

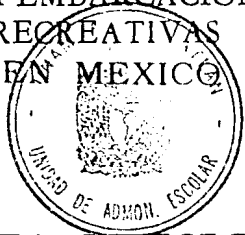
17
2ej



Universidad Nacional Autónoma de México

E. N. E. P. ACATLAN Ing. Civil

PROYECTO DE
REGLAMENTACION DE MUELLES
PARA EMBARCACIONES
RECREATIVAS
EN MEXICO



TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de:
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:
FERNANDO MANUEL NAVARRETE ALMADA

Acatlán Edo. de Méx.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

| | Pag. |
|---|-----------|
| PRÓLOGO | 1 |
| PREFACIO | 5 |
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| 1. ANTECEDENTES. | 9 |
| 1.1. Definiciones | 9 |
| 1.2. Embarcaciones Recreativas. | 10 |
| 1.3. Instalaciones para Embarcaciones Recreativas | 11 |
| 1.4. Tipos de Instalaciones para Embarcaciones Recreativas. 13 | |
| 1.4.1. Puerto de resguardo | 13 |
| 1.4.2. Puerto de oportunidad | 14 |
| 1.4.3. Puerto comercial pesquero | 14 |
| 1.4.4. Marina pública. | 14 |
| 1.4.5. Marina privada. | 15 |
| 1.4.6. Marina mixta o combinada. | 15 |
| 1.4.7. Fraccionamiento náutico | 15 |
| 1.4.8. Marina promocional. | 16 |
| 1.5. Partes que integran una instalación para embarcaciones recreativas. | 16 |
| 1.5.1. Obras exteriores o de abrigo. | 16 |
| 1.5.2. Obras intermedias | 27 |
| 1.5.3. Obras interiores. | 31 |
| 1.5.4. Obras fuera de la costa | 32 |
| 2. EMBARCACIONES RECREATIVAS | 39 |
| 2.1. Características de las embarcaciones recreativas | 39 |
| 2.2. Diferentes clasificaciones de las embarcaciones recreativas. | 39 |
| 2.2.1. De acuerdo a su tamaño. | 39 |
| 2.2.1.1. Embarcaciones pequeñas | 39 |
| 2.2.1.2. Embarcaciones grandes | 40 |
| 2.2.2. Por sus características primarias. | 40 |
| 2.2.2.1. Embarcaciones de motor | 40 |
| 2.2.2.2. Embarcaciones de vela o veleros | 42 |
| 2.3. Estadísticas sobre embarcaciones recreativas en los Estados Unidos de Norteamérica. | 45 |
| 2.3.1. Estadísticas a nivel nacional | 45 |
| 2.3.2. Estadísticas a nivel regional | 46 |

| | |
|--|----|
| 3. MUELLES | 63 |
| 3.1. Características generales de los muelles | 63 |
| 3.1.1. Disposición de los muelles. | 64 |
| 3.1.2. Sugerencias para la disposición de los muelles. | 65 |
| 3.1.3. Embarcaderos sencillos. | 66 |
| 3.1.4. Embarcaderos dobles | 68 |
| 3.1.5. Sugerencias para los embarcaderos | 69 |
| 3.2. Muelles fijos. | 70 |
| 3.2.1. Cargas verticales | 72 |
| 3.2.2. Cargas horizontales | 73 |
| 3.3. Muelles flotantes. | 73 |
| 3.3.1. Selección de los materiales de flotación. | 74 |
| 3.3.2. Cargas verticales y altura del puente | 79 |
| 3.3.3. Cargas laterales. | 81 |
| 3.3.4. Anclaje | 82 |
| 3.3.5. Interconexión de los muelles flotantes. | 86 |
| 3.3.6. Materiales del puente y superficie. | 87 |
| 3.4. Muelles cubiertos. | 88 |
| 4. TEXTOS EN LOS QUE SE HA BASADO LA INGENIERÍA MEXICANA PARA EL DISEÑO DE MUELLES EN INSTALACIONES PARA EMBARCACIONES RECREATIVAS | 91 |
| 4.0. Introducción | 91 |
| 4.1. Report on Small Craft Harbors. | 91 |
| 4.2. Small Craft Harbors Desing, Construction and Operation. | 92 |
| 4.3. Layout aud Desing Guidelines for Small Craft Berthing Facilities, 1972. | 92 |
| 4.4. Layout and Desing Guidelines for Small Craft Berthing Facilities, 1984. | 92 |
| 5. PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN. | 93 |
| 5.0. Introducción | 93 |
| 5.1. Canales. | 93 |
| 5.1.1. Canal de acceso o entrada | 93 |
| 5.1.1.1. Ancho mínimo | 93 |
| 5.1.1.2. Profundidad mínima | 93 |
| 5.1.2. Canales interiores. | 94 |
| 5.1.2.1. Ancho mínimo | 94 |
| 5.1.2.2. Profundidad mínima | 94 |
| 5.1.3. Canal de atraque. | 95 |
| 5.1.3.1. Ancho mínimo para muelles perpendiculares al canal de atraque. | 95 |
| 5.1.3.2. Ancho mínimo para muelles paralelos al canal de atraque. | 95 |
| 5.1.3.3. Profundidad mínima | 96 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 5.2. | Embarcaderos | 96 |
| 5.2.1. | Orientación de los embarcaderos | 96 |
| 5.2.2. | Embarcaderos sencillos en muelles fijos | 96 |
| 5.2.2.1. | Ancho mínimo | 96 |
| 5.2.2.2. | Profundidad mínima | 96 |
| 5.2.3. | Embarcaderos sencillos en muelles flotantes | 96 |
| 5.2.3.1. | Ancho mínimo | 96 |
| 5.2.3.2. | Profundidad mínima | 98 |
| 5.2.4. | Embarcaderos dobles en muelles fijos. | 98 |
| 5.2.5. | Embarcaderos dobles en muelles flotantes. | 98 |
| 5.2.5.1. | Ancho mínimo | 98 |
| 5.2.5.2. | Profundidad mínima | 98 |
| 5.3. | Muelles fijos. | 106 |
| 5.3.1. | Dimensiones | 106 |
| 5.3.1.1. | Muelles en tierra. | 106 |
| 5.3.1.2. | Pasarela principal | 106 |
| 5.3.1.3. | Muelles de atraque | 106 |
| 5.3.2. | Cargas verticales | 106 |
| 5.3.2.1. | Muelles en tierra. | 106 |
| 5.3.2.2. | Pasarela principal | 107 |
| 5.3.2.3. | Muelles de atraque | 107 |
| 5.3.3. | Cargas laterales. | 107 |
| 5.3.4. | fluctuación del nivel del agua. | 107 |
| 5.4. | Muelles flotantes. | 107 |
| 5.4.1. | Dimensiones | 107 |
| 5.4.1.1. | Muelles en tierra. | 107 |
| 5.4.1.2. | Muelles marginales | 108 |
| 5.4.1.3. | Pasarelas principales. | 108 |
| 5.4.1.4. | Muelles de atraque | 108 |
| 5.4.2. | Cargas verticales | 109 |
| 5.4.2.1. | Cargas muertas | 109 |
| 5.4.2.2. | Cargas vivas | 110 |
| 5.4.3. | Cargas laterales. | 111 |
| 5.4.3.1. | Carga lineal mínima. | 111 |
| 5.4.3.2. | Carga mínima por viento. | 111 |
| 5.4.3.3. | Cálculo de la carga lateral por viento | 111 |
| 5.4.3.4. | Cargas por corriente | 114 |
| 5.4.3.5. | Cargas por olas. | 114 |
| 5.4.3.6. | Cargas por impacto | 114 |
| 5.4.4. | Pílotos | 117 |
| 5.4.4.1. | Número y ubicación de los pílotos guías. | 117 |
| 5.4.4.2. | Elevación de los pílotos sobre el nivel del agua. | 118 |
| 5.4.4.3. | Protección contra aves | 118 |
| 5.4.4.4. | Diferentes secciones | 119 |
| 5.4.5. | Portalones. | 119 |
| 5.4.5.1. | Ancho mínimo | 119 |
| 5.4.5.2. | Cargas vivas en el portalón. | 119 |
| 5.4.5.3. | Altura de los pasamanos. | 119 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 5.4.5.4. | Cargas vivas en el pasamanos | 119 |
| 5.4.5.5. | Cargas vivas transmitidas a la estructura flotante. | 119 |
| 5.4.5.6. | Superficie | 120 |
| 5.4.5.7. | Pendientes máximas de los portalones . | 120 |
| 5.4.5.8. | Ancho adicional en el muelles marginal | 120 |
| 5.4.5.9. | Placas de cierre | 121 |
| 5.5. | Muelles cubiertos. | 121 |
| 5.5.1. | Dimensiones | 121 |
| 5.5.2. | Cargas verticales | 121 |
| 5.5.2.1. | Cargas muertas | 121 |
| 5.5.2.2. | Cargas vivas | 121 |
| 5.5.3. | Cargas laterales. | 121 |
| 5.6. | Áreas de tierra. | 122 |
| 5.6.1. | Rampas para botar y recoger embarcaciones | 122 |
| 5.6.1.1. | Localización | 122 |
| 5.6.1.2. | Pendiente. | 122 |
| 5.6.1.3. | Ancho mínimo | 122 |
| 5.6.1.4. | Superficie de la rampa | 122 |
| 5.6.1.5. | Número de rampas | 122 |
| 5.6.2. | Sanitarios. | 122 |
| 5.6.2.1. | Distancia máxima respecto a los embarcaderos | 122 |
| 5.6.2.2. | Número mínimo de muebles | 122 |
| 5.6.2.3. | Los sanitarios y su entorno. | 123 |
| 5.6.2.4. | Requerimientos de sanidad. | 123 |
| 5.6.2.5. | Volumen de agua por desalojo en muelles | 123 |
| 5.6.2.6. | Facilidades para paralépticos. | 123 |
| 5.6.2.7. | Depósitos para basura. | 123 |
| 5.6.3. | Estacionamientos. | 124 |
| 5.6.3.1. | Cajones mínimos por embarcación. | 124 |
| 5.6.3.2. | Distancia máxima respecto a los embarcaderos | 124 |
| 5.6.3.3. | Dimensiones mínimas para cajones de estacionamiento | 124 |
| 5.6.3.4. | Cajones para inválidos | 124 |
| 5.6.3.5. | Espacios verdes. | 124 |
| 5.6.4. | El malecón. | 125 |
| 5.6.4.1. | Cargas vivas | 125 |
| 5.6.4.2. | Barandales | 125 |
| 5.7. | Servicios. | 125 |
| 5.7.1. | Generalidades | 125 |
| 5.7.2. | Agua potable. | 125 |
| 5.7.3. | Protección contra incendios | 126 |
| 5.7.4. | Instalación eléctrica | 126 |
| 5.7.5. | Iluminación nocturna. | 127 |
| 5.7.6. | Sistema de drenaje y depósitos de basura. | 127 |
| 5.7.7. | Otros servicios complementarios | 127 |

| | |
|--|-----|
| 5.7.7.1. Sonido ambiental | 127 |
| 5.7.7.2. Carritos de mano | 128 |
| 5.7.7.3. Interfono y teléfono | 128 |
| 5.7.8. Muelle de servicio | 128 |
| 5.8. Concesionamiento y operación de las instalaciones para embarcaciones recreativas | 128 |
| APÉNDICE A | 129 |
| BIBLIOGRAFÍA | 133 |

PRÓLOGO.

A través de todos los siglos, el mar ha constituido para el hombre un atractivo que lo ha impulsado a conocer las zonas marítimas adyacentes a la región que habita, a capturar las especies marinas que le sirven de alimento y a gozar del placer que produce la navegación. Las primitivas razas humanas navegaban en embarcaciones fabricadas con juncos, unidos con lianas e impulsadas con velas y remos.

A medida que el hombre alcanzó un mayor grado de civilización construyó embarcaciones fabricadas con una estructura de madera y de mayores dimensiones. La invención de los motores de explosión, permitió instalar éste nuevo tipo de propulsor en todo tipo de embarcaciones y a las utilizadas para la práctica de los deportes náuticos, les proporciona una mayor autonomía de navegación.

