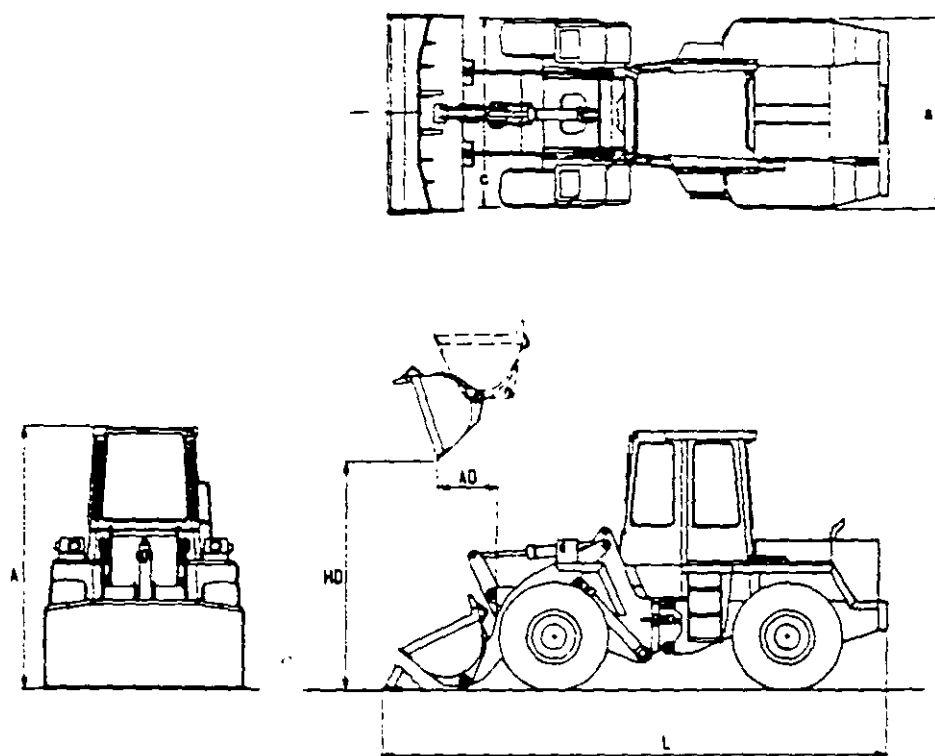
El equipamiento portuario, como se especifico en el capítulo 4, podra ser participe del sistema de transporte multimodal y se le designó como EQUIPO DE TRANSBORDO en este caso del puerto.

Y en estas actividades se puede tener una clasificación del equipo como sigue:

CLASIFICACION	EQUIPO
ELEVACION (VERTICAL)	Cargador Frontal Bulldozer Grúa Hidráulica Grúa Mecánica Montacargas Grúa de Patio Grúa de Muelle Succionadoras
TRASLACION (HORIZONTAL)	Tractores de Arrastre -De Patio -Ferroviario -Industrial Plataformas Chasis Bandas Transportadoras, Ductos, Cargadores, etc.
APAREJOS DE IZAR	Eslingas, Ganchos Redes, Barras y Rodillos, Almejas, Aparejos de sujección Palets Tolvas Spreaders Garzas, etc.
INSTRUMENTOS DE MEDICION	- Básculas Manómetros Termómetros, etc.

A continuación se presentan una serie de tablas con características generales de dimensiones y operación de los equipos más característicos de la anterior clasificación.

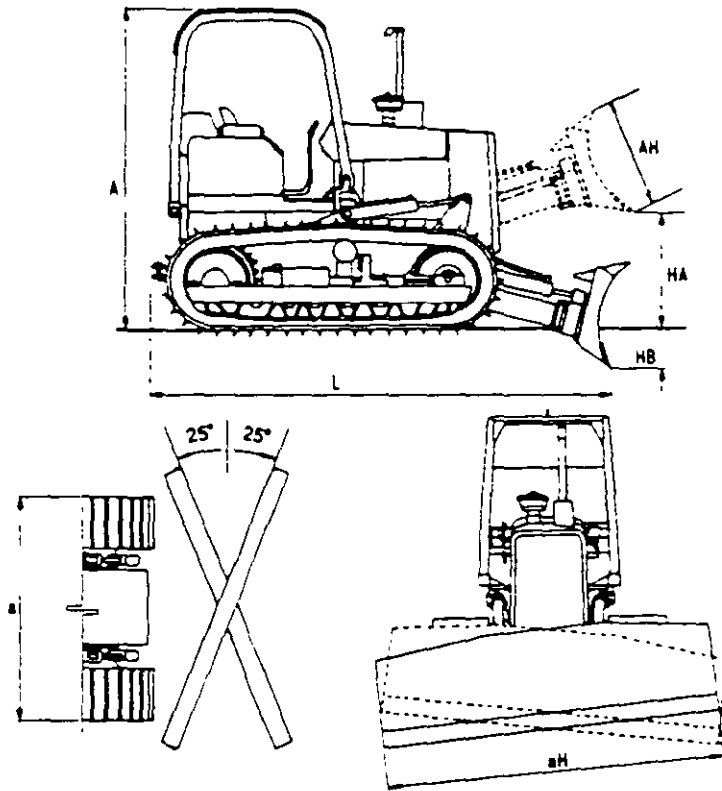
TABLA 5.8 CARACTERISTICAS DE CARGADOR FRONTAL



Largo L (m)	Alto A (m)	Ancho a (m)	Alcance de Descarga AD (m)	Altura de Descarga HD (m)	Capacidad de cucharón (m3)	Radio de giro (m)
4.64	2.90	2.00	0.85	2.32	1.00	4.05
5.60	2.78	1.99	0.76	2.81	0.70	4.74
6.33	3.21	2.34	0.96	2.76	1.50	5.45
6.88	3.14	2.42	0.85	2.79	1.60	5.91
7.17	3.03	2.49	1.05	2.81	2.10	5.37

Peso vehicular de operación (Kg)	Carga a Alt. max. (Kg)	Carga a nivel del suelo (Kg)	Velocidad máxima (kph)
5.130	2.200	3.100	28.00
5.940	2.174	4.594	35.00
9.100	5.550	8.450	34.00
10.881	5.302	10.757	39.00
12.910	6.465	16.535	40.00

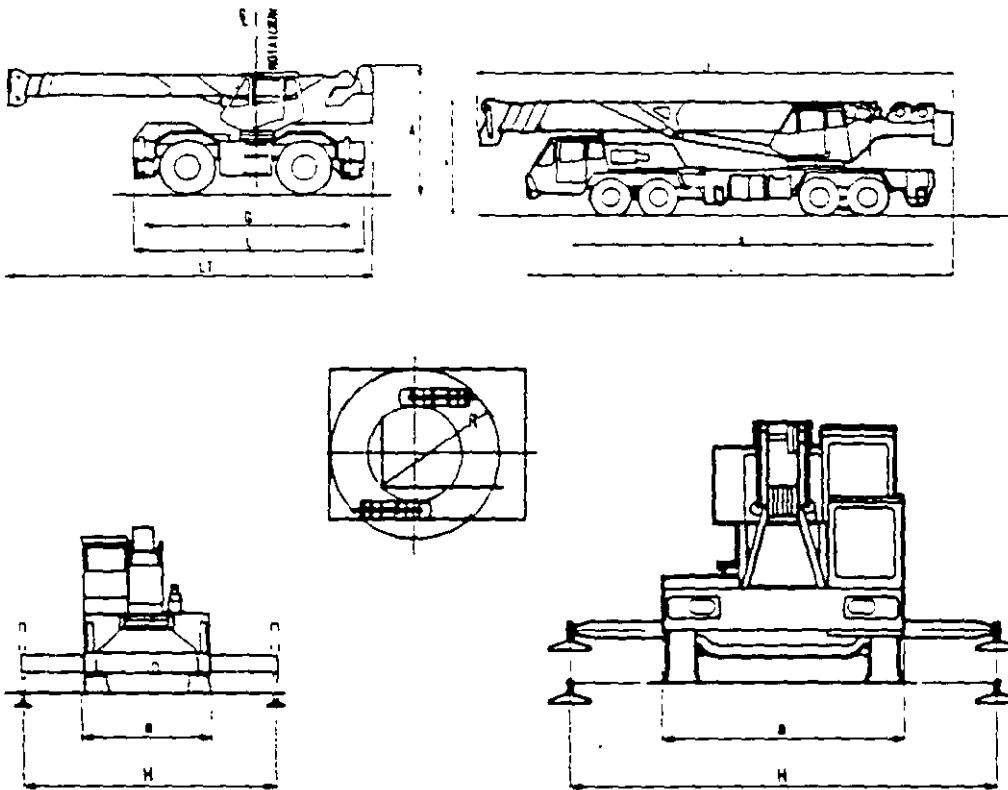
TABLA 5.9 CARACTERISTICAS DE BULLDOZER



Largo L (m)	Alto A (m)	Ancho a (m)	Alto de hoja AH (m)	Ancho de hoja aH (m)
3.86	2.56	1.32	0.81	2.29
5.00	3.05	1.88	0.97	3.35
4.92	3.20	1.88	1.02	3.86

Peso vehicular de operación (Kg)	Potencia de motor (hp)	Alzado de hoja HA (m)	Bajado de hoja HB (m)	Velocidad máxima (km/h)
6.615	70	0.95	0.32	10.40
15.422	120	1.07	0.57	10.50
16.610	165	0.97	0.54	10.50

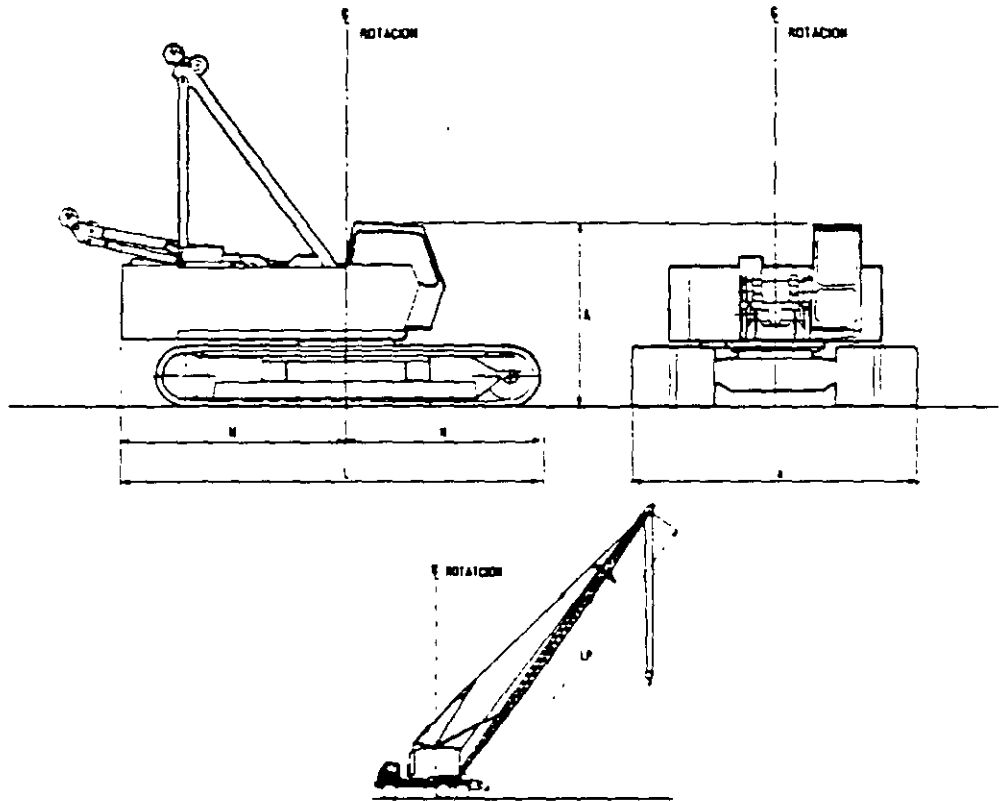
TABLA 5.10 CARACTERISTICAS DE GRUAS HIDRAULICAS
Autopropulsadas y Montadas sobre camión.



Largo de carro L (m)	Alto A (m)	Ancho a (m)	Largo total LT (m)	Base de apoyo G X H (m)	Radio de giro R (m)
5.93	3.27	2.44	9.68	5.02 x 5.26	18.80
6.59	3.48	2.44	11.81	5.43 x 5.87	21.15
7.68	3.55	2.98	12.33	7.69 x 6.91	24.28
9.40	3.94	3.50	14.40	7.50 x 8.80	14.70
10.84	3.29	2.44	10.84	5.36 x -	-
11.69	3.41	3.00	13.63	7.01 x 5.83	32.21

Peso vehicular de operación (Kg)	Capacidad de carga (Ton)	Alt. máxima de operación (m)	Velocidad máxima (km/h)
17.722	18	31.10	42.30
24.160	35	40.80	43.40
33.648	45	52.10	38.60
60.350	100	61.30	30.00
22.138	28	41.80	77.00
37.405	66	57.60	81.00

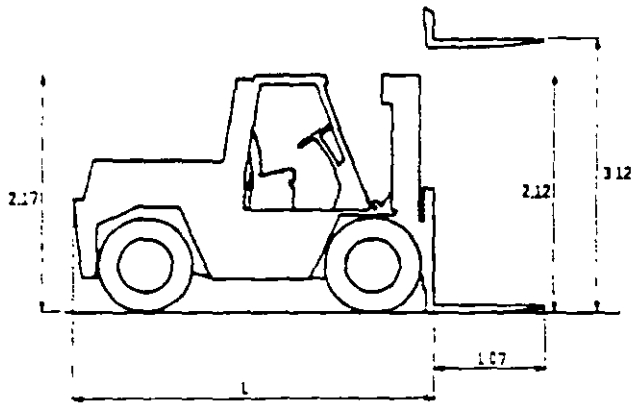
TABLA 5.11 CARACTERISTICAS DE GRUAS MECANICAS
Pluma de celosia, operación sobre tracción



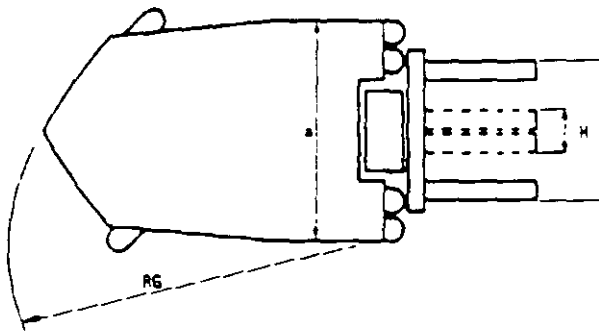
Largo L (m)	Alto A (m)	Ancho a (m)	M (m)	N (m)	Largo de pluma LP (m)	Radio de giro (m)
9.58	3.81	3.15	6.5	3.08	39.65	17.83
7.96	3.53	2.74	2.55	5.41	33.55	12.17
7.42	3.27	4.95	3.45	3.97	33.55	18.00
4.57	-	4.00	-	-	30.48	-

Peso vehicular de operación (Kg)	Capacidad de carga (Kg)	Cap. nominal de carga (Ton)	Tracción	Velocidad máxima (km/h)
40,900	28,150	50	Ruedas	71.60
31,200	25,350	35	Ruedas	65.10
67,701	24,000	88	Orugas	1.60
-	37,900	45	Orugas	-

TABLA 5.12 CARACTERISTICAS DE MONTACARGAS ELECTRICOS
Ruedas neumáticas, equipo estandar.

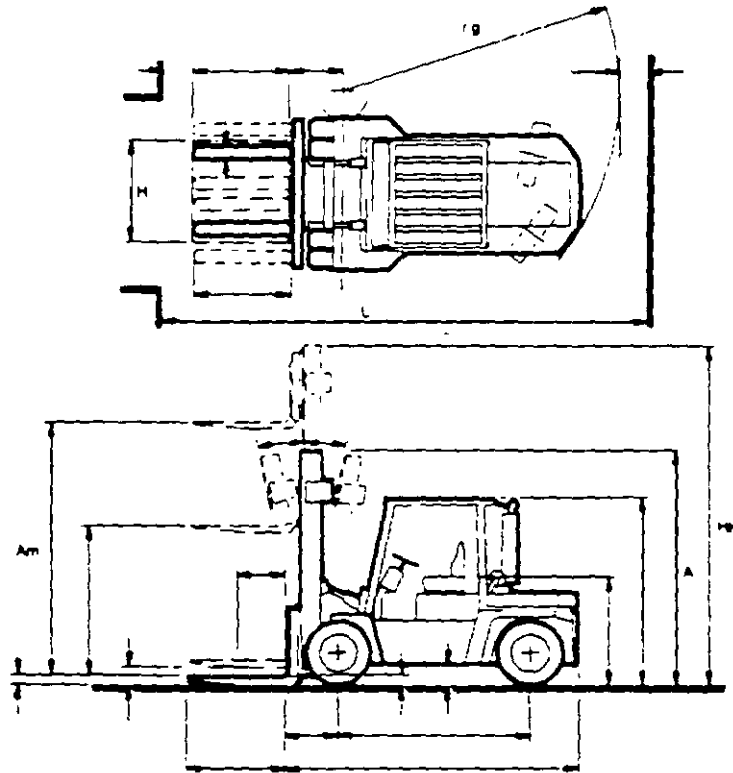


ACOT. m.



Largo L (m)	Ancho a (m)	Ajuste de horquillas (m)	Radio de giro RG (m)	Peso vehicular de operación (Kg)	Capacidad de carga (Kg)	Velocidad de traslado (km/h)
Vacio-cargado						
2.04	1.07	0.20 - 0.90	1.83	3,860	(1,750) 3,500	11.3-10.3
2.04	1.07	0.20 - 0.90	1.84	4,200	(2,500) 5,000	11.1-9.7
2.10	1.10	0.20 - 1.00	1.89	4,690	(3,000) 6,000	10.8-9.3

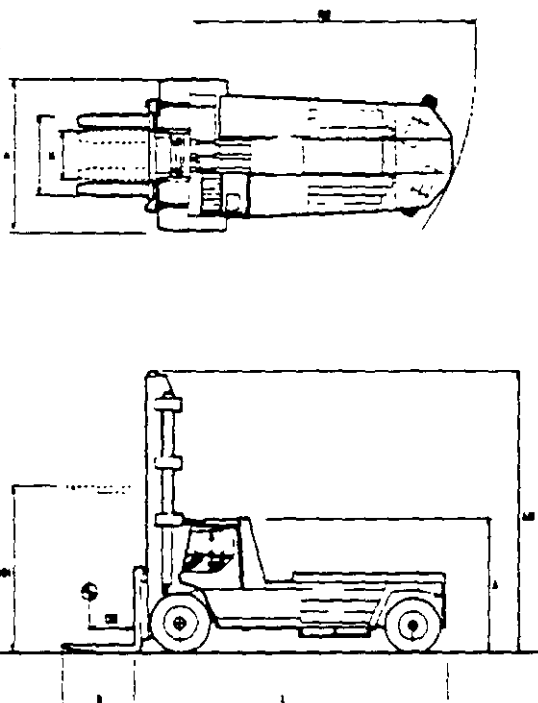
TABLA 5.13 CARACTERISTICAS DE MONTACARGAS
Ruedas Neumáticas y Motor de Gasolina.



Largo L (m)	Alto A (m)	Ancho a (m)	Altura de mastil Am (m)	Ajuste de horquilla H (m)	Radio de giro r.g. (m)
2.09	2.02	1.05	1.97	0.20 - 0.92	1.88
2.17	2.02	1.07	2.00	0.20 - 0.92	1.96
2.56	2.09	1.15	2.17	0.20 - 1.31	2.20
2.68	2.11	1.24	2.02	0.25 - 1.07	2.40
2.91	2.22	1.38	2.32	0.30 - 1.17	2.87
3.18	2.22	1.43	2.32	0.30 - 1.17	2.87

Peso vehicular de operación (Kg)	Capacidad de carga (Kg)	Velocidad de traslado (kph) Vacío-cargado	Pendiente vencida % Vacío-cargado	Alt. máxima horquilla HH (m)
2,240	(1,000) 2,200	19 - 18.5	26 - 42	3.00
2,610	(1,500) 3,300	19 - 18.5	21 - 33	3.00
3,700	(2,500) 5,000	19.5 - 19.5	27 - 22	3.30
4,410	(3,000) 6,600	19 - 18.5	20 - 21	3.00
5,810	(3,625) 8,000	21.4 - 19.5	25 - 31	4.26
6,750	(4,535) 10,000	21.9 - 20.6	27 - 35	4.26

TABLA 5.14 CARACTERISTICAS DE MONTACARGAS
Ruedas Neumáticas y Motor de Combustión.

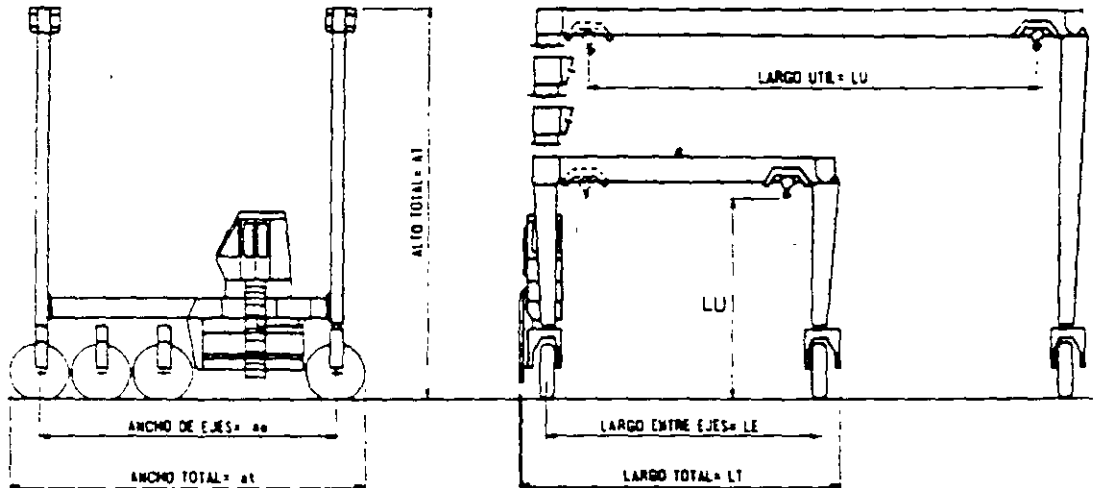


Largo L (m)	Alto A (m)	Ancho a (m)	Altura de mastil (m)	Largo de Am horquilla (m)	Ajuste de B horquilla (m)	Radio de giro r.g. (m)	Peso vehicular de operación (Kg)
3.35	2.25	1.78	2.73	1.20	0.30 - 1.67	3.16	8,750
4.50	2.69	2.44	2.84	1.22	0.77 - 2.03	4.25	12,200
5.00	3.05	2.90	3.90	2.10	0.95 - 2.54	4.65	19,000
8.96	3.62	3.42	5.15	2.44	2.31 - 8.21	5.88	39,500
11.27	5.10	4.10	6.40	2.44	2.31 - 9.31	8.00	69,000
9.34	3.68	4.54	5.15	2.20	1.14 - 2.60	10.10	71,180

Capacidad de carga LB (Kg)	Distancia al centro de carga CG (m)	Velocidad de traslado (kph) Vacío-cargado	Pendiente vencida % Vacío-cargado	Alt. máxima de horquilla (m) H.H.
(7,000) 15,500	0.60	25 - 23	21 - 31	3.50
(9,000) 20,000	0.60	24 - 23	33 - 60	3.10
(1,500) 33,000	0.60	28 - 22	34 - 29	4.24
(22,500) 50,000	1.22	25 - 22	26 - 20	8.21
(40,000) 88,000	1.22	23 - 20	30 - 24	9.31
(40,800) 90,000	1.50	30 - 24	28 - 33	6.50

- (1) Son altura Máxima y Mínima Spreader, respectivamente.
 (2) Especifico para manejo de Contenedores.
 (3) Especifico para manejo de semiremolques "Piggy Back"

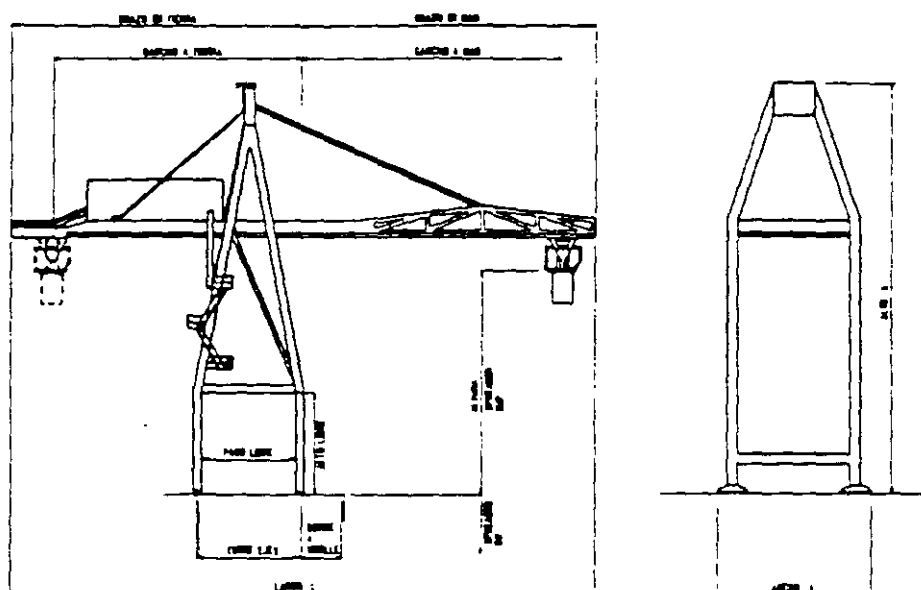
TABLA 5.15 CARACTERISTICAS DE GRUA DE PATIO
Móvil de ruedas neumáticas



Largo total (m) LT	Alto total (m) AT	Ancho AT = Total AE = (m) Ejes	Largo entre Ejes LE (m)	Largo Util (m) LU	Alto Util (m) LU	Radio de giro (m)
6.27	5.72	5.89 4.57	5.16	3.58	4.85	7.29
12.34	10.59	7.42 6.10	11.25	9.68	9.73	13.21
24.84	-	- 9.43	23.47	-	15.24	24.84
26.00	21.45	10.40 7.50	23.47	18.34	14.80	-
28.60	16.80	- 9.00	25.80	21.50	9.90	-

Peso vehicular de operación (Kg)	Capacidad de carga (Kg) LB.	Pendiente vencida (%)	Velocidad máxima (kph)
13.585	(16.330) 36.000	15	12.40
17.373	(16.330) 36.000	11.5	12.40
-	(40.000) 88.100	-	8.00
-	(35.500) 78.200	-	8.00
-	(35.500) 78.200	-	2.70

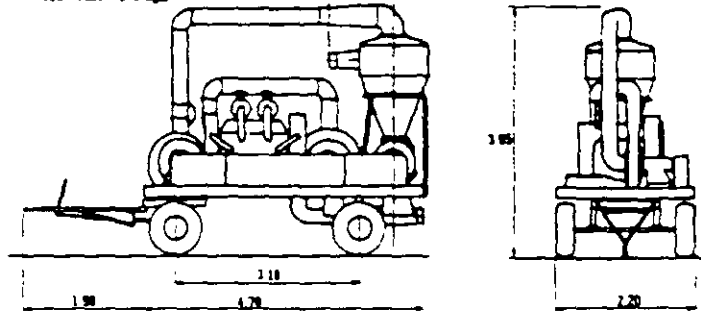
TABLA 5.16 CARACTERÍSTICAS DE GRUA DE MUELLE
Sobre rieles



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)
91.88	52.70	28.70	29.00 13.00	30.48	2.80	25.60 17.10
93.25	50.00	30.40	18.00 12.00	20.00	6.53	28.00 15.00
100.00	62.42	31.68	-	23.80	4.00	29.00 28.00

Capacidad de carga (ton)	Brazo en mar (m)	Brazo en tierra (m)	Gancho a mar (m)	Gancho a tierra (m)
36	41.83	50.05	38.18	41.15
36	46.00	47.25	39.00	34.00
50	47.00	53.00	42.00	43.80

CAPACIDAD: 100-200 TONS/HR
 PESO: 3950-4370 Kg.



Capacidad: 100 - 200 Tons/hr
 Peso: 3950 - 4370 Kg.

Torre neumática móvil

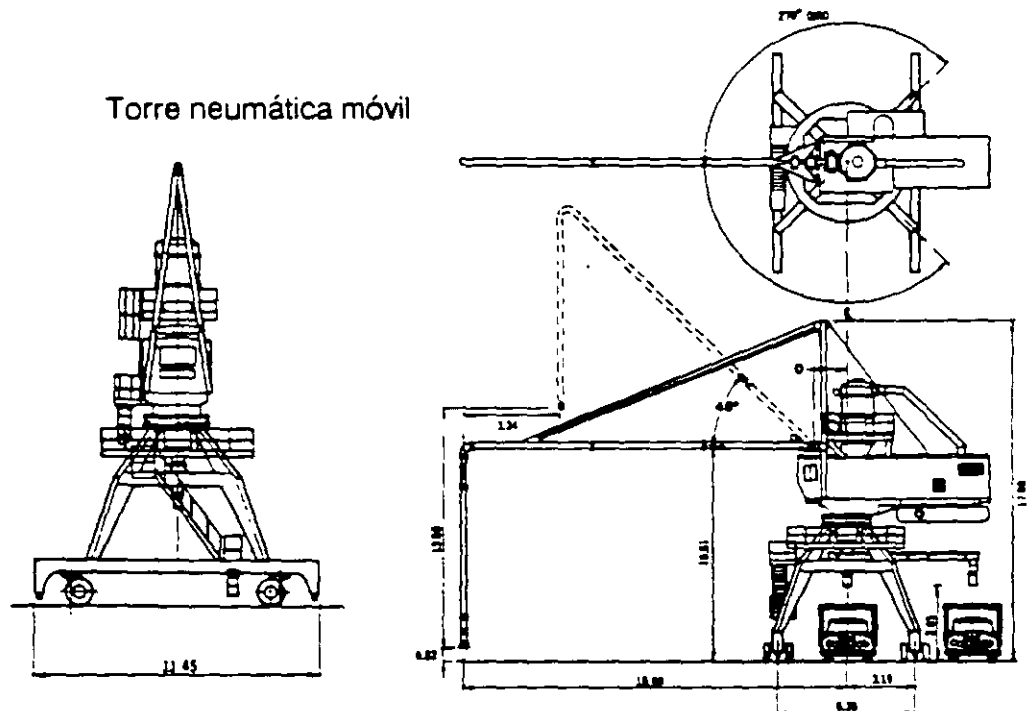
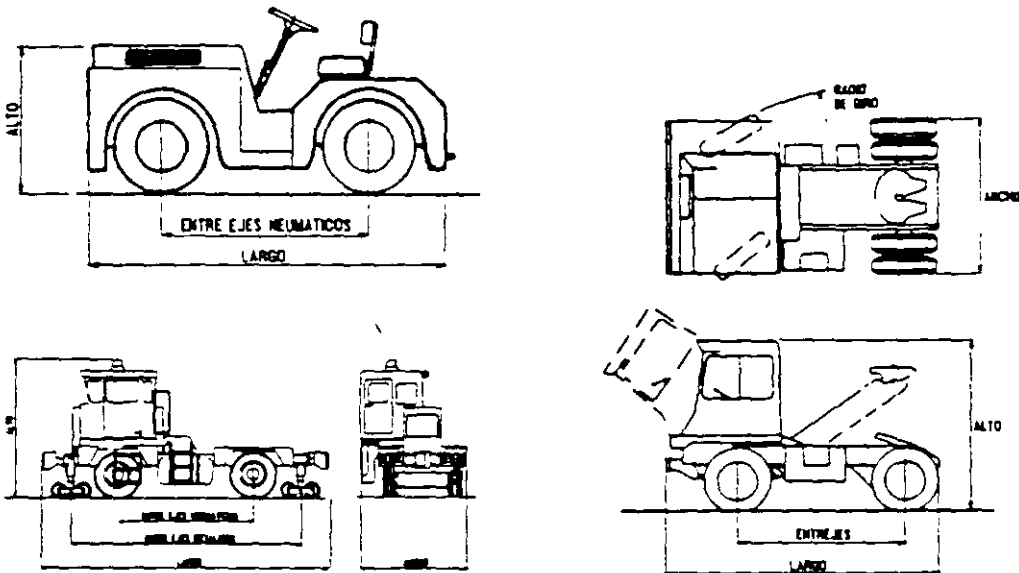


Figura 5.166 Succionadoras
 acot.: m

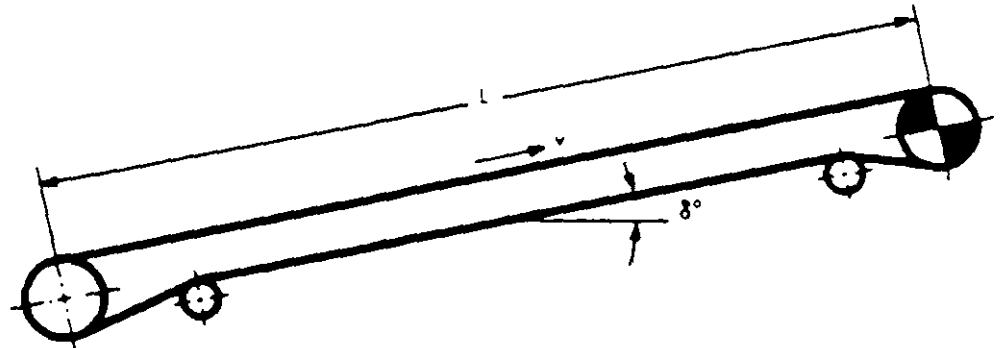
TABLA 5.17 CARACTERISTICAS DE TRACTORES DE ARRASTRE
De Patio, Industriales y Ferroviarios.



Largo (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Distancia entre ejes neum. (m)	Distancia entre ejes metal (m)	T i p o	Radio de giro (m)
6.48	3.15	2.44	3.05	5.16	Ferroviano	-
4.78	3.68	3.07	3.05	3.51	Ferroviano	-
5.68	2.77	2.41	2.64	5.37	Patio/ferroviano	-
4.57	2.77	2.43	2.79	-	Patio	7.01
4.25	2.84	2.44	2.79	-	Patio	6.40
3.05	1.22	1.78	1.78	-	Industrial	4.14

Peso vehicular de operación (Kg)	Capacidad de carga (Kg)	Velocidad máx. en rieles (kph)	Velocidad máxima (km/h)
15,876	Tiro 22,000 lbs	37.0	37.0
19,051	Tiro 30,000 lbs	35.8	12.9
7,269	- 43,600	22.5	46.7
6,396	- 19,000	-	24.0
6,270	- 19,000	-	24.0
4,900	Tiro 8,000 lbs	-	25.0

TABLA 5.18 CARACTERISTICAS DE BANDAS TRANSPORTADORAS



RESISTENCIA DE TRABAJO (POR CAPAS) DE FABRICA Kp/cm			EQUIVALENCIA DE TENSION 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	1000	200	90	80
800	1000	1250	250	120	80
-	1250	1600	315	155	80
-	1600	2000	400	195	100
-	2000	2500	500	240	100
-	2500	3150	630	-	100

Tipo abierto

Tipo cerrado



TERMINAL FORJADO 100 %



TERMINAL CONICO CON ZINC COLADO 100 %



TERMINAL CON GUARDACABOS Y MANGUITO A PRESION
 Diámetro de 25 mm (1") y mayor 95 %
 Diámetro de 25 mm (1") y menor 82,5 %



GAZA PLUMBICA CON MANGUITO MECANICO
 Diámetro de 25 mm (1") y mayor 95 %
 Diámetro de 25 mm (1") y menor 82,5 %



TERMINAL EN CURVA (superior del anillo) 75-80 %



CAAPAS (el número varia con el diámetro) 75-80 %



GUARDACABOS CON GAZA FORJADA A MANO
 6 mm (1/4") 95 % 12 mm (1/2") 80 %
 7 mm (1/4") 85 % 15 mm (1/2") 64 %
 9 mm (1/2") 65 % 18 mm (1/2") 52 %
 11 mm (1/2") 57 % 22 mm (1/2" y más) 40 %

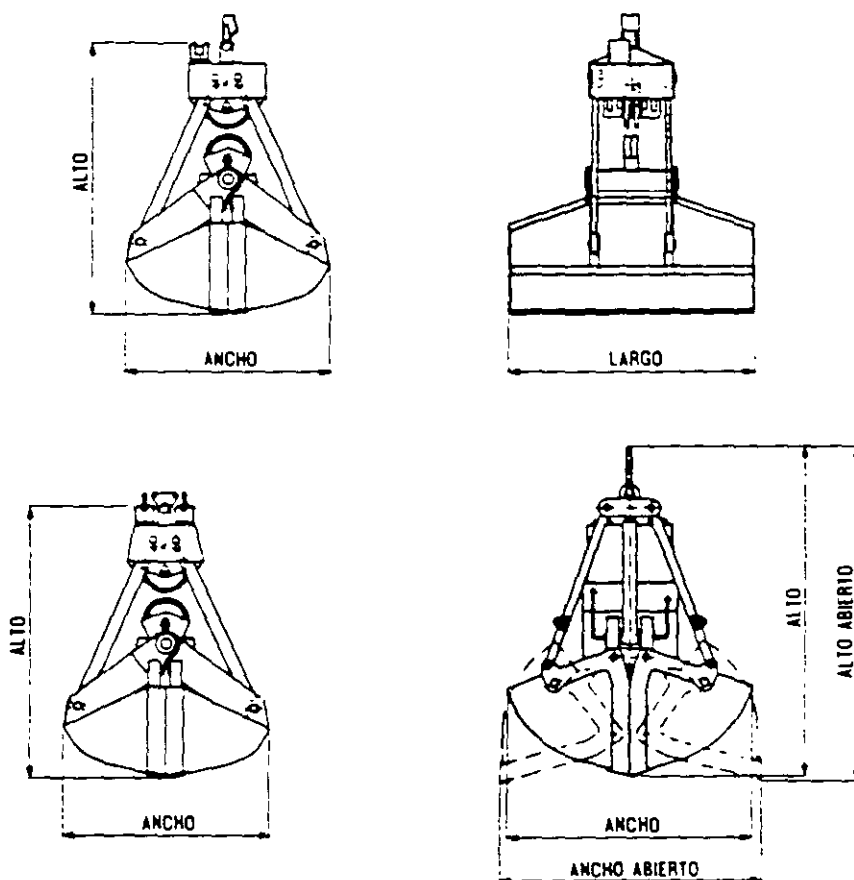


GAZA FORJADA A MANO
 Las diestras verticales que se ve en el caso anterior.

Figura 5.167 Aparejos de izar; eslingas y ganchos

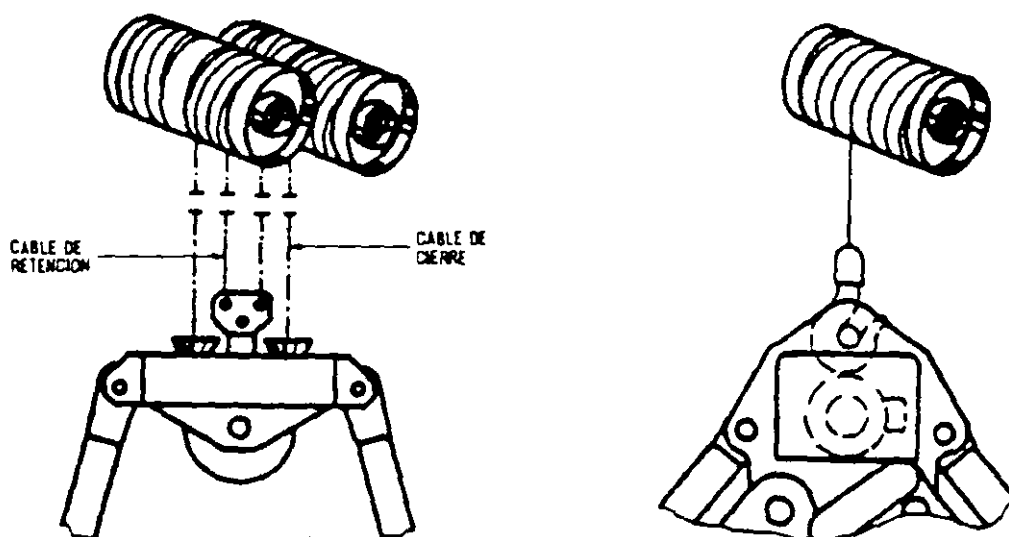
CAPITULO 5 PUERTOS GENERALES.

TABLA 5.19 CARACTERISTICAS DE ALMEJAS
 Mecánicas de 2, 4 cables y electrohidráulicas para manejar granel hasta una densidad de 1 ton/m³



Largo (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Alto abierto (m)	Ancho abierto (m)	Peso (Kg)	Capacidad de carga (m ³)
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

TABLA 5.20 CARACTERISTICAS DE ALMEJAS
 Mecánicas de 2, 4 cables y de motor electrohidráulica para manejar
 granel hasta una densidad de 2.5 ton/m³.



Largo (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Alto abierto (m)	Ancho abierto (m)	Peso (Kg)	Capacidad de carga (m ³)
2 Cables						
1.25	2.20	1.50	2.43	1.79	1,155	0.8
1.69	2.96	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

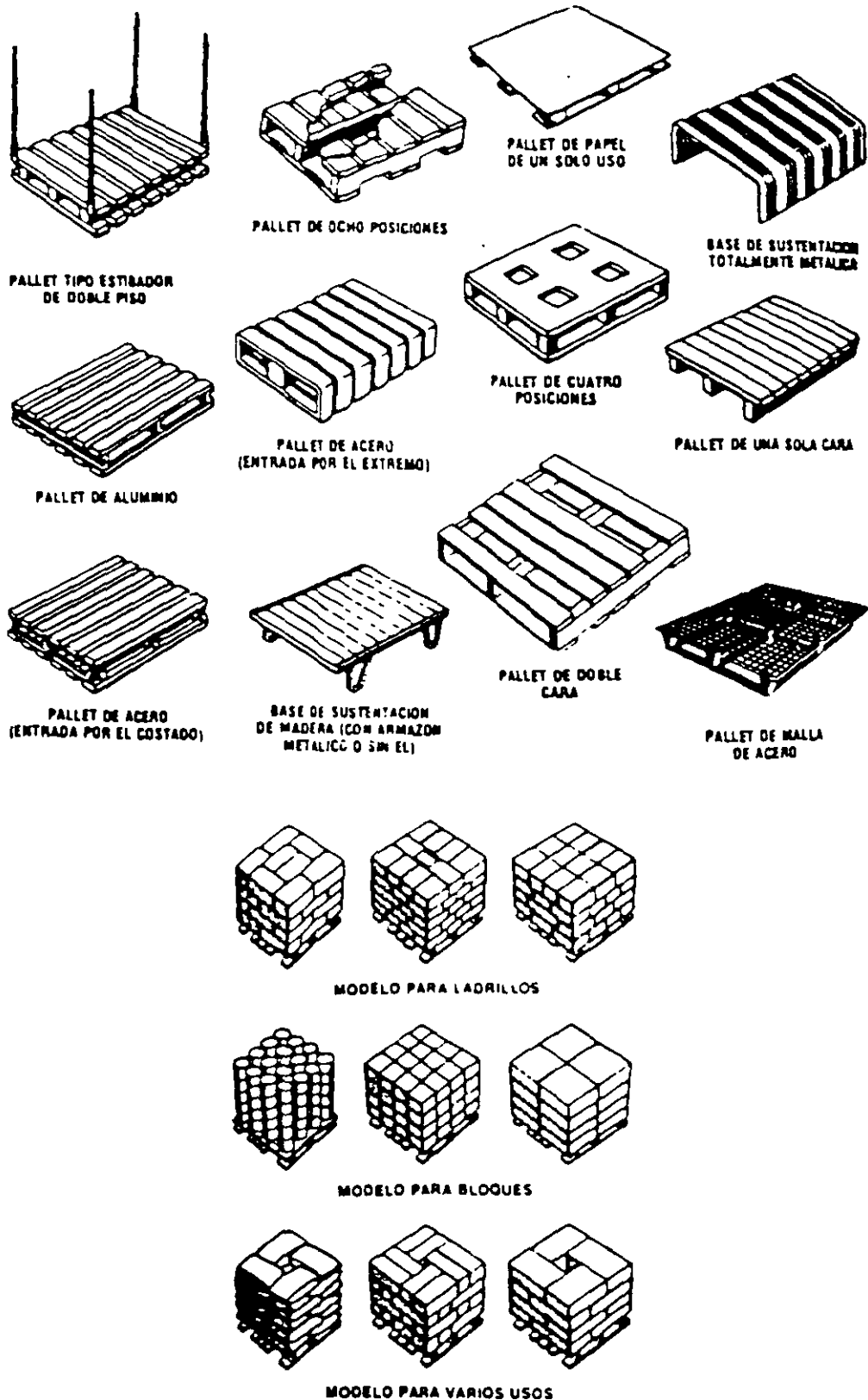


Figura 5.168 Aparejos de izar; palets

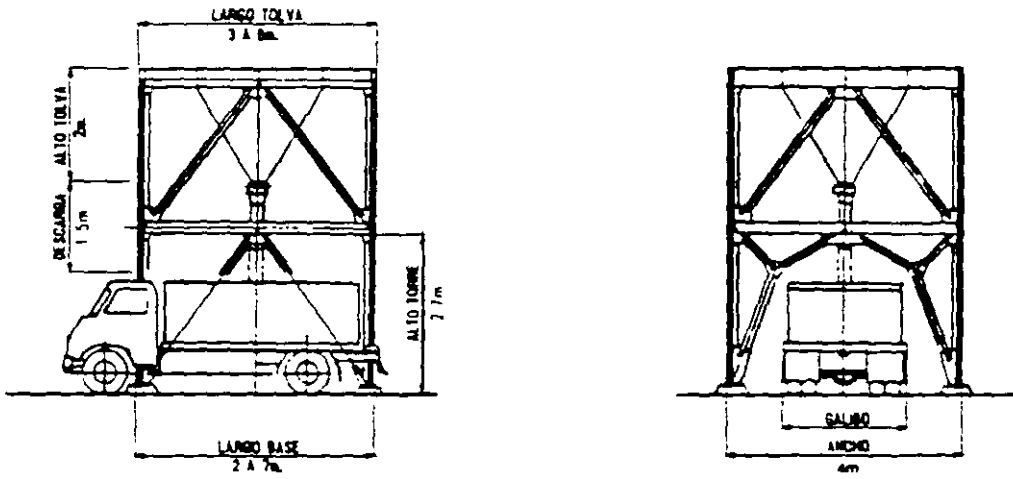
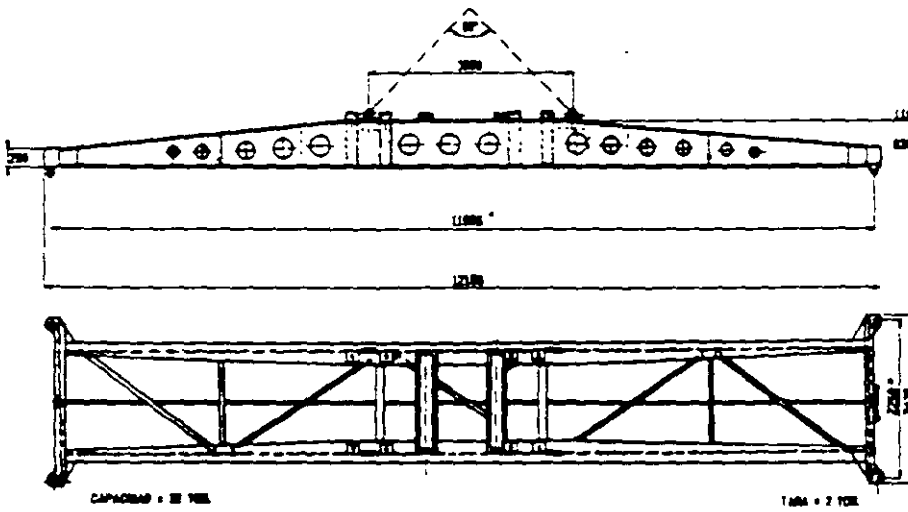
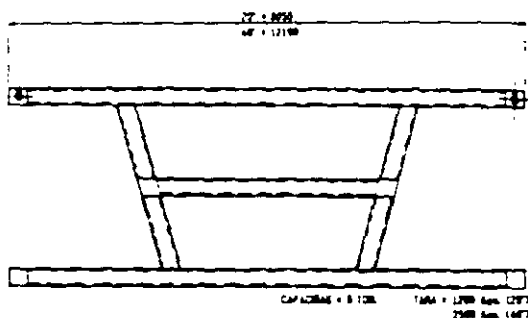
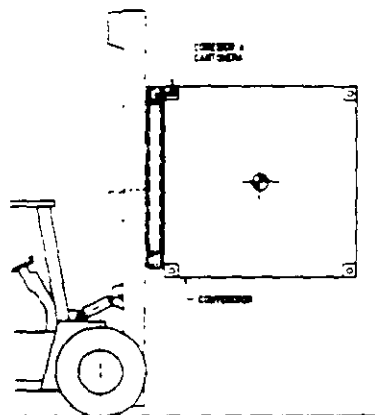


Figura 5.169 Aparejos de izar; toltvas.

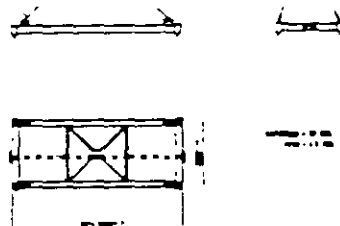
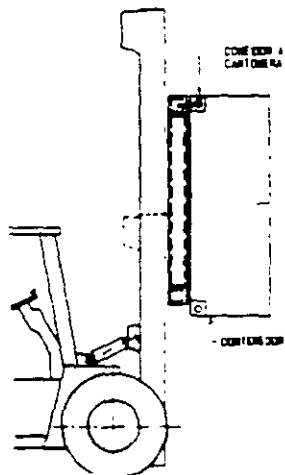
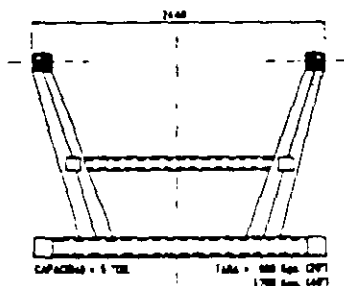


De marco para traslado de contenedores con agarre superior a 40°.

Figura 5.170 Aparejos de izar; spreaders



Para transporte de contenedores vacíos con agarre lateral



De celosía para traslado de contenedores con agarre superior a 20'

Figura 5.171 Spreaders acot: mm

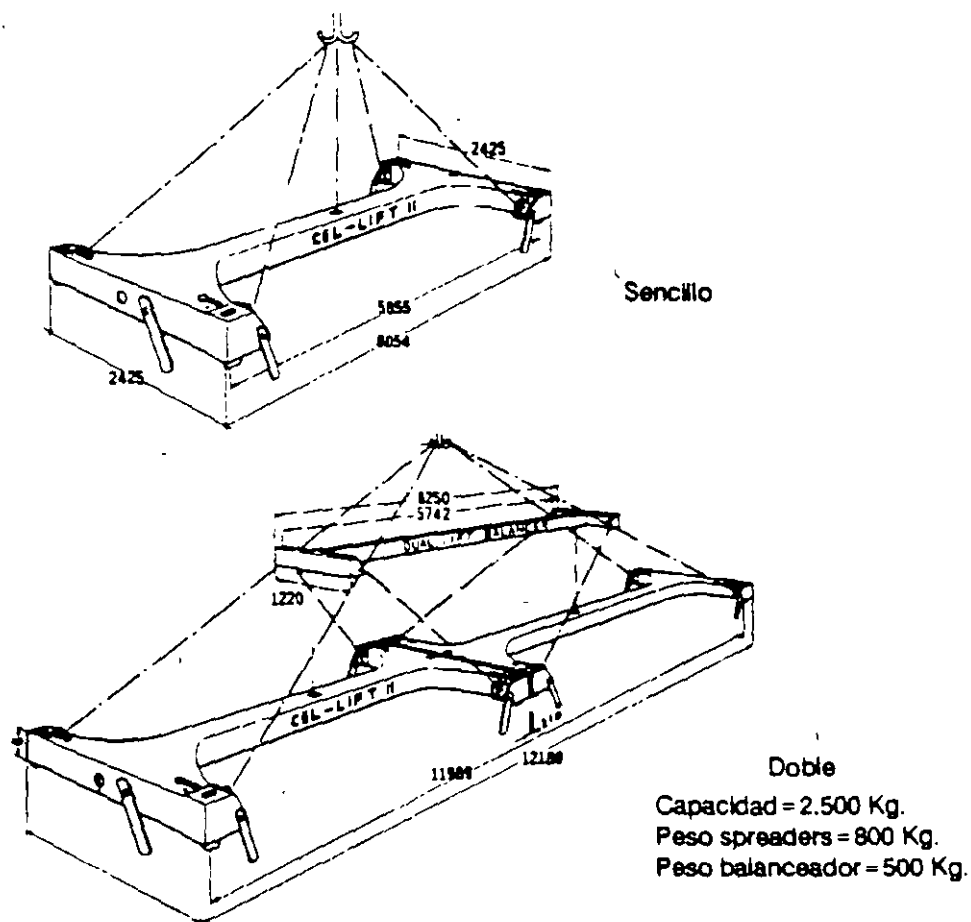


Figura 5.171 Modulares para traslado horizontal de contenedores de 20' y 40' acot. mm

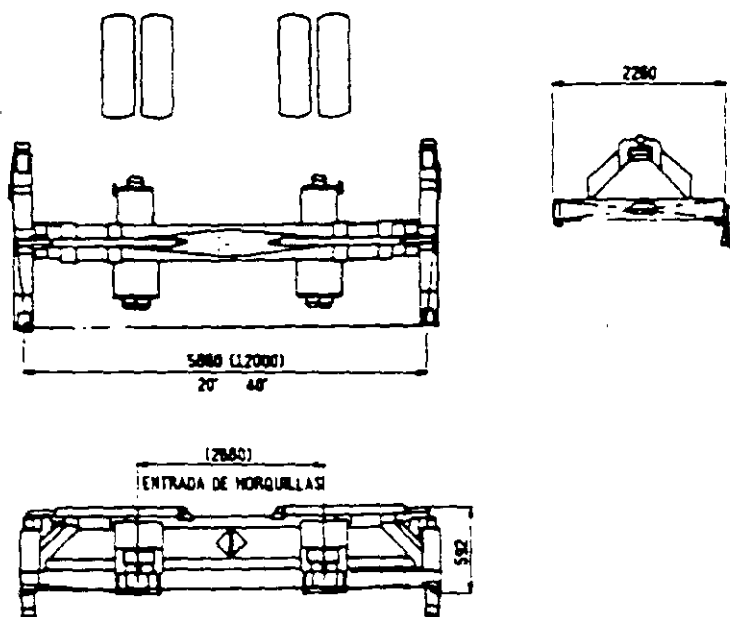
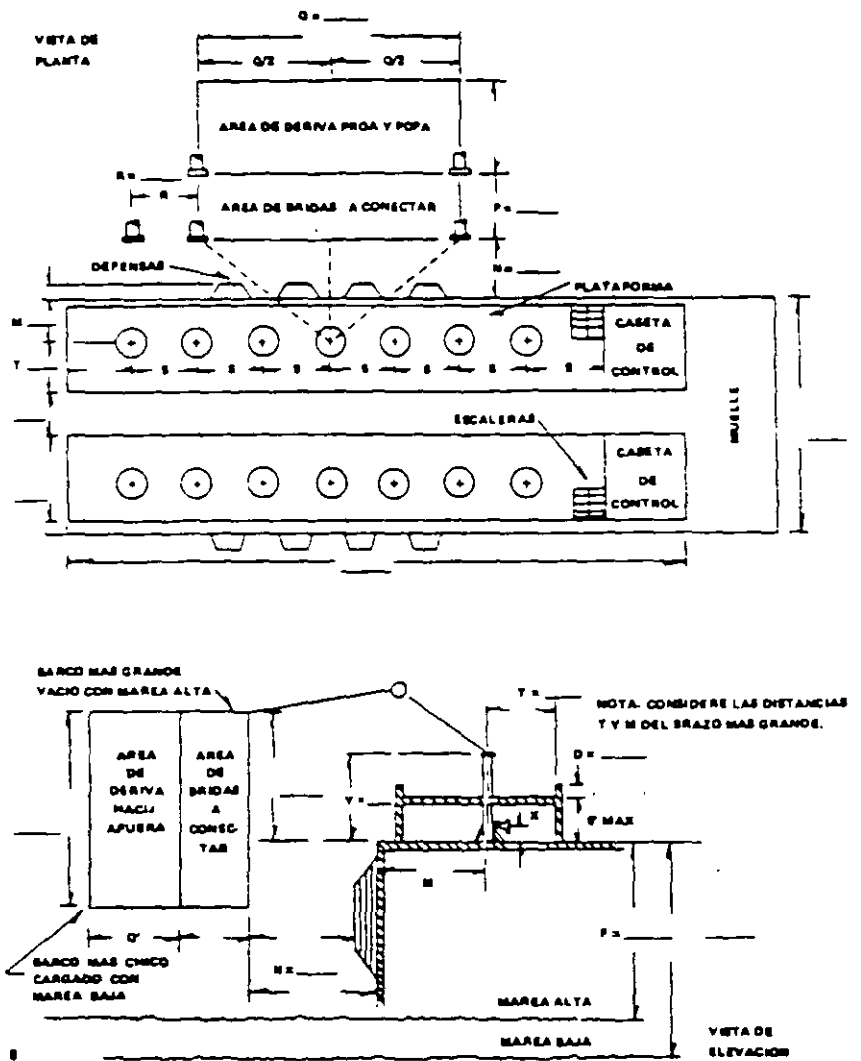


Figura 5.172 Espreader telescópico para traslado horizontal de contenedores de 20' y 40' acot. mm

CAPITULO 5 PUERTOS GENERALES.

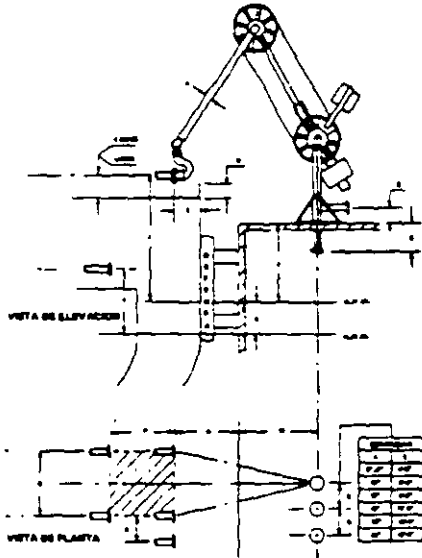


CUADRO DE DISTANCIAS MINIMAS POR DIAMETRO DE BRAZOS

Ø	S	M	X	Y	T
6"	6"	6"	18"	22"	14'
10"	6"	6"	18"	22"	14'
12"	6"	10"	18"	22"	14'
16"	14"	14.5"	21"	24"	18'

Figura 5.173 Ubicación de las garzas en el muelle

Tabla 5.21 Características de las garzas



	Pos./Puls.	Simbolo	DATOS DE DISEÑO
B			Distancia de la superficie del Muelle a la línea de centro de la brida del Rotor. (Para orientar por arriba del Muelle) (Diseño estándar). Diámetro de bridas: _____ \pm R. P.
C			(Dimensional) Distancia de la superficie del Muelle a la línea de centro de la brida del Rotor. (Para orientar por abajo del Muelle) (Diseño estándar). Diámetro de bridas: _____ \pm R. P.
D			Altura de la Superficie del Borne. (Es removible) <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
E			Distancia de la cara de la brida del Borne más externa al costado del Borne.
E			Distancia de la cara de la brida del Borne más interna al costado del Borne.
F			Distancia de la superficie del Muelle al nivel más alto del agua. (Mareas altas) (Ver 68)
G			Varización máxima en niveles de agua (ver 68 mareo alto y marea baja).
H			Distancia de la línea de centro de la brida del Borne más externa cargada al nivel más bajo de agua (Mareas bajas).
J			Distancia de la línea de centro de la brida del Borne más grande cuando mareo al nivel más alto de agua (Mareas Altas).
K			Distancia máxima de ϕ de la brida del Borne a la exterior del Borne.
L			Distancia máxima de ϕ de la brida del Borne a la exterior del Rotor.
M	**	**	Distancia de la línea de centro del Rotor a la brida externa a la cara del Muelle.
N			Distancia de la cara del Muelle a la cara de la brida del Borne más externa al Muelle.
O			Distancia de la cara del Muelle a la cara de la brida del Borne más interna al Muelle.
P			Rango de elevación lateral (altura más variaciones de bridas o conexiones).
Q			Origen lateral a Pasa y Pasa.
Q			Origen lateral Pasa pasero del Muelle).
R			Separación máxima entre las líneas de centro de las bridas del Borne. Diámetro de bridas: _____ \pm R. P.
S	**	**	Separación entre ϕ de Rotor a el Muelle (Ver tabla para estándar).
T			Número de "Borne" de brida (Borne No. _____) (Borne No. _____) (Borne)
U			Número de brida elevadora que se conecta en el Borne combinatorio. (Borne No. _____)
V			Sistema de operación de los Borne <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Semiautomático. Vols. _____ No. _____ 3 Fase
W			_____ Kg/Mr. Máx. _____ Kg/Mr. efígero Carga de elevador o controlador (Borne en reposo)
Y			Número de serie estándar o controlador (Borne en reposo)
Z	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		Accesorios a controlador En el Muelle: <input type="checkbox"/> Caseta de control <input type="checkbox"/> Plataforma sobre el Muelle En el Borne: <input type="checkbox"/> Conexión rápida <input type="checkbox"/> Manual o <input type="checkbox"/> Automático <input type="checkbox"/> Vitrina de mariposa en el costado fijo e altura de bala
**			Este dimensionamiento puede especificarse por el fabricante de acuerdo a su diseño. (Ver tablas para estándar).

5.3.6.2 Estandares nacionales de rendimiento.

Las mercancías por su diversidad pueden clasificarse de muchas maneras pero, para fines de análisis de control y estadístico en los puertos, se puede hacer genéricamente en los siguientes grupos:

- Carga general y fraccionada
- Contenedores
- Graneles secos y
- Fluidos

Y cada uno de esos grupos puede contener una infinidad de productos distintos embalados para su manipulación.

Como información se presentan a continuación una serie de tablas que resumen las estadísticas portuarias por grupo y productos nacionales que se movieron durante el primer semestre de 1991, y que se estima servirán como estandares nacionales de productividad portuaria.

Principales productos por grupo

Carga General y Fraccionada	Contenedores	Graneles Secos	Fluidos
Atados	Perecederos	Cereales	No peligrosos:
Palets	Prod. Metálicos	Minerales	Quím. y Líquidos
Cajas	Manufacturas		
Sacos	Graneles secos		Petróleo y sus deriv.
Pacas			
Rollos	Fluidos		
Tambores	Productos Químicos		
General	General		

Se presentan a continuación rendimientos nacionales, máximo, medio y promedio de los grupos y productos enlistados, por THG (toneladas hora gancho), THB (toneladas hora buque) y CH (contenedores por hora), donde corresponda.

MERCANCIA: CARGA GENERAL Y FRACCIONADA

THG (Toneladas Hora Gancho)

CARGA	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
General	147	12	52
Rollos	152	8	82
Pacas	37	19	26
Tambores	39	13	24
Sacos	180	12	43
Cajas	149	7	48
Atados	110	23	55
Palets	55	8	28

THB (Toneladas Hora Buque)

CARGA	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
General	283	56	116
Rollos	440	11	253
Pacas	83	26	55
Tambores	66	33	50
Sacos	323	17	113
Cajas	198	15	70
Atados	289	39	154
Palets	211	28	81

MERCANCIA: CONTENEDORES

THG (Toneladas Hora Gancho)

CARGA	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Manufacturas	312	17	104
Fluidos	102	28	58
Químicos	237	19	95
General	299	25	96
Graneles Secos	451	12	116
Perecederos	60	30	45
Produc. Metálicos	349	23	145

THB (Toneladas Hora Buque)

CARGA	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Manufacturas	641	49	240
Fluidos	381	84	188
Químicos	593	32	251
General	553	60	210
Graneles Secos	422	42	229
Perecederos	152	12	89
Produc. Metálicos	731	61	221

C.H. (Contenedores por Hora)

CARGA	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Manufacturas	22	9	13
Fluidos	13	4	7
Químicos	20	4	11
General	18	4	10
Graneles Secos	23	3	12
Perecederos	10	3	7
Produc. Metálicos	24	4	10

MERCANCIA: GRANELES SECOS Y FLUIDOS

THG (Toneladas Hora Gancho)

CARGA	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Cereales	232	12	70
Minerales	638	17	138

THB (Toneladas Hora Buque)

CARGA	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Cereales	910	18	178
Minerales	855	87	305
Fluidos No Pelig.	390	167	217
Químicos Líquidos	1,183	39	285
Petroleo y Derivados	2,717	134	806

De acuerdo a lo anterior y con objeto de integrar los parámetros del rendimiento que apoyen los criterios de dimensionamiento, se presenta la tabla 5.22 en la que se indican los valores aceptables de acuerdo a las experiencias nacionales, para cada tipo de carga y las consideraciones anotadas; cabe aclarar que estos valores son susceptibles de incrementarse de acuerdo al nivel de equipamiento, la modernización que se alcance en las instalaciones y métodos de trabajo.

TABLA 5.22 ESTANDARES DE RENDIMIENTO PORTUARIO

TIPO DE CARGA	(ton/hr. Buque en operación)		
	MINIMO	MEDIO	MAXIMO
C G F	55	70	120
C G U	120	155	200
CONTENEDORES ⁽¹⁾	18	25	35
G M M	360	475	570
G M S	135	160	260
G A M	270	400	650
G A S	120	250	300
FLUIDOS ⁽²⁾	195	400	1100

⁽¹⁾ Cajas/hr.

⁽²⁾ No petroleros

Consideraciones

- C G F** Se incluye una gran diversidad de productos, pero lo que es significativo es el empaque desde cajas de madera, de cartón, bidones, sacos, etc. Los ganchos en operación varían de 3 a 4.
- C G U** En este caso se consideran los palets, maquinaria, laminados y productos integrados que incrementan notablemente los rendimientos por ganchos. Los ganchos en operación también varían de 3 a 4.
- CONT.** Los indicadores se estiman para una grúa portacontenedores y si como se prevee para los puertos mexicanos se atiende el buque con 2 grúas, el indicador desde luego podrá alcanzar entre 50 y 70 contendores por hora.
- G M M** Se indica un promedio aceptable manejado en los puertos que cuentan con instalaciones especializadas, las que podrán alcanzar ritmos verdaderamente altos dependiendo de la capacidad de diseño.
- G M S** El sistema de trabajo incluye preferentemente el manejo de bandas y almejas
- G A M** Como en el caso de granel mineral mecanizado, el ritmo alcanzado depende de la capacidad de diseño de la terminal y por otro lado de que si el movimiento es de carga o descarga. El máximo indicado corresponde a la terminal de Guaymas en movimiento de carga.
- G A S** Tiene una gran influencia el sistema de manejo de grano, si se utilizan almejas, chinquillos o maquinaria de succión, si el soporte de transporte terrestre es suficiente y también las características y condiciones físicas de los buques.
- FLUIDOS** Interviene desde luego la densidad del producto y la capacidad de bombeo de la instalación

5.3.6.3 Esquemas operativos y carga asociada

Los esquemas operativos que a continuación se presentan se han generalizado para una serie de productos que cambian de características de manipulación por su embalaje, no así para el esquema de operación, los cuales están basados en los esquemas presentados en el documento de Equipamiento Portuario Nacional Coordinadora de Puertos.

Los esquemas incluyen la vía que sigue la carga a través del puerto y sus zonas de acción, así como los recursos humanos y materiales propuestos para cada fase y, las maniobras y flujo que sigue la mercancía para el transbordo mar-tierra.

Los esquemas son los siguientes y su carga asociada es la descrita en los grupos de estándares nacionales (apartado 5.3.6.2).

CARGA GENERAL	Fraccionada
GRANELES SECOS	Manipulación semimecanizada
GRANELES SECOS	Manipulación mecanizada
FLUIDOS	

CAPITULO 5 PUERTOS GENERALES.

FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
A MANIPULACION A BORDO	CARGA TRANSBORDO DESCARGA	BUQUE ⇕		GRUA DE BUQUE APAREJOS DE IZAR ESLINGAS REDES PALETS OPERADORES MANIOBRISTAS PORTALONEROS TARJADORES
B TRASLACION	CARGA TRANSLADO DESCARGA	EQUIPO DE TRASLACION ⇕		TRACTORES DE ARRASTRE MONTACARGAS PLATAFORMAS OPERADORES ESTIBADORES CHECADORES
C ALMACENAMIENTO	ESTIBA CLASIFICACION DESESTIBA	BODEGAS PATIOS COBERTIZOS ⇕		MONTACARGAS GRUAS BASCULAS VIGILANTES INSPECTORES OPERADORES
D RECEPCION ENTREGA	RECUENTO TRAMITES ADUANALES Y ADMINISTRATIVOS	MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE Y MARITIMO ⇕		GRUAS MONTACARGAS FURGONES REMOLQUES BUQUE OPERADORES ESTIBADORES INSPECTORES

Figura 5.174 Esquema operativo carga general fraccionada Via Indirecta

FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
A MANIPULACION A BORDO	CARGA TRANSBORDO DESCARGA	BUQUE ⇕		GRUA DE BUQUE APAREJOS DE IZAR TOLVAS ALMEJAS OPERADORES MANIOBRISTAS PORTALONEROS TARJADORES
B TRASLACION	CARGA TRASLADO DESCARGA	EQUIPO DE TRASLACION ⇕		CAMIONES REMOLQUES MONTACARGAS TRACTORES DE ARRASTRE SEMIRREMOLQUES OPERADORES AYUDANTES SUPERVISORES
C ALMACENAMIENTO	PESAJE ALMACENAMIENTO	SILOS BODEGAS PATIO ⇕		SILOS BASCULAS CARGADORES FRONTALES BULLDOZER VIGILANTES OPERADORES
D RECEPCION ENTREGA	PESAJE EVACUACION	MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE Y MARITIMO ⇕		GRUAS TRACTOCAMIONES FURGONES TRACTORES DE ARRASTRE SEMIRREMOLQUES OPERADORES CHECADORES INSPECTORES

Figura 5.175 Esquema operativo granales secos, semimecanizado
Vía Indirecta

CAPITULO 5. PUERTOS GENERALES.


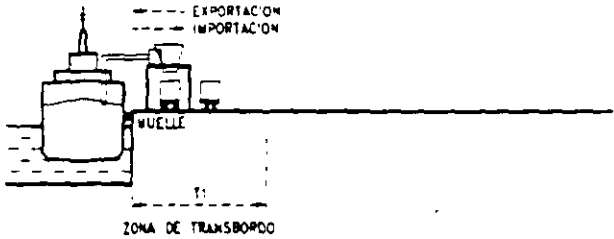
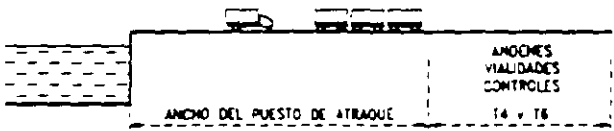

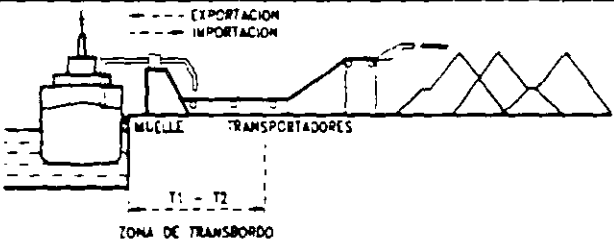
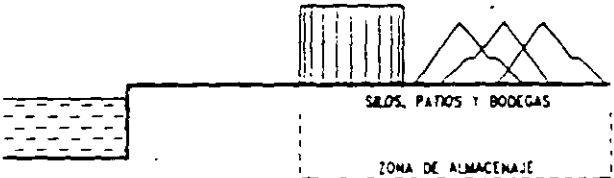
FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
<p>A</p> <p>MANIPULACION A BORDO</p>	<p>SUCCION</p>	<p>BUQUE</p> 		<p>SUCCIONADORAS TORRES MOVILES ACCESORIOS DE TUBERIAS BULLDOZER</p> <p>OPERADORES TARJADORES VIGILANTES</p>
<p>D</p> <p>RECEPCION ENTREGA</p>	<p>ACCESO/SALIDA DE TRANSPORTE TERRESTRE Y CONTROL</p>	<p>TRANSPORTE TERRESTRE</p>		<p>AUTOTRANSPORTE FERROCARRIL BASCULAS</p> <p>OPERADORES SUPERVISORES</p>
<p>A</p> <p>MANIPULACION A BORDO</p>	<p>SUCCION Y TRASLACION</p>	<p>BUQUE</p> 		<p>SUCCIONADORAS TRANSPORTADORES BULLDOZER CARGADOR FRONTAL BASCULAS</p> <p>OPERADORES SUPERVISORES</p>
<p>D</p> <p>RECEPCION ENTREGA</p>	<p>ALMACENAJE</p>	<p>PATIOS SILOS</p>		<p>SUPERVISORES</p>

Figura 5.176 Esquema operativo graneles secos, mecanizado
Via directa

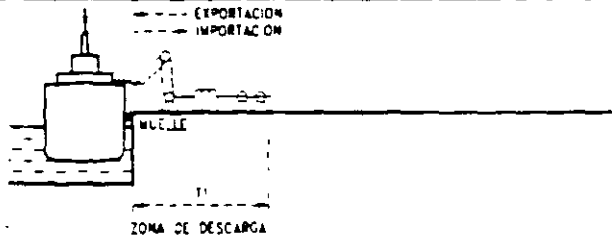
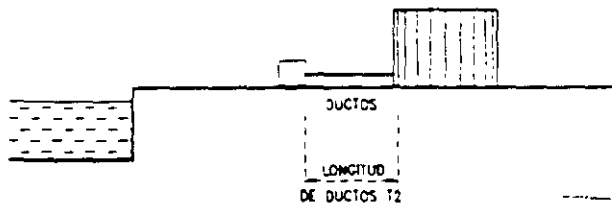
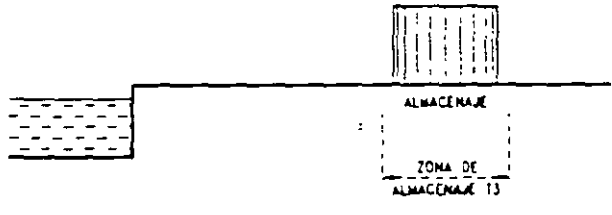
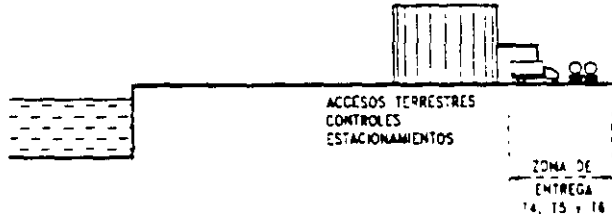
FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
A MANIPULACION A BORDO	CONEXION DE TOMAS	BUQUE ⇕		BOMBAS GARZAS MANGUERAS CARRETES LABORATORIOS VIGILANTES MANIOBRISTAS MUESTRISTAS
B TRASLACION	BOMBEO	DUCTOS ⇕		BOMBAS CAJETAS DE VIGILANCIA VIGILANTES SUPERVISORES
C ALMACENAMIENTO	REGULACION	TANQUES ⇕		TANQUES VIGILANTES
D RECEPCION ENTREGA	DISTRIBUCION O RECEPCION	DISTRIBUCION ⇕		TRANSPORTE TERRESTRE TOMAS OPERADORES VIGILANTES CHECADORES

Figura 5.177 Esquema operativo fluidos
Via directa

**5.3.6.4 Contenedores
estandares ISO y
procesos operativos**

Contenedores y Estandares ISO (Internacional Standar Organisation).

Se entiende por contenedor un elemento de equipo de transporte suficientemente resistente para permitir su uso repetido, que facilite su traslado y transbordo por uno o varios modos de transporte sin necesidad de manipulación intermedia de la carga (ver figura 5.174). El término contenedor no comprende los vehículos, ni los embalajes de uso corriente.

Las recomendaciones de la ISO (Organización Internacional de Normalización) tratan principalmente de los contenedores de uso general y especiales, ya que frecuentemente son cargados por los mismos modos de transporte y manipulados por el mismo equipo, de los cuales se demanda compatibilidad al emplearse con los contenedores.

Características de los Contenedores (ver tabla 5.23).

Dimensiones: altura, ancho y longitud medidos paralelamente a cada una de sus caras.

Las dimensiones exteriores totales máximas se toman incluido cualquier accesorio permanente.

Las dimensiones interiores libres se toman al inscribirse un paralelepípedo rectangular libre, con un mínimo de 1 m³

Definiciones:

Capacidad: volumen interior total

Peso bruto máximo: peso total máximo autorizado del contenedor con su carga.

Tara: peso del contenedor vacío, con su equipo auxiliar permanente, si lo tiene.

Carga útil máxima: peso máximo menos la tara.

Peso bruto real: peso total del contenedor con su carga.

Carga útil real: peso bruto real menos la tara.

5.4.1.8 Sanitarios y medico de urgencia

Sanitarios

El puerto deberá contar con este servicio para el personal que labora en el mismo, los cuales se calcularán y ubicarán en base a las condiciones de trabajo de cada área de la terminal tomando en cuenta lo siguiente:

MUEBLES	CANTIDAD	ESPACIO MINIMO REQ.		
		Ancho (m)	Largo (m)	
W.C.	1 c / 20-25 hombres	0.70	2.00	
	1 c / 10-15 mujeres	0.70	2.00	
Migitorio	1 c / 20-25 hombres	0.60	1.80	o colectivo
Lavabo	1 c / 7 operadores	0.60	-	o colectivo
Regadera	1 c / 20-25 operadores	0.90	0.90	
Bebedero	1 c / 60 operadores	var.	var.	

Medicos de Urgencia

La administración del puerto debe de contemplar la instalación de servicios medicos de urgencia, los cuales contarán con personal y equipo para atender y/o controlar cualquier incidente causado dentro del puerto por accidentes.

Este servicio generalmente se encuentra dentro del edificio administrativo.

Además se dispondrá de un botiquin de urgencia en las distintas áreas del puerto distribuidos a cada 100 o 150 m.

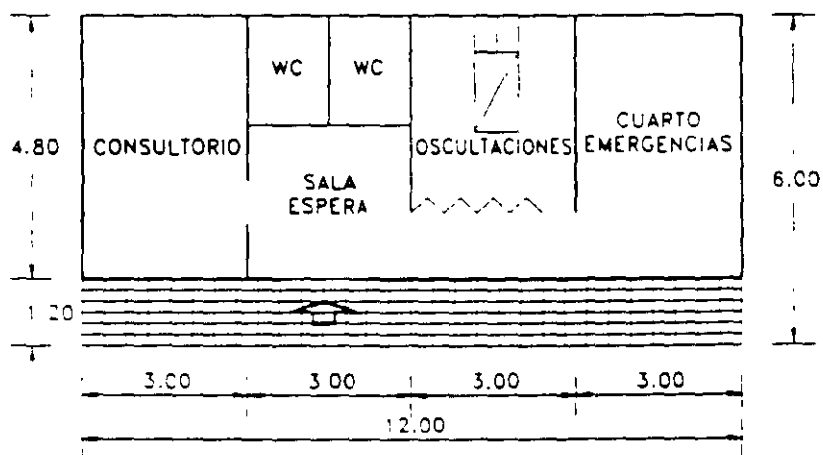


Figura 5.189 Servicio médico

5.4.1.9

Avituallamiento

Se refiere al suministro de todos aquellos insumos que requiere la embarcación y sus tripulantes para la realización de sus viajes. Los más importantes son:

- Alimentos
 - Bebidas alcohólicas
 - Comestibles
- Enseres y herramienta
 - Piezas de recambio, herramienta menor.
- Otros
 - Lateria
 - Hielo

5.4.2 Servicios Especiales

5.4.2.1 Conservación y mantenimiento de embarcaciones y de áreas de agua

Embarcaciones

Actualmente la reparación de embarcaciones tiene lugar en los varaderos y en los diques. Estas instalaciones permiten poner al barco en seco y difieren en esencia en cuanto a su capacidad para recibir embarcaciones.

Instalación	Tipo de embarcación
Varadero	embarcaciones chicas
Dique flotante	embarcaciones medianas
Dique seco	grandes naves

Las instalaciones dedicadas al mantenimiento o construcción de embarcaciones se localizan en áreas donde no interfieran con el movimiento de trenes y vehículos en cuanto a la circulación pero se les dota de accesos amplios que les comunica con la red vial interior.

Se debe de contar con talleres especializados como por ejemplo:

- De pintura
- Eléctrico y electrónico
- De soldadura
- Carpintería
- Instalaciones hidráulicas-tubería
- Mecánico, etc.

Además se debe de contar con un almacén de materiales y piezas de

repuesto, así como una oficina de control y administración independiente de los movimientos portuarios.

Acontinuación se detalla la lista de instalaciones que debe tener un astillero y en la figura 5.190 se muestra el esquema general del mismo.

AREAS DE TRABAJO EN UN ASTILLERO

LOCAL	AREAS	LOCAL	AREAS
	TALLERES DE ACERO		SISTEMAS
1	Taller de elaboración de acero	27	Sistemas de ferrocarril
2	Taller de ensamble	28	Sistemas de redes eléctricas
3	Taller de tratamiento de bloques	29	Sistemas de redes neumáticas, hidráulicas, de oxígeno y gas natural
	TALLER DE AISLAMIENTO	30	Sistemas de intercomunicación interna y externa
4	Taller de módulos		ALMACENES
5	Taller de tubería	31	Parque de acero y líneas de tratamiento
6	Taller de acero de aislamiento y chapa fina	32	Almacén general
7	Taller de maquinado de madera, ebanistería y carpintería de ribera	33	Almacén auxiliar
8	Taller eléctrico	34	Almacenes diversos:
9	Taller de montaje mecánico	a)	Almacén de pinturas
10	Taller de maquinado	b)	Almacén de madera
11	Taller de marinería y maniobras	c)	Almacén de andamiaje, puntales y picaderos
13	Taller de limpieza mecánica de tuberías	d)	Almacén de seguridad industrial
14	Talleres auxiliares de aislamiento	e)	Almacén de combustible
	TALLERES VARIOS	f)	Almacén central de herramientas
15	Taller de manto y parque de vehículos	g)	Almacenes auxiliares de herramientas
16	Taller de subcontratistas	h)	Almacén de chatarra
	DIQUE	i)	Parque de materiales de aislamiento
17	Dique seco No. 1	j)	Áreas externas de almacenamiento
18	Dique seco No. 2	k)	Almacén de tubos
19	Dique seco de construcción		PATIOS Y EXPLANADAS
20	Dique flotante, muelles de acero y duques de alba	35	Calzadas y patios
	MUELLES	36	Área de premontaje de bloques
21	Muelle marginal Este	37	Área de premontaje de superestructura
22	Muelle marginal central Este	38	Área de reserva para el taller de maquinaria pesada
23	Muelle marginal central Oeste		INSTALACIONES OFICINA Y SERVICIOS
24	Muelle marginal Oeste		
25	Muelle espigón de aislamiento	39	Oficina y servicios
26	Muelle espigón de reparaciones		

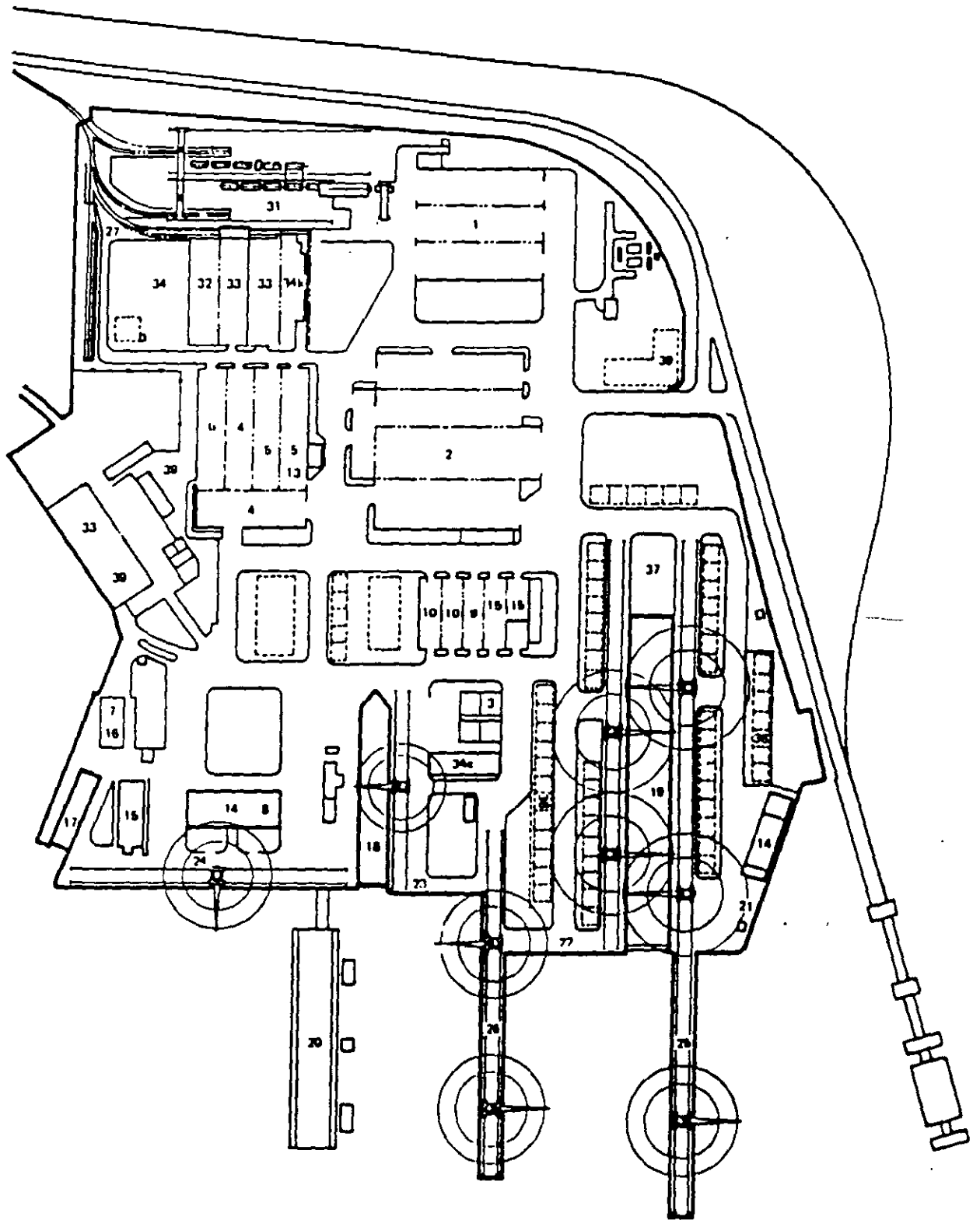


Figura 5.190 Esquema general de un estillero

Áreas de Agua

Las áreas de agua del puerto deben de contar con un servicio periódico de dragado con el fin de que se mantengan los calados oficiales.

5.4.2.2 Pilotaje - remolcadores

Cualquier barco que llegue a un puerto extranjero puede requerir tomar los servicios de un piloto o práctico del puerto, o bien entrar con ayuda de remolcadores.

Los remolcadores deben de contar con un atracadero especial para ellos, localizado inmediato a los frentes de atraque o muelles y cerca del acceso marítimo.

Se debe de contar con una oficina de control comunicada a la oficina central del puerto, además de contar con espacio para el personal de guardias con servicio de baños y vestidores.

5.4.2.3 Capacitación y laborales..

Para capacitación y alfabetización se requiere de un aula para 40 personas máximo, con servicios de proyectores de ser posible, en un área de 50m², además un local para guardar material y equipo 12m², y otros 50m² para acceso, descanso, oficina de administración y sanitarios.

Instalaciones Laborales

Pórtico y oficina de concentración, comedores y locales comerciales de servicio, baños y vestidores, local de organización sindical, locales auxiliares (Centro de asistencia juvenil) y estancia de descanso.

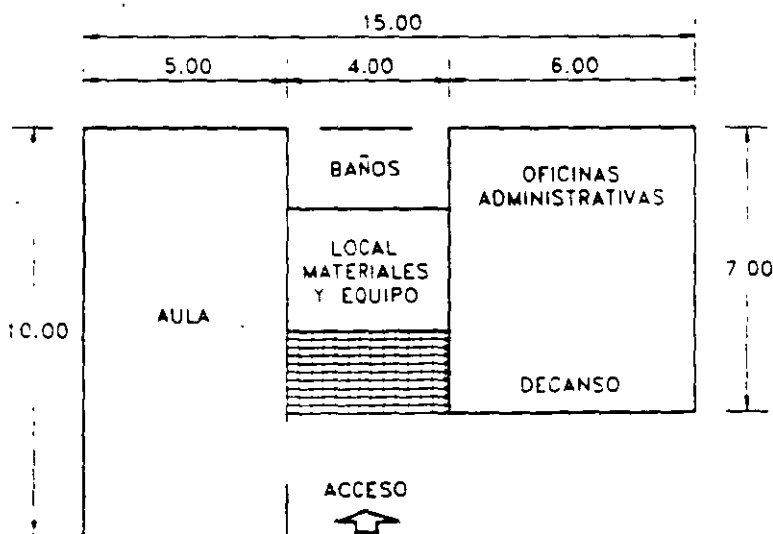


Figura 5.191 Local de capacitación laboral

5.4.2.4 Comerciales y bursátiles

Reservar áreas de terreno para que todos los interesados edifiquen sus instalaciones, la ubicación será fuera del recinto portuario, pero inmediato y anexo a él. Las dimensiones varían de acuerdo al tipo de puerto, pero empíricamente se recomienda un área mínima de 10 Has. para uso de estos servicios en un puerto de altura.

- Oficinas: Agencia de importaciones, exportaciones
Agencias aduanales
Bancos y casas financieras
Oficinas privadas
Restaurante, cafeterías, áreas de reunión, etc.
- Almacenes Refacciones
Avituallamiento
Vehículos automotores.

5.4.2.5 Oficinas de autoridades

Se deben de localizar dentro del recinto portuario y cerca de los accesos terrestres.

Autoridades	S.C.T.	Dirección General de Puertos y Marina Mercante, Policía de Caminos y Puertos, Agencia del Ministerio Público
	S.C.T.	Puertos Mexicanos
	S.R.E.	Pasaporte (Migración)
	S.A.R.H.	Sanidad vegetal y animal
	S.H.C.P.	Aduanas
	S.S.A.	Sanidad internacional
	S. de M.	Armada de México
	SEPESCA	Secretaría de pesca
	SECTUR	Marinas y Cruceros
	Entidades Operativas	Empresa de servicios portuarios

Las dimensiones de los edificios son variables según el puerto y la localidad, se recomienda dejar un área mínima de 3 Has. para este fin, en puertos de altura.