Este proceso en el cambio de las características de las embarcaciones determinó la necesidad de localizar sitios costeros protegidos de la acción de los fenómenos meteorológicos y construir muelles y atracaderos en los que se pudiese abordar las embarcaciones en cualquier condición de marea.

Con éste criterio y para los fines antes citados, fueron construidos diferentes tipos de instalaciones marítimas: puertos de altura y cabotaje para mover mercancías, puertos pesqueros, puertos turísticos para la operación de embarcaciones destinadas a movilizar turistas en ruta de cruceros.

El alto nivel económico de algunos países ha permitido a los numerosos ciudadanos que gustan de practicar los deportes náuticos, adquirir yates, veleros y motores que se instalan fuera de borde para impulsar pequeñas lanchas. Para la atención y servicio de éste tipo de actividades marítimas se han construido las Marinas que pueden definirse como instalaciones portuarias destinadas al desarrollo de los deportes náuticos: navegación en alta mar en yates, regatas en veleros y pesca deportiva en embarcaciones de diversas características. Así mismo, en dichas instalaciones, se prestan servicios de avituallamiento, reparaciones menores, botado de lanchas y almacenamiento de embarcaciones en seco.

Las diferentes alturas de mareas que se presentan en las costas, determinan la necesidad de que en la mayoría de las Marinas los muelles sean flotantes.

De acuerdo con lo antes expuesto, puede considerarse que las empresas que fabrican embarcaciones para la práctica de los deportes náuticos, producen una gran variedad de embarcaciones con características diferentes, algunas de las cuales por su eslora y peso, pueden ser transportadas por tierra utilizando remolque o el techo de los automóviles.

El auge que los deportes náuticos tienen en países como los Estados Unidos de Norteamérica, el alto nivel económico de sus ciudadanos y sus deseos de gozar los veranos en zonas costeras o países donde el clima es más caliente, ha originado que las instalaciones portuarias de las Marinas, se complementen con construcciones en tierra para alojamiento y esparcimiento. Así, el nuevo concepto de las Marinas es el de que son instalaciones portuarias complementadas con construcciones en tierra que permiten a los turistas que practican los deportes náuticos, permanecer varias semanas alojados en magníficos hoteles, comer en buenos restaurantes, practicar deportes, nadar en albercas o en las playas adyacentes y divertirse en discotecas.

El elevado costo de las obras marítimas de una Marina tales como: escolleras, dragado de canales y dársenas, riellos, muelles flotantes, botaderos de lanchas, etc. ha originado el que en algunas de ellas, se desarrollen fraccionamientos habitacionales para distribuir en una mayor superficie el costo de las obras marítimas y portuarias.

El mercado potencial que tiene nuestro país, por su colindancia con el país de mayor economía mundial, ha sido aprovechado en poca escala en ambas costas de la Península de Baja California, en los Estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit y Jalisco para construir Marinas. Algunas de ellas tienen muelles, obras de atraque e instalaciones en tierra que son inapropiadas a los requerimientos de las embarcaciones que visitan, o han sido construidos sin ofrecer a los turistas, las comodidades y seguridad a que tienen derecho e incluso a las características de la embarcaciones.

De acuerdo con mis observaciones personales, en nuestro país y principalmente en los Estados de Baja California Norte y Sur, es posible apreciar tres tipos de turistas que gustan de los deportes náuticos.

El turista que transporta su embarcación en el techo de su automóvil o en un remolque, recorre los caminos, se detiene en los lugares de la costa que de acuerdo con la información existente en los Estados Unidos de Norteamérica, presentan condiciones marítimas adecuadas para botar su pequeña embarcación, navegan en la zona adyacente y práctica la pesca. Las embarcaciones de éste tipo de turista son de corta autonomía de navegación y acampan en tiendas de campaña.

El segundo turista, es el de yate de motor que tiene una autonomía de navegación mayor (50 millas náuticas), el cual busca refugios para no navegar de noche y solamente requiere abastecimiento de combustibles. Son por lo general las embarcaciones de 9m (30') a 15m (50') de eslora y cuando tienen programado veranear por algún tiempo, arriban a las obras de atraque de las Marinas.

El ultimo tipo de turista, es el de velero que por lo general, navega para competir en regatas, tiene poca autonomia de navegacion, requiere de obras de atraque, avituallamiento e instalaciones portuarias seguras. Sus caracteristicas son variables, tienen una quilla y requieren de una profundidad no menor de 3 a 4 metros referidos a la Bajamar Media Inferior.

Arq. Felix Tena Ruiz.

PREFACIO

Este trabajo pretende realizar un puente científico tecnológico entre la ENEP Acatlán Estado de México y la entidad federativa correspondiente al estudio de la tesis, en este caso PUERTOS MEXICANOS dependiente de la SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. Al corresponder la materia de PUERTOS a una elección optativa, se da por hecho que el alumno desea estudiar la materia y no lo hace por obligación, lo que lo hace más atractivo a dicha especialidad por lo que desarrollar un tema como "PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN DE MUELLES PARA EMBARCACIONES RECREATIVAS, se requiere de investigación a fondo, intercambio de ideas y libros con los profesionales del ramo, posteriormente la revisión de los sinodales de la Universidad Nacional Autónoma de México y por último la revisión de las autoridades de PUERTOS MEXICANOS cuyas opiniones fueron tomadas en cuenta y asentados todos sus puntos de vista y sugerencias. Es por tanto este documento importante de tomar en cuenta para su cometido final.

Ing. Manuel Siliceo Ramirez

INTRODUCCIÓN.

El propósito de la presente propuesta, es ayudar a promover la realización de una reglamentación sobre instalaciones para embarcaciones recreativas, ya que en la actualidad se están construyendo un gran número de éstas, las cuales son diseñadas y construidas, sin basarse en un Reglamento Nacional.

Esta tesis está constituida por cinco capítulos, en el primero, se realiza una descripción de las instalaciones para embarcaciones recreativas, partes que las integran y sus diferentes tipos; en el segundo, se dedica a las embarcaciones recreativas, sus características y estadísticas; el tercer capítulo se enfoca a los diferentes tipos de muelles que pueden ser empleados en estas instalaciones y su descripción; el cuarto capítulo, es una comparación de los diferentes textos que se han empleado en el diseño de los muelles de las instalaciones para embarcaciones recreativas; en el quinto capítulo, está la propuesta de reglamentación enfocada a los muelles, pero que trata otros aspectos estrechamente ligados con estos como lo son: Canales, Malecón, Rampas para botar y recoger embarcaciones, etc.

La presente propuesta de reglamentación se basa en textos, tesis profesionales y apuntes para Marinas en México, así como en Normas y Reglamentos de los Estados Unidos de Norteamérica, todos ellos basados en condiciones normales y experiencias pasadas.

Dado que el mayor mercado potencial de usuarios para este tipo de instalaciones, es el proveniente de la Unión Americana, se ha buscado que además de satisfacer los requerimientos de los usuarios nacionales, también se satisfagan las necesidades de los provenientes del país vecino del norte, lo cual contribuirá a que un mayor número de embarcaciones provenientes de ese país, visiten nuestros litorales, creando una importante derrama económica y fuentes de empleo.

El crecimiento del turismo náutico proveniente de los Estados Unidos de Norteamérica, se ha visto restringido debido a la carencia de instalaciones que proporcionen abrigo, combustible y facilidades de reparación a usuarios que vienen de lugares lejanos, una vez que se proporcionen estos servicios, se incrementará grandemente esta actividad, así como su industria involucrada.

Como observación, cabe destacar que el presente trabajo fue presentado a la Gerencia de Estudios y Proyectos de la Vocalía de Obras Marítimas del Organismo desconcentrado de Puertos Mexicanos, dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para conocer su opinión, comentarios y sugerencias al respecto, los cuales han sido incluidos en la presente propuesta.

Se hace notar que la presente es una propuesta de reglamentación, por lo que cualquier observación o aportación a ésta contribuirá a la elaboración de un mejor proyecto de reglamento, por tal razón se agradecerán todos sus comentarios y sugerencias en la siguiente dirección: Amates # 29, Lomas de San Mateo, Naucalpan, Estado de México C.P. 53200. Tel: 560-89-82.

1. ANTECEDENTES.

1.1. DEFINICIONES.

Puerto: Sección de área urbana localizada en la costa o rivera, adecuadamente protegida de la acción de los elementos naturales, con el objeto de brindar seguridad a las embarcaciones que a él concurren, capaz de recibirlas en cualquier tiempo, estará dotado de las instalaciones necesarias para la recepción, almacenaje y transbordo de pasajeros y mercancías entre los sistemas de transporte marítimo y terrestre o viceversa, el cual sirve a una o varias zonas de actividad económica, las cuales en su conjunto forman su área de influencia o Hinterland.

Canal de acceso o de entrada: Curso de agua, que es propiamente externo a la instalación, por el cual las embarcaciones viajan de la instalación al cuerpo principal de agua (océano, mar, lago o río) y viceversa.

Calado: Altura comprendida entre la línea de flotación y la quilla.

Canales interiores: Cursos de agua en el interior de la instalación, por los cuales transitan las embarcaciones entre el canal de acceso y los canales de atraque. Los hay principales y secundarios.

:

Canales de atraque: Cursos de agua en el interior de la instalación, por los cuales las embarcaciones transitan entre los canales interiores y los embarcaderos.

Embarcadero: Área de agua definida por una pasarela y muelles de atraque, que sirve para amarrar embarcaciones.

Embarcadero sencillo: Embarcadero diseñado para acomodar una embarcación, es decir, cada embarcación cuenta con muelles de atraque en ambos lados.

Embarcadero doble: Embarcadero diseñado para acomodar a dos embarcaciones, es decir, cada embarcación cuenta únicamente con un muelle de atraque.

Eslora: Longitud de la embarcación, determinada por la distancia entre la proa y la popa.

Franco bordo: Altura comprendida entre la línea de flotación y la cubierta.

Manga: Ancho de la embarcación en la cubierta.

Muelle: Estructura que puede ser fija o flotante que permite el intercambio de pasajeros tierra agua, abastecer de viveres la embarcación y amarrarla.

Muelle en tierra: Estructura fija, que se extiende a lo largo de la costa sobre el agua y a la cual, se fijan los portalones.

Muelle marginal: Estructura fija o flotante, que se extiende paralela a la costa y sirve para unir los portalones o muelles en tierra y las pasarelas principales.

Muelle de atraque: Estructuras fijas o flotantes que sirven para amarrar las embarcaciones y para realizar el intercambio agua tierra de su tripulación.

Muelle de cortesía: Estructura fija o flotante que se utiliza únicamente para el embarque y desembarque de la tripulación, en ésta se amarran las embarcaciones de manera momentánea.

Muelle de servicio: Estructura fija o flotante, equipada para abastecer de aceite, gasolina, agua y otros servicios a la embarcación.

Pasarela principal: Estructura fija o flotante, perpendicular a la costa, la cual une los muelles marginales, muelle en tierra o portalones, con los muelles de atraque.

Portalón: Estructura de pendiente variable, que se utiliza para el acceso a pie, desde un muelle en tierra a una estructura flotante.

Puntual: Altura comprendida entre la quilla y la cubierta.

1.2 EMBARCACIONES RECREATIVAS.

Las embarcaciones recreativas se dividen en dos grandes grupos, las de motor y las de vela (de acuerdo a su forma de propulsión), ambas pueden ser habitables o no. Su rango de eslora varía de 2.5 a 30m (7'11" a 100'). El calado máximo es de 3m (10').

Estas embarcaciones son utilizadas para la pesca deportiva, paseos, travesías incluyendo oceánicas, valedo, esquí, transporte a zonas de buceo, de pesca submarina, etc.

Quedan descartados en esta clasificación los buques crucero, trasatlánticos, transbordadores turísticos, hidrofloid, hovercraft, así como Kayacs, botes de remo olímpico, botes de remo de casco rígido, embarcaciones neumáticas y los botes casa, ya que requieren otro tipo de instalaciones para su atraque y operación.