CAPITULO 6

OTROS PUERTOS

Nomenclatura y Simbología

a	Ancho del muelle
A	Area en Has.
Af	Area de fondeo.
Ar	Area requerida para recepción y manejo de productos (m ²)
B	Ancho de la plantilla del canal
C	Calado de la embarcación
c	Coefficiente de permeabilidad del terreno
Cl	Claro entre muelles de atraque
Ccv	Carga de combustible por viaje
Co	Número de barcos del puerto (Flota de proyecto u operación)
Cv	Captura promedio por viaje
D	Diámetro del círculo de ciaboga
d	Profundidad del tirante de agua
Dm	Duración del mantenimiento, en días (encuesta directa)
E	Eslora
Fa	Frecuencia de arribos (barcos/día)
Ft	Frecuencia de arribos por temporada (encuesta directa)
H	Horas de operación (horas/día)
i	Intensidad de lluvia en mm/hr
K	Factor derivado de la relación entre el área total requerida y el área neta ocupada, se considera igual 0.5.
Ka	Factor de acoderamiento (encuesta directa)
L	Longitud del muelle
M	Manga del barco
N	Cantidad de producto por manejar al día (ton/día)
Nb	Número de barcos de la flota
Ndo	Número de días operados durante un año
Np	Número de personas
P	Rendimiento de área por unidad de producción (m ² /ton)
Q	Gasto m ³ /seg
R	Número de manejos al día de los productos, su valor se considera igual a 0.30
r	Radio de círculo de ciaboga
r.g.	Radio de giro de la embarcación
Rcc	Rendimiento de la carga de combustible
Rd	Rendimiento de la descarga (ton/hr)
S	Pendiente del terreno
T.C.	Toneladas cortas
T.M.	Toneladas métricas
Tcc	Tramo de atraque requerido para carga de combustible
Td	Tramo de atraque requerido para descarga
Te	Tramo de atraque requerido para estadía inactiva.
Tm	Tramo de atraque requerido para mantenimiento a flote y avituallamiento.

**Lista de figuras y
tablas**

Figura 6.1	Esquema general del puerto.
Figura 6.2	Esquema operativo
Figura 6.3.	Canal de acceso
Figura 6.4	Dimensionamiento de la dársena de operación
Figura 6.5	Esquema simplificado de industrialización
Figura 6.6	Arreglo general y disposición de muelles
Figura 6.7	Esquema tipo de un centro de recepción
Figura 6.8	Lotificación de industrias
Figura 6.9	Indices de consumo en las enlatadoras
Figura 6.10	Indices de consumo para las congeladoras
Figura 6.11	Indices de consumo para las fábricas de hielo
Figura 6.12	Indices de consumo para las fábricas de harina de pescado
Figura 6.13	Servicios
Figura 6.14	Vialidades
Figura 6.15	Esquema general de una marina
Figura 6.16	Canal de acceso
Figura 6.17	Elementos constitutivos de los muelles en peine
Figura 6.18	Dimensionamiento del peine
Figura 6.19	Distancia entre peines paralelos
Figura 6.20	Sistema de anclaje de muelles flotantes
Figura 6.21	Rampa de botado
Figura 6.22	Arreglo de cajones para estacionamiento
Figura 6.23	Dimensiones mínimas de cajón
Figura 6.24	Planta tipo - sanitarios
Figura 6.25	Planta tipo - edificio administrativo
Figura 6.26	Almacenamiento de embarcaciones en estanterías
Figura 6.27	Planta general de una marina seca
Figura 6.28	Instalaciones de servicio en muelles
Figura 6.29	Recolector de desechos sanitarios (unidad móvil)
Figura 6.30	Gabinete contra incendios
Tabla 6.1	Clasificación de puertos pesqueros
Tabla 6.2	Rendimientos en la descarga
Tabla 6.3	Equipos de descarga
Tabla 6.4	Duración y frecuencia de mantenimiento y reparación
Tabla 6.5	Conceptos para el consumo de agua potable
Tabla 6.6	Capacidad y superficie de tanques de combustibles

6.1 Puertos pesqueros

6.1.1 Esquema general del puerto

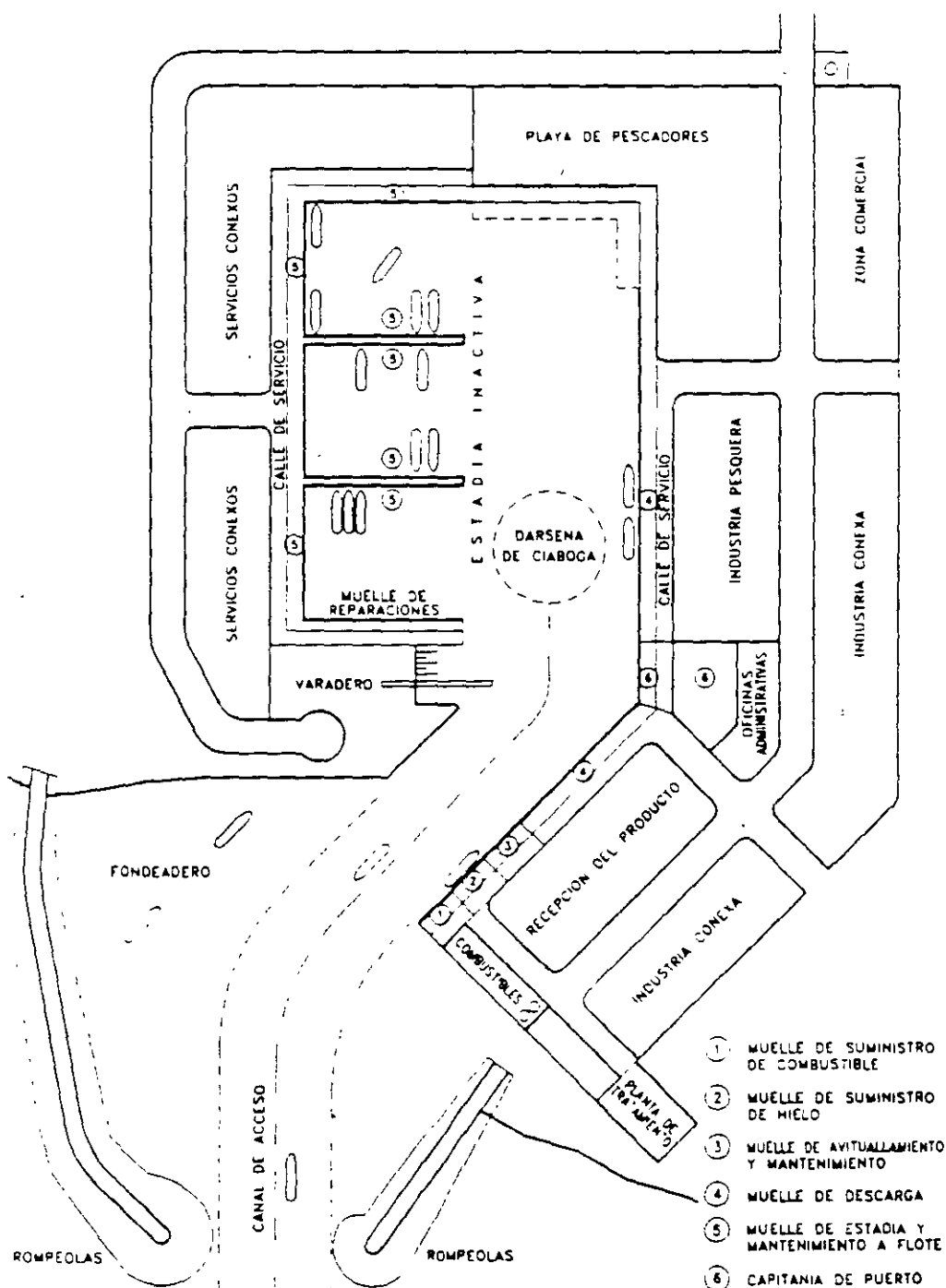


Figura 6.1 Esquema general del puerto

6.1.2 Clasificación y esquema operativo

Clasificación

En base a su capacidad para atender a la Flota e Industria Pesquera, los Puertos Pesqueros se clasifican en tres tipos.

TABLA 6.1 CLASIFICACION DE PUERTOS PESQUEROS

TIPO DE PUERTO	INSTALACIONES Y SERVICIOS																							
	DARSENA	ATRAQUE Y AMARRE	INDUSTRIAS PESQUERAS	INDUSTRIAS CONEXAS	CENTRO DE RECEPCION	ZONA COMERCIAL	VARADEROS	FRIGORIFICOS	ZONA DE SERVICIOS	ASTILLERO	PESQUERIAS	AGUA Y ENERG. ELEC. EN MUELLES	SEÑALAMIENTO MARITIMO	ALUMBRADO GENERAL	RADIOCOMUNICACION	SERVICIO CONTRAINCENDIO	SANITARIOS	RECOLECCION DE BASURA	FONDEADERO	COMBUSTIBLE	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	VIALIDADES	SERVICIOS MEDICOS	ALCANTARILLADO
PRINCIPALES O IND. PESQUEROS	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
INTERMEDIO	•	•			•			•		•	•						•			•			•	
DE REFUGIO		•			•													•						

La figura 6.2 muestra el esquema operativo de un puerto pesquero

6.1.3 Areas de agua

6.1.3.1 Accesos al puerto

Canal de Acceso

El criterio para dimensionar el canal de acceso es similar al especificado en el capítulo 5 inciso 5.2, sin embargo, a continuación se define graficamente el ancho del canal considerando el flujo en uno y dos sentidos figura 6.3.

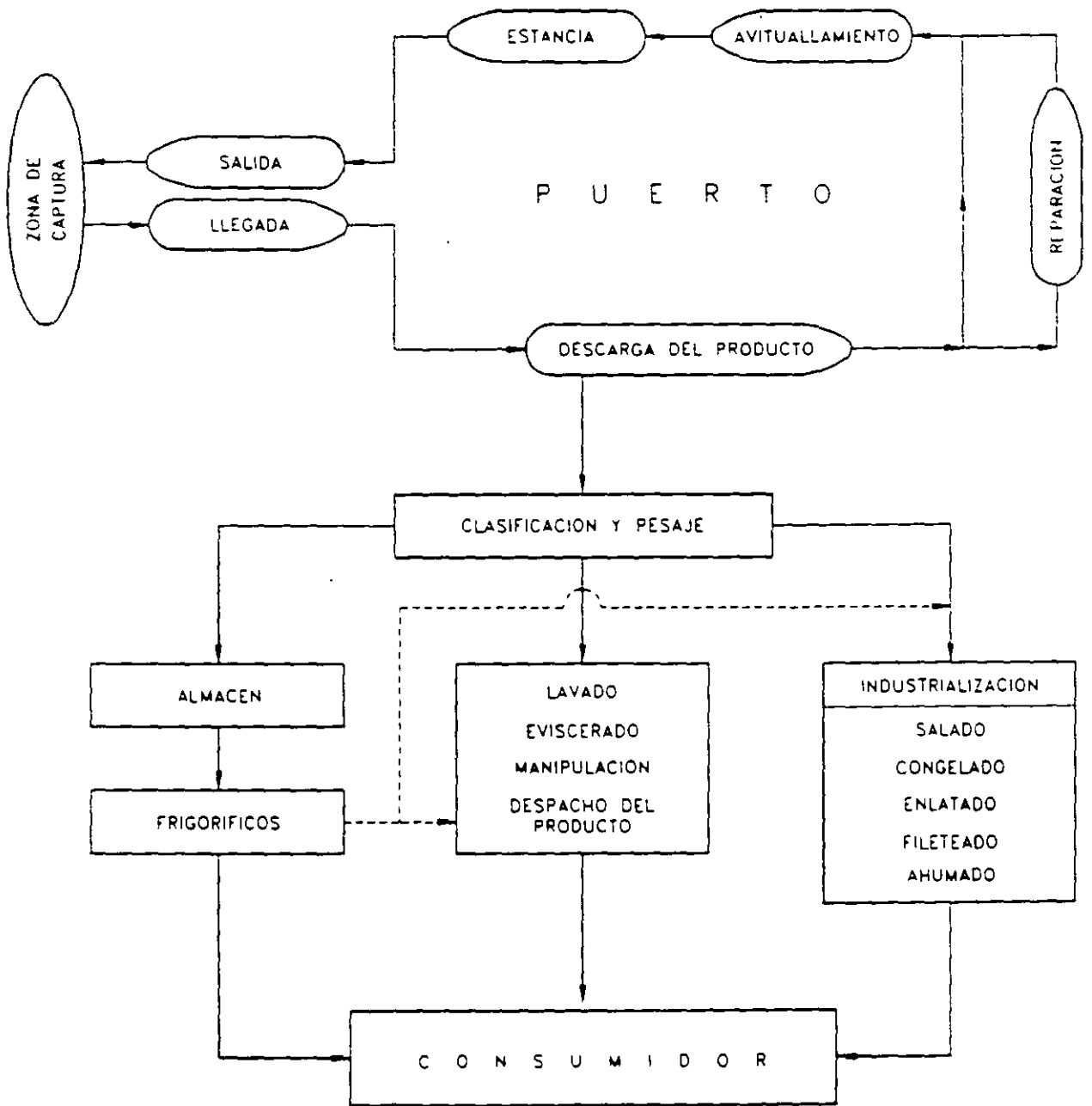


Figura 6.2 Esquema operativo

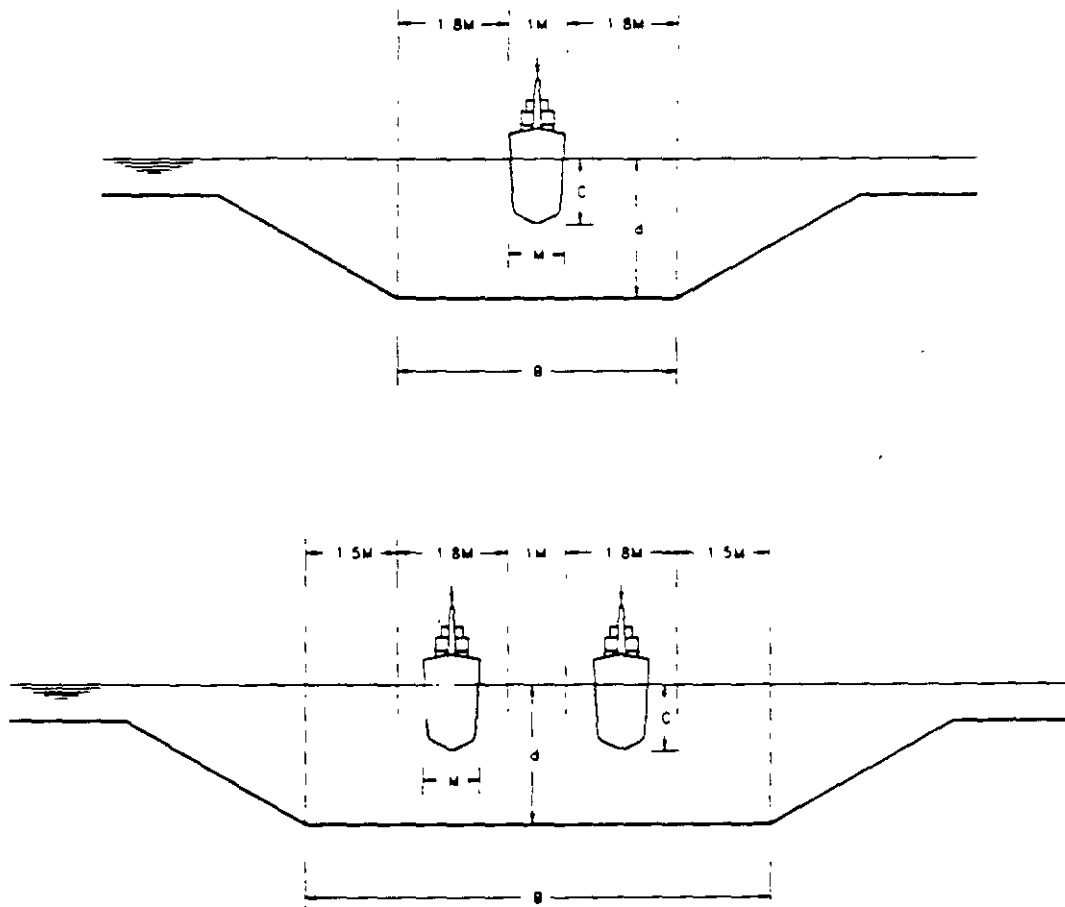


Figura 6.3 Canal de acceso

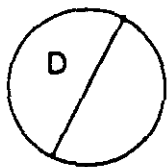
6.1.3.2 Areas de maniobras

Dársena de Ciaboga

La expresión usada por la Secretaría de Pesca para dimensionar el diámetro del círculo de ciaboga es la siguiente:

$$D = 2 (r + 0.5 E) + 2 M$$

$$r = R \times \text{tg } 30^\circ$$



Valores del radio de giro

Tipo de Embarcación	R
Escamera	1.5 E
Camaronero	2.0 E
Sardinero	2.0 E
Anchovetero	2.0 E
Atuneros medianos	2.0 E
Atuneros grandes	3.0 E

Dársena de Operación

Area inmediata a los muelles en la que los barcos realizan las maniobras de atraque, carga o descarga, desatraque y salida.

El dimensionamiento de la dársena de operación esta en función de las características de la flota, tipo y uso del muelle y del número de barcos que es posible acoderar en un mismo tramo de atraque.

La figura 6.4 ejemplifica lo expuesto en el párrafo anterior para el caso de un barco Camaronero.

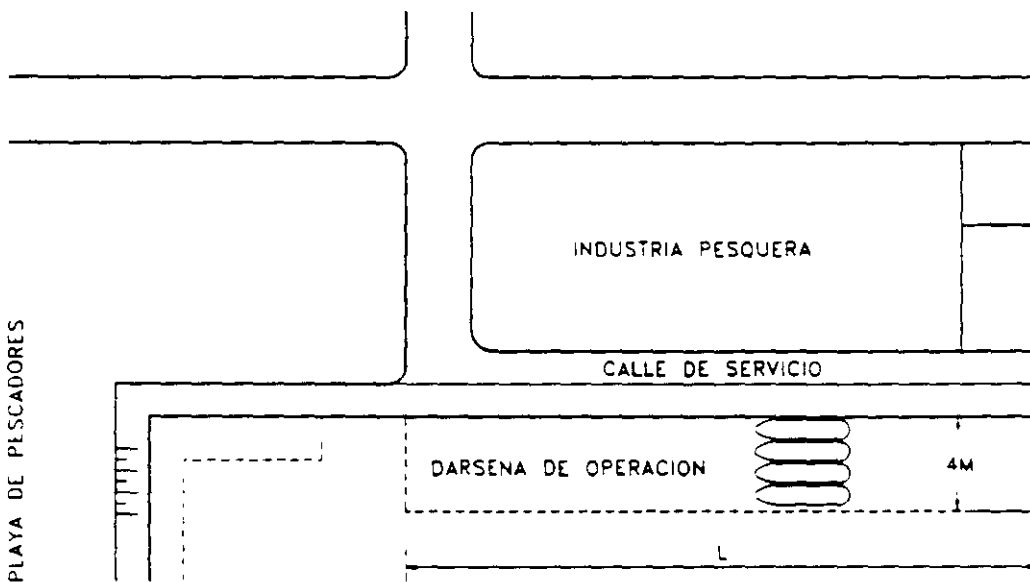
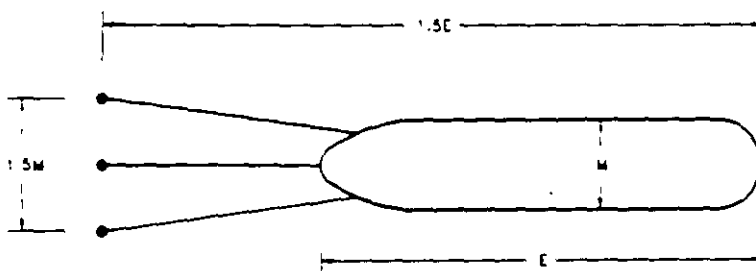


Figura 6.4 Dimensionamiento de la dársena de operación

6.1.3.3 Fondeadero

Para determinar el área de fondeo, debe tomarse en cuenta que el área que requiere una embarcación, para fondearse es la siguiente:



$$A_f = 2.25(E)(M)$$

6.1.3.4 Condiciones de operatividad

Dentro del vaso portuario la altura de ola permisible para la operación de los barcos pesqueros es la siguiente:

- 0 a 0.30 m
- Hasta 0.50 m para barcos atuneros grandes

6.1.4 Areas terrestres

6.1.4.1 Esquemas de operación y equipamiento

El esquema de operación terrestre se muestra en la figura 6.5

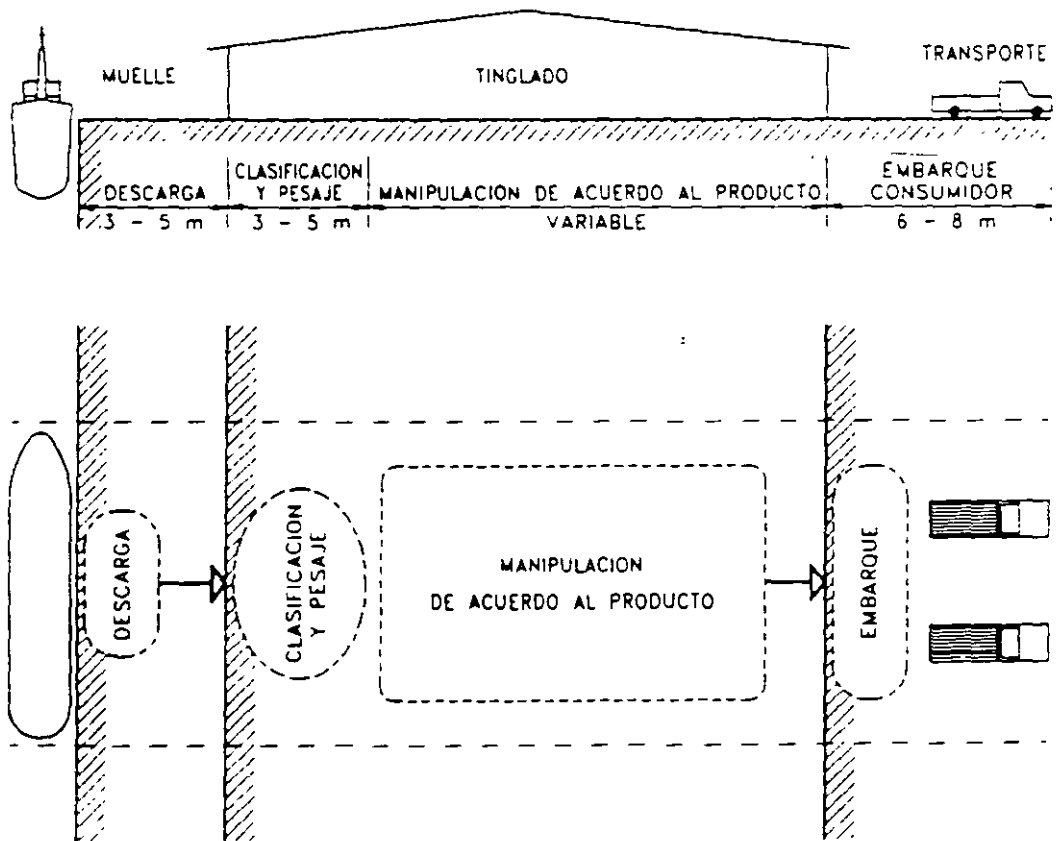


Figura 6.5 Esquema simplificado de industrialización

6.1.4.2 Obras de atraque y amarre

La clasificación de los muelles pesqueros de acuerdo a su uso, así como la expresión que permite calcular el tramo de atraque requerido se muestran en la tabla siguiente, por otra parte su distribución se presenta en la figura 6.6.

TIPO DE MUELLE	EXPRESION PARA DIMENSIONAR EL TRAMO DE ATRAQUE (*)
MUELLE DE DESCARGA DE PRODUCTOS El ancho mínimo recomendable para este tipo de muelles es de 6.00 m; con una pendiente de 1/20 hacia el borde del muelle.	$T_d = Fa C_v / R_d H$
MUELLE PARA CARGA DE COMBUSTIBLE Y AGUA	$T_{cc} = Fa C_{cv} / R_{cc} H$
MUELLE PARA MANTENIMIENTO A FLOTE Y AVITUALLAMIENTO	$T_m = Nb Ft D_m / N_{do} K_a$
MUELLES DE ESTADIA INACTIVA	$T_e = C_o / K_a$

El número de barcos que es posible acoderar se determina aplicando los valores del índice de atraque K_a siguiente:

TIPO DE EMBARCACION	K_a
Pesca de Altura	1
Sardinero-Anchovetero	3
Camaronero	4
Escamero	4
Escamero 72'	4
Escamero 55'	4
Escamero 30'	5

* Expresiones usadas por la Secretaría de Pesca, obtenidas en base a las estadísticas y de Publicaciones de la F.A.O. Sector Pesca.

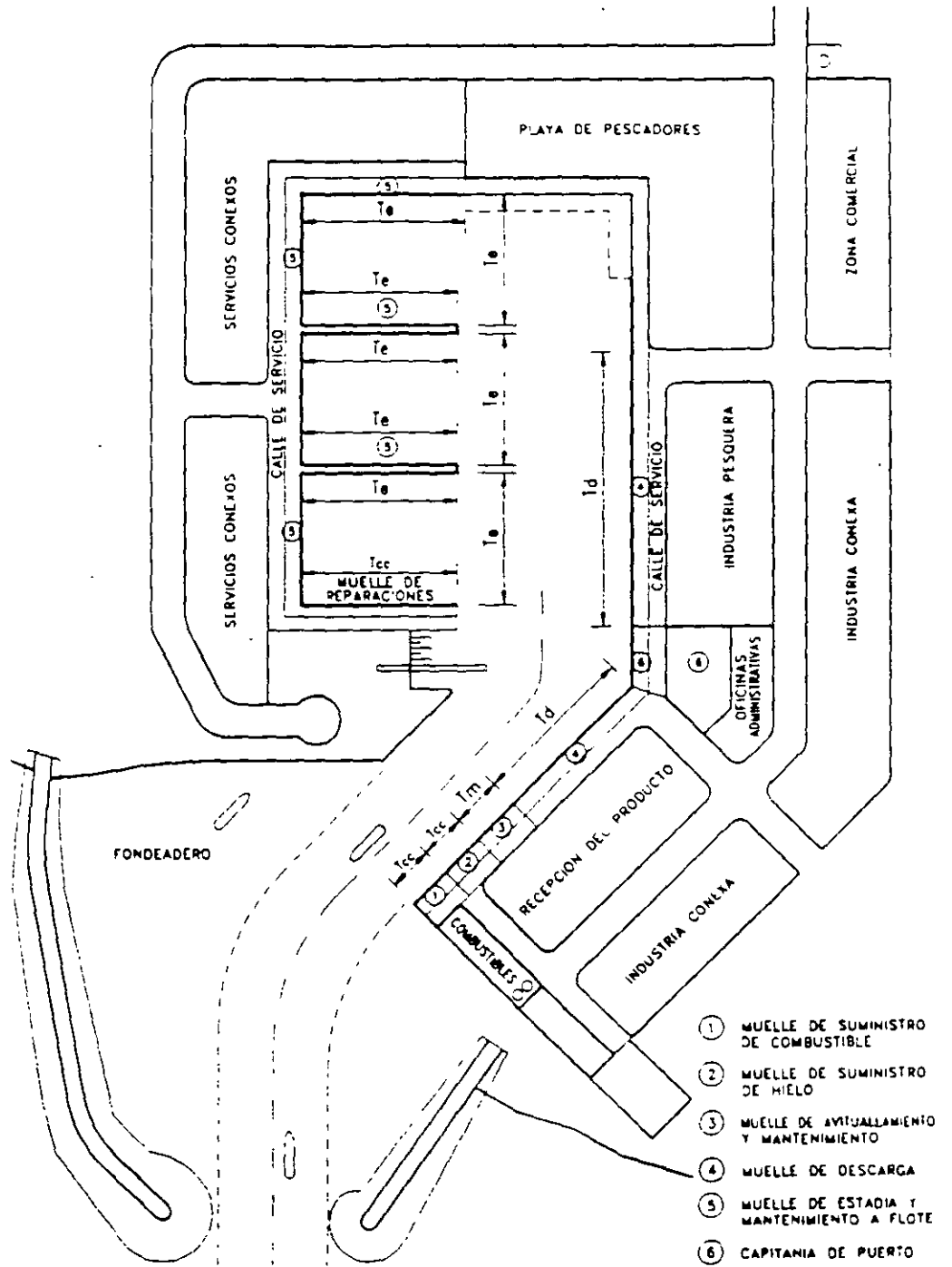


Figura 6.6 Arreglo general y disposición de muelles

Rendimientos en la Descarga

En la tabla 6.2 se presentan los rendimientos en la descarga de los productos, dependiendo estos de la pesquería practicada y del sistema de descarga empleado.

TABLA 6.2 RENDIMIENTOS EN LA DESCARGA

EQUIPO	RENDIMIENTOS EN Ton/hr.			
	CAMARON	SARDINA ANCHOVETA	ATUN	ESCAMA
MANUAL	2			2
GRUA O MALACATE NEUMATICO	3			5
RED DE CUCHARA ABSORVENTE	3	85 16		
HIDRONEUMATICO		54		
GRUA AUTOPROPULSADA		60	16	
BANDA TRANSPORTADORA				5

Equipo de Descarga

En la tabla 6.3 se indica el equipo comunmente utilizado para la descarga del producto, así como el área requerida para su instalación sobre los muelles.

TABLA 6.3 EQUIPO DE DESCARGA

EQUIPO	AREA (m ²)	OBSERVACIONES
Bomba de cápsula	5	Se instala sobre cualquier tipo de muelle.
Bomba de sólidos	20-25	idem
Succionadora por vacío	5	idem
Succionadora por vacío en seco	16	idem
Red de cuchara	-	Se encuentra en el buque
Grúa autopropulsada telescópica	-	El área la da el fabricante
Grúa fija telescópica	-	idem
Grúa sobre neumáticos	-	idem

Mantenimiento Rutinario y Reparaciones Mayores

En la tabla 6.4 se indica la duración y frecuencia del mantenimiento rutinario y de las reparaciones mayores a flote de acuerdo al tipo de embarcación.

TABLA 6.4 DURACION Y FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO Y REPARACION.

TIPO DE EMBARCACION	MANTENIM. RUTINARIO		REP. MAYORES A FLOTE	
	DURACION (DIAS)	FRECUENCIA	DURACION (DIAS)	FRECUENCIA
ATUNERO VARERO 800 T.C.	4	POR VIAJE	25	ANUAL
ATUNERO CERQUERO 320 T.C.	6	POR VIAJE	30	ANUAL
ATUNERO CERQUERO 650 T.C.	9	POR VIAJE	30	ANUAL
ATUNERO CERQUERO 750 T.C.	9	POR VIAJE	30	ANUAL
ATUNERO CERQUERO 1200 T.C.	9	POR VIAJE	30	ANUAL
ARRASTRERO PALANGRERO 270 T.C.	5	POR VIAJE	30	ANUAL
CALAMARERO 420 T.M.	6	POR VIAJE	30	ANUAL
SARDINERO ANCHOVETERO 280 T.M.	1	POR VIAJE	30	1 C/ 2AÑOS
SARDINERO ANCHOVETERO 120 T.M.	0.5	POR VIAJE	30	1 C/ 2AÑOS
SARDINERO ANCHOVETERO 65 T.M.	0.5	POR VIAJE	30	1 C/ 2AÑOS
CAMARONERO (GOLFO)	5	POR VIAJE	20	1 C/ 2AÑOS
CAMARONERO (PACIFICO)	3	POR VIAJE	20	1 C/ 2AÑOS
ESCAMERO PALANGRERO	5	POR VIAJE	15	1 C/ 2AÑOS
ESCAMERO ARRASTRERO	5	POR VIAJE	20	1 C/ 2AÑOS

6.1.4.3 Areas de transferencia de productos

- Permiten efectuar las maniobras de carga y descarga, se construyen generalmente para dar servicio a los muelles destinados a la descarga y/o avituallamiento.

Sus dimensiones son variables y no existe una norma que defina la superficie que debe tener el patio, basicamente esta en función del tipo de vehículo que operará en él.

La dimensión de la calle de servicio que se indica en la figura 6.8 es suficiente para ser usada como área de transferencia.

Area de Recepción y Manejo de Productos

El área necesaria para éste tipo de instalaciones se obtiene utilizando la expresión de la FAO.

$$A = NP / RK$$

La figura 6.7 muestra el esquema de un centro de recepción tipo con capacidad de 10 ton.

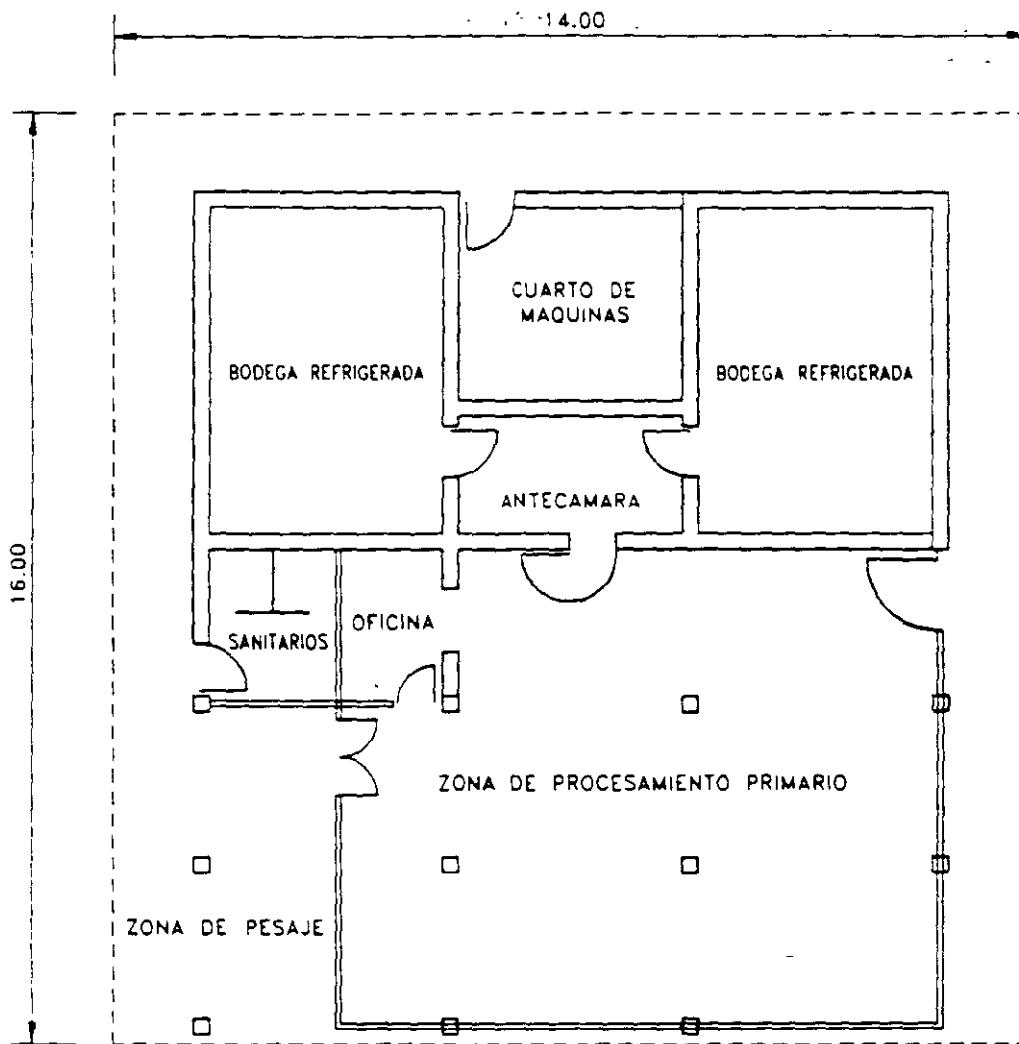


Figura 6.7 Esquema tipo de centro de recepción.

- **Patio de Reparaciones de Equipo de Pesca**

Destinado a la reparación de redes y al equipo desmontable que posee el barco.

Al igual que el caso anterior, no existe una norma para su dimensionamiento; este varía en función del tipo de barco y pesquería. Generalmente se construyen aledaños a los muelles de reparaciones a flote.

- **Bodega de Armadores**

Se construyen aledaños a los patios de reparaciones, debiendo tener un ancho mínimo de 10 m con una longitud variable en función de la longitud de los muelles y de los patios de reparaciones.

6.1.4.4 Industrialización y procesamientos.

Clasificación de las Industrias Pesqueras

Estas industrias pueden dividirse en dos tipos :

Requieren frente de agua	No requieren frente de agua
Procesamiento de: Escama Sardina Atún	Procesamiento de : Ostión Langosta Aprovechamiento Sub-productos

Las industrias con frente de agua, deberán estar separadas del muelle por una calle de servicio de 10 a 15 m de ancho, suficiente para las maniobras de carga y descarga y movimiento de vehículos y carros manuales que transportan el producto.

Por su parte las industrias que no requieren frente de agua, deberán localizarse atrás de las industrias que si lo requieren pudiendo comunicarse entre ellas.

Las industrias pesqueras pueden también dividirse en los siguientes tipos.

Industrias Básicas	Industrias Conexas
-Congeladoras -Fábricas de Hielo -Enlatadoras -Fáb. de Harina de pescado	-Fábricas de Redes -Fáb. de Implementos de Pesca -Ferreterías -Talleres de Rep. de Equipos Ind.

La disposición y dimensiones mínimas requeridas para la instalación de las industrias pesqueras, zonas comerciales y oficinas administrativas se muestran en la figura 6.8.

Parámetros de Planeación

Las figuras 6.9, 6.10, 6.11 y 6.12 muestran las características físicas de las principales plantas industriales pesqueras, permitiendo una adecuada planeación de las zonas o parques industriales pesqueros.

Naturaleza del almacenaje: tránsito o estacionario.

-) Método operativo, que esta en función de dos factores esenciales: el apilado de contenedores y los sistemas en tierra (traslación).

La combinación de estos condicionantes da lugar a varios prototipos de terminal:

- A.- Terminal de gran superficie con escasa maquinaria aparte de las grúas de muelle. (aproximadamente 1 km de fondo).
- B.- Terminal de superficie media con diversos sistemas operativos en función del equipo y exigencias del transbordo. (de 300 a 500 m de fondo).
- C.- Terminal de superficie mínima con operación supermecanizada para realizar todas las manipulaciones. (apenas 100 m de fondo).

Ya analizada y valorada la demanda se entra a la oferta de los servicios mencionados: número de grúas, tiempos de reparación y mantenimiento, variaciones del ciclo de grúa en el transbordo buque-muelle, eficiencia real, etc.

El equipo de una terminal de contenedores es muy complejo y costoso para asegurarse de la elección correcta deben estudiarse los existentes en el mercado y simular su operación en la terminal. Se debe pensar que un costo bajo inicial puede significar un alto costo de mantenimiento y que la sofisticación conduce a la contratación de personal altamente calificado para su conservación.

Descripción de las Principales Técnicas de Contenedores

Para la manipulación de los contenedores se utilizan en la actualidad cuatro sistemas principales en el punto de transbordo mar-tierra.

- A) Carga fraccionada corriente. La manipulación de los contenedores por este sistema presenta las siguientes características:

- 1.- Transporte en cargueros de línea corriente
- 2.- Movimiento de contenedores limitado hasta de 70 contenedores por buque.
- 3.- Uso de equipo e instalaciones mínimas del puerto
- 4.- Transbordo con equipo propio del buque o del muelle sin necesidad de usar equipo especial de manipulación.
- 5.- Transbordo posible directo a transporte terrestre (autotransporte o ferrocarril).
- 6.- Consolidación y desconsolidación posible en puerto.

B) Sistema de transbordo por elevación. Los contenedores se manejan bajo las siguientes características.

- 1.- Buques especialmente diseñados para este servicio.
- 2.- Movimiento regular y considerable de contenedores (más de cien contenedores).
- 3.- Grúas de gran potencia instaladas a bordo del buque o muelle.
- 4.- Métodos integrados para la manipulación, transbordo y traslado con equipos modernos.
- 5.- Transbordo a vehículos terrestres que exigen instalaciones muy completas.

C.- Sistemas de Transbordo por Rodadura. Se caracteriza el transbordo por:

- 1.- Buques especialmente diseñados para el acceso directo al buque del equipo de transbordo.
- 2.- Transbordo directo del buque a los vehículos terrestres generalmente con el mínimo equipo de descarga que accede al buque.
- 3.- Mayor flexibilidad en los elementos de equipo de transporte de la carga, como contenedores, semiremolques, autotransporte, etc.
- 4.- Los buques precisan de muelles como los requeridos para los transbordadores, generalmente menos onerosos que los necesarios para el transbordo por elevación.

D) Sistema de Transbordo por flotación

Consiste en un buque nodriza y una flotilla de gabarras de 100 a 500 TPM cada una. El buque las transporta a bordo durante la navegación, al término de cada viaje se botan las gabarras y un remolcador las arrastra al puerto de modo que el buque no se demora por congestionamiento del puerto o

manipulación ineficiente de la carga.

La botadura se realizará por los propios medios del buque sin necesidad de recurrir a las instalaciones del puerto, y en aguas tranquilas bastará una boya de amarre hasta que llegue el remolcador. La manipulación y transbordo en el muelle podrá efectuarse como si fuera carga fraccionada.

Los sistemas de transbordo por flotación se puede dividir en los siguientes grupos:

- Sea barge Clipper
- LASH (Lighter Aboard Ship)
- Buque portagabarras (ECBS)
- Sea Bee
- Barge on Board

A continuación se presentan 3 esquemas operativos prototipos que consideran principalmente el grado de mecanización requerido y los servicios asociados al contenedor. En ellos los modos de trasiación de los contenedores en tierra (SISTEMAS EN TIERRA) pueden ser de 6 tipos:

- Uso de tractores de arrastre en chasis o plataformas.
- Uso de carretillas (stradle carriers) exclusivamente.
- Uso por tramos de tractores y carretillas.
- Uso de tractores de arrastre y grúas de patio (gantry crane)
- Uso exclusivo de montacargas
- Combinación de las anteriores.

FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
A MANIPULACION A BORDO	CARGA TRANSBORDO DESCARGA	BUQUE		GRUA DE MUELLE SPREADERS OPERADORES PORTALONEROS TARJADORES
B TRASLACION	CONSOLIDACION TRASLACION DESCONSOLIDACION	EQUIPO DE TRASLACION DESCONSOLIDACION		TRACTORES DE APORTE MONTACARGAS PLATAFORMAS OPERADORES MANIOBRISTAS CHECADORES
C ALMACENAMIENTO	CLASIFICACION ESTIBA ALMACENAJE	PATIOS Y ALMACENES CONSOLIDACION		GRUAS DE PATIO MONTACARGAS CARRETILLAS OPERADORES MANIOBRISTAS VIGILANTES SUPERVISORES
D RECEPCION ENTREGA	EXPEDICION	MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE		AUTOTRANSPORTE FURGONES MONTACARGAS BASCULAS OPERADORES MANIOBRISTAS SUPERVISORES

SISTEMAS EN TIERRA:

1. TRACTOR - CHASIS (ROLL ON - ROLL OFF)
2. DIRECTO - CON CARRETILLAS DE PATIO
3. TRACTOR - CHASIS / CARRETILLAS DE PATIO
4. GRUAS DE PATIO / TRACTOR CHASIS
5. MONTACARGAS Y COMBINADO

Figura 5.181 Esquema operativo contenedores consolidados en el puerto

FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
A MANIPULACION A BORDO	CARGA TRANSBORDO DESCARGA	BUQUE ↕	<p>IMPORTACION EXPORTACION MUELLE ZONA DE TRANSBORDO</p>	GRUA DE MUELLE SPREADERS OPERADORES PORTALONEROS TARJADORES MANIPERISTAS
B TRASLACION	CARGA TRASLACION DESCARGA	EQUIPO DE TRASLACION ↕	<p>ALMACENES Y PATIOS MUELLE ZONA DE TRASLACION</p>	GRUAS DE PATIO PLATAFORMAS CARPETILLAS TRACTORES DE ARRASTRE OPERADORES SUPERVISORES
C ALMACENAMIENTO	CLASIFICACION ESTIBA ALMACENAMIENTO	PATIOS ↕	<p>VACIOS MUELLE PATIOS CLASIFICACION ZONA DE ALMACENAJE</p>	CARPETILLAS GRUAS DE PATIO MONTACARGAS OPERADORES SUPERVISORES VIGILANTES
D RECEPCION ENTREGA	EXPEDICION	MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE Y ↕	<p>RECEPCION ENTREGA MUELLE PATIOS ACCESOS TALLERES ESTACIONAM. ZONA DE RECEPCION/ENTREGA</p>	CARPETILLAS MONTACARGAS BASCULAS OPERADORES MANIPERISTAS CHECADORES

EL SISTEMA DE TRANSBORDO POR FLOTACION ES SIMILAR A ESTE, CON LA VARIANTE DE QUE NO ATRIBA UN BUQUE AL PUERTO SINO UN GRUPO DE PORTAGABARRAS QUE INFLUYEN SOBRE EL TRAFICO DE BUQUES EN LAS AREAS DE AGUA.

Figura 5.182 Esquema operativo contenedores, transbordo por elevación


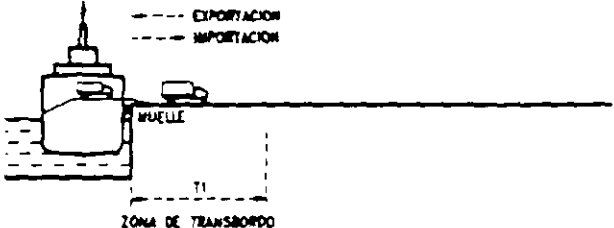

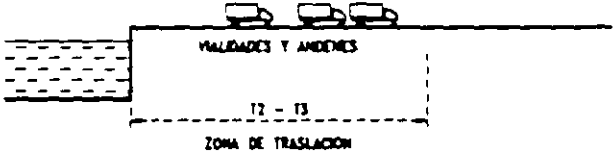

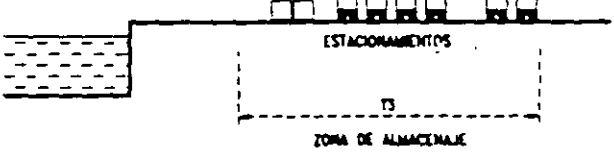


FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
<p>A</p> <p>TRANSBORDO</p>	<p>TRANSBORDO POR RODADURA</p>	<p>BUQUE</p> 		<p>TRACTORES DE ARRASTRE</p> <p>REMOQUES</p> <p>CARRETIILLAS</p> <p>PLATAFORMAS</p> <p>OPERADORES</p> <p>CHECADORES</p>
<p>B</p> <p>TRASLACION</p>	<p>RODADURA</p>	<p>MUELLE</p> 		<p>FLUJO DE VEHICULOS</p>
<p>C</p> <p>ALMACENAMIENTO</p>	<p>REGULACION</p>	<p>ESTACIONAMIENTOS</p> 		<p>BASCULAS</p> <p>PLATAFORMAS</p> <p>REMOQUES</p> <p>OPERADORES</p> <p>SUPERVISORES</p> <p>VIGILANTES</p>
<p>D</p> <p>RECEPCION ENTREGA</p>	<p>TRANSBORDO TERRESTRE</p> <p>EXPEDICION</p>	<p>ACCESOS TERRESTRES</p> 		<p>CONTROLES DE SALIDA</p> <p>AUTOTRANSPORTE</p> <p>FERROCARRIL</p> <p>OPERADORES</p> <p>INSPECTORES</p> <p>VIGILANTES</p>

Figura 5.183 Esquema operativo contenedores, transbordo por rodadura

5.4 Servicios generales y especiales

5.4.1 Servicios generales

5.4.1.1 Suministro de agua potable

a) Servicio en Muelles

Debe proporcionarse un servicio de agua con capacidad suficiente para permitir llenar los tanques de la embarcación, en un tiempo tal que evite retrasos en la operación de la nave. Las recomendaciones de diseño son las siguientes:

Gasto	$Q = 380 \text{ lts/min.}$ $Q = 180 \text{ m}^3/8 \text{ hrs}$
Presión mínima	$P = 1.75 \text{ kg/cm}^2$
Conexión de servicio	diam = $2\frac{1}{2}$ "

Localización de las conexiones. figura 5.184

- A la mitad del barco como a proa y a popa en el espacio de atraque del muelle.
- Con una separación entre toma y toma de 50 a 100 mts.

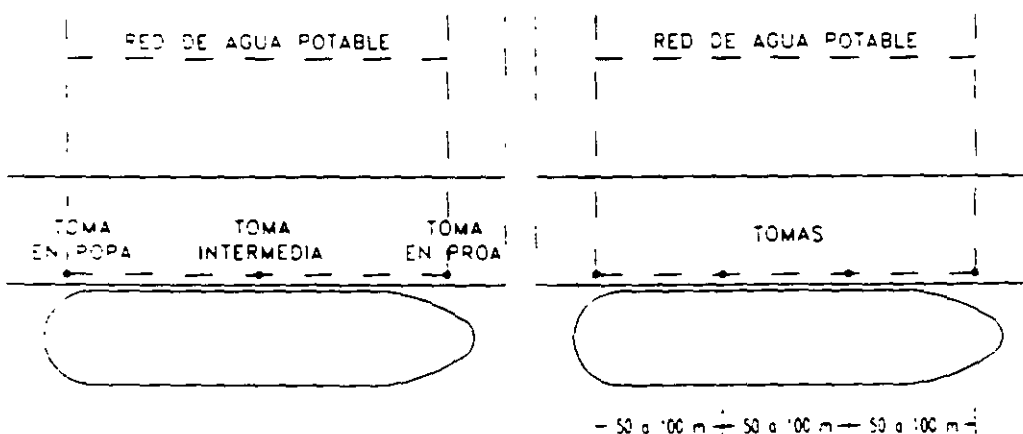
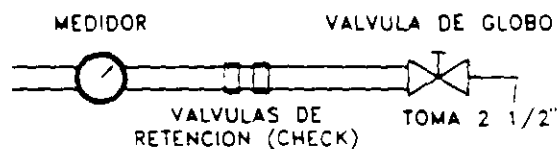


Figura 5.184 Distribución de las tomas de agua potable en el muelle

En muelles cubiertos, la tubería esta normalmente oculta dentro del cobertizo y salen conexiones para manguera a través de las paredes. En caso de que las mangueras al ser tendidas sobre la plataforma interfieran con las operaciones del muelle, es preferible colocar las conexiones para manguera del lado exterior de la plataforma.

Las tuberías de suministro en muelles abiertos pueden estar soportadas ya sea por arriba o por abajo de la cubierta, según el diseño del muelle y su propósito. Cuando la expansión térmica es un problema, debe instalarse la tubería con las adecuadas juntas y rizados de expansión.

Los suministros de agua a los barcos generalmente se miden y se efectúa un cargo por el agua subida a bordo. En las conexiones de servicio el gasto se regula mediante una válvula de globo situada a continuación de dos válvulas de retención (check). Los medidores deben estar accesibles para su fácil lectura por los oficiales de la terminal y de los barcos y, en consecuencia deben localizarse en forma conveniente en el muelle.



En muelles abiertos los medidores deben localizarse bajo la cubierta en registros con tapas o prueba de intemperie y adecuadas para que no interfieran el tráfico de peatones y vehículos. En muelles cubiertos los medidores estarán colocados en el interior.

b) Suministro a Areas Terrestres

Dentro de la terminal se debe de contar con agua potable para uso del personal que labora en la misma, dicho gasto se calculará con base en una dotación de 150 lts/hab/día.

En caso de que se instalen industrias que requieran agua potable, se calculará en base a las especificaciones de las mismas.

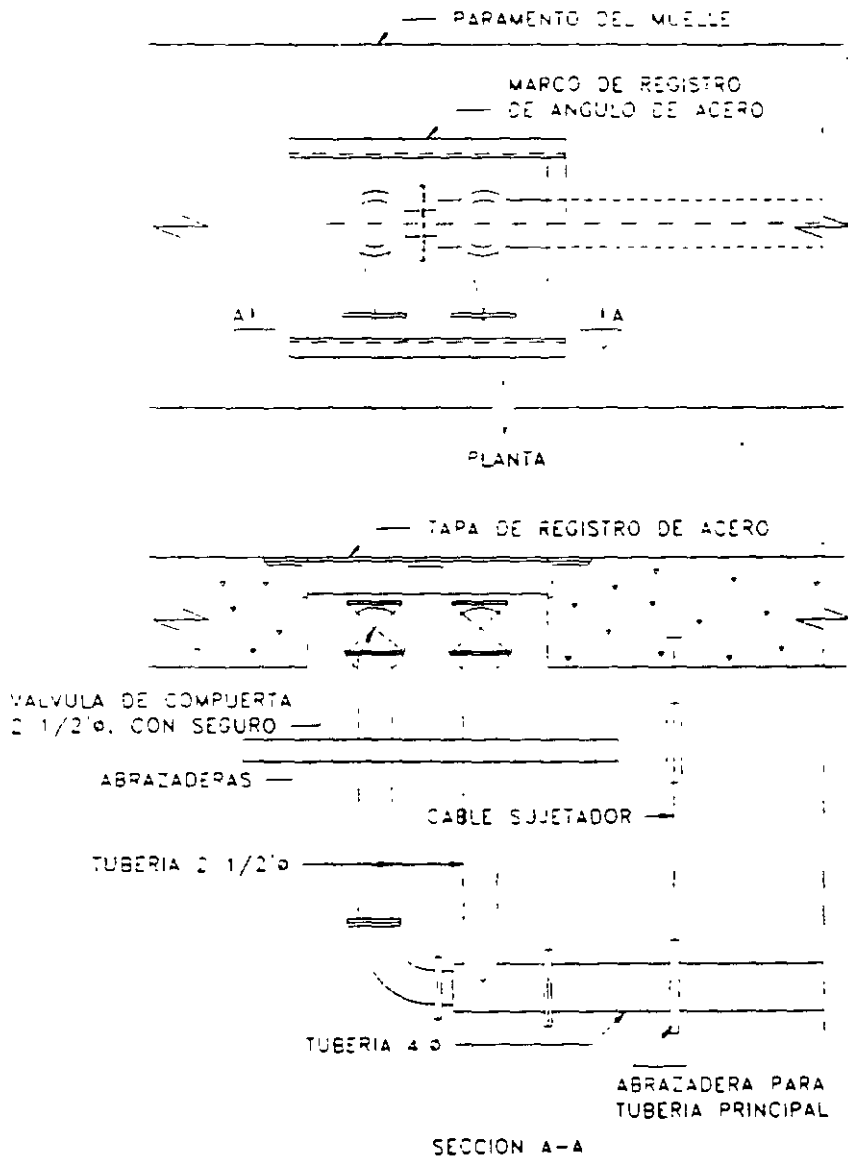


Figura 5 185 Red de agua potable y registro en la cubierta del muelle

5.4.1.2 Suministro de energía eléctrica y de iluminación

Energía Eléctrica

a) Servicio en muelles

El suministro de energía eléctrica a los barcos constituye un servicio más que puede brindar el puerto, dependiendo del tipo de buques que arriben a este. Normalmente se recomienda:

- Corriente alterna tipo monofásica y trifásica
- Voltaje requerido: 120, 240, 380 y 480 volts.
- Colocar estas salidas en receptáculos a prueba de intemperie del lado exterior de la plataforma

b) Servicio en áreas terrestres

La terminal en general es abastecida por uno o más alimentadores procedentes de una subestación eléctrica cercana.

En terminales donde la demanda de energía es grande, por requerirse para maquinaria y alumbrado en un área considerable, se usa normalmente un alimentador primario de 2,400 volts trifásico.

Cuando la energía sólo se requiere para alumbrado y equipo menor, es suficiente con un alimentador de 440 volts trifásico.

Para circuitos de áreas pequeñas donde la demanda es baja, es suficiente con un alimentador de 208 volts. trifásico.

Se deben de instalar transformadores reductores cuando sea necesario dependiendo de las características de energía que requiera el equipo y/o la iluminación.

Cuando la demanda no es satisfecha por una subestación o red pública es necesario incluir en el desarrollo plantas generadoras, que usualmente comprenden dos o más generadores de 50 a 500 kw c/u.

Cuando se manejen materiales explosivos o combustibles debe usarse equipo eléctrico especialmente diseñado dentro de áreas señaladas como peligrosas, tal como lo indican las especificaciones en vigor para estos casos tanto para arrancadores, transformadores, así como para iluminación y localización de los receptáculos. Este tipo de equipo eléctrico descrito

generalmente como "a prueba de explosión", es necesario cuando las terminales manejan gasolina, bencina, alcohol u otros líquidos volátiles e inflamables.

Iluminación

Las terminales de navegación tienen normalmente necesidad de trabajar de noche, por tal motivo debe suministrarse una iluminación satisfactoria para el trabajo nocturno. La tabla siguiente muestra las necesidades de iluminación para diversas áreas.

Area	Intensidad Alumbrado requerido	Tipo de alumbrado Recomendable
Areas abiertas de trabajo sobre el muelle	5 pies-bujía	Reflectores de Intemperie
Almacenes de mercancías, y bodegas en el área terminal	5 pies-bujía	Incandescente o Fluorescente
-La Administación -Salas de Espera -Oficinas Comerciales -Oficinas de Seguridad -Restaurantes y Cafeterías	20-50 pies-candela	Flourescente
Calles y banquetas	0.2 y 0.5 pies-bujía	Luminarias montadas sobre postes.

Se recomienda colocar las luminarias a una distancia aproximada de 35m.

Para las diferentes áreas de operación o proceso en el puerto deben considerarse los siguientes niveles de iluminación.

Unidades de Proceso General	Intensidad en Luxes
Plataformas de operación	50
Escaleras inactivas	10
Escaleras activas	50
Area general	10

CAPITULO 5. PUERTOS GENERALES.

Area de Carga y Descarga	
Area general	150
Punto de carga a FF.CC	100
Punto de carga a camiones y trailers	100

Alumbrado de Calles y Banquetas	
Uso frecuente (camiones)	4.0
Uso poco frecuente	2.0

Estacionamientos	
	1.0

Edificios de Oficinas	
	600

Bodegas y Cuartos de Almacenaje:	
Almacenaje interior apilado	50
Almacenaje exterior apilado	5
Almacenaje de cajas grandes	50
Almacenaje de cajas chicas	100
Almacenaje de partes pequeñas	200

Vestidores y Puesto de Bomberos	
	100
Cuarto de Primeros Auxilios	
	700

La selección adecuada de las luminarias, debe hacerse en función de las necesidades de iluminación, características del local, y de las restricciones impuestas por la clasificación de áreas mostrada anteriormente.

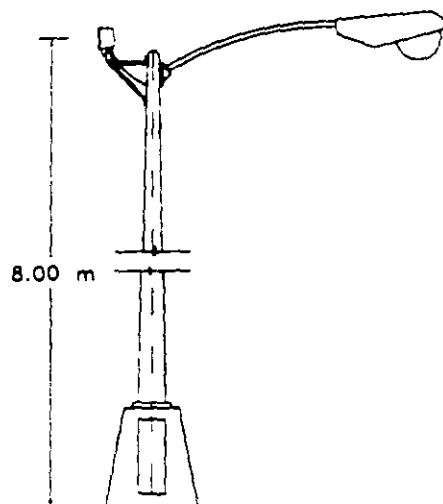


Figura 5.186 Alumbrado general a base de luminarias

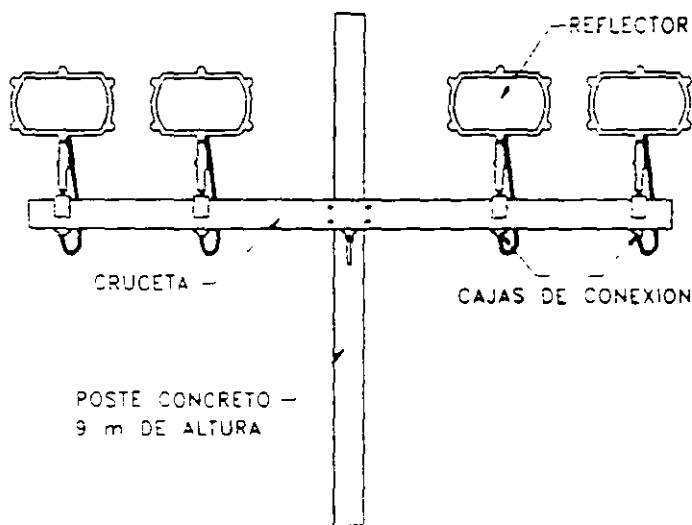


Figura 5.187 Alumbrado general de intemperie a base de reflectores

5.4.1.3 Suministro de combustible

En cualquier tipo de puerto que se requiera, es recomendable que exista este servicio. El abastecimiento se puede proporcionar por diversos sistemas de acuerdo a la siguiente tabla.

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
En el propio muelle	Reabastecimiento de combustible al mismo tiempo de operación.	Peligro de accidente en el área de operación. Costo elevado de construc. 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 Estas dos condiciones aumentan el costo de estadia

Por medio de Chalanos Nodriza	Facilidad para cargar combustible cuando realiza sus operaciones en cualquier sitio	Necesidad de una estación de carga para los chalanos.
	Evitan instalaciones especiales	Costo de los chalanos o flete de los mismos
	Reducción del tiempo de estadía	
	Se elimina todo peligro	

Según las clases de tráfico previstas, puede ser necesario abastecer a los barcos con aceite, gasolina, diesel y productos intermedios. No es necesario facilitar esos combustibles en todos los puestos de atraque como ya se vió en la tabla anterior, pero deberían proporcionarse en emplazamientos convenientes tomas de combustible alimentadas por tuberías subterráneas.

5.4.1.4 Drenaje sanitario y pluvial

Tipos de Drenajes: Químico, industrial y aceitoso
 Pluvial
 Sanitario

Los materiales empleados para los diferentes tipos de drenaje pueden ser: Fierro fundido, Asbesto cemento, Concreto simple, Concreto armado, Barro vitrificado, PVC; o materiales especiales resistentes a la corrosión, según sean las necesidades de cada caso.

Los tubos para los diferentes tipos de drenajes, deberán cumplir con los requisitos de calidad especificados en las normas correspondientes en vigor.

DISPOSICION DE LAS REDES

- a) Inicialmente se partirá de la localización de parteaguas de acuerdo a la clasificación de las diferentes áreas mencionadas. Los parteaguas deberán limitar rectángulos de losas con relación largo ancho no mayor de 1.25 y de preferencia, éstos deberán ser iguales en todo el conjunto, excepto en la liga del pavimento con edificios, diques, vías, etc.

- b) Los ramales se dispondrán en forma de peine, orientados hacia los colectores.
- c) El diámetro mínimo que tendrán las tuberías de drenaje pluvial será de 204 mm (8")
- d) 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 mts.
- e) Se deberá de contar con plantas de tratamiento de aguas para el drenaje químico aceitoso.

**5.4.1.5
Comunicaciones**

Teléfono:

Por lo general se dejarán colocados registros y ductos de tal forma que la compañía de teléfonos de México, proporcione e instale los cables y receptáculos. Los registros construidos deberán ser a prueba de intemperie.

La conexión de las instalaciones es recomendable que se coloquen cerca de un extremo del muelle para que estén situadas convenientemente en relación a la superestructura del buque.

Telégrafo y Correo:

Se recomienda que exista una oficina de telégrafos y correo cercana al puerto, ya que esta no debe estar dentro del recinto portuario.

**5.4.1.6 Manejo de
desechos**

La principal fuente de desechos en los puertos provienen de las embarcaciones, tal como se puede apreciar en la tabla siguiente:

ORIGEN	CAUSAS	TIPO DE DESECHOS
BARCO	- Accidentes	- Hidrocarburos - Productos Químicos - Sustancias sólidas
	- Operación	- Petroleos y Lastre - Materiales Fecales - Basura sólidas
	- Descargas	- Desechos Industriales

Se tienen que contemplar medidas preventivas para su control como:

- Sistemas de recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos
- Cada área e industria dentro del puerto deberá de contar con contenedores de recolección divididos en : recolectores orgánicos, de metales y vidrio y de plásticos
- Zonas de concentración de desechos y/o transbordos, tratamientos conjuntos, industrialización de basuras o rellenos sanitarios.

Métodos Operativos en los Buques

Los problemas de vertido y limpieza de los residuos y basuras generados por la operación en la descarga y por la tripulación del buque, pueden ser tratados de diversas formas. En la práctica pueden concretarse en las siguientes.

- Tanques de almacenamiento dotados o no de compactador
- Maceración de las basuras acompañadas de una posterior cleración.
- Incineración de los residuos sólidos.

5.4.1.7 Equipo contra incendio

Es de especial atención ya que adquiere una importancia relevante el hecho de proteger las instalaciones portuarias y las mercancías que ahí se manejan, por tanto todos los puertos deben adoptar un sistema para prevenir y combatir posibles incendios.

a) Servicio en muelles

-En un muelle abierto, la protección contra incendios puede proporcionarse instalando una línea principal del sistema contra incendios con ramificaciones en puntos estratégicos, la cual conducirá el gasto predeterminado para dicho fin.

-Se dejarán salidas verticales a lo largo de la tubería, en forma estratégica las cuales tendrán un par de válvulas de 2½" para conexión de mangueras, a una altura de 60 cm. sobre N.P.T.

-De ser posible se dejarán aberturas o pasos en la cubierta con tapas removibles que permitan usar neblina extintora para combatir incendios que ocurran bajo el muelle.

-Se colocarán extinguidores de mano en todos los accesos al muelle.

-Como medida auxiliar se recomienda disponer de embarcaciones equipadas con bombas de presión para combatir incendios (toman el agua directamente del mar).

-En el caso de manejo de productos petroquímicos se debe de instalar equipo que usa espuma.

-En muelles cubiertos, dependiendo del carácter de la construcción y su contenido puede usarse un sistema de rociadores, una estación de mangueras o extintores químicos manuales.

b) Servicio en áreas terrestres.

La protección contra incendios para las áreas en tierra no es diferente de cualquier otra instalación que proporcione servicios similares, pero en general se recomienda lo siguiente:

-Debe instalarse un sistema de distribución de agua que se adapte a la forma en que estén trazados los caminos y los edificios para garantizar la continuidad del servicio.

-Se recomienda usar agua dulce no potable para combatir incendios o de no ser posible se utilizará agua de mar.

-El gasto necesario promedio es de 126 lts/seg durante 4 hrs. el cual puede dividirse en 63 lts/seg. para alimentar rociadores y 63 lts/seg. para mangueras.

-La presión mínima de la red debe de ser de 7 kg/cm²

-La tubería debe enterrarse a una profundidad suficiente para evitar daños debido al tráfico.

-Se dispondrá de hidrantes comunes contra incendios, con conexión para bomberos de 4½" o 6" y conexión para manguera de 1½" o 2½" de diámetro.

-Los hidrantes de manguera deberán de proporcionar un gasto/toma de 6 l.p.s. para 1½" de diámetro y 16 lts/seg. para 2½", con presión residual a la salida de 10 a 15 lb/pulg²

-Los hidrantes deben localizarse a una distancia mínima absoluta de las contrucciones más próximas, de 8 m pero es preferible de 15 m o más.

-Dada la irregularidad de trazo de las terminales es difícil definir el espaciamiento entre hidrantes, por ello se recomienda localizar éstos, de manera que cualquier incendio potencial pueda ser alcanzado por dos

hidrantes al menos, alimentando cada uno mangueras de 90 m. de largo máximo, o bien una separación entre hidrantes de 15 m.

-Para zonas de almacenes se recomienda disponer de 4 hidrantes accesibles, dos a cada lado, o bien un sistema de rociadores.

-En terminales petroquímicas se instalará un sistema de espuma, generada por el método que se desee, el agua que se use en el proceso debe de llegar con una presión de 125 lb/pulg².

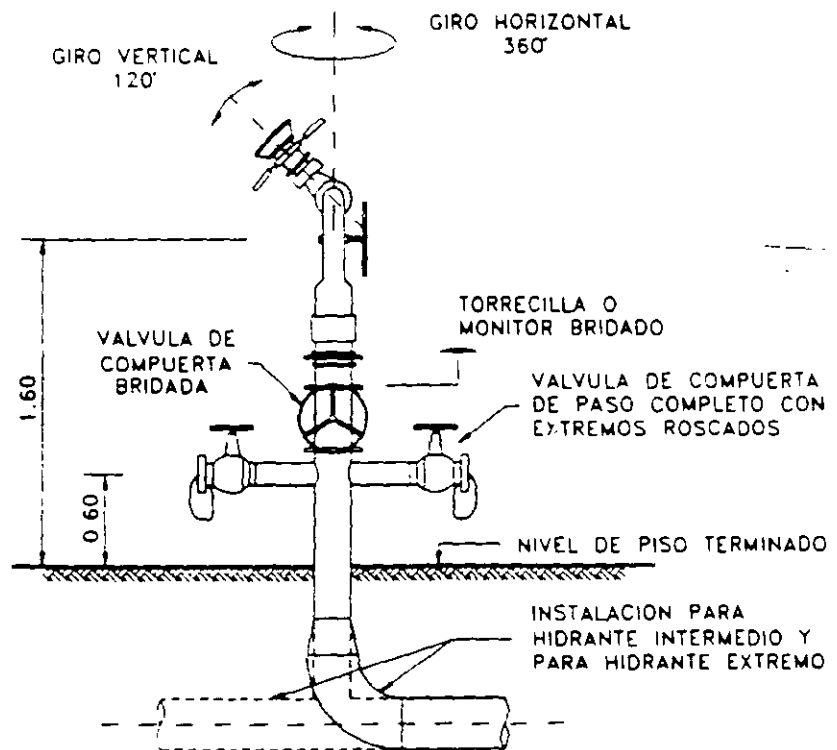
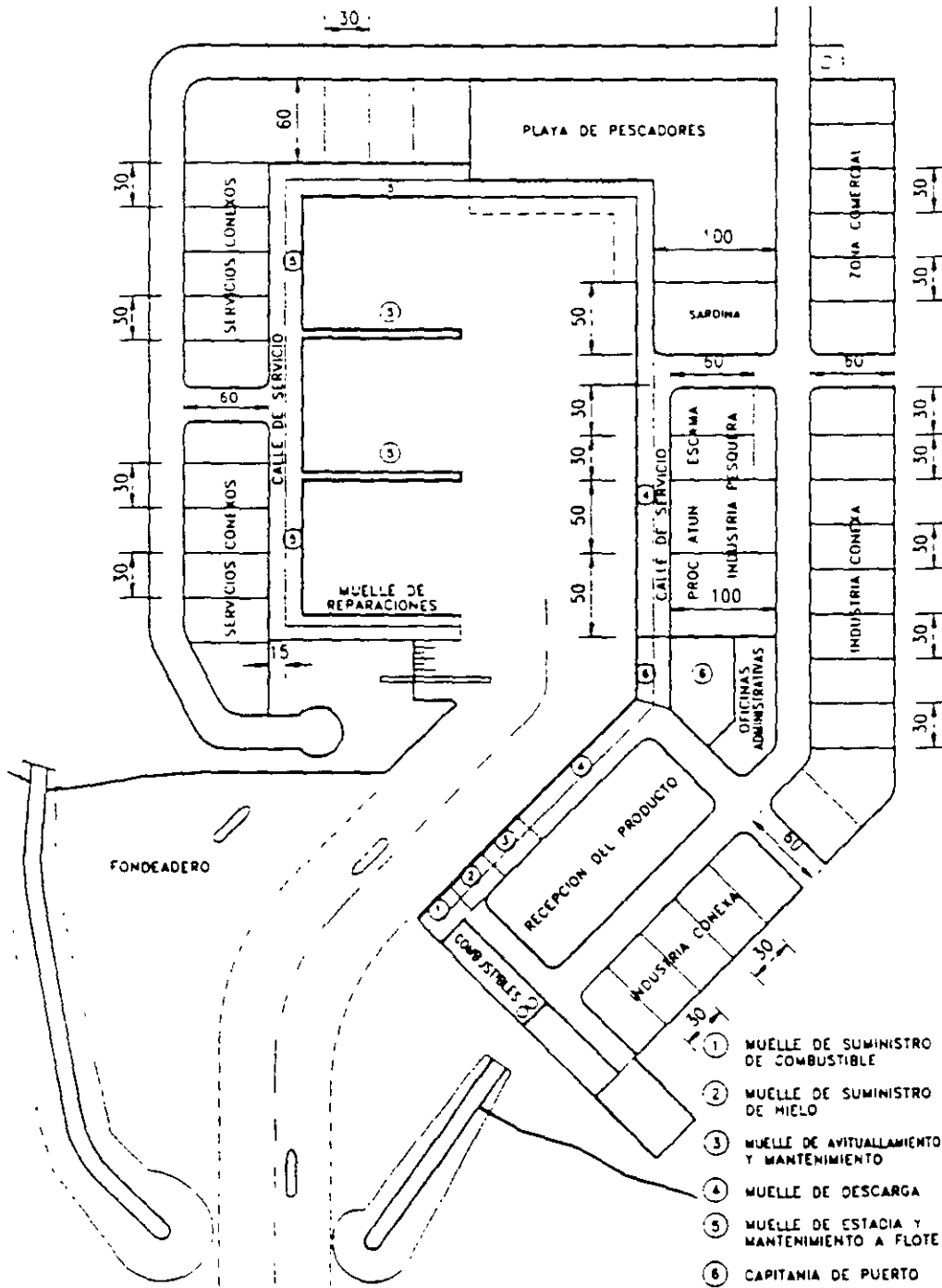


Figura 5.188 Hidrante de dos tomas con monitor



- ① MUELLE DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE
- ② MUELLE DE SUMINISTRO DE HIELO
- ③ MUELLE DE AVITUALLAMIENTO Y MANTENIMIENTO
- ④ MUELLE DE DESCARGA
- ⑤ MUELLE DE ESTADIA Y MANTENIMIENTO A FLOTE
- ⑥ CAPITANIA DE PUERTO

Figura 6.8 Lotificación de industrias

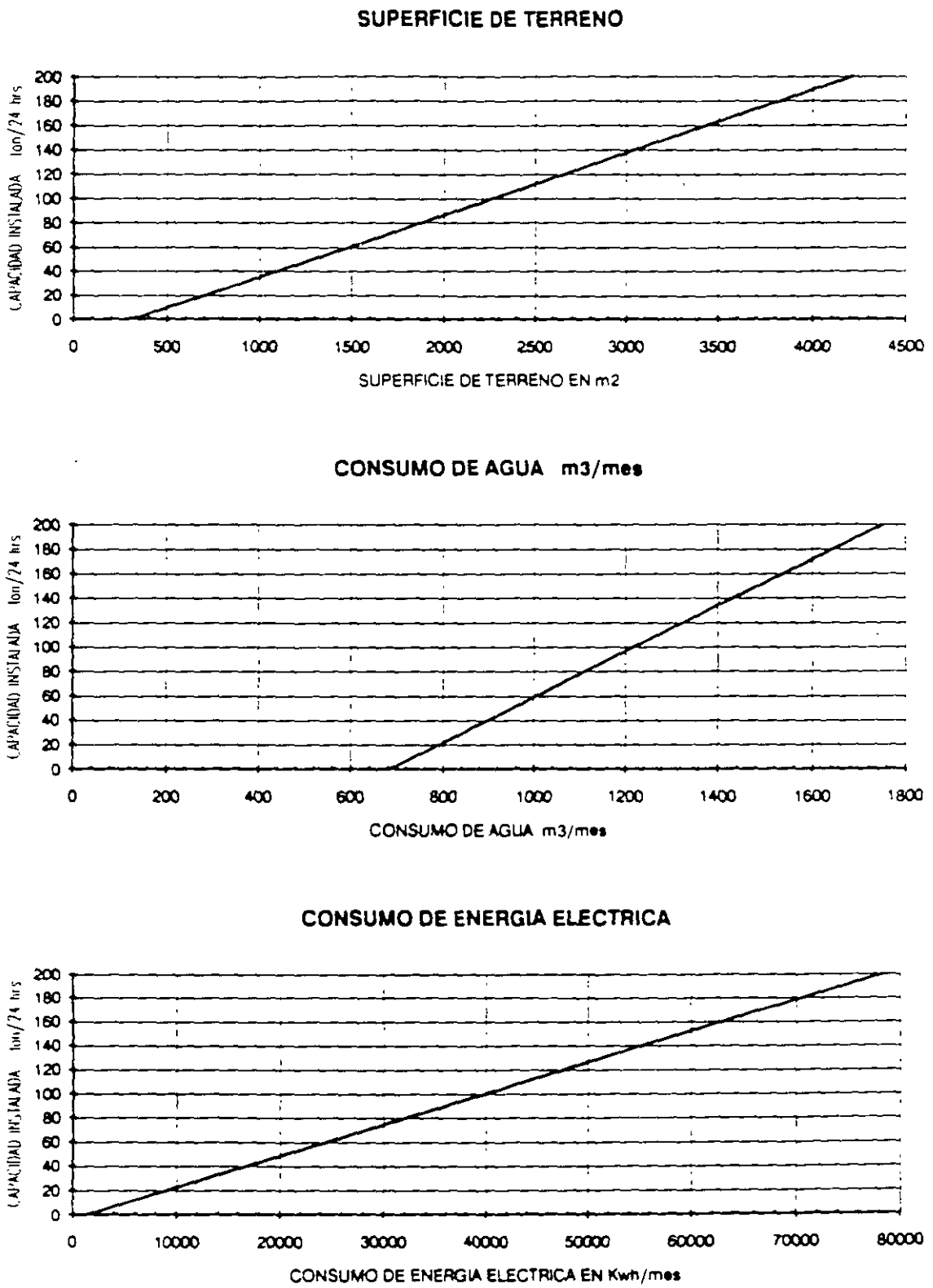
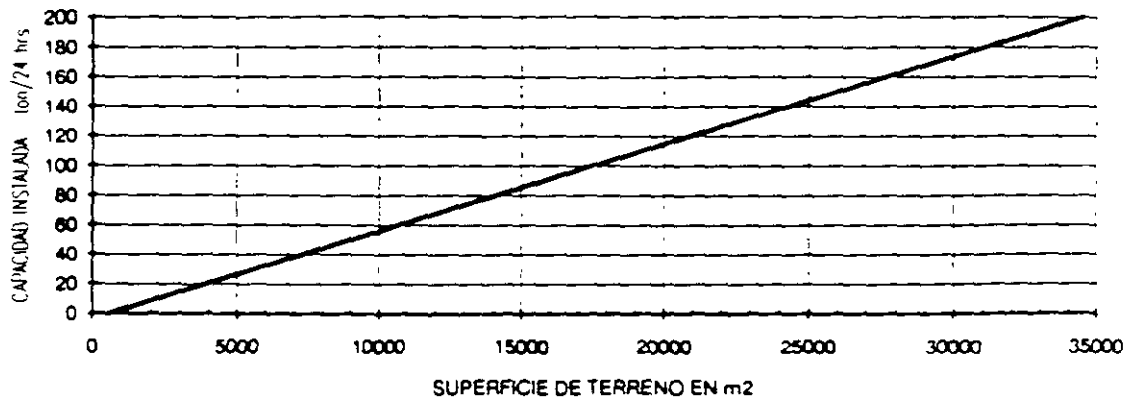


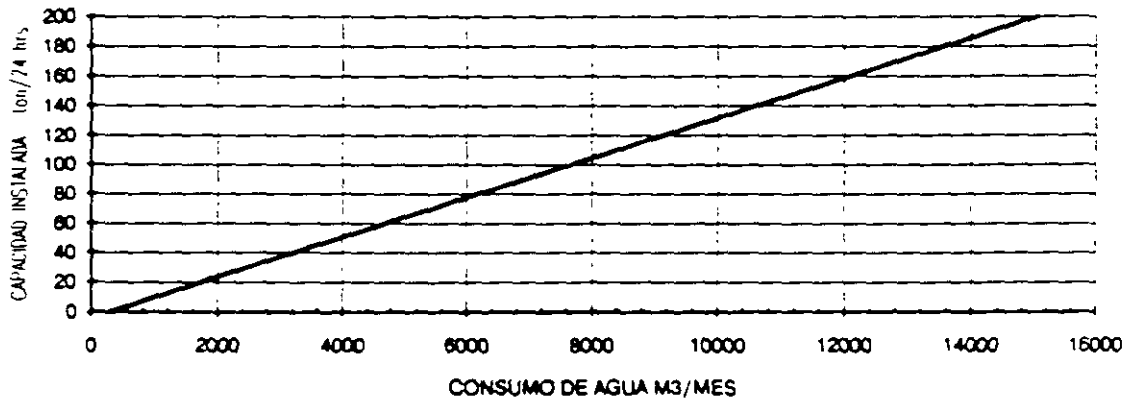
Figura 6.9 Indices de consumo en las enlatadoras

Fuente: Estadísticas de la SEPESCA

SUPERFICIE DE TERRENO



CONSUMO DE AGUA



CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

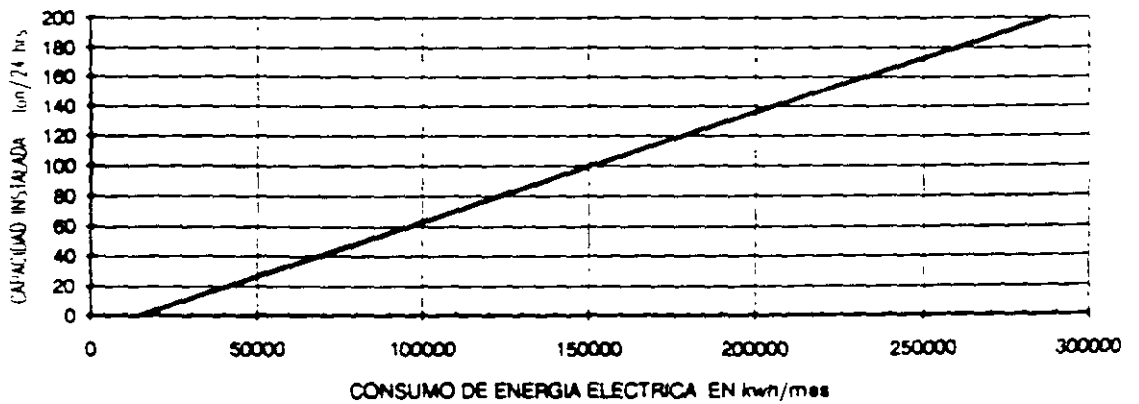
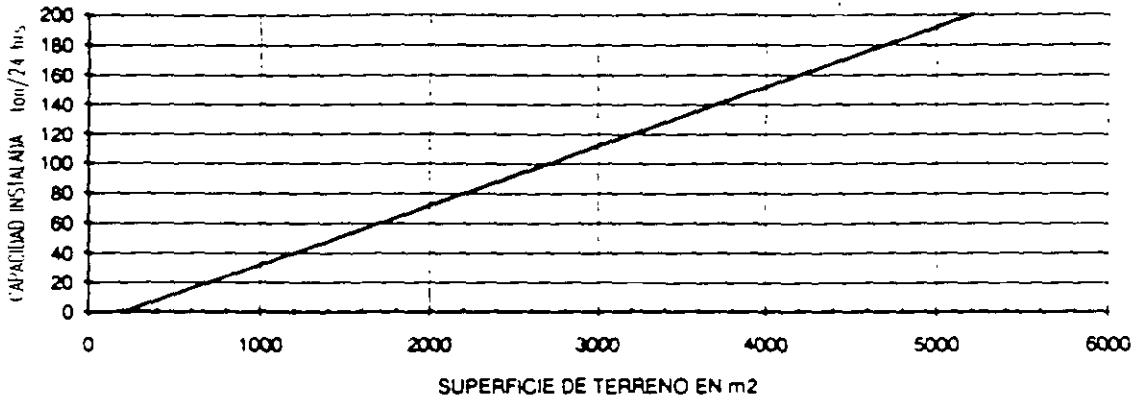


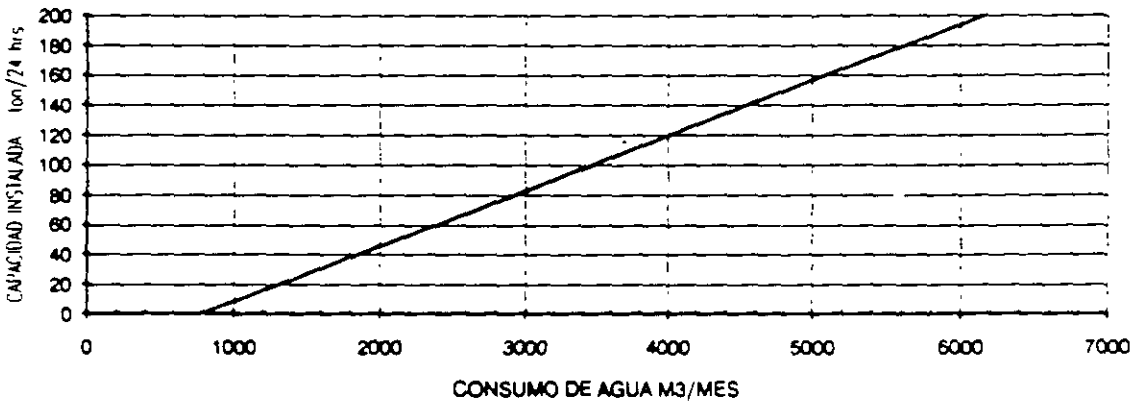
Figura 6.10 Indices de consumo en las congeladoras

Fuente: Estadísticas de la SEPESCA

SUPERFICIE DE TERRENO



CONSUMO DE AGUA



CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

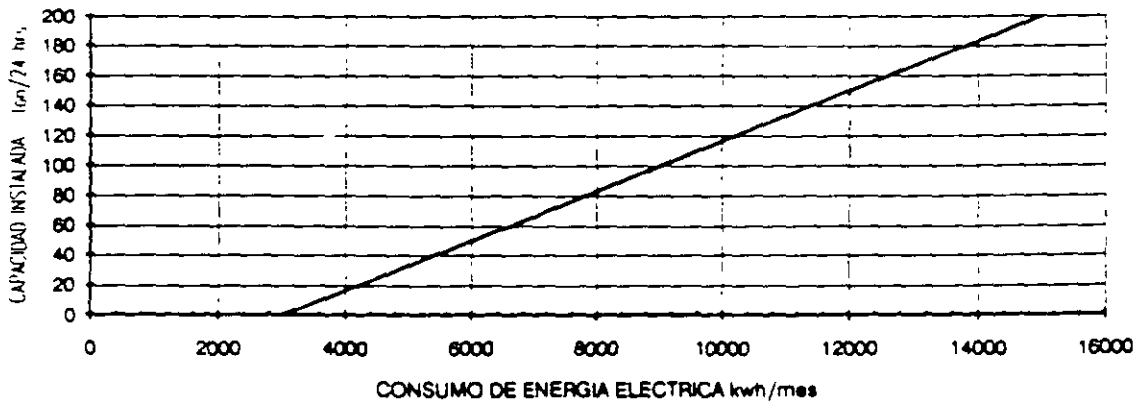
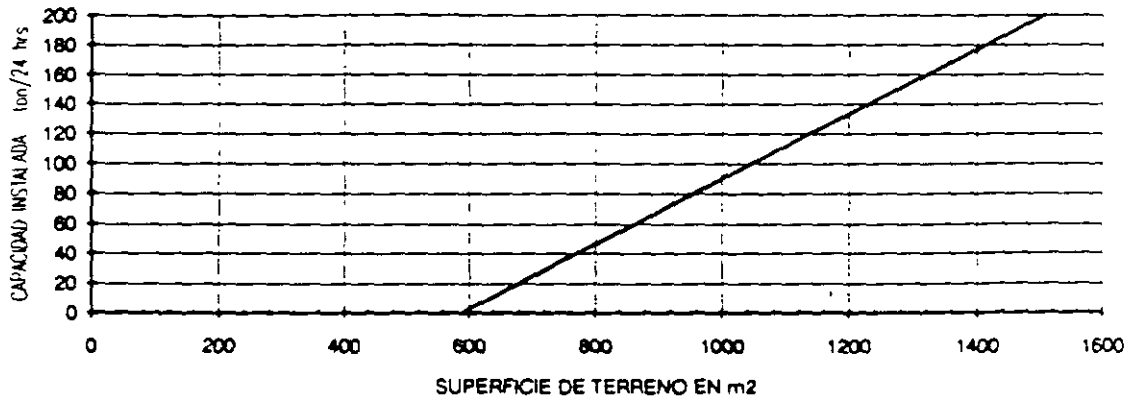


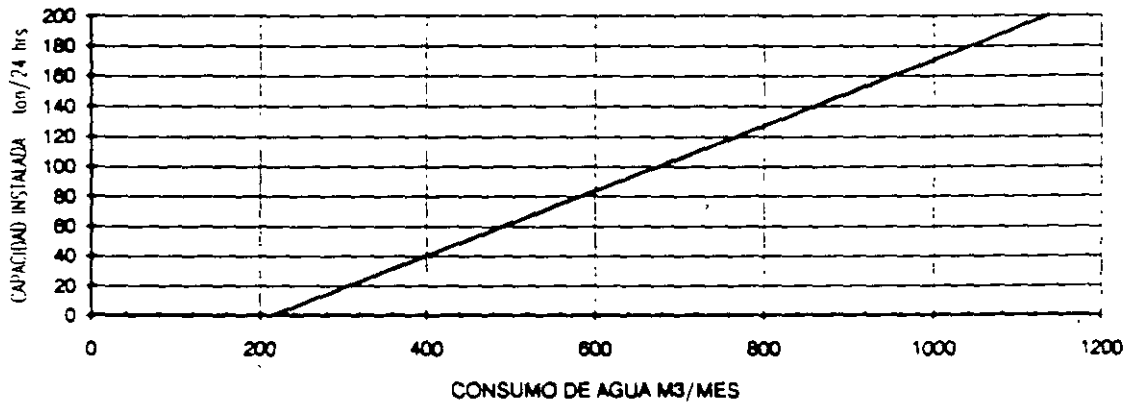
Figura 6.11 Indices de consumo en las fábricas de hielo

Fuente: Estadísticas de la SEPESCA

SUPERFICIE DE TERRENO



CONSUMO DE AGUA



CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

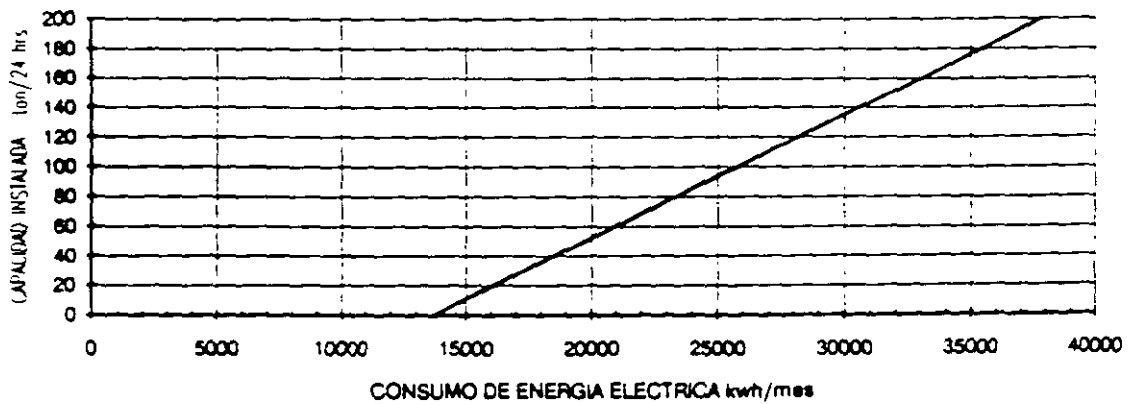


Figura 6.12 Indices de consumo en las fábricas de harina de pescado

Fuente: Estadísticas de la SEPESCA

6.1.5 Servicios generales

De acuerdo a las condiciones específicas de cada lugar, los servicios que se deben contemplar en la planeación de un Puerto Pesquero son los siguientes:

- Agua Potable

La demanda aproximada de agua potable para los puertos pesqueros se calcula asignando una dotación de 150 lts/hab/día, para el personal que labora dentro de ellos; para el caso de los centros de recepción y plantas industrializadoras se utilizan los índices de consumo que se indican en las figuras 6.9, 6.10, 6.11 y 6.12 en función de los volúmenes de productos por procesar. Asimismo, se considera el requerimiento de agua debido a la carga de las embarcaciones, tabla 6.4.