Las embarcaciones recreativas se pueden clasificar en Grandes y Pequeñas.

A.-Embarcaciones Pequeñas: Son las que pueden ser transportadas en remolques, miden por lo general menos de 7.0m (21') de eslora y pueden ser botadas fácilmente al agua con sólo utilizar una rampa de concreto o una grúa de poste.

B.-Embarcaciones Grandes: Son las que se deben mantener siempre a flote, excepto cuando necesitan ser reparadas o en caso de tormentas, cuando esto sucede se necesitan grúas de pórtico, rieles o algún otro mecanismo más complejo.

Las embarcaciones que se considera pueden llegar a nuestros litorales provenientes de otro país, son las que pueden efectuar un tráfico a salvo; por ejemplo, a lo largo de la costa del pacífico provenientes de la Unión Americana, éstas son normalmente mayores de 9.0m (30') de eslora. También en la instalación se encontrarán las embarcaciones que hagan de ésta su hogar y sean utilizadas primeramente para expediciones de pesca de periodos cortos o en viajes por mar, se sugiere considerar una flota del rango de 9.0 a 15m (30 a 50') de eslora y espacio para embarcaciones de 20.0m (60') de eslora o mayores.

1.3 INSTALACIONES PARA EMBARCACIONES RECREATIVAS.

Al existir actividad náutica-recreativa y embarcaciones recreativas, se crea la necesidad de contar con un sitio seguro para las embarcaciones y donde puedan ser botadas; posteriormente, se les complementa con áreas en tierra para guardar o reparar dichas embarcaciones, se crean mecanismos para botar o recobrar las embarcaciones, etc. Este sitio es al que nos referimos, las Darsenas, las cuales se pueden construir dentro de los puertos comerciales existentes, cuando la actividad náutica-recreativa se realiza en el mar, o construir las en áreas de agua, tierra adentro como en lagos, ríos etc. que dan origen a puertos exclusivamente para embarcaciones recreativas, y que posteriormente se localizarán sobre la costa.

1) Partes que integran éstas instalaciones:

- Obras Exteriores.
- Obras Intermedias.
- Obras Interiores.
- Obras Fuera de la Costa.

2) Servicios que deben ofrecer:

- Señalización para entrada y salida de embarcaciones.
- Fondeo, amarre y atraque de embarcaciones.
- Suministro de combustible y lubricantes.
- Suministro de agua potable y energía eléctrica a las embarcaciones.
- Alumbrado General.
- Medios mínimos para varar y botar embarcaciones.
- Mantenimiento y reparaciones menores y de urgencia de embarcaciones.
- Equipo de radiocomunicación.
- Equipo contra incendio.
- Sanitarios.
- Recolección de basura; eliminación de aguas residuales y en general medidas de conservación del medio ambiente.
- Estacionamiento para vehículos.
- Oficina administrativa con registro de usuarios, entrada y salida de embarcaciones, información sobre condiciones climáticas y rutas de navegación.

El concepto moderno y amplio de un desarrollo náutico o puerto recreativo/deportivo implica una fuerte inversión inicial para su implantación y de igual forma una eficiente y compleja operación y mantenimiento de las instalaciones. El desarrollo deberá estar dotado de todos los medios y servicios para que las actividades no se limiten a los usuarios de las embarcaciones o a la temporada de turismo.

El ambiente náutico en que se genera, debe ser foco de atracción para otros elementos turísticos, comerciales, hoteleros y residenciales; es decir que deberán reflejar, en consecuencia un amplio espectro de la economía, tanto local, como regional; se trata, de mantener la animación del desarrollo durante todo el año y producir con el flujo de visitantes, futuros navegantes y nuevos residentes fijos o temporales que hagan cada vez más activa la vida del lugar y más rentables las inversiones efectuadas.

En la actualidad proliferan en nuestro país, una diversidad de instalaciones para recibir, atender y despachar a éstas embarcaciones y se han creado varios conceptos como: Marina, Marina turística, desarrollo náutico turístico, ciudad lacustre, etc.

Éstas instalaciones deben ofrecer resguardo seguro en agua y tierra a todo tipo de embarcación de recreo o turismo y contar con muelles que proporcionen los servicios mencionados anteriormente, así mismo un área de tierra contigua a la dársena para las actividades conexas de personas y embarcaciones.

1.4 TIPOS DE INSTALACIONES PARA EMBARCACIONES RECREATIVAS.

Considerando que la mayor parte de las embarcaciones recreativas que llegan a nuestro país, provienen de los Estados Unidos de Norte América se toma aquí la clasificación de las instalaciones para éstas embarcaciones que ellos manejan, modificando y agregándole nuevos conceptos con los que se conforma mi propuesta, que es la siguiente:

- 1.4.1 Puerto de Resguardo.
- 1.4.2 Puerto de Oportunidad.
- 1.4.3 Puerto Comercial Pesquero.
- 1.4.4 Marina Pública.
- 1.4.5 Marina Privada.
- 1.4.6 Marina Mixta o Combinada.
- 1.4.7 Fraccionamiento Náutico:
 - a) De Alta Densidad.
 - b) De Baja Densidad.
- 1.4.8 Marina Promocional.

1.4.1 PUERTO DE RESGUARDO.

Éstos puertos deben constituir una cadena a lo largo de nuestros litorales para de ésta forma, brindar seguridad en caso de tormenta o alguna emergencia, a los viajeros en zonas en las que no existan otros tipos de instalaciones. Ya que las embarcaciones recreativas en general tienen una distancia de recorrido sin parar, reducida; cualquier embarcación que viaja más de la mitad de su capacidad de recorrido seguro en un cuerpo grande de agua, correrá riesgos importantes, esto se puede solucionar con una cadena de Puertos de Resguardo. Usualmente la distancia segura de crucero varía de 40 a 94 millas náuticas (64 a 150 Km.)

Estos puertos necesitan contar únicamente con:

- 1) Protección contra tormentas.
- 2) Auxilios para la navegación.
- 3) Un mínimo de facilidades de atraque (luz y agua).
- 4) Combustible.

De cualquier forma es conveniente que además cuente con:

- 1) Comida y hospedaje.
- 2) Teléfono.
- 3) Servicio Médico.

Éste tipo de puerto contribuye a que existan más visitantes por la seguridad que ofrecen sobre todo a quien realiza un viaje largo.

Estos puertos serán contruidos principalmente por el sector Público sin que el privado queda excluido. Es conveniente que estos puertos tenga un área que funcione como Marina ya que sin esto es difícil que sobreviva económicamente.

1.4.2 PUERTO DE OPORTUNIDAD.

Estos puertos son destinados para paradas de reabastecimiento en una ruta, que tiene un mínimo de lugares de atraque, pueden servir para quedarse por la noche, para amarre temporal para reparaciones, para la obtención de provisiones y otros usos similares.

Este tipo de instalaciones se deben localizar cerca de centros de población para tener disponibilidad de alimentos, combustible, diversiones, etc. Debe contar con cierta protección para el puerto, pero las facilidades de atraque pueden ser mínimas y los servicios limitados.

Debido a que estos puertos en sí, no son rentables, deben ser contruidos con la ayuda de la comunidad. Estas instalaciones beneficiarán a la comunidad por los negocios generados.

1.4.3 PUERTO COMERCIAL PESQUERO.

Estos puertos deben ser considerados un tipo especial de instalación. Esto se debe principalmente al tipo de uso, los hábitos y características de los pescadores comerciales, y los equipos requeridos. Generalmente las utilidades son más importantes que la apariencia debido a que un barco pesquero es un barco de trabajo y el trabajo del operador es básicamente la preparación para el siguiente viaje. Estos también son usados por lanchones y como terminal para embarcaciones pequeñas de transportación o excursiones.

Estos puertos se construyen comunmente entre o adyacentes a puertos de calado profundo para carga o pasajeros.

1.4.4 MARINA PÚBLICA.

La administración de éstas instalaciones es gubernamental, ya sea por el Municipio, Estado o Gobierno Federal. En estas Marinas el Gobierno construye la infraestructura básica, dejando lotes, reglamentando su uso, para alquilar o vender para la construcción de instalaciones tales como restaurantes. El Gobierno obtiene sus ganancias de estos lotes.

Estas instalaciones cuentan con dársenas, con atracaderos para diferentes tipos de usuarios, los que alquilan las embarcaciones al público, los particulares que las utilizan generalmente los fines de semana. Deben contar con estacionamientos, áreas para reparación

y almacenaje de embarcaciones, rampas de lanzamiento y/o grúas, áreas comerciales con restaurantes, áreas de día de campo, playas, zonas para esquiar, velear, etc. y puede contar con uno o dos hoteles.

1.4.5 MARINA PRIVADA.

Presenta las mismas características que las públicas, pero ésta es manejada por la iniciativa privada, por ésta razón existe una diferencia notoria en cuanto a calidad del servicio y a las instalaciones para hacerla atractiva a los usuarios mientras que al mismo tiempo se mantengan los costos lo más abajo posible de las ganancias (rentas).

Es conveniente que éstas cuenten con restaurantes de lujo, bares placenteros y otras concesiones de lujo que sean utilizadas por los usuarios de alto poder económico.

1.4.6 MARINA MIXTA O COMBINADA.

En ésta podemos encontrar una zona que proporciona servicio público y otra a particulares agrupados, por ejemplo en un club.

1.4.7. FRACCIONAMIENTO NAUTICO.

A) De Baja Densidad.

En éste la dársena desaparece convirtiéndose en canales de navegación con espacio en ambos lados para el atraque de embarcaciones, teniendo muelles paralelos al maldón, atrás del maldón se tienen lotes unifamiliares con frente de agua y detrás con frente a calles con lo que cada lote tiene espacio para el atraque de una embarcación propia. Se le llama de baja densidad por ser lotes de tipo unifamiliar, éste tipo de instalaciones es muy costoso y se vende con o sin construcción de casa. Los propietarios por lo general, se agrupan en asociaciones.

Éstos fraccionamientos no se dan solos, sino que son parte de una Marina, por ejemplo en México se encuentra en construcción un fraccionamiento de éste tipo en Puerto Escondido, B.C.S. y existe uno en Nuevo Vallarta.

B) De Alta Densidad.

En éste caso se trata de un conjunto de edificios de apartamentos o condominios donde existe una dársena para uso de los propietarios, en algunos casos la dársena es un canal bastante ancho que permite por un lado tener lotes unifamiliares con un muelle por lote y enfrente peines para los edificios; en algunos puntos estratégicos se puede tener una rampa, también se puede tener un conjunto comercial, con frente al canal.

1.4.8 MARINA PROMOCIONAL.

Consiste en una pequeña dársena dentro de un terreno urbanizable, de forma caprichosa y redonda, con unos cuantos muelles y una plaza para alguno que otro propietario de bote, la idea es vender terrenos a gente que guste de vivir en una Marina pero no cuenta con dinero suficiente. Éste tipo de fraccionamiento le resuelve el problema creando una pequeña dársena que es la atracción para vender, por ello se le designa como promocional.

1.5 PARTES QUE INTEGRAN UNA INSTALACIÓN PARA EMBARCACIONES RECREATIVAS.

Las partes que integran las instalaciones para embarcaciones recreativas son: Obras Exteriores, Intermedias, Interiores y Fuera de Costa.

1.5.1 OBRAS EXTERIORES O DE ABRIGO.

Estructuras artificiales cuya función es brindar protección al puerto para el fácil atraque a las embarcaciones en cualquier época del año, y son las siguientes:

- I) Rompeolas de "promontorio" o "enrocamiento".
- II) Rompeolas tipo "muro vertical".
- III) Rompeolas "flotantes".
- IV) Rompeolas "interiores".
- V) Escolleras.

Los factores que debemos de considerar en la elección de una Obra Exterior o de Abrigo son:

- a) Disponibilidad de materiales.
- b) Profundidad de agua.
- c) Condiciones del lecho marino (Cimentación).
- d) Función o uso.
- e) Disponibilidad de equipo de construcción.
- f) Efectividad para calmar olas o dar abrigo.
- g) Dirección de las olas máximas.