A partir del requerimiento total de agua se calculan los gastos máximo diario y máximo horario, utilizando los coeficientes que para este tipo de proyectos determina SEDUE y que son 1.2 y 1.5 respectivamente.

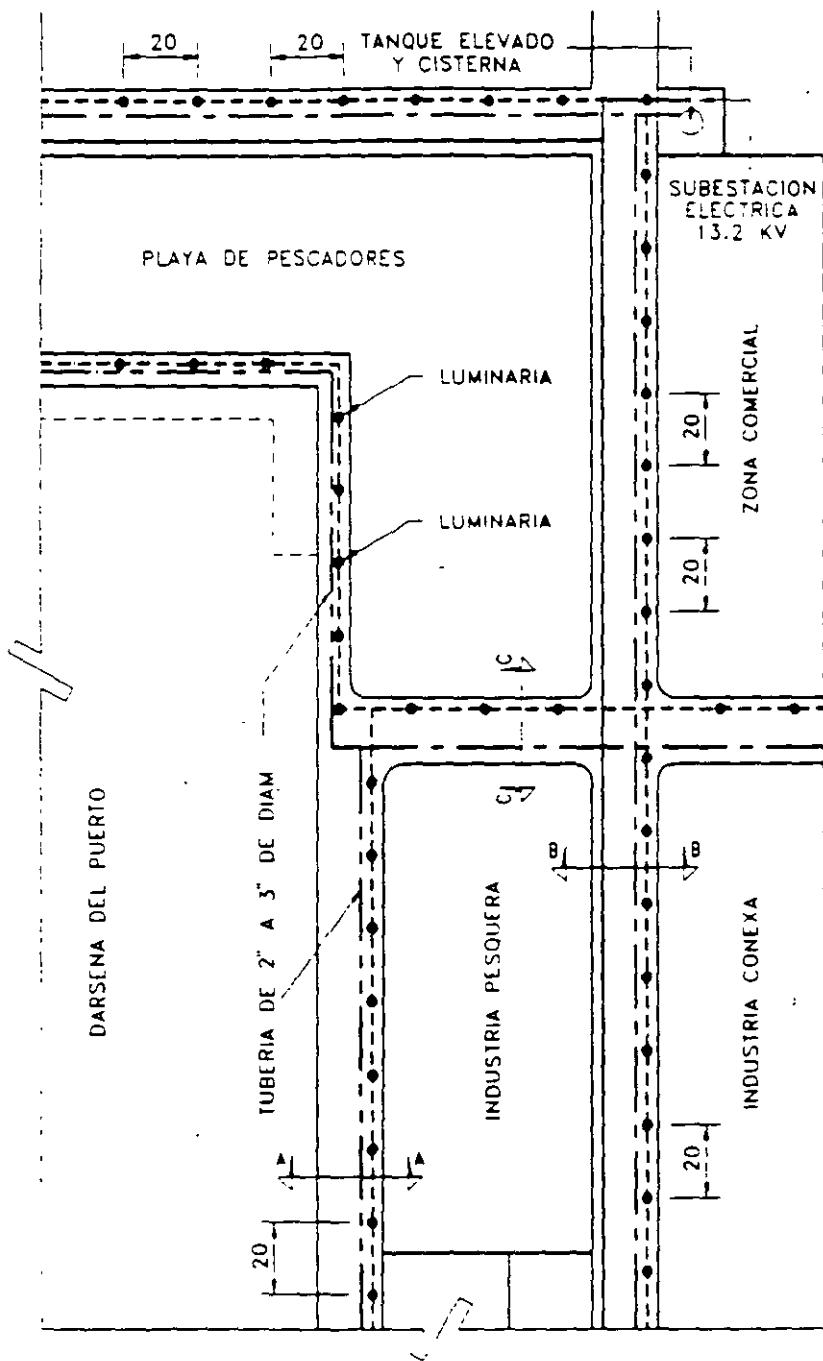
En la figura 6.13 se indica el diámetro aproximado recomendable para las tomas de agua en la zona de muelles, las cuales deberán estar colocadas de tal manera que al atracar la embarcación éstas queden al centro de la misma.

- Energía Eléctrica

Para el consumo de energía eléctrica la Secretaría de Pesca ha establecido los siguientes lineamientos para los Puertos Pesqueros, figura 6.13.

- La toma de energía eléctrica deberá tener un voltaje de 13,200 volts.
- En las plantas industriales la acometida será de 50 KVA y la línea trifásica de 200 volts
- La iluminación deberá ser a base de lámparas de vapor de sodio colocadas en postes de concreto a cada 20 m. aproximadamente.
- La iluminación de las calles deberá ser con luminarias de alta tensión de 250 watts (220 volts)
- En el puerto se tendrán líneas subterráneas de 110 y 220 volts.

En relación a los Servicios Médicos y Caseta de Vigilancia, el criterio para el dimensionamiento del área requerida será similar al indicado en el cap. 5.



- TUBERIA EN LA ZONA DE MUELLES
- TUBERIA EN ZONAS ADJUNTAS A MUELLES
- LINEA DE ENERGIA ELECTRICA
- LINEA DE ALUMBRADO PUBLICO

Figura 6.13 Servicios

TABLA 6.5 CONCEPTOS PARA EL CONSUMO DE AGUA POTABLE

CONCEPTO	LITROS/DIA
Consumo por Persona	
Administración Portuaria	150 x Np
Fábrica de Hielo	150 x Np
Servicio de Combustible	150 x Np
Administración de Cooperativas	150 x Np
Serv. de Mant. a Flote y Avit.	150 x Np
Industria Naval	150 x Np
Congeladora	150 x Np
Industria Conexa	150 x Np
Fondeaderos	150 x Np
Comercios 5% del total	
Subtotal	X
Consumo de Plantas	
	*
Subtotal	Y
Consumo de Barcos	Capacidad de Agua (m3)
Atunero Varero 80 T.C.	5
Atunero Cerquero 320 T.C	20
Atunero Cerquero 650 T.C	25
Atunero Cerquero 750 T.C.	30
Atunero Cerquero 1200 T.C.	45
Arrastrero Palangrero 270 T.M	40
Sardinero Anchovetero 280 T.M	20
Sardinero Anchovetero 120 T.M	5
Sardinero Anchovetero 65 T.M	3
Camaronero 53 T.M	8
Escamero Palangrero 26 T.M	1.6
Escamero Arrastrero 62 T.M	10
Subtotal	Z

El consumo total se obtendrá sumando el consumo por personas, el consumo por plantas y el consumo de barcos, para la obtención de este último se tomará en cuenta la frecuencia de avituallamiento y el tamaño de la flota.

- Vialidades

La vialidad en los puertos pesqueros deberán permitir el flujo de vehículos en ambos sentidos, así como disponer de banquetas en ambas aceras.

De acuerdo a los lineamientos de la SEPELCA las dimensiones aproximadas de la vialidad son las indicadas en la figura 6.14.

- Drenaje

Para cuantificar el gasto y diámetro de tubería se puede utilizar la fórmula de "Burkli-Ziegler".

$$Q = 27.78 * c * i * S^{1/4} * A^{3/4}$$

- Desechos Sólidos y Líquidos

Con la finalidad de evitar la contaminación de las aguas, es necesario que el puerto cuente con una planta de tratamiento de efluentes producto de la operación de la flota e industria pesquera; las principales impurezas que deben considerarse en la eliminación y tratamiento son las siguientes:

- a) Aguas Negras.- Deyecciones humanas, sólidos, líquidos, residuos de comidas, grasas, aceites y papeles.
- b) Aguas Procedentes de.- Enlatadoras, fábricas de hielo, congeladoras, fileteadoras, playa de pescadores.

Para éste tipo de aguas se requiere un análisis en el que se reflejen los siguientes parámetros DBO5 , DQO, SST, grasas, aceites y otros a fin de determinar las características que deberá poseer dicha planta para el tratamiento de los efluentes. Se recomienda que antes de ser vertidos a la red sanitaria los efluentes de las industrias deben tener un pre-tratamiento.

La planta de tratamiento debe contar en forma general con los siguientes procesos.

- Pretratamiento
- Celda de oxidación
- Clasificador
- Desinfección

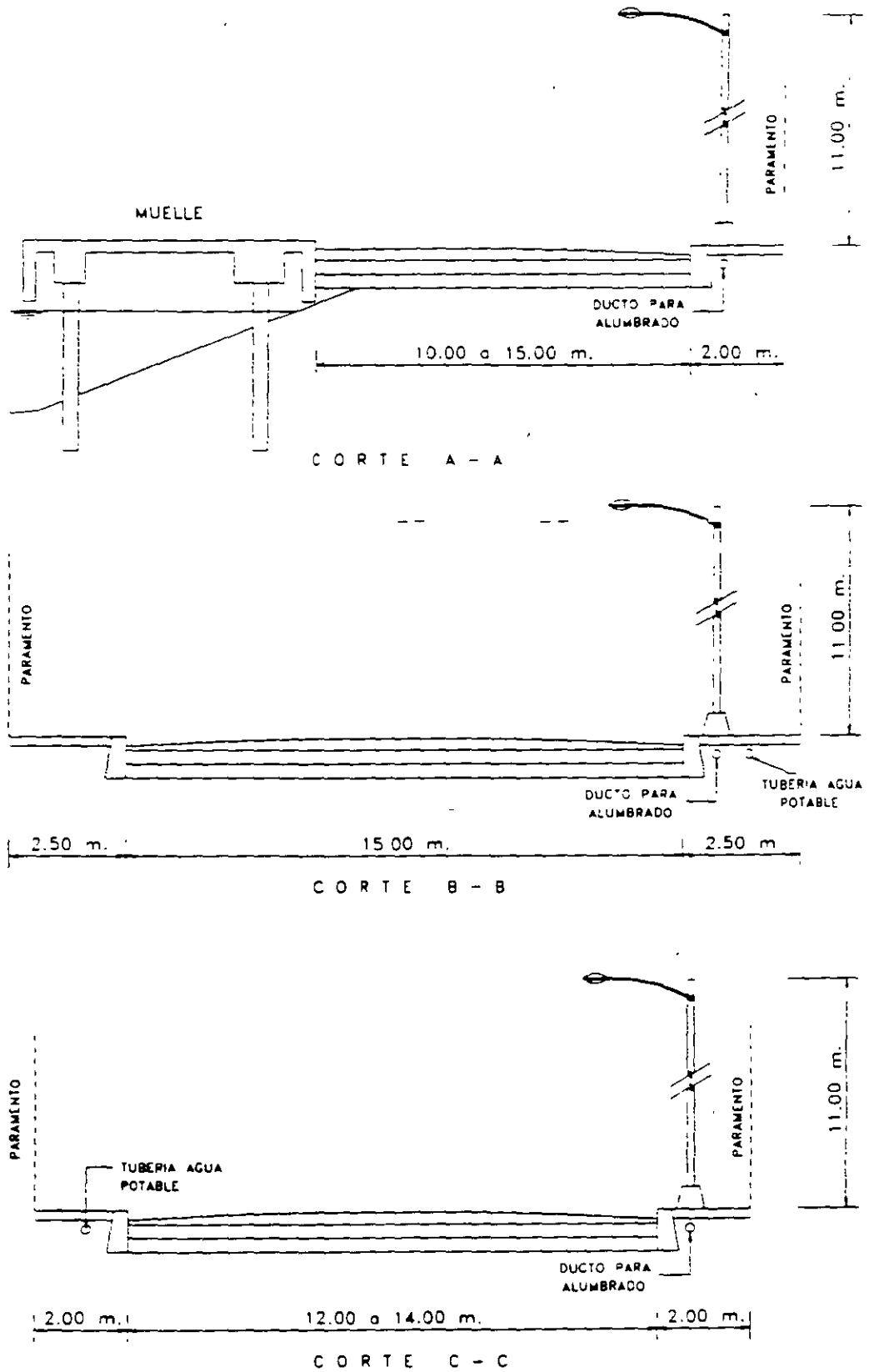


Figura 6.14 Vialidades

- Alcantarillado de Aguas Negras

El cálculo se basa en las normas de SEDUE, las que indican que la aportación unitaria se calcula en base al 75% de la dotación de agua potable.

- Combustible

Para dimensionar la zona de combustibles deberá de avocarse a las normas que establece PEMEX en cuanto a la construcción y/o instalación de los tanques de almacenamiento y demás elementos que constituyen un servicio de combustible. Para aplicar dichas normas es necesario contar con los datos concernientes a:

- Tipo de combustible que se utilizará en el puerto, sea éste diesel, gasolina o intermedio.
- Tipo y número de barcos que operarán con sus características respecto a capacidades de tanques de combustible y consumos.
- Destinarsse una área específica con frente de agua para proporcionar el servicio considerando que es grande el riesgo de un accidente, pero lo más alejado posible de las instalaciones y de la población.
- La capacidad del tanque de almacenamiento se diseñará, haciendo un estudio de la flota, investigando tipo de motor y cantidad de consumo de combustible en cada abastecimiento, aceites y lubricantes en el mismo tiempo y consumo de diesel y aceites en las industrias pesqueras.
- Los tanques podrán ser subterráneos, superficiales o elevados, siempre que estos últimos tengan la capacidad para abastecer a la flota pesquera que opere en el puerto cuando éste alcance su máximo desarrollo.
- En base al consumo, se propone, la capacidad del tanque de almacenamiento y el área requerida; ver tabla 6.6.

TABLA 6.6 CAPACIDAD Y SUPERFICIE DE TANQUES DE COMBUSTIBLES.

CAPACIDAD DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO (m³)	SUPERF. MINIMA REQUERIDA (m²)	SUPERF. ADICIONAL REQUERIDA(m²)
15	550	35
80	1200	120
100	1200	130
477	2050	150
500	2100	160
575	2100	170
600	2200	250
1590	2420	420

6.2 Puertos turísticos

6.2.1 Clasificación y esquema general.

En base a la infraestructura náutica, a los servicios, a las embarcaciones y a sus instalaciones en tierra, los puertos turísticos se clasifican en:

TIPO DE PUERTO	DARSENA DEPORTIVA	AMARRE Y ATRAQUE	SEÑALAMIENTO MARITIMO	AGUA Y ENERG. ELEC. EN MUELLE	ALUMBRADO GENERAL	RADIO COMUNICACION	ALMACENAMIENTO EN SECO	REPARACIONES MENORES	SERVICIO CONTRA INCENDIOS	SANITARIOS	RECOLECCION DE BASURA	RAMPA DE BOTADO	FONDEO DE EMBARCACIONES	COMBUSTIBLE	OFICINA ADMINISTRATIVA	DESARROLLO INMOBILIARIO
PUERTO DE ABRIGO		•	•			•		•				•				
MARINA	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	
COMP. NAUTICO RESIDENCIAL	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

En la figura 6. 15 se presenta un esquema general de un puerto turístico tipo complejo náutico residencial.

La distancia máxima entre puertos de abrigo, esta definida en algunos países, como por ejemplo en España esta distancia es de 25 a 30 Km. Sin embargo en México no se tiene ese tipo de ordenamiento náutico turístico, y por lo tanto los puertos turísticos se sitúan a conveniencia del promotor o inversionista; si tomáramos como base una velocidad de navegación de 15 nudos y un tiempo de travesía de 10 hrs. (navegación con luz), la distancia entre puertos de abrigo sería 170 M.N.

Las distancias entre puertos de abrigo podrían establecerse tomando en cuenta la flota náutico-turística de país, agrupándola conforme a la clasificación francesa que a continuación se describe:

- 1ª Categoría: Para navegación sin límites de distancia.
- 2ª Categoría: Para navegación de no más de 200 millas, entre su origen y un abrigo.
- 3ª Categoría: Para navegación de no más de 100 millas, entre su origen y un abrigo.
- 4ª Categoría: 50 millas
- 5ª Categoría: 5 millas

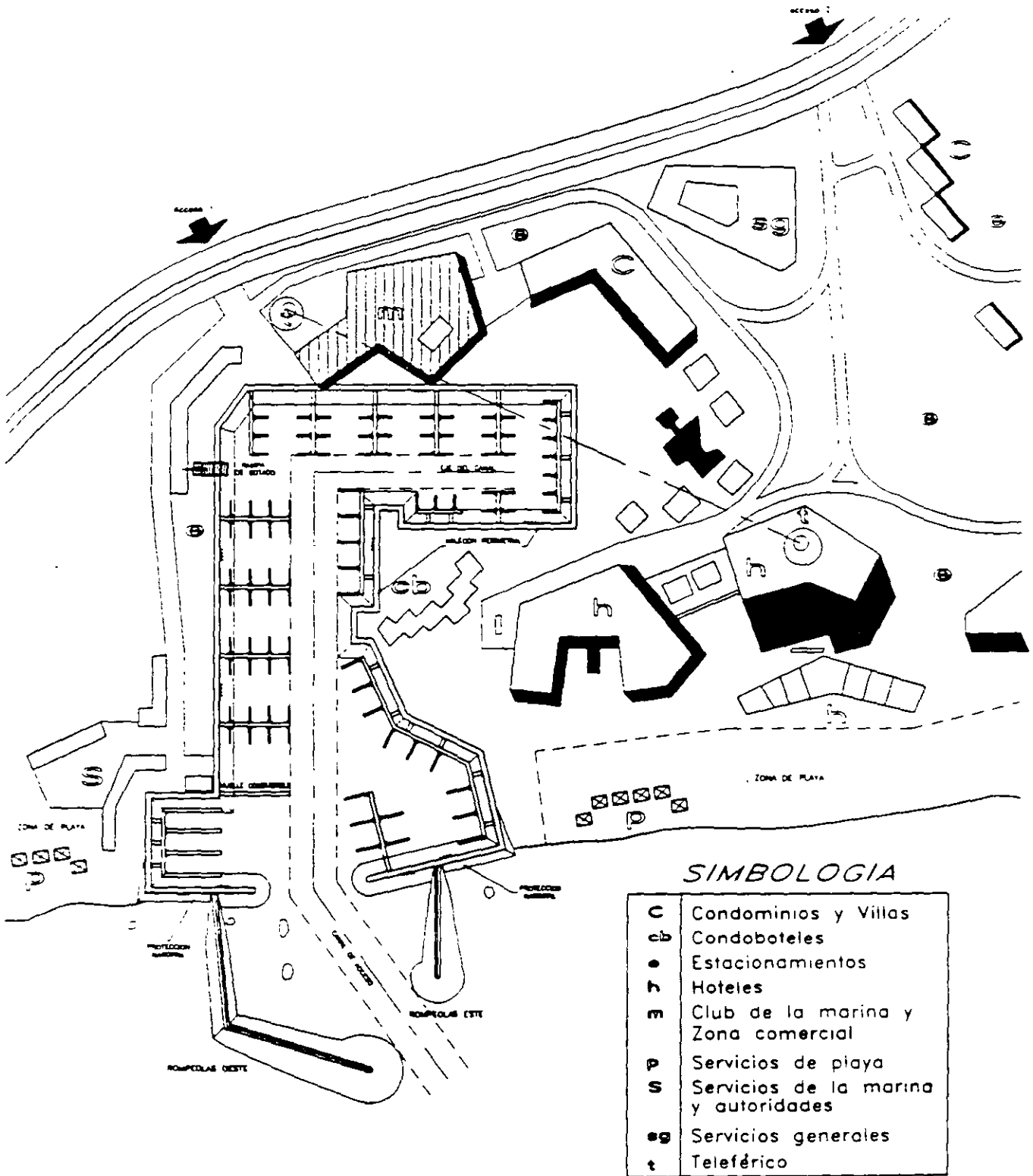


Figura 6.15 Esquema general de un puerto turístico

6.2.2 Areas de agua.

Están conformadas por: Accesos al puerto
Dársena
Fondeadero

6.2.2.1 Accesos al puerto.

Bocana

La bocana está interrelacionada con el canal de acceso, y para la definición de la orientación de dicha se tomarán en cuenta los criterios del inciso 5.2.4.1, además de que en este caso se debe de tener cuidado de que ésta se situe fuera de la línea de rompiente de cualquier ola significativa con período de retorno de cinco años.

Canal de Acceso.

Para la definición del canal de acceso se deberá de considerar.

a) Alineamiento en Planta.

Para el trazo en planta se deberán de seguir las recomendaciones dadas en el inciso 5.4.2.2. del capítulo 5.

b) Ancho del Canal. (B)

$$B = 6 M + 12 \text{ m.} \quad B_{\text{min}} = 75 \text{ pies (23 m)}$$

c) Profundidad. (d)

$$d = \text{Calado} + 0.6 \text{ a } 0.9 \text{ m.}$$

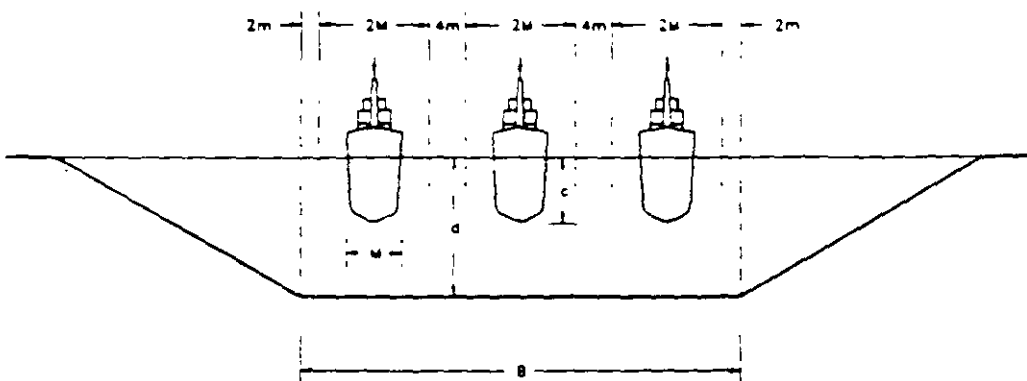


Figura 6.16 Canal de acceso

6.2.2.2 Dársena

La dársena de un puerto turístico comprende las áreas de agua para el atraque, maniobras y canales de distribución necesarios para una correcta operación.

El "Department of Navigation and Ocean Development" del estado de California, USA recomienda lo siguiente:

Para efecto de diseño deberá considerarse que la capacidad mínima de una dársena sea de 150 a 200 embarcaciones se recomienda:

Superficie de agua (Ha)	Capacidad No. embarc.	Eslora
1	75 a 85	35' < E < 40'
1	100	E < 30'

Sin embargo, debemos aclarar que estas cifras dependen de la disposición de los muelles y la comodidad que se quiera dar al movimiento de las embarcaciones.

El criterio español da las siguientes recomendaciones:

Embarcación		m ² de dársena Necesaria (E ²)	No. embarcaciones Por Ha.
Eslora	Manga		
8	3.0	64	156
10	3.5	100	100
12	4.0	144	69
15	4.5	255	44
18	5.0	324	31
25	6.0	625	16

6.2.2.3 Fondeadero.

En caso que exista una zona de abrigo natural se puede establecer un área de fondeo a base de boyarines para amarre de la embarcación en un punto, en cuyo caso necesita de un área de:

$$A_f = 3(E + 15) \text{ m}^2 \text{ por embarcación}$$

Cabe señalar que dentro de la dársena de la marina no se debe de considerar área de fondeo, ya que no es factible económicamente.

6.2.2.4 Condiciones de operatividad.

Agitación en la Dársena

El Reglamento Español indica que la agitación producida por las olas en cualquier dársena no puede ser superior a 0.60 m, reduciéndose a 0.25 m. cuando se permite la pernocta en las embarcaciones.

La PIANC recomienda que no debe pasar de 0.30 m de altura de ola dentro de la dársena, bajando a 0.20 m si se va a pernoctar en embarcaciones pequeñas.

Respecto a la seguridad se estima:

TIPO DE AMARRE	ALTURA DE OLA MAX.
FLEXIBLE	0.60 m.
RIGIDO	0.40 m.

6.2.3 Areas terrestres

6.2.3.1 Obras de atraque y amarre.

Generalmente los muelles son de tipo peine con las siguientes características:

ELEMENTO	ANCHO MINIMO (m)	LONGITUD MAXIMA (m)
PASARELA PRINCIPAL	1.80	150
PASARELA MARGINAL Sirviendo a pasarelas princ. con una rampa de acceso- por cada dos peines	2.40	---
Sirviendo a pasarelas princ. con una rampa de acceso- por cada peine.	1.80	---
RAMPA DE ACCESO	1.20 (pendiente max. 33%)	

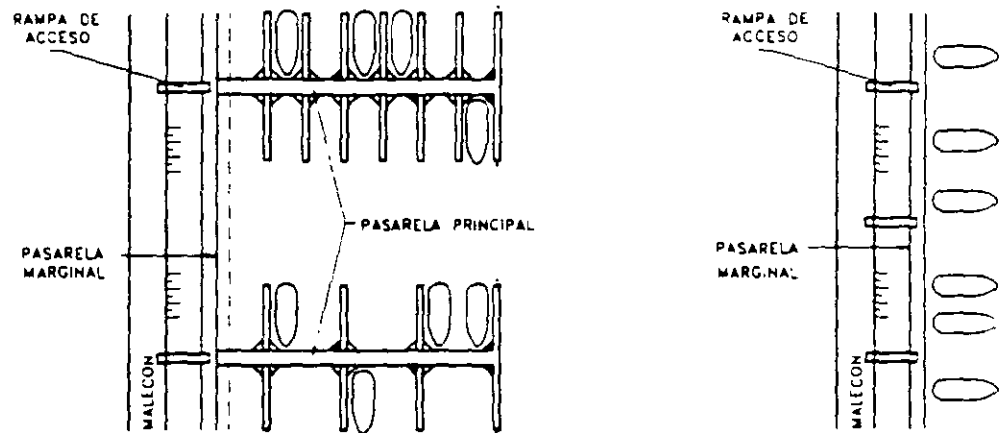


Figura 6.17 Elementos constitutivos de los muelles en peine

Muelle Para el Atraque (Dientes de Peine)

Estos muelles son llamados también fingers y es precisamente donde atraca la embarcación, se recomiendan las siguientes dimensiones:

a) Longitud del Muelle en Función de la Eslora

MINIMA	0.75 E
RECOMENDABLE	1.00 E
IDEAL	1.00 E + 0.6 m

b) Ancho del Muelle

Longitud del Muelle (L) (m)	Ancho (a) (m)
L < 6.0	0.75
6.0 < L > 10.5	0.90
L > 10.5	1.20

c) Claro entre Muelles

Longitud del Muelle (L) (m)	Claro (Cl) (m)
6.00	3.65
7.60	4.00
9.10	4.50
10.70	4.90
12.20	5.25
13.70	5.65
15.20	6.00
16.80	6.40
18.30	6.75
19.80	7.15

O bien se puede determinar aplicando la siguiente expresión:

$$\text{Claro} = 0.35 E + 1.4$$

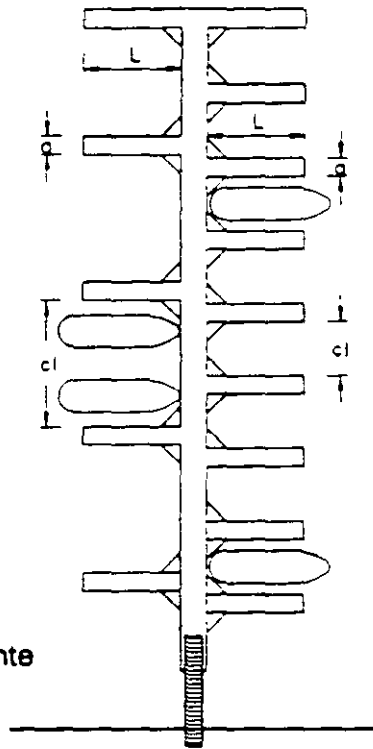


Figura 6.18 Dimensionamiento del peine

En el caso de los muelles que presten servicio a dos embarcaciones a la vez la longitud y ancho será la misma que para los individuales y para el claro libre entre muelles se recomiendan los valores de la tabla siguiente:

Longitud del Muelle (L) (m)	Claro Entre Muelles (Cl) (m)
6.00	7.60
7.60	9.10
9.10	9.75
10.70	12.20
12.20	13.70

Para una longitud de muelle mayor a 40 pies se recomienda utilizar un muelle por cada embarcación de acuerdo a las dimensiones de la tabla correspondiente.

Distancia Entre Peines Paralelos

Esta distancia esta en función de la eslora de los barcos que atraquen en ellos. Existen varias recomendaciones para su dimensionamiento, partiendo de que las embarcaciones atracadas en dos peines paralelos sean de la misma eslora.

DISTANCIA	CONDICION	CRITERIO
2.5 E	Mayor número de embarcaciones de una hélice	Marinas Chamey, España.
2.0 E	Mayor número de embarcaciones de dos hélices	Marinas Chamey, España.
1.75 E a 2.0 E	Mayor número de embarcaciones de motor	US Army Corps of Engineers
2.0 E a 2.5 E	Mayor número de embarcaciones de vela	US Army Corps of Engineers
2.0 E - 2 m	Atraque sin finger	PIANC
1.5 E - 1 m	Atraque con finger y dos embarcaciones por finger	PIANC

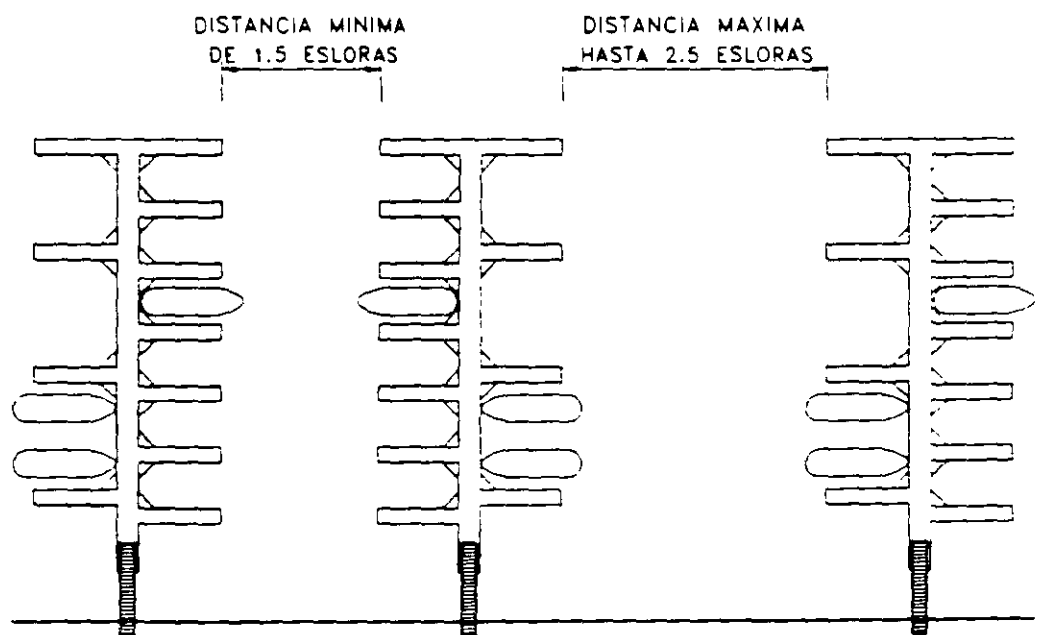


Figura 6.19 Distancia entre peines paralelos

Sistema de Anclaje de los Muelles Flotantes

- Pilotes Guías

- a) Siempre se dispondrá de un pilote guía en las cabeceras de los muelles adyacentes al canal.
- b) La separación máxima entre pilotes será 16 m.
- c) En los muelles de atraque mayores de 9.0 m. llevará siempre un pilote guía en el extremo.
- d) El pilote guía deberá sobresalir un mínimo de 2.4 m arriba de la plataforma.

- Cadenas Ancladas a Bloques de Concreto

- a) Se utilizan cadenas de acero aleado y eslabón de unión con bloques de concreto, que restrinjan el movimiento lateral del peine, unidos a elementos estructurales del muelle capaces de resistir esta fuerza.
- b) El largo de la cadena estará determinado por el rango de marea del sitio y las condiciones batimétricas.
- c) Profundidad máxima para este tipo de anclaje será de 6.10 m. (20 pies).

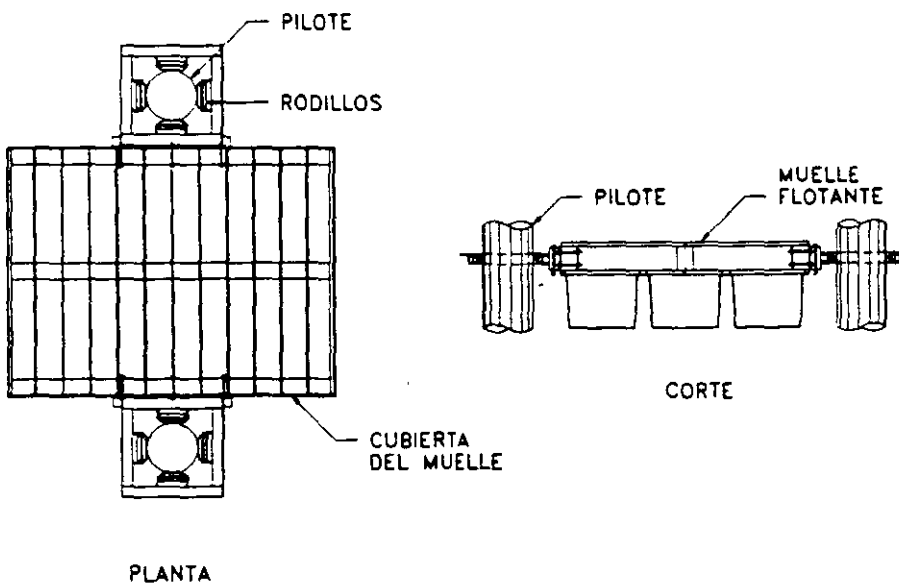


Figura 6.20 Sistema de anclaje de muelles flotantes

6.2.3.2 Servicios a embarcaciones y usuarios.

a) Servicio a Embarcaciones

Rampa de Botado

Clave	Descripción	Dimensión
a1	Ancho mínimo	3.50 m
	Ancho doble	5.25 m
L1	Longitud de arranque	15.00 m
L2	Longitud de deslizamiento	35.00 m
LT	Longitud total	50.00 m
p	Pendiente mínima	12.50 %
	Pendiente máxima	15.00 %
e	Espesor	0.30 m
t	Trabe de anclaje	1.00 m

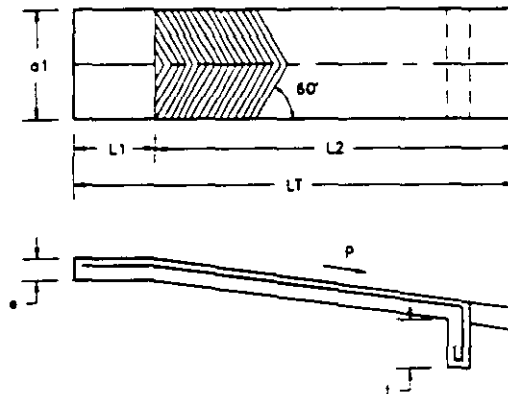


Figura 6.21 Rampa de botado

b) Servicios a Usuarios

1. Estacionamiento para vehículos y remolques

El Department of Navigation and Ocean Development del estado de California, USA, da las siguientes normas mínimas:

- 0.75 cajón de estacionamiento por cada espacio de atraque de embarcación recreativa o bote fuera de agua.
- 2 cajones por cada espacio de atraque para embarcación recreativa comercial (pesca deportiva, paseos, etc.).
- 35 cajones para vehículo y remolque por cada rampa de botado.

- 3 o 4 cajones por cada 100 m² de área construída en zona comercial, excepto para restaurantes y cafeterías o cualquier expendio de alimentos.
- 1.75 cajones por recamara para motel u hotel.
- 1 a 1.5 cajones por recamara de condominio o departamento.

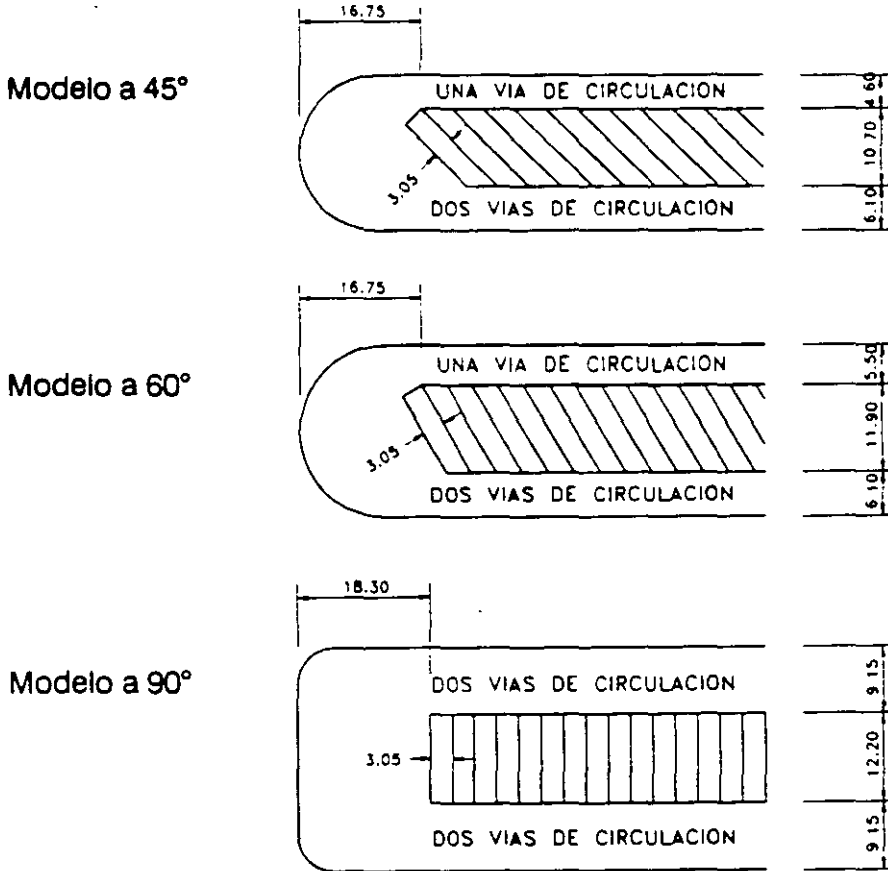


Figura 6.22 Arreglo de cajones para estacionamiento

Las dimensiones mínimas de cajón son:

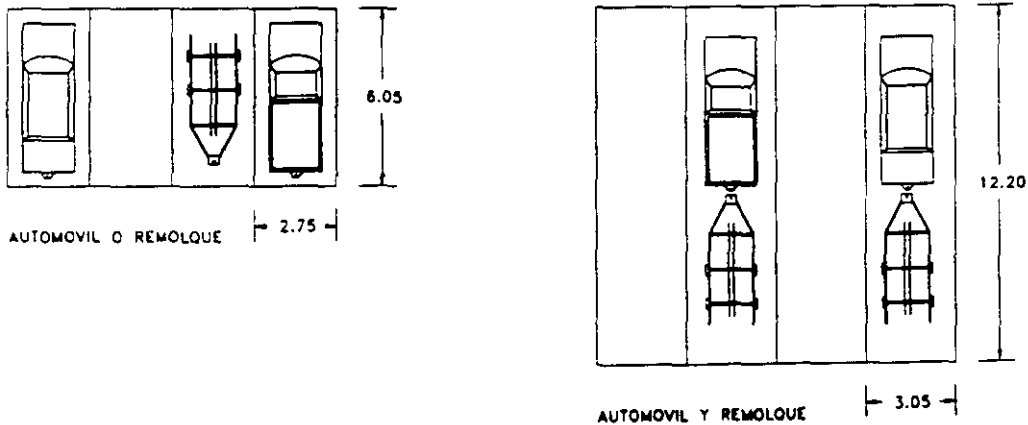


Figura 6.23 Dimensiones mínimas de cajones de estacionamiento

2. Sanitarios.

Los sanitarios se deben de ubicar de tal manera que el muelle de atraque más alejado se encuentre a una distancia máxima de 180 m.

Muebles mínimos (Dep. Nav. Oce. Dev. de Cal. USA)

Mueble	Sexo Masculino	Sexo Femenino
WC	2 pzas	3 pzas
Migitorios	2 pzas	
Lavabos	3 pzas	3 pzas
Regaderas	2 pzas	2 pzas

Muebles mínimos en función del número de atraques (PIANC).

Mueble	Sexo Masculino	Sexo Femenino
WC	1/50 atraques	1/75 atraques
Migitorios	1/50 atraques	
Lavabos	1/50 atraques	1/75 atraques
Regaderas	1/100 atraques	1/100 atraques

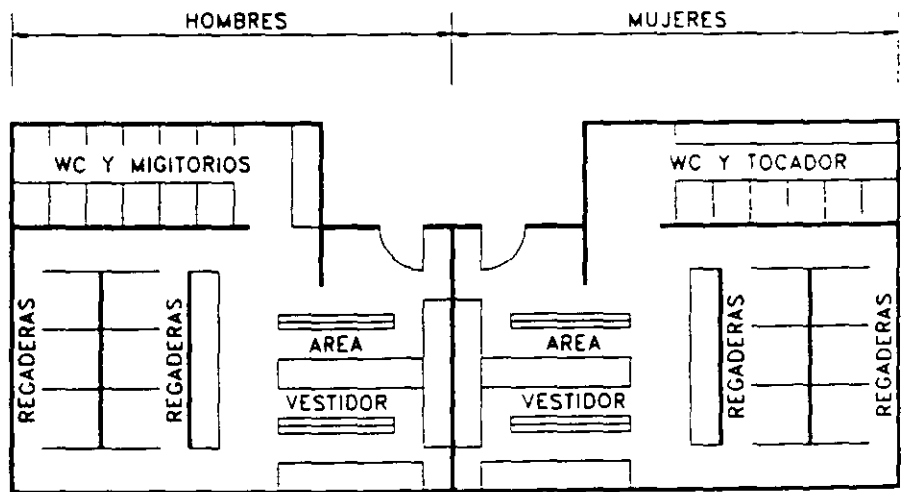


Figura 6.24 Planta tipo - sanitarios

3. Edificio Administrativo.

Se localiza en un lugar estratégico cerca del acceso al área de agua, el edificio además de disponer de oficinas administrativas de la marina deberá contar

de ser posible con: servicio médico, tienda de avituallamiento de comestibles y accesorios, restaurante, servicio de orientación legal y turística, estacionamiento propio, etc.

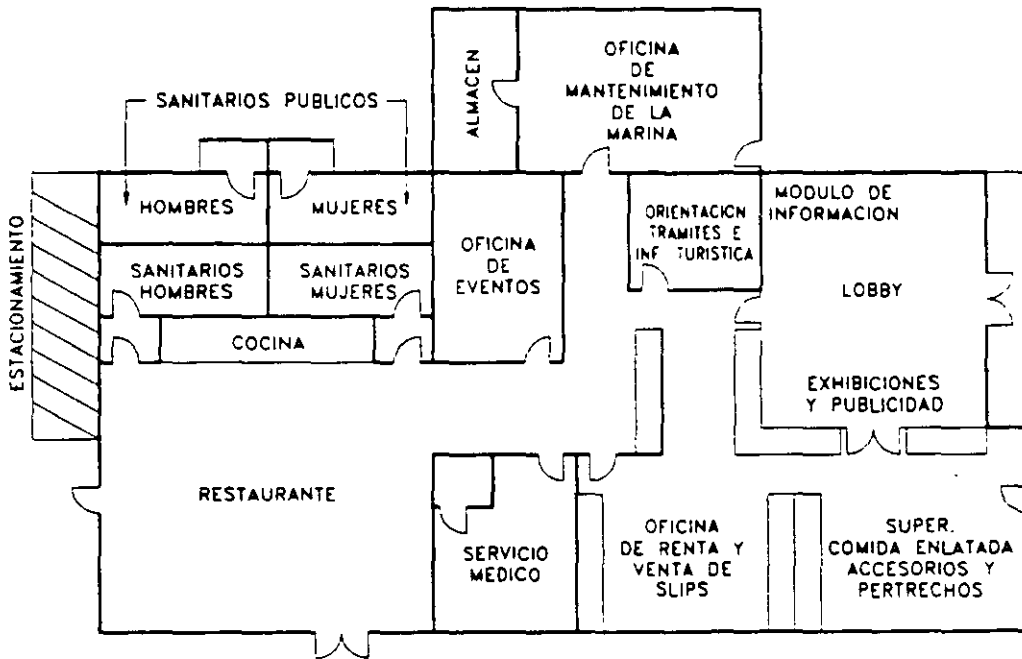


Figura 6.25 Planta tipo - edificio administrativo

6.2.3.3 Almacenamiento en seco.

El área de almacenamiento se situará cerca de la rampa de botado.

En las marinas norteamericanas se considera el 2.5 % del área de agua, para área de almacenamiento en seco.

La superficie necesaria se puede calcular en base a la flota esperada y al sistema de guardado (en una planta o en estanterías), el espacio requerido para una embarcación será:



O bien se puede considerar el cajón para remolque agregando en cualquiera de las dos opciones una superficie para circulación y maniobras.

En regiones donde el porcentaje de embarcaciones remolcadas sea significativo se podrá considerar la posibilidad de establecer marinas secas independientes en zonas aledañas, disponiendo de sus propios medios de varada.

El almacenamiento puede ser en estanterías, en cuyo caso se debe disponer del equipo necesario para acomodo de las embarcaciones.

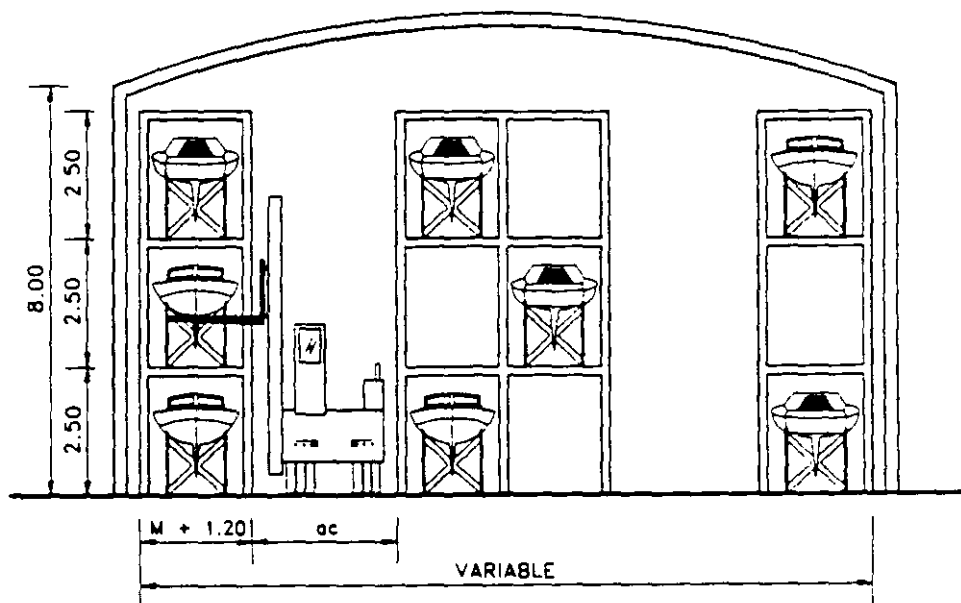


Figura 6.26 Almacenamiento de embarcaciones en estanterías

6.2.3.4 Talleres de reparación y mantenimiento.

Es deseable que la zona de reparación quede alejada del área social y turística de la marina

En el área deben situarse talleres de diversas especialidades a la intemperie y bajo cubierta.

El pavimento debe ser resistente a la rodadura del pórtico automotor.

El reglamento español establece las siguientes normas:

- a) Los medios de varada serán como mínimo, una grúa de 6 ton. y además se dispondrá de un pórtico automotor por cada 300 atraques.
- b) Se dispondrá de una superficie no menor de 2 m²/atraque para explanada de reparación.

Una variante a considerar es el establecimiento de una instalación independiente especializada en reparaciones, la cual daría servicio a una zona en la que se pueden encontrar varias marinas.

En la figura 6.27 se muestra la planta general de una marina seca e instalación especializada en reparaciones, en la que se puede observar:

- Zona de almacenamiento de embarcaciones; esta puede albergar embarcaciones sobre remolque o bien estanterías para embarcaciones unicamente.
- Estacionamientos, para vehículos y remolques.
- Rampa de botado; para servicio de la marina seca.
- Muelles para reparación a flote ; especiales para embarcaciones mayores o especiales como catamaranes y trimaranes.
- Travel-lift; para servicio del área de reparación.
- Area de reparación; puede ser a la intemperie o bajo cubierta, para la realizacion de reparaciones de casco, de motores, pintura, etc.
- Talleres de reparación ; de diferente especialidad tales como eléctricos, mecánicos, electrónicos, carpintería, etc.
- Como servicios adicionales se tiene el lavado de embarcaciones. caseta de control y restaurante.

Como ya se mencionó este tipo de instalaciones puede ser independientes de cualquier desarrollo náutico o como complemento del mismo, ya que se puede diversificar.

6.2.3.5 Servicios generales

Agua Potable

a) Servicio a las Embarcaciones.

Se recomienda que exista una toma por cada slip, con llave de manguera de 3/4" con rosca estándar.

La instalación de agua potable irá sobre la pasarela principal.

b) Servicio a Areas Terrestres.

Para el diseño de la red de agua potable se tomará en cuenta una dotación del orden de 600 lts/hab/día por ser zona turística.

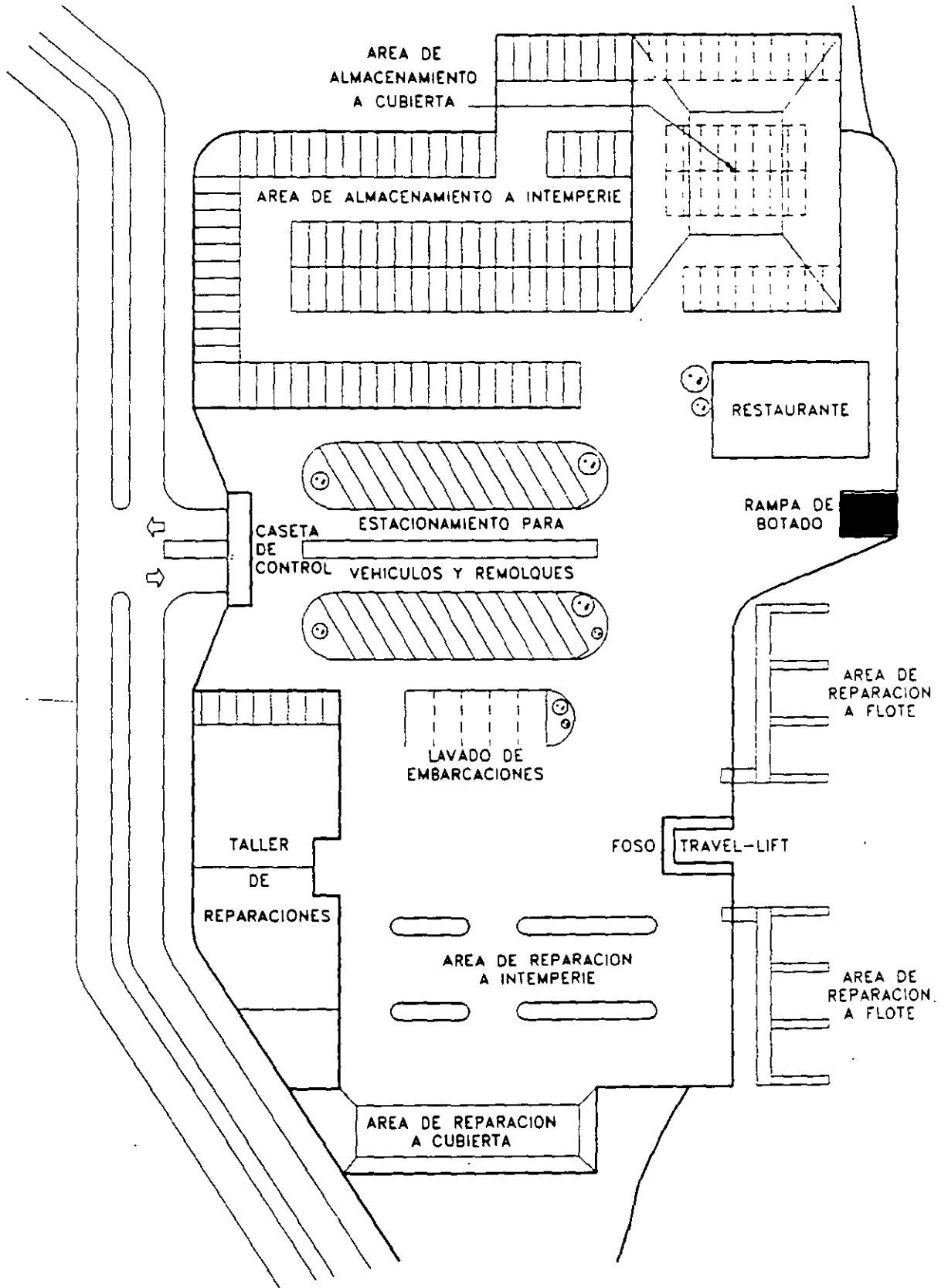


Figura 6.27 Esquema general de una marina seca con instalaciones para reparación de embarcaciones

Se cuidará la calidad del agua por medio de plantas potabilizadoras.

Las secciones de la tubería oscilan entre 3/4" a 1 1/4" dependiendo de la presión de la red.

Energía Eléctrica

a) Servicio a las Embarcaciones.

Se recomienda que exista una salida de 25 amp - 120/240 Volts por cada slip. (Las embarcaciones requieren de 3 a 25 amp. dependiendo de su tamaño).

La iluminación en muelles y malecón puede ser mediante:

- Luces que iluminen el contorno de muelles y pasarelas, de tal modo que se distinga la superficie ocupada por los mismos; este sistema tiene el inconveniente de ser poco seguro ya que la iluminación de la zona es escasa.
- A base de luminarias sobre los muelles, calculando la altura y separación de las mismas en función del tipo y características del reflector, de tal manera que la superficie tenga una iluminación de cuando menos 1/4 de ft-candela. (ver figura 6.28).
- A base de luminarias colocadas desde tierra, en edificios adyacentes y malecón, cuidando siempre de matener el nivel de iluminación señalado en el párrafo anterior.

b) Servicio a Areas Terrestres

Se debe de tomar en cuenta las necesidades de suministro como por ejemplo: iluminación general, suministro de energía eléctrica a talleres, equipo de varada, equipo de suministro de combustible, etc.

La red general puede tener un voltaje de 120 volts, existiendo transformadores en donde se requiera mayor voltaje.

Se recomienda que existan circuitos separados para iluminación y suministro de energía

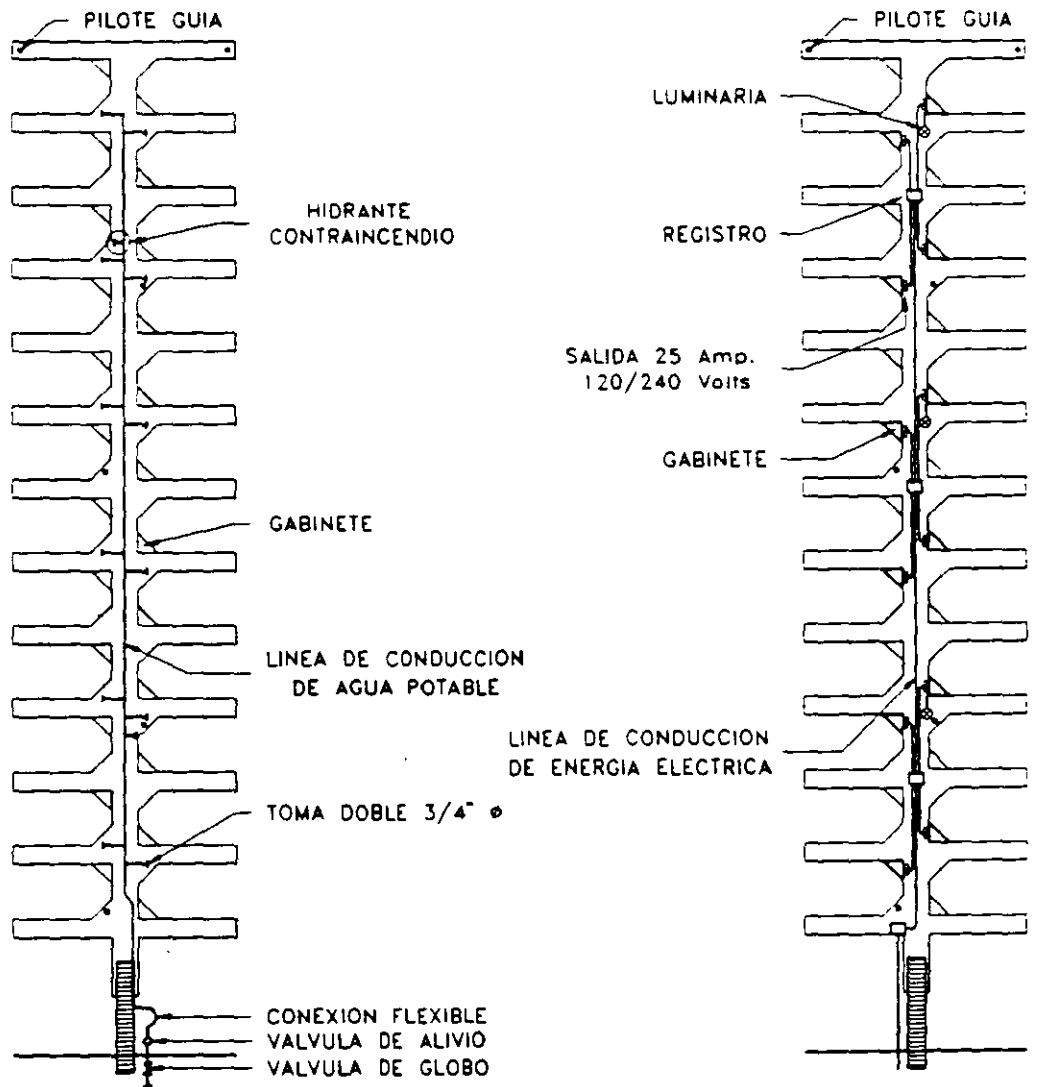


Figura 6.28 Instalaciones de servicio en los muelles

Desechos sólidos y líquidos

a) Servicio a Embarcaciones.

Se debe prever la colocación de recipientes sobre los muelles para desecho de aceite quemado y grasa. Además de depósitos de basura. (al menos uno de cada uno por muelle).

Se debe proporcionar un servicio de extracción de aguas negras a las embarcaciones, utilizando para ello equipos de bombeo. La descarga se puede acondicionar en el muelle de combustible o bien disponer de un muelle especial para dicho fin.

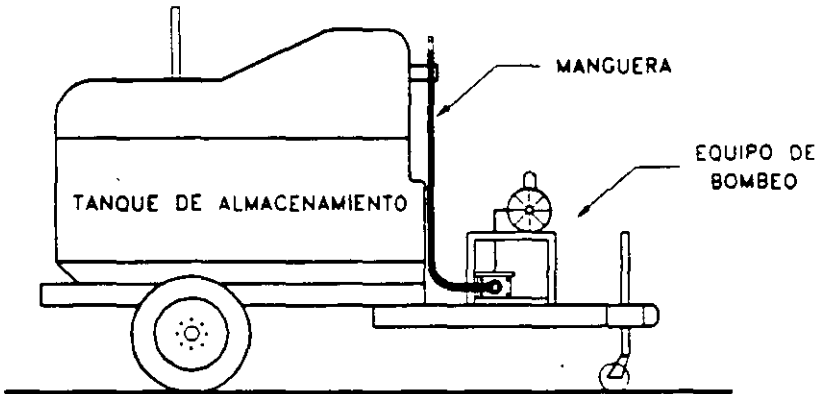


Figura 6.29 Recolector de desechos sanitarios (unidad móvil)

b) Servicio a Areas Terrestres.

Se debe de prever un sistema de alcantarillado tanto sanitario como pluvial. Además de disponer de receptáculos para aceite quemado y grasas en los talleres de reparación.

1. Alcantarillado Sanitario.- Para la obtención del gasto de diseño se puede tomar en cuenta los siguientes parámetros:

Sanitarios:

Mueble (mb)	Gasto lts/hr/mb
Retrete	136.3
Migitorio	37.9
Regaderas	567.8
Lavabo	56.8

O bien si se puede estimar el número de personas que harán uso de la instalación, se tomarán los siguientes gastos:

TIPO	GASTO (lts/persona)
Sanitarios y Regaderas	1,514.00
Hotel c/baño privado	189 a 568
Clubs	95
Restaurantes	26 a 38
Bares	8
Alberca y Regaderas	38
Servicio de Lavado de Embarcaciones	189 lts/emb.

2. Alcantarillado Pluvial.- Se diseña de acuerdo a la precipitación del sitio.

Contraincendios

a) Servicio a Embarcaciones

Se puede contar con gabinetes de emergencia en los muelles, conteniendo un extinguidor de polvo seco para cada 20 embarcaciones, o bien 2 equipos hidrantes / peine en cuyo caso las torres contra incendio deberán garantizar un gasto de cuando menos 20 lts/min.

b) Servicio a Areas Terrestres

Se debe de cumplir con las normas y leyes que apliquen para cada caso.

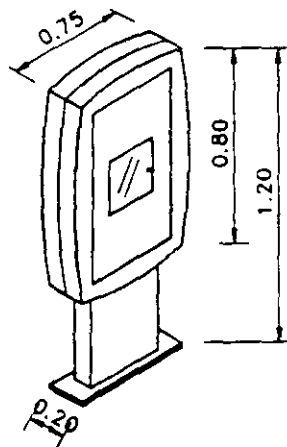


Figura 6.30 Gabinete contra incendios

Combustible

a) Servicio a Embarcaciones

Se deberá contar con un muelle exclusivo para suministro de combustible, de preferencia cerca de la bocana, sin que interfiera en el tráfico.

Los tanques deberán estar en tierra firme, en instalaciones subterráneas y por arriba del N.P.M.S. con una separación mínima de 0.30 m.

Para el cálculo de la capacidad se deberá considerar que las embarcaciones necesitan de 5 a 250 galones (una media de 90 galones).

Dado que la mayoría de las embarcaciones de motor usan gasolina, se propone que el tanque de gasolina sea del 70% y el de diesel del 30% de la capacidad requerida.

Teléfono y Cable

a) Servicio a las Embarcaciones

Se recomienda que exista una salida por cada slip mayor de 12 metros. (40')

b) Servicio a Areas Terrestres.

Se debera contar con servicio telefónico de larga distancia para uso público.

Vigilancia

Por seguridad contra accidentes o robo se debe de disponer de puerta y chapa en el arranque de las rampas de acceso a los muelles, o bien de portero electrónico.

En el caso de marinas o instalaciones náutico-turísticas aisladas de las poblaciones se dispondrá además de una cerca perimetral y caseta de control en el acceso terrestre.

CAPITULO 7

SEÑALIZACION

- D = Alcance Geográfico de un faro
- h1 = Altura S.N.M del observador del faro
- h2 = Altura S.N.M del faro
- b = Umbral de iluminancia
- I = Intensidad de la luz en la dirección del observador
- T_a = Coeficiente de transmisión atmosférica
- H = Elevación de la luz posterior sobre N.M.M.
- H1 = Elevación de la luz anterior sobre N.M.M
- X = Distancia comprendida entre la luz anterior y el límite de alcance útil
- R = Distancia comprendida entre las luces anterior y posterior
- W = Anchura de canal
- K = Coeficiente de sensibilidad
- Di = Alcance luminoso de un faro
- E = Intensidad de Campo en microvoltios/m
- Pr = Potencia derivada en kilowatios
- T = Coeficiente de pérdidas por emisión por unidad de distancia
- F = Frecuencia de emisión en kilohercios.

**Lista de figuras y
tablas**

- 7.1 Esquema general del señalamiento marítimo
- 7.2 Alcance geográfico de un faro
- 7.3 Sistema de boyado marítimo A.I.S.M. (IALA)
- 7.4 Señales laterales
- 7.5 Señales de bifurcación
- 7.6 Señales cardinales
- 7.7 Señales de peligro aislado y aguas seguras
- 7.8 Señales especiales
- 7.9 Enfilación luminosa
- 7.10 Señalización de las zonas portuarias

Tablas

- 7.1 Características del señalamiento de acuerdo a la fase de navegación del buque
- 7.2 Características del señalamiento terrestre

7.1 Señalamiento Marítimo.

7.1.1 Definición , clasificación y esquema general

Las señales marítimas tienen como finalidad proporcionar a los navegantes los medios adecuados para que puedan seguir su desplazamiento de puerto a puerto por la ruta más adecuada. En la figura 7.1 se muestra un esquema general del señalamiento marítimo.

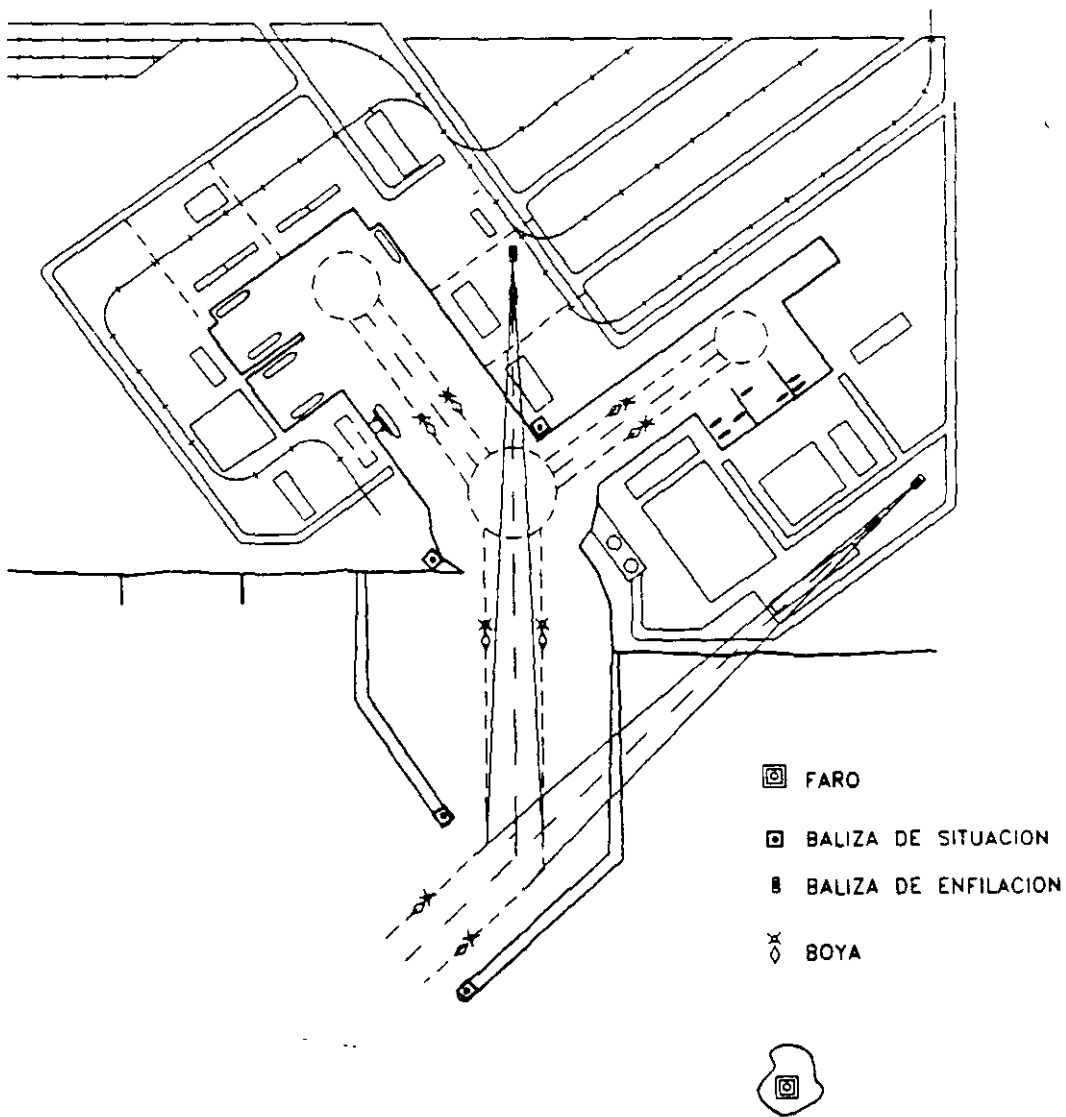


Figura 7.1 Esquema general del señalamiento marítimo

Estas señales se pueden clasificar en:

Tipo de Señal	Elemento
1.- Visual	Faros Balizas con/sin luz Luces de situación Boyas con/sin luz
2.- Sonoras	Silbatos Campanas Vibradores Electromagnéticos
3.- Radio eléctricas	Radio faro Radio baliza Sistemas Hiperbólicos: - Sistema Consol - Sistema Loran - Sistema Decca - Sistema Omega - Sistema Omega Diferencial Sistemas Autónomos Integrados: - Radar - Reflectores Pasivos

La precisión requerida, tiempo para determinar la posición del buque y tipo de señalización, es función de la fase de navegación del buque, como se indica en la tabla 7.1.







TABLA 7.1 CARACTERISTICAS DEL SEÑALAMIENTO DE ACUERDO A LA FASE DE NAVEGACION DEL BUQUE

Fase de Navegación	Dist. al Peligro mas Próximo	Precisión Requerida	Tiempo para Determ. Posición	Tipo de Señal
Oceánica	Mas de 50 MN.	$\pm 1\%$ de la dist. al peligro	15 min.	Radio-eléctrica
Recalada aproximación a la costa	Entre 50 y 3 MN.	± 0.5 a 0.1 MN.	de 6 a $1/2$ min.	Radio-eléctricas visuales sonoras
Canales, pasos estrechos y puertos	Menos de 3 MN.	± 50 metros	Posición y ruta instantanea	Radio-eléctricas visuales sonoras

Señales Visuales

Constituyen el grupo más importante de las señales marítimas, señalan puntos de interés como: diques, morros de escollera, eje del canal de navegación, etc. estas pueden ser provistas de luz o ciegas. Se caracteriza por sus particularidades de color, ritmo de destellos y alcance.

Los colores de señalización marítima son: blanco, rojo, verde y amarillo.
En cuanto al ritmo puede tratarse de:

APARIENCIA	REPRESENTACION	DENOMINACION EN CARTAS NAUTICAS		
		APARIENCIA Y COLOR	DURACION	ALCANCE
DESTELLOS		D.B.	3 seg.	6 M.N.
OCULTACIONES		O.V.	12 seg.	4 M.N.
GRUPOS DE DESTELLOS		Gp.D.(3) B.	10 seg.	8 M.N.
GRUPOS DE OCULTACIONES		Gp.O.(2) B.	12 seg.	10 M.N.
ISOFASE		I.B.	6 seg.	14 M.N.
CENTELLANTE				

7.1.2 Faros

Son señales luminosas de gran alcance, destinados a señalar puntos de interés para la navegación como: cabos, entradas a estuarios y puertos importantes.

Estos son de diferente magnitud de acuerdo con la importancia del lugar se clasifican en:

- 1.- De recalada
- 2.- Intermedios
- 3.- De situación
- 4.- Buques faro

Faros de Recalada. En puertos de gran importancia

Faros Intermedios. Sirven de complemento a los anteriores es decir para que el navegante pueda auxiliarse de ellos cuando no tiene a la vista faro de recalada. También en puertos de gran importancia.

Faros de Situación. Señalan accidentes notables de la costa, como Penínsulas, Cabos, Islas, etc.

Buques Faro. Son embarcaciones que contienen una estructura y se

fondean en aguas poco profundas.

El color blanco es el único utilizado en los faros, ya que facilita el alcance, únicamente se emplea el color rojo para señalar algún peligro o zona de aguas prohibidas. El ritmo puede ser cualquiera.

Alcance

El alcance de un faro tiene dos aspectos: Alcance Geográfico y Alcance Luminoso.

a) Alcance Geográfico. Máxima distancia a la que un faro puede ser visto por un observador, en función de la curvatura de la tierra y la refracción atmosférica ver figura 7.2

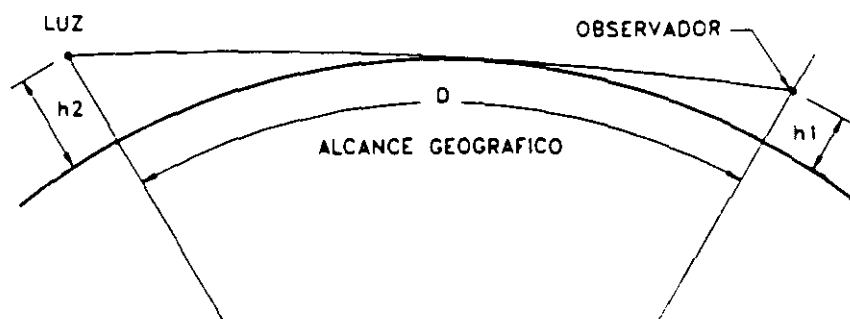


Figura 7.2 Alcance geográfico de un faro

$$D = 2.108 + (h1 + h2)$$

donde: $D = \text{M.N.}$; $h1$ y $h2$ en metros

b) Alcance Luminoso. Es la máxima distancia a la que puede ser vista una luz en función de su intensidad luminosa, el coeficiente de transmisión atmosférica y del umbral de iluminancia del ojo del observador.

Se determina por la fórmula de Allard.

$$B D^2 = I X T^p$$

donde: $B = 0.02$ microlux

7.1.3 Boyas y balizas

Para la señalización de los obstáculos y puntos de interés para el navegante, tales como márgenes de los canales navegables, puntos de recalado, etc.

Estas señales pueden ser balizas sobre puntos fijos (islotos, bajos) o bien sobre boyas.

Boyas

Las boyas son flotadores sujetos por medio de una cadena o cable a un cuerpo que se afirma en el fondo, de tal manera que no cambien de posición.

Una boya y/o baliza se identifica por su forma, color, marca de tope y apariencia de su luz, de acuerdo al sistema de boyaje internacional.

Existen boyas dotadas de señales sonoras, radioeléctricas, elementos para la producción de la energía necesaria y compartimiento para personal preciso para su funcionamiento; como por ejemplo las boyas tipo LAMBY.

Boyaje Internacional

Existen dos tipos de marcas fundamentalmente que son la Lateral y la Cardinal.

Sistema Lateral . Señales que indican los puntos de interés con relación a la ruta a seguir.

Sistema Cardinal. Señales que indican en cual de las cuatro orientaciones principales, trazados a partir de ella existen aguas navegables.

La Asociación Internacional de Señalización Marítima, estableció dos sistemas de balizamiento, combinando marcas Laterales y Cardinales, los cuales son denominados:

Sistema A - Rojo a babor

Sistema B - Rojo a estribor

El empleo de cada sistema esta en función de la regionalización de boyado definida por la misma asociación (figura 7.3).

Figura 7.3 Sistema de boyado marítimo A.I.S.M. (IALA)

Descripción de las señales laterales usadas en la región B.

SEÑALES LATERALES		
CARACTERISTICAS	A BABOR	A ESTRIBOR
COLOR:	VERDE	ROJO
FORMA (Boyas) :	CILINDRICA (TAMBOR) , CASQUILLETE O ESPEQUE (SPAR)	CONICA, CASQUILLETE O ESPEQUE (SPAR)
MARCA DE TOPE (cuando se use):	UN CILINDRO VERDE	UN CONO ROJO PUNTA HACIA ARRIBA
LUZ (Cuando la tenga):	COLOR VERDE RITMO CUALQUIERA	COLOR ROJO RITMO CUALQUIERA

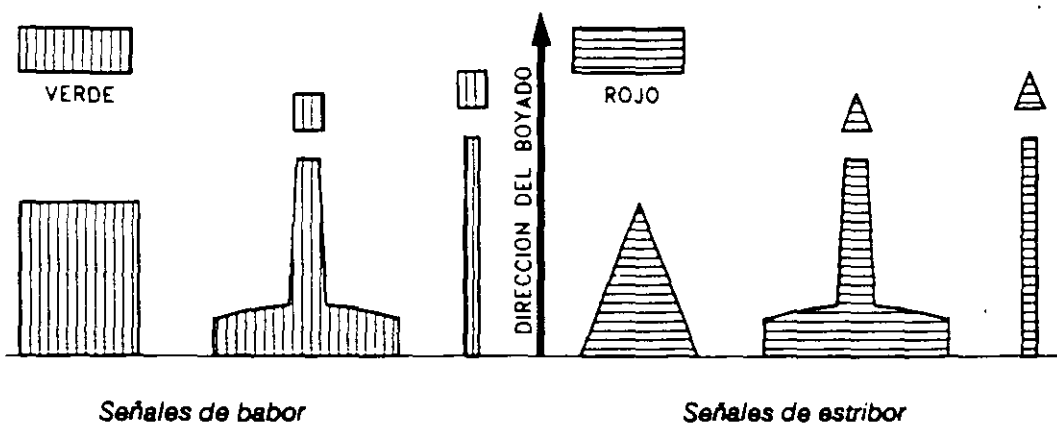


Figura 7.4 Señales laterales

En caso de bifurcación de canal, siguiendo el sentido convencional de boyado, el canal preferido puede indicarse modificando las señales laterales de babor o estribor como sigue:

CANAL PREFERIDO

CARACTERISTICAS	A BABOR	A ESTRIBOR
COLOR:	ROJA CON UNA ANCHA FRANJA HORIZONTAL VERDE	VERDE CON UNA ANCHA FRANJA HORIZONTAL ROJA
FORMA (Boyas) :	CONICA, CASQUILLETE O ESPEQUE (SPAR)	CILINDRICA (TAMBOR), CASQUILLETE O ESPEQUE (SPAR)
MARCA DE TOPE (cuando se use):	UN CONO ROJO PUNTA HACIA ARRIBA	UN CILINDRO VERDE
LUZ (Cuando la tenga):	COLOR ROJO RITMO DESTELLOS EN GRUPOS COMPUESTOS (2+1)	COLOR VERDE RITMO DESTELLOS EN GRUPOS COMPUESTOS (2+1)

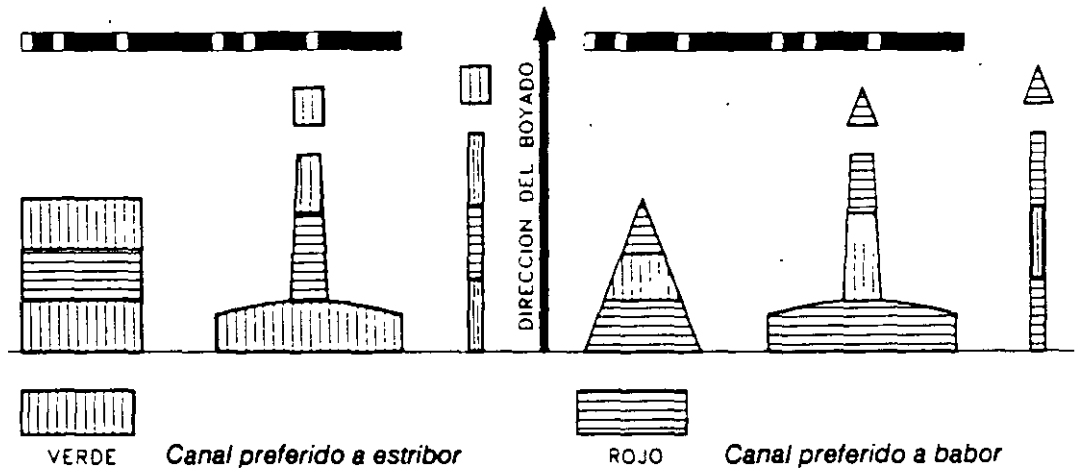


Figura 7.5 Señales para bifurcación

Reglas Generales para Señales Laterales

1. Formas: Cuando las señales laterales no cuenten con boyas cilíndricas (tambor) o cónica, para su identificación deberán llevar en lo posible la apropiada marca de tope.
2. Identificación con Letras y Números: Si las señales ubicadas en un canal están marcadas con números o letras dichas indicaciones deberán seguir la dirección convencional de boyado, números nones a babor y números pares a estribor.

Señales Cardinales

Los cuatro cuadrantes (Norte, Este, Sur y Oeste) están limitados por las marcaciones verdaderas NW-NE, NE-SE, SE-SW, SW-NW, tomadas desde el punto de interés.

Una señal Cardinal recibe el nombre del cuadrante en el cual está ubicada.

El nombre de una señal Cardinal indica que ésta debe ser pasada por el lado nombrado en la señal.

Una señal Cardinal puede utilizarse, por ejemplo:

- Para indicar que las aguas más profundas en esa área se encuentran en el lado que lleva el nombre la señal.

- Para indicar el lado seguro para pasar un peligro
- Para llamar la atención sobre una configuración en un canal, tal como una curva, una confluencia, una bifurcación o el extremo de un banco.

SEÑALES CARDINALES

CARACTERISTICAS	NORTE	ESTE
COLOR:	NEGRO SOBRE AMARILLO	NEGRO CON UNA FRANJA ANCHA HORIZON. AMARILLA
FORMA (Boyas) :	CASQUILLETE O ESPEQUE	CASQUILLETE O ESPEQUE
MARCA DE TOPE (a):	2 CONOS NEGROS SUPERPUESTOS. PUNTAS HACIA ARRIBA	2 CONOS NEGROS SUPERPUESTOS. OPUESTOS POR LA BASE
LUZ (Cuando la tenga):	COLOR BLANCO RITMO V.Q. O Q.	COLOR BLANCO RITMO V.Q.(30) CADA 5 seg. O Q.(3) CADA 10 seg.

SEÑALES CARDINALES

CARACTERISTICAS	SUR	OESTE
COLOR:	AMARILLO SOBRE NEGRO	AMARILLO CON UNA FRANJA ANCHA HORIZONTAL NEGRA
FORMA (Boyas) :	CASQUILLETE O ESPEQUE	CASQUILLETE O ESPEQUE
MARCA DE TOPE (a):	2 CONOS NEGROS SUPERPUESTOS. PUNTAS HACIA ABAJO	2 CONOS NEGROS SUPERPUESTOS, OPUESTOS POR EL VERTICE
LUZ (Cuando la tenga):	COLOR BLANCO RITMO V.Q.(6) + DEST. LARGO CADA 10 seg. O Q.(6) + DEST. LARGO CADA 15 seg.	COLOR BLANCO RITMO V.Q.(9) CADA 10 seg. O Q.(9) CADA 15 seg.

(a) La marca de tope constituida por dos conos es la característica mas importante de las marcas cardinales.

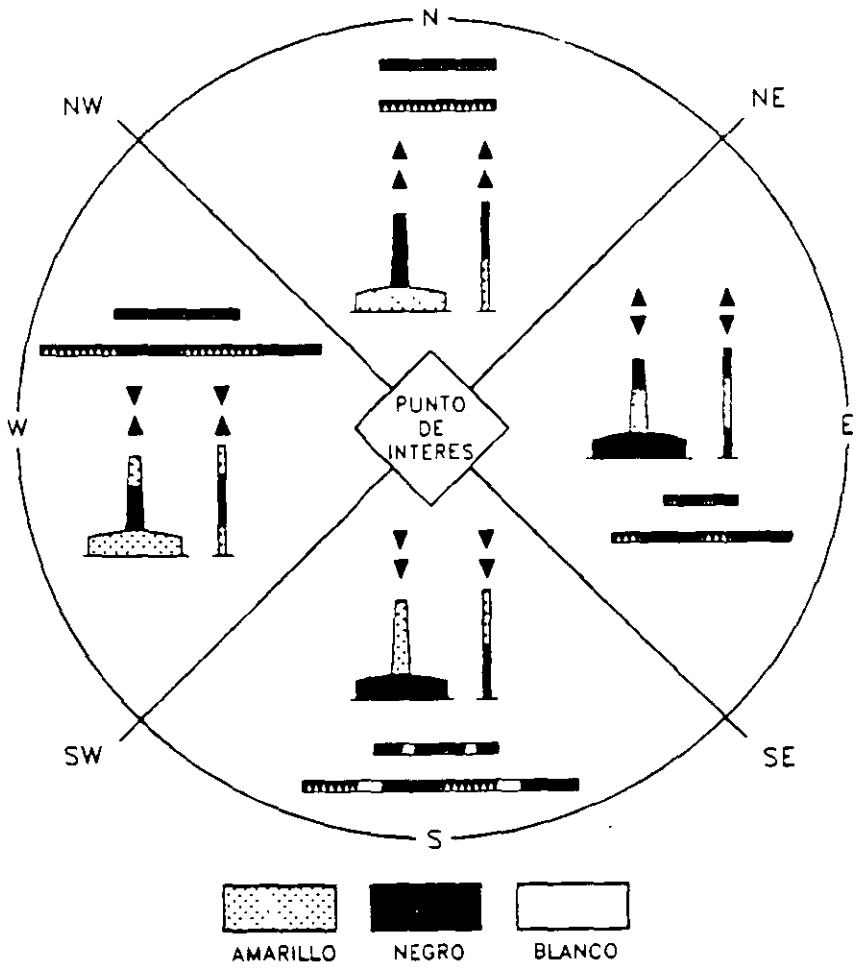


Figura 7.6 Señales cardinales

Señales de Peligro Aislado

Una señal de peligro aislado es una marca que puede estar erigida o amarrada, encima de un peligro aislado, que tiene aguas navegables a todo su alrededor.

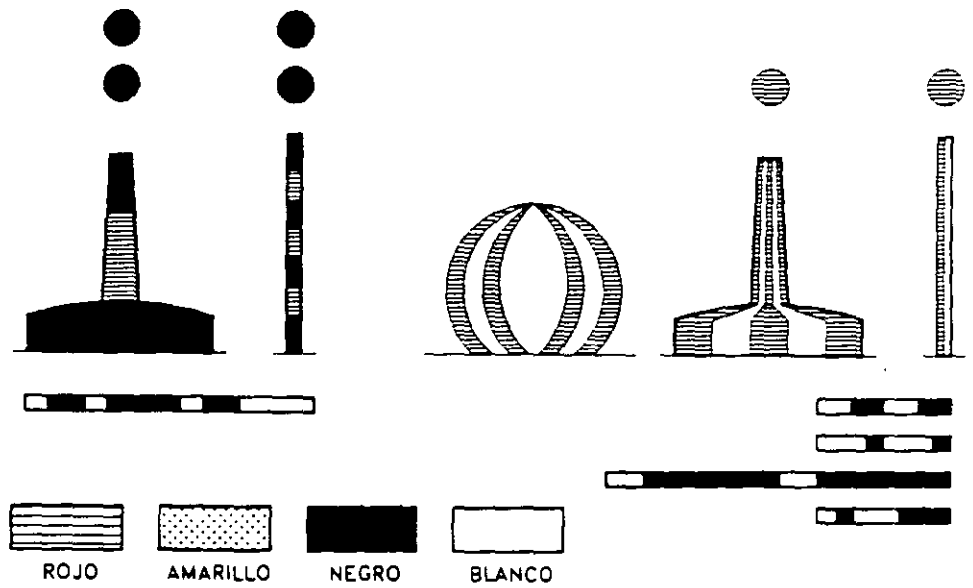
CARACTERISTICAS	SEÑALES DE PELIGRO AISLADO
COLOR:	NEGRO CON UNA O MAS FRANJAS ANCHAS HORIZONTALES ROJAS
FORMA (Boyas) :	OPTATIVA PERO SIN PRES - TARSE A CONFUSION CON LAS SEÑALES LATERALES, PREF. LAS DE CASQUILLETE O ESPEQUE
MARCA DE TOPE (b):	2 ESFERAS NEGRAS SUPER - PUESTAS
LUZ (Cuando la tenga):	COLOR BLANCO RITMO GPO DE DESTELLOS DE (2)

(b) La marca de tope de doble esfera es de día una característica muy importante en toda señal de peligro aislado y debe ser utilizada siempre que sea factible y del mayor tamaño posible, con una clara separación entre las esferas.

Señales de Aguas Seguras

Estas señales sirven para indicar que hay aguas navegables en todas partes alrededor de la señal; se incluyen aquí las señales de eje del canal y las de medio canal. Pueden utilizarse como alternativa a las señales Cardinales o Laterales, para indicar una recalada.

CARACTERISTICAS	SEÑALES DE AGUAS SEGURAS
COLOR:	FRANJAS VERTICALES ROJAS Y BLANCAS
FORMA (Boyas) :	ESFERICA O ESPEQUE
MARCA DE TOPE (cuando se use):	UNA ESFERA ROJA
LUZ (Cuando la tenga):	COLOR BLANCO RITMO ISOFASICA, OCULTA - CIONES, UN DESTELLO LAR - GO C/ 10 seg. O MORSE "A"



Señales de peligro aislado

Señales de aguas seguras

Figura 7.7 Señales de peligro aislado y aguas seguras

Señales Especiales

Son señales cuyo objeto principal no es ayudar a la navegación, sino indicar una zona especial o configuración mencionados en los documentos náuticos apropiados, por ejemplo:

- Señales de los Sistemas de Adquisición de Datos Oceánicos (ODAS).
- Señales de separación de tráfico donde el uso del balizamiento convencional de un canal podría provocar confusión.
- Señales indicadoras de depósito de materiales o vertedores de descarga de dragado.
- Señales indicadoras de zonas de ejercicios militares.
- Señales indicadoras de la presencia de cables o de tuberías.
- Señales indicadoras de zonas reservadas a recreación.