La localización de una Obra de Abrigo depende de:

- a) La dirección predominante de las olas máximas.
- b) Configuración de la línea costera.
- c) Tamaño mínimo del puerto deseado.
- d) Disposición natural del canal.
- e) Requerimientos de navegación.

Breve descripción de los diferentes tipos de Obras Exteriores.

1) Rompeolas de promontorio o enrocamiento.

Se utilizan donde se requiere de una gran absorción de la energía de la ola ya que estos disipan la energía cinética de la ola a través del deslizamiento hacia arriba de la ola (Run Up) sobre la corona y de la fricción causada por las irregularidades en la superficie del talud, y cuando las condiciones de cimentación son desfavorables, ya que éste tipo de rompeolas se adapta fácilmente a los efectos creados por asentamientos.

La cima en un rompeolas de promontorio debe alcanzar la altura máxima de la ola antes de romper, y extenderse sobre el nivel de las mareas más altas. La cresta debe tener una altura suficiente para prevenir que la ola rebase sobre la estructura (Overtopping).

El ancho mínimo de la corona del rompeolas debe ser igual a la altura aproximada de las olas máximas. Un factor importante para determinar el ancho de la corona es la provisión amplia para el acomodamiento de equipo de construcción (Entrada y salida comoda de camiones).

Dependiendo de la dirección de las olas máximas, podemos escoger de entre las siguientes configuraciones básicas de rompeolas la más adecuada para un caso particular.

a) Brazo sencillo. (Se utiliza donde las olas son predominantemente unidireccionales). Ver fig. 1.1

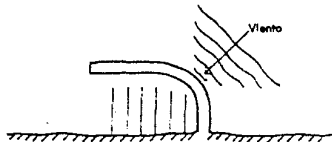


Figura 1.1 Rompeolas de brazo sencillo.

b) Dos brazos convergentes. (Cuando se tiene viento en más de una dirección). Ver fig. 1.2

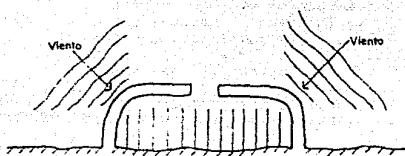


Figura 1.2 Rompeolas de dos brazos convergentes.

c) Dos brazos traslapando. (Se emplea cuando es necesario localizar la entrada en el lado del barlovento). Ver fig. 1.3

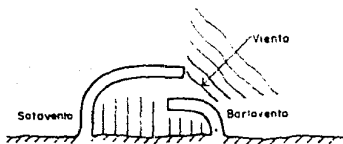


Figura 1.3 Rompeolas de dos brazos traslapando.

d) Dos brazos más uno sencillo paralelo a la playa. (Para instalaciones de gran magnitud y viento en más de una dirección). Ver fig. 1.4

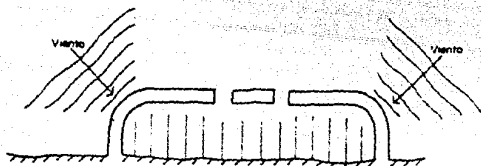


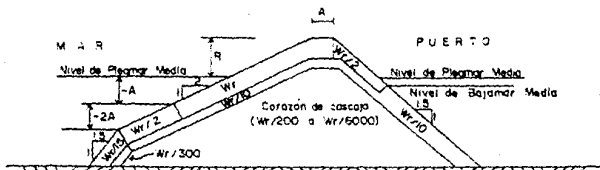
Figura 1.4 Rompeolas de dos brazos más uno paralelo a la playa.

Los rompeolas de promontorio o enrocamiento pueden ser construidos con diferentes materiales, que son los siguientes:

a) De roca natural.

Estos los podemos dividir en dos tipos que son:

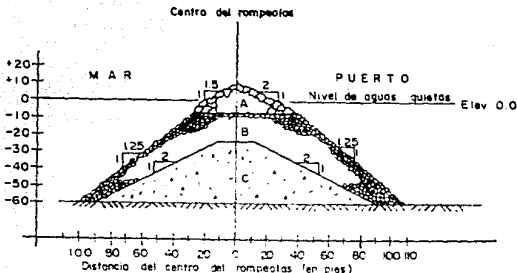
Tipo 1: El material del núcleo del promontorio se extiende sobre el nivel de agua, cubierto con una o más capas intermedias, la cual es cubierta por una capa de roca pesada o coraza. Ver fig. 1.5



A= Ancho de la corona
R= Radio de la curvatura sobre el rompeolas (Run Up)
W1= Peso de la roca para la coraza

Figura 1.5 Rompeolas de promontorio de roca natural, tipo 1.

Tipo 2: En éste tipo de rompeolas el relleno del núcleo se detiene a una profundidad dada bajo el nivel del mar, al cual se cubre con una capa de roca de peso medio y finalmente con una capa de roca pesada o coraza. Ver fig. 1.6



A Material seleccionado de cantera, no deben haber piezas menores de 1 ton y cuando menos el 95% será de 10 ton de peso o más

B Material de cantera, no debe haber más de un 25% del peso total en piezas de menos de 20lbs (9kg) y no menos del 40% del peso total en piezas de 1 ton o más

C Residuos de cantera o material de dragado

Figura 1.6 Rompeolas de promontorio de roca natural, tipo 2.

b) Bloque de concreto.

La forma de estos bloques es generalmente cúbica o rectangular y son utilizados donde no existe roca natural del tamaño necesario, ya que estos, no tienen límite de peso. Se pueden colocar, siguiendo dos procedimientos distintos:

1.- Pell Mell.

Los bloques de concreto se colocan en forma casual, de ésta manera se tiene una buena rugosidad hidráulica y permeabilidad pero se requiere de una mayor cantidad de estos bloques para poder cubrir el corazón del rompeolas, por lo que es importante tener una capa filtrante adecuada de roca natural. Otro problema de éste procedimiento de colocación, es el debilitamiento y consolidación que sucede durante el periodo de estabilización del rompeolas, que puede generar una caverna por la que escape el material del corazón. Ver fig. 1.7

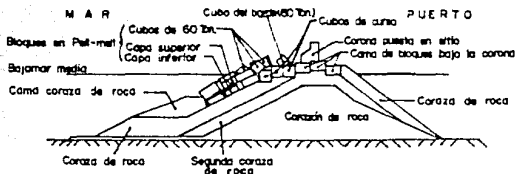


Figura 1.7 Rompeolas de promontorio en Pell Mell.

2.- Patrón Diseñado.

En estos, la ola corre más sobre el rompeolas, por lo que necesita una cresta mayor que en el Pell Mell, siendo necesaria la construcción de un muro de concreto en la parte superior del rompeolas. La reparación de estos rompeolas es más cara que en los de Pell Mell. Ver fig. 1.8

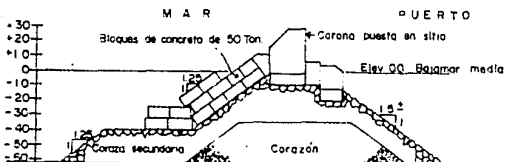


Figura 1.8 Rompeolas de promontorio de patrón diseñado.

3.- Combinado.

Se combina roca natural con bloques de concreto y se utiliza donde existe roca natural, pero no suficiente, en tamaño o cantidad.

4.- Formas irregulares de concreto.

Tienen ventajas de diseño sobre los bloques de concreto debido a su forma. Tiene mayor agarre y por lo tanto una mayor absorción de la energía de la ola, se puede dar con ellos una mayor pendiente al rompeolas, por lo que no requieren ser tan pesados como los bloques de concreto, con lo que se economiza concreto.

Dentro de las formas irregulares de concreto las más empleadas son los tetrápodos y los tribars, otras formas son: Cuadrópodos, hexápodos, cubos modificados, dolosse y tetrápodos huecos. Aquí sólo se mencionarán los tetrápodos y tribars, por ser los más importantes.

1.- Tetrápodos: Consisten en un cuerpo central con cuatro brazos en forma de conos truncados, Ver fig. 1.9. Estos son colocados en dos capas para que exista un mayor agarre.

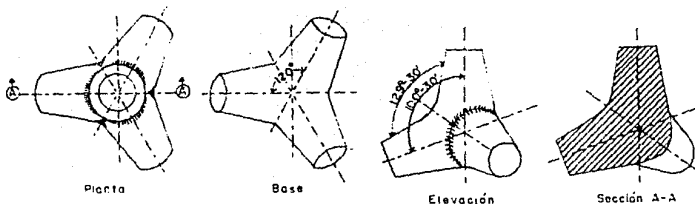


Figura 1.9 Diferentes vistas de un tetrápodo.

2.- Tribars: Unidad de concreto prefabricado de tres brazos como se muestra en la fig. 1.10

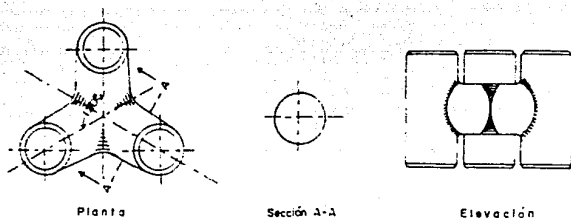


Figura 1.10 Diferentes vistas de un tri-bar.

A continuación se presenta una tabla comparativa de los diferentes materiales que pueden ser utilizados en un rompeolas de promontorio o enrocamiento.

| C O N C E P T O | ROCA NAT. | BLOQUE CONC. | COMBINADO | TETRAP Y TRIBAR |
|-----------------|-----------|--------------|-----------|-----------------|
| Permeabilidad | | X | | X |
| Deslizamiento | | | | X |
| Consolidación | X | | X | X |
| Coraza | | | | X |
| Erosión | | | | X |
| Pendiente | | | | X |
| Peso | | X | | X |
| Forma | | | | X |
| Densidad | | X | | |
| Construcción | X | | X | |
| Costo | * | * | * | * |

X = Ventajosa.

* = Depende de la existencia de material in situ.

II) Rompeolas tipo muro vertical.

Estas estructuras son rígidas y no reducen la energía destructiva de la ola, sino que la reflejan produciendo ondulación estacionaria. Además, por ésta misma razón, debe tomarse la ola más grande del tren de diseño, ya que una sola ola puede causar su falla. Por lo mismo, deben considerarse ciertas condiciones de diseño para estos rompeolas.

a) Estabilidad.

En el diseño para la altura máxima de la ola, debe incluirse un factor de seguridad. La altura del rompeolas sobre la marea más alta, no debe ser menor que 1.5 veces la altura de la ola máxima. La profundidad del nivel más bajo del agua a la base del muro, no debe ser menor que 2 veces la altura de la ola, buscando no exceder los 18.0 m (60'), ya que se vuelve incosteable. El ancho del rompeolas no debe ser menor que 0.75 veces su altura.

b) Altura.

Debe ser la suficiente para obstruir completamente el paso de las olas.

c) Cimentación.

Debe extenderse una distancia suficiente bajo el lecho del mar para prevenir la erosión bajo el pie (0.25 de la longitud de ola).

Por su material de construcción podemos distinguir varios tipos de rompeolas tipo muro vertical que son:

- a) Muro de gravedad de bloques de concreto.
- b) Cajones de concreto.
- c) Tablaestacas celulares rellenas de piedras.
- d) Jaula de madera rellena de roca.
- e) Muro tablaestacado de concreto y acero.

Tabla comparativa de las diferentes características ventajosas de los materiales que pueden ser utilizados en un rompeolas tipo muro vertical.

| C O N C E P T O | BLOQUE DE CONCRETO | CAJONES DE CONCRETO | TABLAESTACA CELULAR | JAULA DE MADERA | TABLAESTACA DE ACERO |
|-------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------|----------------------|
| Erosión | | X | | | X |
| Construcción | | X | | X | |
| Estabilidad | X | | X | X | X |
| Profundidad | X | X | | X | X |
| Cimentación | | | | | X |
| Efectividad | X | X | X | X | |
| Condiciones-ambientales | | X | | | |

X = Ventajosa.

iii) Rompeolas flotantes.