CARACTERÍSTICAS	SEÑALES ESPECIALES
COLOR:	AMARILLO
FORMA (Boyas) :	OPTATIVA PERO SIN PRES - TARSE A CONFUSION CON LAS SEÑALES DE NAVEG.
MARCA DE TOPE (cuando se use):	UNA SOLA, AMARILLA EN - FORMA DE "X"
LUZ (Cuando la tenga):	COLOR AMARILLO RITMO CUALQUIERA

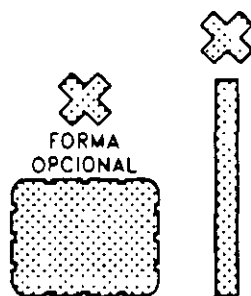


Figura 7.8 Señales especiales

7.1.4 Luces de situación y enfilación

Luces de Situación

Se colocan generalmente en puntos de las obras marítimas de los puertos, para facilitar el movimiento seguro de la embarcación, como por ejemplo en los extremos de rompeolas y escolleras, señalar entradas a antepuertos, en los extremos del muelle y en duques de alba.

Estas señales son de tipo luminoso, de color correspondiente al indicado a babor y estribor según A.I.S.M. el ritmo puede ser cualquiera, la distancia focal varía según las necesidades.

Luces de Enfilación

Cuando el sector de aguas navegables es muy estrecho o cuando el buque debe seguir un eje, se utilizan las enfilaciones, para indicar líneas de rumbo.

Se denominan luces de enfilación al conjunto de dos o más luces situadas en el mismo plano vertical, que permite al navegante seguir la enfilación manteniendo las luces en la misma demora.

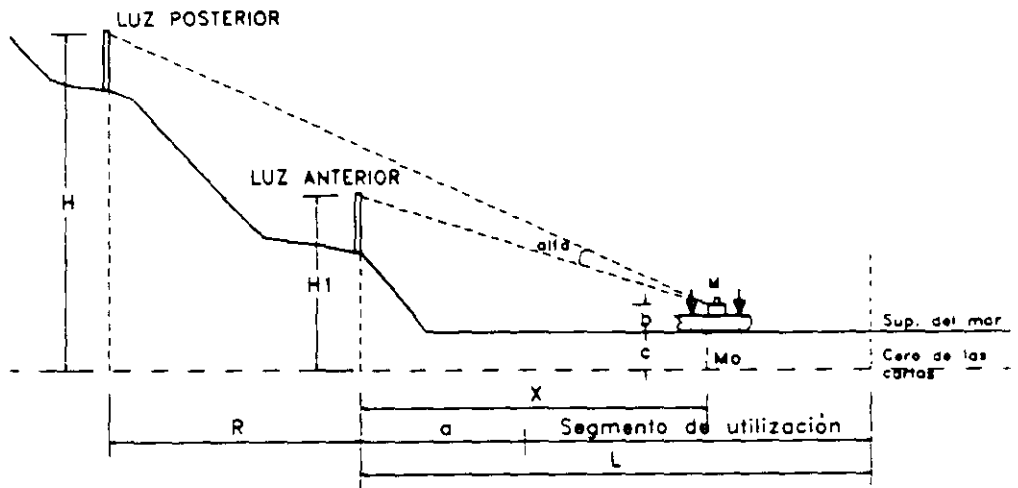


Figura 7.9 Enfilación luminosa

Como se muestra en la figura 7.9 :

El Segmento de Utilización: Es parte del eje de enfilación en la cual se pretende que los buques se guíen.

En la Zona de Adquisición (a), El navegante puede percibir al menos una de las dos luces.

Las fórmulas que determinan estas características son:

$$H = (H1 + X) / 650$$

$$R = KX (H - H1) / W$$

K= Varía de 0.6 a 4.5, en nuestro país se toma K=3

La luz anterior se debe colocar lo más cerca posible de la orilla, su altura H1 será suficiente para:

- Asegurar su alcance geográfico en un punto lo más alejado posible
- Por encima de los obstáculos existentes en el canal a balizar

Generalmente estas luces son blancas para garantizar mayor alcance, el ritmo es isofásico con períodos de 1 seg.

7.1.5 Sistemas de radiocomunicación

En todos los puertos mexicanos existe una estación costera de radiocomunicación, la cual opera entre 405 y 535 Khz y 4000 y 23000 Khz.

Las frecuencias de trabajo de las estaciones costeras que funcionan en las frecuencias de 4000 a 23000 Khz. están comprendidas dentro de los siguientes límites:

4238 a	4368 Khz
6357 a	6525 Khz
8476 a	8745 Khz
1271 a	13130 Khz
1695 a	17290 Khz
22400 a	22650 Khz

Dentro de las bandas anteriores existe la siguiente subdivisión:

Telefonía

4368 a	4438 Khz
8745 a	8815 Khz
13130 a	13200 Khz
17290 a	17360 Khz
22650 a	22720 Khz

Dentro de las bandas anteriores existe la siguiente subdivisión:

Telegrafía

4338 a	4368 Khz
6357 a	6525 Khz
8476 a	8745 Khz
12714 a	13130 Khz
16052 a	17290 Khz
22400 a	22650 Khz.

Frecuencia de Auxilio, Llamada y Respuesta

La frecuencia de 500 Khz. es la frecuencia internacional de socorro, así como para señales y mensajes de urgencia y seguridad.

La frecuencia de 2182 Khz. es a su vez la frecuencia de llamada y una frecuencia de socorro para el servicio móvil marítimo; radiotelefónico en las bandas comprendidas de 1605 a 2850 Khz.

7.1.6 Sistemas de Posicionamiento

Todos los sistemas de posicionamiento corresponden al grupo de señales radioeléctricas, las cuales utilizan la propagación, suma vectorial, reflexión y dirección de las ondas electromagnéticas, que transmitidas y recibidas por diferentes sistemas permiten al navegante conocer su posición ya sea en altamar o en las proximidades de la costa. Los sistemas radioeléctricos pueden clasificarse en:

a) **Sistemas de estación.** Compuestos por varias estaciones emisoras.

- **Radiofaros.**

Se dividen en dos grupos el direccional y el omnidireccional. El alcance de un radiofaro se calcula por la fórmula práctica:

$$E = 300,000 Pr + T^2 / Di$$

E = 50 microvolt/m. para las regiones situadas al Norte del paralelo 43° N

E = 75 microvolt/m. para las regiones situadas entre 43°N y 30°N

E = 100 microvolt/m. para las regiones situadas entre 30°N y 30° S.

$$\text{Log } e T = -4.6 \times 10^{-5} \times F^{0.6}$$

- **Radiofaros Direccionales**

Normalmente el alcance de estos radiofaros es de unas 10 millas náuticas y señalan a tal distancia del eje con un error inferior a 25 metros su uso es fundamental para la entrada a puertos y bahías de canales estrechos.

- **Radiofaros Omnidireccionales**

El alcance nominal de estos radio faros esta comprendido entre 30 y 100 millas náuticas. Se utilizan en zonas cercanas a la costa.

Para la utilización de los radiofaros, el único aparato que se precisa a bordo en un receptor de corriente de la frecuencia del radiofaro.

b) **Sistemas Hiperbólicos**

Para la utilización de estos sistemas es preciso que el buque, este equipado con el receptor especial correspondiente y disponer de las cartas con las redes de hipérbolas especiales para cada sistema

Los principales sistemas empleados en navegación son: LORAN, DECCA,

OMEGA, CONSOL.

Sistema Loran

Es un sistema de gran alcance, las hipérbolas o líneas de posición se determinan por la medida de la diferencia de tiempos de recepción de impulsos sincronizados emitidos por 2 estaciones diferentes.

Loran A Funciona a una frecuencia próxima a los 2 mhz, el alcance es de 700 a 800 millas náuticas.

Loran C Funciona con la frecuencia de 100 mhz, su alcance nominal es de 1,500 millas náuticas, se tiene una gran precisión.

Sistema Decca

Funciona con una frecuencia comprendida entre 70 y 130 khz, la línea de posición del receptor esta en función de la diferencia de fases, de las señales emitidas por las estaciones fijas.

Una cadena DECCA esta compuesta por una estación magistral y tres estaciones esclavas denominadas purpura, roja y verde; la distancia entre una estación magistral y una esclava es del orden de 180 km.

Estación	Frecuencia
Magistral	6 f
Púrpura	5 f
Roja	8 f
Verde	9 f

f = frecuencia fundamental comprendida entre 14 y 14.4 khz

Para la utilización de este sistema el buque debe estar equipado con un decómetro.

Sistema Omega

Es un sistema hiperbólico de navegación por comparación de fase de gran alcance compuesto por tres o más estaciones con emisoras sincronizadas.

La frecuencia de emisión es próxima a los 10 khz.

La distancia entre 2 estaciones es de 3,000 a 5,000 millas náuticas, existen 8 estaciones que cubren todas las aguas del globo situadas en: Noruega, Trinidad, Hawai, Dakota del Norte, Isla de la Reunión, Argentina, Australia y Japón.

La precisión es de 1 a 3 millas náuticas, existen receptores que calculan las coordenadas geográficas, por lo cual no son necesarias las cartas especiales OMEGA.

Sistema Consol

Consta de un solo transmisor con una antena compuesta por 3 mástiles separados de 5 a 6 km. Está considerado como una forma especial de radio faro.

Las tres antenas emiten una señal de la misma frecuencia, pero con distintas fases y como consecuencia de ello se forma una serie de sectores en los que reciben puntos o rayas.

Contando el número de puntos o rayas, puede determinarse la línea de posición, señalándola sobre una carta consol.

El alcance de este sistema es de 1,200 m.n durante el día y de 1,500 m.n. por la noche, la exactitud se disminuye al aumentar la distancia, a una distancia de 250 millas el error es del orden de 1.5 millas y a 1000 millas el error es del orden de 6 millas.

c) Sistemas Autónomos e Integrados

Radar

Su fundamento consiste en la emisión de unos breves impulsos radioeléctricos en un haz concentrado, parte de esa energía es reflejada por los objetos que encuentra en su recorrido y recogida por un receptor muy sensitivo situado en el mismo punto de la emisora.

La banda utilizada es la de 3 cm. que corresponde a frecuencias de 9,300 a 9,500 mhz.

Al señalarse sobre la pantalla tanto la orientación como la distancia de un punto conocido el navegante fija su situación.

Satélite

El Sistema TRANSIT utiliza el efecto Doppler de la emisión de un satélite que se desplace según una órbita conocida, pero están en estudio otros sistemas que utilizan satélites geoestacionarios.

Aunque el satélite proporciona posiciones de gran precisión es necesario combinarlo con el sistema transit y disponer de un conocimiento de ciertos factores como la velocidad.

7.2 Señalamiento terrestre.

Recomendaciones

Las recomendaciones que a continuación se indican tienen los siguientes objetivos:

- Conducción fluida de la carga portuaria en sus respectivos vehículos o ductos (Autotransportes y Ferrocarril) y equipo de traslación, alijo y estiba y almacenamiento.
- Conducción del elemento humano a sus zonas de trabajo portuario y servicios respectivos, o de pasajeros en un puerto turístico.
- Coadyuvar a evitar daños a la carga y sus vehículos, a las instalaciones portuarias así como a la prevención de accidentes a los trabajadores portuarios o a los turistas.
- Localización de elementos de control, vigilancia, administrativos y de servicios generales, sanitarios y médicos de urgencia y de los de prevención de siniestros en el total de la unidad portuaria y de cada una de sus zonas.

Se pretende que estas recomendaciones sean la base para realizar un manual especializado de la señalización portuaria terrestre que contenga el proyecto de las señales respectivas con su ubicación, forma, tamaños, contenidos y colores, tomando como base el contenido conceptual del Manual de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras de la S.C.T. y utilizando las señales ya establecidas cuando sea posible su uso en el puerto.

Los requisitos generales que se consideran básicos son:

- Satisfacer una necesidad importante.
- Llamar la atención.
- Transmitir un mensaje claro.
- Imponer respeto a los usuarios.
- Estar en un lugar apropiado a fin de dar tiempo a reaccionar.

Se observa que estos requisitos y la clasificación que a continuación se indica se han elaborado tomando en cuenta las analogías posibles con el Manual de la S.C.T. mencionado anteriormente.

Los tipos de señales se clasifican en:

A) Preventivas (S.P.).- Se aplican para prevenir a conductores y peatones sobre la existencia de algún peligro en su vía de circulación y la naturaleza del mismo. Generalmente se implementan con tableros, fijados en postes con símbolos significativos a los peligros.

B) Restrictivas (S.R.).- Contienen las recomendaciones sobre el empleo y características de los dispositivos para indicar al usuario la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones necesarias para el tránsito o el uso de instalaciones. También se usan tableros fijados en postes o en las instalaciones para indicar al usuario lo procedente, evitándole algún posible daño o afectación.

C) Información de Identificación (S.I.I.).- Son aquellas señales que tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de sus vías de circulación e indicarle la nominación de las diversas zonas de trabajo, instalaciones y servicios necesarios para el trabajo portuario. Se implementan mediante tableros fijados en postes o en las propias instalaciones.

D) Información de Destino y Recomendación (S.I.D.R.).- Estas señales se usan para informar a los usuarios sobre los destinos a lo largo de su recorrido y las recomendaciones con fines educativos para enfatizar las medidas reglamentarias o disposiciones, en especial de seguridad tanto para el elemento humano como de las instalaciones y servicios. Se implementan con tableros fijados en postes o en las instalaciones.

E) Información General (S.I.G.).- Se utilizan para proporcionar las generalidades de las características del puerto y de cada una de sus instalaciones, equipos, maquinarias y servicios. Se colocan en tableros en lugares visibles, preferentemente en los principales accesos y lugares de concentración del personal portuario a base de tableros fijados en postes o en las instalaciones.

F) Información Turística (S.I.T.).- Se colocan para informar a los turistas y personal para atenderlos sobre conducción y existencia de los respectivos servicios y facilidades que proporcione el puerto turístico. También se implementan a base de tableros con postes o en las instalaciones.

G) Marcas (M.T.).- Es el señalamiento a base de rayas y letras que se pintan en el pavimento, guarniciones y estructuras dentro o adyacentes a las vías de circulación y utilizando objetos sobre las superficies de rodamiento con objeto de regularizar o canalizar el tránsito e indicar presencia de obstáculos.

Señalización de las diversas zonas portuarias

Al constituir la señalización el elemento conductor y de localización dentro del puerto, se considera tomarse en cuenta el análisis y estudio detallado de los flujos siguientes:

• CARGA - VEHICULOS O DUCTOS

• ELEMENTO HUMANO

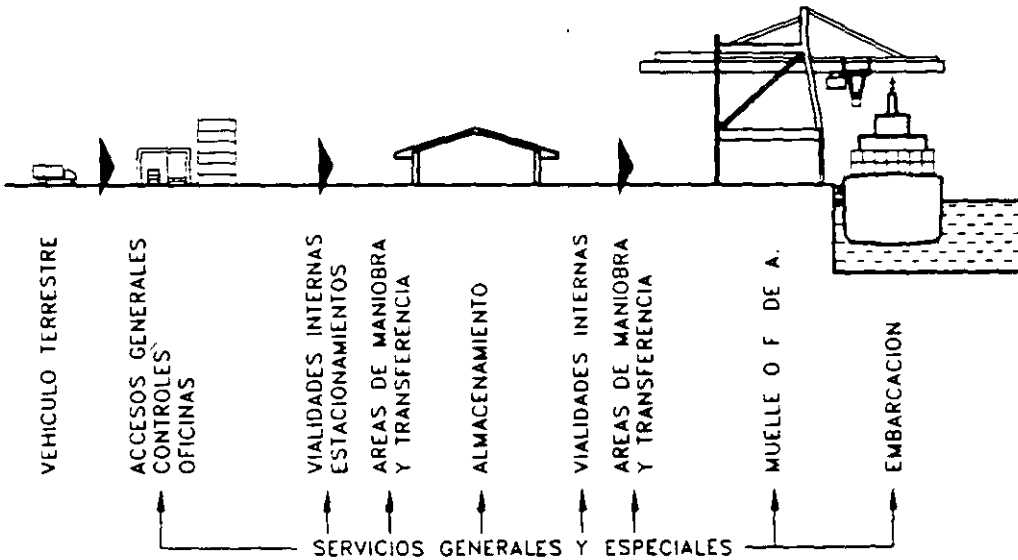


Figura 7.10 Señalización de las zonas portuarias

- 1.- Flujo de la carga en vehículos o equipo al almacenamiento y a la embarcación o viceversa.
- 2.- Flujo del producto (a granel o fluidos) en sus ductos al almacenamiento y a la embarcación o viceversa.
- 3.- Flujos de los trabajadores a cada una de las zonas portuarias para su accesibilidad y movimientos en la realización de los diversos trabajos y servicios necesarios.
- 4.- Flujo de los pasajeros turísticos y del personal portuario para su atención en los puertos turísticos, así como accesibilidad y movimientos a los servicios generales y especiales.

Tomando en cuenta estos flujos, las diversas áreas o zonas portuarias (denominadas "T"), se resumió en la tabla 7.2 el tipo de señal necesario para cada zona y los datos mínimos necesarios que se estima debe contener esta señalización.

TABLA 7.2 CARACTERISTICAS DE LAS SEÑALES TERRESTRES

CLAVE DE LA ZONA PORTUARIA	ZONA PORTUARIA TERRESTRE	TIPO SEÑAL						
		A	B	C	D	E	F	G
		Preven tiva S.P.	Restric tiva S.R.	Inf.Iden tificación S.I.I.	Inf.Desti no, recom. S.I.D.R.	Inf.Gral S.I.G.	Inf.Turís tica S.I.T.	Marcas M.T.
T.4	ACCESOS AL PUERTO							
	Puerta o barrera vehículos y F.C.	X		X	X	X		X
	Puerta peatonal	X		X	X		X	
T.4	CONTROLES							
	Casetas		X	X				
	Oficinas			X	X	X		
	Elementos de identificación, revisión y pesado o medida			X				X
	Seguridad y vigilancia	X	X	X		X	X	
T.4	VIALIDADES INTERNAS							
	Calzadas y sus carriles		X	X	X	X	X	X
	Estacionamientos o patios F.C.		X	X	X			X
	Retornos y giros			X	X			X
	Areas especiales			X	X		X	
T.2	AREAS TRANSFERENCIA Y MANIOBRA							
	Estacionamientos o depósito temporal		X	X	X			X
	Retornos y giros			X	X			X
T.3	ALMACENAMIENTO							
	Bodegas		X	X	X	X		X
	Patios		X	X	X	X		X
	Tanques o depósitos		X	X	X	X		X
	Pilas o montones		X	X	X	X		X
	Estación de pasajeros						X	
T.1	MUELLE O FRENTE DE ATRAQUE		X	X	X	X		X

DATOS MINIMOS NECESARIOS QUE DEBE CONTENER LA SEÑALIZACION

Tipo de vehículo y carga que puede acceder o salir; gálibo de entrada; identificación; revisión.
Forma de identificación; revisiones.

Nominación de autoridades y empresas; forma de control y revisión.
Nominación y localización.

Características del elemento; requisitos de su función.
Localización precisa.

Dirección de la circulación; identificación de destinos; capacidad del suelo (en su caso).
Tipo de vehículos, equipo o maquinaria; temporal o fijo; restricciones (en su caso).
Tipo de vehículos, equipo o maquinaria; espacios claramente señalizados.
Segun el tipo, por ejem. indicaciones a turistas para su embarco-desembarco y localización de servicios.

Tipo de vehículos, equipo o maquinaria; tiempo de depósito temporal; capacidad del suelo.
Tipo de vehículos, equipo o maquinaria; espacios claramente señalizados.

Gálibo de puertas; tipo de equipo que accesa; dirección circulaciones interiores; tipo de carga y forma de estiba.
Capacidad del suelo y grúas en su caso. Localización oficinas de control; sistema contraincendio y comunicaciones.
Capacidad del suelo, límites definidos del patio y direcciones de transferencia.
Capacidades; tipo del producto; zonas restringidas o derrames; alarmas, accesos.
Capacidades del suelo; tipo de material o producto; localización equipo de transferencia, accesos.
Localización precisa; servicios que preste (en varios idiomas); destinos de transferencia.

Longitud de atraque; capacidad del suelo en su cubierta; altura de cubierta; profundidad; localización de sus equipos de carga-descarga-circulación vehículos, maquinaria y equipo; localización de elementos accesorios (amarres, escalas, defensas, luces de situación) y áreas restringidas.

CONTINUACION DE TABLA 7.2 CARACTERISTICAS DE LAS SEÑALES TERRESTRES

CLAVE DE LA ZONA PORTUARIA	ZONA PORTUARIA TERRESTRE	TIPO SEÑAL						
		A	B	C	D	E	F	G
		Preven tiva S.P.	Restric tiva S.R.	Inf.Iden tificación S.I.I.	Inf.Destl no, recom. S.I.D.R.	Inf.Gral S.I.G.	Inf.Turís tica S.I.T.	Marcas M.T.
T.5	MANTENIMIENTO Y CONSERVACION (Equipo, maquinaria, vehículos e instalaciones)							
	Talleres			X	X	X		
	Almacenes			X	X	X		
	Oficinas			X			X	
	Patios y áreas especiales		X	X	X			X
T.6	SERVICIOS GRALES. Y ESPECIALES							
	Agua		X	X		X		
	Energía eléctrica	X	X	X		X		
	Combustibles	X	X	X		X		
	Drenajes y plantas de tratamiento			X		X		
	Comunicaciones			X		X	X	
	Desechos sólidos		X	X		X		
	Sistemas contra incendios	X	X	X				X
	Sanitarios (W.C. y baños)			X	X			
	Médicos de urgencia			X	X	X	X	
	Avituallamiento			X		X		
	Reparación de embarcaciones			X	X			
	Pilotaje			X	X			
	Laborales y capacitación			X	X	X		
	Comerciales y bursátiles			X	X	X		
	Oficinas particulares			X		X		

DATOS MINIMOS NECESARIOS QUE DEBE CONTENER LA SEÑALIZACION

Dimensiones de sus accesos (gálbo especialmente); servicios que preste; características de equipo y maquinaria.
Dimensiones de sus accesos; tipo de elementos almacenados y comunicaciones.

Localización precisa e identificación.

Localización precisa e identificación.

Tipo de líquido y su uso preciso; medidas de restricción.

Identificación del tipo; medidas de su uso y restrictivas; precauciones.

Localización precisa; tipos de combustible; medidas de uso, restrictivas; precauciones.

Localización y prevención de azoques por imprecaciones.

Localización; tipos; formas de uso y sus objetivos.

Localización; formas de accesibilidad; precauciones.

Localización precisa y notable; formas de uso.

Localización; recomendaciones de uso.

Localización precisa y notable; tipos de atención; alarmas y formas de acceso.

Tipos y localización; formas de abastecer a la embarcación.

Identificación de la zona y formas de acceder.

Localización e identificación de oficinas y muelles.

Localización; formas de acceder y condiciones de uso.

Localización e identificación de cada tipo de servicio.

Localización; identificación y accesibilidad.

CAPITULO 8

RECOMENDACIONES SOBRE USO DEL SUELO, VIALIDAD Y ASPECTOS URBANO PORTUARIOS

8.1 Plan director del puerto y plan de desarrollo urbano del centro de población

La mayoría de los puertos mexicanos se han creado y desarrollado con sus propias ciudades formando una unidad (ciudad-puerto), debido a que las actividades portuarias generan una serie de actividades urbano-regionales de las cuales depende la población urbana. En otro enfoque la planeación portuaria depende de condicionantes a nivel internacional, nacional y regional, por ejemplo en lo internacional por el comercio exterior, por el tipo de embarcaciones, y el desarrollo mundial de la tecnología de las propias embarcaciones y de la operación de la carga; a nivel nacional por el sistema de puertos, conectado a la red de transporte terrestre y la interrelación físico-económica y social de sus Hinterlands y específicamente a nivel micro-regional y local con la propia ciudad, por lo que se propone compatibilizar la vialidad y usos del suelo especialmente.

A continuación y de acuerdo a los diversos capítulos de los (P.D.U.C.P.) Planes de Desarrollo Urbano del Centro de Población se recomienda lo siguiente:

- 1.- Bases Jurídicas .- Compatibilizar la Jurisdicción del Uso del Suelo pues en el puerto, el recinto portuario y la (Z.F.M.T.) Zona Federal Marítimo Terrestre son del orden Federal y es necesario relacionarlos con el orden municipal que tiene jurisdicción del total de las zonas alrededor del puerto.

- 2.- En el Diagnóstico - Pronóstico.- La ciudad y puerto al formar una sola unidad deben desarrollarse paralelamente por su indudable interdependencia, consecuentemente, las etapas de realización, las tendencias de crecimiento, las vialidades principales y las regionales (tanto carreteras como ferrocarril) y la delimitación del recinto portuario y áreas de reserva de ampliación y las de reserva ecológica se recomiendan planearlas y programarlas conjuntamente con el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población.

- 3.- Verificar el cumplimiento y orientación de las disposiciones de otros niveles de planeación que no son los urbanos, para compatibilizar los proyectos respectivos sobre y principalmente:

- Programa Nacional de Comunicaciones y Transporte
- Programa Nacional de Desarrollo Urbano

- Programa Nacional de Turismo (cuando el puerto tenga estas actividades junto con la propia ciudad)
- Sistema Alimentario Mexicano (para actividades pesqueras y el comercio exterior de importación-exportación de cereales y otros alimentos).
- Programa Estatal de Desarrollo Urbano
- Otros Programas o Planes Sectoriales o Nacionales que en el caso específico de un puerto, se relacione con actividades que se realicen o puedan realizar.

4.- En los Objetivos del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población.- Ordenar el Desarrollo Urbano en forma paralela, especialmente en lo relativo a la regulación de las zonas aptas para el crecimiento y los límites del centro de población (En su caso de los centros de población).

5.- En la Estrategia General del Desarrollo.- Se recomienda prever el impacto portuario en el centro de población conjuntamente con los responsables a nivel municipal y su caso estatal; relacionado directamente con: vialidades regionales, estaciones o terminales de transporte terrestre, áreas industriales y las propias áreas urbanas relacionadas con el puerto. Dentro de este capítulo es necesario la determinación de las áreas de reserva ecológica y parques naturales (terrestres y marítimos) para su legislación y resguardo.

6.- En los destinos y equipamiento del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población.- Planear y realizar coordinadamente el sistema vial regional conectado con el urbano y específicamente con conexiones libramientos o vialidad auxiliar que haga fluido el acceso al puerto determinando a la vez la jerarquización regional, primaria y secundarias colindantes al puerto.

- Compatibilizar, cuando se requiera las redes de infraestructura de agua (diversos tipos), energía eléctrica, drenajes (plantas de tratamiento y recirculación), y de tratamiento de desechos, (recirculación y aprovechamiento) con las urbanas.
- Apoyo a la recreación, creando áreas limítrofes del puerto de tipo "Reserva Ecológica", arborizada convenientemente, que se puedan utilizar por los habitantes del centro de población (fuera del recinto portuario) y cuando sea posible promover y coadyuvar a la creación de actividades de recreación marítimo-portuarias (paseos, pesca deportiva, acuarios etc) para el servicio de la ciudad.

7.- En el detalle de los proyectos de uso del suelo y su reglamentación.- Participar con las autoridades urbanas para fijar las zonas de habitación (especialmente para los trabajadores portuarios), industriales, las mencionadas de reserva ecológica, de recreación y de la ubicación de subcentros urbanos que contengan equipamiento para las personas que laboran en el puerto (comerciales, administrativos, bursátiles, etc.).

8.- Imagen Urbana.- Se recomienda participar relacionados directamente con el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población

En establecer los lineamientos necesarios de diseño urbano para que los elementos del paisaje costero-marítimo y los arquitectónicos y de ingeniería del puerto logren una imagen armónica adecuada que evite afectar el valioso patrimonio de las costas del país a nivel de cada ciudad-puerto.

9.- Participar en la elaboración y actualización periódica de los Planes de Desarrollo Urbano del Centro de Población, por parte de autoridades y empresas portuarias a fin de lograr concertar acciones urbano-portuarias que fortalezcan el desarrollo de la ciudad-puerto en la formulación y corresponsabilidad de los programas prioritarios.

8.2 Recomendaciones sobre zonas industriales, áreas ecológicas y a c c e s o s generales al puerto

Las zonas industriales o conexas al puerto (fuera del recinto portuario) deben condicionarse:

- Lo más cercanas posible para evitar transporte costoso al puerto o desde el puerto
- Conexión directa, preferiblemente sin cruzar vías primarias, al y del puerto, conectándose a las vías regionales, tanto carreteras como de ferrocarriles.
- Cuidar su localización con relación al viento para evitar contaminación, especialmente hacia el área urbana. (Ver figura 8.1).

Áreas de Reserva Ecológica

Se recomienda rodear el puerto con superficies arboladas

De un mínimo de ancho de 50 m cuya utilidad consiste en: aislar la actividad portuaria con áreas que puedan servir de recreación a la población urbana y que coadyuven a evitar la contaminación de aire, tierra y ruidos, y a la vez que con ellas se forme un ambiente físico adecuado para el trabajo portuario, (ver figura 8.1).

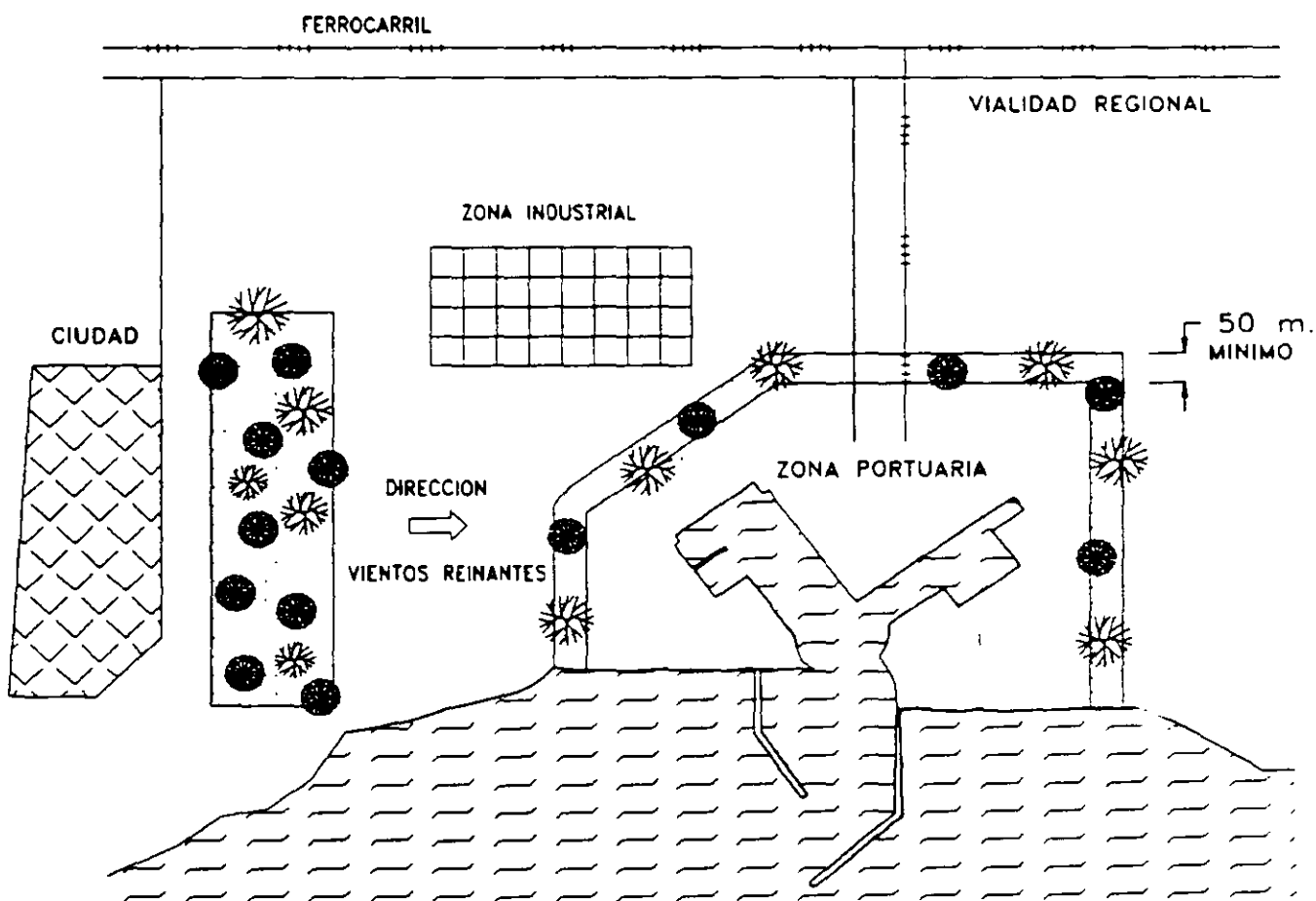


Figura 8.1 Zonas Industriales y áreas de reserva ecológica conexas al puerto

Cuando la extensión de los terrenos lo permitan estas áreas ecológicas pueden aumentar a 150 m preferentemente, con lo cual se podrán utilizar como parques regionales y urbanos en coordinación con el centro de población y sus autoridades municipales.

Accesos Generales del Puerto (Puertos principales)

La conexión a la vialidad regional se recomienda de una sección de 3 carriles en cada sentido divididos por un camellón de ancho de 12 m donde se pueda ubicar una ciclopista y permita retornar a los trailers, complementado con banquetas de 3.20 m en cada lado dotadas de arborización; lo propuesto suma un ancho de 40 m. (ver figura 8.2)

El acceso principal del puerto de autotransportes se recomienda con puertas o barreras de dos carriles (7.20 m.) y preferiblemente de los tres carriles (10.80 m).

Es necesario, independientemente de poder retornar antes del acceso del puerto (radio de giro $R_g = 14$ m. máximo, por lo que la sección de 40 m es amplia) el contar con un área para estacionamiento de vehículos (zona A) y otra de receso de la circulación con objeto de poder parar los transportes o también los autobuses urbanos (por tiempo corto) y es la zona B. (Ver figura 8.2).

El acceso de ferrocarril se recomienda para dos vías con un ancho de 9.6 m.

Para puertos cuyo flujo de vehículos no sea muy importante

La conexión a la vialidad regional se recomienda de un mínimo de 2 carriles en cada sentido divididos por un camellón de 6.00 m (incluyendo la ciclopista) que se pueda ampliar en las zonas de retornos para lograr el radio de giro de 15 m.

Esta propuesta, conservando las banquetas de 3.20 m. suma un ancho de 26.80 m = 27 m

El acceso principal de auto transporte del puerto se recomienda mínimo de un carril de 3.50 m. con puertas o barreras de este ancho

También en este tipo de puerto es necesario que se prevea el receso y estacionamiento de vehículos antes del acceso principal, a semejanza de los puertos principales con menores dimensiones.

El acceso de ferrocarril se recomienda de una sola vía con el ancho necesario de 4.80 m.

CAPITULO 8 RECOMENDACIONES SOBRE USO DEL SUELO, VIALIDAD Y ASPECTOS URBANO PORTUARIOS

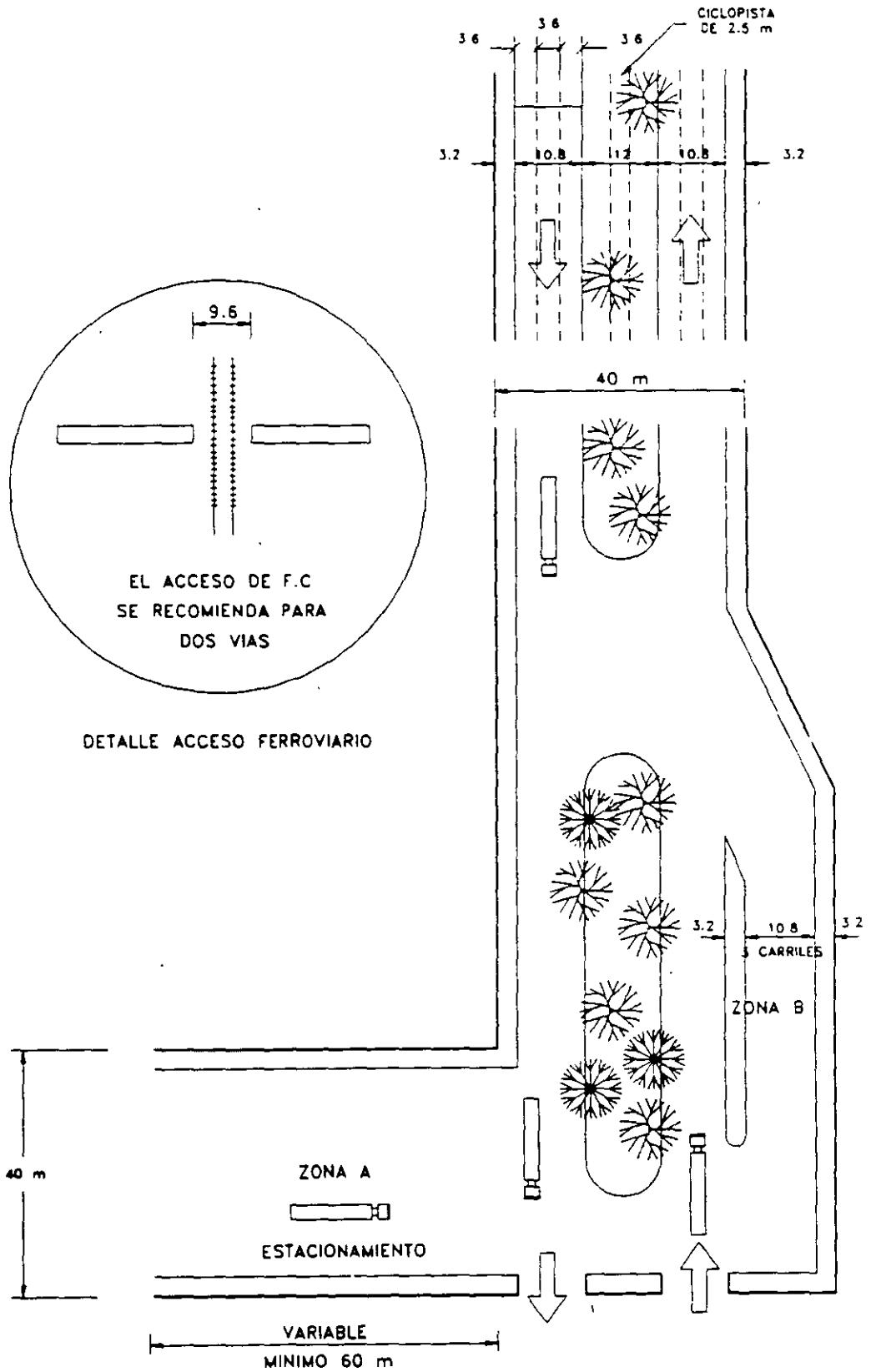


Figura 8.2 Accesos generales del puerto

CAPITULO 9

RECOMENDACIONES SOBRE IMPACTO AMBIENTAL

9.1 Antecedentes

Los estudios de impacto ambiental forman parte esencial de los estudios de planeación de puertos y deben quedar integrados a las partes que constituyen la evaluación, planeación, implementación del diseño y operación del mismo.

El efecto de los impactos ecológicos y sociales en cualesquier tipo de obra está legislado en nuestro país y corresponde a la SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA su normatividad y control.

En nuestro país, en el Diario Oficial de la Federación del 28 de noviembre de 1988, se publica la LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE, la que establece claramente las bases para:

- I. Definir los principios de política ecológica general y regular los instrumentos para su aplicación;
- II. El ordenamiento ecológico;
- III. La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
- IV. La protección de las áreas naturales, la flora y fauna silvestres y acuáticas;
- V. El aprovechamiento racional de los elementos naturales de manera que sea compatible la obtención de beneficios económicos con el equilibrio de los ecosistemas;
- VI. La prevención y control de la contaminación del aire, agua, suelo;
- VII. La concurrencia del gobierno federal, de las entidades federativas y de los municipios, en la materia, y
- VIII. La coordinación entre las diversas dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, así como la participación corresponsable de la sociedad, en las materias de ordenamiento

El esquema de planeación ambiental del país ha establecido la aplicación sistemática del procedimiento de Impacto Ambiental como proyecto estratégico prioritario del Subsector Ecología, siendo éste un instrumento preventivo del deterioro significativo de la calidad del medio ambiente, que permite reforzar las acciones de control y mitigación de los impactos adversos previsibles en el medio, desde su etapa de planeación o de proyecto.

Así el procedimiento de impacto ambiental, establecido por la SEDUE, constituye una herramienta de planeación que, aunada a la participación de la comunidad garantiza la protección del medio ambiente.

El procedimiento de Impacto Ambiental establece las bases técnicas y administrativas para lograr su aplicación sistemática.

Por su naturaleza este procedimiento debe tener vigencia a nivel nacional.

La aplicación de este procedimiento debe realizarse en forma paralela a la evolución del proyecto, iniciando cuando este se encuentre en su fase de planeación, para que no se obstaculice o demore su ejecución. De hecho este procedimiento marca una ruta que facilita la toma de decisiones y evita contratiempos, así como preve un aprovechamiento óptimo de los recursos a mediano y largo plazo.

Este procedimiento trata de evitar impactos negativos en el ambiente así como reorientar con criterios de costo beneficio, las inversiones tanto públicas como privadas y elevar la calidad de vida de la población.

9.2 Estructura operacional del procedimiento de impacto ambiental

La ley define al impacto ambiental como la alteración del ambiente ocasionada por el hombre y la naturaleza.

En consecuencia el procedimiento de impacto ambiental contempla el cumplimiento o logro de los siguientes objetivos:

- Ordenar las actividades productivas entre sí y estas con el ambiente de manera que se logre el mínimo deterioro.
- Anticipar los impactos ambientales adversos de un proyecto y llenar los mecanismos técnicos para evitarlos o por lo menos disminuirlos.

-
- Generar los elementos para que el responsable y la autoridad competente elijan la alternativa de un proyecto que represente el mínimo costo ambiental.

La herramienta básica para la consecución de estos objetivos, es la manifestación de impacto ambiental.

En el caso de obras o actividades en las que se considere que el impacto ambiental no causará desequilibrio ecológico, ni rebasará los límites y condiciones señaladas en los reglamentos y normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación, antes de dar inicio a la obra o actividad de que se trate podrá presentarse a la SEDUE un INFORME PREVENTIVO.

Este informe proporciona las características generales del proyecto y permitirá a la SEDUE, después de ser analizado, si este procede o no y si es necesario la presentación de una MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

Cabe destacar que la profundidad de estos documentos depende de la magnitud y alcance del proyecto en cuestión, y también de las características naturales del lugar donde han de desarrollarse.

Los diferentes niveles de profundidad de los estudios de impacto ambiental a los que se hace mención son:

- Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad General
- Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Intermedia
- Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Específica

La elaboración y presentación de estos documentos es exclusiva responsabilidad del proponente, y su descripción detallada y temario que deben comprender, se encuentran contenidas en las Gacetas Ecológicas Vol I, Nos. 3 y 4, publicadas por la SEDUE en Septiembre de 1989

El procedimiento así descrito, permite evaluar la interacción medio ambiente-proyecto lo que a su vez aporta los criterios necesarios para optar por aquella alternativa que evite los costos ambientales al máximo.

La SEDUE ha planteado una estructura técnico administrativa que garantiza el cumplimiento de los objetivos del procedimiento de impacto ambiental. Esta estructura cubre tres grandes apartados:

- Identificación
- Evaluación
- Supervisión

La Identificación requiere de la recopilación y análisis de la información relativa a planes y proyectos de desarrollo.

Esta fase hace necesario contar con las normas que apliquen para el caso, requiriéndose de un sistema de registro cuya actualización debe garantizarse.

La Evaluación es la etapa en la que el procedimiento de impacto ambiental genera sus primeros resultados, ya que los documentos de impacto ambiental presentados son evaluados con el fin de identificar aquellas acciones con efectos significativos sobre el ambiente e incluir las medidas que garantizan la prevención.

El Dictamen es el documento oficial resolutivo y constituye el compromiso que contrae el proponente ante la SEDUE para la instrumentación del plan o proyecto en cuestión en apego a lo manifestado.

La Supervisión es la etapa del procedimiento que representa la garantía del cumplimiento de lo manifestado por parte del responsable, así como de la verificación de las medidas aportadas para prevenir o controlar los efectos negativos de un desarrollo.

Por lo tanto, la Supervisión fundamenta sus acciones en las medidas de protección ambiental propuestas en el documento de impacto ambiental, así como los términos del dictamen.

Apartir de la problemática ambiental generada por la realización de grandes procesos de desarrollo de los distintos sectores, se ha hecho necesario que las autoridades replantearan las medidas y estrategias de prevención y control ambiental, derivando en una serie de normas y criterios técnico-administrativos para proteger el medio ambiente.

A pesar de lo anterior las normas se han aplicado en un carácter correctivo y no preventivo como fue su fin al momento de su elaboración. Por lo anterior es necesario la formulación de estrategias y criterios de compensación, generación o restauración para los casos en que los planes estén en etapas avanzadas, así como procedimientos que permitan prevenir un deterioro del medio en los proyectos en fase de planeación.

Cuando se planea a partir del ordenamiento ecológico del territorio y la evaluación de los impactos ambientales de los proyectos a desarrollar, se obtiene una de las mejores herramientas en la prevención, dando resultados menos costosos que en la ejecución de acciones correctivas.

El ordenamiento del territorio es una herramienta diseñada para facilitar la toma de decisiones referidas a la selección más viable para el aprovechamiento de los recursos naturales, no sólo desde el punto de vista de los medios biótico y abiótico, sino también del socioeconómico y político. Este no debe ser un proceso cerrado siendo necesario enfrentar el cambio de circunstancias con el propósito de dar soluciones viables y oportunas.

Definir esquemas para el uso del suelo es la premisa más importante del ordenamiento ecológico; con ello se pretende compatibilizar los programas de desarrollo, lo que coadyuva en gran medida a la definición de dichos esquemas.

Como resultado de lo anterior, se espera evitar los usos antagónicos del suelo minimizando los riesgos ambientales derivados de una deficiente planeación.

Un estudio de impacto ambiental contempla alternativas para un desarrollo armónico de los recursos, así como un análisis del costo-beneficio enfatizando en los riesgos ambientales.

La dicotomía entre las distintas actividades que pueden concurrir en una zona, da como resultado un aumento exponencial en los niveles de riesgo inherentes a esas actividades (interacción urbano-industrial). Entre los costos ambientales más elevados están los accidentes, que son mayores cuando se carece de esquemas de zonificación y espaciamiento.

Si es claro que el riesgo es un factor que no se puede controlar totalmente, se pueden minimizar en gran medida cuando se le identifica oportunamente y si se programan acciones de prevención o control, el riesgo es menor.

A lo largo del país persiste un elevado riesgo en virtud de la existencia de múltiples actividades industriales en vecindad con asentamientos.

El procedimiento de impacto ambiental contempla la instrumentación de acciones de carácter preventivo, donde el riesgo por accidentes se evalúa cuidadosamente con el propósito de incorporar aquellos elementos que garanticen beneficio a la sociedad.

Entre los factores básicos que determinan la potencialidad de los riesgos, podemos mencionar una localización inadecuada de la industria y la instrumentación de procesos que conllevan la utilización de sustancias

peligrosas (tóxicas, corrosivas, explosivas, inflamables, etc.), que requieren control para su almacenamiento, conducción, procesamiento y transporte.

9.3 Técnicas de identificación de impactos ambientales

Para realizar el análisis de impacto ambiental, se han desarrollado técnicas dinámicas, basadas en mayor o menor grado en diagramas sistémicos que aportan una organización visual de la información ecológica mediante la unión de los componentes del ecosistema.

Los datos de partida del análisis implican una descripción y conocimiento del medio natural y socioeconómico, el cual lo podemos integrar de la siguiente manera:

- Medio Abiótico
- Medio Biótico
- Medio Humano

El medio abiótico es aquel que queda definido por los rasgos físicos y lo integran entre otros, los siguientes.

1. **Climatología**, en donde se incluye el tipo de clima de acuerdo con la clasificación de Koppen modificada ya por E. García para la República Mexicana.
 - Temperaturas (medias)
 - Precipitación, media anual
 - Otros fenómenos como la evaporación, nubosidad, días con niebla, etc.
 - Fenómenos especiales como el caso de huracanes y tormentas tropicales, etc.
 - Condiciones de calidad de aire y capa de mezclado en caso de conocerse.

2. **Geomorfología y Geología**, en donde se deberá dar características generales, los rasgos de los suelos subsuelos del área en estudio deberá incluir.
 - Geomorfología General
 - Orografía
 - Susceptibilidad de la zona a fenómenos sísmicos, deslizamientos, derrumbes, actividad volcánica, etc.

-
3. Suelos, que implica el conocimiento y clasificación de acuerdo con la FAO y su capacidad de saturación.
 4. Hidrología que implica el conocimiento de las ríos o corrientes superficiales y obras relativas en la zona de entrada como son:
 - Aforos de ríos y arroyos
 - Embalses y cuerpos de agua
 - Drenaje subterráneo
 - Extracción en pozos
 5. Oceanografía, que permite el conocimiento de las características y condiciones del mar, cuando la obra está ubicada en el, incluyendo principalmente.
 - Topohidrografía de la zona de estudio
 - Oleajes normales y extremales
 - Dinámica litoral
 - Corrientes masivas
 - Mareas Astronómicas y de Tormenta
 - Temperaturas y Salinidad

El medio Biótico se refiere al conjunto de seres vivos que se encuentran en la zona de estudio y queda integrado genericamente por la flora y fauna.

1. Flora
 - Tipo de vegetación en la zona
 - Asociaciones vegetacionales y distribución
 - Especies de interés comercial
 - Vegetación endémica y/o peligro de extinción.
2. Fauna
 - Tipo de oficina característica de la zona
 - Especies de interés comercial
 - Especies de interés cinegético
 - Especies amenazadas o en peligro de extinción
3. Ecosistema y Paisaje

Este tercer punto es de gran importancia, ya que liga la interrelación entre el medio biótico con el abiótico y que aunque guardan una independencia relativa tienen una afinidad considerable .

Es fundamental conocer si las obras o actividades a desarrollar podrán afectar el ecosistema y/o paisaje.

El medio humano se refiere en particular a las características y condiciones sociales, culturales y económicas en que se desarrolla la población en la zona del proyecto.

Los principales aspectos a considerar:

1. Población.- sus datos principales como son: grupos étnicos, población económicamente activa, niveles de empresa y salarios, etc.
2. Servicios, que incluye entre otros a: medios de comunicación, medios de transporte, servicios de población de infraestructura (agua, drenaje, electricidad, teléfonos), servicios de equipamiento urbano como son: escuelas, hospitales, mercados, vivienda y zonas recreativas.
3. Actividad que desarrolla la población en la zona, como: agricultura, ganadería, pesca, industriales, etc.
4. Tipo de economía que tiene la región y la que tendrá cuando se desarrolle el proyecto.
5. Cambios Sociales y económicos que se darán por el establecimiento del proyecto en la fase de construcción y operación del mismo.

Dentro de las técnicas de identificación de impactos ambientales recomendables, se mencionan a continuación las que tienen mayor aplicación a nuestro campo:

- Listas de chequeo
- Matriz de Leopold
- Sistema Cuantitativo Global.

Las listas de chequeo constituyen un método simple de interrelación causa-efecto y se utilizan en evaluaciones preliminares. Al listado se suele acompañar de un informe que describe detalladamente las posibles variaciones de cada uno de los factores ambientales considerados y una estimación de su importancia para el caso considerado.

En la figura 9.1 se muestra a manera de ejemplo una lista de éste tipo.

La matriz de Leopold correlaciona 100 posibles acciones de proyecto versus 88 elementos humanos y ambientales. En la figura 9.2 se muestran algunos de los elementos considerados.

Para calificar los niveles de impacto, se sugiere utilizar una escala de 10 puntos, los cuales pueden ser positivos o negativos. Se sugiere también que la calificación de impactos sea realizada en forma separada por magnitud

importancia para cada impacto, según se muestra en la fig 9.3

La magnitud se define como el grado, extensividad o escala del impacto y la importancia es el significado que tiene dicho impacto en el ser humano.

La calificación de la importancia es un proceso normativo o evaluativo mientras que la calificación de la magnitud puede ser objetiva o empírica.

Cuando las matrices contienen muchas celdas, el resultado total es complejo y difícil de estimar, por lo que se acostumbra a resumir los diferentes resultados de varias celdas combinándolas en forma de suma, o algunas veces ponderando los resultados para llegar a un resultado neto, denominado Gran Índice.

Hasta ahora podemos decir que las dos técnicas de evaluación discutidas contienen aspectos de juicio subjetivos, los cuales para la toma de decisiones, no permiten observar claramente cuál sería la mejor alternativa de un proyecto desde el punto de vista de impacto ambiental.

Por ese motivo, y para realizar evaluaciones más explícitas, existen otros métodos como el que se describe a continuación

El Sistema Cualitativo Global, es una de las técnicas de ponderación presentadas por Whitman et al. (1971).

Este sistema considera en su concepción básica, la medición del impacto ambiental de las acciones ejercidas en 78 componentes ambientales, convirtiendo estos valores a unidades comunes usando escalares, pondera los impactos escalados por valores de importancia y suma los productos para calcular un Gran Índice. En la figura 9.4 se muestran los parámetros ambientales utilizados en éste método y sus pesos relativos e importancia.

La novedad de éste método es el uso de escalares para convertir las mediciones ambientales en unidades comunes, según se indicó anteriormente. En éste caso las unidades comunes quedan comprendidas dentro de un intervalo de escala de 0 a 1, denominado índice de calidad ambiental. Las curvas que se usan para transformar mediciones de sus unidades originales a las de calidad ambiental se llaman escalares o funciones valor. En la figura 9.5 se muestran algunos ejemplos de escalares obtenidos por el Water Resources Research y reeditado por Dee et al. (1973)

9.4 Modelo de análisis para un desarrollo portuario

Para entender claramente una metodología que aplique a los desarrollos portuarios, se incluye a continuación una serie de diagramas de bloques que por sí solos explican los diferentes pasos a seguir.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	RECREACION				RESIDENCIAL				ECOLOGIA GRAL				INDUSTRIA					
ESTRUCTURA OFFSHORE																		
Monoboya																		
Pilotes y Muelles										/								
Isla Artificial	/									/					/	/		
Pompeolas		/																
Amarres y Anclajes															/			
OP. TERMINAL Y BARCO																		
Manejo de Petróleo																		
Operaciones Barco																		
Facilidades de Operación																		
Derrame de Petróleo																		
FACILIDADES TRANSFER																		
Muelle/Tubo																		
Tubería Submarina																		
Tubería Terrestre																		
Autos Tanque																		
ALMACENAMIENTO																		
Almacenamiento Subt.																		
Almacenamiento Terrestre																		
PROCESO																		
Refinerías																		
Petroquímicos																		
Desarrollo Secundario																		

- 1 Barco
- 2 Contacto con agua
- 3 Residencial
- 4 Costa/tierra
- 5 Salud y Seguridad
- 6 Abast Agua Potable
- 7 Calidad del Aire
- 8 Calidad del Agua
- 9 Estética
- 10 Moluscos
- 11 Escama
- 12 Areas Inundables
- 13 Vida Salvaje
- 14 Unico
- 15 Industria
- 16 Agricultura
- 17 Base Terrestre
- 18 Marina

FIGURA 9.1 LISTA DE CHEQUEO, QUE FORMA UNA MATRIZ DE CAUSA Y EFECTO

- 1o. Checar cada columna que corresponda a una acción asociada con un proyecto particular.
- 2o. Para cada columna se examinan los impactos y se especifican la magnitud e importancia de acuerdo a una escala de índices similar a la forma indicada en la fig. 9.3

ACCIONES

ELEMENTOS	CALIDAD AIRE	3 2	5 1	+4 4
	VEGETACION	2 8	4 6	+3 5
	VIDA SILVESTRE	5 10	4 9	+1 8
				98

FIG 9.3 MATRIZ EJEMPLO EN DONDE SE MUESTRA LA CALIFICACION DE 'MAGNITUD' EN LA CELDA SUPERIOR IZQUIERDA, LA CALIFICACION DE 'IMPORTANCIA' EN LA CELDA INFERIOR DERECHA, LOS EFECTOS BENEFICOS SE MUESTRAN CON '+' Y LOS EFECTOS ADVERSOS NO TIENEN SIGNO. LA CALIFICACION TOTAL O GRAN INDICE EN EL EXTREMO INFERIOR DERECHO.

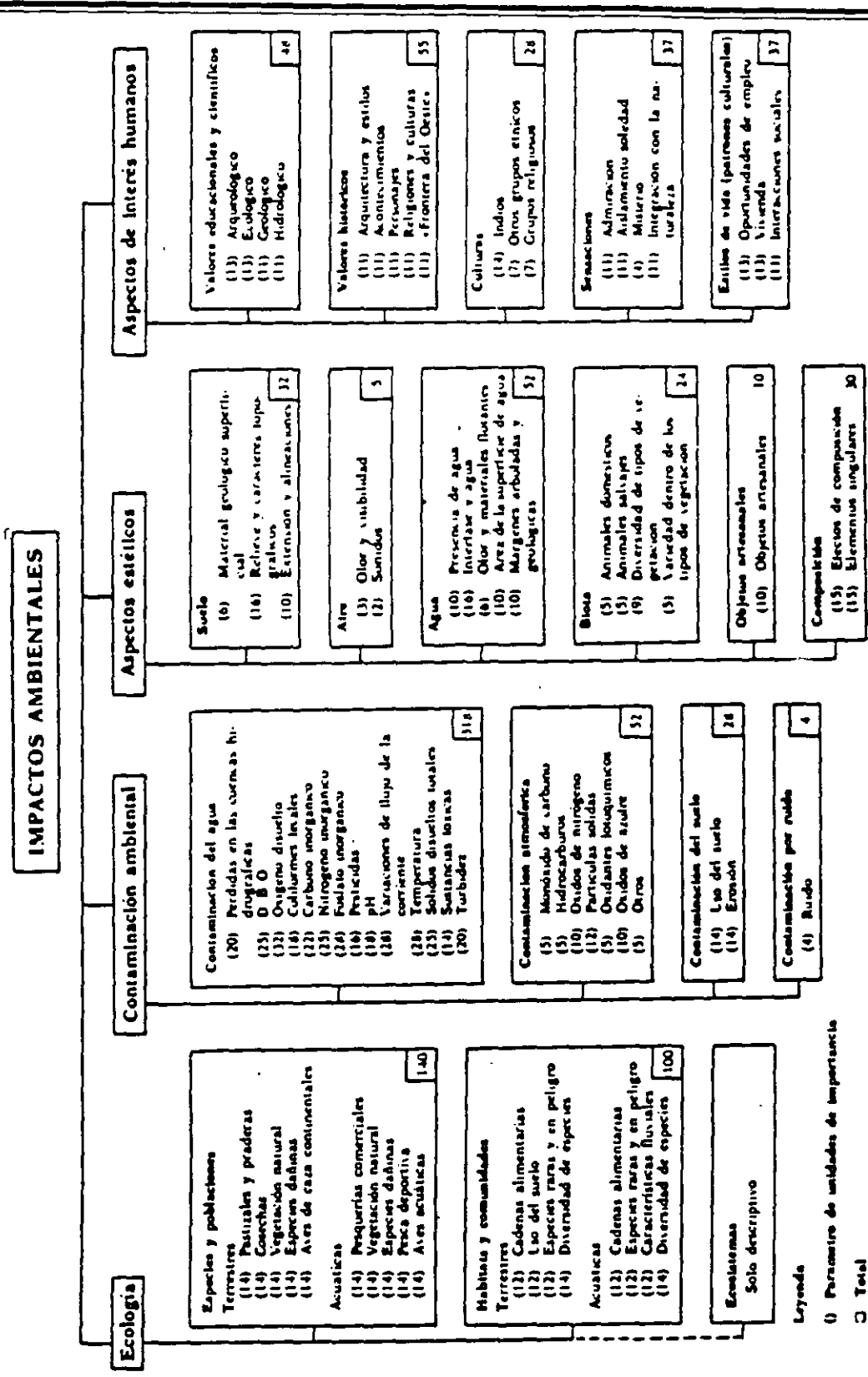


FIGURA 9.4 PARAMETROS AMBIENTALES CONSIDERADOS EN EL SISTEMA CUALITATIVO GLOBAL

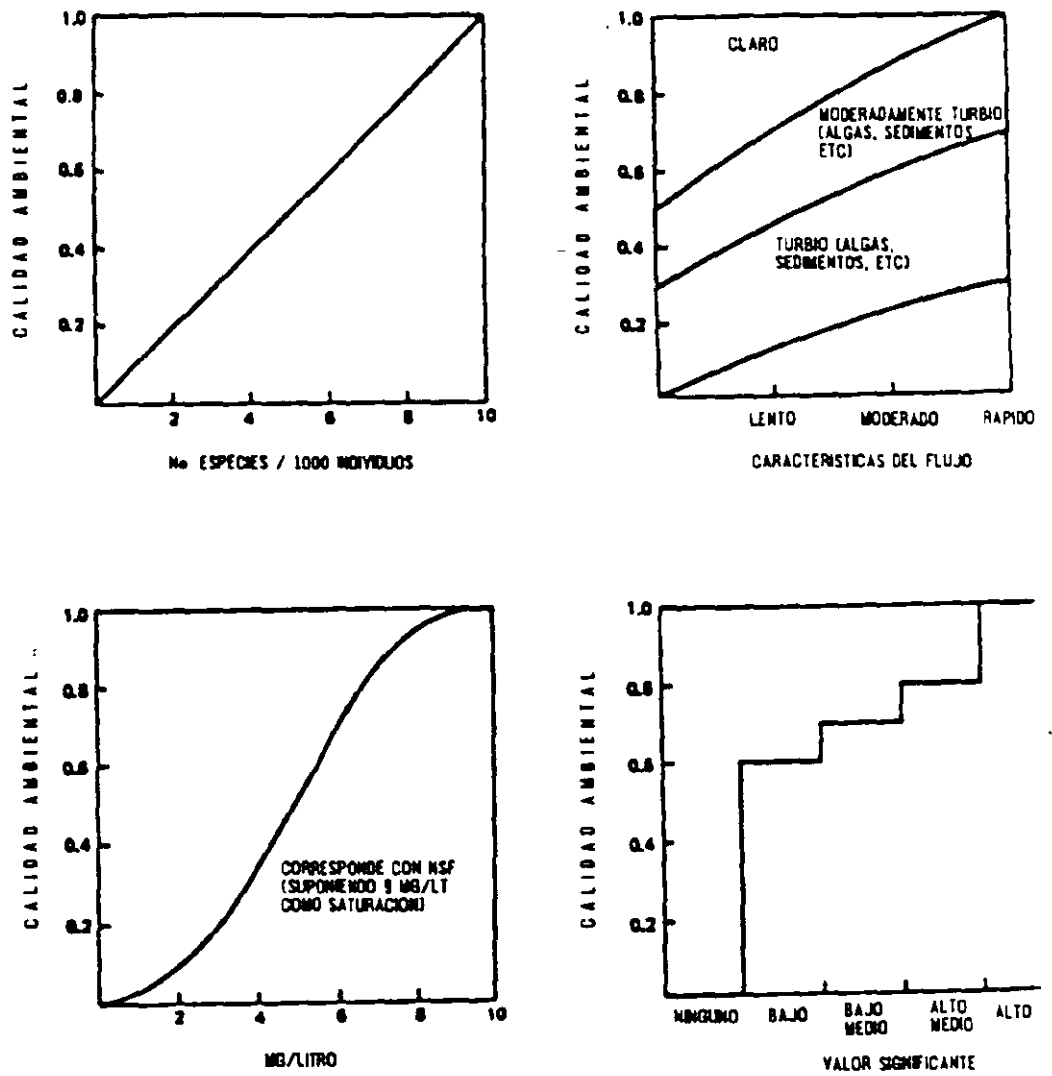


FIGURA 9.5 EJEMPLOS DE ESCALARES USADOS EN LA CONVERSION DE CALIFICACIONES A INDICE DE CALIDAD AMBIENTAL

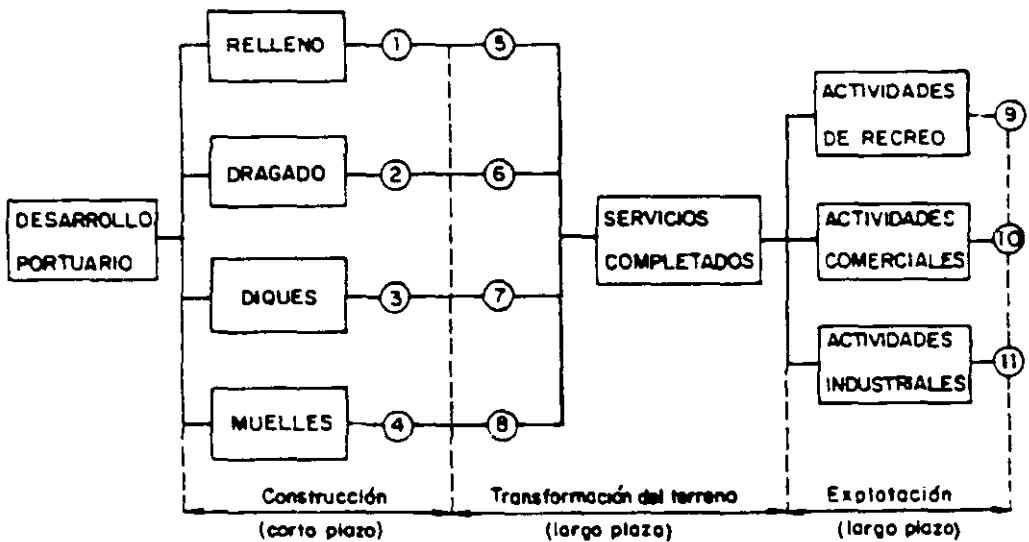


FIGURA 9.6 METODOLOGIA PARA UN DESARROLLO PORTUARIO

FASE	IMPACTOS		
	Nº DE IMPACTOS	POSITIVOS	NEGATIVOS
CONSTRUCCION	1	- Impactos económicos	- Aumento de turbidez - En la fauna de mar y tierra - Aumento de la delincuencia
	2		- Aumento de la turbidez - En la fauna de mar y tierra - Dragado de materiales - Delincuencia
	3		- Turbidez - Delincuencia
	4		- Congestión de tráfico - Ruido - Delincuencia
TRANSFORMACION DEL TERRENO	5	- Aumento terreno disponible - Creación de nuevos habitats y comunidades	- Extinción de fauna - Degradación del area - incidencia en la geomorfología litoral
	6	- Aumento de actividades marítimas - Nuevos habitats y comunidades	- Extinción de la fauna
	7	- Aumento actividades recreativas - Aumento de habitats marinos y de su alimentación	- Degradación calidad agua - Degradación entorno - incidencia geomorfológica del litoral
	8	- Aumento en conexión con actividades terrestres	- Degradación del entorno
EXPLOTACION	9	- Crecimiento económico - Desarrollo de nuevas actividades - Aumento valor propiedades - Disminución de cargas	- Degradación aire /mar - Ruido y vibracion - Congestión de tráfico - Degradación del entorno - Delincuencia
	10	- Aumento del valor de la fachada marítima	- Congestión de tráfico - Degradación del entorno - Delincuencia
	11	Idem	Idem

FIGURA 9.7 RESUMEN DE IMPACTOS EN LAS DIVERSAS FASES DE UN DESARROLLO PORTUARIO

GLOSARIO DE TERMINOS

Glosario de Términos

ACODERAR.- Dar una codera a un cable sobre la que está fondeada la nave o a otro objeto fijo cualquiera, para presentar el costado de aquella a un punto determinado.

ACTIVIDAD CONEXA.- Es aquella que proporciona algún servicio a la actividad pesquera en general, como son las distribuidoras de equipo e implementos de pesca, talleres de reparación, comercios, etc.

ALCANCE GEOGRAFICO.- Es la máxima distancia a la que un faro puede ser visto por un observador, en función de la curvatura de la tierra y la refracción atmosférica.

ALCANCE LUMINOSO.- Es la máxima distancia a la que puede ser vista una luz en función de su intensidad, el coeficiente de transmisión atmosférica y del umbral de iluminación del ojo del observador.

ANTEPUERTO.- Es el área de agua ubicada cerca de la entrada, generalmente es atravesado por el canal de acceso, su función es propiciar una expansión de la energía del oleaje que pasa por la bocana y dar servicio para maniobras o fondeo de las embarcaciones.

AREA DE ALMACENAMIENTO (Marina Seca).- Es el espacio de tierra destinado para guardar las embarcaciones en seco, pudiendo existir áreas de almacenamiento a cubierto o a intemperie, dependiendo de las necesidades y facilidades del puerto. Esta área deberá ser proyectada considerando el medio de varada con que se cuente, los medios de transporte interior, así como la disponibilidad de superficie, para alcanzar la máxima eficiencia.

AREA DE MANIOBRAS.- Es el área que tiene la función de permitir las maniobras de carga y descarga que se realizan en los muelles pesqueros.

ARQUEO BRUTO O TONELAJE DE REGISTRO BRUTO (T.R.B).- Es el volumen total de los espacios internos de la nave que sirven de alojamiento, bodegas y servicios de buque.

ARQUEO NETO O TONELAJE NETO DE REGISTRO (T.N.R).- Es el volumen del porte del buque destinado a la carga transportada.

ARQUEO.- Medida convencional para medir el volumen de la nave. La tonelada de arqueo o tonelada MOORSON equivale al volumen de 100 ft³ o 2.832 m³.

ARZADA (HEAVING).- Es el movimiento vertical del barco completo sin considerar ninguna inclinación.

ASTILLERO.- Lugar o sitio en un puerto destinado para la construcción de embarcaciones. Establecimiento marítimo donde las embarcaciones son equipadas, preparadas o se les proporciona servicio de mantenimiento; propiamente la función principal es la construcción de embarcaciones nuevas.

GLOSARIO DE TERMINOS

AVITUALLAMIENTO.- Es el suministro de todos aquellos insumos que requiere la embarcación y sus tripulantes para la realización de sus viajes.

BABOR.- Lado izquierdo de una embarcación mirando de popa a proa hacia el lado izquierdo de la nave.

BALANCEO (ROLLING).- Es el movimiento del barco alrededor de su eje longitudinal.

BALIZAS.- Son torres estructurales menores que las de los faros, y su función es la de hacerse notables de día y de noche mediante una señal luminosa fija y destellante. Operan automáticamente cuando son luminosas o acústicas.

BARCO.- Artefacto de madera, hierro o acero que flota en el agua y puede transportar personas o cosas también se le denomina con los sinónimos: Navío, buque o embarcación.

BASE NAUTICA.- Es una obra de varada y lanzamiento, consistente de rampa de botado, malacate, plataforma flotante, depósito de embarcaciones, estacionamiento de remolques y vehículos, locales de motores comerciales y de lubricantes.

BOCANA.- Es la entrada de mar abierto a la zona abrigada, puede ser natural o artificial, en cuyo caso estará limitada por rompeolas o escolleras debidamente señalizados.

BODEGA DE ARMADORES.- Son áreas destinadas exclusivamente para el almacenamiento de redes, elementos de reparación y equipo en general o la embarcación. Se construyen aledaños a los patios de reparaciones.

BOYAS.- Son flotadores sujetos por medio de una cadena o cable a un cuerpo que se afirma en el fondo, de tal manera que no cambien de posición, y que sirven para señalar un canal, bajo, roca, etc.

BUQUES DE CARGA GENERAL.- Son buques destinados al transporte de mercancía en general, comunmente llamados cargueros.

BUQUES FARO.- Son embarcaciones que contienen una estructura y se fondean en aguas poco profundas.

CABECEO (PITCHING).- Es el movimiento del barco alrededor de su eje transversal.

CABO.- Area de tierra relativamente extensa que penetra en el mar desde un continente o isla grande y que señala un cambio notable en la costa.

CALADO.- Es la distancia vertical medida, entre la línea de flotación y el borde inferior de la quilla.

CANAL DE NAVEGACION.- Es la zona navegable más importante del puerto, en ella el barco aún en movimiento pasa de mar abierto a la zona protegida y debe de realizar además la maniobra de parada.

CANALES SECUNDARIOS.- Son vías navegables dentro del puerto que permiten a las embarcaciones realizar su rutina de entrada o salida.

comunicando al canal de navegación principal con las distintas áreas que conforman el puerto.

CAPACIDAD DE ATRAQUE. Es el número de tramos de atraque que posee un muelle y que pueden ser utilizados simultáneamente.

CAPACIDAD DE CARGA.- Se define como toneladas de peso muerto (T.P.M)

CAPACIDAD DE OPERACION. Es el número de embarcaciones que un muelle está en posibilidad de atender en forma eficaz y fluida. Su magnitud depende de los parámetros operacionales de la flota, de los servicios así como de las características físicas de la instalación.

CAPACIDAD NOMINAL.- Es la capacidad representativa de acuerdo al eje de las ruedas y es una aproximación al potencial de carga del carro. Se denomina CAPY y se expresa en múltiplos de 500 kg. para todos en carros.

CAPTURA/VIAJE.- Es el volumen total de productos pesqueros que una embarcación captura en cada viaje de pesca.

CARGA MUERTA.- Es la suma del peso de todas y cada una de las partes estructurales del muelle.

CARGAS VIVAS MOVILES.- Son las producidas por el equipo que se utiliza sobre el muelle para el manejo de la carga.

CIABOGA.- Maniobra de una embarcación, consistente en bogar avante los remos de una banda y hacia atrás los de la otra. La misma maniobra en un barco, por medio del timón y la máquina.

COMPLEJO NAUTICO RESIDENCIAL.- Es un puerto recreativo cuya característica principal es que el área terrestre está constituida por lotes que integran la unidad habitacional, cuyo régimen de utilización es conjunta con la de los muelles, o servir como segunda residencia, en cuyo caso puede constituir el elemento clave del complejo, incluye además dársenas deportivas de servicio público.

CONGELADORAS.- Son industrias que someten a los productos pesqueros a bajas temperaturas para su conservación.

CONSIGNADOR.- El que consigna sus mercancías o naves a la orden de un corresponsal.

CONSIGNATARIO.- Persona a quien va encomendado el cargamento de un buque. Representante del armador de un buque, con respecto a su pasaje y carga.

CONTENEDOR.- Equipo de transporte suficientemente resistente para permitir su uso repetido, que facilite su traslado y transbordo por uno o varios modos de transporte sin necesidad de manipulación intermedia de la carga.

COSTA.- Franja de tierra de ancho indefinido (pudiendo ser de varios kilómetros) que se extiende desde la línea de playa hasta el primer cambio notable del terreno.

CRUCERO.- Es un buque de pasajeros que realiza recorridos tocando varios destinos de un sólo o varios países, cuenta con todos los servicios e instalaciones de un hotel flotante de gran categoría. El tamaño de estas embarcaciones varía de 100 hasta 3000 turistas.

DARSENA DE CIABOGA.- Es el área marítima dentro del puerto, donde los barcos hacen las maniobras de giro y revire con el fin de enfilarse hacia las distintas áreas del puerto; es la representación esquemática del círculo de evolución que sigue un barco en esta maniobra, puede o no estar incluida la maniobra de parada.

DARSENA DE MANIOBRAS.- Son las áreas dentro del puerto destinadas a las maniobras de preparación del barco para el acercamiento o despegue del muelle, se requieren áreas para tal fin en cada grupo de atraque, normalmente se realizan con ayuda de servicio de remolcadores, sin embargo la no existencia de este servicio resulta en dársenas muy grandes.

DARSENA DE SERVICIOS.- Son las áreas de agua contiguas a los muelles y las complementarias para permitir reparaciones a flote. Las áreas contiguas a los muelles son conocidas como dársenas de atraque normalmente dependen de la longitud del frente de atraque.

DARSENA DEPORTIVA.- Areas de agua abrigada que puede o no formar parte de un puerto, cuenta con servicios de ayuda a la navegación, amarre, rampa, mantenimiento, almacén en seco y algunos otros servicios para las embarcaciones y los usuarios; teléfono, recolección de basura, escuela de veleo, etc.

DARSENA.- Lugar resguardado del mar y el oleaje en los puertos, para abrigo o refugio de las naves.

DERIVA (SWAYING).- Es el movimiento del barco completo a lo largo de su eje transversal.

DESCARGA.- Es un servicio portuario y comprende la extracción de los productos de pesca de la bodega del barco, por medios manuales o mecánicos, para su traslado a la planta pesquera.

DESPLAZAMIENTO EN CARGA.- Es el peso del buque listo para navegar y con la máxima carga que puede transportar.

DESPLAZAMIENTO EN LASTRE.- Es el peso de la nave lista para navegar.- Incluye combustible, agua, lastre, etc. pero sin carga.

DESPLAZAMIENTO EN ROSCA.- Es el peso que se tiene al botar el buque al agua incluyendo al casco con accesorio, maquinaria, calderas, turbinas, lubricantes y agua.

DESPLAZAMIENTO.- Es el peso del volumen de agua desalojada por el barco en toneladas métricas.

DICTAMEN .- Es el documento oficial resolutivo y constituye el compromiso que contrae el proponente ante la SEDUE para la instrumentación del plan o proyecto en cuestión en apego a lo manifestado.

EMBALAJE DE TRANSPORTE.- Son los recipientes o receptáculos que reciben a la carga, la almacenan y protegen durante el traslado desde su origen hasta su destino, sin necesidades de manipular la mercancía en los transbordos.

EMBARCADERO.- Es el mayor número de instalaciones existentes en España y evolucionan posteriormente a dársenas deportivas o puertos deportivos, consisten en pequeños planos de agua abrigados con algunos puntos de amarre de embarcaciones y servicios como gasolina, rampa, agua, recepción de basura, etc.

ENLATADORAS.- Son industrias que someten el producto a un proceso mediante el cual se le envasa en recipientes de hoja de lata cerrados herméticamente y añadiendo previamente ingredientes naturales o artificiales para incrementar su valor alimenticio o su sabor.

EQUIPO DE TRANSBORDO.- Son las máquinas, instrumentos y herramientas que se usan en las terminales o estaciones para transferir la carga y/o su equipo de transporte de un medio o modo de transporte a otro.

ESCOLLERA.- Conjunto de obra y piedras o bloques echados al fondo del mar, para proteger en forma de dique, la entrada de un puerto, embarcadero, río, etc. contra el embate del oleaje.

ESLORA.- Máxima dimensión entre las caras externas de la proa y la popa.

ESPIGON.- Estructura construida para proteger una costa (usualmente perpendicular a la línea de costa) y que sirve para atrapar el transporte litoral o retardar la erosión de una costa.

ESTADIA EN PUERTO.- Es el tiempo que dedica la embarcación para realizar las maniobras de descarga de los productos pesqueros, su mantenimiento y reparaciones, avituallamiento y trámites para iniciar un nuevo viaje de pesca.

ESTRIBOR.- Costado derecho de la embarcación, mirando de popa a proa.

ESTUARIO.- Parte de un río que es afectado por las mareas, existiendo un mezclado del agua dulce del río y la salada del mar.

EVALUACION.- Es la etapa en la que el procedimiento de impacto ambiental genera sus primeros resultados ya que los documentos de impacto ambiental presentados son evaluados con el fin de indentificar aquellas acciones con efectos significativos sobre el ambiente e incluir las medidas que garanticen la prevención.

FABRICAS DE HARINA DE PESCADO.- Industrias que obtienen a partir de la precocción, prensado y óxido-reducción de las diversas especies. En este proceso se obtiene también aceite de pescado.

FABRICAS DE HIELO.- Industria básica que permite conservar los productos en las bodegas de los barcos durante los viajes de pesca, como para el manejo de los productos en las distintas etapas de su proceso y transporte.

FAROS.- Torre o estructura con luz en su parte superior, para que durante

la noche sirva de señal y aviso a los navegantes y de día la propia estructura cumpla con esta función.

FAUNA.- Población animal de una localidad o región.

FINGER.- Elemento móvil entre los cuales se introducen las embarcaciones deportivas, por lo general estas son amarradas de popa al muelle principal para facilitar el acceso del usuario a la misma.

FLORA.- Población vegetal de una localidad o región.

FLOTA PESQUERA EN OPERACION.- Es el conjunto de embarcaciones que operan en un puerto aún cuando no todas estén registradas en el mismo.

FLOTA PESQUERA REGISTRADA.- Es el conjunto de embarcaciones que tienen su registro original en un puerto base; es decir que han sido matriculados en dicho puerto.

FLOTA PESQUERA.- Es el conjunto de embarcaciones cuya función es extraer los productos del mar y transportarlos hasta su base de operación.

FONDEADERO.- Son áreas de agua que sirven para el anclaje, cuando los barcos tienen que esperar un lugar de atraque, el abordaje de tripulación y abastecimiento, inspección de cuarentena y algunas veces aligeramiento de carga; su localización debe ser estratégica, según la función que tenga que cumplir, aunque generalmente se ubican junto a los canales de navegación, sin que entorpezcan los movimientos de otros buques..

FRANCO BORDO.- Es la distancia vertical, medida en la sección maestra, entre la línea de flotación a plena carga y el nivel de la cubierta principal.

FRECUENCIA DE ARRIBOS.- Es el número de embarcaciones que arriban a un puerto por unidad de tiempo (generalmente por día) y que generan demanda de servicios.

GUIÑADA (YAWING).- Es el movimiento del barco alrededor de su eje vertical y es la más importante desde el punto de vista del dimensionamiento de las áreas de agua.

HINTERLAND.- Es la zona en la cual se consumen, producen o transforman productos que se mueven por el puerto.

IMPACTO AMBIENTAL.- Alteración del ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza.

INDUSTRIAS BASICAS.- Es el conjunto de instalaciones que de alguna manera realizan determinados procesos a los productos de la pesca, para posteriormente hacerlos llegar a manos del consumidor.

INDUSTRIAS CONEXAS.- Es el conjunto de instalaciones que sirven de apoyo a las industrias pesqueras básicas, así como también a la actividad pesquera en general; entre las más comunes se pueden mencionar las fábricas de envases de cartón de productos plásticos, fábricas de artículos e implementos de pesca, industria de la construcción y reparación naval, que está formada por los astilleros y varaderos.

INDUSTRIAS PESQUERAS.- Es el conjunto de instalaciones en tierra destinadas a transformar los productos pesqueros a productos que involucren un proceso industrial como el fileteado, congelado, cocido, enhielado, producción de harina, enlatado, módulos para seco salado.

LIMITE DE CARGA.- Es la carga máxima real de transporte de un carro, se determina restando la tara de la carga máxima permitida sobre cuatro ejes, de acuerdo al diámetro del eje.

LINEA DE PLISMOLL.- Es el diagrama grabado a costados del buque que muestran marcas que determinan el calado, en función de la densidad del agua por la que navega el buque, bajo condiciones de seguridad.

MALECON.- Muro perimetral que delimita a la dársena.

MANGA.- Es la máxima dimensión transversal del buque.

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.- Documento mediante el cual se da a conocer con base a estudios el impacto ambiental significativo y potencial de un proyecto y la forma de evitarlo o atenderlo en caso de que sea negativo. Existen diversos grados de detalle de estos estudios dependiendo de la importancia y magnitud de la obra y del medio natural que la rodea.

MANIOBRA.- Arte de dar a las embarcaciones todos sus movimientos. Facha hecha a bordo de un buque con sus aparejos.

MAREA.- Es el movimiento periódico y alternativo de ascenso y descenso de las aguas del mar debido a las fuerzas de atracción lunar y solar combinadas con la fuerza centrífuga y el efecto de coriolis causado por la rotación de la tierra.

MARINA.- Es el conjunto de obras y áreas de agua abrigadas para recibir las embarcaciones a vela y de motor que puedan llegar por tierra o mar. Cuenta con servicios e instalaciones tanto para el usuario como para la embarcación (por ley existen una serie de servicios mínimos que deben reunir) y también con desarrollo inmobiliario residencial o multifamiliar.

MASA HIDRODINAMICA.- Es el peso o masa de agua que rodea al casco de la embarcación.

MODOS DE TRANSPORTE.- Son los vehículos que impulsan o arrastran al equipo de transporte, teniendo la suficiente capacidad de espacio y potencia para transbordo de un lugar a otro sobre un mismo medio natural de desplazamiento.

MUELLES DE AVITUALLAMIENTO (Puertos Pesquero).- Instalaciones especiales que se utilizan para proveer de agua, hielo, viveres, etc. a las embarcaciones

MUELLES DE COMBUSTIBLE (Puertos Pesqueros).- Son instalaciones especializadas que se utilizan para abastecer de combustible y lubricantes a las embarcaciones; en tierra cuenta con ductos, bombas, medidores, tanques de almacenamiento, etc.

MUELLES DE DESCARGA. - (Puertos Pesqueros). - Son los utilizados para la descarga del producto pesquero y eventualmente usados para avituallamiento. Se localizan inmediatos a los centros de recepción o a las plantas de tratamiento.

MUELLES DE ESTADIA INACTIVA (Puertos Pesquero). - Son los utilizados para atracar embarcaciones inactivas u ociosas, se localizan en áreas de menor tráfico donde no interfieran con el resto de la flota.

MUELLES DE REPARACION Y MANTENIMIENTO A FLOTE (Puertos Pesqueros). - Son los tramos de atraque donde se efectúan reparaciones de máquinas, equipo electrónico y de pesca de las embarcaciones que no requieren el uso de varadero.

MUELLES DE USO PUBLICO (Puertos Pesqueros). - Son aquellos muelles que admiten la descarga y avituallamiento a cualquier embarcación que no tiene otra posibilidad de efectuar esas operaciones en otro muelle de uso exclusivo para alguna actividad o por razones de propiedad de alguna planta industrial.

NUMERO OPTIMO DE ATRAQUES. - Es el número de atraque que reduzcan el mínimo el costo anual por esperas de los barcos más el costo anual (equivalente) de atraques desocupados.

OBRAS DE ATRAQUE Y AMARRE. - Es el conjunto de elementos estructurales que forman un paramento vertical, con suficiente calado para el atraque de los buques y una superficie horizontal para el depósito de mercancías y el movimiento de los medios mecánicos terrestres.

OBRAS EXTERIORES. - Son obras que se construyen con la finalidad de proporcionar abrigo en forma artificial a un sitio en la costa donde existe un puerto o donde se pretende la construcción de uno.

OBRAS INTERIORES. - Dentro de estas se engloban todas aquellas que dan servicio a la embarcación y que no están sometidas directamente a la acción del mar.

OLEAJE. - Es la acción y efecto de formación de ondas que se desplazan en la superficie de las aguas por la acción de viento.

OPERACION PORTUARIA. - Es el conjunto de todas las operaciones necesarias para realizar el paso de la mercancía desde el transporte marítimo al transporte terrestre en un sentido u otro.

OPERATIVIDAD. - La operatividad de un puerto consiste en tener condiciones propicias de oleaje, viento y corrientes, de tal manera que las maniobras de navegación en canales y dársenas puedan ejecutarse.

PASARELA MARGINAL. - La disposición de esta estructura es paralela al malecón conectándose a tierra por medio de la escala o rampa móvil, puede ser fija o flotante.

PATIO DE REPARACIONES DE EQUIPO DE PESCA. - Es el área destinada para la reparación de redes y/o artes de pesca así como el equipo desmontable que posee el barco pesquero. Generalmente se construyen aledaños a los

muelles de reparaciones a flote o en los muelles de uso público.

PESO MUERTO.- Es el que se integra con el peso de la carga, combustible, agua, víveres, lubricantes, efectos de consumo y tripulación.

PIGGY BACK.- Se refiere al movimiento que sobre plataformas de ferrocarril, se hace de remolques que llevan llantas en la parte trasera y patín en la delantera para ser movidos por tractor, permitiendo la conexión con el autotransporte.

POPA.- Parte posterior de la nave donde se halla el timón.

PORTE BRUTO.- Es el peso capaz de transportar el buque

PORTE NETO.- Es el peso de la carga máxima transportada por el buque, y que paga su traslado

PORTE.- Es el peso de la carga que transporta el buque

PROA.- Parte delantera de la nave.

PUERTO DEPORTIVO.- Es idéntico que la marina, salvo que en este no existe el desarrollo inmobiliario.

PUERTO PESQUERO INDUSTRIAL.- Es aquel sitio que cuenta con instalaciones en tierra para transformar el producto de su estado natural a otro que involucre un proceso industrial como el fileteado, congelado, cocido, seco, salado u otro proceso.

PUERTO PESQUERO.- Es aquel sitio en el cual la actividad portuaria fundamental es la pesca y donde se establecen un gran número de pesquerías que aprovechan su frente de agua para realizar sus funciones de recepción (descarga), resguardo (almacenamiento), conservación y distribución del producto pesquero, debe estar provisto de obras, instalaciones y servicios en agua y tierra.

PUERTOTURISTICO.- Es un conjunto de obras e instalaciones sin desarrollos inmobiliarios, que tienen por objeto prestar servicios públicos a las embarcaciones de placer.

PUERTO.- Puerto es el conjunto de obras, instalaciones y organizaciones que permiten al hombre aprovechar un lugar de la costa más o menos favorable para realizar operaciones de intercambio de mercancía entre el trabajo terrestre y marítimo, añadiendo el embarque y desembarque de pasajeros.

PUERTOS ARTIFICIALES.- Son aquellos en los que es necesario construir las obras de protección (rompeolas), dragado y rellenos para las áreas terrestres que ocuparán las instalaciones, con la finalidad de proporcionar abrigo a un lugar desprotegido de la costa.

PUERTOS ESPECIALES.- Son aquellos que realizan movimientos de carga y descarga de un solo tipo, distinguiéndose los graneleros y de fluidos.

PUERTOS FLUVIALES.- Son aquellos localizados en la ribera de un río o en

la desembocadura de corrientes fluviales y que reciben el influjo de las mareas.

PUERTOS GENERALES Y ESPECIALES.- Son aquellos que estan en posibilidad de recibir embarcaciones de altura y operar el tráfico comercial internacional.

PUERTOS MARITIMOS.- Son aquellos situados en puntos geográficos de las costas como bahías y ensenadas en donde se tiene una influencia directa del mar, protegido en forma natural o artificial del oleaje, las corrientes marinas y el transporte litoral.

PUERTOS NATURALES.- Son aquellos en los que la conformación física de la costa proporciona una adecuada protección a las instalaciones portuarias de la acción de los fenómenos oceanográficos y meteorológicos, existiendo las profundidades suficientes que permiten la navegación de las embarcaciones, haciendose mínima la intervención del hombre para su habilitación.

PUNTAL.- Es la distancia vertical, medida en la sección maestra, entre la quilla y el nivel de cubierta principal.

RADAR.- Equipo electrónico que mediante la emisión de ondas radioeléctricas, determina en dirección, distancia y altura, la situación de las embarcaciones y de la costa.

RADIO-FAROS.- Es un sistema de estación cuya utilización exige tanto que existan en tierra las instalaciones correspondientes (ayudas a la navegación) como que el buque cuente con los receptores adecuados.

RAMPA DE BOTADO.- Elemento que sirve para intercambiar a las embarcaciones, para poner a flote o en tierra a las mismas y es un dispositivo que consiste en una superficie inclinada que partiendo de tierra penetra hasta el agua en la plantilla del canal o dársena y que permite que una embarcación montada en un remolque y empujado por un vehículo se deslice hacia el agua hasta que la embarcación quede a flote y por ello libre del remolque.

RAMPA MOVIL.- Son estructuras que sirven para ligar el malecón con la zona de atraque de las embarcaciones (muelles). Se compone principalmente de una plataforma antiderrapante, pasa manos y en el caso de servir a muelles flotantes utilizará articulaciones en los extremos a fin de trabajar con los niveles de marea.

RAMPA PRINCIPAL.- Es la plataforma longitudinal que conduce a los muelle de atraque, formando así la estructura llamada peine. Esta estructura puede ser fija o flotante; en el primer caso su cimentación será a base de pilotes o algún elemento estructural semejante en caso de ser flotante usa pilotes como guías y para la flotación usa pontones.

RANGO DE MAREA.- Es el punto fundamental para determinar los niveles máximos y mínimos que puede alcanzar el nivel del agua.

RECINTO PORTUARIO.- Se entiende por recinto portuario el área sujeta al régimen de los bienes del dominio marítimo, destinados el establecimiento

de las instalaciones y la prestación de los servicios a que se refiere la Ley de Vías Generales de Comunicaciones.

ROMPEOLAS. - Estructura que sirve para proteger una zona costera, puerto, fondeadero o dársena del oleaje.

SEÑALAMIENTO MARITIMO. - Es el conjunto de dispositivos óptimos, acústicos y electromagnéticos que situados en puntos estratégicos sirven para que la embarcación pueda situarse, orientarse o dirigirse a un lugar determinado, así como también para evitar peligros naturales.

SEÑALES ESPECIALES. - Son señales cuyo objeto principal no es ayudar a la navegación, sino indicar una zona especial o configuración mencionados en los documentos náuticos apropiados.

SEÑALES LUMINOSAS. - Constituyen al grupo más importante de señales para ayuda a la navegación que permiten determinar la posición del lugar donde se encuentre algún bajo, escollo, etc.

SEÑALES RADIOELECTRICAS. - Es un tipo de ayuda a la navegación, mediante la propagación de las ondas radioeléctricas.

SEÑALES SONORAS. - Señales cuya finalidad es avisar a los navegantes en tiempo de niebla, la proximidad de un peligro o de un punto determinado de la costa.

SISTEMA CONSOL. - Es una estación que consta de un solo transmisor, en la cual la antena esta compuesta por tres mástiles situados en línea recta, los extremos simétricos respecto al central, separado entre 5 y 6 metros.

SISTEMA DECCA. - Es un sistema hipérbolico de radionavegación que funciona en una frecuencia comprendida entre los 70 y 130 khz, en el que un par de estaciones fijas emiten, cada una sobre una armónica diferente de una misma frecuencia fundamental o frecuencia de comparación determinándose la línea de posición del receptor en función de la diferencia de fases obtenida.

SISTEMA LORAN. - Sistema de navegación americano que utiliza emisiones radio eléctricas de gran alcance en el que las hipérbolas o líneas de posición se determinan por la medida de la diferencia de tiempos de recepción de impulsos sincronizados emitidos por dos estaciones separadas por una distancia dada.

SISTEMA OMEGA. - Es un sistema hiperbólico o de navegación por comparación de fase de gran alcance compuesto por tres o más estaciones con emisiones sincronizadas.

SISTEMAS HIPERBOLICOS. - Es un sistema de estación, que para ser usada es necesario que el buque este equipado con un receptor especial y disponer de las cartas con las redes de hiperbolas especiales para cada sistema.

SLIP. - Es el espacio destinado entre fingers para el atraque de la embarcación. El espacio entre un par de finger puede ser para una o dos slips.

SQUAT. - Es el hundimiento aparente que experimenta el barco en movimiento y depende fundamentalmente de la velocidad, de la distancia entre la quilla

y el fondo del trim del barco, del área de la sección transversal del canal y de si el canal está localizado en una vía amplia o estrecha.

SUPERVISION.- Es la etapa del procesamiento que representa la garantía del cumplimiento de lo manifestado por parte del responsable, así como de la verificación de las medidas aportadas para prevenir o controlar los aspectos negativos de un desarrollo.

TARA.- Es un factor importante para transbordar la mercancía con todo y su vehículo cuando el peso muerto es relativamente bajo.

TRAMO DE ATRAQUE.- Es la longitud del muelle que ocupa o requiere una embarcación, para estar en posición de recibir algún servicio. Se representa físicamente por la eslora total del barco más una tolerancia del 15% que se adiciona para permitir maniobrar y evitar riesgos, (Puertos Pesqueros).

TRANSPORTE MULTIMODAL.- Es un servicio puerta a puerta, mediante el empleo de diversos modos de transporte, con un solo responsable en el traslado de la carga.

TRAVELIFT.- Sistema de varada que puede ser hasta de 250 tons. de capacidad y que, se desplaza hacia el agua sobre rieles cimentados sobre el fondo marino.

VAIVEN (Surging).- Es el movimiento longitudinal del barco y en realidad es importante para las amarras cuando el barco esta atracado, no se considera significativo para el diseño de las áreas de agua.

VARADERO.- Lugar donde varan las embarcaciones para limpiar sus fondos o componerlas.

VIAJE DE PESCA.- Es el tiempo que dedica una embarcación a las labores de navegación, localización, captura y transporte del producto hasta el puerto de desembarque.

VIAJES/TEMPORADA.- Es el número total de viajes de pesca que realiza una embarcación por temporada de pesca, si la temporada abarca un año regular se denominan viajes/año.

VIENTO DOMINANTE.- Dirección en la que el viento incide con velocidades máximas durante el período de observación.

VIENTO REINANTE.- Dirección en la que incide el viento con mayor frecuencia durante el período de observación.

VIENTO.- Corriente horizontal (o casi) de aire que circula con relativa proximidad a la superficie terrestre.

VIENTOS LOCALES.- Son los que influyen directamente para el diseño de los muelles (orientación), maniobras de los buques y en general, diseño y cálculo de obras interiores.

ZONAS COMERCIALES.- Son áreas que se localizan alejadas del frente de agua y en las cuales se establecen los centros comerciales como: ferreterías, talleres de artesanías, refaccionarias, etc.

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO 3

1. C.F.E. Instituto de Investigaciones de la industria eléctrica. "MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES". México. 1970
2. INEGI. "CARTAS DE CLIMAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA"
3. Pilot Chart. "SURFACE CURRENTS", Northeastern Pacific Ocean.
4. Sea and Swell Charts.
5. Secretaría de Marina. "ATLAS OCEANOGRAFICO DEL GOLFO DE MEXICO Y MAR CARIBE", 1974
6. Servicio Meteorológico. "REGISTROS MENSUALES DE VIENTOS LOCALES"
7. Servicio Meteorológico Nacional. "TRAYECTORIAS CICLONICAS 1967-1980, 1980-1985".
8. UNAM. Instituto de Geofísica. "TABLAS DE PREDICCIÓN DE MAREAS". 1990.

CAPITULO 4

1. "CURSO SOBRE PUERTOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS". Palma de Mallorca. Octubre 1982.
2. Del Moral Carroy Berenguer Pérez. "PLANIFICACION Y EXPORTACION DE PUERTOS INGENIERIA OCEANOGRAFIA Y DE COSTAS". 1980
3. M. Tognó Francisco. "FERROCARRILES". RSISA. 1972
4. ONU-UNCTAD. "REVIEW OF MARITIME TRANSPORT 1989.
5. ONU. "ASPECTOS TECNICOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE DE GRANDES CONTENEDORES". 1974
6. Pindter Vega Julio. "PLANEACION, ADMINISTRACION Y OPERACION PORTUARIA". Instalaciones para el manejo de carga Facultad de Ingeniería . de la UNAM.
7. "SEIBU RUBBER DOCK FENDER". Technical Edición. Seibu Polimer Checnical Co. LTD. 1978

8. FONATUR. "PROGRAMA, NACIONAL NAUTICO TURISTICO". Mercado de Cruceros. Vol. IV. 1990
9. Compiled for the AMRMD. "THE CAR AND LOCOMOTIVE CYCLOPEDIA OF AMERICAN PRACTICAS". edited for the AMRMD. 4th. edition
10. PIANC. Permanent International Association de Navigation Congres. Bulletin No. 71. 1990
11. "MARINE FENDER". Catalogo No. FOE-1
12. "TECHNICAL STANDARS FOR PORT AND HARBOUR FACILITIES". Japan. 1980
13. Roberto Bustamante. "ELEMENTOS DE OPERACION Y ADMINISTRACION PORTUARIA". Ingeniería Marítima. Ediciones TMSRL
14. Puertos Mexicanos. "CURSO CAPACITACION" . 1991
15. Fredenck Smerrit. "MANUAL DEL INGENIERO CIVIL". Mc. Graw Hill.
16. Catálogos, Folletos, Información Técnica de Diversos Fabricantes Nacionales y Extranjeros
17. "SISTEMAS DE TRANSPORTE SUECOS INTEGRADOS".
18. Periódico Puertos Mexicanos. SCT.

CAPITULO 5

1. "GRAIN TERMINAL"
2. John Wiley and Sons Inc., American Institute Of "ARCHITECTURAL GRAPHIC STANDARS" Nueva York . 1980
3. NEUPERT. "de proyecto en Arquitectura" Editorial Gustavo, 1980
4. ONU - UNCTAD, "DESARROLLO PORTUARIO MANUAL DE PLANIFICACION PARA LOS PAISES EN DESARROLLO", ONU, Nueva York 1980
5. P.I.A.N.C, Permanent International Association de Navigation Congres, Boletin No. 56 Anexo "PORTS OF ACCES MARITIMES POUR LA NAVIGATION COMMERCIALE, DEPECHE OF DE PLARSONCE" TERMINAL MARITIMA, CONTENEURS; ROULIERS, develo pements records. Belgique 1987

6. P.I.A.N.C, Permanent International Association de Navigation Congres, Boletin No. 71. "PORTS OF ACCES MARITIMES POUR LA NAVIGATION COMMERCIALE, DE PECHE OF DE PLARSONCE" TERMINAL MARITIMA, CONTENEURS; ROULIERS, develo pements records. "Containers Ship evolution"., Belgique 1990
7. P.I.A.N.C, Permanent International Association de Navigation Congres, Boletin No. 16. "PORTS OF ACCES MARITIMES POUR LA NAVIGATION COMMERCIALE, DE PECHE OF DE PLARSONCE" TERMINAL MARITIMA, CONTENEURS; ROULIERS, develo pements records. "Types de Terminal Petroliers. Belgique 1973
8. Robledo Lara Héctor y Coautores "COMPILACION SOBRE TERMINALES DE TRANSPORTE MARITIMO" División de Estudios de Posgrado, Facultad de Arquitectura, UNAM. 1990
9. SCT, Dirección General de Puertos y Marina Mercante. "MOVIMIENTO DE CARGA Y BUQUES", 1989
10. SEDUE, SAHOP Desarrollo Urbano "MANUAL PARA LA ELABORACION DE PLANOS DE DESARROLLO URBANO DE CENTROS DE POBLACION", 1981
11. T.I.C.T, Tokyo International Container Terminal "CONTAINERS TERMINAL". Turyo Japon 1980
12. UNAM, División de Estudios Superiores Escuela Nacional de Arquitectura., "INGENIERIA DE TRANSITO" México 1980

CAPITULO 6

1. División de Educación Continua Facultad de Ingeniería UNAM "DESARROLLO COSTERO". 1986
2. Instituto Politécnico Nacional. "SEMINARIO SOBRE PUERTOS" 1983
3. López Gutiérrez Héctor. "SISTEMA PORTUARIO" Facultad de Ingeniería UNAM. 1981
4. Manual de Planificación para los países en desarrollo. "DESARROLLO PORTUARIO". Segunda Edición Naciones Unidas 1984
5. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F.A.O). "PLANEACION DE PUERTOS PESQUEROS" Documentos técnicos sobre la pesca No. 123. Roma 1973

6. Secretaría De Pesca. "CRITERIOS TECNICOS PARA PROYECTOS DE PLANEACION DE PUERTOS INDUSTRIALES PESQUEROS"
7. Secretaría de Pesca. "MANUAL DE OPERACION PORTUARIA PESQUERA".
8. Secretaría de Pesca. "ANALISIS Y EVALUACION DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE DESCARGA UTILIZADO EN LAS TERMINALES ATUNERAS Y SARDINERAS - ANCHOVETERAS"
9. Robledo Lara Héctor. "COMPILACION SOBRE TERMINALES DE TRANSPORTE MARITIMO". División de Estudios de Posgrado UNAM. 1990
10. Charles A. Chaney. "MARINAS, RECOMENDATIONS FOR DESIGN, CONSTRUCTION AND MAINTENANCE". Published By National Association of Engine and Boat Manufacturers. Inc.
11. Curso sobre Puertos e Instalaciones Deportivas. Palma de Mallorca, Octubre de 1982
12. Donald W. Adie, Dip Arch, Riba, Dp Tp. "MARINAS, A WORKING GUIDE TO THEIR DEVELOPMENT AND DESIGN. Volúmenes I y II. Nichols Publishing Company, New York.
13. James W. Dunham & Arnold A. Finn. SMALL- CRAFT HARBORS: DESIGN, CONSTRUCTION AND OPERATION.
14. "MARINA, OPERATIONS AND SERVICE". Published by National Association of Engine and Boat Manufacturers, INC. 1967.

CAPITULO 7

1. A.I.S.M. "SISTEMA DE BOYADO MARITIMO". Inglaterra 1980
2. Del Moral Carro Rafael y Berenguer. "PLANIFICACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE PUERTOS INGENIERIA OCEANOGRAFIA DE COSTAS", Tomo II. Madrid, 1980
3. Robledo Lara Héctor. "COMPILACION SOBRE TERMINALES DE TRANSPORTE MARITIMO". División de Estudios de Posgrado UNAM. 1990
4. S.C.T. Normas de Construcción, Tomo VII. "SEÑALAMIENTOS". México 1981.
5. S.C.T. Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras. 1988

CAPITULO 8

1. Bazan S. Jan. " MANUAL DE CRITERIOS DE DISEÑO URBANO". Editorial Trillas, México 1983.
2. Boaga Georgeo. "DISEÑO DE TRAFICO Y FORMA HUMANA". G.G. España 1972.
3. Dirección General de obras Marítimas. " PLANES DIRECTORES DE DIVERSOS PUERTOS". México 1984-1988.
4. División de Estudios Superiores UNAM. " INGENIERIA DE TRANSITO". México 1978-1982
5. SEDUE-SAHOP. "MANUAL PARA LA ELABORACION DE PLANES DE DESARROLLO URBANO DE CENTROS DE POBLACION". México 1989.
6. Robledo Lara Héctor. "COMPILACION SOBRE TERMINALES DE TRANSPORTE MARITIMO". División de Estudios de Posgrado UNAM. 1990

CAPITULO 9

1. Enriquez Agóz Francisco y Berenguer Pérez J. Ma. " EVALUACION METODOLOGICA DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE DEFENSA DE COSTAS" MOPU Madrid 1986.
2. Enriquez Agóz Francisco y Berenguer Pérez J. Ma. "METODOLOGIA DEL IMPACTO AMBIENTAL DE UN PUERTO DEPORTIVO". MOPU Madrid 1987
3. E. Westman Walter. " ECOLOGY, IMPACT ASSESSMENT, AND ENVIRONMENTAL PLANNING". Edit. John Wiley & Sons. 1985
4. P. Odum Eugene. " ECOLOGIA; EL VINCULO ENTRE LAS CIENCIAS NATURALES Y LAS SOCIALES". Edit. Continental. México 1991.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CA 092 INGENIERIA MARÍTIMA Y PORTUARIA

DEL 17 AL 22 NOVIEMBRE

TEMA LAGUNAS LITORALES

**EXPOSITOR: ING. GUSTAVO ALEJANDRO MURILLO BAGUNDO
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE DEL 2003**

3.- LAGUNAS LITORALES

**ING. GUSTAVO ALEJANDRO MURILLO
BAGUNDO**

1. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

Las lagunas litorales, bahías y estuarios y la zona costera se encuentran entre los principales recursos naturales de cualquier nación que limite con el mar. Estas áreas son importantes en la producción de alimentos, como las pesquerías; para transporte, especialmente en la construcción y manejo de puertos y como áreas de recreo. México está rodeado por el Golfo de México, el Océano Pacífico y el Caribe y tiene una línea costera muy extensa en relación a su área comparada con la mayoría de los países. Por lo menos la tercera parte de esta línea de costa, corresponde a lagunas con deltas de ríos asociados, llanuras de estrán y playas.

De mayor interés resulta el estudiar las lagunas costeras desde el punto de vista de producción de alimentos. Las lagunas litorales por constituir una transición entre el ambiente marino y el continental constituyen habitats muy peculiares afectados por numerosos factores y algunos influyen notablemente en la productividad biológica. El conjunto de estos factores determina las condiciones propicias para el desarrollo armónico de formas vivientes, y la abundancia de especies de interés económico.

México es un país donde existen numerosas lagunas litorales variadas en su origen, características y productividad. Muchas están siendo afectadas por fenómenos de contaminación, las cuales abarcan grandes extensiones que aumentan correlativamente con el progreso industrial del país.

Algunas lagunas litorales mexicanas han sido alteradas y roto su equilibrio, como es el caso de la Laguna Madre en Tamaulipas, que

producía grandes volúmenes de pesca y que llegó a ser un área yerma, sin significado en el proceso de producción pesquera del país.

No es esta la única utilidad que representan las lagunas litorales, así también se utilizan como puertos de abrigo para las embarcaciones, como es el caso del puerto de Yucalpetén, en la Ciénega de Progreso, en Yucatán, y aún más están siendo utilizadas en procesos termoeléctricos como es el caso de la Laguna de Cuyutlán en Manzanillo.

No obstante su evidente importancia económica, las lagunas litorales y los estuarios aún no son bien conocidos y muchos de los procesos fundamentales quedan aún por investigarse.

Se ha tratado de obtener el área total de las lagunas litorales de México en ambas costas y se ha calculado aproximadamente en 12,555 kilómetros cuadrados.

Debido a la gran importancia que para la economía nacional representan las actividades pesqueras y la renovación de los recursos naturales renovables, las lagunas costeras han sido estudiadas por varios investigadores.

Importante en el comportamiento de las lagunas costeras es la conexión con el mar. Esta conexión en muchos casos se realiza a través de un canal, el cual pudo haber sido construido por el hombre o haberse formado naturalmente. Es el propósito de esta tesis el estudiar el comportamiento de estos canales de unión.

Actualmente la teoría más aceptada es la planteada por Keulegan. El hace un análisis teórico del problema en el que, para llegar -

en forma sencilla a resultados prácticos, lleva a cabo diversas simplificaciones, las cuales llegan a diferir de lo que en realidad se presenta. El objetivo de este análisis es determinar la variación de mareas en el vaso, el retraso en el que se presenta la altura de marea máxima en el mar y en el vaso y la máxima velocidad promedio que se presenta en el canal.

Son estas simplificaciones las que provocan que no se tenga la confianza deseada en el método, como es el caso de considerar verticales las paredes del vaso, o el hecho de considerar la distribución de velocidades sobre la sección transversal uniforme, etc. También existen datos que pueden ser de interés conocer, como son los niveles mínimos y máximos que se llegan a tener en el vaso, las variaciones del comportamiento del canal a lo largo del tiempo, etc., datos que no son obtenidos con este análisis. Es por estas razones que se sigue investigando el problema con el fin de llegar a obtener mejores resultados.

Son muchas las variables que intervienen en el problema, causa de la complejidad de éste, y el pretender tomar en cuenta todas ellas consistiría una pérdida de tiempo, es por esto que sólo se analizarán aquellas que se consideran más importantes como son las mareas, el oleaje, transporte litoral y arrastre de sedimentos.

Cada una de estas variables ha sido estudiada por separado, para posteriormente estudiar la influencia que pueda tener en el comportamiento del canal.

Son las mareas las que al provocar un cambio de nivel en el mar, dan lugar a que exista un flujo de agua en el canal siendo por lo

general del mar hacia el vaso durante la pleamar y en sentido contrario durante la bajamar. Son las mareas las que dan lugar al fenómeno.

Importante resulta conocer las características del oleaje en la zona vecina al canal, pues es el oleaje el que va a dar lugar a que exista un cierto transporte litoral en la boca del canal que repercute en la estabilidad de éste.

El transporte litoral juega un papel muy importante, pues dependiendo de las características propias del canal da lugar a que permanezca abierta la boca, el vaso se esté azolvando, autodrogando, etc.

Resulta de interés el conocer la capacidad que tenga el canal de mover el material que a él le llega, ya sea depositándolo en el vaso, o sacándolo al mar, logrando de esta manera mantenerse abierto.

El análisis de estabilidad es tal vez el más importante y con seguridad el más difícil en una entrada o acceso de marea. Al efecto infinidad de autores han atacado el problema, hallando sólo algunas relaciones empíricas totalmente particularizadas. Lo anterior claramente indica que lo adecuado sería ejecutar una campaña sistemática de medidas.

1.2. Objetivos

Con este propósito se presenta un modelo matemático, en el que se hace un análisis de estabilidad de canales abiertos a marea libre que consiste esencialmente en dividir en pequeños intervalos de tiempo el funcionamiento de éste, analizando las condiciones que se presentan en el canal para cada intervalo, como arrastre de se dimentos, velocidad del agua, esfuerzo cortante, nivel en la lagu na, etc. Estas condiciones estarán cambiando debido, principalmen te, a la acción de las mareas, que al ir variando el nivel del mar dan lugar a que exista un gradiente hidráulico entre el mar y la laguna, provocando un flujo de agua a través del canal, ya sea hacia el vaso (flujo) o hacia el mar (reflujo), para una sección propuesta, de tal forma de obtener un pronóstico del comportamien to futuro del canal en relación a los resultados obtenidos con los parámetros de estabilidad planteados por Bruun y Gerritsen y, a su vez, basados en ello proponer secciones de canal, que puedan reportar mejores y más eficientes condiciones de funcionamiento.

2. Análisis de Variables Oceanográficas, Meteorológicas y Sedimentológicas.

2.1. Mecánica de las ondas

2.1.1. Clasificación

El oleaje es producido por la acción del viento sobre la superficie libre del agua. Este viento provoca que se formen en el mar (en este caso), unas pequeñas ondulaciones llamadas ripples. Si au menta la intensidad del viento, se acentúa la deformación en el mar, dando origen a ondulaciones de aspecto desordenado, siendo imposible distinguir la dirección de propagación, produciéndose

una agitación en tres direcciones. Ahora bien, si el viento sigue soplando, se forma la ola y avanza en la dirección que sopla el viento, produciendo una agitación en dos dimensiones.

La propagación de las olas, se debe a la energía cedida por el viento, que les permite seguir desplazándose hasta llegar a la playa, donde al romper la ola libera la energía que traía consigo.

Los registros del oleaje hechos en un punto fijo, muestran que la ola no se presenta en forma regular y continua, sino que se presenta en trenes de ondas más o menos regulares, las cuales contienen olas de alturas, longitud y períodos distintos, lo cual difiere de la teoría, la cual supone una ola armónica simple.

Esta contradicción se ha logrado salvar gracias a la estadística, la cual hace posible encontrar la ola significativa que representa al oleaje estudiado. Se llama altura de ola significativa al promedio de alturas máximas del tercio superior en un grupo de olas dado.

Clasificación del oleaje en función de las fuerzas que lo provocan y su período (según Munk). Esta clasificación se explica en la figura 2.1.

1. Ondas de superficie.- En este tipo de ondas no debidas a la acción que el viento ejerce sobre ellas, el efecto de la gravedad influye notablemente, y el movimiento ondular desaparece a profundidades relativamente pequeñas. La aceleración y velocidad vertical no es despreciable en este caso, y la presión en un punto, no depende nada más de la presión hidrostática, sino que depende también del movimiento vertical de las moléculas de agua.

Las ondas de superficie las subdivide Munk en:

- a) Ondas capilares (ripples).- Son aquellas que forma el viento; - son ondas muy pequeñas y de gran frecuencia. Estas ondas son debidas a la tensión superficial existente entre el agua y el viento, tienen un período menor de 0.10 seg.
- b) Ondas de gravedad ultracortas.- Son producidas por el viento y el efecto de pesantés producido por la fuerza de gravedad, tienen un período de 0.10 a 1.0 segundos, y se les denomina también de - oleaje corto.
- c) Ondas de gravedad ordinarias.- Son ondas de similares características a la anterior, con una variación en su período pues este fluctúa entre 1 y 30 segundos.
- d) Ondas de gravedad larga.- Estas se presentan cuando la acción del viento y la gravedad hacen variar al período de las ondas de gravedad ordinario, hacia un período que oscila entre 30 segundos y 5 minutos.

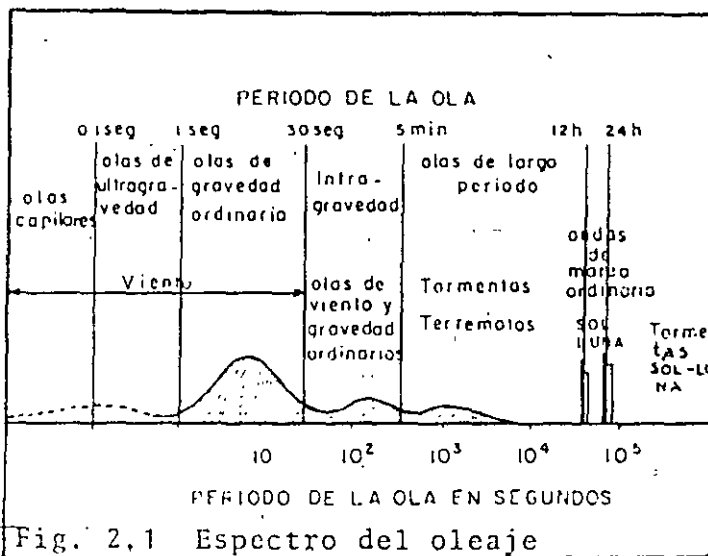
Para Munk, la frontera que divide las ondas de superficie de las ondas largas, es el equivalente a ondas con período de 5 minutos, es decir, que una onda cuyo período es menor de 5 minutos es considerada como una onda de superficie, y las fuerzas que causan estos efectos son tanto el viento como la gravedad.

2. Ondas largas.- En este tipo de ondas las velocidades y aceleraciones verticales de las moléculas de agua son despreciables, es decir, que la presión que actúa en un punto, es la hidrostática, - debida al peso de la columna de agua situada sobre ese punto. En este tipo de ondas, la fuerza de gravedad es despreciable y solamente se toma en cuenta la fuerza de atracción de los astros. Munk subdivide las ondas largas en:

a) ondas largas.- Son aquellas ondas producidas por tempestades y sismos, teniendo un período que varía entre 5 minutos y 3 horas.-

b) Ondas de marea ordinaria.- Son producidas por la fuerza de atracción que ejerce la luna y el sol sobre la tierra, provocando ésto una variación en el período de 12 a 24 horas.

c) Ondas de marea.- Son ondas cuyo período es mayor de 24 horas. Estas ondas son producidas por la combinación de las fuerzas de atracción de los astros y las tempestades.



El estudio de oleaje en una zona, con fines de establecer estadísticas anuales, requiere de un mínimo de un año de observaciones, sin embargo aún así, no es posible tener confianza total en los datos.

Considerando las trayectorias de las partículas, las ondas se dividen en:

Ondas de oscilación pura.- Las componentes horizontales de los movimientos y las velocidades de las moléculas van disminuyendo desde la superficie, donde son máximas, hasta cierta profundidad donde son nulas. Estas condiciones sólo se cumplen rigurosamente con profundidad infinita, pero para fines prácticos, cuando la profundidad es mayor que la semilongitud de la ola $d > \lambda/2$, las componentes vertical y horizontal del movimiento son iguales.

Ondas de traslación pura.- La componente horizontal del movimiento es constante a lo largo de una vertical, desde la superficie hasta el fondo.

Este tipo de ondas se presenta cuando la profundidad es muy pequeña respecto a la semilongitud de la onda. La componente vertical del movimiento en cada punto es muy pequeña o despreciable, en relación con la horizontal.

Entre las ondas de oscilación pura y traslación pura habrá una gama de diversos tipos de ondas, según la relación de movimientos horizontales y verticales de un punto dado.

2.1.2. Teoría de las ondas

La teoría trocoidal fue la primera en desarrollarse para olas de altura finita y se emplea en el estudio del oleaje, debido a la facilidad con que pueden ser usadas sus ecuaciones. Esta teoría pretende representar el perfil actual de la ola, así como satisfacer las condiciones de presión en la superficie y las condiciones de continuidad, diferencia de viscosidad, diferencia de velocidades, etc.

Como conclusiones de esta teoría se tienen las siguientes relaciones:

La celeridad está definida como la relación de la longitud de la onda entre el período de la misma.

$$C = \frac{L}{T}$$

L = Longitud de la onda .

T = Período de la onda

En la superficie libre del agua o en aguas reducidas, la expresión de la celeridad está definida por la siguiente expresión:

$$C = \frac{g L}{2 \pi} \operatorname{Tanh} \frac{2 \pi d}{L}$$

donde C es la velocidad aparente, V la velocidad real y d la profundidad (figuras 2.2 y 2.3).

La velocidad aparente es aquella que se observa sobre la superficie de la ola y la velocidad real es la que se produce con el movimiento característico de las olas.

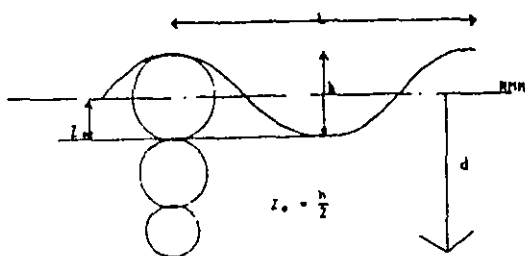


Fig. 2.2 Significado de los literales

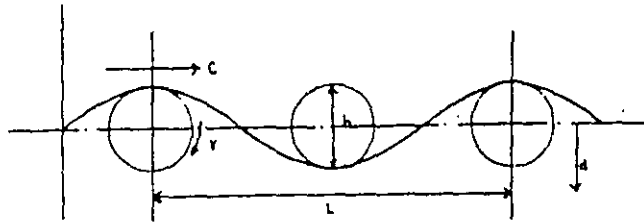


Fig. 2.3 Significado de los literales

En aguas profundas la fórmula de la celeridad se convierte en:

$$C^2 = \frac{g L}{2 \pi}$$

ya que conforme aumenta la profundidad con respecto a la longitud de ola, la tangente hiperbólica ($\text{Tanh } 2\pi d/L$) se aproxima a la unidad y la celeridad de la onda llega a ser independiente de la profundidad, por lo tanto, llegamos a la fórmula anterior.

Esta condición, donde la profundidad es lo suficientemente grande como para que las características del oleaje sean independientes de la misma, se denominan de aguas profundas: las características en aguas profundas, se indican generalmente con un índice "o". Para condiciones de aguas profundas puesto que, $L_o = C_o T_o$, tendremos:

$$C_o^2 = \frac{g T_o}{2 \pi}$$

$$\text{y } T_o = T$$

Aunque la condición de aguas profundas realmente se presenta para profundidad infinita, la $\text{tanh } 2\pi d/L$ vale 0.9963 y esta profundidad relativa ha sido aceptada para uso práctico como condición de aguas profundas (figura 2.4), sin embargo, para trabajos que requieren menor precisión, el límite de aguas profundas puede ser considerado a alguna otra profundidad relativa.

Cuando la profundidad llega a ser bastante baja, la función hiperbólica:

$$\text{Tanh } \frac{2 \pi d}{L}$$

se aproxima a $2\pi d/L$, y la celeridad de la onda llega a ser

$$c^2 = \frac{g L}{2 \pi} \frac{2 \pi d}{L} = g d$$

En aguas de tal profundidad donde la ecuación anterior llega a -- ser aplicada, se denominan aguas reducidas ($d = 0.25 L$).

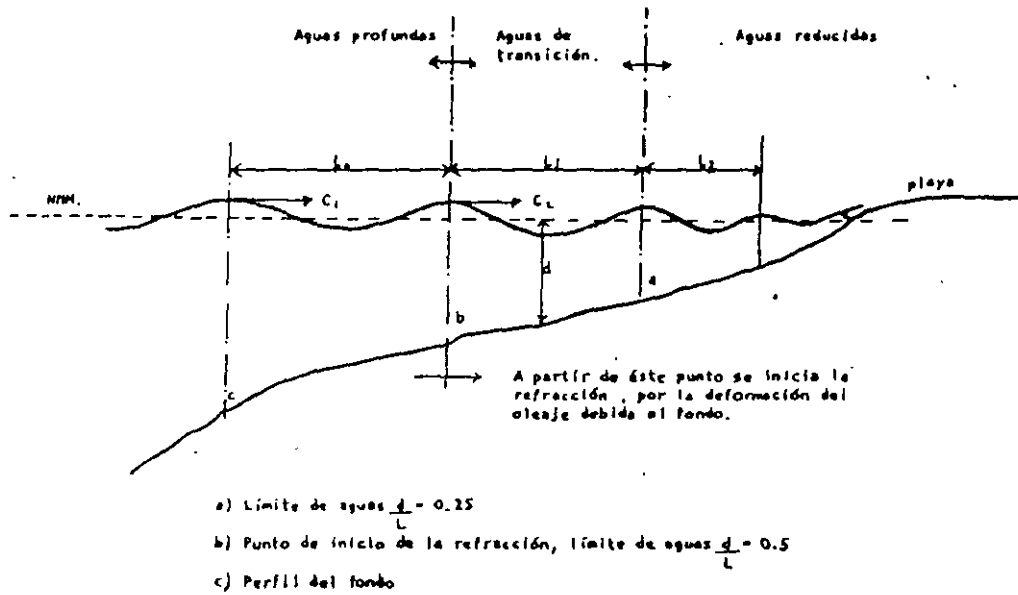


Fig. 2.4 Límite de aguas profundas y aguas reducidas

Velocidades Orbitales.- Si se llama u la velocidad orbitaria de las partículas en un círculo de radio r , se tiene:

$$\frac{u}{C} = \frac{2 \pi r}{L}$$

Mientras una partícula gira una vez sobre su órbita, la onda recorre una longitud L .

La celeridad de la onda es mucho mayor que la velocidad orbitaria de las partículas.

Dado que puede conocerse el radio de las órbitas de las partículas a cualquier profundidad, se podrá también determinar su velocidad orbital, que es de mucha utilidad en el estudio de la acción del oleaje sobre fondos constituidos por materiales sueltos.

En ondas de oscilación en aguas profundas, el radio de las órbitas de las partículas decrece a medida que la profundidad aumenta según la ley de variación:

$$r' = \frac{h_0}{2} e^{-\left(\frac{2 \pi z_0}{L_0}\right)}$$

Energía de las olas.- Las fuerzas del viento le proporcionan una cierta energía a la masa de agua; esta energía total será igual a la suma de la energía cinética y la energía potencial:

$$E_T = E_c + E_p$$

$$E_T = \frac{\gamma H^2 L}{16} + \frac{\gamma H^2 L}{16} = \frac{\gamma H^2 L}{8}$$

En la rompiente la energía total corresponde a la energía cinética lo que corresponde a un movimiento de traslación pura.

Velocidad de propagación de la energía.- Esta velocidad, conocida también como la velocidad de grupo C_g , no es necesariamente la celeridad de la ola C y la relación entre ellas es:

$$C_g = n C$$

donde:

$$n = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{4 \pi d / L}{\sinh \left(\frac{4 \pi d}{L} \right)} \right)$$

En aguas profundas $n = 1/2$; y en aguas donde d menor $L/4$ $n = 1.0$

2.2. Generación de oleaje

2.2.1. Crecimiento y decaimiento de las olas producidas por el viento

El área de agua sobre la que sopla el viento y genera olas se conoce con el nombre de fetch. En tal área el crecimiento de las olas está gobernado por tres factores principales: la velocidad del viento (U), el lapso durante el cual esté soplando o duración (t_d) y la longitud del fetch (F), en la dirección en que el viento sopla.

Los períodos y alturas de las olas se incrementan a partir del origen del fetch (donde el viento se hace significativo) hasta el frente del mismo. El crecimiento de la ola se muestra en la figura 2.5.

Considerando un viento de velocidad constante, la altura y período de la ola irán en continuo crecimiento hasta cierto punto denominado Fetch mínimo (F_m), al cual le corresponde un tiempo (t_d) de duración mínima; en la fig. 2.5, a partir de ese punto, aún cuando el viento continúe soplando con la misma intensidad, se conservarán las alturas y períodos hasta un punto tal en que el viento ya no ceda energía a la ola, denominado "fetch" (F) (línea punteada en la figura 2.5).

A partir de esta zona o frente del fetch, se modifican las características de las olas iniciándose en el mismo punto la llamada zona de decaimiento, o sea donde la ola ya no recibe energía del viento, hasta su arribo al límite de aguas profundas.

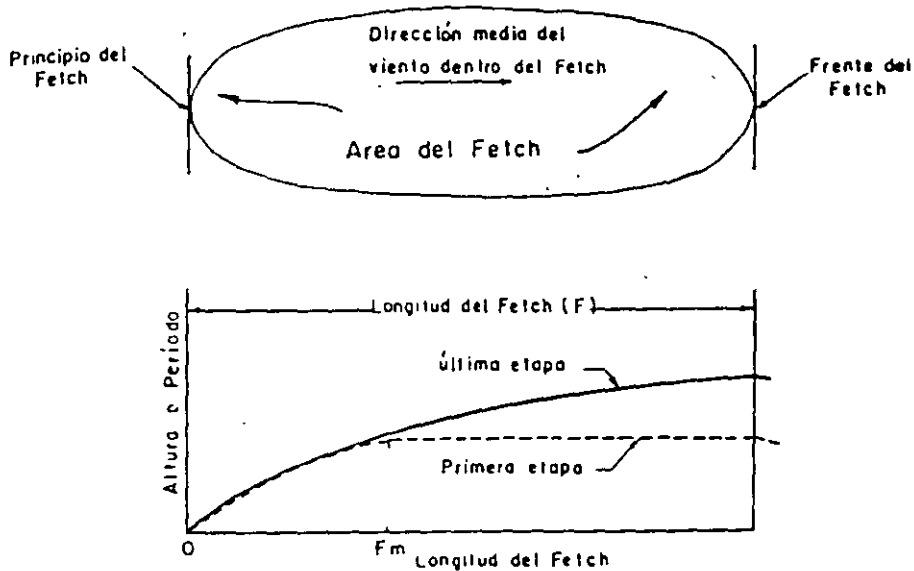


Fig. 2.5 Desarrollo de una ola dentro de un fetch

Se puede presentar el caso, como el indicado con la línea llena, en que se tenga un viento de mayor intensidad que el considerado en el caso anterior y que, antes de alcanzar la ola generada, sus características máximas (altura y período), o sea antes de llegar a su fetch mínimo y t_d mínimo correspondientes, cesa de soplar el viento terminando ahí el fetch para ese caso e iniciándose la zona de decaimiento.

La distribución mostrada en la figura 2.5 es una representación simplificada del espectro del oleaje desde su origen hasta el frente del fetch. Esta distribución simplificada está referida a lo que se conoce como olas significantes, que es un término esta-

dístico usado para designar al promedio de alturas y períodos del tercio superior de un grupo de olas dado.

En la distancia de decaimiento "D" (distancia recorrida desde el frente del fetch hasta el límite de aguas profundas) las ondas de períodos mayores se mueven más rápido y consecuentemente arriban antes al final de la distancia de decaimiento que aquellas de cortos períodos.

Un observador colocado al final de la distancia de decaimiento apreciará un grupo de olas cuyo período significante T_d , es mayor que el período T_f en el frente del fetch. Consiguientemente los períodos de las olas se incrementan después de abandonar el fetch.

La altura de las olas disminuye después de abandonar el fetch, y al final de la distancia de decaimiento, la altura de la ola significante observada (h_d) podrá ser menor que h_f (altura de la ola al frente del fetch).

El tiempo necesario para que un grupo de olas viaje a la distancia de decaimiento, se obtiene aproximadamente, dividiendo la distancia de decaimiento entre la velocidad del grupo de olas y se conoce como tiempo de viaje.

$$t_v = \frac{D}{C_g}$$

2.2.2. Predicción del oleaje para aguas profundas

Los procedimientos para la predicción de olas, pueden ser usados para transformar los datos meteorológicos en datos de oleaje.

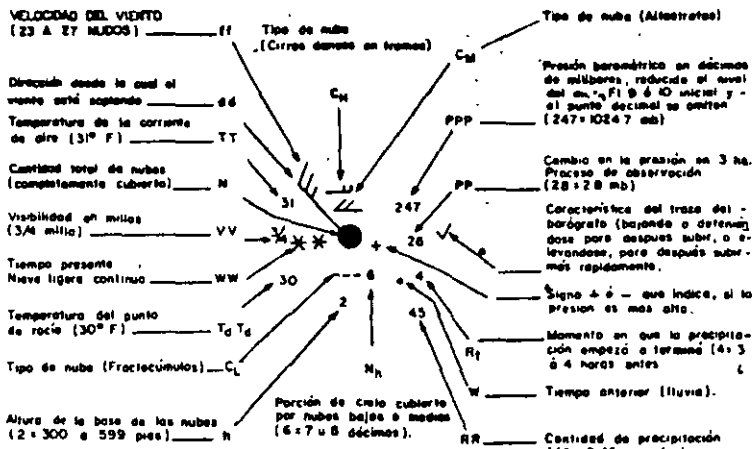
El término "Forecasting" se aplica cuando se trata de preveer el comportamiento del oleaje a partir de un fenómeno actual.

El término "Hindcasting", se aplica al procedimiento de obtención de datos de oleaje a partir de cartas históricas de tiempo y es generalmente usado para definir las características de las olas cuando se trata de un diseño portuario o del cálculo de estructuras.

Cuando se trata de hacer una previsión de oleaje (Forecasting) es necesario delinear un fetch, o área generadora para medirla y para definir la distancia de decaimiento, si la hay; conocer la velocidad del viento y su tiempo de duración. Esta determinación puede hacerse de varias maneras, dependiendo del área donde se va a predecir el oleaje y de los datos utilizables.

Para zonas de agua relativamente restringidas, tales como lagos, la longitud del fetch es la distancia comprendida entre el punto donde se inicia el fenómeno, hasta la costa en estudio, medida en dirección del viento. En estas circunstancias no hay distancia de decaimiento y es necesario tener observaciones directas para definir la velocidad y duración del viento.

Los datos meteorológicos comúnmente usados para la predicción son las llamadas "Cartas Sinópticas de Tiempo". Sobre estas cartas están dibujadas las isobaras (ver figuras 2.6 y 2.7).



NOTA
Los símbolos literales para cada elemento del tiempo se muestran arriba.

Cortesía del Departamento del tiempo de los E.E.U.U. Recopilación del Código W.M.O.

Fig. 2.6 Muestra de un reporte gráfico de tiempo.

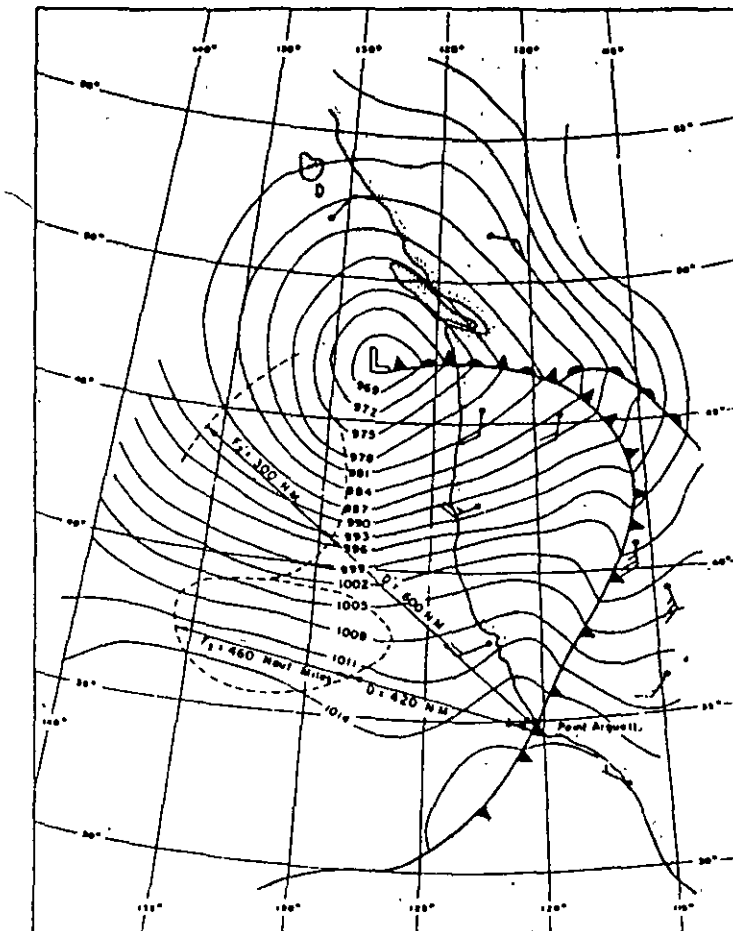


Fig. 2.7 Carta sinóptica del tiempo para las 0630 Z
27 de Octubre, 1950

2.2.3. Mediciones en áreas oceánicas

Velocidad y dirección del viento.- Existe una serie de relaciones entre la configuración isobárica y el viento, lo que permite el uso de las cartas para la previsión del oleaje en áreas oceánicas. Si se dibuja una línea perpendicular a las isobaras, las presiones en los puntos de intersección serán diferentes, dado que cada isobara cruzada representa una presión diferente. Si no existieran otros factores, este gradiente produciría un viento con dirección normal a las isobaras; pero en la realidad, la trayectoria del viento se modifica por las causas ya estudiadas y por las fuerzas de fricción.

Si las isobaras son rectas, actúan únicamente la fuerza de Coriolis (originada por la rotación de la tierra sobre su eje, la cual actúa perpendicularmente a la dirección del viento) y el gradiente; el viento resultante obtenido se llama viento geostrófico.

Si las isobaras son curvas, actúa también la fuerza centrífuga, propia de la trayectoria curva; el viento resultante se llama viento de gradiente. Sin embargo, las fuerzas de fricción obligan al viento a soplar no a lo largo de las isobaras, sino oblicuamente a ellas, en dirección a las bajas presiones. Cerca de la superficie, el ángulo entre el viento de gradiente o el viento geostrófico con los vientos reales es de 10 a 15 grados sobre áreas oceánicas, y de cerca de 40 grados sobre las áreas terrestres.

El patrón en espiral así originado se denomina ciclónico o anticiclónico, dependiendo de que el viento esté soplando alrededor de una zona de baja presión como centro (ciclónico) o de una zona de alta presión como centro (anticiclónico).

En el hemisferio norte, los vientos ciclónicos giran en el sentido contrario al movimiento de las manecillas de un reloj, siendo el giro en el hemisferio sur en sentido contrario.

La fricción motiva además, que el viento real sea menor que el de gradiente o que el viento geostrófico.

Se usan dos gráficas para facilitar la obtención de la velocidad del viento actual. La primera figura (2.8) se usa para calcular la velocidad del viento geostrófico, asumiendo que la configuración de las isobaras es recta. La segunda gráfica, (figura 2.9) se usa para encontrar la relación entre velocidad del viento real y viento geostrófico tomando en consideración isobaras curvas.

Debe hacerse notar que las gráficas tienen aplicación hasta los 20° grados de latitud, por lo que su uso para puertos mexicanos es bien limitado.

Para usar la primera gráfica (fig. 2.8) es necesario tener el gradiente sobre el área en cuestión. Dado que las cartas vienen en su mayoría con isobaras a cada 3 ó 5 milibares, para usarlas se mide la distancia entre isobaras en grados de latitud (pudiendo usarse la distancia promedio), y se determina la posición (latitud) del fetch.

Usando los espacios como ordenadas y la latitud como abscisas, la intersección de los dos valores da el viento geostrófico.

La segunda gráfica (fig. 2.9) relaciona la velocidad del viento actual entre velocidad del viento geostrófico con la diferencia entre las temperaturas del mar y el aire para varios radios de curvatura de las isobaras, medido en grados de latitud: La diferencia de temperaturas mar-aire actúa aquí como una medida del

Escala del viento Geostráfico

$$V_g = \frac{1}{2 \Omega \rho \sin \phi} \frac{\Delta p}{\Delta n}$$

Para $\Delta p = 5 \text{ mb}$ y 3 mb .

$\Delta n = \text{grados de latitud}$

$\rho = 1013 \text{ mb}$.

$T = 10^\circ \text{ C}$

$\rho' = 1.2 \times 10^{-3} \text{ gm/cm}^3$

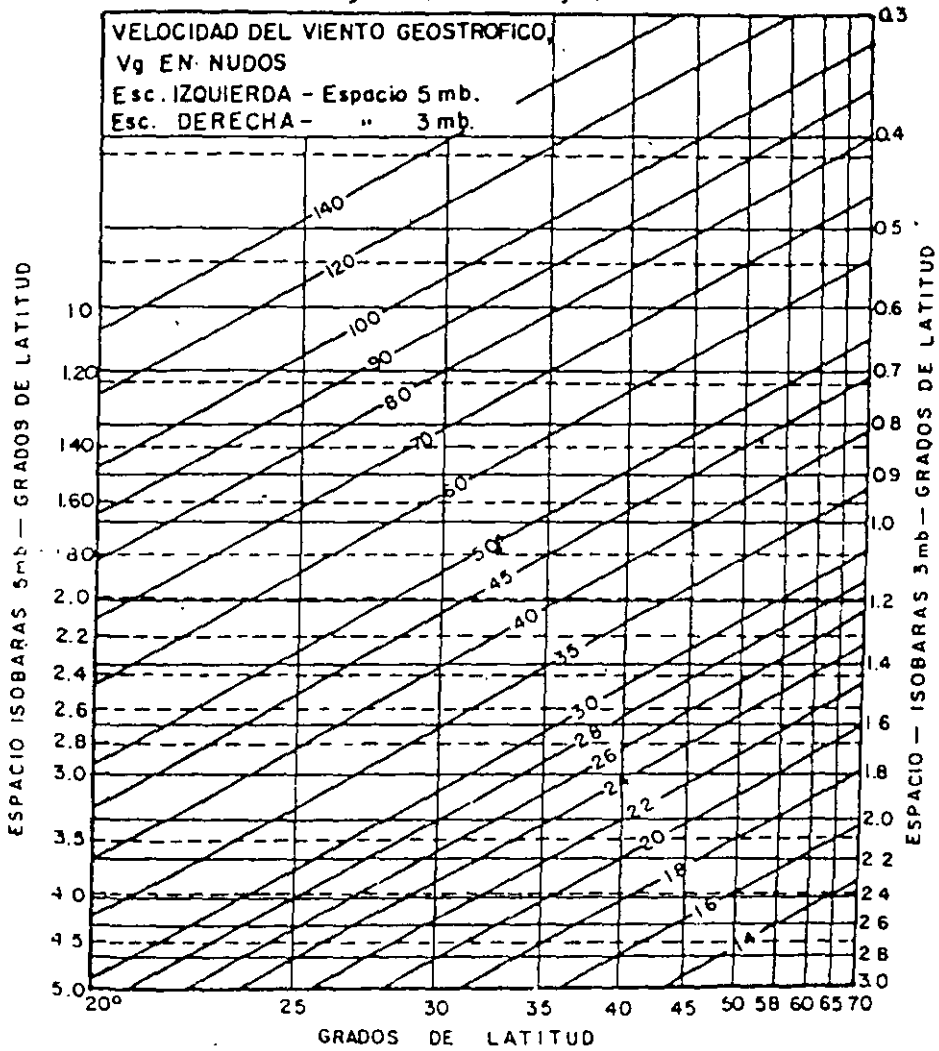


Fig. 2.8

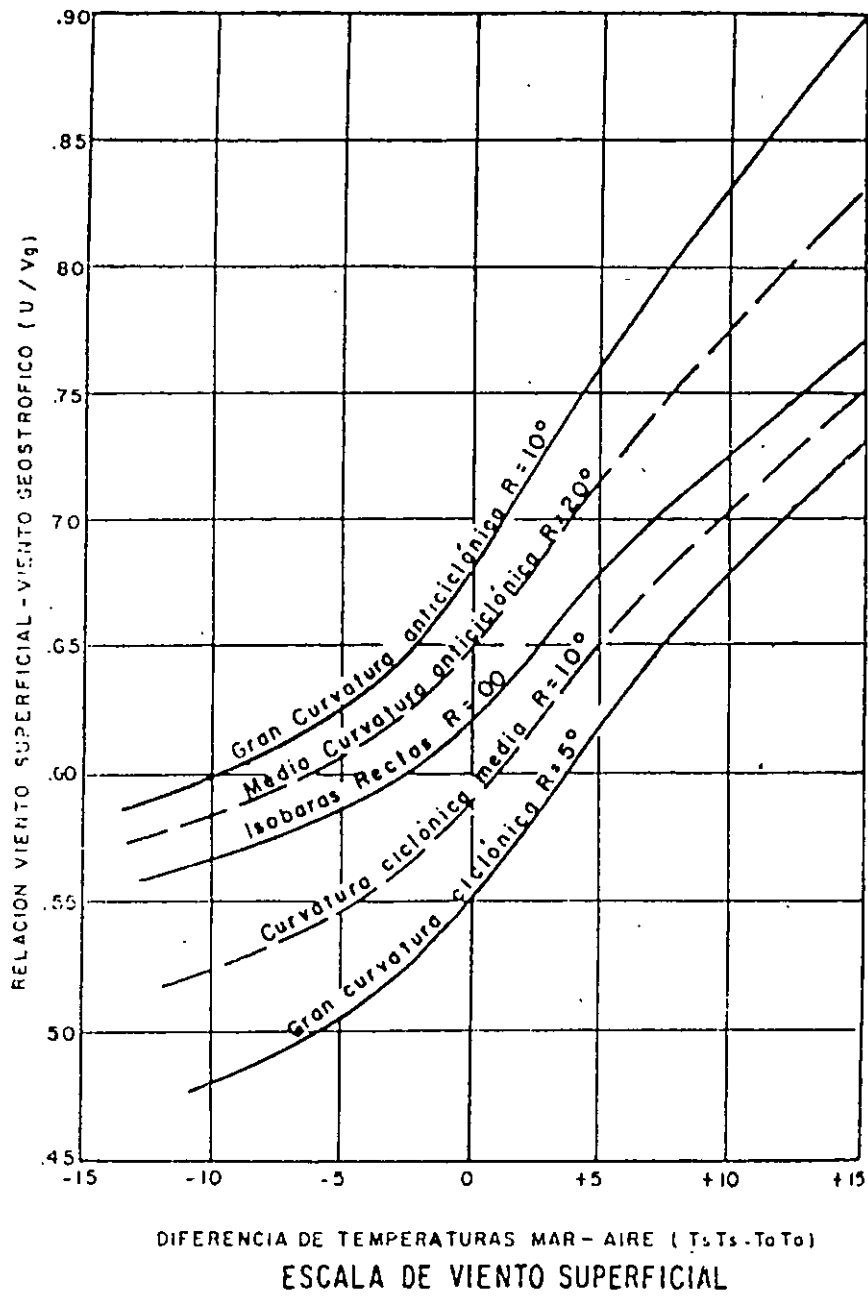


Fig. 2.9

efecto de fricción y la curvatura isobárica, como una medida de las relaciones entre el viento de gradiente y el viento geostrófico.

Los procedimientos antes ilustrados son los más comúnmente usados para la obtención de las velocidades del viento. Sin embargo, es conveniente considerar las velocidades reportadas por las embarcaciones que estén en la zona.

Determinación del fetch.- El problema de determinar sobre la superficie de una carta cuál área puede ser llamada propiamente área de generación, cuando se trata de una localidad específica, es realmente complejo y deberán considerarse siempre los siguientes factores:

1.- Variaciones de dirección de la ola. Es posible obtener la dirección general del viento sobre un área oceánica con bastante aproximación. Sin embargo, debe considerarse que las olas en el área generadora se mueven no sólo en la dirección del viento, sino en varias direcciones, formando ciertos ángulos con respecto a ella. Para un fetch con isobaras relativamente rectas, las olas se mueven en un sector con un ángulo de 30 grados a uno y otro lado de la dirección promedio del viento. En los límites del sector, las olas tendrán alturas del 80 al 90% con respecto a las que se mueven en la dirección del viento.

La práctica habitual consiste en tomar en consideración las olas modificadas (disminuídas), que se mueven a 30 grados con respecto al viento, cuando las isobaras son relativamente rectas, y a 45 grados, cuando las isobaras son curvas.

2.- Dispersión de las isobaras. Cuanto mayor sea la distancia entre las isobaras, menos será la velocidad del viento. Cuando la velocidad del viento cae abajo de cierto valor y la distancia de decaimiento es relativamente grande, las olas generadas no serán significantes en el punto para el que se realiza la predicción. - El criterio adoptado para limitarlas es el siguiente:

Para distancias de decaimiento mayores de 500 millas, y velocidades de viento de 20 nudos o menos, no se consideran las olas generadas.

3.- Precisión. Una de las más importantes consideraciones en la limitación y localización del fetch, es la precisión con que hayan sido dibujadas las cartas; especialmente si se toma en consideración que en las áreas oceánicas, los reportes con los que se construyen, son generalmente muy limitados, ya que muy pocas embarcaciones transitan fuera de las rutas habituales de navegación, y por consiguiente, existen amplios espacios en que hay muy pocos datos.

4.- Masas terrestres. Debe hacerse notar que a menudo las masas terrestres limitan el área disponible para el fetch, sucediendo ésto en lagos y bahías.

Con estas consideraciones en mente, es posible dar ciertas reglas generales como ayuda para definir el fetch.

1.- Dependiendo de la localización relativa del punto para el cual se haga la predicción y el área de tormenta, serán significantes las olas que se mueven con ángulos de 15 a 45 grados, con respecto a la dirección promedio del viento.

Para localizar el frente a partir del origen del fetch, se puede girar una regla sobre la probable área del fetch, hasta que corte las isobaras en una dirección tal, que forme un ángulo de 30 ó 45 grados, dependiendo del tipo de isobaras rectas o curvas.

2.- Si las isobaras están notablemente dispersas en el origen o en el frente del posible fetch, es muy probable que se obtengan datos falsos en esa zona.

3.- La dirección del viento cambia a menudo bruscamente en los "frentes", de modo que la línea del frente limitará el fetch.

4.- La precisión de las cartas limitará la precisión de la predicción.

Decaimiento.- Después de dejar el área de generación, las olas forman un círculo hacia la costa. Sin embargo, para la mayoría de las situaciones de predicción se tendrá una precisión adecuada, si se considera que la ola viaja en dirección recta sobre la carta sinóptica; y por ende, la distancia de decaimiento puede ser medida sobre tal línea, desde el frente del fetch hasta el punto considerado.

2.2.4. Técnica de predicción para aguas profundas

La figura 2.10 es la gráfica de curvas de predicción, actualmente en uso; con ella pueden determinarse la altura de la ola significativa (HF), el período significativo (TF) en el frente del fetch, la duración de tal viento y el largo del mismo. Con objeto de usar la gráfica se han tabulado velocidades del viento actual (U) el largo del fetch (F), la distancia de decaimiento (D) y la duración estimada (T).

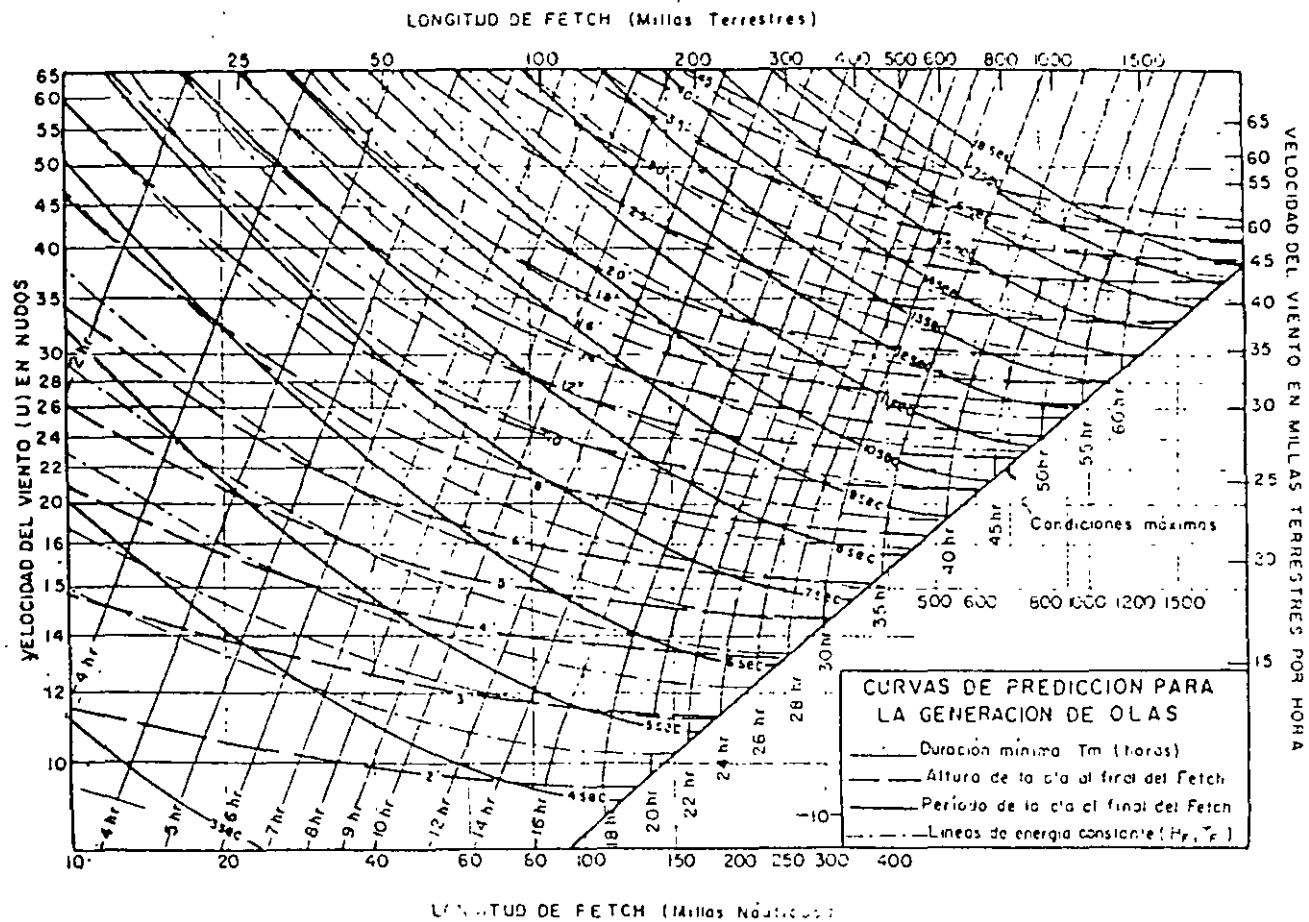


Fig. 2.10

Puede tomarse el tiempo (T) de duración como el tiempo medio entre dos cartas sucesivas.

En resumen, la gráfica puede usarse entrando con el valor conocido U en el lado izquierdo, si se tiene la velocidad en nudos. La línea correspondiente a U se cruza con la línea de fetch (F) o con la de duración (T), tomando en consideración la primera que interseccione entrando por el lado izquierdo de la gráfica.

Por ejemplo, con un viento de 35 nudos, y siguiéndolo en la gráfica, se encuentra primero un tiempo de duración de 10 horas y después una longitud de fetch de 200 millas. En este punto. Hf y Tf para el frente del fetch, se pueden leer y tabular.

Análisis del decaimiento de las olas en aguas profundas

Las figuras 2.11 y 2.12 muestran las gráficas usadas para encontrar las características de las olas después de la distancia de decaimiento, pero aún en aguas profundas. Con la figura 2.11 es posible calcular las relaciones:

$$\frac{\text{Altura de la ola decaída}}{\text{Altura de la ola en el fetch}} = \frac{HD}{HF} \text{ y}$$

$$\frac{\text{Altura de la ola decaída}}{\text{Período de la ola en el fetch}} = \frac{TD}{TF}$$

Se ilustra un ejemplo en la gráfica correspondiente:

Con la gráfica 2.12 se puede calcular el tiempo de viaje de la ola en el frente del fetch y la costa, conociendo el período Td y la distancia de decaimiento D.

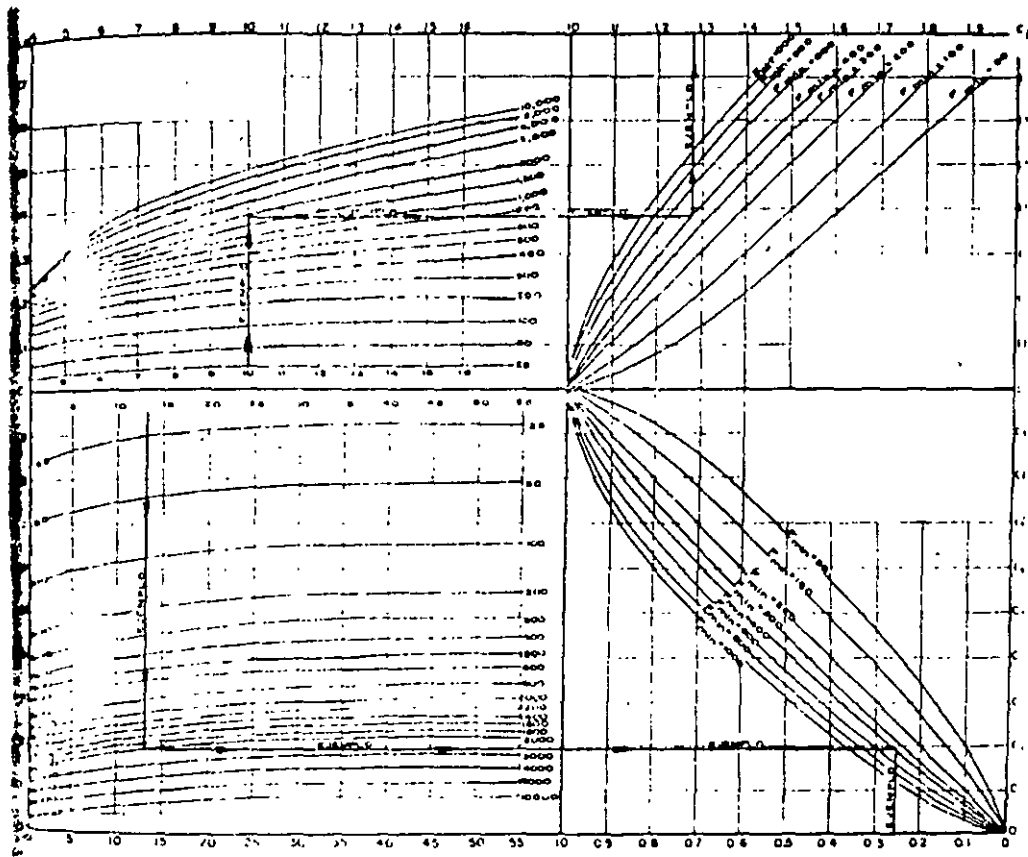


Fig. 2.11 Curvas de decaimiento

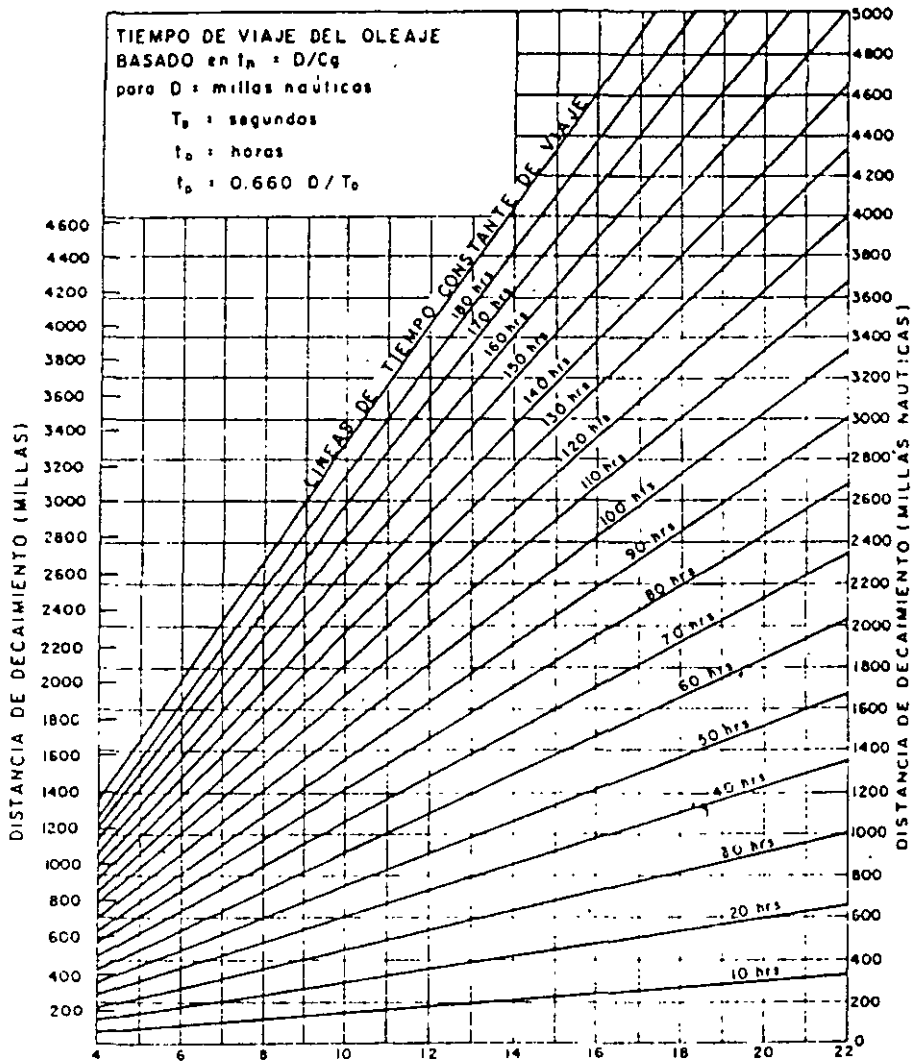


Fig. 2.12 Período de la ola T_0 al final de la distancia de decaimiento

2.3. Refracción de las olas

La refracción de las olas de agua, es el proceso por medio del cual, la dirección de una ola en movimiento cambia en aguas reducidas, por la presencia de las curvas del nivel del fondo (batimétricas). La parte de la onda que se desplaza en aguas reducidas, se mueve con menor velocidad que aquella que se encuentra aún en aguas profundas originando que el frente se flexione de tal manera que tiende a tomar el alineamiento de la batimetría existente.

En el análisis de refracción, se supone que cuando avanza una onda hacia la playa, no existe dispersión lateral de energía a lo largo del frente de ola, esto es, la energía transmitida permanece constante entre dos líneas (ortogonales) trazadas perpendicularmente al frente de ola, conforme ésta se desplaza sobre la batimetría irregular (figura 2.13).

El diseño y construcción de estructuras marinas, a menudo dependen de la altura de las olas, períodos y direcciones en regiones costeras donde pueden ser afectadas por la hidrografía.

Para poder determinar esas cantidades, la refracción tiene que ser tomada en cuenta. Algunos casos simplificados pueden ser resueltos analíticamente, dando resultados muy exactos, pero desafortunadamente no son aplicables a la mayoría de las situaciones naturales.

Los cambios debidos a la refracción se estiman menores construyendo diagramas de refracción; tales diagramas pueden ser preparados enteramente en fotografías aéreas, pero por lo regular se construyen gráficamente (figura 2.13),

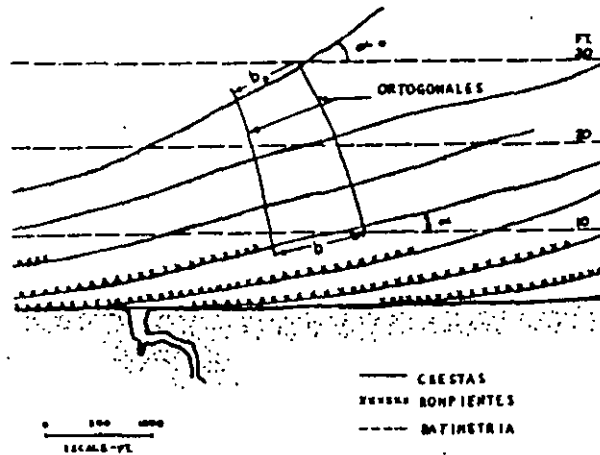


Fig. 2.13 Patrón de una onda

Los diagramas de refracción son construidos en dos formas:

La primera conocida como el método de frente de ola, que es esencialmente un plano (figura 2.14), mostrando las crestas de ola en un tiempo dado, o las posiciones sucesivas de una particular cresta de ola, y como se mueve hacia la costa, además de un segundo conjunto de líneas, cada una perpendicular a las líneas de crestas de ola.

Esas nuevas líneas se conocen como líneas ortogonales. Se considera que el poder constante es transmitido entre las dos líneas ortogonales, de tal manera que permita calcular las variaciones en altura de la ola debido a la refracción.

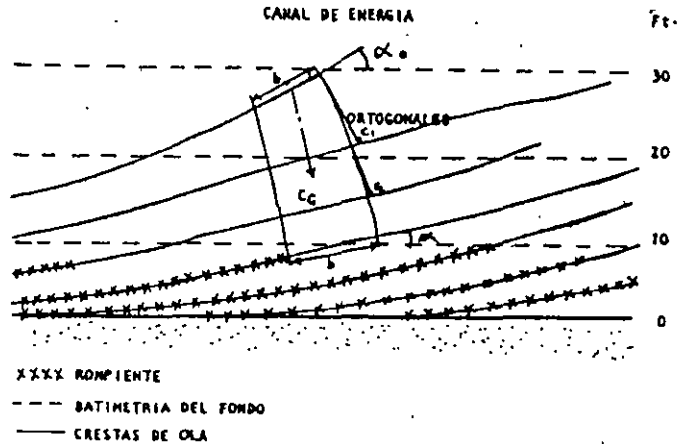


Fig. 2.14 b_0 Frente de ola en aguas profundas; b frente de ola en aguas reducidas; C_1 velocidad de ola en aguas profundas; C_2 velocidad de ola en aguas reducidas

Para la construcción de "Diagramas de Refracción", se recomienda que se obtengan para una determinada zona, así como las cartas que indiquen las profundidades correspondientes.

En algunas ocasiones puede ser necesario utilizar dos o más cartas de diferente escala, pero los procedimientos son idénticos para las diferentes cartas no importando la escala. A continuación, se trazan las curvas batimétricas, ya sea sobre la misma carta o sobre un papel transparente sobrepuesto a ésta, para diferentes profundidades, dependiendo del grado de aproximación deseado.

La variación de los períodos que deben emplearse, se determinan mediante un análisis de las posibles características del oleaje en el pasado, en base a las cartas sinópticas del tiempo existente (hindcasting), o de otros datos históricos relativos a períodos del oleaje.

Con los períodos en esta forma calculados, los valores de C_1/C_2 - que corresponden a espaciamientos entre batimétricos, deben señalarse entre dichas curvas.

Para trazar una ortogonal desde aguas profundas hasta aguas reducidas, se determinan inicialmente la incidencia del oleaje en aguas profundas ya sea por medio del (hindcasting), estudio del diagrama de rosa de vientos o de la observación directa del oleaje. En aguas profundas se traza un frente de oleaje perpendicular a esta dirección y se dibujan ortogonales con una separación adecuada a partir del frente. Estas líneas se prolongan hacia la plya, hasta cruzar una profundidad menor de $L_0/2$.

2.3.1. Teoría

La potencia transmitida por un tren de olas sinusoidales de determinada altura de cresta es;

$$P = C_G \rho b H^2 \quad (\delta/8)$$

donde C_G es la celeridad de grupo, ρ es el peso específico del agua, b es la longitud de cresta (medida perpendicular a la dirección local del viaje), y H es la altura de la ola.

La potencia que se transmite entre dos líneas ortogonales es la misma:

$$P = P_0$$

$$\frac{H}{H_0} = \sqrt{\frac{C}{C_G}} \sqrt{\frac{b_0}{b}} \quad (2.1)$$

donde el índice (0), se refiere a las condiciones en aguas profundas.

La cantidad $\sqrt{b_0/b}$ es el coeficiente de refracción y se designa, como k.

La cantidad $\sqrt{C_{G0}/C_G}$ representa el efecto de un cambio en la profundidad sobre la altura de ola (coeficiente de banco de arena) - se designa como Dd. La ecuación 2.1 podrá ser escrita como:

$$H = H_0 Dd K$$

Con el fin de conocer la línea de rompiente se hace uso de la figura 2.15, la cual nos relaciona por un lado la altura de la ola, y la profundidad (H/d); y por otro lado, la profundidad con el período de ola (d/gT^2), así tomando en cuenta estos dos términos y la pendiente que presenta la playa se puede determinar el punto - en el que la ola revienta.

En la determinación gráfica o analítica del coeficiente de refracción de ola, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- 1). Velocidad de la cresta de ola, depende sólo de la longitud de la ola y la profundidad de agua fija bajo la cresta de cada punto.
- 2). Que elementos de la cresta de la ola avancen en una dirección perpendicular a la línea de la cresta.
- 3). Que la energía de la ola se confine entre dos ortogonales.
- 4). Que las olas son de larga cresta.
- 5). El período constante.

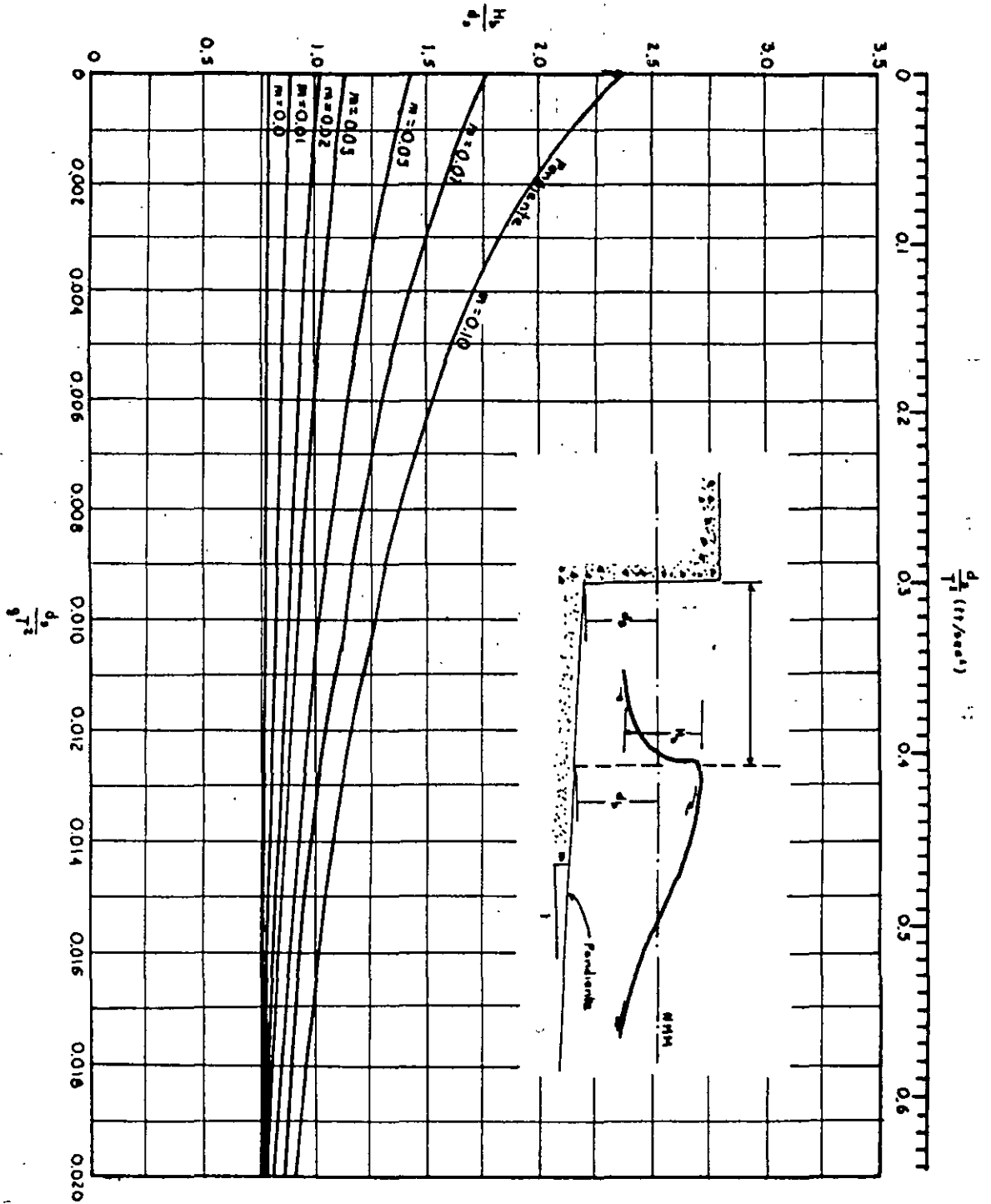


Fig. 2.15 Gráfica para determinación de la rompiente

2.3.2. Modelo Matemático para refracción del oleaje

A la hora de evaluar la estabilidad de un canal de marea libre, - se encuentra que dicha estabilidad está íntimamente ligada con el arrastre litoral que se tenga en las zonas cercanas a la boca de éste. Es el arrastre litoral, el que determina en gran medida las características geométricas que deberá tener dicho canal y en su caso las obras de protección que serán necesarias para poder asegurar el buen funcionamiento.

Uno de los factores de mayor importancia que influyen al momento de evaluar dicho arrastre es el del oleaje, ya sea tomando en -- cuenta las corrientes que genera en la playa, la energía que libera en la línea de rompientes, o las características mismas del oleaje como son período, altura de ola, longitud de onda, etc.

Viendo la importancia que representa la refracción del oleaje y - el determinar el arrastre en la zona vecina a la playa, se consideró justificado el desarrollar un modelo matemático que proporcione dichos datos, y de esta manera poder preveer con mayor confianza el comportamiento futuro del mismo.

2.3.3. Funcionamiento

El modelo matemático consiste en un programa de computadora y consta en general de dos partes:

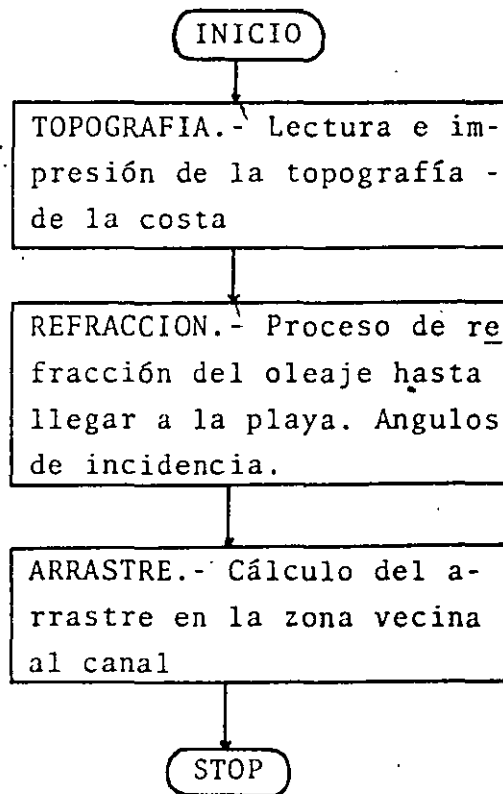
- A). Refracción del oleaje
- B). Arrastre litoral

Las cuales se analizarán haciendo referencia primeramente a un diagrama de bloques, para posteriormente hacer referencia al listado del programa, dándose las aclaraciones pertinentes.

Para la elaboración del modelo se han seguido los lineamientos planteados en este capítulo, en cuanto a refracción del oleaje y arrastre de sedimentos, haciendo ciertas consideraciones para el mejor y más fácil funcionamiento del problema.

2.3.4. Diagrama de bloques

El diagrama de bloques se puede plantear en forma general como sigue:



TOPOGRAFIA

Necesario para la refracción del oleaje es el conocimiento de la topografía de la playa, en este caso, la topografía estará dada por un sistema de coordenadas $(X1, Y1, Z1)$, siendo la profundidad positiva del nivel del mar hacia el centro de la tierra. Los puntos $(X1, Y1)$, coordenadas horizontales, estarán dados sobre ejes, debiéndose mantener constante la distancia entre cada uno de éstos; sin embargo, la separación entre los ejes X y los ejes Y, no será necesariamente la misma.

Dado que en algunas zonas se podrán tener datos más exactos de la topografía existente, éstos podrán ser dados mediante otro sistema de coordenadas $(X2, Y2, Z2)$, orientando los nuevos ejes X y Y, en el mismo sentido en el que se encuentre el sistema de ejes $X1, Y1$. Sobre este segundo sistema de ejes se podrá tener, en caso de que así se requiera un tercer sistema de ejes, tomando a su vez la orientación de los sistemas de ejes anteriores.

La distancia entre los ejes $X2$ y los ejes $Y2$ será constante pero no necesariamente iguales entre sí, pudiéndose decir lo mismo de los ejes $X3$ y $Y3$.

De tal manera se podrá llegar a tener un sistema de ejes similar al mostrado en la figura 2.16.

Dado que el programa puede escribir todos los datos de la topografía y en un momento dado ésta puede resultar muy larga e innecesaria, en el programa se ha introducido una variable (LT), la cual dependiendo de si toma el valor de uno o de cero, escribirá o no estos datos.

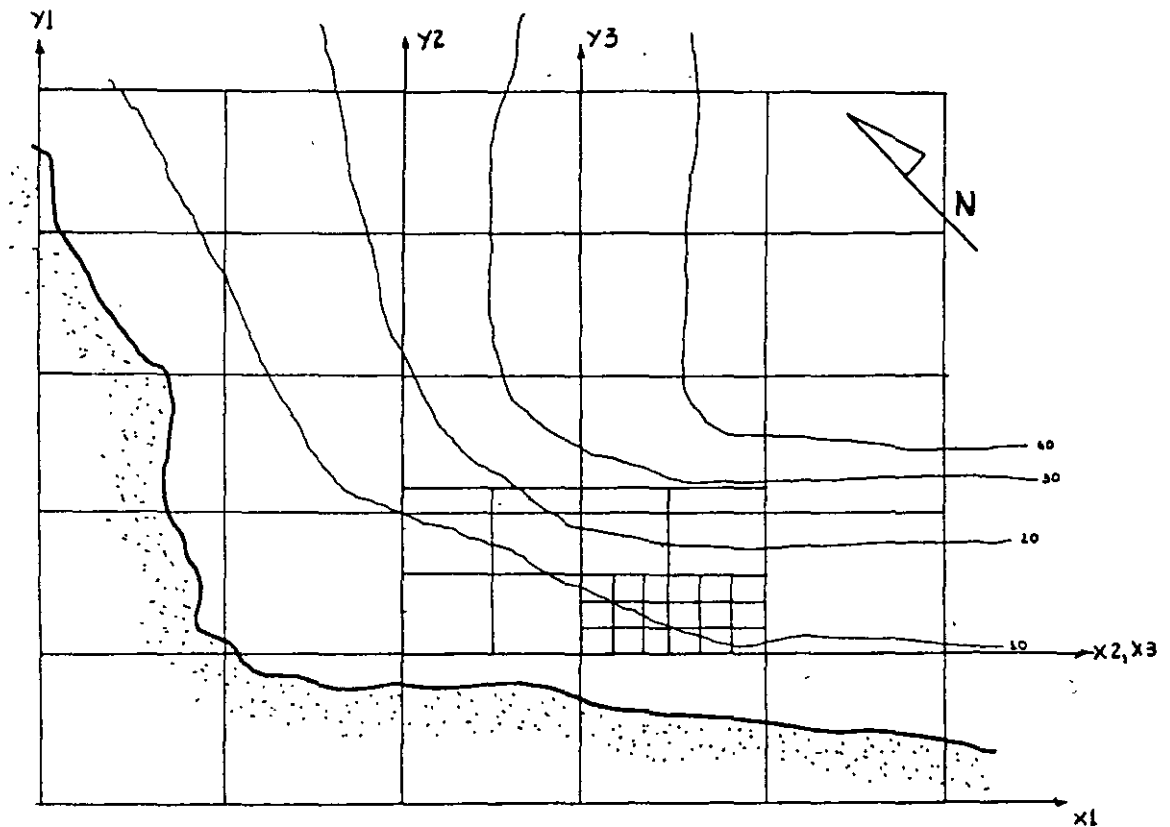


Fig. 2.16 Ejes Topográficos

REFRACCION

En aguas profundas con olas uniformes de crestas largas, éstas se mueven con sus crestas paralelas, ya que en transición y aguas bajas, la reducción en la velocidad de la ola, causa la oscilación alrededor en la dirección en la cual decrecerá el ángulo entre la cresta y el contorno del fondo.

Es usual comenzar los diagramas de refracción, desde olas de cresta recta a una profundidad igual a la mitad de la longitud de ola en aguas profundas.

En este caso la forma inicial de la ola no necesariamente será -- una línea recta en el área de aguas profundas, así las coordena-- das de los puntos sobre la primera cresta se podrán dar de forma que configuren una línea curva con diferentes direcciones de avan-- ce iniciales.

La construcción gráfica del diagrama de refracción, se realiza mo-- viendo cada punto de la cresta de ola en una dirección perpendicu-- lar a la cresta por una distancia igual a la velocidad de ola se-- leccionando el intervalo. Esta velocidad se calcula por tanteos - con la fórmula:

$$C = \sqrt{\frac{g \cdot C \cdot T}{2\pi} \left[\tanh \frac{2\pi Z}{C \cdot T} \right]}$$

La velocidad de avance está dada en función de la profundidad que se tenga en dicho punto. Para el cálculo de la profundidad de cada punto se hace un promedio de las profundidades que se tengan - de cada uno de los vértices del cuadro de la retícula de la topo-- grafía en que haya caído el punto, tomando en cuenta la distancia a que se encuentra cada vértice.

Con la velocidad de esta forma calculada se procede al cálculo -- del coeficiente de refracción, del factor de grupo:

$$FACGPO = \left[\frac{1}{2} \right] + \left[\frac{\frac{2\pi Z}{CT}}{\sinh \frac{4\pi Z}{CT}} \right]$$

de la pendiente de la playa y de la altura de ola:

$$H = H_o \quad Kd \quad \sqrt{\frac{C_o}{2 \cdot FACGPO \cdot C}}$$

En este caso el avance se da perpendicularmente a una línea recta que une los puntos adyacentes al punto de que se trate, razón por la cual es preferible dar los puntos iniciales con una separación constante entre ellos.

Con estos datos se procede a revisar si los puntos sobre la ola - con el último avance y con ayuda de la figura 2.15 han reventado. De haber reventado, por tanteos, se determina con la precisión de seada, el punto aproximado donde sucede ésto.

El intervalo de crestas no tiene que ser un valor impar y usualmente no será el mismo para un valor entero. Así podrá ser necesario dibujar más crestas donde la topografía del fondo sea compleja, ésto se logra utilizando en varias ocasiones el programa, es decir, en algunas ocasiones, será necesario dibujar un diagrama de refracción en varias etapas, cada una a diferente escala.