Estos rompeolas no tienen la capacidad de proteger de un oleaje fuerte, sino que solamente lo atenuan, por lo que son empleados en combinación con otros tipos de rompeolas. Sus principales ventajas son:

- a) No importa la profundidad a la que se encuentre el lecho del mar o lago.
- b) Son móviles.
- c) Tienen un costo de construcción reducido.
- d) Su influencia en la calidad del agua local y en el medio hidrobiológico es mínima.

Dentro de los rompeolas flotantes existen diversos diseños, como lo son los que se muestran en la fig. 1.11

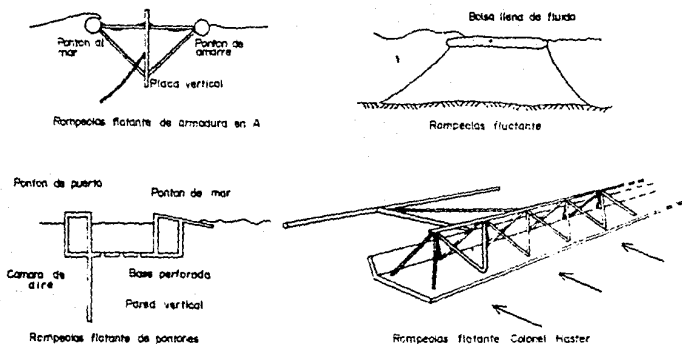


Figura 1.11 Diversos tipos de rompeolas flotantes.

IV) Rompeolas interiores.

Las embarcaciones recreativas, grandes generan olas que llegan a afectar a las embarcaciones que se encuentra amarradas en los embarcaderos, por lo que en muchas ocasiones es necesario construir rompeolas en el interior del puerto, los cuales pueden constituir una estructura independiente o ser parte del muelle.

a) Independiente.

Se puede formar por medio de tarimas verticales de 4 x 10" y separadas 2½" entre sí, fijadas a vigas que van sujetadas a pilotes de madera o concreto. Las tarimas deben abarcar desde 1m. sobre el nivel de la pleamar media, hasta 0.65m bajo el nivel de la bajamar media, ver fig. 1.12. Toda la madera deberá tratarse (Creosotarse), y las uniones galvanizarse.

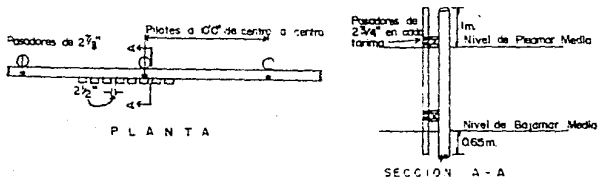


Figura 1.12 Rompeolas interior independiente.

b) Formando parte de un muelle.

Este tipo de rompeolas es muy económico, ya que se aprovecha un muelle, el cual debe estar bien piloteado. Consiste al igual que el independiente en tarimas con las mismas características, pero que van sujetas al muelle, en el caso de un muelle flotante las tarimas abarcarán el tamaño de la ola máxima generada por la mayor embarcación esperada en el puerto y puede construirse en este caso con lantanas amarradas entre sí y fijadas al muelle con vigas de madera.

V) Escolleras.

Estas son estructuras perpendiculares a la costa y por lo tanto son paralelas entre sí, o a la desembocadura de un río, también pueden ser convergentes, su construcción y tipos, son iguales al de los rompeolas de promontorio o enrocamiento.

Se emplean en la comunicación de bocas o bien para regular el oleaje. En el caso de las escolleras convergentes éstas provocan que el oleaje que entre a la instalación sea mínimo, y se disipe de la entrada hacia el interior del puerto al abrir las escolleras. Otra causa de la convergencia puede ser el generar una cierta velocidad en el acceso para lograr un autodragado del puerto.

1.5.2 OBRAS INTERMEDIAS.

Son todas aquellas obras que se encuentran protegidas por las Obras de abrigo y que no llegan a tener contacto con tierra, es decir, son las obras de dragado. Éstas pueden realizarse mediante excavación en seco, quitando posteriormente la barrera del acceso para permitir la entrada del agua. Estas obras se clasifican como sigue:

- I) Entrada y Salida.
- II) Canales.
- III) Dársenas.
- IV) Dique seco.

I) Entrada y Salida.

El propósito de la entrada es el proporcionar un acceso seguro a las embarcaciones que empleen la instalación. Los factores que se deben considerar en el diseño de ésta son:

- a) Profundidad de agua.
- b) Tamaño de la instalación.
- c) Características de las embarcaciones.
- d) Taludes necesarios.
- e) Transporte litoral.
- f) Dirección de la ola máxima

Al diseñar la Entrada debe cuidarse que se reduzca lo suficiente la altura de ola dentro del puerto. Siempre es preferible localizar la Entrada y Salida al puerto del lado del sotavento (lado protegido del viento), en caso de que sea necesario localizar la entrada en el lado del barlovento, el rompeolas se debe traslapar. Ver fig. 1.13

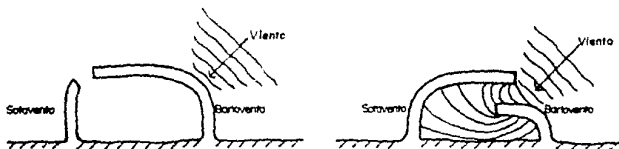


Figura 1.13 Rompeolas de dos brazos convergentes y de dos brazos traslapando.

En las instalaciones para embarcaciones recreativas, por lo general la Entrada y Salida son una sola, pudiendo ser independientes, si las características de lugar lo permiten. Como referencia podemos considerar las siguientes medidas para la entrada de una instalación grande, mediana y chica.

Grande: 90.00 m. (295')

Mediana: 50.00 m. (164')

Chica : 23.00 m. (75')

II) Canales.

Son los encargados de comunicar las diferentes partes que componen un puerto utilizando como medio el agua, y los podemos clasificar de la siguiente manera:

1) Canal de acceso y/o salida.

Es propiamente lo que es la entrada y/o salida a la instalación.

2) Canal principal.

Es el que va desde el canal de acceso hasta las ramificaciones en canales secundarios, es una troncal principal.

3) Canal secundario.

Estos son los que comunican entre sí al canal principal y a los canales de atraque, y pueden ser privados o no. Son de uso secundario, no general.

4) Canal de navegación.

Son todos aquellos canales que no son privados y que sirven para navegar dentro del puerto.

5) Canal de atraque.

Son los que conectan entre sí a los canales secundarios y los embarcaderos, en estos el tránsito debe ser mínimo.

La alineación de los canales, debe buscarse que sea la natural o muy semejante, ya que si no se realiza de ésta manera, se cambia el flujo natural, lo cual puede provocar costos y dificultades de funcionamiento hidráulico. Es recomendable que los canales sean lo más rectos posible, si son necesarias curvaturasturas, éstas deben ser graduales, ligeras.

El ancho del canal depende directamente del tamaño (manga y eslora máximas) y número de embarcaciones que lo utilicen; de tal manera que el canal de acceso y el canal principal permitan el tráfico en dos sentidos; el ancho mínimo para las instalaciones estudiadas en éste trabajo es de 23.00m (75') o 5 veces la manga de

la embarcación más grande que se espere recibir en el puerto. Cuando sean utilizadas también por veleros, se debe dar un ancho extra por las desalineaciones que pueden sufrir éstas embarcaciones.

La profundidad de los canales depende también, del tipo de embarcaciones que los utilicen, su velocidad y la magnitud de las olas presentes en el canal.

Para el cálculo de la profundidad del canal se suman: El calado de la embarcación más grande que se espere, el hundimiento provocado por la velocidad, $\frac{1}{4}$ de la altura de la ola de diseño y los sobredragados requeridos, de tal manera que se permita la navegación de la máxima embarcación considerada, en marea baja.

Los sobredragados recomendables son los siguientes:

- 30cm. (1') de sobredragado para operación.
- 30cm. (1') para eliminar irregularidades en material suave.
- 60cm. (2') para eliminar irregularidades en roca.

III) Dársenas.

La dársena es el elemento principal o focal de una instalación para embarcaciones recreativas, ya que por un lado le da forma a la instalación, y por el otro, es donde se realiza el vínculo entre el área de agua y tierra para el intercambio de mercancías, personas y servicios. La dársena debe ser un vaso de agua, libre de oleaje exterior y corrientes fuertes, exceptuando el oleaje producido por el viento y el que provoque la estela de embarcaciones al pasar frente a los peines, la geometría debe ser capaz por sí misma de permitir el intercambio de agua, evitando que ésta quede estancada.

La geometría de la dársena la proporciona el malecón en función de un mejor aprovechamiento del área de agua para permitir el mayor número de embarcaciones, bajo las mejores condiciones de maniobrabilidad y seguridad, en función de las características de éstas; de la mejor orientación respecto a vientos y corrientes, y la protección del oleaje. La mejor dársena es aquella cuya geometría es regular de preferencia rectangular o cuadrada. Se deben evitar ángulos agudos dentro de las dársenas y una dársena circular puede ser muy vistosa, pero no práctica para la disposición de los muelles por el desperdicio de área.

Existen cuatro tipos de dársenas en una instalación para embarcaciones recreativas que son las siguientes:

- a) Dársena de antepuerto.
- b) Dársena de fondeadero.
- c) Dársena de maniobras o ciaboga.
- d) Dársena de reparaciones.

a) Dársena de antepuerto.

Es en la que atracan las embarcaciones en espera de muelle o, en espera de que se desocupe el canal por el que a transitan. Se encuentra generalmente en la antesala del puerto.

b) Dársena de fondeadero.

En ésta dársena atracan embarcaciones que no lo pueden hacer en los muelles, debido a su tamaño o a alguna otra razón o, que estarán únicamente de manera provisional en la instalación.

c) Dársena de maniobras o ciaboga.

Es en la que las embarcaciones van a realizar, los movimientos necesarios para dirigirse a las diferentes partes de la instalación.

d) Dársena de reparaciones.

Esta dársena es con el fin de reparar o proporcionar mantenimiento a embarcaciones sobre el nivel de flotación.

IV) Dique seco.

La función del dique seco es realizar reparaciones o mantenimiento a embarcaciones por debajo del nivel de flotación.

Tipos de Diques secos:

- 1.- Diques profundos (fosa).
- 2.- Diques secos flotantes.
- 3.- Diques de grada para subir embarcaciones.

1.- Diques profundos (fosa).

Este tipo de diques consiste en una fosa provista de compuertas para aislarla del mar. Para la reparación o mantenimiento de una embarcación en el dique seco, primeramente se introduce la embarcación; posteriormente se cierran las compuertas; unos buzos se encargan de calzar la embarcación; se drena el agua del dique mediante bombas y se procede a trabajar en la embarcación; una vez terminado el trabajo, se permite el paso gradual del agua hasta llenar la fosa para sacar la embarcación.

2.- Diques secos flotantes.

Estos pueden ser de concreto o metálicos, no se encuentran anclados al fondo, pero sí asegurados para evitar movimientos laterales o volteos. En estos primeramente se introduce la embarcación encontrándose el dique lleno de agua y por lo tanto sumergido, posteriormente se cierran la esclusas y se drena el agua saliendo a flote el dique. Sus ventajas sobre los diques profundos son: Ocupan un menor espacio de tierra, son móviles y por lo tanto

más versátiles. Sus desventajas son: Requieren de un mayor mantenimiento, están más expuestas al oleaje, las operaciones son más complicadas y tardadas, y la profundidad del dique es menor que en los diques profundos.

3.- Diques de grada para subir embarcaciones.

Estos proporcionan un lecho esconzado, más instalaciones mecánicas sincronizadas de arrastre para sacar por pasos las embarcaciones fuera del agua.

1.5.3 OBRAS INTERIORES.

Son las que tienen contacto con tierra firme o las que se encuentran en ella, y son las siguientes:

- 1) Muelles.
- 2) Rampas y grúas.
- 3) Malecón.
- 4) Edificio administrativo.
- 5) Bodegas.
- 6) Circulación de vehículos y áreas de estacionamientos.
- 7) Servicios.