ARRASTRE LITORAL

Por último con los datos obtenidos en la refracción de la ola, el programa calcula el arrastre litoral por canal de energía, por mes y anualmente; para ésto se seleccionaron cuatro métodos, los cuales pueden dar el criterio adecuado para poder considerar éste. Estos cuatro métodos son los propuestos por Cadwell, CERC --- (1973), Pychkine y Larras.

Cadwell:

$$Q_s = 210 E^{0.8}$$

(unidades inglesas)

CERC (1973):

$$Q_s = 237.49 E$$

(unidades inglesas)

Larras:

$$Q_s = K g H^2 T \text{ sen } (7/4)\alpha$$

Pychkine:

$$Q_s = 1.2 \times 10^{-6} H^2 L (g/D)^{1/2} \text{ sen } 2\alpha$$

2.3.5. Resultados del Programa

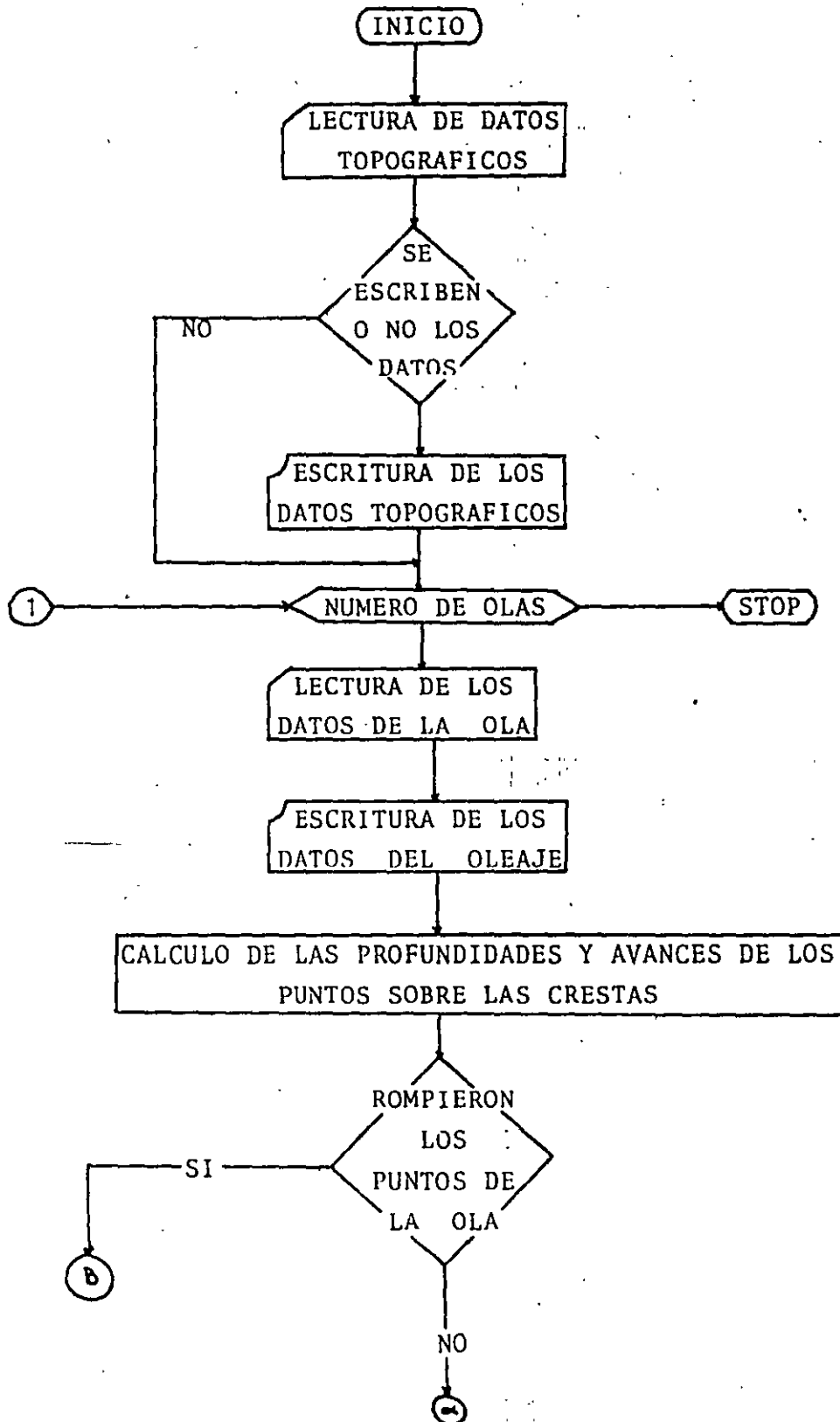
Los resultados que arroja el programa consisten básicamente de la topografía de la playa, características del oleaje y volumen de arrastre litoral.

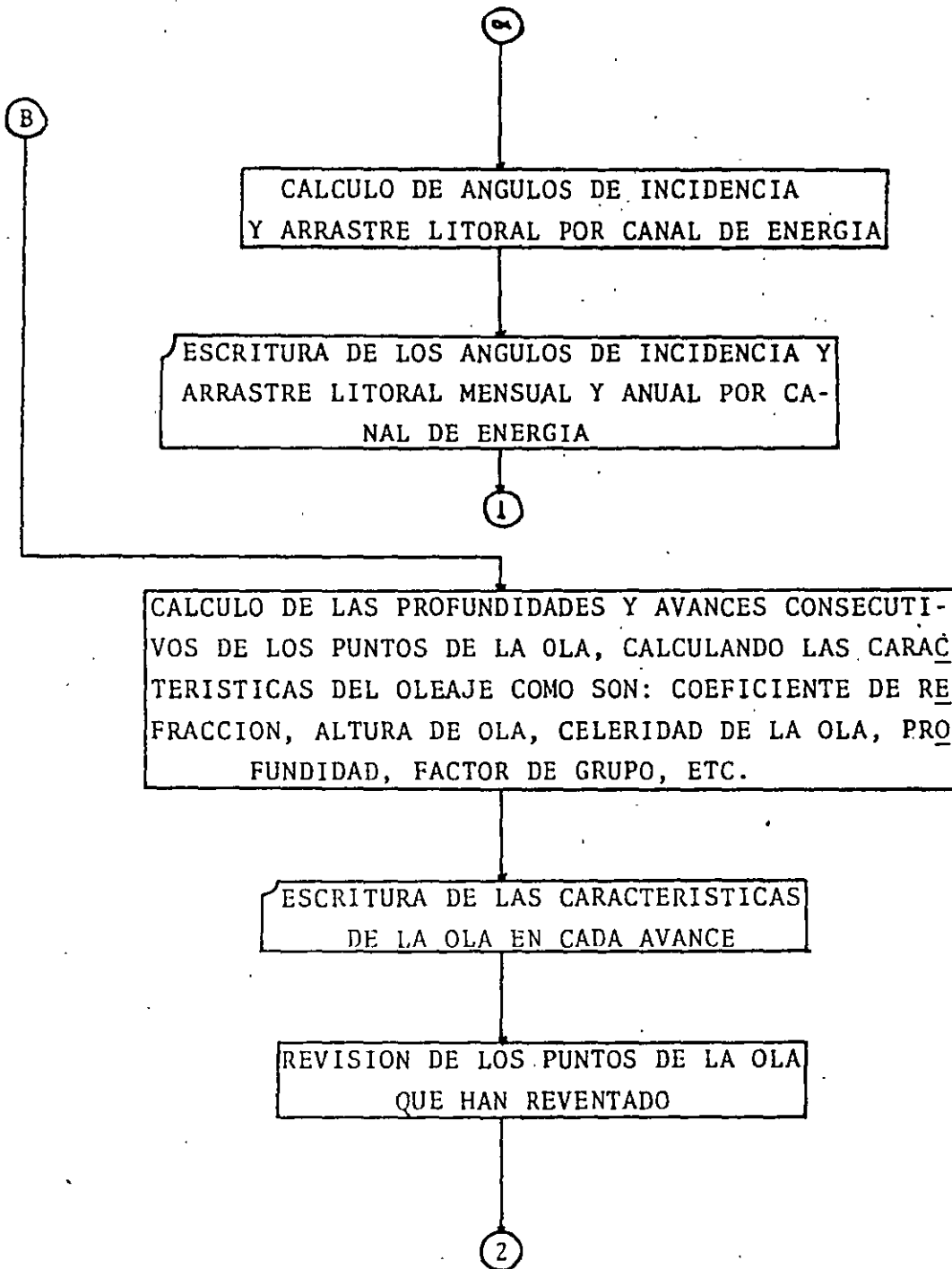
Topografía de la playa:

En cuanto a la topografía de la playa no arroja en sí resultados, sino la escritura de los datos con que se ha alimentado el programa. Esto es, escribiendo las coordenadas (X, Y, Z) de cada punto leído.

Características del oleaje:

Primero, al igual que en la topografía, el programa escribe los datos que ha leído como son, altura de ola en aguas profundas, período, azimut de avance de la ola en aguas profundas, número de





puntos datos sobre la cresta de ola, etc. Dados estos datos comienza en sí el proceso, y es entonces que para cada cresta obtenida, el programa arroja los siguientes resultados:

XO (I,J)-YO(I,J)	Coordenadas de los puntos J para la cresta I.
FACGPO	Factor de grupo para cada punto sobre la cresta de ola.
H(I,J)	Altura de ola en mts., en el punto J para la cresta I.
C(I,J)	Celeridad del punto J en mts/seg., para la cresta I.
AVANCE (I,J)	Avance del punto J en mts., a partir del mismo para la cresta I.
ZO(I,J)	Profundidad en mts., en el punto J, para la cresta I.

Estos datos son arrojados para todas las crestas que se obtengan hasta que la totalidad de los puntos revienten al llegar a la playa. Es entonces cuando el programa de los valores XR(I), YR(I), -ZR(I), que corresponden a las coordenadas de los puntos de la rompiente.

Posteriormente con los datos obtenidos se dan los ángulos de refracción o ángulos de incidencia con los que los canales llegan a la playa. Estos ángulos se han medido con respecto a la línea de rompientes y no con respecto a la playa.

Arrastre Litoral

Si lo que se requiere es exclusivamente la refracción del oleaje, los datos anteriores serán todos los obtenidos del programa, pero si también se desea conocer los volúmenes de arrastre que se tienen en la zona, éstos serán dados en metros cúbicos por segundo, metros cúbicos por mes, de enero a diciembre, y en metros cúbicos por año por cada canal de energía en que se haya dividido la cresta.

2.3.6. Listado y Lectura de Datos

Importante del programa es el listado, éste se muestra a continuación. Cabe hacer notar que las dimensiones que presentan las variables están dadas para un caso particular, las cuales pueden cambiarse si así se requiere.

Datos: la lista de datos necesarios, el orden y el campo en el que se deben dar, se muestra en el esquema siguiente:

TARJETA	CAMPO	VARIABLE
1	1-5	NOPR.- Número de olas que se vayan a refractar (I5)
1	6-10	LASUB.- Subdivisiones que se tengan o número de sistemas de ejes (X, Y, Z) que se tengan en la topografía. Hasta 3 (I5)
2	1-5	KX1.- Número de ejes X que se tengan (I5)
2	6-10	KY1.- Número de ejes Y que se tengan (I5)
2	11-20	DX1.- Separación entre ejes X (F10.2)
2	21-30	DY1.- Separación entre ejes Y (F10.2)
2	31-40	XINI1.- Distancia al origen del primer eje X - (F10.2)

TARJETA	CAMPO	VARIABLE
2	41-50	YINI1.- Distancia al origen del primer eje Y - (F10.2)
2	51-60	XFIN1.- Distancia al origen del último eje X - (F10.2)
2	61-70	YFIN1.- Distancia al origen del último eje Y - (F10.2)
3	5 en 5	XTOP1 (I), YTOP1 (I), ZTOP1 (I,J).- Se dan primero los valores de los ejes X desde XINI1 hasta XFIN1; en campos de 5 en 5; posteriormente, se dan los valores de los ejes Y desde YINI1 hasta YFIN1, en campos de 5 en 5, y por último se dan los valores de ZTOP1 (I,J), en campos de 5 en 5 dando para cada eje Y los valores de X. I varía desde 1 hasta KX1 y Y desde 1 hasta KY1. Ejemplo: ZTOP1 (1,1), ZTOP (2,1), ZTOP -- (3,1).....ZTOP (KX1, KY1). Así los valores de cada variable ZTOP (I,J), corresponden a -- las coordenadas donde se corta el eje XTOP1(I) con el eje YTOP1(J). (16F5.0)
4		KX2, KY2, DX2, DY2, XINI2, YINI2, XFIN2, YFIN2 Esta tarjeta es igual a la tarjeta 2, con los valores correspondientes al segundo sistema de ejes topográficos. En caso de que no exista se omite esta tarjeta.
5		XTOP2 (I), YTOP2 (I), ZTIP2 (I,J).- Esta tarjeta es igual a la tarjeta 3 con los valores correspondientes al segundo sistema de ejes topográficos. En caso de que no existe, se omite esta tarjeta.

TARJETA	CAMPO	VARIABLE
6		KX3, KY3, DX3, DY3, XINI3, YINI3, XFIN3, ---- YFIN3.- Esta tarjeta es igual a la tarjeta 2 - con los valores correspondientes al tercer sis- tema de ejes topográficos. En caso de que no - exista se omite esta tarjeta.
7		XTOP3 (I), YTOP3 (I), ZTOP3 (I,J).- Esta tarje- ta es igual a la tarjeta 3; con los valores co- rrespondientes al tercer sistema de ejes topo- gráficos. En caso de que no exista, se omite - esta tarjeta.
8	1-3	LT.- Indica si se imprimen los datos de la to- pografía. Si toma el valor de 0 no se imprimen, si toma el valor de 1 se imprime (I3).
9	1-3	LAESC.- Indica si se imprimen los datos refe-- rentes a la refracción del oleaje. Si toma el valor de cero se imprimen, si toma el valor de 1 no se imprimen (I3).
10	1-3	LARRAS.- Indica si el programa debe de calcu- lar el arrastre litoral. Si toma el valor de 0 se calcula, si toma el valor de 1 no se calcu- la (I3).
11	1-5	NP.- Indica el número de puntos a dar sobre la cresta de la ola (I5).
11	6-15	T.- Período de la ola (F10.0).
11	16-25	HU.- Altura de ola en aguas profundas en mts.- (F10.0).
11	26-35	PAPE.- Separación entre crestas sucesivas, re- presenta el número de veces por el que se mul- tiplica el resultado de multiplicar la celeri- dad de la ola por el período (F10.0).
11	36-45	AZIMUT.- Azimut con que avanza la ola en aguas profundas, medido a partir del eje Y (F10.0).

TARJETA	CAMPO	VARIABLE
11	46-55	TOLC.- Tolerancia para el cálculo por tanteos de la celeridad (F10.0).
11	56-65	CORREF.- Coeficiente de refracción inicial. En caso de que la refracción sea desde aguas profundas toma el valor de 1.0 (F10.0).
11	66-70	LOSAZI.- Indica si todos los puntos comienzan con el mismo azimut de avance. Si toma el valor de cero, todos tienen el mismo azimut, si toma el valor de 1, comienzan con diferente azimut (15).
12	10 en 10	AZIMU (J).- Valor de los azimuts iniciales de avance de los puntos en caso de ser diferentes desde 1 hasta NP (8F10.0).
13	10 en 10	XO (I,J), YO (I,J).- Coordenadas de los puntos sobre la cresta en aguas profundas. Valores iniciales: se dan primero todos los valores en X, desde 1 hasta NP y luego todos los valores en Y, desde 1 hasta NP (8F10.5)..
14	1-10	D.- Diámetro medio de la arena de la playa --- (F10.8).
15	5 en 5	HORAS (J).- Número de horas por mes, desde <u>ene</u> ro hasta diciembre, en que la ola con las características anteriores, actúa para el cálculo del arrastre litoral (16F5.2).

Las tarjetas 14 y 15 se omitirán en el caso de que no se calcule el arrastre litoral.

En el caso de que sean más de una las olas por refractar, después de la tarjeta número 15, se repetirá la secuencia a partir de la tarjeta número 9, inclusive, tantas veces como diferentes olas se tengan.

El término al final de cada variable, entre paréntesis, indica la forma en que se da el campo para la variable de que se trate.

2.3.7. Limitaciones

En general, la limitación del programa se presenta en ciertas ocasiones, cuando la separación entre puntos consecutivos es corta y la topografía del fondo provoca que los puntos vecinos se vayan acercando entre sí, y consiste en que las direcciones de éstos se llegan a cruzar (figura 2.17). Esto se llega a evitar aumentando la separación entre dichos puntos.

2.4. Mareas Astronómicas

Se conocen por mareas los movimientos alternativos de las aguas del mar, que se manifiestan por una subida de nivel, hasta que llegan a un valor máximo, que recibe el nombre de pleamar, descendiendo después para alcanzar al cabo de un cierto tiempo un valor mínimo llamado bajamar, volviendo a subir de nuevo para retirarse una vez más: proceso periódico que se repite indefinidamente desde hace miles de años.

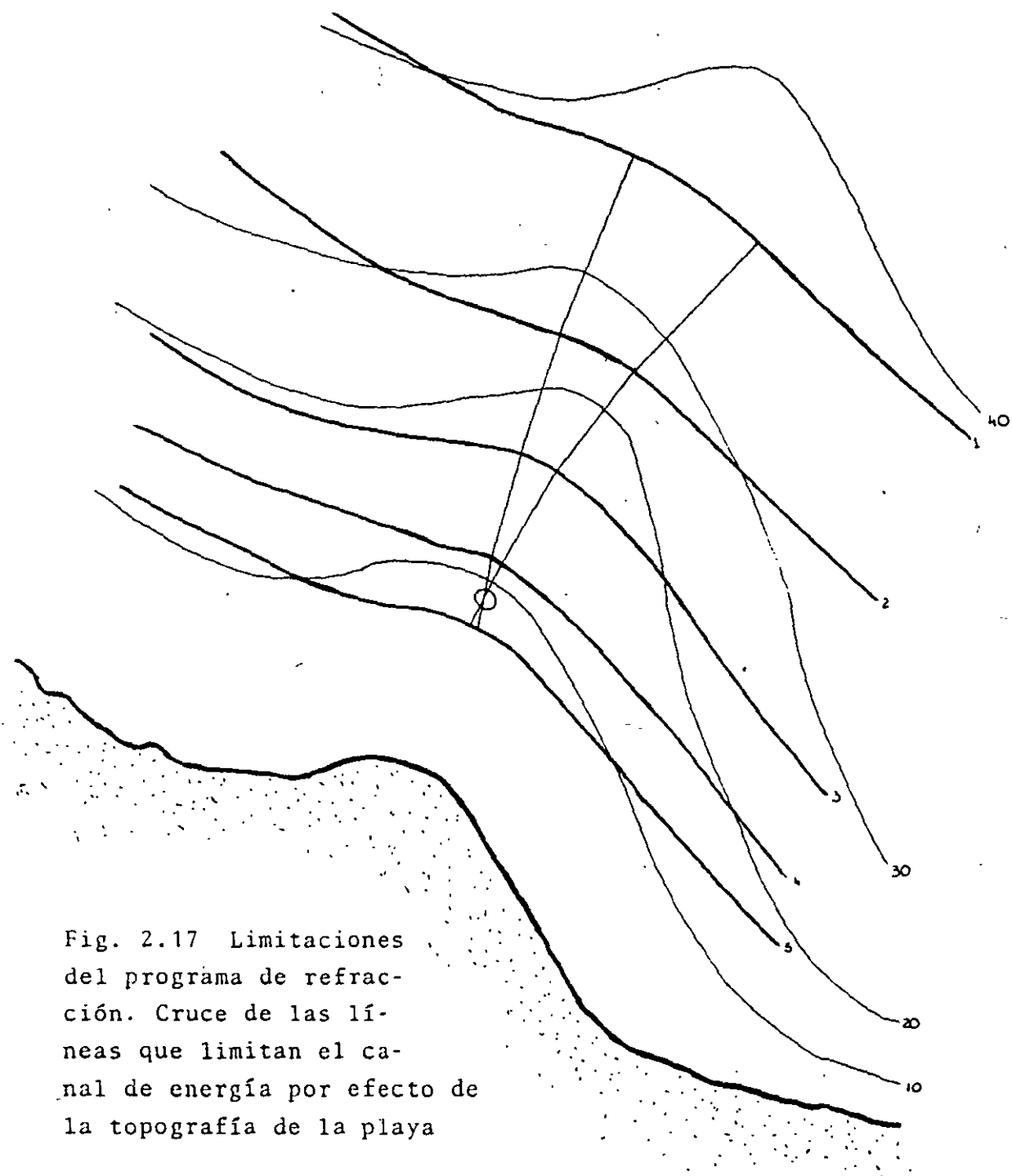


Fig. 2.17 Limitaciones del programa de refracción. Cruce de las líneas que limitan el canal de energía por efecto de la topografía de la playa

La marea es un movimiento periódico, ya que se repite con intervalos de tiempo iguales; definiéndose como período del movimiento - cada uno de aquellos intervalos iguales, en los cuales el movimiento se reproduce nuevamente. Por tanto, se entiende por período de marea el tiempo transcurrido entre dos pleamares o dos bajamares consecutivos, y amplitud o carrera de marea la altura entre una bajamar y la pleamar siguiente o viceversa, es decir, en general la altura entre dos valores extremos consecutivos (fig. 2.18)

Esta amplitud para un mismo lugar varía en función de la posición relativa del sol y la luna, aumentando a partir de las cuadraturas, hasta llegar al máximo alrededor de las sicigias (luna llena y luna nueva). Es decir, que normalmente a siete días de mareas de amplitud grande, llamadas por tanto mareas vivas, siguen aproximadamente siete de mareas muertas, y así sucesivamente a lo largo del año. Ahora bien, dentro de estas mareas vivas y muertas, existen dos que corresponden a las sicigias de primavera y otoño, es decir, las llamadas equinocciales, que son las más vivas del año, mientras que las de menor carrera de marea (las más muertas) son las correspondientes a los solsticios, comienzo de las estaciones de verano e invierno. Respecto a las horas en que tienen lugar las pleamares y bajamares, no son las mismas de un día al siguiente, sufriendo un retraso todos los días de varios minutos con relación al anterior.

2.4.1. Tipos de Mareas

Si tenemos presente el número de pleamares y bajamares que tienen lugar en un día y su amplitud, las mareas pueden dividirse en tres tipos;

Mareas semidiurnas,- Caracterizadas por tener dos pleamares y dos bajamares en un día; se presentan bajo una forma muy regular, y su amplitud es aproximadamente la misma. El período es, pues, de medio día: exactamente 12 horas, 25 minutos; de aquí su nombre de semidiurnas (fig. 2.19).

Mareas diurnas,- Llamadas así por presentar solamente una pleamar y una bajamar en las 24 horas de día (fig. 2.20). Generalmente son de pequeña carrera de marea y tienen lugar en muy pocos puertos.

Mareas de tipo mixto.- Caracterizadas por tener dos pleamares y bajamares por día, pero con la particularidad de presentar carreras de marea diferentes (fig. 2.21).

Este tipo suele terminar transformándose en el de marea diurna al cabo de un mes, ya que una de las amplitudes va disminuyendo gradualmente, a la vez que el período de la otra aumenta paulatinamente, al ser cada vez más lento el proceso de subida y bajada de las aguas, hasta acabar en una sola marea por día.

Para medir las mareas se utilizan los mareógrafos y limnógrafos que son aparatos destinados a registrar automáticamente las variaciones del nivel del mar.

Como hemos señalado anteriormente, en la época de sicigias, las mareas son vivas. Pues bien, la mayor pleamar no tiene lugar cuando la posición astronómica del sol, la luna y la tierra señala las sicigias, sino que se observa varias mareas después; a este retraso se le conoce con el nombre de Edad de la Marea. Varía de un lugar a otro.

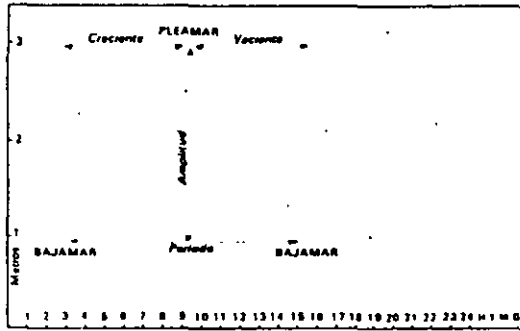


Fig. 2.18 Esquema del movil de las mareas

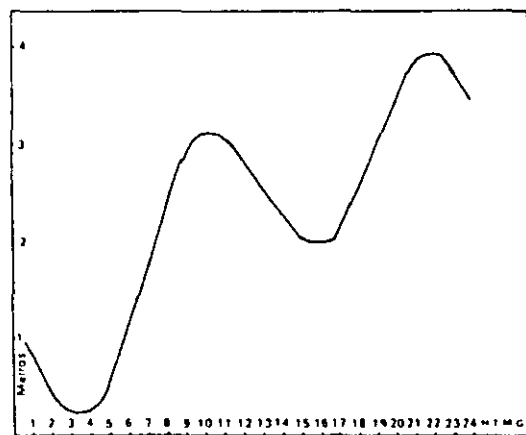
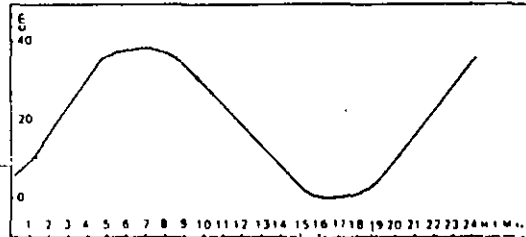
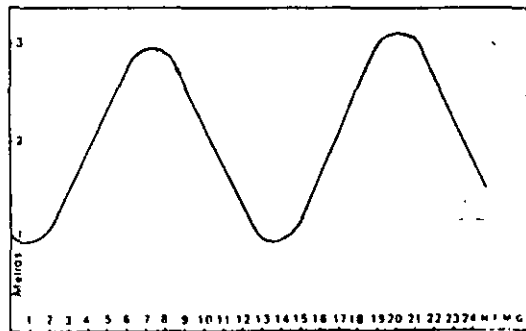


Fig. 2.19, 2.20, 2.21 Diversos tipos de mareas

Lógicamente, las pleamares tendrían que suceder en el momento del paso de la Luna por el meridiano del lugar. Sin embargo, en la realidad existe un pequeño desfazamiento, teniendo lugar la pleamar después del paso de la luna por el meridiano; este tiempo -- transcurrido, que varía poco a lo largo de los días, se llama intervalo. Este, calculado en los días de sicigias, recibe el nombre de establecimiento de puerto.

Hay que hacer notar que el establecimiento de puerto es una característica local de la marea, y puede variar de una manera muy considerable entre dos puertos relativamente próximos.

2.4.2. Unidad de altura y Coeficiente de la Marea

Se define la unidad de altura de un puerto como el valor alcanzado por el agua por encima del nivel medio en la pleamar que tendrá lugar T horas después (siendo T la edad de la marea) de la sicigia, estando situados el sol y la luna a su distancia media de la tierra, y en el plano ecuatorial (es decir, declinación nula), cuando se dice que ambos astros están en sicigia media.

Por tanto, el valor por encima o por debajo del nivel medio viene dado por

$$Am = U C$$

donde U es la unidad de altura, y C es el llamado Coeficiente de la Marea, número por el que hay que multiplicar la unidad de altura de un puerto para obtener la semiamplitud de la marea. Es decir, que Am permite calcular la altura aproximada de la marea, pues sumado al nivel medio dará la pleamar correspondiente, y restándolo, la bajamar.

COEFICIENTE

MAREAS

1.20	equinocciales de aguas vivas; máxima carrera de mareas.
1.00	equinocciales de aguas vivas
0.75	medias
0.40	medias de aguas muertas
0.20	aguas muertas, mínima carrera de marea.

2.4.3. Fuerzas generadoras de las mareas

La marea se produce por la atracción que ejercen el sol y la luna sobre la capa de agua que recubre nuestro planeta. La fuerza que da lugar a esta marea es la resultante de componer la atracción sufrida por la unidad de masa colocada en un punto de la superficie terrestre, con la fuerza ejercida sobre dicha masa unitaria colocada en el centro de la tierra. Esta diferencia de atracción es, pues, lo que llamamos fuerza generatriz de la marea.

Si el globo terrestre pudiera estar aislado en el espacio, girando alrededor de su eje, las partículas de agua que cubren su superficie adoptarían una determinada posición de equilibrio, en la cual permanecería indefinidamente; por tanto, al no ser ésto posible, el fenómeno de las mareas es la consecuencia inmediata de la perturbación de ese equilibrio. La diferencia entre la fuerza de atracción ejercida por un astro sobre la unidad de masa colocada en P. (punto de la superficie terrestre) es, según hemos indicado, la fuerza generadora de marea, que responde a la expresión:

$$KM \left(\frac{1}{D_p^2} - \frac{1}{D_c^2} \right) \frac{1}{\cos \beta} \quad (2.2)$$

donde K es la constante de la gravitación universal, M es la masa del astro perturbador, D_p la distancia del astro al punto P de la superficie terrestre, D_c la distancia del astro al centro de la tierra y α el ángulo que forma la fuerza generadora con CM (fig. 2.22)

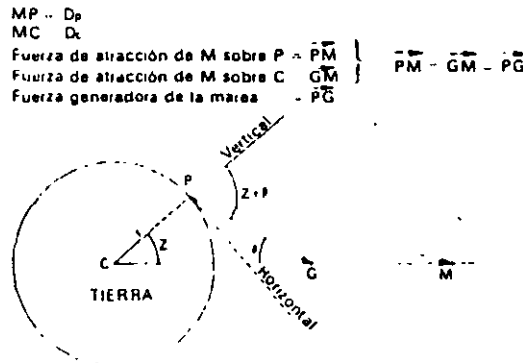


Fig. 2.22

Si proyectamos la expresión 2.2 sobre la vertical y la horizontal teniendo presente el ángulo z que forma el cenit con la distancia al astro M , tendremos, después de hacer una serie de operaciones:

Componente horizontal

$$H = KM \frac{r}{D_c^3} \frac{3}{2} \sin 2z$$

Componente vertical

$$V = KM \frac{r}{D_c^3} (3\cos^2 z - 1)$$

Y si de estas dos últimas ecuaciones eliminamos K, constante de la gravitación universal, tendremos:

$$mg = K \frac{T m}{r^2}$$

Y si la consideramos la masa m igual a la unidad, nos quedará:

$$g = K \frac{T}{r^2}$$

de donde despejando

$$K = g \frac{r^2}{T}$$

donde T es la masa de la tierra y r el radio.

Sustituyendo este valor de la constante universal en las dos expresiones tendremos:

Componente horizontal:

$$H = g \frac{M}{T} \left(\frac{r}{Dc} \right)^3 (3 \cos^2 z - 1)$$

Componente vertical:

$$V = g \frac{M}{T} \left(\frac{r}{Dc} \right)^3 (3 \cos^2 z - 1)$$

Estas fórmulas muestran cómo las componentes de la fuerza generadora de las mareas son directamente proporcionales a la masa M del astro perturbador, e inversamente al cubo de la distancia del centro de la tierra a dicho astro. Al ser inversamente proporcionales a los cubos de las distancias, explican porqué el sol y la luna son los únicos astros responsables de las mareas, ya que los efectos de otros, al estar tan alejados de la tierra, son a todas luces despreciables. Y, por otra parte, indican cómo la acción de la luna es algo de dos veces superior a la ejercida por el sol.

Para un mismo lugar, si no mediaran las variaciones meteorológicas y otras causas de menor importancia, la marea sería función exclusiva de las posiciones relativas de la tierra, el sol y la luna; como consecuencia, siempre que las posiciones de los tres astros en el espacio se repitieran la marea volvería a ser la misma. Este tiempo se eleva a 18 años, más 15 días y 12 horas (años de 365 días).

2.4.4. Anuarios de Mareas

Para obtener la marea en un instante en un puerto determinado, habrá que conocer en dicho momento el valor de una serie de sumandos u ondas, que nos darán la amplitud de la marea. Como es lógico, la precisión de los resultados será mayor cuantos más sumandos se tomen. Ahora bien, para determinar en cada instante en un lugar la amplitud de las diversas ondas, habrá que calcular previamente para cada onda las llamadas constantes armónicas de un puerto, correspondientes a cada una de las ondas consideradas. En la práctica, para poder determinarlas hay que disponer de un registro continuo de las mareas, de una duración no inferior a un mes.

Es muy importante conocer las constantes armónicas de un puerto, ya que a partir de ellas se hacen los anuarios de mareas, que son publicaciones anuales donde figuran las predicciones para cada día del año.

Es el departamento de Oceanografía del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México, quien opera la red de estaciones mareográficas en la República Mexicana.

Los pronósticos que dan, se han obtenido de los cálculos basados en los registros de la red de mareógrafos, utilizándose series de 369 días de alturas horarias para calcular 48 constantes armónicas para cada puerto por el método de los mínimos cuadrados.

Las tablas de predicción de mareas contienen la hora a la que ocurren las pleamares y las bajamares, así como la altura con relación al plano de referencia.

Los diferentes planos de mareas están calculados tomando como base el nivel medio del mar. Las alturas de los bancos de nivel están referidas a nivel medio del mar.

2.4.5. Definición de los planos de Referencia

Altura máxima registrada: nivel más alto registrado en la estación por efectos de algún tsunami o ciclón.

Pleamar máxima registrada: nivel más alto registrado debido a las fuerzas de marea periódica, o también a que tengan influencia sobre las mismas los efectos de condiciones meteorológicas.

Nivel de pleamar media superior (MHHW): promedio de la más alta de las dos pleamares diarias, durante el período considerado en cada estación.

Nivel de pleamar media (MHW): promedio de todas las pleamares durante el período considerado en cada estación. Cuando el tiempo de marea es diurna, este plano se calcula tomando el promedio de

la pleamar más alta diaria, lo que equivale a que la pleamar media en este caso es lo mismo que la pleamar media superior.

Nivel medio del mar (NMM): promedio de las alturas horarias durante el período considerado en cada estación.

Altura mínima registrada: nivel más bajo, registrado en la estación por efecto de algún tsunami.

Bajamar mínima registrada: nivel más bajo registrado debido a las fuerzas de marea periódicas, o también que tengan influencia sobre las mismas, los efectos de condiciones meteorológicas.

Nivel de bajamar media inferior (MLLW ó NBMI): promedio de la más baja de las dos bajamares diarias, durante el período considerado en cada estación.

Nivel de bajamar media (MLW): promedio de todas las bajamares durante el período considerado en cada estación. Cuando el tipo de marea es diurno, este plano se calcula tomando el promedio de la bajamar más baja diaria, lo que equivale en este caso, a que la bajamar media es lo mismo que la bajamar media inferior.

Nivel de media marea (MTL): plano equidistante entre la pleamar media y bajamar media, se obtiene promediando estos dos valores.

2.5. Mecánica del transporte de los sólidos

El movimiento de sedimentos en una corriente es un problema de -- tal modo complejo, que no puede intentarse una solución puramente racional.

El problema en sí representa condiciones de inestabilidad extrema y de no uniformidad dado que la superficie del agua está constantemente cambiando de forma.

De acuerdo con el avance actual de la hidráulica fluvial, puede obtenerse una idea aproximada del mecanismo general del transporte de sedimentos sólo pasando por alto los detalles particulares, o bien, simplificando de tal forma las condiciones del problema - que únicamente se tomen en cuenta las variables más significativas. Esto conduce inevitablemente a una situación tal, que el fenómeno, analizado de esta manera, guarda poca relación con la realidad. No obstante, siguiendo esta idea, puede obtenerse al menos un conocimiento básico de los aspectos esenciales del problema.

Se han propuesto numerosas teorías tanto empíricas como racionales para describir este transporte, y así se tienen entre los investigadores que han tratado de resolver este problema a Shields, Straub, DuBoys, Kalinske, Einstein, Bagnold y otros.

2.5.1. Características significativas de los sólidos

Las características individuales de los granos que constituyen un suelo no cohesivo que tienen mayor significación sobre el mecanismo del transporte, son: Tamaño, Forma, Densidad y Velocidad de caída.

* Tamaño de las partículas: Debido a la variedad de tamaños que se encuentra en cualquier suelo no cohesivo, se necesita escoger un diámetro representativo de la muestra, para hacerlo intervenir en las expresiones en que el tamaño es uno de los parámetros utilizados. Un estudio granulométrico permite determinar la forma en que se encuentran distribuidos los diferentes tamaños de las partículas.

La selección del diámetro representativo depende del autor de cada fórmula.

El diámetro medio es igual a:

$$D_m = \frac{\sum D_i P_i}{100}$$

Para la aplicación de la fórmula anterior se recomienda tomar en la curva granulométrica intervalos del orden del 5%.

D_x es un diámetro tomado de la curva granulométrica que indica que un x por ciento de partículas tienen un tamaño igual o menor que D . Por lo tanto, un $(100-x)$ por ciento de partículas tienen un diámetro mayor. Los tamaños más utilizados son D_{35} , D_{50} , D_{65} , D_{90} , D_{95} .

Por lo general para los suelos no cohesivos el D_m es aproximadamente igual al D_{65} , aunque esto no es una regla siempre válida.

* Forma de las partículas: La forma de las partículas, generalmente, no puede tomarse en cuenta en las fórmulas. La única manera de hacer intervenir este parámetro es mediante la velocidad de caída de los granos.

Debido a la diversidad de formas de las partículas, se habla de tres diferentes diámetros para un mismo grano: de cribado, de sedimentación y nominal.

Diámetro de cribado.- Se obtiene mediante un análisis granulométrico.

Diámetro de sedimentación.- Es el de una esfera con igual peso es pecífico y con la misma velocidad de caída que la partícula en es tudio.

Diámetro nominal.- Es el de una esfera con el mismo volumen de la partícula considerada.

* Densidad relativa de las partículas: A diferencia del tamaño y la forma, la densidad del material de arrastre varía entre límites estrechos, ya que se trata de un material no cohesivo.

Puesto que la mayoría de las arenas están formadas de cuarzo, puede considerarse 2.65 como valor medio de la densidad relativa de un grano en estado seco. Por ello el peso específico de las partículas secas es de $2,650 \text{ Kg/m}^3$. Sin embargo, mediante una sencilla prueba de laboratorio, es fácilmente obtenible esta característica.

* Velocidad de caída: Cuando una partícula cae dentro de un líquido en reposo, llega un momento en que su velocidad de caída es uniforme. Esta característica de las partículas tiene la ventaja - que toma en cuenta no sólo su peso, sino también su tamaño y forma.

Se alcanza esta velocidad, cuando la resistencia que ofrece el líquido a la partícula que desciende, es igual al peso sumergido de la misma.

La expresión general para encontrar la velocidad de caída, w , es:

$$W^2 = \frac{4}{3} \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \frac{g D}{C_d}$$

donde:

C_d	coeficiente de resistencia
D	diámetro de la partícula
γ	peso específico del agua
γ_s	peso específico de la partícula
g	aceleración de la gravedad (9.81 m/s ²)

De la fórmula indicada se puede determinar el valor de la velocidad de caída, conociendo el diámetro de la partícula; o bien, se puede despejar el diámetro de sedimentación, si se conoce la velocidad de caída, por haber sido determinada en el laboratorio.

El valor del coeficiente C_d , que aparece en la fórmula es función del número de Reynolds de la partícula (Re).

$$C_d = f(Re)$$

en que

$$Re = \frac{W D}{\nu}$$

donde

$$\nu = \text{viscosidad cinemática (ver subinciso 2.5.2.)}$$

C_d se puede encontrar con ayuda de la figura 2.23. Como Re depende de W y D, es necesario proceder por tanteos para obtener, ya sea W o D.

Se puede encontrar con ayuda de la figura 2.24 la velocidad W, directamente en función de D, y viceversa, siempre y cuando se trabaje con esferas de cuarzo.

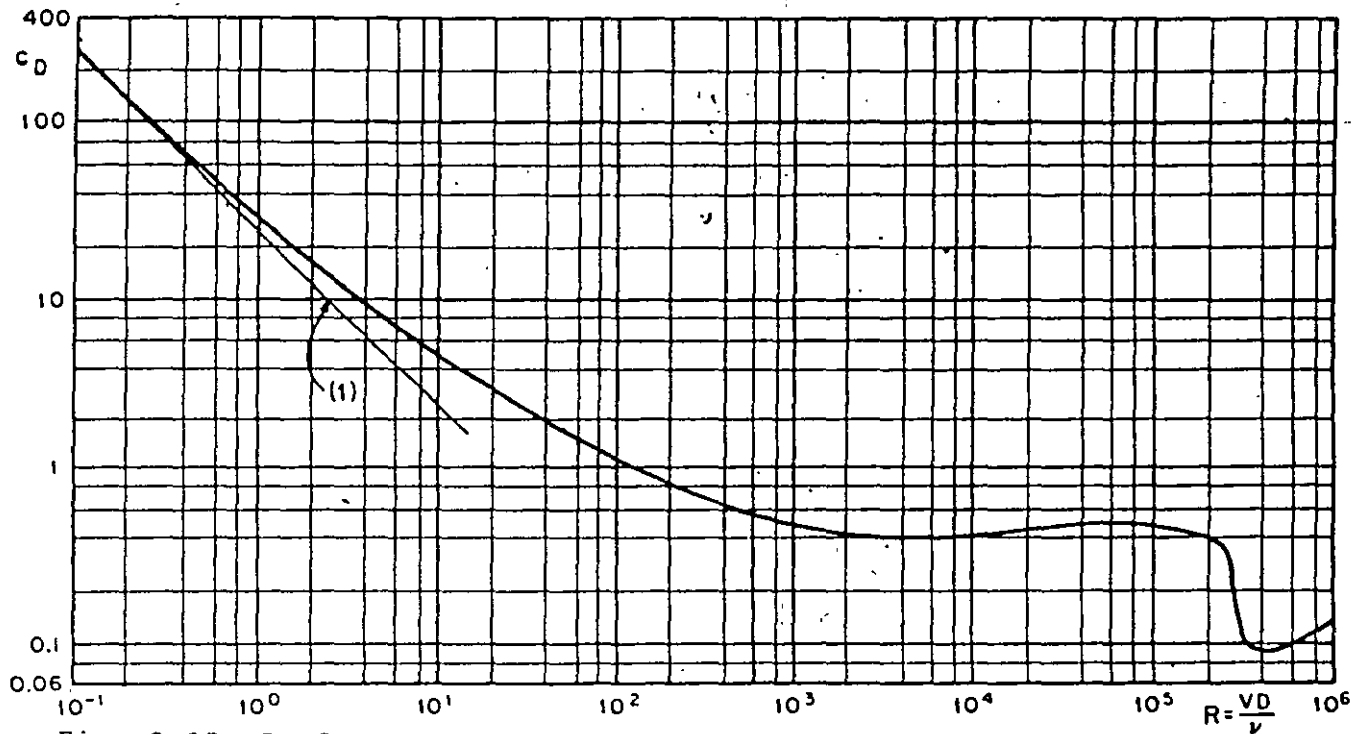


Fig. 2.23 Coeficiente de empuje C_D para esferas

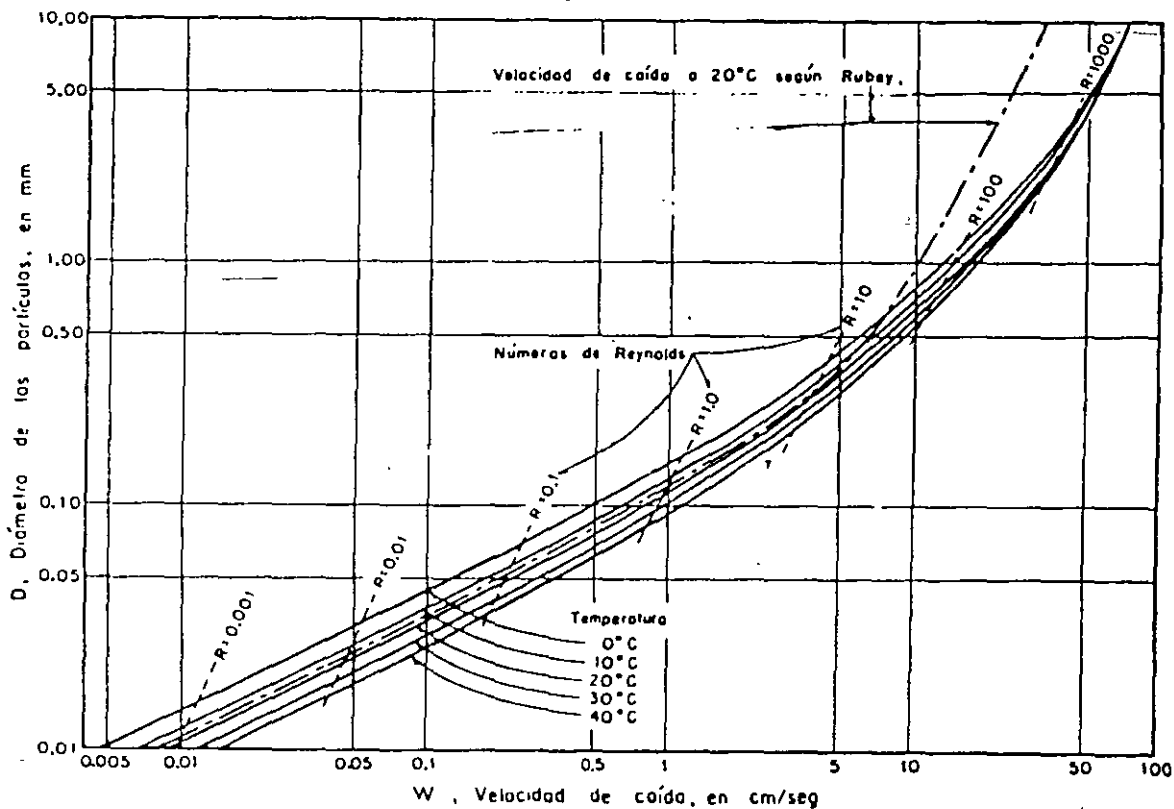


Fig. 2.24 Velocidad de caída de esferas de cuarzo en agua

Cuando se trabaja con granos naturales, puede convenir utilizar la curva dada por Rubey (ver figura 2.25), que fue obtenida para partículas reales; sin embargo, esa curva tiene la desventaja de no incluir la temperatura del agua y de que los granos en estudio pueden ser de otra forma que los utilizados por Rubey.

Velocidad crítica: La velocidad crítica es la velocidad del agua, para la cual el material según su tamaño es erosionado: es decir, para un determinado diámetro del material, existirá una velocidad mínima para que no sea erosionado. Esta característica la podemos observar cuantitativamente en la tabla 2.1.

D (mm)	Vc (m/s)
0.05	0.20
0.25	0.30
1.00	0.55
2.50	0.65
5.00	0.80
10.00	1.00
15.00	1.20
25.00	1.40

Tabla 2.1

Velocidad crítica para distintos diámetros de material

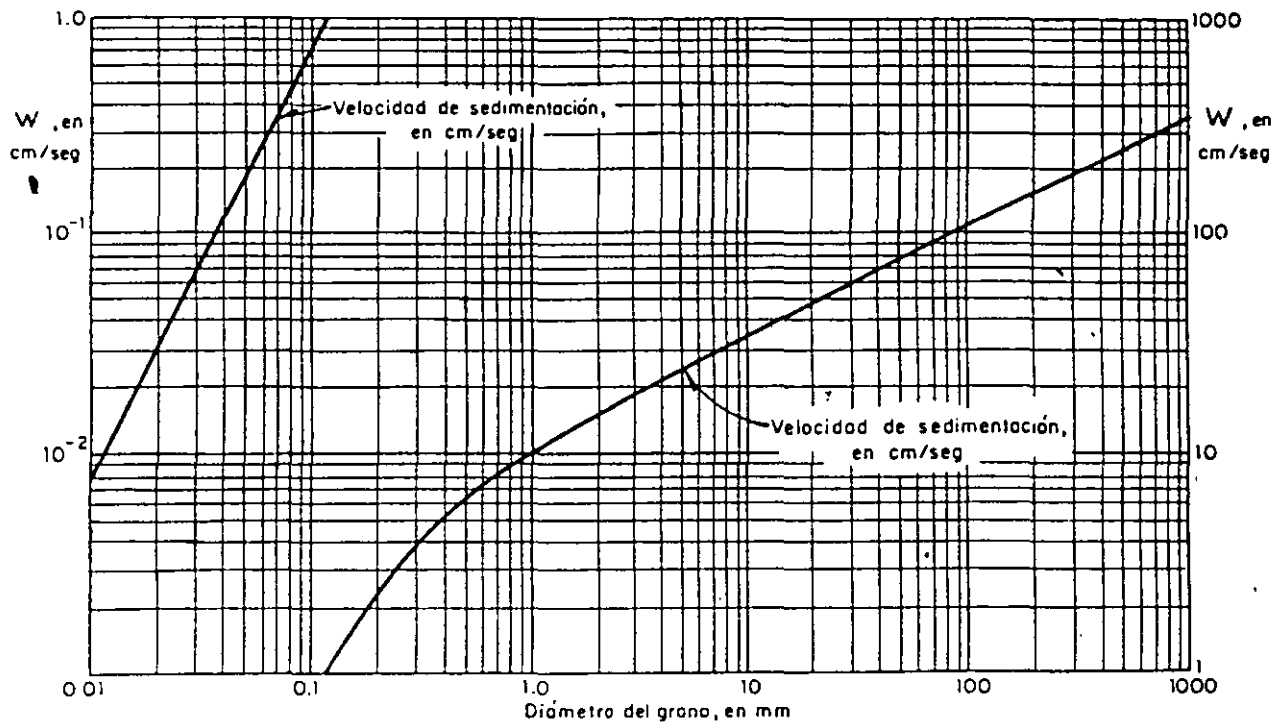


Fig. 2.25 Velocidad de caída o sedimentación, W , para diferentes tamaños de granos de cuarzo, según Rubey

2.5.2. Viscosidad y Subcapa límite laminar

Si nos referimos a la figura 2.26, donde se consideran dos placas planas, paralelas y de grandes dimensiones, separadas una distancia pequeña "y", y el espacio entre ellas lleno de un fluido, si se supone que la placa superior se mueve a una velocidad constante U al actuar una fuerza F también constante, vemos que el fluido en contacto con la placa móvil se adhiere a ella moviéndose a la misma velocidad U, mientras que el fluido en contacto con la placa fija permanecerá en reposo. O dicho lo anterior de otra manera, aquellas partículas del fluido que están en contacto con cualquiera de las placas deberán tener la misma velocidad que éstas; y por tanto, la velocidad del fluido, variará de U en la placa superior a cero en la inferior, y la velocidad de cualquier capa o filete del líquido será diferente a la de las capas adyacentes.

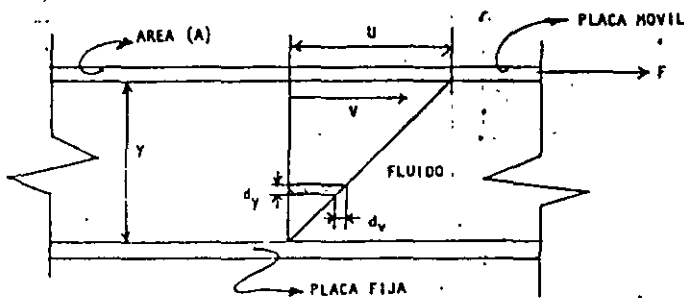


Fig. 2.26

Si la separación "y" y la velocidad U no son muy grandes, el gradiente de velocidades vendrá dado por una línea recta (como se muestra en la fig. 2.26).

La experiencia ha demostrado que para una temperatura dada, la fuerza F varía con el área A de la placa, y con la velocidad U en función directamente proporcional, e inversamente proporcional -- con la separación " y ", es decir:

$$F \propto \frac{A U}{y}$$

y de la figura, por triángulos semejantes:

$$U = y \frac{dv}{dy}$$

sustituyendo en (2.3), tenemos:

$$F \propto \frac{A y \frac{dy}{dy}}{y} = A \frac{dv}{dy}$$

de donde:

$$\frac{F}{A} = \frac{dv}{dy}, \text{ donde } \frac{F}{A} = \zeta \text{ (esfuerzo cortante)}$$

Para crear la igualdad, se introduce un coeficiente de proporcionalidad μ (μ), llamado Viscosidad Absoluta o Dinámica, por lo tanto:

$$\zeta = \mu \frac{dv}{dy}$$

Existe otro coeficiente de viscosidad, llamado "Viscosidad Cinemática", el cual está definido por ν (ν), y es igual a:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

donde ρ es la masa específica o densidad.

Supóngase un flujo laminar paralelo a las fronteras de un canal, figura 2.27 (a), y que un determinado disturbio a cierta distan--

cia de la frontera ocasiona unas ondulaciones locales. La variación de las velocidades que estas ondulaciones producen, traerá consigo cierta alteración en las presiones, que tenderán a incrementar las ondulaciones (ver figura 2.27).

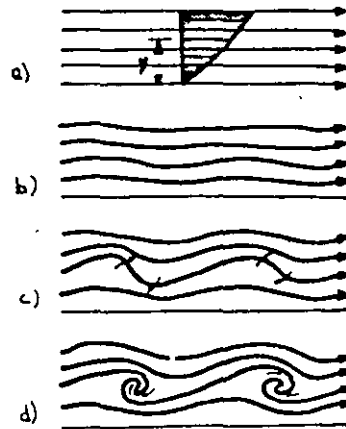


Fig. 2.27

El que los disturbios sigan creciendo o no, dependerá básicamente de la naturaleza del disturbio y de las magnitudes de dv/dy , ρ , ν y "y". Estas cuatro variables pueden ser agrupadas en un término adimensional en la forma:

$$X = \frac{y^2}{\nu} \frac{dv/dy}{\rho} \quad \text{número adimensional de DARCY}$$

Cuando la frontera es lisa -aún en el caso de flujo turbulento-, siempre habrá una zona donde se presente flujo laminar, y ello ocurrirá en la vecindad de la frontera. Esta zona se conoce como subcapa límite laminar, y su espesor corresponde a un valor constante del parámetro adimensional X. Dado que esta subcapa límite laminar es relativamente delgada, es aceptable suponer que la distribución de la velocidad en la misma, es lineal:

$$\frac{v}{vd'} = \frac{y}{d'}$$

en que v es la velocidad a una distancia cualquiera " y " de la frontera, y vd' es la velocidad a una distancia d' . Entonces:

$$X = \frac{y^2 \frac{dv}{dy}}{v} = \frac{d'^2 \frac{vd'}{d'}}{v} = \frac{d' vd'}{v} = \text{constante}$$

Según experimentos realizados, $X = 135$, y dado que:

$$X = \frac{d' vd'}{v} = 135$$

$$vd' = \frac{135 v}{d'}$$

por otra parte; como ya se ha demostrado el esfuerzo cortante que produce el flujo es:

$$\zeta_0 = \mu \frac{dv}{dy} = \mu \frac{vd'}{d'}$$

por lo que:

$$vd' = \frac{\zeta_0 d'}{\mu}$$

igualando:

$$\frac{\zeta_0 d'}{\mu} = \frac{135 v}{d'}$$

pero ya que:

$$\mu = \nu \rho$$

$$\zeta_0 d'^2 = 135 \nu^2 \rho$$

de donde:

$$\frac{\zeta_0}{\rho} = 135 \frac{v^2}{d'^2}$$

es decir:

$$\sqrt{\frac{\zeta_0}{\rho}} = 11.62 \frac{v}{d'} = v_*$$

donde v_* se denomina "velocidad de esfuerzo cortante".

2.5.3. Esfuerzo cortante de arrastre

Consideremos una sección del canal de longitud L , área de la sección transversal A , perímetro mojado P , radio hidráulico r , y pendiente del fondo S . Las fuerzas que actúan en el fondo del río en dirección del eje principal de la corriente serán:

a) La componente del peso del agua $AL \gamma \text{ Sen} (\text{arc tan } S)$, en que γ peso específico del agua. Además por ser S muy pequeño, podemos considerar $\text{Sen} (\text{Arc Tan } S) = S$; en tal caso, la componente del peso del agua es $AL \gamma S$.

b) La fuerza de fricción $\zeta_0 LP$, en que ζ_0 es la fuerza tractiva por unidad de superficie (esfuerzo cortante de arrastre). Y el producto LP es el área de contacto entre el agua y el canal.

Ahora bien, suponiendo por hipótesis que el flujo es uniforme, la resultante de todas las fuerzas paralelas al eje de la corriente, debe ser cero, es decir:

$$AL \gamma S = \zeta_0 LP$$

de donde:

$$\zeta_0 = \gamma \frac{A}{P} S = \gamma r S$$

El significado físico del esfuerzo cortante de arrastre, es la intensidad de la fuerza tractiva, ejercida por el agua en movimiento sobre una unidad de área en el lecho del canal.

La estabilidad transversal de un canal, es función de la capacidad que tiene el material del lecho o de las márgenes para resistir la acción erosiva del flujo del agua y al mismo tiempo, de la habilidad para evitar los perjudiciales depósitos que la socavación trae consigo.

En algunos canales, la erosión no va acompañada de un depósito de sedimentos mientras que en otros, tanto la una como el otro se presentan conjuntamente. En otro tipo de canales, existe azolve sin presentarse erosión.

2.5.4. Arrastre de sedimentos

* Inicio del movimiento: Para prevenir la erosión en el canal, la fuerza tractiva (o más correctamente, esfuerzo cortante de arrastre), deberá ser menor que el valor crítico ζ_0 de dicho esfuerzo, y que es el requerido para que el material que forma el lecho o márgenes empiece a moverse.

A pesar de la explicación racional que se quiera dar al concepto del esfuerzo crítico de arrastre, la obtención del mismo, es un asunto meramente experimental, y numerosos investigadores han tratado por diferentes medios de llegar a una conclusión satisfactoria al respecto.

Existe una teoría debida a Shields, que permite conocer las características hidráulicas de una corriente, para que ésta inicie el movimiento de las partículas que forman el fondo de un cauce.

Shields ataca el problema valiéndose de los conceptos usuales de la mecánica de los fluidos. Así pues, introduce en el análisis del problema de la fuerza de arrastre, el concepto de subcapa límite laminar. Si denominamos como lo hemos venido haciendo, por d' el espesor de la subcapa límite laminar, por "D" el diámetro de las partículas y por τ_0 el esfuerzo cortante de arrastre en el lecho del canal, entonces, de acuerdo con Shields, la relación

$$\frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma) D}$$

es función del cociente D/d' .

Sabemos que:

$$\frac{\sqrt{\tau_0/\rho} d'}{\nu} = 11.62$$

multiplicando ambos miembros de esta ecuación por la relación D/d' , se tiene:

$$\frac{D/d' \sqrt{\tau_0/\rho} d'}{\nu} = 11.62 \frac{D}{d'} ; \frac{\sqrt{\tau_0/\rho} D}{\nu} = 11.62 \frac{D}{d'}$$

y dado que:

$$\tau_c = \gamma r S \quad ; \sqrt{\tau_c / \rho} = \sqrt{\gamma r S g / \gamma} = \sqrt{g r S}$$

es posible por tanteos, con ayuda de la figura 2.28 el producto (rS) , para el cual se inicia el movimiento.

El mérito de Shields consiste en haber sido el primero en estudiar el problema del transporte de sedimentos en base a una ordenación adimensional de parámetros.

Existe una teoría debida a Straub que nos permite determinar el esfuerzo tangencial necesario (τ_c) para mover una partícula de cuarzo de diámetro D . Straub resume su teoría y experiencias en la gráfica de la figura 2.29; con ella es posible encontrar directamente el valor del esfuerzo crítico tractivo τ_c necesario para que la corriente inicie el movimiento de los granos. Cuando el material es grueso, mayor de 5mm., el esfuerzo tangencial puede calcularse con la expresión:

$$\tau_c = \frac{D}{13}$$

donde si D está en mm., τ_c resulta en Kg/m^2 .

* Formas de Arrastre: Existen tres tipos de movimiento del sedimento:

a) Sedimento en suspensión.- Es aquel sedimento fino que será transportado sin descansar en ningún momento en el fondo, es decir, que una partícula es arrastrada en suspensión, cuando las fuerzas turbulentas de la corriente la obligan a que permanezca en el seno del líquido y evitar que regrese al fondo. Para que una partícula sea arrastrada en suspensión, se requiere que sea muy pequeña, o bien, que la turbulencia sea muy grande.

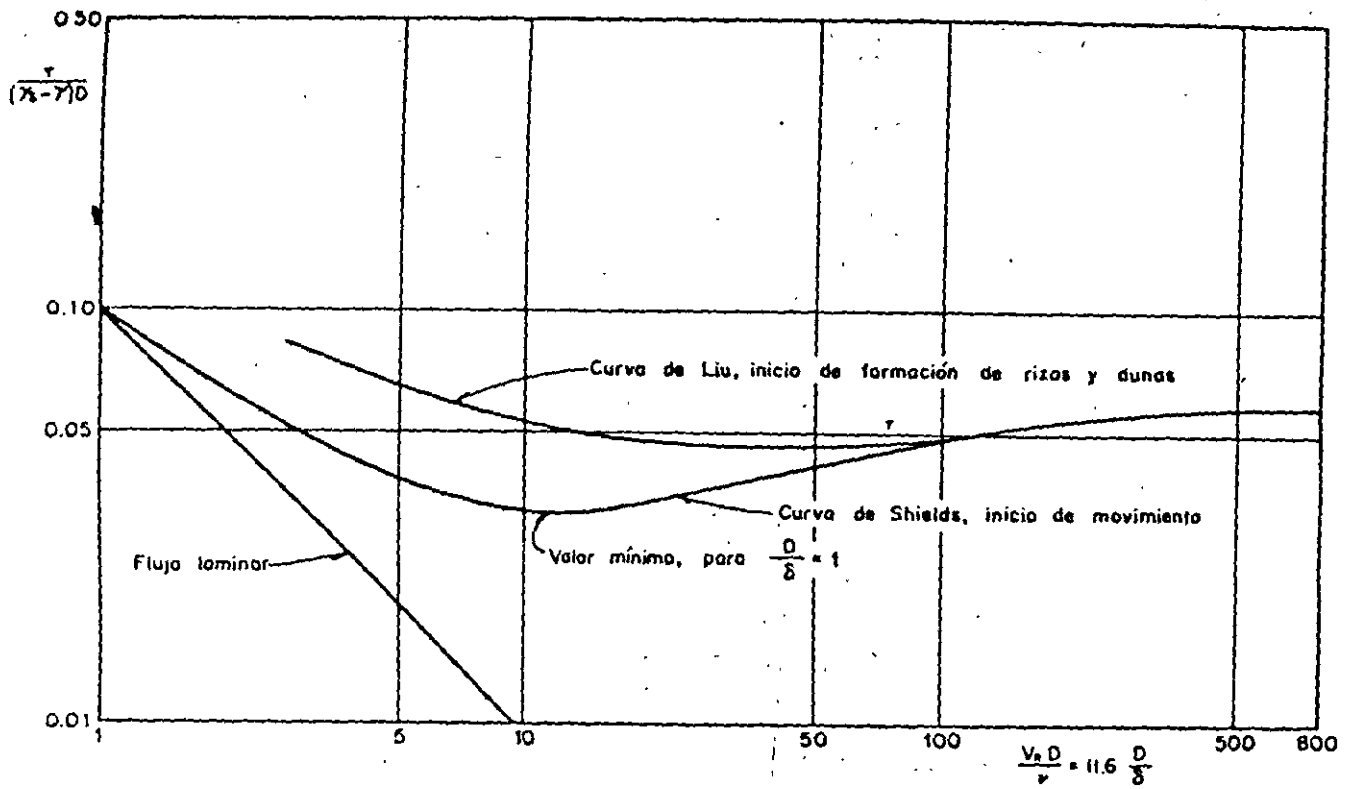


Fig. 2.28 Curva de Shields que indica el inicio de movimiento

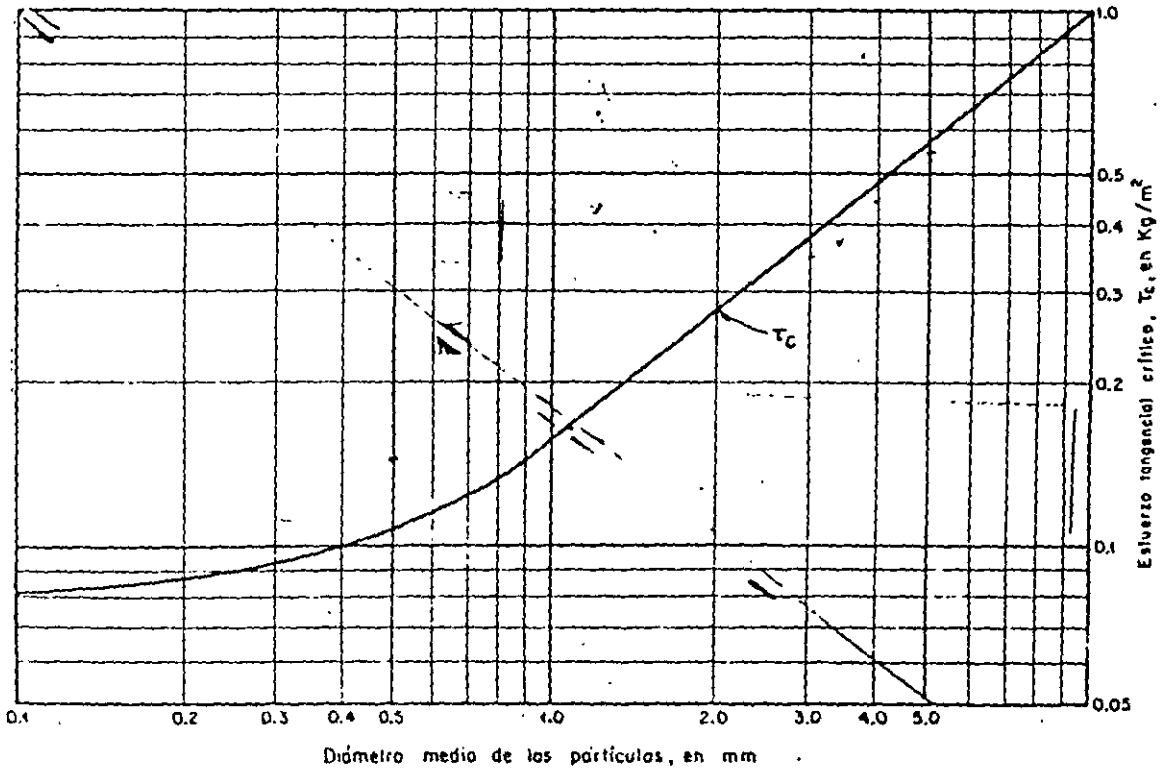


Fig. 2.29

b) Transporte de lecho o de fondo.- Es el que se realiza al incrementar la carga de sedimento, siendo éste igual y de mayor tamaño por lo que se verá que parte de este sedimento se depositará en el fondo, llegando poco a poco a construir un lecho que puede ser de fondo plano, rizos, dunas, ondas estacionarias y antidunas. La configuración del fondo depende de varios factores que no es el propósito de este trabajo estudiar.

c) Transporte en salto.- Es un movimiento hasta cierto punto confuso, y viene a ser, el movimiento que realiza el material que se constituye en transporte de lecho, en que parte de tiempo está quieto, parte estará rodando o deslizándose, o bien, podrá ser levantado por la misma corriente para ser inmediatamente redepositado. Esto es, cuando se levanta del fondo y se mantiene en el seno del líquido durante un lapso corto, por lo que el avance se realiza en saltos.

* Métodos de cálculo: Normalmente para determinar la capacidad -- (gasto sólido) que tiene una corriente para transportar partículas, se divide en: arrastre de fondo y arrastre en suspensión, entendiendo por arrastre de fondo todo lo que es rodado, deslizado, o arrastrado en saltos.

Existen varios métodos para determinar dicha capacidad, sin embargo el resultado obtenido, siguiendo un método, puede diferir en -- un 100%, de los valores correspondientes a otros métodos, además, con la desventaja de no poder asegurar cuál de ellos es el que se acerca más al resultado correcto.

Cada método se basa en distintas consideraciones y los hay tan -- complejos como se desée. Por citar uno entre ellos tenemos el método de Einstein; este autor visualiza el movimiento del sedimen-

to del lecho como una serie de saltos, la longitud y frecuencia - de los cuales son función del tamaño de la partícula y el volumen y número de dichas partículas, nos proporciona la forma de conocer el volumen del transporte sólido. Considera la probabilidad - que tiene una partícula de empezar a moverse en determinada unidad de tiempo.

Por la sencillez de aplicación, hemos decidido utilizar para estimar el gasto sólido que es capaz de transportar el canal a marea libre, el Método de Bagnold; ya que tiene la ventaja de proporcionar en la misma expresión, el arrastre de fondo y el de suspensión. Dicha expresión es la siguiente:

$$q_{st} = \frac{\zeta_0 V}{(\gamma_s - \gamma)} \left(\frac{e_b}{\tan \alpha} + \frac{e_s V}{W} \right)$$

en que:

- q_{st} arrastre sólido unitario, en $m^3/s/m$.
- ζ_0 esfuerzo cortante que produce el flujo. γ r S
- V velocidad media en la sección
- W velocidad de caída de la partícula, de diámetro D .
- e_b, e_s factores que son función de la velocidad media del flujo (V) y del diámetro medio de las partículas - D . Su valor puede encontrarse en la gráfica de la figura 2.30.
- $\tan \alpha$ coeficiente que se puede obtener en la gráfica de la figura 2.31, conocido el cociente $\frac{\zeta_0}{(\gamma_s - \gamma)D}$ y D .
- , son respectivamente el peso específico del sólido, y el peso específico del agua.

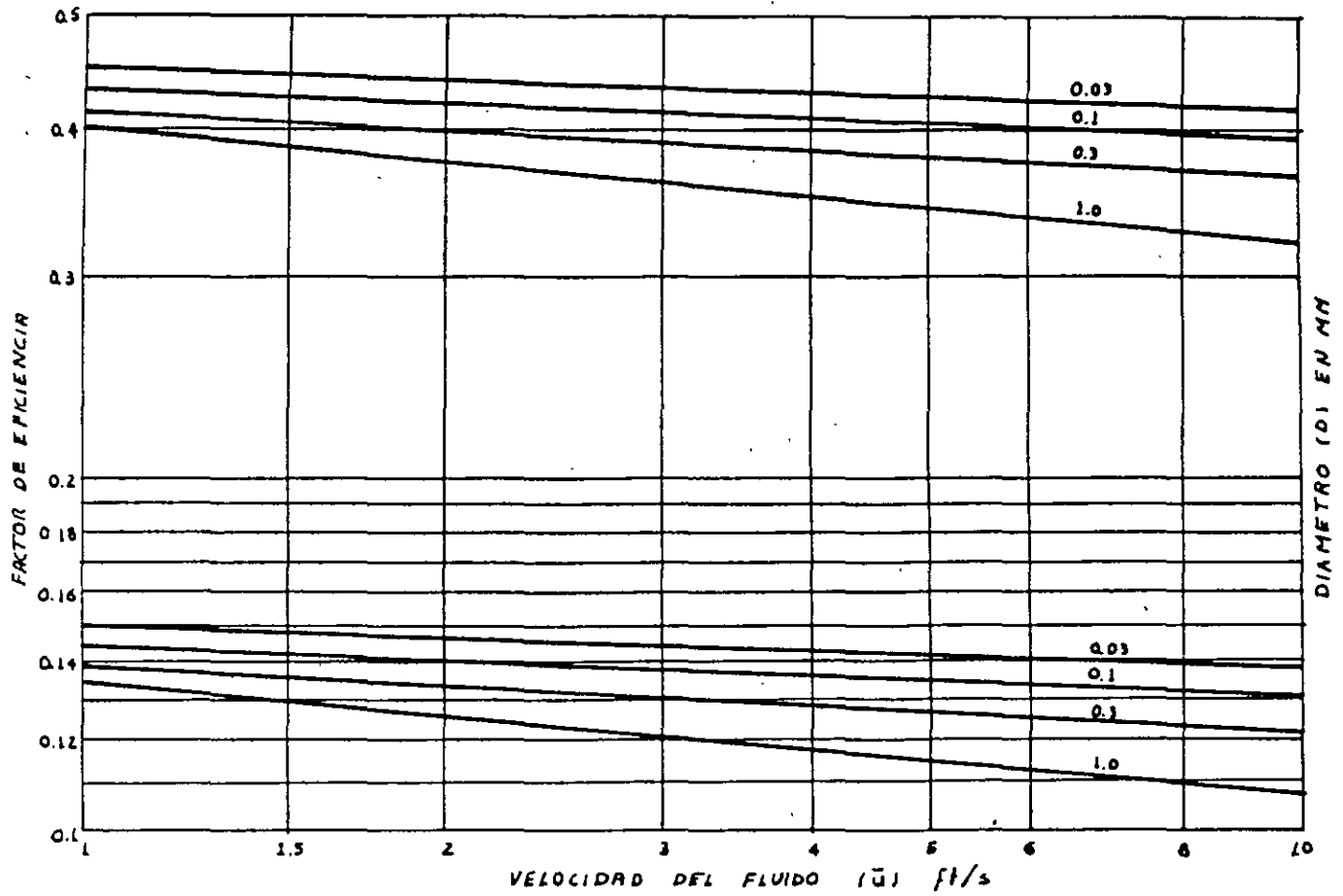
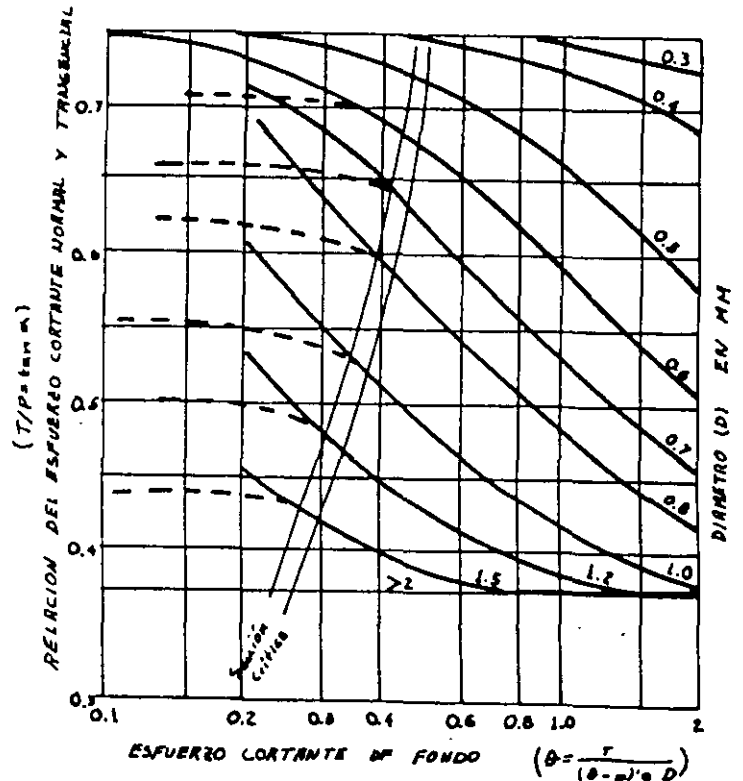


Fig. 2.30 y 2.31

Capacidad de transporte de la sección.



Como se ve el valor de q_{st} está dividido en dos sumandos, el primero nos determina el arrastre de fondo, y el segundo, el arrastre en suspensión.

2.6. Transporte litoral

A lo largo de una costa generalmente tiene lugar un movimiento de material granular, que es el resultado de la acción del oleaje y de las corrientes. Dicho movimiento se realiza ya sea en suspensión, rodando o saltando en el fondo, y se agrupa fundamentalmente en: transporte en suspensión y transporte de fondo.

Es importante valuar el transporte de material para tomar en cuenta las alteraciones al equilibrio costero que produce la construcción de una obra marítima. El no considerar la cuantificación del transporte litoral o al estimarlo incorrectamente, puede traer como consecuencia erosiones y depósitos de material, no previstos, dentro y en las cercanías de la obra, inutilizando las instalaciones existentes. Normalmente para proteger la boca de una laguna o la entrada de un puerto, se construyen escolleras a ambos lados del acceso, dichas estructuras rompen el equilibrio de la costa, ya que sirven como barrera al paso de la arena; ello ocasiona depósitos en uno de sus lados y erosiones en el otro. Estas últimas pueden resultar peligrosas si avanzan hacia zonas donde hay construcciones, carreteras o poblados costeros.

También es importante valuar el transporte litoral, pues este parámetro nos indica lo que potencialmente el oleaje es capaz de acarrear de material granular, por enfrente de la entrada del canal

y que dependiendo de las condiciones hidráulicas que existan en éste, será capaz o no de introducirlo al vaso, y de reingresarlo al mar, o depositarlo en el propio canal.

2.6.1. Formas del movimiento

Por estudios sobre arrastre litoral el movimiento en conjunto de las partículas de fondo, puede efectuarse según las formas que a continuación se describen, o mediante una combinación de ellas.

a) Por zig-zag o diente de sierra.- Este movimiento se produce en la parte alta de la playa y se origina de la siguiente manera: la ola al llegar a la línea de playa, produce un movimiento de arena ascendente sobre ella, en la misma dirección con que incide la ola, y luego se inicia un movimiento de descenso de arena por la línea de máxima pendiente de la playa. Este ciclo se repite al incidir cada ola.

b) Por corrientes paralelas a la línea de playa.- Este movimiento se produce en la zona comprendida entre la línea de playa y la primera línea de rompientes, se produce de dos maneras y aunque se disipa media energía, ondas de menor tamaño avanzan hacia la línea de playa. La primera forma en que se produce arrastre litoral es debido a esa corriente paralela a la playa; el movimiento, generalmente se produce en el fondo. La segunda forma se presenta en cada punto, al pasar la onda amortiguada por arriba de él. El paso de esa onda pone en suspensión parte del material del fondo, el cual es arrastrado, mientras cae, a la misma velocidad de la corriente. Por este último motivo el arrastre producido en esta forma puede ser mucho mayor que por el fondo.

c) En la zona de rompiente.- El movimiento del material playero - se produce exactamente en la zona de rompiente, de una manera similar a la segunda forma de arrastre explicada en el punto anterior. Como en esa zona se produce una gran disipación de energía y hay, por lo tanto, una gran turbulencia, las cantidades de material puesto en suspensión son mayores, así como el tiempo que dicho material permanece en suspensión.

d) Por corrientes de retorno.- Este movimiento se produce perpendicularmente a la línea de playa y puede llegar más allá de la línea de rompientes; este movimiento se origina para compensar el transporte de masa que ocurre del mar a la playa; y la corriente, que así se produce, es capaz de arrastrar grandes cantidades de material hacia zonas más profundas. Este tipo de transporte no se toma en cuenta al aplicar las fórmulas empíricas.

2.6.2. Fórmulas para valuar el arrastre litoral

El problema de la evaluación del transporte litoral ha sido estudiado por diferentes investigadores, ya sea en forma teórica, experimental o por mediciones directas en el campo, mediante seccionamientos periódicos y cuantificación de volúmenes retenidos por obras, o bien por mediciones de concentraciones de material sólido en las corrientes litorales.

Los resultados que se han obtenido varían mucho unos con respecto a otros, no pudiéndose decir a la fecha cuál de los criterios sea el de más conveniente utilización, ya que las condiciones en que se han realizado los estudios son muy variados. Por lo que presentaremos aquí los más importantes que existen a la fecha.

Las primeras fórmulas hacían intervenir la velocidad y dirección del viento y su tiempo de duración; posteriormente otros autores empezaron a tomar en cuenta el oleaje. Al hacer más observaciones y disponer de más datos, se hicieron intervenir más variables en el movimiento de arenas, como fueron: altura y período del oleaje y dirección del mismo respecto a la línea de playa, velocidad y dirección de corrientes existentes, pendiente de la playa, diámetro y densidad del material, etc. Las fórmulas que diversos autores han presentado se pueden clasificar en cuatro grandes grupos, dependiendo de las variables que en ellas intervienen:

1. Fórmulas que toman en cuenta el viento local.
2. Fórmulas que toman en cuenta únicamente la energía del oleaje.
3. Fórmulas que toman en cuenta la energía del oleaje y las características del material transportado.
4. Fórmulas que toman en cuenta la velocidad de la corriente litoral.

Las fórmulas del primer grupo no pueden utilizarse en forma general, y por lo tanto no se describirán en este trabajo, pues se han obtenido para condiciones de viento local; es decir no toman en cuenta el oleaje distante sino únicamente el producido por el viento considerado.

Las expresiones de los grupos dos y tres permitan encontrar directamente el volumen de arena transportado a lo largo de una playa, y aunque se han obtenido generalmente para un sitio dado, más adelante han sido probadas en otros lugares y modificadas con nuevos datos.

Las fórmulas del cuarto grupo son las que parecen prometer mejores resultados a futuro, por la mayor posibilidad de tomar en cuenta a todos los parámetros que intervienen en el fenómeno; así como de esperar el arrastre que se produce en diferentes formas.

* Fórmulas que toman en cuenta únicamente la energía del oleaje:

Las fórmulas que permiten valuar el transporte litoral en función de la energía del oleaje, son de uso local y pueden aplicarse en aquellas playas donde se obtuvieron; o bien en otras con características semejantes; desafortunadamente estas características generalmente se desconocen. En estas fórmulas se relaciona la energía del oleaje por unidad de longitud de playa con el volumen de arena que se mueve en un intervalo de tiempo y cuya expresión general es de la forma:

$$Q_s = K E^a$$

Así se tienen expresiones como las siguientes:

1) Fórmula de Caldwell:

$$Q_s = 210 E^{0.8}$$

Las condiciones de la playa estudiada por Caldwell (Anaheim Bay, Calif., U.S.A.), se pueden resumir en los siguientes puntos:

- * Playa sujeta a la acción de un oleaje con incidencias comprendida entre los 9 y 21°.
- * Material playero con diámetros medios de 0.2 a 0.3 mm., siendo el diámetro del estrán de 0.4 mm., a 0.1 mm., en la parte anterior a la línea de rompientes.

Posteriormente esta expresión fue probada en la costa de New Jersey, con buenos resultados. En la fórmula de Caldwell Q_s está dado en yardas cúbicas por día ($yd^3/día$) y E en millones de libras-pie por día y por pie de playa ($10^6 \times ft-lbs/ft$ de playa/día).

2) Fórmula del Coastal Engineering Research Center (CERC):

$$Q_s = 125 E$$

Esta es la fórmula original, obtenida de la recopilación de datos recabados de modelos y playas, y en las que se toma en cuenta condiciones promedio de oleaje y de características del sedimento, de varios lugares. Por ello se considera como una de las fórmulas principales con resultados satisfactorios. Q_s y E están expresados en las mismas unidades de la fórmula de Caldwell.

En 1973 el C.E.R.C. publicó en el Manual de Protección de Costas, una nueva fórmula, deducida del análisis de la información utilizada en la ecuación original (ecuación anterior) y se llegó a:

$$Q_s = 237.5 E$$

o sea, la nueva expresión del CERC (1973) da valores 1.9 veces mayores que los indicados por la fórmula original (1966), esto es porque el transporte medido ha resultado mayor que el calculado.

Fórmulas que toman en cuenta la energía del oleaje y las características del material transportado:

Con estas fórmulas se da un paso más en el intento de valuar adecuadamente el transporte litoral, puesto que se toman en cuenta las características del material de playa. Al igual que las fórmu

las anteriores, cuantifican el transporte total sin hacer ninguna distinción sobre si el material se mueve en el fondo o en suspensión.

1) Fórmula de Larras:

$$Q_s = K g H^2 T \text{ sen } (7/4 \alpha)$$

en que Q_s está expresado en m^3/seg .

El valor de K depende de la relación de esbeltez de la ola (H/L), y del diámetro del material, expresado en milímetros; H y L en metros y T en segundos, y se obtiene con la siguiente expresión:

$$K = 1.18 \times 10^{-6} D^{-1/2} (L_o/H_o)$$

2) Fórmula de Pychkine:

$$Q_s = 1.2 \times 10^{-6} H^2 L (g/D)^{1/2} \text{ sen } 2 \alpha$$

donde:

H, L, y D en metros

Q_s en m^3/seg .

Fórmulas que toman en cuenta la velocidad de la corriente:

Cuando el oleaje se aproxima a la playa con un cierto ángulo de incidencia, produce una corriente a lo largo de la misma y cuya velocidad está correlacionada con la energía del oleaje.

La presencia de la corriente litoral es capaz por sí sola, sin la ayuda del oleaje que la generó, de arrastrar material en el fondo

y en suspensión, siendo éste último levantado también del fondo. La concentración de este material en suspensión es aproximadamente constante con el tiempo, para cada punto dentro de la masa líquida, mientras no varíe la magnitud de la corriente.

La corriente litoral, como ya se ha dicho, es la que produce el transporte litoral y para valuarlo se propone utilizar primeramente para evaluar la corriente a lo largo de la playa la expresión de Eagleson:

$$V_L^2 = (3/8) ((gH_b^2 n_b)/d_b) ((\text{sen } m \text{ sen } \alpha_b \text{ sen } 2 \alpha_b)/f)$$

d_b = profundidad de la rompiente

H_b = altura de ola en la rompiente

α_b = ángulo de incidencia del oleaje en la rompiente

m = pendiente de la playa

= factor de grupo

$$n_b = 1/2 \left(1 + \frac{4 \pi d/L}{\text{senh } \frac{4 \pi d}{L}} \right)$$

$$f = (2 \log_{10} (d_b/k_e + 1.74)) - 2$$

$$k_e = D_{65} \text{ ó } 0.00093 \text{ m. para arena natural}$$

Una vez obtenida la velocidad de la corriente, el transporte litoral playa adentro de la línea de rompientes puede calcularse usando el criterio por ejemplo de Bagnold, con la consiguiente ventaja de poder distinguir entre transporte de fondo y en suspensión.

2.6.3. Métodos de campo para la cuantificación del arrastre litoral

Los métodos de campo para la valuación del transporte litoral, -- consisten en mediciones directas, que proporcionen la cantidad de material que se transporta por el fondo de la playa, y la que es transportada en suspensión. La necesidad de efectuar estas mediciones se debe a las diferencias numéricas que hay cuando se aplican las fórmulas empíricas a sitios diferentes de donde se obtuvieron, puesto que los materiales son diferentes, ya que intervienen los efectos locales como batimétricas, rocas, etc., los cuales se deben tomar en cuenta. Por otra parte, las mediciones directas son indispensables cuando se desea conocer mejor la forma como son arrastrados los granos. Además, en muchos sitios no hay datos de oleaje que permitan valorar cualitativamente el arrastre; y por lo tanto, conviene hacer su medición directa.

Los métodos de campo para medir el arrastre litoral más utilizados, son:

- Espigones de prueba
- Dragados de prueba
- Trampas de arena
- Trazadores

Espigones de prueba.- Este método de predicción consiste en construir una barrera artificial que impide el paso de material y en obtener batimetrías periódicas. Una vez obtenidas las batimetrías por comparación de volumen, se obtienen las cantidades de material acumulado de un lado y el erosionado del otro. Con este método es posible conocer los volúmenes netos de material que son arrastrados en intervalos de tiempo grandes.

Dragados de prueba.- Este método es análogo al anterior, ya que la barrera artificial la constituye una fosa en el fondo.

Trampas de arena.- Las trampas de arena son dispositivos en los que se trata de obtener una muestra que represente las características del transporte litoral sin que éste se vea afectado por la presencia de las mismas. Existen trampas para material en suspensión y para material de fondo.

Trazadores.- Los trazadores consisten en partículas de arena, de la playa en estudio, a las cuales se les ha marcado para distinguirlas fácilmente, ya sea con pinturas o radioactivantes. La inyección del material marcado puede hacerse una sola vez o puede ser continua, ambas son de gran utilidad principalmente en la localización de las trayectorias que sigue la arena, dejando mucho que desear en lo que a cuantificación del arrastre litoral se refiere.

3. Métodos tradicionales

3.1. Método de G.H. Keulegan

El método de Keulegan tiene por objeto determinar la variación del nivel del agua en el vaso producido por las mareas, determinar el retraso en el que se presenta la altura de marea máxima en el mar y en el vaso, y determinar la máxima velocidad promedio que se presenta en el canal. Los parámetros mencionados anteriormente están en función del coeficiente de llenado, del cual hablaremos más adelante.

El estudio de las fluctuaciones del nivel del agua en vasos comunicados con el mar puede emprenderse haciendo referencia a un número de condiciones, ésto es, contorno del vaso, taludes de las paredes, cantidad de flujo proveniente de ríos y arroyos, número de conexiones con el mar, resistencia hidráulica del canal, tipos de fluctuaciones de las mareas, relación entre las fluctuaciones de las mareas y la profundidad del canal y presencia o ausencia de corrientes de densidad.

El movimiento del agua del canal en la dirección horizontal es afectado por varios factores, éstos son: por la forma del vaso; si el vaso es estrecho, poco profundo y largo y la comunicación con el mar es en uno de los extremos, el cambio del nivel del agua en el vaso de lugar a lugar, deben ser considerados. Por otro lado, si el vaso es cuadrado o circular o de alguna forma similar, los cambios en las elevaciones de la superficie del agua serán aproximadamente los mismos para cada punto en el vaso..

Como último caso, la acumulación de agua en vasos obedece a la acumulación de agua en depósitos y en particular a las leyes de almacenamiento. La ecuación que representa al almacenamiento es también la ecuación diferencial para cambios de nivel. La forma de la ecuación y por lo tanto el método para resolverla está afectado por el flujo proveniente de ríos y arroyos, taludes del vaso, por la relación entre la profundidad del canal y el rango de variación de las mareas, y por el sentido del flujo ya sea entrando (llenante) o saliendo (vaciante).

Este toma en cuenta las condiciones más simples, pues Keulegan -- considera que las paredes del vaso son verticales, en el canal de conexión se tiene una profundidad varias veces mayor a la amplitud de las mareas, que no existen aportaciones provenientes de --

ríos y arroyos, que no existen corrientes de densidad, y que las fluctuaciones de las mareas están representadas por una curva senoidal. El agua en el canal toma una forma prismática y la profundidad del canal es mucho mayor en relación al rango de variación de las mareas. También se supone que el flujo en el canal está regido por la fórmula de Manning.

Este problema también ha sido estudiado por COL Earl Brown, quien le dió una solución, sin embargo el método que aquí se presenta, da mejor aproximación al fenómeno. La novedad en la solución presentada aquí es la forma adimensional de la ecuación de cambios de superficie. El sentido del análisis es evaluar primero el máximo desplazamiento de la superficie del agua en el vaso y en segundo el conocer la máxima velocidad media en el canal durante el ciclo de marea.

3.1.1. Deducción de la ecuación de cambios de nivel

Q será el gasto en el tiempo t en el canal, V la velocidad media, H_2 la elevación del mar a la entrada del canal y H_1 la elevación de la superficie del agua en el vaso. Todas las elevaciones están referidas al nivel medio del mar (nmm). La diferencia $H_2 - H_1$, representa la caída del nivel del agua correspondiente a la velocidad media V (fig. 3.1).

Esta caída puede ser descompuesta en dos partes, como sigue:

$$H_2 - H_1 = \Delta H_1 + \Delta H_2 \quad (3.1)$$

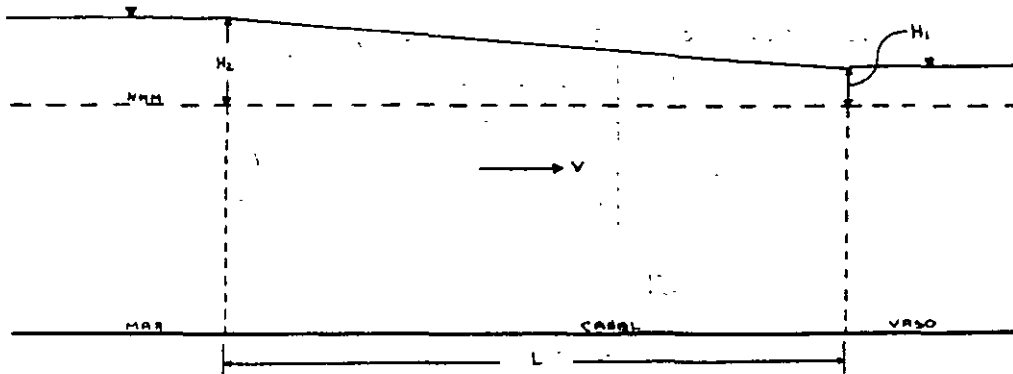


Fig. 3.1 Gradiente hidráulico sobre el canal

La primera diferencia (ΔH_1) nos da la caída que es necesaria para acelerar el agua desde la entrada del canal a partir de cero hasta la velocidad V en la entrada. Donde:

$$\Delta H_1 = m \frac{V^2}{2g} \quad (3.2)$$

Donde m es el coeficiente resultado de la distribución de velocidades y g es la aceleración de la gravedad. Si la distribución de velocidades sobre la sección transversal es uniforme, m se reduce a la unidad. En el flujo en canales abiertos el valor exacto de m no es conocido.

Desde el flujo del agua se opone al movimiento hasta que en el final del canal es disipado en un proceso de expansión turbulenta, donde el chorro se comienza a destruir en forma hidrostática, la diferencia H_2 nos representa las pérdidas de energía por fricción. Usando la fórmula de Weisbach:

$$\Delta H_2 = \lambda \frac{L}{r} \frac{V^2}{2g} \quad (3.3)$$

donde λ es el coeficiente de fricción, L es la longitud del canal y r es el radio hidráulico del canal. La relación que existe entre λ y la n de la fórmula de Manning será considerada después.

Sumando las ecuaciones 2 y 3, tenemos:

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \left[\lambda \frac{L}{r} + m \right] \frac{V^2}{2g} \quad (3.4)$$

Introduciendo la diferencia, $H_2 - H_1$, y despejando V^2 , obtenemos:

$$V^2 = \frac{2gr}{\lambda L + mr} (H_2 - H_1) \quad (3.5)$$

Es deseable expresar la elevación con respecto al nmm. en términos de la semiamplitud de la marea que ocurre en el mar. Denotando el rango de variación de la marea por $2H$ y usando H como una medida de la semiamplitud tenemos:

$$V^2 = \frac{2grH}{\lambda L + mr} \left[\frac{H_2}{H} - \frac{H_1}{H} \right]$$

o bien:

$$V = \sqrt{\frac{2grH}{\lambda L + mr}} \sqrt{\frac{H_2}{H} - \frac{H_1}{H}} \quad (3.6)$$

escribiendo $h_2 = H_2/H$ y $h_1 = H_1/H$

$$V = \sqrt{\frac{2grH}{\lambda L + mr}} \sqrt{h_2 - h_1} \quad (3.7)$$

Como no hay aportaciones de agua provenientes de ríos y como las paredes son verticales, la ecuación de almacenamiento de agua en el vaso, considerando que las mareas altas y las mareas bajas influyen en toda el área del vaso tenemos:

$$A \frac{dH_1}{dt} = a V \quad (3.8)$$

donde A es el área del vaso, a es el área de la sección transversal del canal prismático, V es como se dijo anteriormente la velocidad en el canal y dH_1/dt es la variación con respecto al tiempo del nivel del agua en el vaso, es decir, una velocidad. Entonces, despejando:

$$\frac{dH_1}{dt} = \frac{a}{A} V \quad (3.9)$$

Si denotamos por T al período de mareas, podemos escribir:

$$\frac{t}{T} = \frac{\theta}{2} \quad (3.10)$$

donde θ es el tiempo específico de la marea en radianes y con la ecuación 3.9 llegamos a:

$$\frac{dh_1}{d\theta} = \frac{T}{2\pi H} \frac{a}{A} V \quad (3.11)$$

Eliminando V con las ecuaciones 3.7 y 3.11 tenemos por definición:

$$K = \frac{T}{2\pi H} \frac{a}{A} \sqrt{\frac{2grH}{\lambda L + mr}} \quad (3.12)$$

finalmente:

$$\frac{dh_1}{d\theta} = K \sqrt{h_2 - h_1}, \quad h_2 > h_1 \quad (3.13)$$

que es la ecuación diferencial para las fluctuaciones de la superficie en el vaso cuando el nivel del mar es mayor que el nivel del vaso. Cuando se presenta la condición contraria, o sea cuando el nivel del mar es inferior al nivel en el vaso, la ecuación correspondiente será:

$$\frac{dh_1}{d\theta} = -K \sqrt{h_1 - h_2}, \quad h_1 > h_2 \quad (3.14)$$

K es un parámetro que juega un papel decisivo en la descripción del fenómeno. Es el sumario de los efectos de las dimensiones del canal y del vaso, de la rugosidad de las paredes y del período del rango de fluctuaciones de la marea en los límites en los que el nivel del agua cambia en el vaso. Por esta importancia del parámetro K se le ha dado por nombre coeficiente de sensibilidad de llenado.

3.1.2. - Valores comunes del coeficiente de sensibilidad de llenado

Es bueno considerar algunos valores comunes del coeficiente de llenado K en el rango en el cual se espera varíe este coeficiente ordinariamente. El primer paso es tener la relación que existe entre el coeficiente de fricción y el coeficiente de fricción de Manning. La fórmula de Manning es en sistema inglés:

$$V = \frac{1.486}{n} r^{1/6} \sqrt{r s}$$

donde s, es la pendiente de la superficie, y es igual a $\Delta H_2/L$. Las unidades están dadas en pies y en segundos. De la ecuación 3.3, tenemos:

$$V = \sqrt{\frac{2g}{\lambda} r s}$$

igualando las dos últimas expresiones de la velocidad, obtenemos:

$$\sqrt{\lambda} = \frac{n \sqrt{2g}}{1.486 r^{1/6}} \quad (3.15)$$

que es la igualdad que relaciona λ con n , Algunos valores numéricos relacionados con λ , n y r están dados en la tabla 3.1.

Si se supone que la distribución de velocidades en la entrada al canal es uniforme m en la ecuación 3.12, puede tomar el valor de la unidad como ya antes se mencionó. La ecuación que nos da K puede escribirse ahora como:

$$\frac{AK\sqrt{H}}{a} = \frac{T\sqrt{2g}}{2\pi} \sqrt{\frac{r}{\lambda L + r}} \quad (3.12a)$$

El miembro de la derecha de la ecuación puede ser valuado para varias longitudes y profundidades de canal y para diferentes valores de n . La Oceanografía ha llegado a determinar que el período de tiempo de las mareas es igual a 12.42 hrs. Todas las longitudes están en pies y los tiempos en segundos. Para los resultados obtenidos ver la tabla 3.2. Como una ilustración del uso de la tabla 3.1, supóngase que $r = 5$ ft., $L = 1,000$ ft., $n = 0.03$, y $H = 1$ ft. Entonces de la tabla 3.2:

$$K = 2.734 \times 10^4 \times (a/A)$$

si (A/a) nos da sucesivamente los valores 10^3 , 10^4 y 10^5 , K toma los valores sucesivamente de 27.3, 2.73 y 0.273.

3.1.3. Variación senoidal de la superficie del mar

Suponiendo que las fluctuaciones en la superficie del agua del mar puede ser representados por una curva senoidal, la solución más general que describe las fluctuaciones de nivel de la superficie del agua en el vaso necesita estar afectada con referencia a

la altura de la superficie del agua en el vaso en el instante en el que es conectado con el mar.

Sin embargo, si el vaso ha estado comunicado con el mar durante largo tiempo, las fluctuaciones de la superficie del agua en el vaso llegan a ser estables y las fluctuaciones entre límites ya no varían con el tiempo. Los mismos límites pueden ser establecidos no tomando en cuenta las condiciones iniciales en que es tado el nivel en el vaso. Sin embargo las fluctuaciones de la su perficie del agua en el vaso son periódicas, y no se puede decir que la variación corresponda a una curva senoidal pura, debido a que la resistencia a la fricción del canal de unión varía con el cuadrado de la velocidad media.

Considerando que los desplazamientos de la superficie del agua en el mar y en el vaso están dados sobre un eje común en el tiempo t , o por el parámetro adimensional θ (ver fig. 3.2); el origen del tiempo debe ser tomado en el instante en que h_2 y h_1 son igua les y h_2 comienza a crecer más rápidamente que h_1 . Entonces, como se muestra en la figura 3.2, $h_2 = 0$ cuando $\theta = \tau$. Teniendo en cuenta que la oscilación de la superficie del mar viene dada por:

$$h_2 = \text{Sen} (\theta - \tau) , \quad 0 < \theta < 2\pi \quad (3.16)$$

debe considerarse que se sostendrá el método de solución a seguir durante la porción de tiempo en el cual el nivel del agua en el mar sea mayor al nivel del agua en el vaso. Se podrá considerar que durante un tiempo $T/2$ la superficie del mar es mayor que la superficie en el vaso. La suposición se verificará después. Acordando que la determinación de h_1 debe estar separada en rangos de valores comprendidos en $0 < \theta < \pi$ y $\pi < \theta < 2\pi$ donde el primer rango $T/2$ es cuando $h_2 > h_1$ y el segundo lapso $T/2$ es cuando $h_1 > h_2$.

<u>r</u> , ft	$\lambda \times 10^4$			
	<u>n = 0.02</u>	<u>n = 0.03</u>	<u>n = 0.04</u>	<u>n = 0.05</u>
5	68.04	153.26	272.58	425.18
10	54.02	121.66	216.38	337.82
15	47.22	106.29	189.06	295.15
20	42.93	96.63	171.87	268.30
30	37.45	84.33	150.06	234.09
40	34.05	76.67	136.42	212.87
50	31.62	71.18	126.56	197.68
60	29.72	66.93	119.02	185.78
70	28.25	63.60	113.21	176.62
80	27.02	60.82	108.16	169.00
90	25.97	58.49	104.04	162.31
100	25.05	56.43	100.00	156.75

Tabla 3.1 Relación entre el coeficiente de fricción λ y la n de Manning.

r	$(AK \sqrt{H/a}) \times 10^{-4}$					
	$L = 0.1 \times 10^4$	$L = 0.2 \times 10^4$	$L = 0.5 \times 10^4$	$L = 1.0 \times 10^4$	$L = 2.0 \times 10^4$	$L = 4.0 \times 10^4$
<u>n = 0.02</u>						
5	3.697	2.859	1.974	1.443	1.112	0.741
10	4.557	3.825	2.867	2.180	1.606	1.160
15	4.810	4.364	3.437	2.708	2.042	1.495
20	5.004	4.611	3.830	3.110	2.397	1.780
30	5.293	5.018	4.637	3.722	2.952	2.254
40	5.295	5.120	4.618	4.053	3.209	2.626
60	5.383	5.327	4.938	4.537	3.909	3.195
80	5.426	5.338	5.101	4.770	4.262	3.596
100	5.449	5.383	5.195	4.925	4.500	3.899
<u>n = 0.03</u>						
5	2.734	2.064	1.365	0.980	0.699	0.496
10	3.704	2.975	2.098	1.519	1.097	0.783
15	4.219	3.548	2.589	1.939	1.416	1.019
20	4.528	3.933	2.984	2.284	1.689	1.223
30	4.871	4.414	3.556	2.805	2.290	1.577
40	5.051	4.681	3.941	3.230	2.508	1.873
60	5.233	4.985	4.422	3.794	3.067	2.358
80	5.323	5.140	4.696	4.154	3.473	2.743
100	5.366	5.221	4.870	4.406	3.778	3.055
<u>n = 0.04</u>						
5	2.171	1.598	1.038	0.740	0.525	0.385
10	3.101	2.389	1.604	1.158	0.828	0.589
15	3.732	3.264	2.040	1.495	1.077	0.769
20	4.084	3.844	2.397	1.790	1.292	0.927
30	4.504	4.900	2.943	2.245	1.662	1.184
40	4.761	4.252	3.328	2.626	1.971	1.441
60	5.037	4.665	3.909	3.191	2.473	1.846
80	5.175	4.894	4.262	3.596	2.866	2.180
100	5.261	5.035	4.500	3.894	3.182	2.460
<u>n = 0.05</u>						
5	1.793	1.311	0.836	0.594	0.422	0.298
10	2.675	1.979	1.303	0.935	0.666	0.473
15	3.202	2.663	1.675	1.213	0.869	0.637
20	3.603	2.873	1.985	1.452	1.036	0.745
30	4.133	3.447	1.580	1.858	1.353	0.973
40	4.454	3.837	2.881	2.194	1.615	1.168
60	4.815	4.336	3.452	2.726	2.055	1.512
80	5.012	4.622	3.843	3.128	2.412	1.796
100	5.123	4.815	4.131	3.392	2.713	2.046

Tabla 3.2 Valores del coeficiente de llenado K, para T = 12 hr.
y n = 0.02, 0.03, 0.04 y 0.05 (H, L y R están en pies).

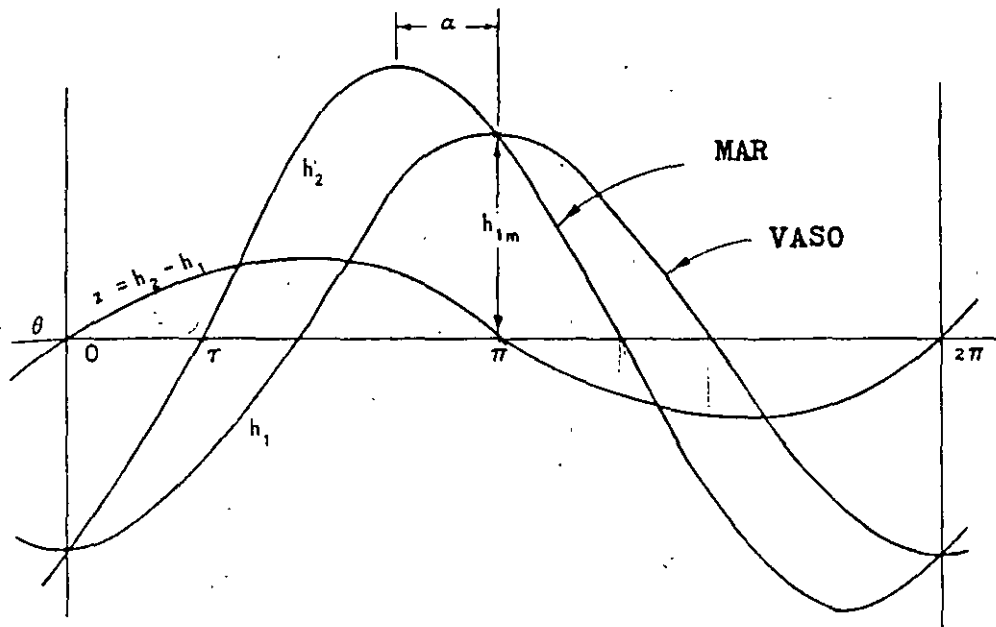


Fig. 3.2 Variaciones de la superficie del mar y del vaso.

Para el primer lapso $T/2$, $h_2 > h_1$, tenemos:

$$h_2 > h_1, \quad 0 < \theta < \pi$$

$$h_2 = \text{Sen} (\theta - \tau) \quad (3.16)$$

$$\frac{dh_1}{d\theta} = K \sqrt{h_2 - h_1} \quad (3.13)$$

$$h_2 = h_1, \quad \theta = 0$$

y

$$h_2 = h_1, \quad \theta = \pi$$

Para el segundo lapso $T/2$, $h_1 > h_2$, tenemos:

$$h_1 > h_2, \quad \pi < \theta < 2\pi$$

$$h_2 = \text{Sen} (\theta - \tau) \quad (3.16)$$

$$\frac{dh_1}{d\theta} = -K \sqrt{h_1 - h_2} \quad (3.14)$$

$$h_2 = h_1, \quad \theta = \pi$$

y

$$h_2 = h_1, \quad \theta = 2\pi$$

En vez de determinar h_1 directamente, es más conveniente obtener la diferencia, $h_1 - h_2$, de esta manera poniendo:

$$z = h_2 - h_1, \quad 0 < \theta < \pi \quad (3.17)$$

la ecuación 3.13 se reduce a:

$$\frac{dz}{d\theta} = -K \sqrt{z} + \frac{dh_2}{d\theta}$$

después introduciendo el valor de h_2 de la ecuación 3.16, el problema matemático para el primer rango se desarrolla como sigue, - para la determinación de z :

$$z > 0, \quad 0 < \theta < \pi$$

$$\frac{dz}{d\theta} = -K \sqrt{z} + \cos \theta \cos \tau + \sin \theta \sin \tau \quad (3.18)$$

$$z = 0, \quad \theta = 0$$

$$z = 0, \quad \theta = \pi$$

Para el segundo rango, poniendo:

$$z = h_1 - h_2, \quad \pi < \theta < 2\pi \quad (3.19)$$

con la ecuación 2.14 llegamos a:

$$\frac{dz}{d\theta} = -K \sqrt{z} - \frac{dh_2}{d\theta}$$

introduciendo la transformación:

$$\Theta = \pi + \beta \quad (3.20)$$

y por lo tanto la relación:

$$h_2 = -\text{Sen} (\beta - \tau)$$

el problema matemático para el segundo rango involucra para su solución, las relaciones:

$$z < 0 \quad , \quad 0 < \beta < \pi$$

$$\frac{dz}{d\beta} = -K\sqrt{z} + \cos \beta \cos \tau + \text{sen} \beta \text{sen} \tau \quad (3.21)$$

$$z = 0 \quad , \quad \beta = 0$$

$$z = 0 \quad , \quad \beta = \pi$$

Comparando las ecuaciones 3.18 y 3.21 nos indican que será sufi-
ciente obtener la solución de z sólo para el primer rango. El com
portamiento de z para el segundo rango puede ser deducido. La mis
ma comparación nos muestra también que la porción del tiempo du-
rante el cual la superficie del mar es superior a la superficie -
del vaso corresponde a un tiempo T/2. Por lo tanto la suposición
original queda comprobada.

Entonces la solución a la ecuación 3.18 queda de la forma:

$$z = f (\Theta) \quad (3.22)$$

y ya que:

$$h_1 = h_2 - z \quad , \quad 0 < \Theta < \pi$$

el valor de h_1 para este rango es:

$$h_1 = \text{Sen} (\Theta - \tau) - f (\Theta) \quad (3.23)$$

Nuevamente, ya que la solución de la ecuación 3,21 es de la forma:

$$z = f(\beta) \quad (3.24)$$

y ya que:

$$h_1 = z + h_2, \quad 0 < \beta < \pi$$

el valor de h_1 para el segundo rango es:

$$h_1 = \text{Sen}(\beta - \tau) + f(\beta), \quad \theta = \pi + \beta \quad (3.25)$$

La interpretación geométrica acerca de esta discusión es fácilmente inferida. La curva de h_1 para el primer rango es ascendente, - es decir, su pendiente es mayor o igual que cero. La curva de h_1 , para el segundo rango es invertida y movida a lo largo del eje θ una distancia π .

3.1.4. Método aproximado de solución.

La determinación de la forma de z queda satisfecha por una ecuación diferencial (ec. 3.18), que puede ser resuelta en varias formas. Como están involucrados cambios periódicos es preferible la solución tomando en cuenta la función circular de θ . De esta forma y utilizando las series de Fourier para la solución de $\sqrt{\text{sen } \theta}$ se llega a:

$$z = a_1 \text{ sen } \theta + a_2 b_3 (\cos \theta - \cos 3\theta) + a_3 a_3 \text{ sen } 3\theta \quad (3.26)$$

$$z^{1/2} = a_1^{1/2} (N_1 \operatorname{sen} \Theta + N_3 \operatorname{sen} 3\Theta) + \frac{b_3 N_1}{2} (\cos \Theta - \cos 3\Theta) + \frac{a_3 N_1}{2} \operatorname{sen} 3\Theta \quad (3.27)$$

y:

$$\frac{dz}{d\Theta} = a_1 \cos \Theta + a_1 b_3 (-\operatorname{sen} \Theta + 3\operatorname{sen} 3\Theta) + 3 a_1 a_3 \cos 3\Theta \quad (3.28)$$

donde N_1 toma el valor de 1.1107, N_3 el valor de 0.1580 y a_1 , a_3 , b_1 y b_3 son constantes a determinar.

Tomando en cuenta que las fluctuaciones de la superficie del agua en el vaso están dadas por $h_1 = z + h_2$ y que z está dada por la ecuación 3.26, las cantidades a_1 , a_3 , b_3 y τ son los parámetros que determinan la forma de las fluctuaciones en el vaso como función del tiempo. Estas constantes dependen individualmente del coeficiente de llenado K . Sus valores, determinados de acuerdo a lo proyectado en el planteamiento de las relaciones al respecto, están dados en la tabla 3.3.

En el método usado, los resultados están obtenidos dentro de la solución con una segunda aproximación de la ecuación diferencial, ec. 3.18. El método del análisis es semejante a uno que pueda tener grandes aproximaciones. Esta posibilidad, sin embargo, tiene únicamente un significado teórico, tomando en cuenta que los cálculos que hay que hacer son muy largos y pueden ser evitados.

3.1.5. Amplitud de mareas en el vaso y desfazamiento

El rango de mareas en el vaso es el doble del desplazamiento máxi

mo de la superficie del agua en el vaso medida a partir del nivel medio del mar. Los máximos y mínimos desplazamientos corresponden a la diferencia nula de z ($h_2 = h_1$), ya que para estos puntos $-dh_1/d\Theta$ es nula (ver ec. 3.13). Como z es nula en los puntos $\Theta = 0$ y $\Theta = \pi$, es suficiente el considerar el valor de h_1 en $\Theta = \pi$, donde h_1 es máxima. Llamando a este valor h_{1m} . Tomando en cuenta las características adimensionales de esta cantidad, nos muestra que h_{1m} nos da la proporción del semirango de mareas en el vaso al semirango de mareas en el mar. Ya que en $\Theta = \pi$, h_{1m} es igual a h_2 y como el valor de h_2 en $\Theta = \pi$ es $\text{sen } \tau$ (ver ec. 3.16) la proporción de la semi amplitud de mareas en el vaso a la semi amplitud de mareas en el mar es:

$$h_{1m} = \text{sen } \tau \quad (3.24)$$

La relación de la amplitud de mareas en el vaso a la amplitud de mareas en el mar es también $\text{sen } \tau$. Los valores de $\text{sen } \tau$ como una función de K se muestran en la tabla 3.4. Entonces la amplitud de mareas en el vaso se puede leer directamente de la tabla y por lo tanto el coeficiente de llenado K es conocido para un vaso en particular (ver fig. 3.3).

La siguiente pregunta a considerar es el retardo entre el máximo desplazamiento de la superficie del agua en el mar y el máximo desplazamiento del agua en el vaso. En orden de tiempo lo primero precede a lo segundo. Expresando el retardo en radianes y denotándolo por ∞ . El máximo desplazamiento de la superficie del agua ocurre en Θ_m y tiene el valor, de la ec. 3.16,

$$\Theta_m - \tau = \frac{\pi}{2}, \quad \Theta_m = \frac{\pi}{2} + \tau$$

K	a_1	a_3	b_3	$\cos \tau$	$\sin \tau$
0.1	0.9936	-0.0001	-0.0052	0.99327	0.115804
0.2	0.9745	-0.0004	-0.0106	0.97334	0.22934
0.3	0.9435	-0.0009	-0.0164	0.94086	0.33874
0.4	0.9020	-0.0017	-0.0220	0.89735	0.44137
0.5	0.8515	-0.0028	-0.0282	0.84425	0.53593
0.6	0.7942	-0.0043	-0.0347	0.78386	0.62091
0.7	0.7325	-0.0063	-0.0418	0.71856	0.69549
0.8	0.6689	-0.0089	-0.0495	0.65091	0.75917
0.9	0.5997	-0.0123	-0.0579	0.57732	0.81649
1.0	0.5451	-0.0165	-0.0664	0.51783	0.85551
1.2	0.4369	-0.0281	-0.0849	0.39949	0.91676
1.4	0.3489	-0.0448	-0.1038	0.30119	0.95357
1.6	0.2811	-0.0661	-0.1201	0.22449	0.97446
1.8	0.2294	-0.0910	-0.1327	0.16588	0.98614
2.0	0.1893	-0.1177	-0.1401	0.12160	0.99258
3.0	0.8830×10^{-1}	-0.2207	-0.1187	0.02953	0.99956
4.0	0.5032×10^{-1}	-0.2606	-0.0802	0.01037	0.99995
5.0	0.3232×10^{-1}	-0.2740	-0.0532	0.00575	0.99898
6.0	0.2249×10^{-1}	-0.2794	-0.0377	0.00363	0.99999
7.0	0.1653×10^{-1}	-0.2817	-0.0280	0.00256	1.0000
8.0	0.1266×10^{-1}	-0.2828	-0.0215	0.00192	1.0000
9.0	0.1001×10^{-1}	-0.2835	-0.0170	0.00150	1.0000
10	0.8105×10^{-2}	-0.2845	-0.0138	0.00119	1.0000
20	0.2026×10^{-2}	-0.2845	-0.0035	0.00030	1.0000
30	0.9007×10^{-3}	-0.2845	-0.0015	0.00013	1.0000
40	0.5066×10^{-3}	-0.2845	-0.0009	0.00008	1.0000
50	0.3242×10^{-3}	-0.2845	-0.0006	0.00005	1.0000
60	0.2252×10^{-3}	-0.2845	-0.0004	0.00004	1.0000
70	0.1654×10^{-3}	-0.2845	-0.0003	0.00003	1.0000
80	0.1267×10^{-3}	-0.2845	-0.0002	0.00002	1.0000
90	0.1001×10^{-3}	-0.2845	-0.0002	0.00001	1.0000
100	0.8105×10^{-4}	-0.2845	-0.0001	0.00001	1.0000

Tabla 3.3 Parámetros de la variación de la superficie del agua en el vaso, como función de K.

El máximo desplazamiento de la superficie del agua en el vaso ocurre cuando $\Theta = \pi$. Entonces el desfazamiento es:

$$\alpha = \pi - \Theta_m$$

6

$$\alpha = \frac{\pi}{2} - T \quad (3.30)$$

3.1.6. - Prisma de mareas y máxima velocidad media en el canal

El volumen de agua en el vaso incluido entre los dos planos horizontales, uno dado por la elevación máxima de la superficie durante un ciclo de marea y el otro dado por la elevación menor de la superficie, es conocido como el prisma de mareas. Designando el volumen del prisma por Ω . Si Q_m es el máximo gasto a través del canal durante medio ciclo de mareas, el volumen del prisma, el máximo valor de descarga y el período de mareas pueden ser relacionados por la expresión:

$$\frac{T Q_m}{\pi \Omega} = C \quad (3.31)$$

donde C es un número adimensional.

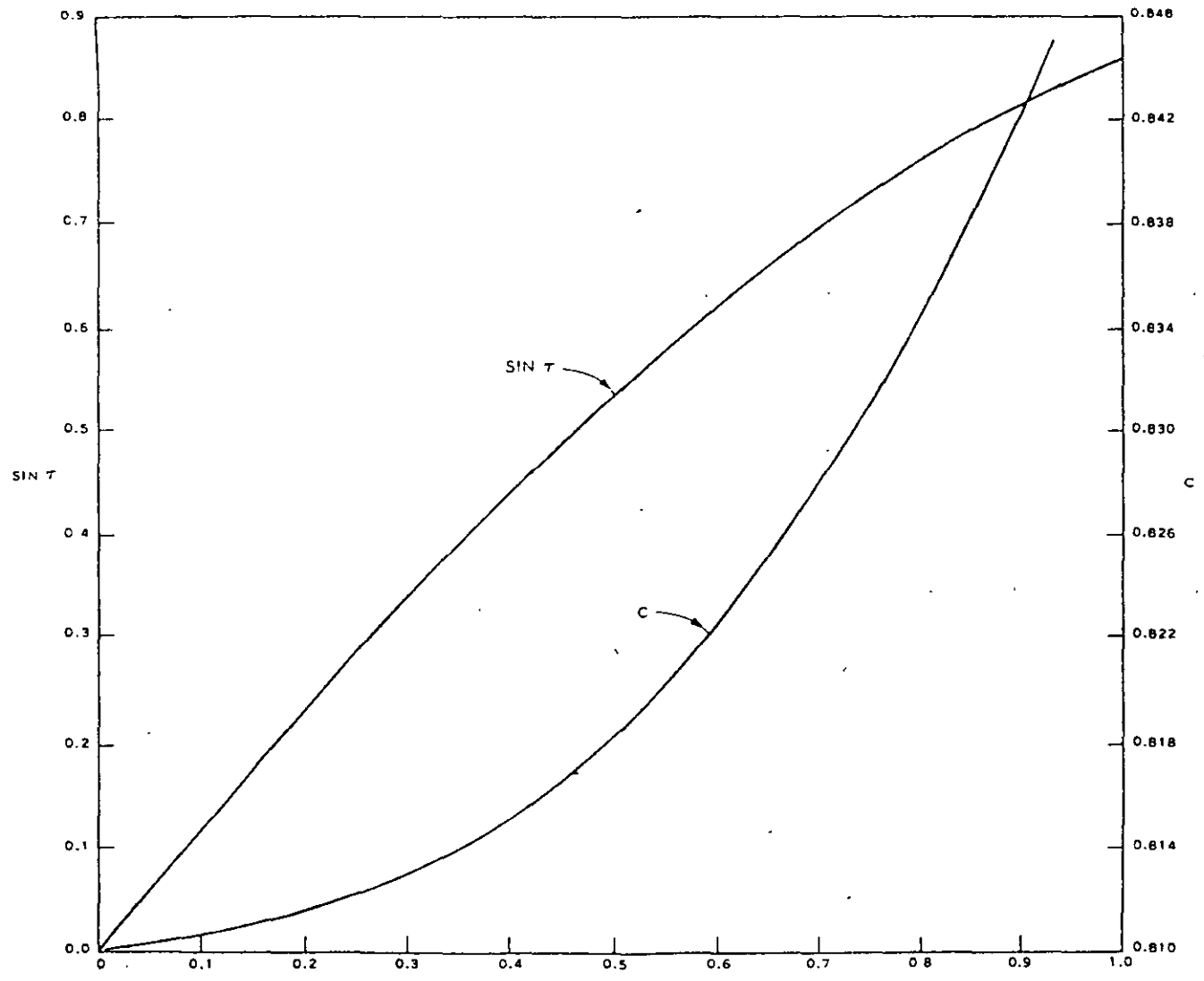
El valor de C es cercano a la unidad, y su valor exacto depende del coeficiente de llenado K. Esta dependencia será determinada después.

Con la máxima velocidad media denotada por V_m ,

$$Q_m = a V_m$$

<u>K</u>	<u>sin τ</u>	<u>C</u>	<u>K</u>	<u>sin τ</u>	<u>C</u>
0.1	0.1158	0.8106	4.0	0.9999	0.9993
0.2	0.2293	0.8116	5.0	0.9999	0.9994
0.3	0.3387	0.8128	6.0	1.0000	0.9997
0.4	0.4414	0.8153	7.0	1.0000	0.9997
0.5	0.5359	0.8184	8.0	1.0000	0.9998
0.6	0.6209	0.8225	9.0	1.0000	0.9998
0.7	0.6955	0.8288	10.0	1.0000	0.9998
0.8	0.7592	0.8344	20	1.0000	0.9998
0.9	0.8165	0.8427	30	1.0000	0.9999
1.0	0.8555	0.8522	40	1.0000	0.9999
1.2	0.9168	0.8751	50	1.0000	0.9999
1.4	0.9536	0.9016	60	1.0000	1.0000
1.6	0.9745	0.9267	70	1.0000	1.0000
1.8	0.9861	0.9484	80	1.0000	1.0000
2.0	0.9926	0.9650	90	1.0000	1.0000
3.0	0.9996	0.9950	100	1.0000	1.0000

Tabla 3.4 Coeficiente C en la fórmula del prisma de mareas y la amplitud de la marea en el vaso.



3.3 Relación del coeficiente de llenado K con C y sen τ

Fig. 3.5

También por la condición de continuidad,

$$\Omega = a \int_0^{T/2} V dt$$

ya que $z = h_2 - h_1$, se puede ver de la ec. 3.7 que:

$$V \sim \sqrt{z}$$

y

$$V_m \sim (\sqrt{z})_m$$

el subíndice m indica que se toman los máximos valores. Entonces:

$$\frac{Q_m}{\Omega} = \frac{(\sqrt{z})_m}{\int_0^{T/2} \sqrt{z} dt}$$

o, ya que $2\pi dt = T d\theta$:

$$\frac{T Q_m}{2\pi \Omega} = \frac{(\sqrt{z})_m}{\int_0^{\pi} \sqrt{z} d\theta} \quad (3.32)$$

Siendo θ_1 el valor de θ que corresponde a z máxima, en este punto \sqrt{z} es también máximo. Acordando, $dz/d\theta = 0$, y de la ecuación 3.28:

$$\cos \theta_1 + b_3 (-\sin \theta_1 + 3\sin 3\theta_1) + 3a_3 \cos 3\theta_1 = 0$$

Ello puede mostrar que la más pequeña raíz de esta ecuación es:

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} + \epsilon \quad (3.33)$$

donde:

$$\epsilon = - \frac{4}{1 - 9a_3} b_3$$

$$\cos \theta_1 = -\epsilon$$

$$\cos 3\theta_1 = 3\epsilon$$

$$\text{sen } \theta_1 = 1, \text{ sen } 3\theta_1 = -1$$

De la ecuación 3.27 el máximo valor de \sqrt{z} es:

$$\begin{aligned} (\sqrt{z})_m &= a_1^{1/2} (N_1 \text{ sen } \theta_1 + N_3 \text{ sen } 3\theta_1 \\ &+ \frac{b_3 N_1}{2} (\cos \theta_1 - \cos 3\theta_1) + \frac{N_1 a_3}{2} \text{ sen } 7\theta_1) \end{aligned}$$

Introduciendo el valor de θ_1 de la ec. 3.33, esto se reduce a:

$$(\sqrt{z})_m = a_1^{1/2} (N_1 - N_3 - 2N_1 b_3 \epsilon - \frac{N_1 a_3}{2}) \quad (3.34)$$

Nuevamente, de la ec. 3.27 e integrando:

$$\int_0^{\pi} z^{1/2} d\theta = 2a_1^{1/2} (N_1 + \frac{1}{3} N_3 + \frac{1}{6} N_1 a_3) \quad (3.35)$$

Sustituyendo estas expresiones, ec. 3.34 y 3.35 en la ecuación 3.32, y tomando en cuenta el hecho de que N_3 , a_3 y b_3 son todas cantidades pequeñas, tenemos:

$$\frac{TQ_m}{\pi \Omega} = 1 - \frac{4}{3} \frac{N_3}{N_1} - 2b_3 \epsilon - \frac{2}{3} a_3$$

El miembro de la derecha de la ecuación es expresado por C en la ecuación 3.31, esto es:

$$C = 1 - \frac{4}{3} \frac{N_3}{N_1} - 2b_3 \epsilon - \frac{2}{3} a_3 \quad (3.36)$$

Es obvio que C depende de K, ya que a_3 , b_3 y ϵ dependen de K. Valores de C calculados usando la última expresión están dados en la tabla 3.4. En ella se muestra que para valores de K comprendidos entre 0.1 y 100 el valor de C varía de 0.8106 a 1.0000 (ver fig. 3.4).

La fórmula para el prisma de mareas es importante para poder evaluar la máxima velocidad media en el canal. Por la definición del prisma de mareas:

$$\Omega = 2 h_{1m} A H$$

donde h_{1m} es la relación del máximo desplazamiento de la superficie del agua en el vaso, el máximo desplazamiento de la superficie en el mar. Entonces, usando la ec. 3.29:

$$\Omega = 2 A H \operatorname{sen} \tau$$

como antes,

$$Q_m = V_m a$$

Introduciendo esto en la fórmula de prisma de mareas, ec. 3.31, nos da:

$$V_m = 2 \pi C \frac{A}{a} \frac{H}{T} \operatorname{sen} \tau \quad (3.37)$$

Esta es la ecuación que nos relaciona la máxima velocidad media en el canal con la amplitud de marea en el mar, $2H$. En la expresión H está dada en pies y T en segundos.

3.2.- ASPECTOS BIOLÓGICOS Y AMBIENTALES

LAS LAGUNAS COSTERAS DE MEXICO

La República Mexicana está rodeada por una línea litoral de 11 mil 600 kilómetros, de los cuales un millón 567 mil hectáreas están cubiertas por superficies estuáricas. El Pacífico posee 892 mil 800 y el Golfo de México 674 mil 500 (INEGI, 1984). Las aguas estuáricas se definen como aquellas superficies acuáticas, en donde se lleva a cabo una mezcla entre agua proveniente del continente y la oceánica por medio del fenómeno mareal.

En nuestro país existen más de 128 grandes ecosistemas costeros (constituidos algunas veces por numerosos cuerpos acuáticos más pequeños cuyo número total se ubica en la actualidad en 639), se incluyen bahías, ensenadas, lagunas, esteros, pantanos, rías, pampas y marismas (figura 1). Todos presentan diferencias en su comportamiento, extensión, productividad y propiedades ecológicas lo que les confiere, además, especial particularidad. Los ecosistemas costeros se dividen en cuatro grandes grupos:

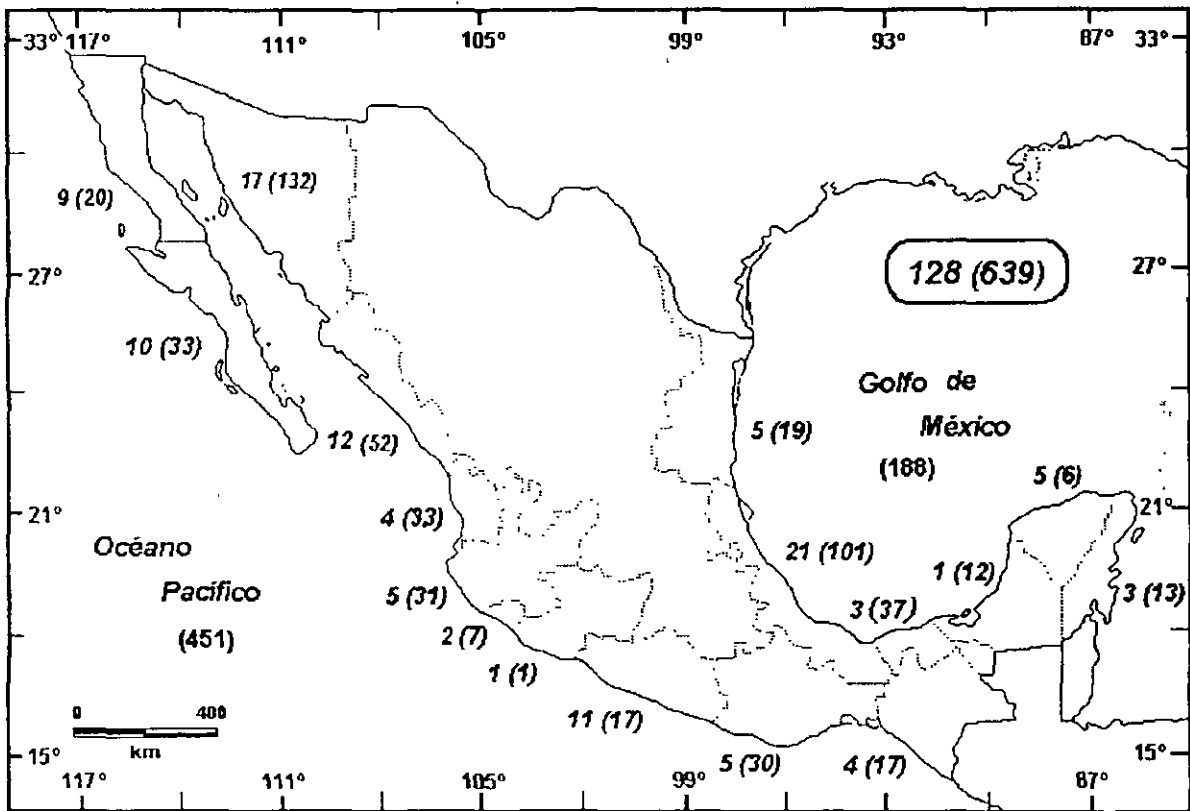


Figura 1. Grandes sistemas lagunares de México y número total de lagunas

- a) los **oligohalinos**, dominados por los escurrimientos dulceacuícolas como los pantanos, ciénegas y ciertos tipos de marismas y esteros, que se localizan principalmente en zonas asociadas a caudales importantes, por lo que la mayoría se ubican en la parte sur de México. Las áreas más conocidas son los pantanos de Centla, en Tabasco; El Huayate y la Cantileña, en Chiapas, y las zonas asociadas a la laguna de Alvarado con el río Papaloapan, en Veracruz.

- b) los **estuarinos**, cuyo ejemplo son las lagunas costeras y que son el resultado de la mezcla de los dos tipos de agua: la proveniente de los ríos y el mar. Ubicados en gran parte del litoral nacional, sobresalen por sus dimensiones y productividad las lagunas de: Escuinapa y Yávaros, en Sonora; Huizache-Caimanero, en Sinaloa; Agua Brava-Teacapán, en Nayarit; Superior e Inferior, en Oaxaca; Mar Muerto, en el límite entre Oaxaca y Chiapas; Madre, en Tamaulipas; Tamiahua, Mandinga, Alvarado y Sontecomapan, en Veracruz; Carmen- Machona y Mecocacán, en Tabasco; Términos, en Campeche y Celestún, en Yucatán.
- c) los **eurihalinos**, dominados principalmente por la influencia marina por ejemplo, las bahías, ensenadas y roquetas. Su mayor incidencia se da en áreas con escasos o nulos escurrimientos de agua dulce y/o climas áridos, como en las penínsulas de Baja California y Yucatán, Sonora y parte de Oaxaca. Destacan por su extensión las bahías de Todos Santos y San Quintín, en Baja California; Vizcaino, San Ignacio, Magdalena-Almejas, La Paz y Concepción, en Baja California Sur; Adair, Guaymas y Lobos, en Sonora; Mazatlán, en Sinaloa; Manzanillo, en Colima; Acapulco, en Guerrero; Huatulco, en Oaxaca; Sian Ka'an, Espíritu Santo y Chetumal, en Quintana Roo. En esta categoría podrían considerarse a las lagunas arrecifales, estas son las asociadas con arrecifes coralinos ya sea las interiores de atolones o las dispuestas en las barreras de coral.
- d) los **hiperhalinos**, humedales que alcanzan valores altos de salinidad, debido principalmente a una elevada evaporación local, son escasos en el país y son conocidos como marismas. Se presentan en climas áridos y secos primordialmente hacia la parte norte y central del Pacífico, en los estados de Colima, Sinaloa y Sonora.

De los anteriores sobresalen, por su número, extensión y productividad las **lagunas costeras**, éstas son las que poseen características estuarinas. Las aguas estuáricas son aquellas superficies acuáticas en donde se lleva a cabo una mezcla entre el agua proveniente de los escurrimientos continentales (ríos y arroyos) y la oceánica, por medio del fenómeno mareal; el término estuario proviene de la palabra latina *aeustus* que significa marea.

Por productividad debemos entender el proceso por el cual un ecosistema utiliza la energía inicial (la luz), la transforma y recicla para optimizar tanto el ciclo de la materia como el de la vida de los organismos que lo habitan. El primero y fundamental paso en estas cadenas es la **productividad primaria**, que constituye la columna vertebral de todos los ecosistemas naturales. En la medida en que ésta se lleve a cabo, la transferencia de energía a los subsecuentes niveles tróficos (crustáceos, moluscos y peces) será mayor. De la misma forma, la cantidad y variedad de individuos de estas comunidades se incrementará. Sin embargo, no toda la energía es utilizada dentro de los sistemas y gran parte de ella (cerca del 70 u 80 %), se "pierde" al exterior. Al tener fuertes subsidios externos (vientos, mareas, oleaje, aportes de materia orgánica, etc.), en los sistemas estuarinos la energía no utilizada es de las mayores registradas para ecosistemas naturales; de aquí que, sean considerados como poseedores de una significativa riqueza potencial.

La síntesis anterior explica la riqueza especial de las lagunas costeras y lleva a la conclusión de que los procesos y mecanismos que gobiernan la productividad primaria serán los responsables directos de una riqueza tanto real, como potencial del sistema.

Las lagunas costeras son muy importantes por varias razones, de las que sobresalen las siguientes:

- 1) Son áreas utilizadas comúnmente para protección, alimentación y reproducción de muchos organismos marinos, por lo que gran número de pesquerías litorales dependen de la conservación de estos ecosistemas. Por ejemplo, la mayoría de las especies de camarón.
- 2) En su gran mayoría son sistemas ecológicos en donde existe una sobretasa de energía, lo que los convierte en recursos potenciales. Por ejemplo, efectuar una acuicultura bien planificada.
- 3) Por sus características hidrológicas y ecológicas, son áreas con hábitats ricos y que además manifiestan variaciones estacionales significativas. Esto reviste una gran importancia desde la perspectiva de la investigación científica y de la conservación de la biodiversidad.

Todas las clasificaciones que existen sobre ecosistemas costeros, desde la geología (Alvarez y Gaitán, 1994), la energética (Odum y Copeland, 1974), la de sensibilidad (Comisión Permanente del Pacífico, 1984), la ecológica (Clark, 1974, Snedaker y Getter, 1985) coinciden en lo excepcionalmente productivas que resultan estos sistemas acuáticos, en América latina hay buenos ejemplos (Kjerfve, 1994; Knoppers, 1994; Knoppers *et al*, 1991; 1999a; 1999b). Por altamente productivas se entiende su capacidad de generar biomasa primaria, el de mantener áreas críticas para poblaciones de organismos litorales, su capacidad de transformación de materia orgánica (Martens, 1982), pero sobre todo, su elevada productividad potencial (Odum, 1972; Barnes, 1980; Klump y Martens, 1981; UNESCO, 1981). Además de lo anterior, la mayoría de los científicos coinciden en que las mismas características que hacen a estos ecosistemas especialmente ricos, también los hace particularmente susceptibles a impactos ambientales generados por actividades humanas. El principal factor que explica lo anterior, es el relativo aislamiento que mantienen estos ecosistemas con el mar adyacente. Esta conclusión está basada en que el impacto ambiental aumenta en la medida de la carencia de circulación y la renovación de sus aguas interiores. Así, las marismas y las lagunas costeras se jerarquizan, junto con los arrecifes coralinos, como los ecosistemas acuáticos más sensibles a las modificaciones de su entorno.

Calificar a los humedales costeros sin exagerar su papel en la ecología litoral resulta, en ocasiones, difícil. Estos productivos ecosistemas proveen un soporte sustancial a los habitantes de numerosas comunidades, debido a la producción de alimentos y su característica exclusiva de representar áreas de protección, alevinaje y alimento para muchas especies valiosas, sin mencionar de sus beneficios para la recreación, valor estético, disponibilidad para la construcción de puertos y su innegable importancia para la vida silvestre. Una descripción de la situación de los humedales costeros por cada entidad federativa del país, se ofrece en el anexo 1.

Los humedales costeros de nuestro país son muy importantes desde la perspectiva de la biodiversidad. Por ejemplo, la cantidad promedio de especies de peces por laguna está entre 50 y 100 (se calcula un total de especies ícticas cercano a los 400 en todo el litoral del país), de moluscos entre 50 y 90 y de crustáceos entre 40 y 70, por nombrar los más conocidos grupos de organismos, cuya permanencia está en función de la productividad local y su conservación. Los humedales están, en su mayoría, estrechamente ligados con bosques de manglar que son un hábitat particularmente rico en especies de aves (son

áreas destacadas en la migración de aves provenientes de Canadá y Estados Unidos), reptiles y mamíferos. En este aspecto, un interés cada vez más creciente se ha manifestado para conservar estos sitios; la conservación de la biodiversidad, sobre todo de la avifauna, ha venido a coadyuvar con los esfuerzos realizados en otras áreas del conocimiento. Una compilación del número de especies en humedales costeros se da al final como anexo 2.

ALIMENTO Y HÁBITAT PARA LA VIDA SILVESTRE

Los humedales representan fuentes de alimento para una cantidad considerable de organismos, tanto terrestres como acuáticos. Por otro lado, son hábitats idóneos para la alimentación, reproducción y protección en las rutas migratorias de muchas aves.

En lo que respecta a los humedales costeros, entre los atributos fundamentales que los caracterizan se encuentran: su poca profundidad, su abundancia de formas juveniles de organismos acuáticos, y su elevada productividad primaria, lo que implica un intenso reciclamiento de carbono orgánico. En una gran parte del país los humedales se sitúan en latitudes tropicales o semitropicales, en donde se manifiesta un significativo flujo energético generado vía detritívora, causado por la descomposición de la materia orgánica proveniente de la profusa vegetación habitual de estos ecosistemas.

Generalmente en los humedales costeros se manifiestan tres tramas tróficas no excluyentes, sino las más de las veces complementarias, la primera en la columna de agua, la segunda y tercera íntimamente ligadas a los sedimentos, que podrían resumirse de la siguiente forma:

1.- Luz + CO₂ + Nutrientes = Fitoplancton ⇒ Zooplancton ⇒ Peces ⇒ juveniles ⇒ Peces mayores y/o depredadores.

2.- Luz + CO₂ + Nutrientes = Microfitobentos ⇒ Microzoobentos ⇒ Meiobentos ⇒ Macrobentos y/o Peces mayores.

3.- Defoliación de la vegetación circundante o sumergida ⇒ Procesos bacterianos de descomposición ⇒ Detritus en diversas fases meiobentos ⇒ Macrobentos y/o Peces mayores.

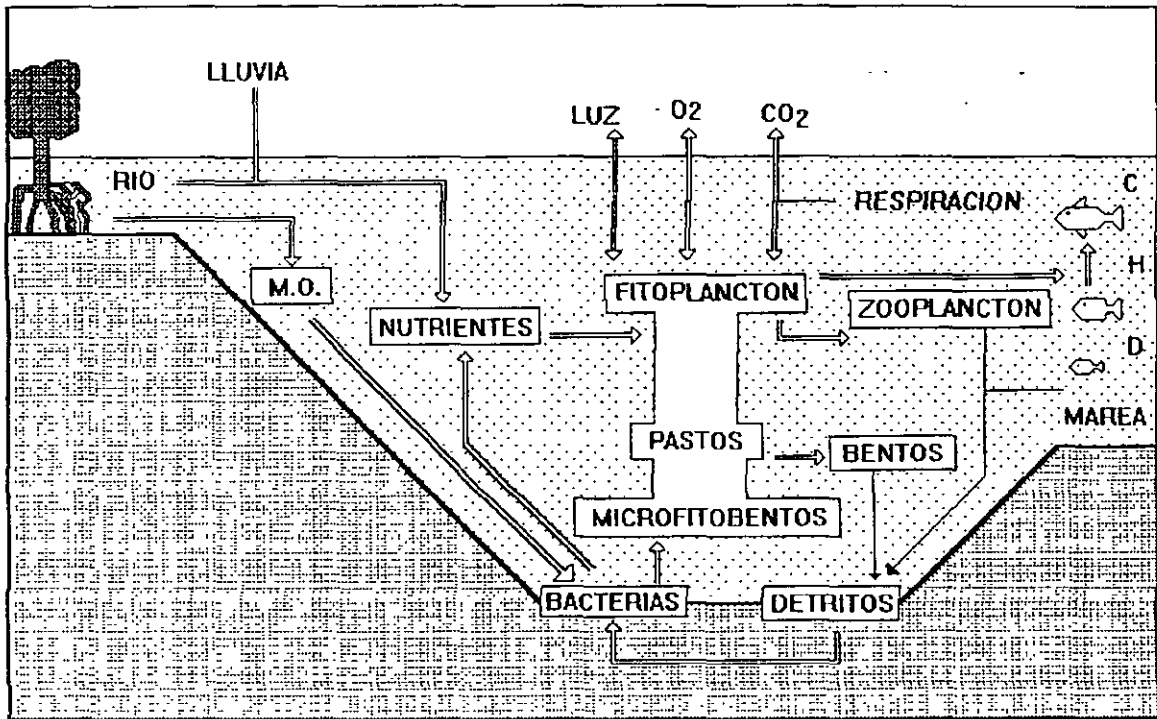


Figura 2. Esquema de los principales flujos energéticos en un humedal costero.

Los anteriores flujos están esquematizados, ya que en la realidad se presentan con mayor complejidad; por ejemplo en la columna de agua, fracciones de plancton escasamente cuantificados (nanofitoplancton, microzooplancton, etc.) han adquirido importancia extrema, sobre todo en sistemas tropicales y áreas de surgencia oceánica (Lara-Lara y Váldez, 1988; Contreras y Castañeda, 1992).

Por otro lado, los valores detectados hasta hoy de los diferentes componentes energéticos (ver ejemplo mas adelante), sólo han venido a corroborar las elevadas cantidades involucradas en los principales procesos ecológicos; de aquí que una considerable presencia de biomasa esté siempre presente. Esta biomasa disponible, hace de estos ecosistemas una fuente de alimento imprescindible para muchos organismos mayores, así como de sus ciclos de vida.

Hay que hacer destacar que el estudio de los humedales desde el punto de vista de hábitat para los diferentes organismos que lo habitan, no deben ser concebidos aislados de otras investigaciones tales como: la producción, cadenas tróficas, ciclo de nutrientes y otros temas afines, ya que el hábitat puede ser definido de una manera simple como *el lugar en donde los organismos viven o el lugar en donde uno podría encontrarlos* (Odum, 1972); por lo tanto es la localidad en donde el organismo encuentra alimento, protección y recursos para su reproducción. Algunos autores hacen diferencias entre los componentes físicos y biológicos del hábitat, sin embargo, éste es la combinación de ambos, ya que los organismos están adaptados a la suma total e interacción de sus componentes.

Aún más, las nuevas tendencias en la investigación han calificado que dentro de los humedales costeros se encuentran hábitats clasificados como áreas vitales, y que han sido ubicados tanto espacial como temporalmente (Clark, 1974; Snedaker y Getter,

1985). En estos humedales las áreas vitales resultan imprescindibles para las actividades biológicas de diferentes grupos de organismos, de éstas resaltan:

Manglar

La información sobre los manglares es abundante (Flores-Verdugo, *et al.*, 1992), su presencia está íntimamente ligada a los humedales costeros de casi todo el país y abarca una gran extensión, cerca de 600,000 Ha (Tovilla, 1994; 1998). Se trata de una asociación vegetal de características halófitas en donde la especie más relacionada con la fase acuática (*Rhizophora mangle*), propicia el establecimiento de lugares idóneos para la reproducción, alevinaje, crianza y alimentación de un gran número de organismos, tanto terrestres como acuáticos. En estas áreas sobresalen por su diversidad y abundancia los grupos de moluscos, crustáceos, peces y aves, tanto residentes como migratorios. Los manglares más importantes de México por su productividad y estado de desarrollo, se encuentran íntimamente ligados a tres áreas lagunares: Términos en Campeche, Marismas Nacionales en Nayarit y la reserva de la Biosfera "La Encrucijada" en Chiapas.

Áreas lodosas

La mayoría de los humedales costeros se hallan dominados por sedimentos de tipo lodoso, propiciados porque las corrientes usualmente son lentas, aunado a la presencia de gran cantidad de materia orgánica en descomposición. En los sedimentos lodosos, la presencia de vermes y moluscos de pequeño tamaño dominan en biomasa, pues éstos presentan adaptaciones a este tipo de sustrato. Lo anterior representa una de las fuentes alimentarias más importantes para aves, crustáceos carroñeros y moluscos raspadores (García-Cubas y Reguero, 1994).

Áreas intermareales

Son consideradas como áreas de gran importancia biológica por la presencia de un número significativo de comunidades adaptadas a los cambios provocados por una constante y cíclica desecación y humectación. Sobresalen los pastos marinos (Ibarra y Ríos, 1993), moluscos fijos (ostras) y comunidades algales (Dreckmann y Pérez, 1994; Cordeiro-Marino *et al.*, 1992), así como una cantidad no determinada aún de epibiontes.

Boca de comunicación con el mar

Área sumamente importante en el intercambio de materia y energía entre el sistema costero y el océano adyacente. En la mayoría de los humedales costeros, su presencia y características son la clave del mantenimiento saludable de todo el ecosistema. Usualmente el intercambio puede resumirse en que los ecosistemas costeros proveen de energía primaria y nutrientes a la zona oceánica adyacente, mientras que a ésta se debe la presencia de organismos de origen marino a los sistemas estuarinos, de los que sobresalen los peces de importancia económica (cerca del 70 % de los peces lagunares son de este origen).

Zonas inundables o pantanos aledaños

Generalmente los humedales costeros están asociados con llanuras de inundación (Jiménez-Ramón, 1997) que llegan a ser, en ocasiones, inclusive más importantes que los propios sistemas acuáticos sobre todo por la presencia de animales terrestres y aves. Los estudios sobre estos ecosistemas son escasos, por lo que su papel en la ecología costera no ha sido suficientemente valorado en toda su magnitud.

Sin embargo, el papel que desempeñan como trampas de nutrientes ha sido documentado ampliamente (Contreras, 1988). Lo anterior se debe principalmente a la

presencia de vegetación, tanto emergente como sumergida la cual representa a los autótrofos primordiales del sistema, a diferencia de los sistemas acuáticos, donde el fitoplancton domina como productor primario. De esta manera los ciclos del nitrógeno y fósforo están íntimamente ligados a las plantas, por lo menos estacionalmente. Esta característica los hace sumamente importantes en la calidad del agua de sistemas aledaños o asociados (Lot-Helgueras y Novelo, 1989).

BIODIVERSIDAD

Es imprescindible dejar asentado que la biodiversidad es una *propiedad* de los sistemas vivos y culturales que los hace distintos, diferentes, únicos. Es primaria y esencialmente una propiedad, una característica de la naturaleza y de las múltiples formas de adaptación e integración de la especie humana a los ecosistemas de la tierra y *no un recurso* (Toledo, 1998).

Se entiende por biodiversidad biológica la agrupación de numerosas especies diferentes con cierto grado de dominancia entre ellas de un sitio en particular (Odum, 1980). Las causas que originan la diversidad biológica es un fenómeno sumamente complejo y ha sido tratado por numerosos científicos desde variadas perspectivas. En términos generales, ha sido establecido que la estabilidad de los factores medio ambientales tiene especial importancia en los procesos selectivos y el establecimiento de una diversidad elevada. Por lo anterior, una baja diversidad generalmente se relaciona con ecosistemas inestables, ya sea por sus características propias o las inducidas por el hombre al alterar los factores que interactuaban normalmente con anterioridad. En los ecosistemas que se caracterizan por su inestabilidad, como es el caso de los estuarinos, se presentan fenómenos que limitan el proceso de la diversidad, esto es, que tienden a favorecer la presencia de pocas especies, pero abundantes, quienes se han adaptado exitosamente a las condiciones cambiantes.

Bajo esta óptica, las lagunas costeras y ecosistemas similares se caracterizan por poseer un ambiente de cambio continuo derivado de los efectos hidrológicos ocasionados por el encuentro de dos masas de agua de diferente origen y propiedades fisico-químicas, lo que en principio limitará la diversidad. En cambio y desde otra perspectiva, lo anterior trae como consecuencia la presencia espacio-temporal de diversos hábitats que permite el establecimiento de organismos, poblaciones e inclusive comunidades con diferentes requerimientos. Desde un enfoque espacial, el hecho de existir normalmente áreas de influencia dulceacuícola permanente, propicia la colonización de organismos de origen acuático continental; por el otro lado, la persistencia del efecto mareal provee de especies de estirpe marina. Además de lo anterior, hay que destacar la presencia casi siempre permanente de extensas áreas en donde las condiciones salobres de 10 a 25 ppm (masas de agua con concentración de sales intermedia entre agua dulce y marina), generan un entorno hidrológico idóneo para el desarrollo de organismos típicamente estuarinos y/o eficientemente adaptados a éste.

BIODIVERSIDAD EN LAGÚNAS COSTERAS MEXICANAS

Las lagunas costeras de nuestro país son muy importantes desde la perspectiva de la biodiversidad. Por ejemplo, la cantidad de especies de peces por laguna varía en promedio entre 50 y 100, la de moluscos entre 50 y 90 y la de crustáceos entre 40 y 70. Por otra parte, las lagunas están en su mayoría estrechamente ligadas con bosques de manglar, quienes constituyen hábitats particularmente ricos para las aves (los manglares son áreas destacadas en la migración de aves provenientes de Canadá y

Estados Unidos), reptiles y mamíferos. La conservación de la biodiversidad avifaunística, ha venido a coadyuvar con los esfuerzos realizados en otras áreas del conocimiento.

Se estima que en las aguas marinas mexicanas habitan más de 800 especies de peces. Se han catalogado 349 especies de peces marinos que penetran a las aguas continentales. La riqueza ictiofaunística de los sistemas estuarino-lagunares de México (ca. 400 especies) es una de las más altas registradas para zonas tropicales del mundo, pudiendo llegar incluso a las 500 especies, dado el mayor interés y el número creciente de investigaciones que en los últimos 10 años se han venido desarrollando sobre la ictiofauna de zonas lagunares del país. Paradójicamente según los especialistas, de las más de 400 especies de peces que existen en las lagunas costeras menos del 5 % son consumidas.

Los manglares más importantes de México, por su productividad y estado de desarrollo, se encuentran íntimamente ligados a tres áreas lagunares: Términos en Campeche, Marismas Nacionales en Nayarit y Chantuto-Panzacola en Chiapas. En las costas mexicanas se presentan 10 especies de fanerógamas marinas. En el Golfo de México se encuentran 6 y en el Pacífico norte 4, siendo notable la ausencia de éstas en las costas del Pacífico tropical.

En varios estados de la costa mexicana habitan y se reproducen siete de las ocho especies de tortugas del mundo y cuenta con cinco de las principales poblaciones del mundo de las especies Golfina (*Lepidochelys olivacea*), Lora, especie endémica del Golfo de México, (*Lepidochelys kempii*), Carey (*Eretmochelys imbricata*) y negra (*Chelonia agassizi*). Las otras especies presentes en México son la Laud (*Dermochelys coriacea*), Caguama (*Caretta caretta*), y Blanca (*Chelonia mydas*).

La importancia de las lagunas para la migración de las aves está considerablemente documentado ya que se reconocen 1,038 especies de aves en México representando a 86 familias. Del total de especies, cerca de 750 son residentes y alrededor de 200 migratorias, más de 80 son endémicas y otras 400 no van más allá de la frontera norte. Las aves acuáticas representan el 22 % del total de especies en México. Por ejemplo, en la Península de Baja California, con sus islas incluidas y los ecosistemas costeros de los estados de Nayarit, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, están jerarquizados como sitios de importancia internacional. El impulso que han tenido las organizaciones no gubernamentales protectoras de aves, ha propiciado toda una corriente mundial sobre la conservación de los "humedales" (término que han traducido de wetlands); éste ha sido un buen motivo para llamar la atención sobre las lagunas costeras que, por cierto, son los humedales por excelencia. Por humedal se entiende todas aquellas tierras húmedas (costeras o epicontinentales), que conforman los hábitats más frecuentes de anidación, descanso, alimentación y cría de aves, tanto residentes como migratorias. (Mitsch y Gosselink, 1986).

La biodiversidad en la zona costera mexicana, está inmejorablemente documentada en el libro "Biodiversidad marina y costera de México" (CONABIO-CIQRO., 1993). Sin embargo, algunos ejemplos de la destacada biodiversidad lagunar, se ofrecen a continuación:

- El estero Punta Banda, en Baja California alberga especies vegetales y animales que están en peligro de extinción en los ambientes estuarinos del sur de California como

por ejemplo: *Cordylanthus maritimus* (pico de ave de la marisma), *Rallus longirostris* (palmoteador), *Passerculus sandwichensis* (gorrión de la sabana) y *Sterna albifrons* (golondrina de mar) (Escofet *et al.*, 1988).

- La reserva de la Biosfera El Vizcaino tiene una de las más altas riquezas faunísticas del país con 308 especies de vertebrados terrestres y marinos (excluyendo peces), 4 anfibios, 43 reptiles, 192 aves y 69 mamíferos; además, uno de los más altos endemismos de México (Lluch *et al.*, 1993).
- Bahía Lobos en Sonora destaca por su alta diversidad, se calcula que cada año recibe a más de 50,000 aves playeras (Leyva *et al.*, 1994).
- El sistema lagunar de Agiabampo en Sonora, cubre una superficie total de 18,633 Ha, pero está conformado por 30 pequeños cuerpos acuáticos intercomunicados entre sí. Lo variado de su conformación hace que la fauna de moluscos esté representada por 265 especies y 70 de aves (García Cubas, 1987).
- El sur de Sinaloa, con 350 especies de crustáceos decápodos conocidas hasta la fecha representa, sin lugar a dudas, uno de los conjuntos faunísticos más diversificados de la región del Pacífico tropical este. La variedad de ambientes disponibles para el establecimiento y el desarrollo de comunidades esencialmente tropicales en el área, han propiciado esta riqueza y ha podido mantenerla. El impacto ambiental que experimenta actualmente la zona costera (sobrepesca, impacto mecánico de las artes de pesca, capturas descontroladas en las playas rocosas, desarrollos turísticos, contaminación en aguas costeras) podría, a corto plazo, modificar profundamente las estructuras comunitarias establecidas. De hecho, estos factores de alteración ya tuvieron un efecto nefasto sobre la distribución o abundancia de ciertas especies. Desafortunadamente, este proceso parece ser irreversible (Hendrickx, E. M. 1993).
- En la laguna Madre de Tamaulipas (la más grande del país con una extensión de 219,000 Ha), se registran 86 especies de aves, 33 de ellas residentes, 41 migratorias, 4 migratorias-residentes, 6 ocasionales y 2 veraniegas (Contreras-Balderas, 1993). Además se consigna la presencia de 99 especies de peces, de las que 29 usan la laguna para reproducción y crecimiento (Gómez y Contreras, 1991).
- En el sistema estuarino-lagunar Tuxpan-Tampamachoco, el más pequeño del estado de Veracruz (1,500 Ha), se han reportado en conjunto por diferentes autores un total de 167 especies de peces. De éstas últimas, 84 se han colectado en áreas marginales con vegetación sumergida en el interior de la laguna, durante un solo ciclo de muestreo (Pérez-Hernández *et al.*, 1994).
- En la región de Coatzacoalcos, Ver., de los 22 órdenes de aves existentes en México, 18 están representados en la región, así como casi el 50% de todas las familias; de las 1,000 a 1,018 especies reportadas para todo el país, en esta zona se detectaron 202; por lo que cerca del 20% de todas las aves registradas para México puede observarse alguna vez en la región. Si añadimos a este total las 98 especies que reportan otros estudios, entonces más del 30% de las especies de la avifauna nacional se halla en esta localidad, al menos hasta hace dos décadas (Herzig, 1986).

- Los pantanos de Centla en Tabasco alberga a más de 365 especies de organismos. Sobresalen 191 de aves, 57 de peces, 18 de anfibios, 49 de reptiles y 56 de mamíferos, así como más de 400 especies de plantas vasculares.
- En la laguna de Términos se han identificado un total de 176 especies de moluscos (García-Cubas,1988); 83 de crustáceos decápodos (Román,1988); 122 de peces (Yañez-Arancibia et al.,1988); 22 de copépodos (Flores-Coto,1981) y 138 de aves (Rico-Gray et al.,1988) y sólo en una pequeña área cubierta por pastos marinos (*Thalassia testudinum*), dentro de la macrofauna bentónica asociada, fueron identificadas 123 especies de poliquetos, 57 de moluscos y 68 de crustáceos (Reveles y Escobar,1987).
- En Yucatán, en la Ría Lagartos se ha registrado un total de 72 especies de aves con hábitos migratorios y 141 residentes; mientras que en la laguna de Celestún el total es de 304, destacando el flamenco común *Phoenicopus ruber ruber* cuya población va de 5,000 a 10,000 ejemplares. En esta última laguna, se registra una fauna de vertebrados sobresaliente que incluye a los reptiles *Crocodylus moreletii*, *Boa constrictor*, *Careta careta*, *Eretmochelis imbricata*, las tortugas dulceacuícolas *Pseudemys scripta*, *Chrysemys picta belli* y *Kynosternon subrubrun*. Además, habitan felinos como el tigrillo *Felis wedii*, el jaguar *Felis onca*, el ocelote *Felis pardalis*, el venado cola blanca *Odocoileus virginianus*, el pecarí de collar *Dicotyles tajacu* y el mono araña *Ateles geoffroyii* (Batllori, 1988).
- En la reserva de Biosfera de Sian Ka'an se han cuantificado hasta la fecha 337 especies de aves, 46 de algas marinas, 55 de poliquetos y 45 de peces (Navarro y Robinson, 1990). Una lista del número de especies de varios grupos se da al final como anexo 2.

Finalmente y en este sentido, cabe aquí una reflexión del Dr. Alejandro Toledo:

"En el mundo cerrado de la globalidad, de la racionalidad del mercado y del desarrollo sustentable, los pueblos del Sur enfrentan hoy el reto de reapropiarse, mantener, incrementar y disfrutar de uno de los mayores bienes terrenales: su diversidad biológica y cultural. Entre ellos se cuentan unos 200 millones de indígenas (el 5% de la población mundial) que viven y mantienen en sus territorios niveles excepcionalmente altos de biodiversidad. Los espacios ecogeográficos ocupados por estos pueblos están dotados, en efecto, de los mas grandes acervos de material genético, de una enorme y muy poco conocida diversidad de especies y de los ecosistemas mas productivos de la tierra. Estos pueblos han sido los custodios de la diversidad biológica de la tierra y además han sabido conservarla por espacio de miles de años, anteriores a la economía del mercado".

MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA Y CUOTAS

El término calidad del agua es usado en un amplio sentido, ya que cualquier sustancia que se presenta en el ecosistema puede alterar la calidad del agua, así se contempla el amplio espectro de los factores abióticos como a una porción del espectro biótico, incluyendo las bacterias. Con base en lo anterior es necesario agrupar a estos elementos; el primero está constituido por los compuestos asociados al nitrógeno y el fósforo, debido a la importancia y papel que juegan en la productividad del ecosistema y el segundo grupo lo representan todas aquellas sustancias que ocurren en concentraciones variables en la mayoría de los sistemas naturales tales como el pH, el oxígeno disuelto, alcalinidad; los metales pesados (por su efecto deletéreo) y los sólidos suspendidos (po

considerarlos detriticos) son tratados por separado debido a sus efectos en el ecosistema, en esta misma categoría se clasifican a las sustancias químicas generadas por la actividad humana tales como los biocidas; la microbiología adquiere especial relevancia por el efecto en la salud humana como en los casos de bacterias patógenas y sus microorganismos asociados.

De esta forma, la interpretación racional y científica de los datos obtenidos de cualquier sustancia relacionada con el agua, está basada bajo la concepción de un balance de masas de dicha sustancia en algún intervalo de tiempo. Para una porción definida del ecosistema, la suma de las tasas de transferencia y transformación debe corresponder a la tasa de acumulación de una sustancia en un cuerpo acuático dado. Todo lo anterior además debe considerar tres elementos que son: a) el área o porción de área a estudiar, b) la escala de tiempo y, c) la definición de la sustancia en sí.

En todos los ecosistemas, pero principalmente en los humedales costeros, la variación tanto en el espacio como en el tiempo de las variables físico-químicas es amplia, debido a su propia naturaleza de constante mezcla de aguas y circulación. Desde la perspectiva temporal los cambios pueden ser diarios, estacionales e inclusive históricos (evolutivos).

El encuentro de los dos componentes hídricos (ríos y marea), cuyo resultado es la mezcla de agua que, precisamente caracteriza a los ecosistemas costeros, juegan un papel fundamental en la calidad del agua. Por lo anterior, el mantenimiento y vigilancia sobre la calidad de estas dos fuentes es primordial.

Por el lado oceánico todo parece indicar que en la mayoría de estos ecosistemas, la marea propicia más el desalojo de varias formas químicas hacia el exterior que el caso contrario; éste último fenómeno puede originarse en áreas estuarinas de circulación negativa o antiestuarina, o porque las corrientes que se desplazan muy cercanas al litoral puedan arrastrar algunos elementos originados, inclusive a cientos de kilómetros de distancia.

Del otro lado, esto es, por parte de los aportes dulceacuícolas, el problema es diferente. Se ha comprobado en la mayoría de los artículos científicos, que los aportes de materiales extraños y concomitantemente la mayoría de los contaminantes, ingresan al sistema por esta vía. Lo anterior ha sido demasiado documentado como para discutirlo más aquí; habría que agregar que esta misma vía es la que de forma natural propicia la significativa productividad primaria de las áreas lagunares, aunque también el azolvamiento.

En resumen, el agua de los humedales mantiene una fuerte interacción con los componentes abióticos y bióticos del ecosistema, ya que los componentes tales como nutrientes, metales pesados, sólidos suspendidos y bacterias son introducidos y desalojados constantemente dentro del ecosistema (Likens, 1972); por otro lado, sus concentraciones pueden ser alteradas por la captación, reciclamiento y dilución. Finalmente y desde esta perspectiva, cabe resaltar la importancia que adquirido la investigación y cuantificación de los procesos biogeoquímicos en el reciclamiento de nitrógeno, fósforo y de la participación de los humedales en el fenómeno del "calentamiento global" derivado de la intensa actividad en la captación de CO₂ y, contrariamente, del aporte de metano a la atmósfera por parte de algunos de ellos (Bobbink y de Caluwe; Vile *et al.*, en Crowe, 2000).

Para poder establecer valores "normales" en aguas estuarinas es necesario conocer una cantidad considerable de cuerpos acuáticos, y con base en ello establecer los intervalos para cada uno de los parámetros más significativos. Tomando como referencia la información generada en 39 lagunas costeras del país y de ambas costas, se exponen las siguientes consideraciones (Contreras *et al.*, 1996):

Salinidad

Uno de los principales atributos que influyen en la distribución de poblaciones y comunidades en los humedales costeros es la variación espacio-temporal de la salinidad. Esta variación es normal en todos los humedales costeros por la propia naturaleza de su conformación; en algunos casos los intervalos pueden ser cortos pero en otros, llegan a ser extremos (de 0 a 36 ‰). La variación de la salinidad se debe a la correlación de fuerzas entre los aportes dulceacuícolas y los marinos; así, en la época de estiaje la salinidad se incrementará, por un lado debido al descenso de insumos de agua de los ríos y por otro, al de una mayor influencia marina; todo esto aunado a un aumento de la evaporación y la temperatura. En el caso contrario, esto es en la época de lluvias, el descenso en la salinidad es el efecto de una mayor influencia del aporte por parte de los ríos, sumado a las lluvias y a la escasa influencia de la marea.

Para la salinidad y los próximos parámetros descritos en este capítulo, se presenta a continuación una clasificación basada en el valor promedio de cada parámetro proveniente de un ciclo anual, lo que en algunos casos es el resultado de más de 200 mediciones. Hay que destacar, que la siguiente clasificación es sólo una aproximación útil para visualizar lo complejo que son estos ecosistemas, en ningún momento ésta debe ser tomada como definitiva; sin embargo al considerar el valor promedio, éste reflejará su tendencia a cierto valor. No hay que olvidar lo relativo que resultan los promedios, sobre todo en casos donde los valores mínimo y máximo alcanzan extremos, como son los casos de los humedales chiapanecos.

CLASIFICACIÓN DE LAGUNAS COSTERAS SEGÚN SUS VALORES DE SALINIDAD.
(De acuerdo al Sistema de Venecia (1959), citado por Perkins (1974))

1.1 Lagunas con fuertes influencias de aportes terrígenos. Salinidad por debajo de las 5‰ de promedio anual. Lo anterior implica, algunas veces, intervalos amplios pero cuyos valores promedio mantienen condiciones de oligohalinidad.

1.1. LAGUNAS OLIGOHALINAS.

Ejemplos: Golfo de México: Tlalixcoyan y río Calzadas en Veracruz.

En el Pacífico: Mitla, Gro., Manialtepec, Oax., Buenavista, Chis.

1.2 Lagunas con características estuarinas, debidas al intercambio de agua y una buena mezcla, con dos subcategorías: 1.2.1. Salinidad cuyo promedio anual va de 5 a 18 ‰ y 1.2.2. de 18 a 30 ‰.

1.2.1. LAGUNAS MESOHALINAS.

Ejemplos: Camaronera, Alvarado, Sontecomapan y Mecoaacán en el Golfo de México.

Por parte del Pacífico: Chautengo, Gro., Manialtepec, Oax., Carretas, Pereyra, Bobo, Cerritos, Chanyuto, Teculapa, Panzacola y Campón en Chiapas.

1.2.2. LAGUNAS POLIHALINAS

Ejemplos: Pueblo Viejo, Tamiahua, Tampamachoco (1990), Tuxpan, Mancha, Mandinga y Ostión en Veracruz; Carmen y Machona, Tab. y Celestún, Yuc. Pacífico: Nuxco y San Marcos, Gro.; Joya-Buena Vista, Chis.

1.3 Lagunas con marcada influencia oceánica. Salinidad que va de las 30 a las 40 ‰.

1.3. LAGUNAS EURIHALINAS

Ejemplos: Términos, Camp., Chacahua-Pastoria, Oax.

1.4 Lagunas que por una elevada evaporación, poca circulación, recambio o inclusive alteraciones humanas en su cuenca hidrológica, manifiestan salinidades por arriba de las 40 ‰.

1.4. LAGUNAS HIPERHALINAS

Ejemplos: Madre, Tamps.; Corralero, Superior e Inferior y Mar Muerto, Oax.

Temperatura

La temperatura está condicionada a la situación geográfica del área; así, hay humedales de características templadas (norte de la península de Baja California, Sonora y norte de Tamaulipas), el resto se sitúa en regiones sub o tropicales en donde las variaciones anuales son estrechas, y los máximos alcanzan usualmente valores por arriba de los 32 °C en el agua. La temperatura promedio presenta un incremento en la medida de su ubicación hacia el sur del país.

Oxígeno disuelto

La cantidad de oxígeno disuelto es una de las principales características para definir la salud del ecosistema. Debido a la elevada productividad primaria de los humedales costeros, normalmente se manifiesta una sobresaturación de este gas. Los casos permanentes de anoxia se detectan en lugares o áreas aisladas de la circulación general de la laguna o en el fondo de ésta (fenómeno común en lagos). La disminución y/o falta de oxígeno se asocia también a áreas cercanas a manglares, en donde intensos procesos de descomposición de materia orgánica son normales.

La mayoría de las lagunas muestran una cantidad suficiente de oxígeno disuelto, los casos de baja concentración están relacionados con áreas aisladas y/o con fenómenos de eutroficación, ya sea natural o cultural.

CLASIFICACIÓN DE LAGUNAS COSTERAS SEGÚN SU CONTENIDO DE OXÍGENO DISUELTTO.

1.1 Valores promedio entre los 2 y 3 ml/l, considerados nocivos para la biota acuática.

LAGUNAS HIPÓXICAS

Ejemplos: Manialtepec, Oax.; Bobo, Cerritos, Buena Vista y Teculapa en Chiapas.

1.2 Valores promedio entre 3 y 5 ml/l, óptimos para el desarrollo de organismos.

LAGUNAS ÓXICAS

Ejemplos: La mayoría de las lagunas costeras, tanto en el Golfo como en el Pacífico.

1.3 Valores que rebasan los 5 ml/l. Característica de aguas muy productivas debido a que estas concentraciones representan, en la mayoría de los casos, niveles de sobresaturación del gas cuyo origen se presume en los productores primarios autóctonos.

LAGUNAS HIPERÓXICAS.

Ejemplos: Madre, Tamps.; Tampamachoco, Tamiahua y Camaronera en Veracruz.

pH

Los valores de pH están dados por el intercambio de CO₂ atmosférico y el agua, generando ácido carbónico (H₂CO₃). La inestabilidad de este compuesto hace que existan siempre formas carbonatadas disueltas en el agua como carbonatos (CO₃⁻) y bicarbonatos (HCO₃⁼) asociados a elementos de carga positiva (Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺). Al existir un mayor número de compuestos de carga negativa se provoca que el pH, en el agua de mar, resulte levemente **alcalino**, presentando un valor promedio de 8.2 (Broecker, 1974). En cambio el agua de origen continental tiende a valores neutros de 7.0. Por lo anterior, los registros de pH naturales dentro de una laguna varían en este intervalo.

Las variaciones de pH hacia la alcalinidad (mayor de 8.5) se debe principalmente a la actividad de organismos que intervienen en el ciclo del CO₂, tales como moluscos y bivalvos que, a su muerte, liberan cantidades significativas de carbonatos. Otra causa es la precipitación de CaCO₃ y su resuspensión a partir de suelos calcáreos. En cambio los pH bajos (menores a 7) se localizan íntimamente relacionados con procesos de descomposición de materia orgánica y liberación de ácidos. La introducción de sustancias tóxicas provenientes de la industria generalmente hacen bajar los valores de pH. Valores cercanos a 5, han sido detectados frecuentemente asociados a desechos provenientes de actividades industriales. Las áreas anóxicas, que son el reflejo de extensiones aisladas de la circulación general de la laguna, son detectadas junto con las escasos contenidos de oxígeno disuelto, por valores bajos en el pH. Las extensiones cubiertas y asociadas a bosques de manglar, comúnmente reflejan valores bajos ocasionados principalmente por el contenido de ácidos húmicos disueltos en el agua que provienen precisamente de esta vegetación. Estos ácidos son compuestos de peso molecular muy elevado, por lo que su persistencia aún en el océano, es considerable. Durante la época lluviosa, la presencia de una coloración oscura invade prácticamente grandes extensiones lagunares que son transportadas hacia el mar por el efecto mareal. De no efectuarse lo anterior, estos ácidos tienden a permanecer dentro de la laguna propiciando la proliferación de bacterias y el consecuente agotamiento del oxígeno por los procesos de degradación a que son sometidos *in situ*.

Por todo lo anterior, las variaciones en el pH lagunar son de características locales, en las que intervienen: la cantidad de agua de mar, la calidad de los escurrimientos, la lluvia, la presencia de manglares, una circulación deficiente, el aislamiento de zonas, la presencia de suelos de origen calcáreo, la actividad biológica de algunos organismos y finalmente algunos procesos bioquímicos.

Fuentes de Nitrógeno

Se encuentra en varias formas, de las más conocidas están el amonio (NH_4), los nitratos (NO_3), los nitritos (NO_2), y aunque falta más información, las formas orgánicas como la urea. Todo parece indicar que las concentraciones normales para el amonio van de 5.0 a 10.00 $\mu\text{g-at/l}$ y de nitratos más nitritos de < 0.01 a 5.0 $\mu\text{g-at/l}$. El nitrógeno es considerado como el limitante en muchos ecosistemas costeros, debido a que la relación N:P es usualmente baja (en promedio de 6).

Fuentes de Fósforo

Contrariamente a lo que sucede en los lagos donde el fósforo es considerado como el limitante por excelencia (Volleinweider, 1976; Schindler, 1971; 1974; Doremus *et al.*, 1980), las lagunas costeras son sistemas considerados como levemente eutróficos (Mee, 1977), debido principalmente a la presencia de cantidades significativas de fósforo. La relación entre la clorofila *a* y el fósforo ha sido demostrada (Contreras y Kerekes, 1993). Las eventuales entradas de fósforo deben ser vigiladas estrictamente, aunque todo parece indicar que es el nitrógeno el causante de la eutroficación en sistemas costeros mexicanos. El valor normal para ortofosfatos (fosfatos inorgánicos) es de < 0.01 a 5.00 $\mu\text{g-at/l}$. Recientemente se ha comprobado que más que la cantidad de nitrógeno o fósforo individual, es la relación entre ellos conocida como relación N:P (Redfield *et al.*, 1963), la causante de los procesos de productividad primaria y/o eutroficación (Rhee, 1978; Rinaldi *et al.*, 1992).

Clorofila *a*

Este pigmento es usado para medir la potencialidad productiva del sistema y también como un indicativo de la eutroficación (Carlson, 1977; Contreras, 1994), ya que que no siempre mantiene correlación directa con la productividad primaria, pero si indica a la biomasa fitoplanctónica presente y en la medida de que ésta se desenvuelva bajo condiciones adecuadas, se manifestará en productividad. La medición sistemática de clorofila *a* se recomienda ampliamente como un índice confiable, y que permitiría una pronta diagnóstico de la salud del ecosistema.

Productividad primaria

Los **humedales costeros** son uno de los ecosistemas más productivos sobre la tierra, con tasas de productividad mucho mayores que, inclusive, sistemas agrícolas manejados por el hombre con grandes suministros de energía; por ejemplo la productividad anual de los tulares llega a variar de 30 a 70 toneladas por hectárea, similar a la productividad de la caña de azúcar que es de 63 ton/ha. La productividad primaria total proveniente de las lagunas costeras es del orden de $10^{11} \text{Kg C/m}^2/\text{año}$, esto es, de 200 a 500 $\text{gC/m}^2/\text{año}$ (Knoppers, 1999).

Tabla I. Concentración de clorofila *a* en 39 lagunas costeras mexicanas.

Golfo de México						
0.0 - 10.0	10.0 - 20.0	20.0 - 30.0	30.0 - 40.0	40.0 - 50.0	50.0 - 60.0	> 60.0
Madre	Tampa. 80	Tampa. 90	Mandinga	Pueblo Viejo	Calzadas	
Tamiahua	Carmen	Camaronera				
Tuxpan	Machona	Alvarado				
Mancha	Mecoacán	Tlalixcoyan				
Ostión		Sontecomapan				
Celestúm						
Pacífico						
0.0 - 10.0	10.0 - 20	20.0 - 30.0	30.0 - 40.0	40.0 - 50.0	50.0 - 60.0	> 60.0
Nuxco	Pastoría	Corralero	Carretas	Chantuto	Carretas	Mitla
Chautengo	Teculapa	Chacahua	Bobo		Buenavista	Joya-Buenav.
Sup. e Inf.	Panzacola	Mar Muerto				
	Campón	Pereyra				
9 = 25 %	8 = 22 %	9 = 25 %	3 = 6 %	2 = 5 %	3 = 6 %	2 = 5 %

Con base en lo anterior, es posible presentar los intervalos de algunos parámetros fundamentales en la calidad del agua, que podrían considerarse como los normales en lagunas costeras:

Tabla II. Valores promedio de algunos parámetros en lagunas costeras mexicanas.

	Oxígeno Dis.	N-NH ₄	N-NO ₃ +NO ₂	P-PO ₄	Clor. <i>a</i>
Intervalo de valores	4.00-5.00	<0.01-5.00	<0.01-5.00	<0.01-5.00	10.00-30.00
No. y % de lagunas	17 (43%)	22 (56%)	33 (84%)	25 (65%)	17 (47%)

O₂ = ml/l; Formas de Nitrógeno y Fósforo = µg-at/l; Clor *a* = mg/m³.

Numerosos estudios se han realizado en estos ecosistemas tanto de entradas y salidas de materia y energía, y todos han coincidido en considerarlos como muy dinámicos, siendo característica fundamental para estas áreas. Las variaciones van desde las diurnas, estacionales e históricas. El nitrógeno, el fósforo y los sólidos suspendidos juegan un papel fundamental en el ciclo de energía y su almacenamiento, pérdida o recuperación varía de sitio a sitio (Nixon, 1982).

Es indudable que el conocimiento de las características hidrológicas de los humedales provee de información invaluable para un manejo y conservación adecuados (Vollenweider *et al*, 1992). Pero hay que hacer notar que las carencias de este tipo de información es considerable en humedales tropicales. Sin embargo, es imprescindible establecer un monitoreo sobre los humedales, la cuantificación sistemática y regular de algunos parámetros ofrecerán las bases para su conservación; en el anexo 3 se presentan algunas metodologías básicas de las características fundamentales para conocer la hidrología de los humedales.

UN EJEMPLO DE BALANCE DE MATERIA

Desde una perspectiva teórica, es posible calcular la presencia de algún nutriente en unidades mayores que los originales $\mu\text{g-at/l}$ (por ejemplo en kilogramos), con el fin de realizar un acercamiento macroscópico. La transformación consiste básicamente en calcular, en este caso, el volumen de cada laguna ($\text{Ha} \times 10,000 > \text{m}^2 \times \text{profundidad media de la laguna} > \text{m}^3$). Posteriormente convertir los $\mu\text{g-at/}$ en mg/ m^3 en el caso de los nutrientes y relacionarlos con el volumen total de cada laguna. El siguiente ejemplo es tomado de un sistema lagunar ubicado en el estado de Chiapas y que por su morfología se presta para el análisis; este sistema lagunar está constituido por cinco pequeñas lagunas lo que facilita su subdivisión e interpretación. Los datos espuestos a continuación provienen de investigaciones llevadas a cabo durante el año 1997.

Tabla III. Extensión y volumen del sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chis.

	Ha	$\times 10,000 = \text{m}^2$	$\times 1.5 = \text{m}^3$
Chantuto	301	3,010,000	4,515,000
Campón	551	5,510,000	8,265,000
Teculapa	358	3,580,000	5,370,000
Cerritos	640	6,400,000	9,600,000
Panzacola	426	4,260,000	6,390,000

Si se aplica el método descrito anteriormente y para el caso del fósforo, es la laguna de Panzacola durante el mes noviembre en donde se registra la mayor concentración puntual con $12.0.9 \text{ mg/m}^3$, equivalentes a 772 kg; sin embargo al calcular la relación concentración:volumen, resulta que es Cerritos la que posee el mayor promedio por componente con 476.4 kg y un total acumulado de 2,382 kg. Desde el punto de vista de la variación estacional es el mes noviembre cuando se presenta el promedio más alto para todo el sistema con 90.6 mg/m^3 (594.0 kg).

Tabla IV. Concentraciones de fosfatos por mes en mg/m^3

$\text{PO}_4 \text{ mg/m}^3$	Marzo	Mayo	Julio	Oct	Nov	Total	Prom.
Chantuto	142.1	1.8	69.3	38.0	91.14	342.4	68.47
Campón	57.4	21.7	29.5	36.2	71.3	216.0	43.19
Teculapa	39.5	41.0	106.5		101.37	288.4	72.09
Cerritos	52.7	37.2	58.9	31.4	68.2	248.4	49.67
Panzacola	55.8	26.4	61.7	59.4	120.9	324.2	64.84
Total	347.4	128.0	325.9	165.0	452.9	1,419.2	
Prom.	69.5	25.6	65.2	41.3	90.6	283.8	

Tabla V. Concentraciones de fosfatos por mes convertidos a kg/lag.