1) Muelles.

Son las estructuras que sirven para atracar las embarcaciones, para abordar o desabordar a su tripulación, para abastecerse de agua y viveres, y para cargar combustible y lubricantes, lo cual se realiza por lo general, en un muelle especializado construido expreso.

Dado que éstas estructuras son el objetivo de la presente tesis, aquí solo se dan conceptos generales, ya que se tratarán con mayor detalle en los capítulos III Y V.

Existen diferentes tipos de muelles de acuerdo a las características del lugar y funcionamiento.

- a) Muelles fijos.
 - b) Muelles flotantes.
 - c) Muelles cubiertos. (fijos o flotantes).
- a) Muelles fijos.

Estos son construidos donde el nivel de marea no es mayor de 0.60 m (2'), ya que de lo contrario se dificultará el amarre de la embarcación, el abordaje y desabordaje de su tripulación. Estos muelles son por lo general de concreto, formados por una cubierta para tránsito a pie, y una estructura de la soporta, la cual puede ser a base de pilotes o una estructura tipo rompeolas con protección de piedra en el exterior.

b) Muelles flotantes.

Estos son utilizados donde existe una fluctuación del nivel de la marea, mayor de 0.60 m, estos por lo general, tienen una cubierta de madera soportada por flotadores o pontones que pueden ser de distintos materiales, para que no se desplacen lateralmente se utilizan pilotes gufa, los cuales deben permitir que la estructura del muelle flotante, suba o baje por el efecto de la marea.

c) Muelles con cubierta (Fijos y flotantes).

La única diferencia con los dos anteriores es que están provistos de una cubierta ligera para proteger a las embarcaciones, principalmente de la nieve; generalmente se tiene una sección de muelles sin cubierta combinada con una más pequeña de muelles con cubierta. En nuestro país realmente no son necesarios los muelles con cubierta por lo que no se tratarán a fondo en la presente tesis.

De acuerdo a su función dentro de la instalación tenemos los siguientes tipos de muelles:

a) Muelle en tierra.

Son estructuras fijas que se localizan en tierra firme y que tienen como función el comunicar las áreas de tierra con las áreas de agua, mediante los portalones que se fijan a estos y al muelle marginal o a las pasarelas principales según sea el caso.

b) Muelle marginal.

Estructura fija o flotante paralela a la playa, que sirve para unir los portalones o muelles en tierra y las pasarelas principales, estos se emplean cuando el número de portalones deberá ser reducido, así con un portalón se da servicio a varias pasarelas principales.

c) Pasarela principal.

Éstas estructuras pueden ser fijas o flotantes, son perpendiculares a la costa, son las que comunican los muelles marginales, o portalones con los muelles de atraque en caso de tener muelles flotantes, y los muelles en tierra con los muelles de atraque en caso de muelles fijos.

d) Muelle de atraque.

Estos también pueden ser fijos o flotantes, estos son a los que se amarran las embarcaciones y por medio de los cuales se realiza el intercambio agua tierra de su tripulación.

e) Muelles de servicio.

Están constituidos por una plataforma, generalmente rectangular que puede ser flotante o no, dependiendo de las condiciones de la marea, y sirven para despachar combustible y lubricantes por medio de bombas, como las de una gasolinera, con caseta para caja registradora, almacén para lubricantes y refacciones y pueden tenerse máquinas automáticas para despachar hielos, cerveza, carnada etc.

f) Muelles de cortesía.

Este tipo de muelle se localiza en la zona de rampas, ya que su función es permitir el abordaje de la tripulación, inmediatamente después de ser puesta a flota la embarcación, sin necesidad de mojarla, o de ir a esperar a la zona de muelles para abordar o desabordar, no sirve para atracar por largo tiempo, ya que es para uso momentáneo y no es un elemento necesario; es solo como "cortesía".

2) Rampas y grúas

Son las encargadas del intercambio tierra/agua y viceversa de las embarcaciones.

a) Rampas.

En éstas el intercambio tierra/agua se realiza jalando o izando el remolque de manera que éste se sumerja en el agua para permitir que la embarcación se pueda enganchar o poner a flote, según sea el caso.

b) Grúas.

Cumplen la misma función que las rampas y se dividen en tres:

1.- Grúa de poste.

Cuenta con un diferencial accionado manualmente o con motor eléctrico, se localiza a la orilla del malecón, es de parámetro vertical, se utiliza para embarcaciones pequeñas, requiere de un espacio considerable.

2.- Grúa de pórtico.

Esta se utiliza para embarcaciones mayores, o de gran peso, remolcables o no, en general es recomendable un elemento más complicado que es, la grúa viajera sobre pórtico, la cual requiere de una mayor área, tanto en tierra como en agua, la estructura puede ser fija o correr lateralmente sobre el frente del malecón.

3.- Grúa viajera o Travel lift.

Esta es similar a la anterior y sirve para embarcaciones de eslora de hasta 70' y peso de 30 a 40 toneladas; solo que es móvil, autopropulsada y similar a un transtainer (Equipo para operar contenedores en patio). Consiste en una estructura alta, con ruedas en cada uno de sus cuatro zancos, la cual se coloca sobre la embarcación; izandola y llevandola suspendida hasta una especie de dique perpendicular dentro del malecón, con longitud poco mayor a la embarcación de mayor eslora, que pueda ser servida; y con un ancho suficiente para que cada par de ruedas quede sobre el bordo, o en otro caso, en lugar de dique, se pueden tener dos muros paralelos que salen del malecón, donde queda la grúa punteada sobre el agua.

3) Malecón.

Es el elemento más importante de una instalación para embarcaciones recreativas, en cuanto a que éste delimita, el área de la dársena de el área de tierra. El malecón se desplanta de -3.50 a -3.00 m. referido al Nivel de Bajamar medio Inferior con lo que queda por debajo del nivel de dragado en una dársena para embarcaciones de recreo. Su corona debe situarse entre las cotas +2.50 y +3.50 m., dependiendo de la variación de mareas y oleaje producido en el interior de la dársena por la acción del viento. Por regla general, la corona del malecón debe llevar pavimento y guarnición de concreto u otro material pétreo, pues va a funcionar como banquetta. Así mismo, debe llevar un barandal con puertas donde se localizan los portales que dan acceso a los muelles, la función del barandal es brindar protección a los peatones, existen casos en los que no se cuenta con un malecón por razones de economía y/o topografía, en estos casos se tienen muelles en tierra cumpliendo la función del malecón.

4) Edificio administrativo.

En éste pueden estar incluidas, la autoridad administrativa y algún club, o puede existir la delegación de autoridad portuaria. Si la instalación es de regular tamaño o se encuentra dentro de un puerto comercial, se deberá contar con una autoridad portuaria.

El edificio administrativo se debe localizar en un sitio estratégico de la marina, cerca del acceso y de manera que domine; de preferencia, la totalidad de la instalación. En caso de considerarse necesario puede incluirse una aduana.

5) Bodegas.

Éstas estructuras son utilizadas para el almacenamiento de refacciones equipo e incluso embarcaciones. Deben situarse en un lugar de fácil acceso tanto por tierra como por agua.

6) Circulación de vehículos y áreas de estacionamientos.

Para la circulación de vehículos, se tienen los siguientes elementos:

- a) Conexión o acceso de la vialidad regional con el área de la instalación.
- b) Calle o avenida principal con calles secundarias.
- c) Estacionamientos.

- a) Conexión o acceso de la vialidad regional con el área de la instalación.

Entrelaza la infraestructura de los alrededores con la instalación para embarcaciones recreativas. Se requiere de un plan maestro que regule todas las necesidades del complejo turístico en cuestión, para que se logre un buen flujo y funcionamiento en lo que a salida, acceso y conexión de la vialidad regional con la instalación se refiere.

- b) Calle o avenida principal y calles secundarias.

Para su diseño, se necesita realizar un estudio ecológico, urbanístico y arquitectónico completo, ya que en función de las áreas de tierra disponibles, se analizará el porcentaje adecuado de terreno para cada una de las siguientes áreas: Verdes, vialidades, vivienda, iglesia, clubs, comercios, estacionamientos, etc. Un conjunto bien analizado y distribuido, será aquel que brinde mayor comodidad, tránsito fluido, vista, elegancia, funcionalidad y rentabilidad.

- c) Estacionamientos.

Se deberá contar con estacionamiento, para los propietarios de la embarcaciones que utilizan normalmente la instalación, éste estacionamiento se localizará atrás del malecón preferentemente, frente a los accesos de los muelles; también están los que sirven a la zona de rampas y reparación, y los estacionamientos de la zona comercial, restaurantes y hoteles

7) Servicios.

Los servicios que se proporcionen en una instalación para embarcaciones recreativas, deberán ser de la mejor calidad posible, ya que así se influirá directamente en la demanda, que tenga la instalación por parte de los usuarios.

Los servicios que deben proporcionar una instalación para embarcaciones recreativas son los siguientes:

- Señalización para la entrada y salida de embarcaciones.
- Fondo amarre y atraque de embarcaciones.
- Suministro de combustible y lubricantes.
- Suministro de agua potable a las embarcaciones, en muelle.
- Suministro de energía eléctrica a las embarcaciones, en muelle.
- Alumbrado general.
- Medios mínimos para izar y botar embarcaciones.
- Mantenimiento y reparaciones, tanto menores, como de urgencia.
- Equipo de radio comunicación.
- Equipo contra incendio.
- Sanitarios.
- Recolección de basura, desechos de pescado y aceite quemado.
- Eliminación de aguas residuales y, en general la adopción de medidas para la conservación del medio ambiente.
- Oficinas administrativas con sistemas para registro de usuarios, de entrada y salida de embarcaciones, información sobre condiciones climatológicas y rutas de navegación locales.

Otros servicios que pueden proporcionarse para que la instalación resulte más atractiva son:

- Teléfono en muelles o en tierra.
- Sonido ambiental.
- Zona de vela ligera.
- Escuelas de vela, yatismo (Embarcaciones de motor), buceo, esquí, etc.
- Tinglado para vela ligera y taller.
- Tienda de avituallamiento.
- Pañoles para palos, velas, motores y equipo.
- Locales comerciales y de servicio.
- Clubes de pesca, de yates, etc.
- Restaurantes, bares, etc.
- Telégrafos, correos, fax, etc.
- Aduana y migración.
- Capitanía de puerto, policía marítima, recata, salvamento, etc.
- Alojamiento o departamentos, condominios o casa habitación, según sea el caso.
- Áreas verdes (Con bancas, kioscos, etc.).
- Playa para nadar.
- Zona de buceo.
- Pista de esquí.
- Zona para velear.
- Fondeadero, para embarcaciones de gran eslora o para esperar muelle.
- Acuarios.

La presencia de estos servicios, variará de acuerdo al tipo de instalación y en cada instalación en particular, pudiendo tener únicamente los indispensables o incluirlos todos, más algunos otros que se quieran ofrecer y no estén incluidos en esta relación.

1.5.4 OBRAS FUERA DE LA COSTA.

a) Plataforma para faro.

Es un elemento que no es indispensable en una instalación para embarcaciones recreativas, más en el caso de una instalación de tamaño considerable, será de gran utilidad para proporcionar señalamiento a embarcaciones, y deberá ser incluida en el portulano para dar mayor facilidad de navegación.

b) Plataforma para radar.

Al igual que la anterior no es indispensable su presencia, pero ayudará a proporcionar mayor seguridad a las embarcaciones que utilicen la instalación, principalmente cuando exista mal tiempo.

2. EMBARCACIONES RECREATIVAS.

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS EMBARCACIONES RECREATIVAS.

Las embarcaciones recreativas son las dedicadas a la práctica de actividades de esparcimiento, recreativas y turísticas. Éstas son el elemento central de una instalación para embarcaciones recreativas en cuanto a vehículo se refiere, por ésta razón se ha dedicado el capítulo 2 al análisis de sus características y a la demanda de muelles por éstas embarcaciones.

A lo largo de los litorales Mexicanos tanto del Golfo de México, como del Pacífico, no se cuenta con las instalaciones necesarias para proporcionar una travesía segura a embarcaciones menores de 9.0m (30') por tal razón, actualmente en las instalaciones para embarcaciones recreativas se sugiere tomar en cuenta una flota de 9.0m (30') a 15m (50') de longitud para la planeación, más una área especial para embarcaciones de más de 15m (50'). De cualquier forma, en la actualidad éste deporte comienza a difundirse en nuestro país, por lo que cada día es mayor el número de embarcaciones recreativas de menos de 9.0m que demandan muelles, éste número se verá incrementado fuertemente, cuando se construyan las instalaciones necesarias para garantizar un viaje seguro a éstas embarcaciones, por lo que no está de más contar con un área de las instalaciones para éstas embarcaciones.

2.2 DIFERENTES CLASIFICACIONES DE LAS EMBARCACIONES RECREATIVAS.

2.2.1 DE ACUERDO A SU TAMAÑO.

Como ya se menciona en el capítulo 1, se pueden clasificar en dos grandes grupos que son:

2.2.1.1 EMBARCACIONES PEQUEÑAS.

Son aquellas que pueden ser transportadas por remolque, pueden guardarse en el predio del propietario o en áreas de estacionamiento, protegidas cerca del agua. Por lo general, miden menos de 7.0m (23') de eslora, aunque se pueden encontrar de hasta 10m (33'), que son arrastradas por remolques de dos ejes y 8

ruedas. Pueden ser botadas fácilmente al agua, con sólo utilizar una rampa de concreto o una grúa poste.

2.2.1.2 EMBARCACIONES GRANDES.

Son aquellas que por lo general se mantienen a flote, se sacan únicamente para ser almacenadas en bodegas en la misma instalación en épocas de condiciones adversas a la navegación (Tormentas, invierno en zonas frías). Para botar éstas embarcaciones se emplearán grúas de pórtico, viajeras, o rieles y otros mecanismos más sofisticados.

2.2.2 POR SUS CARACTERÍSTICAS PRIMARIAS.

Por sus características primarias las podemos dividir en dos grandes grupos que son: Embarcaciones de motor y embarcaciones de vela o veleros.

2.2.2.1 EMBARCACIONES DE MOTOR.

Son aquellas cuya característica principal es que su medio de propulsión es por lo menos un motor para mover una o más propelas (hélices), estos motores pueden ser dentro o fuera de borda. El motor fuera de borda, es generalmente portátil, si es estacionario contará con un propulsor acoplado (Alterndrive) con una flecha. Comúnmente el combustible que utilizan estos motores es gasolina o diésel. Su casco es aerodinámico, ya que por lo general, su régimen de velocidades es alto, salvo en las pequeñas embarcaciones con motor fuera de borda; el franco bordo es más alto en los veleros; la forma de su casco en sección transversa, es muy variada. Pueden ser planas en "V" y triple "V" y dependiendo del tipo o tamaño de la embarcación, pueden tener una superestructura alta, cuando tienen cabina; o baja cuando no tiene cabina sino sólo un parabrisas, de ésta manera las podemos dividir en : Yates con cabina y embarcaciones de motor sin cabina.

Una clasificación más detallada de las embarcaciones de motor es la del "Architectural Graphic Standards", que es la siguiente:

- 1.-Pequeño bote de motor fuera de borda y parabrisas (Runabout) con eslora entre 2.9 y 5.85m (9'8" a 19'8").
- 2.-Lancha con motor estacionario y toldo (Sedan) con eslora entre 5.45 y 3.00m (18'2" y 26'9").
- 3.-Lancha con cabina y puente de mando superior (cruzier) con eslora entre 8.40 y 12.6m (28'3" a 42'5").
- 4.-Casa bote o bote casa (House boat) con eslora entre 6.0m y 15.0m (20' y 50')

La clasificación para embarcaciones de motor, que se propone en la presente tesis es la que expone el Ing Manuel Siliceo en su tesis Aspectos generales sobre Marinas, siendo la siguiente:

- a) Bote de motor fuera de borda con casco en "V" (Runabout).
- b) Bote de motor con transmisión diferida (sedan).
- c) Crucero diurno (Day Crusier).
- d) Yate de crucero (Crusier).
- e) Yate.
- f) Bote casa (House boat).
- g) Botes deportivos o de competencia.

- a) Bote de motor fuera de borda con casco en "V" (Runabout).

Son embarcaciones de motor fuera de borda, para unas cuantas horas de navegación cerca de la costa y en aguas tranquilas, éstas embarcaciones no cuentan con cabina, sino con un parabrisas y en algunos casos llevan toldo fijo o desmontable.

Por su bajo costo y facilidad de mantenimiento y operación, son las embarcaciones con más amplio mercado; las hay de 2 a 6 plazas y son muy empleadas para paseos de corto recorrido, para pesca deportiva, para esquiar, arrastrar deslizadores o paracaídas, etc., los hay con dirección tipo automóvil o con dirección accionada con una palanca acoplada al motor fuera de borda.

- b) Bote de motor con transmisión diferida (sedan).

La única diferencia con el anterior, es que en lugar de motor fuera de borda, cuenta con un motor estacionario y conjunto de propulsión acoplado, y en general son un poco más grandes.

- c) Crucero diurno (Day crusier).

Es un crucero de fin de semana, permite vivir de 3 a 5 personas, por lo general cuentan con un motor de gasolina estacionario y equipo propulsor adecuado, cuenta con cabina, es de gran maniobrabilidad y alta velocidad de crucero. Cuenta con literas, baño y cocineta, su autonomía fluctua entre las 200 y 300 millas náuticas, sus instrumentos de navegación son simples (Compas, cuenta millas, radio receptor, transmisor, etc.). Este tipo de Yate es con frecuencia utilizado para llevar turistas de pesca deportiva.

- d) Yate de crucero.

Son embarcaciones de cabina, de crucero o recreo (comunmente llamadas Yates, aunque a un velero con cabina también se le llama Yate), con gran autonomía, de buena estabilidad, franco bordo alto, mandos internos, con camarotes, baños y cocina. Cuentan con equipo de radio, radiobonda, radiogoniómetro, etc., con autonomía de hasta 500 millas; su eslora va de 10 a 18m (33 a 59'), su casco es generalmente de madera contrachapada o de aluminio, e inclusive de plástico; algunas cuentan con dos motores, tiene una capacidad de 5

a 8 personas, con todos los instrumentos de navegación pero menos sofisticados que en el Yate. Los Yates crucero más difundidos, son el "Fisherman" y el "Criscraft".

e) Yate.

Son similares a los Yates crucero pero más grandes y completos, su casco por lo general es de acero, pero los hay contruidos con chapa de madera o de fibra de vidrio; su eslora es superior a los 18.0m (59') y por lo general cuenta con tripulación profesional; su equipo de navegación es más sofisticado que el del Yate de crucero, pueden navegar cualquier distancia y los de gran eslora, hasta travesías oceánicas.

f) Bote casa.

A nivel unicamente de información complementaria; el Bote casa, de casco plano, de planta rectangular, principalmente para lagos o aguas tranquilas, no sirve precisamente para navegar, es para quien gusta de vivir sobre el agua (pensionados), y que eventualmente, se mueven con propulsión propia de un sitio a otro. Estas embarcaciones no atracan en las instalaciones mencionadas en la presente tesis.

g) Botes deportivos o de competencia.

Son por lo general, embarcaciones fuera de borda muy aerodinámicas, de casco plano para altas velocidades, en las que se somete al piloto y embarcación a grandes esfuerzos.

2.2.2.2 EMBARCACIONES DE VELA O VELEROS.

Su medio de locomoción y atractivo, es la vela que es activada por el viento, sus características principales son: el mástil o mástiles que soportan el velamen, su timón y por debajo de su casco cuenta con una quilla, por regla general, debe contar con un motor auxiliar para las maniobras en puerto o para cuando no exista viento suficiente para mover la embarcación.

Su casco tiene un franco bordo bajo, por lo general son de un casco, pero hay algunos que tienen dos casco gemelos, separados por una cubierta, los cuales se llamarán "Catamarán"; también los hay de tres cascos, los que llamaremos "Trimarán". Además, puede contar con uno o dos flotadores o pontones a ambos lados, para mejorar su equilibrio.

La generación de los distintos modelos de veleros que existen hoy en día en el mercado, responde a la gran variedad de actividades que permite satisfacer éste deporte. Tenemos, desde una simple tabla con vela y orza para infantes o principiantes, hasta los grandes veleros que requieren tripulación profesional, pasando por las ligeras empleadas como medio de transporte para un paseo en aguas litorales, embarcaciones de competencia y muchas otras intermedias.

En las embarcaciones ligeras, por lo general, la velocidad prevalece sobre la comodidad e incluso en forma indirecta, sobre la seguridad, ya que por tratarse de navegación costera o de lagunas, se supone auxilio inmediato, por ello la mayoría de las regatas, salvo las trasoceánicas se realizan paralelas a la costa.

Por el contrario, en los veleros de gran eslora se busca la comodidad y la habitabilidad para los grandes recorridos.

Algunos de los tipos de veleros comerciales más importantes son los siguientes:

- 1.- Optimist: Utilizados para la iniciación, principalmente infantil, son de una vela y una plaza.
- 2.- Finn, Flying, dutchman y Tempest: Son monotipos de poca superficie, de vela única, con orza móvil y dos plazas. Estos tres tipos de veleros son los más universales dentro de su especialidad, ya que sirven para competencia, paseo o entretenimiento.
- 3.- Shipe y Vaurics: Embarcación pequeña de un sólo palo y una vela triangular.

Para la modalidad de cruceros de vela, paralelo a la línea costera, se realizan rutas con escalas que no disten entre sí desde unas cuantas horas de navegación, hasta un día, buscando siempre, pernoctar en un lugar abrigado o en un puerto. Los abrigos naturales, deberán proteger a las embarcaciones contra el viento, oleaje y corrientes. Las esloras de éstas embarcaciones van desde 5.0m (16'5") hasta 30.5m (100').

Los grandes veleros de tres o más mástiles son generalmente buques escuela, cuyo atracadero son instalaciones militar-naval o un puerto comercial pero nunca una instalación para embarcaciones recreativas.

La clasificación de los veleros, varía de país a país; dado que actualmente en nuestro país este deporte todavía no es muy popular, no existe una clasificación definida, por lo que, a continuación se muestra la clasificación de los Estados Unidos de Norteamérica, según el "Architectural Graphic Standards", ya que de este país provienen la mayor parte de las embarcaciones de vela que se encuentran en nuestros litorales.

- 1.- Velero pequeño (Small sailboat) con eslora entre 2.4 y 4.1m. (7'11" y 13'9") de eslora.
- 2.- Velero diurno (Day sailer) con eslora entre 4.7 y 5.75m (15'6" y 19') de eslora.

3.- Velero crucero (Crusing sailboat) con eslora entre 5.8 y 16.4m (19'5" y 54'8") de eslora.

Los europeos clasifican las embarcaciones recreativas, según su eslora en 5 clases:

- I.- De 10 a 21m (33 a 70') de eslora. Navegación sin límite de distancia.
- II.- De 8.8 a 10m (29' a 33') de eslora. Navegación hasta 320Km (200 millas terrestres).
- III.- De 7.75 a 8.8m (25'5" a 29') de eslora. Navegación hasta 160Km (100 millas terrestres)
- IV.- De 7.0 a 7.75m (25'5" a 23') de eslora. Navegación hasta 80Km (50 millas terrestres).
- V.- De 6.4 a 7.0m (21' a 23') de eslora. Navegación hasta 8Km (5 millas terrestres).