PO_4 (kg/lag.)	Marzo	Mayo	Julio	Oct	Nov	Total	Prom.
Chantuto	641	8	313	171	411	1,543.9	308.8
Campón	473	179	243	298	589	1,782.0	356.4
Teculapa	212	220	571	0	544	1,547.0	309.4
Cerritos	505	357	565	301	654	2,382.0	476.4
Panzacola	356	168	394	379	772.0	2,069.0	413.8
Total	2,187	932	2,086	1,149	2,970	9,323.9	1,864.8
Prom.	437.4	186.4	417.2	229.8	594.0		

Si las cantidades de clorofila *a* que normalmente son expresadas en mg/m³, se relacionan con el volumen de cada laguna los resultados en kilogramos /laguna son:

Tabla VI. Concentraciones de clorofila *a* por mes en mg/m³

Clor.a (kg/lag.)	Marzo	Mayo	Julio	Oct	Nov	Total	Prom.
Chantuto	330	132	111	167	50	790	158
Campón	105	113	158	283	111	770	154
Teculapa	53	115		0	72	240	60
Cerritos	123	283	427	183	93	1,109	221
Panzacola	170	119	496	244	386	1,415	283
Total	781.0	762.0	1,192.0	877.0	712.0	4,324	
Prom.	156.2	152.4	298.0	175.4	142.4	864.8	

Tabla VII. Para el caso de la productividad primaria:

Prod. Prim.	Marzo	Mayo	Julio	Oct	Nov	Total	Prom.
Chantuto	339.7	348.7		57.5	19.03	765.0	191.3
Campón	124.4	221.0	80.9	161.2	245.4	833.0	166.6
Teculapa	76.6	658.2	43.2		37.2	815.1	203.8
Cerritos	239.2	501.0	194.2	92.2	91.5	1,118.1	223.6
Panzacola	291.9	319.3	199.6	160.3	85.5	1,056.5	211.3
Total	1,071.8	2,048.3	517.8	471.2	478.6	4,587.8	
Prom.	214.4	409.7	129.5	117.8	95.7	917.6	199.3
PP x 4 hs*	Marzo	Mayo	Julio	Oct	Nov	Total	Prom.
Chantuto	1,358.9	1,395.0		230.2	76.12	3,060.2	765.0
Campón	497.6	884.1	323.6	645	981.6	3,332.0	666.4
Teculapa	306.2	2,632.8	172.6		148.8	3,260.4	815.1
Cerritos	957.0	2,004.1	776.7	368.8	366	4,472.5	894.5
Panzacola	1,167.5	1,277.1	798.3	641	342	4,225.9	845.2
Total	4,287.3	8,193.1	2,071.2	1,885.0	1,914.5	18,351.1	
Prom.	857.5	1,638.6	517.8	471.2	382.9	3,670.2	

El término PP x 4 hs, significa el valor obtenido originalmente de mgC/m³/hr multiplicado por cuatro, considerando que la fotosíntesis se manifieste de forma óptima en este sólo número de horas.

Tabla VIII. Conversión a kilogramos por laguna por día

PP (Kg/día)	Mar	May	Jul	Oct	Nov	Total	Prom
Chantuto	6,135	28,485		1,039	343	36,002	9,001
Campón	4,112	40,300	2,674	5,330	8,112	60,528	12,106
Teculapa	1,644	50,703	926		799	54,072	13,518
Cerritos	9,186	123,264	7,456	3,540	3,513	146,959	29,392
Panzacola	7,460	52,251	5,101	5,260	2,185	72,257	14,451
Total	28,537	295,003	16,157	15,169	14,952	369,818	73,964
Prom	5,707	59,001	4,039	3,792	2,990	73,964	

Los cálculos anteriores pueden ser severamente cuestionados, sin embargo con ellos se obtiene una aproximación de la realidad y como puede apreciarse en las tablas las cantidades, tanto de nutrientes como de clorofila o carbono, fluctúan en el orden de las

toneladas, lo que permite explicar mas claramente la intensidad de los flujos energéticos en estos ecosistemas.

PROTECCIÓN DE FLUJOS

Para su correcta evaluación, todos los humedales deben ser conceptualizados como parte integral de un mosaico de interacciones más grande, bajo esta concepción los humedales costeros sobresalen por sus numerosas fronteras y dependencias externas.

Tabla IX. Principios ecológicos en el manejo de lagunas costeras.

Principios ecológicos	Principios de manejo	Acciones inaceptables
Integridad del ecosistema	Conceptualizar al sistema como una unidad	Conceptualización parcializada
Interrelaciones con otros hábitats	Conocer y proteger	Parcelar alternativas de uso mitigaciones; secar pantanos; alterar hábitats circundantes intermareales
Insumos de agua dulce y marina	Respetar el flujo natural y su calidad	Modificar o alterar; introducir desechos tóxicos; modificar de comunicación con el mar estudios previos
Circulación de la cuenca	Respetar el ciclo anual	Modificar o alterar por drenaje relleno
Flujos de energía	Proteger y optimizar	Alterar o modificar
Capacidad de almacenamiento	Proteger totalmente	Alterar o modificar
Presencia de nutrientes	Evaluar y conocer las concentraciones normales y su variación local	Incrementar su presencia (principalmente el nitrógeno)
Cantidad de luz	Preservar el régimen natural	Incrementar la turbidez
Vegetación circundante y sumergida	Preservar el borde vegetativo y las áreas de pastos	Talar o eliminar el borde vegetativo
Temperatura, salinidad y oxígeno disuelto	Evaluar, conocer y respetar los valores normales y su variación estacional	Alterar o modificar; en el caso de las lagunas tropicales propiciar aumento de la temperatura

Con base en los principios expuestos, se ofrecen algunos ejemplos de objetivos para el manejo de áreas estuarino-lagunares (Salm y Clark, 1989).

- Preservar una muestra representativa del ecosistema, de los hábitats asociados, de las comunidades biológicas y de las especies.
- Mantener el valor del área para las especies residentes y migratorias.
- Sumarse a los tratados internacionales para la protección de hábitats críticos.
- Mantener el valor que las áreas tienen para el alevinaje, la alimentación y el resguardo de organismos acuáticos, tanto de importancia económica como ecológica.
- Mantener la producción y los flujos de detritos orgánicos provenientes de hábitats aledaños como las marismas, pantanos y manglares.
- Prevenir el azolvamiento derivado de canalizaciones, dragado y relleno de pantanos; así como la degradación provocada por contaminación y salinización de los hábitats críticos.

- Mantener el balance adecuado de agua.
- Promover la investigación científica, la recreación y la educación.
- Controlar el acceso por tierra, aire y agua a los hábitats biológica y ecológicamente sensibles.
- Difundir su importancia y valor por medio de libros, folletos y películas, visitas guiadas y construcción de andadores ecoturísticos.
- Mantener el valor de sus recursos pesqueros.
- Preservar los procesos ecológicos y los sistemas aledaños de cuya integridad, depende el ecosistema.
- Controlar las actividades de las tierras altas, que puedan destruir o dañar significativamente el valor del ecosistema o a parte de él, para su conservación o desarrollo sustentable.
- Promover los usos compatibles con la conservación y las actividades encaminadas al desarrollo sustentable.
- Separar las actividades incompatibles y resolver los conflictos entre los usuarios del área.
- Preservar el valor escénico intrínseco y el carácter natural del ecosistema.
- Limitar los usos dentro de niveles de sustentabilidad y regular todas las actividades.
- Vigilar que los procesos ecológicos y sucesionales, así como la interacción de las especies, continúen ininterrumpidamente.
- Revisar y actualizar periódicamente, las necesidades de manejo y sus procedimientos.
- Llevar un control estricto de todas las actividades del área.
- Promover la recuperación de áreas dañadas y de las especies amenazadas.
- Asegurar la tenencia legal de las zonas esenciales por una autoridad apropiada. (Federal, Estatal, Municipal, Organizaciones no gubernamentales, etc.).

La pesca en lagunas costeras

Tradicionalmente, la principal actividad en las lagunas costeras es la pesca; de ella depende directamente un gran número de pescadores y sus familias, e indirectamente un sector importante de comerciantes y distribuidores. La pesca es, en todas las lagunas costeras, de características artesanales (de hecho los mas conocidos "mariscos" provienen de estos ecosistemas o de áreas muy cercanas a la costa), y es realizada por gente que ha continuado esta tradición por generaciones (por ejemplo, el camarón capturado en estos sistemas representa el 32.9 % del total nacional con 29,151 toneladas). A pesar de que han existido ambiciosos proyectos para apoyar esta actividad, lo cierto es que los pescadores siguen siendo uno de los sectores más desprotegidos del país. Uno de los escollos más grandes en donde han zozobrado los proyectos gubernamentales, consiste en el desconocimiento de la *acuacultura* que los pescadores han mantenido por siglos. Sin embargo, esta tradicional actividad ha seguido aportando sus capturas que significan un elevado porcentaje (cerca del 85 %), de la pesca total en nuestro país. Para ejemplificar lo anterior, baste decir que las embarcaciones ribereñas representan el 97.2 % de total nacional (SEMARNAP,1999).

Tabla X. Primeros lugares de captura por entidad y por especie en México.

	Total	% de 1988-1999		Total	% de 1988-1999
BCN Erizo	3,162	98.9	Tamps Lisa	4,735	43.1
Macarela*	10,966	73.0	Ver Lebrancha	4,471	86.9
BCS Almeja	13,964	76.7	Rubia	967	60.0
Abulón	1,197	71.3	Peto	1,961	52.3
Calamar	21,522	66.5	Esmedregal	566	51.2
Langosta	1,062	47.6	Ostión	19,126	46.9
Son Sardina*	236,508	66.4	Ronco	1,245	46.7
Lenguado	767	34.3	Langostino	1,613	45.2
Corvina	1,121	26.5	Jurel	1,926	37.1
Sin Túnidos*	56,559	40.9	Robalo	1,586	34.6
Camarón	25,966	33.6	Rubio	954	34.3
Chis Tib y Caz*	4,148	13.2	Pampano	284	31.3
			Jaiba	3,677	22.5
			Pargo	622	18.1
			Camp Caracol	3,291	49.0
			Sierra	2,973	22.5
			Yuc Mero*	11,364	86.4
			Pulpo	13,865	78.2
			Guachinango	1,671	19.8

*oceánicas

NOTA: El total en toneladas es el promedio de captura de la especie desde 1988 a 1999 según la estadística oficial de SEMARNAT, y el porcentaje está basado en este mismo dato. Salvo las marcadas con asterisco, las especies restantes son capturadas o dentro de ecosistemas costeros o muy cercano a la línea de costa. Por ejemplo: el 76.7% de la Almeja que se captura en nuestro país, proviene de Baja California Sur (por lo que ocupa el primer lugar a nivel nacional de este recurso), con un promedio de 13,964 toneladas en promedio de 1988 a 1999.

Al paso de los años y con el aumento de la presión sobre los ecosistemas costeros, muchas pesquerías tradicionales se han visto mermadas y sobreexplotadas y en algunos casos han desaparecido. A lo anterior habría que agregar la degradación que manifiestan numerosas áreas costeras de México, originada por la contaminación o la modificación de los patrones naturales de los ríos, cuencas y lagunas por obras del hombre.

En el caso de la contaminación por ejemplo, la zona norte del estado de Veracruz constituido por tres lagunas: Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco, durante la década de los setenta aportaba el 70 % de la producción ostrícola (*Crassostrea virginica*), del país y en la actualidad sólo Tamiahua ha conservado su producción, aunque es poco significativa. El emporio ostrícola que representó alguna vez la laguna de Pueblo Viejo, es sólo un recuerdo ante el impacto de la contaminación proveniente del río Pánuco, generada principalmente por los desechos de las industrias y ciudades de Tampico, Altamira y Ciudad Cuauhtémoc. En 1988, el estado de Veracruz representaba el 72% de la producción ostrícola con 40,505 toneladas de un total de 56,118, para 1992 sólo aportaba 9,019 de 32,152 lo que equivale al 28%; actualmente y a pesar del impulso a su cultivo, representa solo el 33% (Contreras et al., 1998; SEMARNAP,1999).

Es importante reconocer que en ocasiones la reducción de la captura se debe a una pesca excesiva, por ejemplo el caso de la Lisa (*Mugil cephalus* y *M. curema*) en el Golfo de México. En este sentido y sólo como un indicador de lo anterior, el número de embarcaciones ribereñas pasaron de 62,773 en 1987 a 102,807 en 1997. Por otro lado, las especies de peces de mayor valor comercial y sobre quienes se ejerce mayor presión, generalmente pertenecen a la categoría de los depredadores por ejemplo, el Robalo (*Centropomus undecimalis* y *C. parallelus*), lo que ha traído por consecuencia el agotamiento de los niveles superiores de la cadena trófica. En este sentido, se ha demostrado en muchas lagunas que la productividad primaria es considerablemente elevada pero no se manifiesta en los niveles superiores, por su constante captura (Contreras *et al.*, 1996).

Finalmente, pero no menos importante, es la alteración de hábitats críticos de los que dependen la pesca litoral como es el caso de los bosques de manglar y que además, cancelan importantes suministros de materia orgánica a las lagunas, provocando un descenso significativo de la productividad primaria, como en el caso del estado de Tabasco.

En resumen los problemas más arraigados están originados en:

- El aumento de la población local y la significativa migración hacia la costa en busca de nuevas alternativas para su subsistencia, lo que propicia la sobreexplotación de recursos,
- Las prácticas habituales de utilización de tierra y agua, las estructuras económicas locales y los incentivos que su principal énfasis está dirigido hacia los rendimientos económicos a corto plazo y que perjudican la utilización a largo plazo;
- Una distribución desigual de la riqueza; y,
- El manejo inadecuado de la base de los recursos.

El mercado seguirá jugando un papel decisivo, pero será necesario perfeccionarlo mediante información mas eficiente y mejorarla a través de la utilización de instrumentos económicos adecuados, que corrijan sus fallas. Esto será especialmente crítico a nivel de las políticas nacionales y locales de conservación de los recursos. La eficacia de estos instrumentos económicos dependerá, en un alto grado, de la existencia de una democracia política formal que facilite y valide las decisiones de política económica, así como de instituciones suficientemente robustas para garantizar la ejecución de las políticas ambientales, *orientadas a mantener la base de recursos que garanticen la reproducción de la economía bajo normas del mercado* (Toledo, 1998).

Finalmente, una producción "sustentable" de los recursos pesqueros requiere de la conservación de ciertas áreas dentro de un contexto de manejo, para poder preservar los hábitats críticos de los que depende su sobrevivencia. Cabe aclarar que el criterio de *sustentabilidad* se basa en que un recurso no debe ser explotado ni extraído en una cantidad mayor a la que la misma naturaleza lo produce en el mismo lapso de tiempo (*capacidad de carga*), por ejemplo: las lagunas costeras afectadas y que representan las áreas de resguardo para las pesquerías litorales. Por lo anterior, el principio básico es:

"El recurso es una inversión de capital con una rentabilidad anual; de manera que sólo sea utilizado el rendimiento y no la inversión de capital y que ésta al ser preservada, asegure a perpetuidad los rendimientos anuales".

En resumen, el problema del uso sustentable de los recursos está en el diseñar políticas y estrategias de manejo y uso que permitan aliviar, restituir y prolongar la productividad de los ecosistemas sujetos a tensiones por las actividades económicas.

La acuicultura en las lagunas costeras

A pesar de que por años ha sido documentada la productividad potencial de los ecosistemas costeros, los proyectos acuiculturales tienen una historia desafortunada. El problema para implementar dichos proyectos es complejo. Lo anterior se debe, entre otras causas, a que algunos proyectos sólo quedan en eso, pero nunca cristalizan porque en el momento de llevarlos a cabo se comprueba que están alejados de la realidad de los pescadores, su cultura y su medio. Actualmente algunos proyectos que empiezan a tener éxito se deben a la participación de las propias comunidades. Sirva sólo como un ejemplo el que se llevó a cabo en la laguna de Alvarado, Ver. En este sistema lagunar, de gran arraigo pesquero, se efectuaron algunos proyectos de acuicultura sustentable y en los cuales la participación de los propios pescadores fue el elemento clave (Gregorio, *et al.*, 1995a; 1995b; 1995c). Otro caso digno de mención es el que se está llevando a cabo en el estado de Chiapas, en donde los pescadores por medio de la participación comunitaria revisarán, sugerirán y aprobarán en su caso, los proyectos que tanto la Secretaría de Pesca del Estado como la Delegación Federal, se proponen realizar en la costa chiapaneca (SEMARNAP-UAM-I., 1997). Por lo anterior, es innegable que una acuicultura basada en la sustentabilidad es una de las alternativas productivas y económicas más promisorias para el litoral mexicano.

Sobre este aspecto, un importante punto de vista socioeconómico es saber *cómo* es manejada la zona costera y a *quién* beneficia (pesca tradicional vs técnicas acuiculturales intensivas), porque el establecimiento de formas novedosas de extracción trae como consecuencias cambios importantes en la cultura y tradiciones de los pobladores originales (Barg, 1992, Clark, 1996).

La problemática de la acuicultura en las lagunas costeras

Debido al significado económico del camarón, la aceptación casi tácita de megaproyectos acuiculturales relacionados principalmente con el cultivo de este crustáceo está causando algunos daños, por lo que debería ser revalorada. Salvo en algunos sitios, la acuicultura intensiva de camarón genera alteraciones significativas, sobre todo en áreas ecológicamente susceptibles (como las lagunas costeras) a los cambios realizados por esta actividad. La implementación de algunos proyectos en el país ya ha tenido impactos severos en la costa, por ejemplo, la deforestación de manglar en una localidad Nayarita realizada por una compañía privada; una vez más, el objetivo de las ganancias a corto plazo se imponen a costa de los recursos naturales.

Hasta la fecha (datos de 2001), en México se registran 347 granjas camaronícolas (87 extensivas, 243 semi intensivas y 17 intensivas), abarcando una extensión total de cerca de 26,291 Ha. Los estados con mayor impulso a esta actividad son Sinaloa, con 193 granjas (el 79 % del total nacional) y una extensión cercana a las 17,385 Ha. Nayarit con 79 instalaciones (1,937 Ha) y Sonora con 50 (6,155 Ha. ocupadas).

Tabla XI. Desarrollo de la captura y cultivo de camarón

	Esteros	%	Alta Mar	%	Cultivo	%	Total
1990	23,099	38.3	32,840	54.5	4,371	7.2	60,310
1991	23,510	37.4	34,212	54.4	5,111	8.1	62,833
1992	25,008	37.7	32,881	49.7	8,326	12.6	66,215
1993	24,151	32.4	38,364	51.6	11,846	15.9	74,361
1994	23,152	30.3	40,034	52.5	13,138	17.2	76,324
1995	25,875	30.1	44,159	51.4	15,867	18.5	85,901
1996	26,571	33.6	39,194	49.7	13,114	16.6	78,879
1997	29,151	32.9	41,767	47.2	17,570	19.9	88,489
1998	24,413	27.0	42,173	46.7	23,749	26.3	90,335
1999	22,314	28.5	27,632	35.3	28,288	36.2	78,237
Prom	24,724	33	37,326	49	14,138	18	76,188

Tabla XII. Principales capturas de camarón (1998)

	Esteros	%	Alta Mar	%	Cultivo	%	Total
Sinaloa	6,048	18.9	12,393	38.8	13,484	42.2	31,924
Tamaulipas	5,461	37.8	8,748	60.6	224	1.6	14,433
Sonora	1,765	9.5	9,861	53.1	6,934	37.4	18,560
Nayarit	3,793	54.7	998	14.4	2,140	30.9	6,932
Campeche	2,623	43.9	3,332	55.9	8	0.1	5,963
Chiapas	1,446	35.6	2,467	60.9	138	3.4	4,051
Oaxaca	1,185	44.9	1,450	55	0	0	2,635
Veracruz	1,131	56.6	867	43.4	0	0	1,998
Baja Cal	407	45.2	463	51.4	30	3.3	900
Baja Cal S	193	28.5	427	63.1	57	8.4	677
Total	24,052	37.6	41,006	49.7	23,015	12.7	88,073
Total Nal.	24,413		42,173		23,749		90,335

En vista de que esta actividad cada día gana más adeptos entre los inversionistas, es necesario enfatizar los problemas inherentes a la implementación de una acuicultura intensiva en la zona costera.

- *La acuicultura está inmersa en una economía de mercado libre, donde predomina la acuicultura intensiva de rápidas ganancias y actúa en contra de la biodiversidad*

Los intentos para desarrollar la acuicultura costera en nuestro país inciden primordialmente sobre las especies de más alto valor económico, como es el caso del camarón. Este crustáceo y principalmente la especie *Pennaeus vannamei*, es cultivada en granjas con estanquería construida exclusivamente para este fin y en donde inevitablemente, está involucrada la modificación de los hábitats naturales como la tala de manglar, la remoción de la vegetación nativa y el desplazamiento de especies nativas. Los precios están determinados por la economía del mercado, esto es, tallas grandes y condiciones higiénicas bajo normas internacionales, lo anterior conlleva el empleo de antibióticos y alimentos balanceados. Evidentemente, el producto debe salir lo más rápido posible. Por otro lado y como es de sobra conocido, la implementación de monocultivos actúa directamente sobre la biodiversidad local, ya que privilegia a una especie sobre las demás.

- *En ocasiones, algunas de las especies a cultivar son depredadoras, lo que implica mayores y especiales suministros alimenticios*

Debido a que estas especies tienen un valor económico más alto (como es el caso de algunas mojarras y robalos) se trata de cultivar organismos que pertenecen a los niveles tróficos superiores. Las especies propicias a cultivar deben pertenecer a niveles tróficos bajos, ya sean organismos filtradores (moluscos), detritívoros (lisa, jaiba) o herbívoros (algunas mojarras), pues el gasto energético de manutención será siempre menor al que requiere mantener a organismos con tendencias carnívoras.

- *Los sistemas litorales presentan variaciones hidrológicas temporales muy marcadas*

El comportamiento hidrológico y por lo tanto ecológico de los sistemas acuáticos costeros es el efecto de varias causas, por un lado de la influencia de dos masas de agua de diferente origen (la proveniente de los ríos y de la influencia mareal), y por otro lado estas características varían estacionalmente de acuerdo a la época climática imperante (lluvias y estiaje). Lo anterior hace que la potencialidad de sus recursos varíe también, y que las condiciones de heterogeneidad ofrezcan alternativas diferentes de acuerdo con la época climática.

- *No ha existido una investigación técnica sistemática al respecto*

Muchos investigadores científicos, están más dedicados a la ciencia "pura". Contados académicos adoptan el compromiso del papel que desempeñan o deberían desempeñar con la sociedad. Además de lo anterior, pero no menos importante, está el hecho de que la acuicultura no es concebida como una investigación de prestigio, sino sólo una técnica. En el caso de la aplicación de técnicas por parte de personal de Centros de Investigación pertenecientes al Estado (como los CRIPS o instancias similares), las dificultades presupuestales son graves; durante varios años han existido intentos serios y entusiastas para llevar a cabo experimentos en diferentes áreas de nuestro país por parte de estos pequeños grupos.

- *Históricamente, no ha existido una política clara destinada a la zona costera y sus problemas socioeconómicos asociados*

México ha carecido de una política dirigida al sector pesquero. En términos generales, la política dirigida hacia los ecosistemas costeros se caracteriza por:

- La *fragmentación* de la autoridad, dentro y entre, las agencias gubernamentales.
- La *ambigüedad* de las jurisdicciones entre las instituciones.
- Una *capacitación no adecuada* en la conceptualización y las técnicas de manejo integrado de los recursos.
- La *insuficiencia* de presupuestos, equipo físico y personal adecuado.
- El poco enlace entre la necesidad de sostener el manejo de los recursos y una *política y estructura permanente* en las agencias gubernamentales.
- La carencia de calcular e incorporar en el manejo de los recursos naturales, las decisiones que afectan a éstos, para su desarrollo y *beneficios a largo plazo*.
- La excesiva centralización gubernamental, que resulta en que las decisiones se hagan por *gente no afectada directamente* por los costos, beneficios e implicaciones de los proyectos.

- El *control del gobierno central* sobre los presupuestos y el proceso de tomar decisiones, normalmente ha debilitado a los gobiernos estatales y regionales.

Sobre esto último cabe mencionar que algunas de las características anteriormente mencionadas han permanecido y por lo tanto, han frenado los incipientes intentos de un desarrollo sustentable en la zona costera. Concretamente, Tomascik, 1992, (citado por Clark, 1996), recomendó los siguientes controles para la acuicultura tropical:

1. Los afluentes deben ser descargados lejos de hábitats sensitivos.
2. Los estanques deben ser situados en la parte posterior a los bosques de manglar.
3. Deben establecerse normas ecológicas exigentes y de calidad para la protección del hábitat natural circundante a los estanques.
4. Mantener los patrones naturales de los flujos superficiales acuáticos.
5. Asegurar el sitio idóneo para la disposición de desperdicios de materiales extraídos durante la excavación en el proceso de construcción.
6. Si no es posible una adecuada dilución y dispersión de los afluentes acuiculturales, utilizar tratamientos biológicos.
7. Evitar el uso de sustancias tóxicas tales como pesticidas organoclorados para la limpieza de los estanques.
8. Evitar el uso de cualquier sustancia como pesticidas, antibióticos y fertilizantes en áreas de arrecifes coralinos.

La degradación de la zona costera (contaminación y la alteración)

Primeramente, es necesario dejar establecida aquí una premisa fundamental acerca del "problema" de la contaminación (Toledo, 1998):

- *La gran mayoría de los contaminantes que ponen en peligro la biodiversidad de la tierra, son productos de la clase de desarrollo que promueve la civilización industrial. Estos contaminantes industriales son el mayor peligro para el aire, el agua y el suelo que sostienen a la biodiversidad. La degradación ambiental es así, claramente una consecuencia de la producción industrial y del crecimiento económico.*

El no definir el papel que cumplen los diversos ecosistemas marinos y costeros en nuestro país, ha ocasionado severos conflictos por no jerarquizar las alternativas de uso y manejo de la zona costera. Lo anterior ha sido causa de graves problemas sociales y de alteraciones ambientales por los efectos de la contaminación. Así, las necesidades de desarrollo han mostrado panorámicas de explotación de regiones donde los recursos eran utilizados de modo muy limitado. Es el caso del Pacífico Tropical, sobre el cual pesa todo un plan de desarrollo pesquero, industrial y turístico. En materia de petróleo, las actividades de exploración y explotación que tienen lugar en el Golfo de México demandan una mayor facilidad de comercialización, razón por la cual se han expandido de manera considerable. Todas estas actividades económicas generan en consecuencia el crecimiento de centros urbanos en la zona costera, los cuales requieren suministros básicos que surgen irremediamente a partir de un alto costo ambiental.

Así, la liberación e introducción a los ambientes costeros de compuestos no refinados del petróleo, de metales pesados (mercurio, plomo, vanadio, cromo) y de nutrientes derivados del nitrógeno y fósforo, además de los sintetizados por el hombre (como lo

plaguicidas, PCB's, plásticos y detergentes), modifican en gran medida las condiciones naturales de estos ecosistemas.

En los últimos 20 años una gran variedad de estudios demuestran que en las zonas costeras del país existen problemas de contaminación, los cuales producen efectos nocivos sobre los organismos que habitan los estuarios, lagunas costeras y humedales. En algunos casos han producido daños irreversibles a los ecosistemas costeros, afectando de manera singular a la salud pública y produciendo daños a la economía nacional. En resumen, estos estudios señalan que son cuatro las principales categorías de contaminantes que están presentes en la zona costera mexicana: hidrocarburos del petróleo, metales traza, plaguicidas organoclorados y microorganismos (Botello *et al.*, 1991; 1995). Afortunadamente, la participación social en los problemas ambientales también ha reflejado cambios importantes en el pasado reciente, por lo que cada vez son más las organizaciones no gubernamentales que participan en acciones, propuestas y demandas sobre temas de carácter ecológico.

Sin embargo, el problema de la degradación de la zona costera, desde una visión holística, tiene dos interpretaciones: la ocasionada por la contaminación y la generada por la alteración. Desde una perspectiva elemental pero práctica, la contaminación industrial o la de los asentamientos humanos, podría ser eliminada en la medida de que la fuente emisora sea controlada; no así en el segundo caso, porque las modificaciones al medio natural, como la destrucción de manglares, las prácticas agrícolas y ganaderas en la costa, la tala y quema de selvas, el desecamiento de pantanos, la alteración de hábitats aledaños y las alteraciones y/o desviaciones de los patrones hidrológicos en ocasiones, han modificado gravemente los ciclos biogeoquímicos naturales y representan el principal peligro en la conservación de la zona costera (Conant *et al.*, 1983). En la mayoría de los casos, estas alteraciones son irreversibles. Los problemas de contaminación y alteración se resumen en:

- Uso indiscriminado y descontrolado de fertilizantes y biocidas en campos de cultivo aledaños.
- Carencia de plantas de tratamiento de agua de desecho provenientes de asentamientos humanos e industriales.
- Falta de un mantenimiento adecuado de la infraestructura petrolera.
- Conversión de tierras inundables (pantanos, manglares) en zonas de cultivo.
- Tala inmoderada en tierras altas.
- Modificaciones de todo tipo (desvío, represamiento, etc.) de los cauces naturales de ríos.
- Obras de dragado y canalizaciones no planificadas convenientemente.

Por lo anterior, es urgente una política dirigida hacia un cambio en las prácticas agrícolas de las tierras altas y medias, así como intensificar la educación ambiental principalmente encaminada a los habitantes de estas áreas. En los ecosistemas costeros es importante la vigilancia y monitoreo para que dichos ecosistemas conserven una circulación eficiente y comunicación con el mar.

A continuación se destacan algunas acciones en el ámbito nacional, por las consecuencias que trajeron y traen consigo. Primeramente algunos casos de contaminación puntual y en segundo lugar de alteraciones ambientales.

Alteraciones por apertura de bocas de comunicación (bocabarras)

Una de las obras más comunes en las lagunas es de la apertura de bocas de comunicación con el mar, basado en la necesidad de propiciar una circulación efectiva dentro del ecosistema. Sin embargo, y en ocasiones, estas obras han causado más daño del que querían solucionar, lo anterior se debe principalmente a que no se realizan los estudios previos de los arrastres litorales. Por ejemplo, en 1982, fue planeada una boca en el sistema lagunar de Carmen-Machona en Tabasco con la finalidad de rehabilitar el área más lejana permitiendo la entrada de agua marina. Al inicio de la obra el canal fue diseñado para medir 50 m de ancho; una vez iniciada la construcción, ésta se "salió de control" y meses más tarde medía cerca de 800 m, lo anterior generó la salinización de cerca de 19,000 Ha de suelos agrícolas (Contreras y Zabalegui, 1988). Algo similar sucedió con la construcción de la Boca de Cuautla en la laguna de Agua Brava en Nayarit; sin embargo, en este último caso las consecuencias se han sentido más en las condiciones hidrológicas y productivas de la laguna (Gregorio *et al.*, 1995b).

Alteraciones por desvío de cauces

El desvío de cauces de ríos que originalmente desembocaban en la laguna, está provocando cambios sustanciales en la productividad lagunar; como ejemplos de ello en las lagunas de Manialtepec (área muy importante por su presencia de aves acuáticas) y Corralero del estado de Oaxaca, se están manifestando incrementos en la salinidad del agua debido a la falta de agua dulce y a que su comunicación con el mar se cerró por estas mismas causas (Contreras *et al.*, 1997). Además de lo anterior, la modificación de los patrones naturales de las cuencas hidrológicas aumentan los fenómenos de sedimentación en las lagunas, debido al incremento de la erosión de tierras altas y por otro lado, a que no existe la fuerza original para desalojar los sedimentos; esto en el corto y mediano plazo, provoca el azolvamiento de las lagunas. Estas condiciones se presentan actualmente en las lagunas costeras del estado de Chiapas (Toledo, 1994).

Alteraciones por sedimentación (azolvamiento)

El azolvamiento es un fenómeno natural en todas las lagunas costeras del país ya que estos cuerpos acuáticos se encuentran al final de corrientes de ríos, quienes acarrearán usualmente grandes cantidades de sedimentos; sin embargo un mal uso en las tierras altas (deforestación, sobrepastoreo, etc.), el desvío de cauces, la modificación de los ríos para encauzarlos en línea recta, el abandono de tierras cultivables y la erosión son las principales causas de que los procesos de acarreo de sedimentos hacia los ecosistemas costeros aumenten considerablemente. Los recientes y dramáticos acontecimientos en el estado de Chiapas, se vieron incrementados por estas mismas razones; estas mismas lagunas que hace dos años tenían una profundidad promedio de 2 a 3 m, recientemente presentan de 0.50 a 1 m.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarez-Arellano, A. y Gaitán-Morán, J., 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano: Geología. En: De la Lanza, E., G. y C. Cáceres M. (Eds.). Lagunas costeras y litoral mexicano. 13-74. UABCS.
- Barg, U. C., 1992. Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development. FAO Fisheries Technical Paper No. 328. 122 p.
- Barnes, R. S. K. (ed), 1980. Coastal lagoons. Cambridge -Studies in modern biology. Cambridge Univ. Pres. 106 p.
- Botello, A. V., G. Ponce-Velez .1991. La contaminación de las lagunas costeras En: Figueroa, T. M. G., C. Alvarez S., A. Esquivel H. y M. E. Ponce M. (Eds.) Fisicoquímica

- y biología de las lagunas costeras mexicanas. Series Grandes Temas de la Hidrobiología 1: 74-93. UAM-Iztapalapa.
- Botello, A. V., J. L. Rojas, G., J. Benitez y D. Zárate, L. (Eds.) 1995. Golfo de México, Contaminación e Impacto ambiental: Diagnóstico y Tendencias. Universidad Autónoma de Campeche, EPOMEX Serie Científica 5. 666 p.
- Broecker, W. S., 1974. Chemical oceanography. Hartcort Brace J. Inc. 214 p.
- Carlson, R. E., 1977. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.*, 22 (2): 361-368.
- Castañeda L. O. y F. Contreras E. 1995. Ecosistemas costeros mexicanos. UAMI-CONABIO. Base de datos en Disco Compacto.
- Clark, J., 1974. Coastal ecosystems. *Conserv. Found.* 178 p.
- Clark, J. 1996. Coastal zone management. Handbook. CRC Pub. 694 p.
- Comisión Permanente del Pacífico, 1984. Atlas regional de áreas críticas, recursos vulnerables y prioridades de protección de la zona costera y medio marino del Pacífico Sudeste contra la contaminación por petróleo. Instructivo para su identificación y ubicación. ed. CPPS Unidad Regional del Plan de Acción en colaboración con PNUMA, Programa de Mares Regionales.
- Conant, F., P. Rogers, M. Baumgardner, C. McKell, R. Dasmann y P. Reining (Eds.), 1983. Resource inventory and baseline study methods for developing countries. American Association for the Advancement of Science. U.S.A., 539 p.
- Contreras, E. F. 1988. La Riqueza del Pantano. Serie Medio ambiente en Coatzacoalcos vol. 5. CECODES. 98p.
- Contreras, E. F., 1991. Clasificación trófica de laguna costeras. *Ciencia* 42 (2): 227-232
- Contreras, E. F., 1993. Los Ecosistemas Costeros Mexicanos. CONABIO - UAM - I. 413 p.
- Contreras E. F., 1994. La clorofila *a*, como base para un índice trófico en lagunas costeras. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM.* 21 (1-2): 55-66.
- Contreras, E. F. y L. Zabalegui M. 1988. Aprovechamiento del Litoral Mexicano. Cecodes - Sepesca. 132 p.
- Contreras E. F. y O. Castañeda L. 1993. Contribución del nanofitoplancton en la cantidad de clorofila *a* de dos sistemas lagunares del estado de Chiapas, México. *Invest. Mar. CICIMAR.* 7 (1): 61-73.
- Contreras, E. F. y J. Kerekes, 1993. Total phosphorus - chlorophyll relationships in tropical coastal lagoons in Mexico. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 448-451.
- Contreras E., F., O. Castañeda L., F. Gutiérrez M. y R. Torres A., 1996. Nutrientes en 39 lagunas costeras mexicanas. *Rev. Biol. Trop.* 44 (2): 421-429.
- Contreras E., F., O. Castañeda L. y R. Torres-Alvarado. 1997. Hidrología, nutrientes y productividad en las lagunas costeras del estado de Oaxaca, México. *Hidrobiológica* 7: 9-17.
- Contreras E. F., O. Castañeda L., R. Torres A. y M. A. Pérez H. 1998. Problemática sobre las lagunas costeras mexicanas V. Pesquerías. *Contactos 3a Epoca.* 25: 36-46
- Cordeiro-Marino, M., M. R. A. Braga, V. R. Eston, M. T. Fujii y N. S. Yokoya, 1992. Mangrove macroalgal communities of Latin America: The state of art and perspectives. En: Seeliger, V. (ed.). *Coastal plant communities of Latin America.* Academic Press. 51-62.
- Crowe, Allan. (Ed.) 2000. Abstracts from Québec 2000: Millennium Wetland Event - Québec, Canada. 527 p.
- De la Lanza E. G. y J. L. García-Calderón. 1995. Lagos y presas de México. Centro de Ecología y Desarrollo. 320 p.
- Doremus, C. M., S. W. Nixon, P. F. Roques y S. K. Seitzinger, 1980. Nitrogen limitation in the ocean versus phosphorus limitation in lakes: An analysis of possible regulatory

- mechanisms. En: Falkowski, P. G. (ed.). Primary productivity in the sea. Environmental Science Research, Vol. 19. Poster 8. Plenum Press.
- Dreckmann, K. M. y M. A. Pérez., 1994. Macroalgas bentónicas de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. Rev. Biol. Trop. 43 (2):
- FAO-SEMARNAP, 1998. Guía metodológica para el diagnóstico ambiental de campo de granjas camaronícolas: Hacia una acuicultura sustentable. Proyecto TCP/MEX/4555. Camaronicultura para el sector social en los estados de Nayarit y Sinaloa. 44 p.
- Flores-Verdugo, F., F. González, F., D. S. Zamorano y P. Ramírez, G., 1992. Mangrove ecosystems of the Pacific coast of Mexico: Distribution, structure, litterfall, and detritus dynamics. En: Seeliger, U. (ed.). Coastal plant communities of Latin America. Parte IV: 269-288.
- García-Cubas, A., y M. Reguero, 1994. Comunidades de moluscos en lagunas costeras del Golfo de México: un esbozo ecológico. En: De la Lanza, E, G. y C. Cáceres, M. (Eds.). Lagunas costeras y el litoral mexicano. 333-369. UABCS.
- Gregorio, C., A. Ayala-Castañares, E. Bravo Núñez, J. Carranza Frazer, F. Contreras, G. de la Lanza-Espino, J. L. Espinosa, A. Giles, F. Massa y R. Pessah, 1995a. Guía metodológica para la formulación e implementación de planes locales para el desarrollo de la acuicultura (PLANDAC). Proyecto UTF/MEX/MEX "Modernización del sector pesquero", Estudios para el mejoramiento productivo de áreas lagunares costeras. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, México, 76p.
- Gregorio, C., A. Ayala-Castañares, E. Bravo Núñez, M. del C. Carmona, J. Carranza Frazer, G. de la Lanza-Espino, J. L. Espinosa, A. Giles, F. Massa y R. Pessah, 1995b. Estudio piloto para un plan de desarrollo acuícola en el sistema lagunar de Teacapán-Agua Brava, Nay. Proyecto UTF/MEX/MEX "Modernización del sector pesquero", Estudios para el mejoramiento productivo de áreas lagunares costeras. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, México, 161p.
- Gregorio, C., A. Ayala-Castañares, E. Bravo Núñez, M. del C. Carmona, J. Carranza Frazer, F. Contreras, J. L. Espinosa, A. Giles, F. Massa y R. Pessah, 1995c. Estudio piloto para un plan de desarrollo acuícola en el sistema lagunar de Alvarado, Ver. Proyecto UTF/MEX/MEX "Modernización del sector pesquero", Estudios para el mejoramiento productivo de áreas lagunares costeras. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, México, 147p.
- Ibarra-Obando, S. E. y R. Ríos, 1993. Ecosistemas de fanerógamas marinas. En: Salazar V., S. 1. Y N. E. González (EDS.). Biodiversidad Marina y Costera de México. 54-65. CONABIO y C1QR0, México, 865 p.
- Jiménez-Ramón, G. A. 1997. Comunidades vegetales en zonas de humedales. Bol. Humedales de México. 4 (12): 7- 10.
- Kjerfve, B. (Ed.) 1994. Coastal Lagoon Processes. Elsevier Oceanography Series, 60. 577 p.
- Klump, J. V. y C. S. Martens, 1981. Biochemical cycling in an organic-rich coastline marine basin 2. Nutrient sediment-water exchanges processes. Geochim. Cosmochim. Acta, 45: 101-121.
- Knoppers, B., B. Kjerfve, J. P. Carmouze. 1991. Trophic state and water turn-over time in six chooked coastal lagoons in Brazil. Biogeochemistry 14: 149-166.
- Knoppers B. 1994. Aquatic primary production in coastal lagoons 243-286. En: Kjerfve, B. (Ed.) 1994. Coastal Lagoon Processes. Elsevier Oceanography Series, 60. 577 p..

- Knoppers B. y B. Kjerfve, 1999. Coastal lagoons of southeastern Brazil: Physical and biochemical characteristics 35-66. En: Perillo y Piccolo (Eds.) *Estuaries of South America. Their Geomorphology and Dynamics*. Springer. 150 p.
- Knoppers, B. E. D. Bidone, J. J. Abrao (Eds.) 1999. Environmental geochemistry of coastal lagoon systems of Rio de Janeiro, Brazil. UFF-FINEP. 210 p.
- Lankford, R. R., 1977. Coastal lagoon of Mexico. Their origin and classification. En: Wiley, M. (Ed.). *Estuarine Processes*. Academic Press Inc. 182- 215.
- Lara Lara, J. R. y J. E. Valdéz H., 1988. Biomasa y productividad primaria del Golfo de California por fracción de tamaños durante primavera de 1984. *Cienc. Mar.* 14 (1): 1-14.
- Leff, E. y J. Carabias (Coords.). 1993. *Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales*. Vol. I. C.I.I.H. UNAM, Miguel Angel Porrúa, México, 278 p.
- Likens, G. E. (ed), 1972. Nutrients and eutrophication. *Limnol. Oceanogr.* Pub. Esp. 1. 378 p.
- Lot-Helgueras, A. y A. Novelo, R., 1989. El pantano de Tabasco y Campeche: la reserva más importante de plantas acuáticas de Mesoamérica. *Mem. Ecol. y Conserv. del delta de los ríos Usumacinta y Grijalva.* 537-548.
- Martens, C. S. 1982. Biogeochemistry of organic-rich coastal lagoon sediment. *Oceanologica Acta Vol. Special:*161-168.
- Mee, D., 1977. Coastal lagoons: En: Riley, J. P. y R. Chester (Eds.). *Chemical Oceanography* 7. Cap. 42: 441-490.
- Nixon, W. S., 1982. Nutrient dynamics, primary production and fisheries yields of lagoons: En: Lasserre, P. y H. Postma (Eds.). *Coastal lagoons. Oceanologica Acta Vol. Esp. Suppl. 4:* 357-372.
- Odum, E. P., 1972. *Ecología*. Ed. Interamericana. 639 p.
- Odum, H. T y B. J. Copeland, 1974. A functional classification of the coastal ecological systems. En: Odum, H. T., B. J. Copeland y E. A. McMahan (Eds.). *Coastal ecological systems of the United States. I. Conserv. Found. Washington. NOAA. I:* 5-84.
- Perkins, E. J., 1974. *The biology of estuaries and coastal waters*. Academic Press. New York. 678 p.
- Ravagnan, G., 1992. *Vallicoltura integrata. Contributo all'acquacoltura costiera riflessioni, analisi, proposte*. Edagricole - Edizioni Agricole. Bologna, Italia. 502 p.
- Redfield A. C., B. H. Ketchum y F. A. Richards, 1963. The influence of organisms on the composition of seawater. En: Hill, M. N. (Ed.). *The sea* 2: 26-77. Wiley-Interscience.
- Restrepo, I. (Coord.), 1995. *Desarrollo sustentable en el Golfo y Caribe de México*. Centro de Ecología y Desarrollo. México, D. F., 270 p.
- Rhee, G-Yull, 1978. Effects of N:P atomic ratios and nitrate limitation on algal growth, cell composition, and nitrate uptake. *Limnol. Oceanogr.* 23 (1): 10-25.
- Rinaldi, A., G. Montanari, A. Ghetti., C.R. Ferrari y A. Ferrari, 1992. Eutrophy and dystrophy in the Goro lagoon. En: Vollenweider, R. A., R. Marchetti y R. Viviani. (Eds.). *Marine coastal eutrophication*. Elsevier Sci. Pub. 457-470.
- Salm, R. V. y J. R. Clark, 1984. *Marine and coastal protected areas: A guide for planners and managers*. State Printing Company, Columbia, South Carolina. 302 p.
- SEMARNAP-UAM-I. 1997. Programa de desarrollo sustentable en la costa de Chiapas (PRODERS). Reporte técnico interno SEMARNAP-DGDS. 97 p.
- SEMARNAP, 1999. Anuario estadístico de Pesca 1998. 241 p.
- Schindler, D. W. 1971. Carbon, Nitrogen and Phosphorus and the eutrophication of freshwaters lakes. *J. Phycol.* 7: 321-329.
- Schindler, D. W. 1974. Eutrophication and recovery in experimental lakes: Implications for lake management. *Science* 184: 897-899.

- Snedaker, C. S. y CH. D. Getter, 1985. Costas. Pautas para el manejo de los recursos costeros. Serie de Información sobre Recursos Renovables. Publicación No. 2 sobre Manejo de Costas. National Park Service. USD. 286 p.
- Toledo, O. Alejandro. (Coord.), 1994. Riqueza y pobreza en la costa de Chiapas y Oaxaca. Centro de Ecología y Desarrollo, A. C. México, 492 p.
- Toledo, O. Alejandro. 1995. Geopolítica y desarrollo en el Istmo de Tehuantepec. Centro de Ecología y Desarrollo. México, D. F. 265 p.
- Toledo, O. Alejandro, 1998. Economía de la Biodiversidad. PNUMA. 273 p.
- Tovilla-Hernández, C. 1994. Mangles. En: De la Lanza E., G. y C. Cáceres M. (Eds.). 371-424. Las lagunas costeras y el litoral mexicano. UNAM-UABCS, 525 p.
- Tovilla-Hernández, C. 1998. Ecología de los bosques de manglar y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de Barra de Tecoanapa, Guerrero, México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. 363 p.
- Windevoxhel, J. W., J. J. Rodríguez y E. J. Lahmann, 1999. Situación del manejo integrado de zonas costeras en Centroamérica; Experiencias del programa de Conservación Humedales y Zonas Costeras del UICN para la región. Informe.
- Vollenweider R. A., 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 44: 53-83.
- Vollenweider, R. A., R. Marchetti, y R. Viviani. (Eds.), 1992. Marine coastal eutrophication. Elsevier Sci. Pub. 1310 p.

3.3.- DISEÑO DE COMUNICACIONES LAGUNA -COSTA

3.2. Parámetros de Estabilidad de Bruun

El equilibrio o estabilidad de los canales a marea libre puede analizarse en dos formas; la primera considerando la posición de la entrada con respecto a su localización en planta -estabilidad horizontal- y la segunda tomando en cuenta las características de la sección transversal -estabilidad vertical-.

3.2.1. Estabilidad horizontal

Los canales podrán ser estables o migratorios. La estabilidad o la migración es función de su edad. En el caso de albuferas, puede abrirse un canal durante una tormenta, cerrándose de inmediato; pero si las condiciones interiores de la laguna son favorables, es posible que permanezca abierto, iniciando un proceso migratorio, que de no existir interferencias, puede adoptar una situación estable. En este proceso, tiene una gran influencia el acarreo litoral M , el área de entrada a y la longitud L del canal.

Consideremos una entrada cuyas características estén cerca del ideal (figura 3.4). En este caso la barra tiene una disposición tal, que su centro de curvatura está muy próximo a la sección principal de salida. El oleaje, por efectos de refracción, generará un sistema de transporte tanto normal como paralelo a la costa y orientado hacia la boca. Dicho material es susceptible de ser arrastrado hacia el interior de la laguna, donde existe un predominio de las corrientes de flujo sobre las de refluo. Si llamamos M_t al acarreo litoral total y p al porcentaje del mismo, que es llevado por el flujo hacia el canal, $(1 - p) M_t$, será el material que pase por barra.

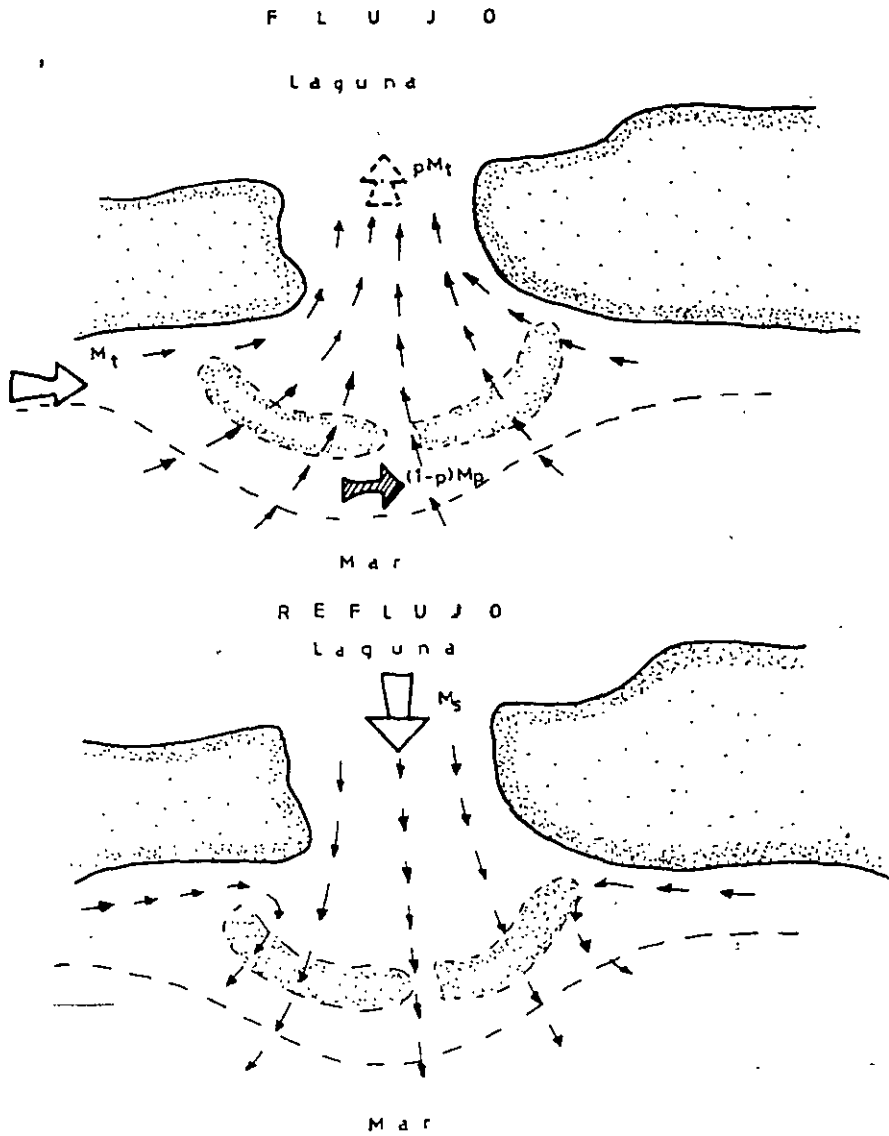


Fig. 3.4 Formas del paso del material.

Por otro lado, llamemos M_s a la capacidad de transporte que tiene el canal debido al flujo y reflujo. Se puede examinar la estabilidad horizontal a la luz de las relaciones de longitud del canal, material que entra al canal y capacidad de transporte del mismo. Mientras que estas relaciones se mantengan dentro de un valor tal que $M_s \geq p M_t$ y el canal no sea demasiado largo, la estabilidad está asegurada en un cierto grado.

Hay que considerar también el efecto que pueda tener sobre la boca la presencia de escolleras. En términos generales, según O'Brien, las escolleras no sólo estabilizan la posición de una entrada, sino que la protegen contra el cierre de ella por acción del oleaje, aún más, la dimensión del área puede ser muy reducida siempre y cuando esté debidamente protegida.

También es necesario considerar el efecto que tendrán las escolleras en el régimen costero. Si se constituyen en una barrera completa, las playas adyacentes sufrirán la reorientación típica que se presenta por la presencia de un obstáculo normal a la playa. En términos generales se estima que las escolleras pueden reducir en un 33% el material que entra a las bocas. Cuando un cierto porcentaje pasa de un lado a otro de las escolleras, se presentará una situación similar a la anterior dando también lugar a la formación de bajos.

En todos los casos hay que preveer que el cordón litoral sea lo suficientemente robusto para no debilitarse por las erosiones y dar lugar a la apertura de nuevas bocas que restarían eficiencia a la original.

3.2.2. Estabilidad vertical

La estabilidad de la sección transversal está ligada con la estabilidad horizontal en el aspecto relativo a la forma de paso del acarreo litoral de un lado a otro de la entrada, independientemente de la estabilidad de la sección transversal propiamente dicha. Examinemos con cierta amplitud cada uno de los factores que es necesario considerar para el análisis completo de estabilidad.

Los agrupamos en dos tipos fundamentalmente:

- a) Los que generan estabilidad
- b) Los que la contrarrestan

El primero lo representa el intercambio de agua, debido a la marea, en tanto que el segundo el acarreo litoral.

3.2.3. Factores de estabilidad

Entre ellos, el básico para los análisis, es el prisma de marea que es el volumen en la laguna, comprendido entre el nivel de mareas bajas y de mareas altas. Sin embargo esta definición pierde generalidad a medida que aumenta el área de la laguna debido a: desfazamientos, pérdidas y modificaciones por la configuración del fondo. Es decir, en general se tiene que la pleamar y la bajamar tienen, en el interior de la laguna, un retardo con respecto a la entrada. Además, el tiempo de flujo es menor a medida que el punto considerado se aleja de la entrada, variando este tiempo de acuerdo con el tipo de marea y también la amplitud de la misma no es necesariamente menor en el interior de la laguna que en la entrada.

Es conveniente agregar las observaciones de O'Brein, quien señala que cuando la diferencia en áreas entre los niveles de marea baja y alta no es mayor del 25% es posible valorar el prisma con una aproximación de $\pm 10\%$, pero cuando esta diferencia aumenta o se tienen características de mareas muy variables dentro de la laguna, el cálculo del prisma tendrá que hacerse por áreas parciales, tomando en cuenta variaciones de amplitud y fase, o más simplemente efectuando mediciones directas de velocidad en la entrada.

Una vez establecido un cierto valor del prisma de marea Ω , el área mínima de equilibrio de la entrada del canal, con o sin escolleras, está controlada por dicho prisma de marea y por tanto una reducción en él traerá como consecuencia una reducción en esa área.

Asímismo, cuando existen dos o más bocas en la misma laguna, el cierre de una de ellas traerá como consecuencia, según O'Brein, un aumento en las dimensiones de las otras.

Este argumento es un tanto cuanto discutible, sobre todo si se piensa en un vaso de gran extensión y con una geometría irregular. Por otra parte, es necesario de acuerdo con las recomendaciones de Krus Abecasis, mantener la entrada lo más cerca posible del centro de masas activas del agua dentro de la laguna. Conservando en mente lo anterior, es conveniente analizar los efectos del gasto máximo Q_m , la velocidad media máxima y el esfuerzo cortante.

Inicialmente los valores de la velocidad y el gasto pueden obtenerse del prisma o si se quiere, en primera aproximación pueden emplearse las expresiones:

$$V_{\text{med max}} = R^{1/8} - 0,2 \quad \text{Si } R \geq 5 \text{ mt}$$

$$V_{\text{med max}} = R^{1/8} - 0,1 \quad \text{Si } R < 5 \text{ mt}$$

(V en mt/seg., si R en mt)

Su relación con τ puede hacerse a través de la fórmula de Chezy:

$$\tau = \rho g R s$$

$$V = C R s$$

$$Q = V a$$

El factor τ merece atención particular, no obstante la discrepancia de opiniones sobre la importancia de él, en el análisis de estabilidad. Se piensa que los elementos de juicio de Bruun y Gerritsen son más sólidos y por tanto se utilizará el criterio de estos autores.

El esfuerzo cortante τ debe analizarse considerando ciertos valores específicos, ellos son el esfuerzo cortante crítico τ_c y el esfuerzo cortante de estabilidad τ_s .

El valor del esfuerzo cortante se ve directamente afectado por el contenido de material en suspensión en en agua, así como también por el porcentaje "p" de acarreo litoral. Cerca de la entrada el movimiento de arena en el fondo y en suspensión, es complicado debido al doble efecto de corrientes de marea y efecto oscilatorio producido por el oleaje; además que por la refracción producida por la barra el transporte litoral está siempre orientado hacia la boca y en general, de acuerdo con lo indicado en la figura --- 3.4. el acarreo litoral tenderá a cerrar la boca, aumentando esta tendencia con una acción severa y prolongada del oleaje, salvo en el caso de algunas tormentas en que la barra puede ser fuerte-

mente erosionada y la boca, ampliada. Es decir, para cada tamaño de entrada, habrá un cierto tipo de oleaje, de altura y duración determinados, que puedan cerrar la boca no obstante el efecto de las corrientes de marea. Hechas las observaciones anteriores --- Bruun propone los siguientes valores del esfuerzo cortante de estabilidad:

CONDICION	(kg/m ²)
- Transporte litoral de fondo y en suspensión considerables	0.50
- Transporte litoral de fondo y en suspensión medios	0.45
- Transporte litoral y en suspensión bajos	0.35

A partir de lo anterior la expresión correspondiente para el área de estabilidad es:

$$a_s = \frac{Q_m}{C \sqrt{\frac{\tau_s}{\rho g}}}$$

C = coeficiente de Chezy = 30 + 5 log a
a en mt², C en mt^{1/2}/seg.

C, el coeficiente de Chezy, es una medida de la rugosidad hidráulica y ρg es el peso específico del agua. Basados en el conocimiento del tamaño aproximado de la sección transversal y la velocidad de flujo, se obtuvo la expresión que relaciona los valores de C con el área de la sección transversal de bocas de marea desarrollada en Holanda (C = 30 + 5 loga. a).

En cuanto al canal propiamente dicho, tendrá una cierta capacidad de transporte M_s que será función del esfuerzo cortante y consecuentemente de la velocidad media máxima, según Bagnold:

$$q_s = \frac{\zeta_0 \cdot V}{(\gamma_s - \gamma)} \left[\frac{e_b}{\tan \alpha} + \frac{e_s \cdot V}{W} \right]$$

3.2.4. Variables para el análisis de estabilidad

Estas relaciones tienen por objeto conocer la situación existente o que puede presentarse en una boca; las preguntas básicas son:

- ¿Cómo pasará el material de un lado a otro de la boca?
- ¿Qué grado de estabilidad puede esperarse?
- ¿Las corrientes de marea, son capaces de mantener libre de azolves al canal?

Haciendo un resumen, los elementos que nos permitirán establecer las relaciones para responder a cada una de las preguntas anteriores son:

- Ω - prisma de marea para mareas vivas (mt^3 /ciclo)
- Q_m - gasto máximo para mareas vivas (mt^3 /seg)
- V_m - velocidad máxima media (mt /seg)
- M_t - acarreo litoral total (mt^3 /año)
- M_n - acarreo litoral neto (mt^3 /año)
- M_s - capacidad de transporte de la sección (mt^3 /año)
- p - porcentaje del acarreo litoral que entra al canal

- τ - esfuerzo cortante en el canal (kg/mt²)
- τ_s - esfuerzo cortante de estabilidad (kg/mt²)
- a - área de la sección (mt²)
- a_s - área de la sección estable (mt²)

3.2.5. Forma de paso del material

En la naturaleza se observan dos formas de paso del material de un lado a otro de la boca. La primera es por barrera, o sea frente al canal se forma una barra convexa hacia el mar que sirve de "puente" por donde circula el arrastre de fondo. Esta condición no es muy favorable cuando se pretende utilizar el acceso para entrada de embarcaciones. La segunda es utilizando las corrientes de marea como medio de transporte; el material es arrastrado hacia el canal por las corrientes de flujo y regresado al mar, del otro lado de la boca, con las de reflujó. Esta condición es en extremo favorable, siempre y cuando las características del canal sean tales que no se produzcan depósitos en su extremo interior. La forma de paso está determinada según Bruun, por la relación entre el gasto máximo y el acarreo litoral neto.

$$r = \frac{M_n}{Q_m}$$

- Si $r > 200 - 300$ paso por barra
- $r < 10 - 20$ paso por corriente de marea

Normalmente pueden presentarse formas de paso combinadas, ya que el intervalo entre 20 y 200 es demasiado grande. En general mientras más regular sea el transporte por una acción moderada o fuer

te del oleaje en las playas inmediatas a la boca, existirán mejores condiciones para el paso del material. También hay que considerar el efecto de escolleras en la desembocadura. Normalmente el escollerado da lugar a un paso de tipo mixto, dependiendo el predominio de uno sobre otro, si el acarreo se mueve por lo alto de la playa o por corrientes litorales.

3.2.6. Grado de estabilidad

La relación que da el mejor índice es la establecida entre el prisma de marea y el acarreo litoral neto.

Si $\Omega / M_n < 100$ existirá una gran tendencia a la formación de bajos y la capacidad de autodragado de las corrientes de marea será muy bajo, de hecho esta situación creará una tendencia a la divagación e inclusive bifurcación del canal disminuyendo, en consecuencia, la eficiencia hidráulica de la sección.

Cuando la relación $\Omega / M_n > 150$ a 200, el grado de estabilidad es aceptable, siendo óptimo cuando el valor es superior a 300. El cociente Ω / M_n proporciona también un criterio para la selección del esfuerzo cortante de estabilidad τ_s ; el criterio es el siguiente:

	$\Omega / M_n \geq 600$	$150 < \Omega / M_n < 600$	$\Omega / M_n \leq 150$
τ_s (kg/mt ²)	0.46	0.50	0.51

Este criterio hace ver que para valores muy cercanos o inferiores a una estabilidad aceptable, puede tratarse de subsanar esta deficiencia con un incremento en la velocidad y por tanto en el es-

fuerzo cortante de estabilidad, buscando en esta forma mejorar la eficiencia hidráulica de la sección, hecho que podrá llevar a un incremento en el valor del prisma de marea y en consecuencia en el grado de estabilidad de la sección.

3.2.7. Capacidad de autoconservación del canal

El análisis de esta capacidad puede hacerse tomando en cuenta diversas relaciones. Un primer criterio es comparando el valor de la velocidad de las corrientes de marea con la velocidad crítica del material del canal. A este respecto, la experiencia demuestra que es conveniente que, en general, las velocidades en el canal se conserven superiores a la crítica durante el 60 a 80% del tiempo. Es decir, se ha encontrado que la relación V_m/V_c arroja los siguientes valores en cuanto al porcentaje de tiempo de marea en que la corriente es capaz de mantener un autodragado adecuado.

$\frac{V_m}{V_c}$	%
1.05	20
1.30	40
2.00	60
5.75	80

o sea deberá tratarse de que $V_m = 2$ a $5 V_c$.

Por lo que toca a la comparación entre el gasto máximo Q_m y el acarreo neto M_n , se tiene que si $Q_m/M_n > 0.01$, las condiciones de estabilidad son mejores que si es menor de ese valor. El análisis más completo es quizás el que se hace tomando en cuenta las relaciones entre la capacidad de transporte M_s con el porcentaje de acarreo literal $p M_t$ que entra al canal; el esfuerzo cortante en la sección τ y el de estabilidad τ_s ; el esfuerzo cortante τ con las características del material, peso volumétrico y D_{50} ; y finalmente entre el porcentaje p , el área de la sección a y el área de estabilidad a_s .

Inicialmente tendríamos los siguientes valores como los más ventajosos:

$$0.5 < \frac{M_s}{p M_t} < 1.5$$

$$0.8 < \frac{\tau}{\tau_s} < 1.2$$

$$1.0 \leq \frac{\tau}{(\gamma_s - \gamma) D_{50}} < 1.5$$

Los valores límites, sobre todo los inferiores están fuertemente afectados por el valor M_t . En función de él la entrada podrá tender hacia un canal no estable, pero con valores del esfuerzo cortante inferiores al crítico para el caso de que el acarreo total sea pequeño; pero si M_t es grande y el prisma de marea reducido, el acceso tenderá a cerrarse. Ahora bien, si el prisma de marea es grande, será más probable el desarrollo de una condición de estabilidad.

Los demás elementos pueden relacionarse en la siguiente forma como los valores más adecuados a la estabilidad:

$$0.7 < p \leq 1.6$$

$$0.8 \leq \frac{a}{a_s} \leq 1.2$$

6

$$\frac{a}{a_s} > 1.5$$

La condición ideal es que tanto "p" como la relación a/a_s se mantengan muy cerca de la unidad. Si a/a_s aumenta considerablemente, el canal tenderá hacia un estado de no erosión que puede representar una situación estable. En cambio si tiende hacia el límite inferior existirá una tendencia a la formación de barra tanto mejor desarrollada cuanto menor sea la relación, llegando a cerrarse la entrada, si $a/a_s = 0.4$. Finalmente, es conveniente señalar que para ambos casos mientras más cercano a la unidad esté el valor de "p" se tendrán mejores condiciones de estabilidad. El valor de "p" puede calcularse con la expresión:

$$p = \frac{M_s}{M_t}$$



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**CA 092 INGENIERÍA MARÍTIMA Y
PORTUARIA**
DEL 17 AL 22 NOVIEMBRE

TEMA
**OBRAS DE TOMA EN CENTRALES DE
GENERACIÓN**

EXPOSITOR: ING. JOSE CARLOS SÁNCHEZ LINARES
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE DEL 2003



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

OBRAS DE TOMA EN CENTRALES DE GENERACIÓN

Ing. José Carlos Sánchez Linares
Jefe del Departamento. de Oceanografía
Comisión Federal de Electricidad
Noviembre 19 de 2003

INTRODUCCIÓN

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) es la empresa responsable de diseñar, construir y operar las plantas necesarias para la generación de energía eléctrica. Entre ellas se encuentran las termoeléctricas que utilizan un combustible como: diesel, gas, combustóleo o carbón. A últimas fechas se diseñan y construyen plantas duales para utilizar ya sea combustóleo o carbón.

Debido a los requerimientos de agua para consumo humano, agricultura y consumo animal y a la escasa disponibilidad de agua en la mitad norte de nuestro territorio, se tiende a ubicar las plantas termoeléctricas a la orilla del mar, para así disponer de un abastecimiento seguro de agua para el sistema de enfriamiento de los condensadores. Esa ubicación ha motivado que dentro de CFE se lleven a cabo estudios de ingeniería marítima con objeto de garantizar el diseño adecuado de las obras de toma y descarga del agua de mar, el mínimo impacto ecológico debido al incremento de temperatura, así como la segura descarga de los combustibles. En este trabajo se describe la experiencia adquirida en la operación y mantenimiento de las obras de toma de las centrales termoeléctricas que CFE ha construido sobre el diseño de las que están en construcción actualmente o se construirán en un futuro mediano en los litorales de nuestro país.

CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL EMPLAZAMIENTO DE CENTRALES TERMOELÉCTRICAS (C.T.)

Para el abastecimiento del agua requerida en el enfriamiento de una central termoeléctrica es necesario diseñar y construir las obras costeras, a fin de asegurar que el cárcamo de bombeo esté libre de sedimentos, eliminar las oscilaciones en el mismo provocadas por el oleaje, así como evitar la recirculación del agua de enfriamiento; es decir, que el agua caliente descargada al mar no retorne nuevamente al cárcamo de la obra de toma.

Para lograr estos objetivos se construyen las obras de toma que pueden ser básicamente de tres tipos:

- ◆ Directas sin obras de protección,
- ◆ Directas con obras de protección y
- ◆ Tomas submarinas.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS OBRAS DE TOMA

Tomas directas sin obras de protección

Se puede adoptar esta solución en sitios donde el transporte litoral es nulo o inapreciable, por lo que el canal de llamada y el cárcamo de bombeo no tienen problemas por la presencia de arenas, y cuando el oleaje incidente no tiene la energía suficiente para producir oscilaciones del nivel de agua dentro del cárcamo

de bombeo. Por lo aleatorio del fenómeno, no se puede asegurar categóricamente que no haya transporte de materiales, por lo que en ocasiones se construyen pequeños espigones para captar el material arrastrado, o bien, una fosa frente a los cárcamos de bombeo, a fin de detener el material, que posteriormente se puede remover por medios mecánicos cuando así se requiera. La C.T. Puerto Libertad, ubicada en el municipio de Pitiquito, Son., presenta ambas características: oleaje con poca energía y boleos como material playero. La C.T. Presidente Plutarco Elías Calles, en Petacalco, Guerrero también entra en esta clasificación, ya que la obra de toma está conectada al brazo San Francisco, del Río Balsas. Por otra parte la C.T. Guaymas y la C.T. Manzanillo tienen la toma directa en una bahía o laguna costera, donde hay un mínimo de oleaje.

Tomas directas con obras de protección

Por lo general, ésta es la solución más utilizada cuando la planta se localiza en un lugar sin protección natural, sobre todo por cuestiones económicas cuando se comparan con tuberías submarinas. Dentro de esta categoría, se tienen entre otras, las centrales térmicas Presidente Juárez, en Rosarito, B.C., Presidente Adolfo López Mateos en Tuxpan, Ver., y la Central Nuclear. Laguna Verde, en el Municipio de Alto Lucero, en Veracruz.

En estas plantas, la obra de protección está constituida por dos escolleras o rompeolas que forman un recinto resguardado del oleaje. Con ello se evitan, en el cárcamo de bombeo, tanto las fluctuaciones del nivel del agua provocados por el oleaje como la entrada de arena. En relación a esto último, existen dos posibilidades de operación:

La primera ocurre cuando se evita totalmente la entrada de arena al recinto protegido, ya sea por la reducida magnitud del transporte litoral o por tener las obras exteriores una longitud suficiente. Como ejemplo de esta situación se puede mencionar la C.T. Campeche, Camp.

La segunda, que es la más común, ocurre cuando no se puede evitar la entrada de arena al recinto, por lo que éste funciona como tanque de sedimentación, que requiere de dragado periódico para mantener la profundidad de proyecto. Esta situación prevalece en las plantas Presidente Juárez en Rosarito, B.C., Laguna Verde, Ver., y en la Presidente Adolfo López Mateos de Tuxpan, Ver.

Las obras costeras que interrumpen el transporte litoral producen erosión en la playa ubicada corriente abajo; este efecto se reduce o evita construyendo espigones, en la playa afectada, o descargando hacia ella el material dragado del recinto.

Toma submarina

Normalmente este tipo de obra se utiliza con objeto de no alterar el equilibrio playero, cuando la zona es turística y se desea conservar la estética del paisaje; o bien, para minimizar el impacto ambiental en la zona de influencia de la descarga. Esta solución es la más costosa, por lo que su uso se ve muy limitado en México. La C.T. Punta Prieta, cerca de La Paz, B.C., es la única que opera con este sistema.

OBRAS DE DESCARGA

El diseño de las obras de toma se combina con el correspondiente de la obra de descarga. Se trata de evitar la recirculación de agua caliente, lo cual se logra al descargar en otro cuerpo receptor, alejar convenientemente las obras de toma y descarga, o construir descargas submarinas.

OBTENCIÓN DE DATOS DE CAMPO

Para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de enfriamiento de las plantas térmicas emplazadas en la costa, la CFE recaba, entre otras, la siguiente información marítima, oceanográfica y climatológica:

- ◆ Altura, período y duración del oleaje tanto en forma visual como con equipos autónomos;
- ◆ Amplitud y período de las mareas, tanto en forma visual como con equipo autónomo,
- ◆ Velocidad y dirección de las corrientes con equipo autónomo; trayectorias con crucetas a diferentes profundidades;
- ◆ Temperatura, salinidad y turbidez del agua de mar,
- ◆ Concentraciones de sólidos en suspensión,
- ◆ Propiedades físicas del material playero;
- ◆ Trayectorias de los sedimentos con trazadores fluorescentes,
- ◆ Batimetría del fondo marino; secciones transversales de la costa,
- ◆ Espesores de los depósitos de arena y profundidad a la que se encuentra la roca,
- ◆ Velocidad y dirección del viento,
- ◆ Intensidad y duración de las precipitaciones,
- ◆ Evaporación y temperatura y humedad del aire.
- ◆ Además, se registran los períodos en que se presenta sargazo, material flotante arrastrado por los ríos o condiciones extremas debidas a tsunamis, ciclones o tormentas, como puede ser altura máxima del agua del mar, áreas inundadas y alcance de las olas, así como el registro de los daños provocados a estructuras marítimas existentes en la zona.

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Con base en la información recabada en campo se llevan a cabo, entre otros, los siguientes estudios:

- ◆ Análisis de frecuencia de los diferentes parámetros del oleaje y corrientes,
- ◆ Temperatura del agua del mar.

En forma analítica se obtiene el transporte litoral y se predice la evolución de la costa cuando dicho transporte es interrumpido por alguna obra exterior.

Se analizan estadísticamente los datos de salinidad, turbidez y material en suspensión; se estudia la frecuencia de posibles ciclones y se obtiene la altura de la ola de diseño para las obras exteriores; se efectúa el estudio hidrológico y climatológico de la zona con base en los datos de la estación climatológica y otras estaciones cercanas. Además, se obtiene la altura de la ola en rompiente y la profundidad a la que ésta ocurre asociada a los diferentes oleajes de diseño y a sus correspondientes períodos de retorno y se determina la velocidad máxima probable del viento local y de su dirección.

DISEÑO DE OBRAS

Dentro de la etapa de diseño se analizan diferentes alternativas de obras exteriores para la obra de toma y si fuera necesario, para la obra de descarga. Para ello, con un modelo hidráulico o matemático se estudia el campo de corrientes, el transporte litoral y el movimiento del sedimento y la difusión térmica en la zona de estudio.

Finalmente, se selecciona la alternativa definitiva en la que queda definida la geometría en planta de las obras exteriores. Se proyectan las obras para evitar la llegada del sargazo al cárcamo de bombeo, y se diseña la protección costera necesaria para reducir los efectos del desequilibrio costero, ocasionado por la presencia de las obras exteriores.

ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS

A continuación se resumen las principales características de las obras de toma que tienen obras exteriores, su funcionamiento y los problemas que se han detectado durante su operación.

C.T. Presidente Juárez, Rosarito, B.C.

Esta planta se localiza al Norte de la población de Rosarito, B.C., y cuenta actualmente con cuatro unidades con capacidad total instalada igual a 307 MW, que requieren un gasto máximo de 12.5 m³/s para el enfriamiento de los condensadores.

La obra de toma la constituyen dos escolleras, la Norte tiene forma de bastón y la Sur es recta; entre ambas escolleras está formado el canal de entrada que termina en la casa de bombas. La obra de descarga está formada con un canal que llega al mar al sur de la toma y a una distancia de 500 m aproximadamente (Fig.1)

La escollera Sur la constituyen elementos pétreos. La Norte también tiene núcleo y capa secundaria de roca. Su coraza del lado mar se formó con tetrápodos de 16 ton y su corona con una losa de concreto de 0.5 a 1 m de espesor.

A los 15 años de haberse construido, la escollera Norte falló en gran parte del tramo curvo, el cual fue reparado de inmediato utilizando los tetrápodos que se tenían de reserva y fabricando otros nuevos. Para esta última operación se utilizó una nueva cimbra formada con dos elementos, en lugar de los cuatro que se usan en forma convencional, lo cual redujo el costo de la cimbra y facilitó las maniobras durante la fabricación de los tetrápodos.

Una vez terminada la obra de toma, se estudió en su operación en dos modelos hidráulicos, el resultado de ese estudio reveló que siempre se formaría un depósito de arena, principalmente entre la escollera sur y al final del bastón de la escollera Norte. Para mantener libre de sedimentos la entrada de la obra de toma, se utilizan dos dragas. Una convencional con cortador que puede desplazarse en toda la zona de la entrada y el canal de llamada, y una segunda que es fija del tipo Schoenmaker y que es la única construida de esta clase en el mundo. En operación normal, la draga fija ha removido entre el 60 y 70 por ciento del sedimento que se deposita anualmente, mientras que la móvil ha dragado entre 30 y 40 por ciento. Se han presentado situaciones de emergencia cuando ambas dragas no han operado, pero mientras las bombas de la obra de toma no han parado, la entrada de agua continúa a través de un canal estrecho que se forma entre los sedimentos; ello ha producido un desnivel entre el nivel medio del mar y el espejo de agua en el canal de hasta 2.50 m.

No existe problema de recirculación de agua caliente, a pesar de que la descarga se encuentra a 500 m de la bocana de la obra de toma, excepción hecha de dos ocasiones en que se ha formado una barra de arena separada de la costa y paralela a ella que obligaba al agua caliente descargada a desplazarse casi directamente hacia la obra de toma.

A la fecha, esta central se terminó su proceso de ampliación, con dos unidades más. Con ellas, su capacidad instalada será de 627 MW y requerirán de un gasto más de 28 m³/s de agua para enfriamiento. Para mejorar la toma se construyó una nueva escollera que sigue la dirección de la parte final de la escollera norte hasta unirse con el espigón No. 1. Con esta obra, se facilita el dragado y se dispone de una mayor área de desplazamiento para las dragas móviles. Para reducir los volúmenes de entrada de sedimentos, entre la escollera Norte y la nueva estructura, se dejó una escotadura de 20 m de ancho por la que entra el agua de mar.

C.T. Puerto Libertad

La C.T. Puerto Libertad, Son., se localiza en la parte noroeste del poblado del mismo nombre, en la zona norte de la bahía limitada por los cerros Bola y Cirio.

A la fecha, esta central cuenta con cuatro unidades turbogeneradoras de 158 MW cada una, haciendo un total de 632 MW, con un consumo máximo de agua para enfriamiento de 30 m³/s, aproximadamente.

El canal de entrada de la obra de toma está formado por dos espigones con coraza de cubos ranurados de 1.5 ton; dicho canal fue parcialmente excavado en roca.

En el sitio de la planta sobresale una punta rocosa, denominada Punta Caballo, la cual se ha utilizado como frontera natural para evitar la recirculación de agua caliente entre las obras de toma y descarga.

El transporte litoral en la zona, es prácticamente nulo, ya que el material playero es boleo, y el oleaje incidente es de poca energía.

Los problemas de obstrucción en el canal de llamada y los cárcamos de bombeo, se derivan de los desprendimientos de grandes masas de sargazo durante los primeros cuatro meses del año. Para evitar su entrada al canal de llamada y a los cárcamos de bombeo, se han probado varias soluciones como: colocar barreras flotantes con redes sumergidas, formar un sistema de redes para pescar con la luz de las mallas decreciendo del mar hacia la toma, y colocar redes entre los morros de los espigones. Con la segunda opción es con la que se han obtenido los mejores resultados, tanto operativos como económicos, aunque presenta el inconveniente de que requiere de un mantenimiento constante y en ocasiones el personal y el quipo utilizado no son suficientes para retirar el sargazo acumulado en las redes.

No existe problema de recirculación de agua, ya que la descarga se encuentra muy alejada de la obra de toma y prácticamente nunca se presenta una corriente directa entre la descarga y la toma.

Se tiene contemplada una ampliación de esta central termoeléctrica con dos unidades de 350 MW. Para su enfriamiento se construirá otra obra de toma directa al norte de la actual.

C.T. Manzanillo

Esta planta se localiza a 3 Km al sur del puerto de Manzanillo, Col., sobre el lado sur de la Laguna de Cuyutlán, en el cordón litoral comprendido entre ésta y el litoral del Océano Pacífico, en el Ejido Campos.

La capacidad actual de esta central es de 1 200 MW, con cuatro unidades de 300 MW cada una, requiriendo un gasto máximo de 52 m³/s de agua para el proceso de enfriamiento de los condensadores.

Esta planta toma el agua directamente de la Laguna Chica de Cuyutlán. Para comunicar esta laguna con el mar, la CFE construyó el Canal Ventanas, al norte de la misma, el cual tiene 15 m de plantilla y talud 1:1. Está parcialmente revestido y en parte formado en roca. La arena que entra por el canal se sedimenta en la laguna, donde es extraída en forma mecánica, utilizando una draga flotante convencional.

La toma en el mar está protegida con una escollera en la margen oriente, con coraza de tetrápodos con peso de 16 ton y hasta la fecha no ha sufrido daños de consideración ni ha modificado en forma significativa la línea de costa.

En esta central no existe posibilidad de recirculación de agua caliente porque es descargada directamente al mar a una gran distancia de la toma y separadas por la Punta Campos.

A la fecha la C.T. Manzanillo terminó su proceso de ampliación con otras dos unidades de 350 MW, por lo que el gasto que requiere para enfriamiento resulta de 82 m³/s.

P.T. Colmi

El sitio seleccionado para el proyecto de la C.T. Colmi, se localiza en la costa michoacana a 10 Km del límite con el estado Colima, entre la Bahía de San Telmo y la playa de San Juan de Alima, entre los 18°35'48" longitud oeste en un pequeño valle con orientación NW-SE, de 3 Km de largo por 60 m de ancho, aproximadamente. Las zonas en la actualidad se estudian, son el puerto de San Juan y la Playa de San Juan de Alima en su extremo NW.

En su etapa inicial, la CFE tiene contemplado construir dos unidades de 550 MW cada una, con lo cual se tendrá un consumo máximo de 50 m³/s de agua para el proceso de enfriamiento de los condensadores, cuya toma se pretende ubicar en la zona del puerto de San Juan. El combustible para la planta puede ser carbón o combustóleo, cuya infraestructura para su descarga se planea preliminarmente instalar en el área sur del puerto de San Juan, aprovechando la protección natural que proporciona el Cerro Hilado.

A la fecha, cuenta con el anteproyecto de las obras que constituyen la terminal marítima para el manejo de carbón importado, así como un modelo de simulación de las operaciones en dicha terminal, incluyendo el consumo de carbón en la planta y los volúmenes iniciales y finales, en los diversos almacenamientos que existen en este tipo de obras.

La obra de descarga se planea realizarla en la playa de San Juan de Alima, aprovechando que el Cerro Hilado actúe como separado natural entre ésta y la toma, a fin de evitar el posible efecto de recirculación.

A partir del 4 de junio de 1987, se inició la obtención de información de la temperatura ambiente y del agua de mar, oleaje visual y con equipo autónomo, corrientes costeras, perfiles de playa, batimetrías, información climatológica, geológica y geofísica, con el fin de concretar el proyecto ejecutivo de las obras requeridas para el funcionamiento adecuado de la C.T. Colmi.

A futuro se tiene contemplado ampliar la capacidad de la planta de 1,100 MW a 2,200 MW, con la instalación de otras dos unidades de 550 MW cada una, por lo que se requerirá un gasto máximo de 100 m³/s para el enfriamiento de los condensadores.

C.T. Presidente Elías Calles, Gro.

Se ubica en el poblado de Petacalco, Gro., aproximadamente en las coordenadas 17°59' latitud norte y 102°07' longitud oeste y tiene una potencia instalada total de 2 100 MW con 6 unidades turbogeneradoras de 350 MW. El sistema de enfriamiento se realiza a través del brazo San Francisco del Río Balsas a la altura del poblado San Francisco, con un gasto máximo de 105 m³/s.

La descarga se efectúa directamente en la Bahía de Petacalco a la altura del estero Zorcúa, a través de un canal de sección trapezoidal de 50 m de plantilla y talud 2:1.

La obra de toma se localiza en la margen izquierda del brazo San Francisco, y por lo tanto, toma agua dulce proveniente de la presa La Villita. Cuando esto último no ocurra, puede entrar agua de mar, que también puede utilizar para su proceso de enfriamiento. Desde la entrada hasta la casa de bombas, el agua es conducida a través de un canal de llamada de 3 100 m de longitud.

Por la posición que guarda la obra de toma, no existen en la misma problemas de azolvamiento ni recirculación de agua caliente.

C. T. Presidente Adolfo López Mateos

Esta central actualmente se ubica aproximadamente en las coordenadas geográficas 21° 08' de latitud Norte, 97° 10' de longitud Oeste, a un altura de 3.50 m sobre el nivel medio del mar, sobre un estrecho cordón litoral colindante al oriente con el Golfo de México y al occidente con la Laguna de Tampamachoco.

La central cuenta con 6 unidades turbogeneradoras de 350 MW, las cuales requieren un gasto máximo de 120 m³/s para el enfriamiento de los condensadores.

La descarga se lleva a cabo directamente al mar a través de dos canales independientes, ubicados a una distancia de 720 m y 950 m de la obra de toma.

La obra de toma está protegida por escolleras de enrocamiento y coraza con dolos de 4.5 toneladas, con la bocana orientada hacia el sur, a fin de evitar el cierre súbito de la misma por efecto de los nortes que inciden en la zona. Esta orientación se definió con base en la observación de la evolución playera en la desembocadura del río Tuxpan, situada a 5 km al sur de la central, así como de resultados del transporte litoral estimado con la información recabada en campo.

Por otro lado, en el Laboratorio de Hidráulica del I.P.N. se realizaron los ensayos en modelo a escala para definir precisamente la orientación más adecuada de la obra de toma. Sin embargo, como los resultados obtenidos no fueron satisfactorios, la decisión se tomó con base en los cálculos realizados por el Departamento de Oceanografía de la CFE.

Con el fin de llevar un control de la evolución de la costa originado por la presencia de las escolleras, se instalaron varios testigos a ambos lados de la obra de toma, y periódicamente se levantan secciones transversales. Asimismo, se colocaron testigos en varios elementos de la coraza para medir los posibles asentamientos de las escolleras.

En relación al análisis teórico del fenómeno, se llevó a cabo la calibración del modelo numérico GENESIS, elaborado por el U.S. Army Corps of Engineers, con base en las mediciones de oleaje, corrientes, batimetrías de la zona del proyecto que CFE lleva a cabo en forma sistemática. A la fecha, se cuenta con 15 años de mediciones de batimetrías y oleaje incidente en la zona del estudio, por lo que la CFE puede efectuar un análisis de predicción de la evolución de la costa para diversas condiciones meteorológicas características en la zona.

Por otra parte, cabe aclarar que la bocana de cualquier obra de toma de una central termoeléctrica debe permanecer abierta bajo cualquier circunstancia, a fin de garantizar el gasto necesario para los procesos de la planta, por lo que en el interior del canal de llamada se debe contemplar un método de extracción de la arena depositada que resulte económico y eficiente.

C.N. Laguna Verde

La Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde se localiza en el municipio de Alto Lucero, Ver., a 70 km al NNW de la ciudad y puerto de Veracruz, y a 60 km al ENE de la ciudad de Jalapa y consta de 2 unidades, cada una con capacidad de 654 MW, equipadas con reactores que operan con uranio enriquecido. El gasto máximo de agua de enfriamiento es de 108 m³/s.

La obra de toma está constituida por dos escolleras con la bocana orientada hacia el sur. Los elementos de coraza son dolos de 8 toneladas de peso; el tamaño de esos elementos fue el resultado de un análisis económico. La orientación de las escolleras, así como el análisis económico para la construcción de esas obras, se llevó a cabo en el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

La descarga se efectúa a través de un canal que desemboca a una distancia aproximada de 1 000 m de la toma, con lo que se evita el efecto de recirculación.

Por no haberse dragado desde que se terminaron las escolleras y no operar la planta, se formó una barra al sur de la toma, la cual fue removida con una draga móvil que opera el personal de la central, para mantener la obra de toma a las cotas de proyecto.

OBRAS DE TOMA EN CENTRALES DE GENERACION

Ing. José Carlos Sánchez Linares
Jefe del Departamento de Oceanografía
Comisión Federal de Electricidad

Noviembre 19 de 2003

INTRODUCCION

- ☉ Comisió Federal de Electricidad (CFE) es la empresa responsable de diseñar, construir y operar las plantas necesarias para la generación de energía eléctrica.
- ☉ Las termoeléctricas utilizan combustible como: diesel, gas, combustóleo o carbón.

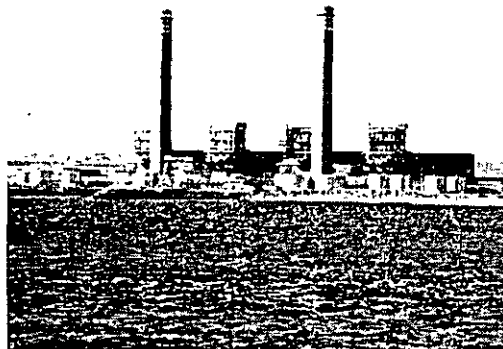
CARACTERISTICAS GENERALES

TOMAS DIRECTAS SIN OBRAS DE PROTECCION

Se puede adoptar esta solución en sitios donde el transporte litoral es nulo o inapreciable.

- ⊗ Construcción de pequeños espigones, o bien, una fosa frente a los cárcamos de bombeo.
- ⊗ Remoción del material por medios mecánicos, cuando se requiera.
- ⊗ Ejemplo: La C.T. Puerto Libertad, ubicada en el municipio de Pitiquito, Son.

La C.T. Puerto Libertad, ubicada en el municipio de Pitiquito, Son.



TOMAS DIRECTAS CON OBRAS DE PROTECCIÓN

- ⊗ La segunda, que es la más común, ocurre cuando no se puede evitar la entrada de arena al recinto, por lo que éste funciona como tanque de sedimentación, que requiere de dragado periódico para mantener la profundidad de proyecto.
- ⊗ Esta situación prevalece en las plantas Presidente Juárez en Rosarito, B.C., Laguna Verde, Ver., y en la Presidente Adolfo López Mateos de Tuxpan, Ver.

C.N. Laguna Verde, Ver.



OBRAS DE DESCARGA

- ☉ Se trata de evitar la recirculación de agua caliente, lo cual se logra al descargar en otro cuerpo receptor.
- ☉ Para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de enfriamiento de las plantas térmicas emplazadas en la costa, la CFE recaba, información marítima, oceanográfica y climatológica.

DATOS DE CAMPO PARA OBRAS DE DESCARGA

- ☉ Altura, período y duración del oleaje.
- ☉ Amplitud y período de las mareas.
- ☉ Velocidad y dirección de las corrientes.
- ☉ Temperatura, salinidad, concentraciones de sólidos en suspensión y turbidez del agua de mar.
- ☉ Propiedades físicas del material playero.
- ☉ Trayectorias de los sedimentos.

DISEÑO DE OBRAS

- Se analizan diferentes alternativas de obras exteriores para la obra de toma y si fuera necesario, para la obra de descarga.
- Estudio del campo de corrientes, el transporte litoral y el movimiento del sedimento y la difusión térmica en la zona de estudio.
- Seleccionar la alternativa definitiva en la que queda definida la geometría en planta de las obras exteriores.

ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS

- C.T. Presidente Juárez, Rosarito, B.C.
- C.T. Puerto Libertad
- C.T. Manzanillo
- P.T. Colmi
- C.T. Presidente Elías Calles, Gro.
- C.T. Presidente Adolfo López Mateos
- C.N. Laguna Verde