Para México se propone la siguiente clasificación:

- a) Velero pequeño: 2.4 a 4m (7'11" a 13'2") de eslora. Para iniciación, competencias o recorridos dentro de la zona de influencia de la instalación.
- b) Velero diurno: 4.0 a 6.0m (13'2" a 19'8") de eslora. Para paseos cortos, de no más de 8Km (5 millas terrestres), no cuentan con espacio para pernoctar en ellos.
- c) Velero crucero clase I: 6.0 a 7.0m (19'8" a 23') de eslora. En éste crucero se pueda pernoctar, pero cuenta con poco espacio y su recorrido de navegación es de hasta 8Km (5 millas terrestres).
- d) Velero crucero clase II: 7.0 a 8.8m (23' a 29') de eslora. Cuenta con espacio para pernoctar comodamente (hasta tres personas), su recorrido de navegación puede llegar a los 160km (100 millas terrestres).
- e) Velero crucero clase III: 8.8 a 10m. (29' a 33') de eslora. Puede alojar más de tres personas para pernoctar, su recorrido de navegación alcanza los 320Km. (200 millas terrestres).
- f) Velero crucero clase IV: 10.0 a 30.5m (33' a 100') de eslora. Cruceros sin límite de navegación.

2.3 ESTADÍSTICAS SOBRE EMBARCACIONES RECREATIVAS EN LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA.

Dada la gran actividad náutica que se realiza en los Estados Unidos de Norteamérica y su cercanía a nuestro país, resulta de gran importancia observar las estadísticas sobre embarcaciones recreativas en ese país y su tendencia, ya que serán éstas las principales cuartas de las instalaciones para embarcaciones recreativas que se construyan en el norte de nuestro país generando numerosos ingresos, y si, se desarrolla un sistema de Marinas que lo permita, las embarcaciones provenientes del vecino del norte podrán llegar a cualquier estado costero de nuestro país. Por ésta razón se incluyen en la presente tesis estadísticas sobre embarcaciones recreativas en ese país.

2.3.1 ESTADÍSTICAS A NIVEL NACIONAL

En la tabla 2.1 se presenta el número de embarcaciones recreativas registradas en los diferentes Estados de la Unión Americana para los años de 1989, 1988, 1987, 1986 y 1985, según la Guardia Costera de los Estados Unidos.

La ley de los Estados Unidos de Norteamérica requiere que toda embarcación con motor sea registrada con excepción de las siguientes:

- a) Botes con propulsión manual.
- b) Botes menores de 8' de eslora y con propulsión de vela.
- c) Embarcaciones públicas.
- d) Embarcaciones documentadas por el Guarda Costas.
- e) Embarcaciones extranjeras.
- f) Botes de salvamento.

La ley permite que los Estados y otras jurisdicciones creen sus propios sistemas de numeración, siempre y cuando cumplan o excedan los requerimientos federales. Hasta el final de 1989 solo Alaska no contaba con un sistema de numeración aprobado, hasta el final de 1987 eran Alaska y New Hampshire, los que no contaban con uno. En estos estados la Guardia Costera consideró las embarcaciones no documentadas equipadas con motor utilizadas en aguas sujetas a la autoridad federal para ser numeradas. En algunos estados se cuenta únicamente con numeración de embarcaciones de motor, en otros se cuenta también con la de cierto tipo de veleros por lo que en la tabla 2.1 se incluye el alcance de la estadística por Estado.

La mayor parte de las embarcaciones recreativas que visitarán las costas mexicanas vendrán de Estados como: California, Texas, Louisiana, Arizona, Nuevo México y Nevada. Ver figura 2.1.

California es indiscutiblemente el Estado que aportará más visitantes a nuestras costas debido a su cercanía, tanto costera como terrestre y su alta población de embarcaciones recreativas, que en 1989 fue de 752,836 embarcaciones, ocupando el 29 lugar a nivel nacional con el 7.0% del total nacional; el segundo Estado más importante para México es Texas, con las mismas características que California, pero con 603,709 embarcaciones recreativas ocupando el 52 lugar nacional, con el 5.6%.

En tercer sitio se considera a Arizona por cercanía terrestre a las costas de Sonora y Sinaloa, y con sus 142,858 embarcaciones recreativas 1.3% del total nacional, es uno de los Estados con mayor número de embarcaciones recreativas registradas por habitante, como se puede apreciar en la figura 2.2

Louisiana se considera el 42 Estado más importante para México, ya que se encuentra relativamente cerca de las costas Mexicanas y tiene una población de 283,467 embarcaciones recreativas, que lo colocan en el 112 lugar, con un 2.7% del total nacional.

Otros dos Estados que pueden tener una fuerte influencia son Nevada y Nuevo México que poseen 40,603 y 35,481 embarcaciones respectivamente, y que por su flata de costas y cercanía a nuestro país, son de gran potencial para México.

Dentro de las estadísticas a nivel nacional, se presentan también las que corresponden a la clasificación de embarcaciones de motor según su modo de propulsión, material del casco y longitud. Ver tabla 2.2.

En la tabla 2.3 se muestra una clasificación por modo de propulsión y material del casco de 1965 a 1988 en porcentajes.

2.3.2 ESTADÍSTICAS A NIVEL REGIONAL.

Debido a que el Estado de California es el que tiene mayor influencia en el número de embarcaciones recreativas que visitan los litorales de nuestro país, aquí se realiza un análisis más detallado de éste Estado

Para ver la importancia económica que la actividad náutica recreativa puede tener en nuestras costas observemos que en 1986 en el Estado de California se tuvo un ingreso bruto de 2.6 mil millones de dolares, se dio trabajo a 40,000 personas pagandose 476 millones de dolares en sueldos. Por otra parte los usuarios gastaron aproximadamente 1.6 mil millones de dolares en combustibles, abarrotes y alojamiento. Los negocios relacionados con la actividad náutica pagaron más de 191 millones de dolares en impuestos locales y estatales. Estas cifras nos dan una idea de la magnitud económica de ésta actividad, la cual puede beneficiar grandemente a nuestro país.

El departamento de Navegación y Desarrollo Oceánico del Estado de California considera 11 áreas económicas de estudio como se puede observar en la fig. 2.3. Estas áreas económicas son las que se considerarán a lo largo de las estadísticas del Estado de California.

Las cuatro áreas económicas con mayor densidad de población de embarcaciones recreativas son en orden descendente: Costa Sur, Bahía de San Francisco, Valle de Sacramento y Desierto del Colorado, que cuentan con el 42.18% de la población de embarcaciones recreativas del Estado. Ver tabla 2.4 y fig. 2.4, ofreciendo un gran potencial de mercado a México por su gran población de embarcaciones; su cercanía con la frontera mexicana, por contar con ciudades de gran importancia como lo son: Los Angeles y San Diego, además se sabe por estudios económicos que California registra el mayor índice de ingresos per capita de todos los Estados de la Unión Americana.

En la tabla 2.5 y fig. 2.5 se muestra la tendencia de crecimiento en el número de embarcaciones en éste Estado y una proyección para el año 2000.

Como se puede observar en la tabla 2.6 la tendencia en cuanto a la eslora de las embarcaciones en el Estado de California es de crecimiento ya que entre 1973 y 1990 vemos que el número de embarcaciones pequeñas se ha reducido en un 10.8%, mientras que las de tamaño mediano han aumentado en 9.8% y las grandes aumentaron un 1%. Otro dato interesante que se desprende de éstas estadísticas es que solo el 6.6% de las embarcaciones del Estado de California son capaces de adentrarse en las costas de nuestro país, ya que no se cuenta con las instalaciones necesarias para ofrecer travesías seguras a embarcaciones de menos de 7.9m de eslora. Hay que recordar que una embarcación de vela de entre 7.75 y 8.6m puede navegar un máximo de 160 Km. (100 millas terrestres) entre abrigo y una embarcación de motor de longitud similar alcanza los 500km. (300 millas terrestres) entre abrigo. Por lo anterior es de suma importancia la construcción de Puertos de resguardo y/o puertos de oportunidad.

En la tabla 2.7 y fig. 2.6 se muestra la distribución de las embarcaciones recreativas en los diferentes cuerpos de agua según su eslora y en la tabla 2.8 y fig. 2.7 el uso que se le da a las embarcaciones respecto a su eslora, pudiéndose observar, que nuevamente la tendencia es que la mayor parte de las embarcaciones que lleguen a nuestras costas sean las de mediana y gran eslora.

De acuerdo al departamento de Navegación y Desarrollo Oceánico en su documento titulado: "Estudio para la planeación del desarrollo de la infraestructura para embarcaciones recreativas, existe un déficit de instalaciones para embarcaciones recreativas principalmente, en el Área económica de la Costa Sur, como se puede observar en la tabla 2.9.

Dentro de sus recomendaciones señalan, la necesidad urgente de incrementar el número de instalaciones en ésta área. Dado que actualmente el área económica de la Costa sur se encuentra saturada de instalaciones y la posibilidad de realizar ampliaciones en las existentes es reducida, incrementar la infraestructura resulta complicado. Esta situación puede ser muy benéfica para México, ya que, además del atractivo natural de nuestros litorales, estos no se encuentran saturados con instalaciones o embarcaciones.

Tabla 2.1 Número de embarcaciones recreativas por estado

| ESTADO | P* | %* | 1989 | 1988 | 1987 | ALCANCE |
|---------------|----|-----|----------|-----------|----------|---------|
| ALABAMA | 19 | 2.0 | 214,151 | 212,406 | 203,092 | MVR |
| ALASKA-1 | 48 | 0.3 | 29,665 | 28,945 | 27,763 | KF |
| ARIZONA | 29 | 1.3 | 142,858 | 120,500 | 117,202 | TE |
| ARKANSAS | 28 | 1.4 | 146,490 | 147,050 | 144,657 | Me-3 |
| CALIFORNIA | 2 | 7.0 | 752,836 | 734,817 | 708,847 | MV>8 |
| CAROLINA N. | 14 | 2.4 | 267,446 | 256,264 | 241,858 | M |
| CAROLINA S. | 10 | 2.8 | 302,282 | 282,611 | 268,034 | M |
| COLORADO | 34 | 0.7 | 82,653 | 82,783 | 79,640 | MV |
| CONNECTICUT | 32 | 0.9 | 98,254 | 94,819 | 86,427 | MV>19.5 |
| DAKOTA N. | 41 | 0.4 | 43,507 | 40,495 | 36,332 | M |
| DAKOTA S. | 39 | 0.5 | 49,674 | 45,867 | 39,257 | MT>12 |
| DELAWARE | 42 | 0.4 | 41,019 | 41,563 | 43,121 | M |
| DIST. DE COL. | 52 | 0.0 | 4,895 | 4,054 | 2,859 | TE |
| FLORIDA | 3 | 6.6 | 710,831 | 675,474 | 644,813 | M |
| GEORGIA | 13 | 2.5 | 270,134 | 264,698 | 254,483 | MV>12 |
| HAWAII | 51 | 0.1 | 13,501 | 14,250 | 14,009 | MV>8 |
| IDAHO | 36 | 0.6 | 63,421 | 61,392 | 57,251 | M |
| ILLINOIS | 9 | 3.1 | 339,979 | 326,483 | 295,127 | MV>12 |
| INDIANA | 18 | 2.0 | 218,228 | 213,585 | 206,307 | M |
| IOWA | 26 | 1.5 | 158,258 | 187,279 | 195,673 | Te-4 |
| ISLA RHODE | 46 | 0.3 | 36,775 | 29,855 | 28,500-2 | M |
| KANSAS | 33 | 0.9 | 89,888 | 89,664 | 88,365 | MV |
| KENTUCKY | 31 | 1.1 | 113,166 | 114,571 | 124,150 | M |
| LOUISIANA | 11 | 2.7 | 283,457 | 293,390 | 300,931 | M |
| MAINE | 30 | 1.2 | 132,039 | 123,723 | 114,182 | M |
| MARYLAND | 23 | 1.6 | 173,523 | 168,763 | 160,368 | M |
| MASSACHUSETTS | 16 | 2.3 | 250,250 | 224,115 | 196,541 | M |
| MICHIGAN | 1 | 7.9 | 856,749 | 788,453 | 746,979 | M |
| MINNESOTA | 4 | 6.6 | 706,085 | 692,528 | 673,503 | Te-5 |
| MISSISSIPPI | 24 | 1.6 | 170,515 | 159,413 | 144,989 | MV |
| MISSOURI | 15 | 2.5 | 263,841 | 264,652 | 258,712 | MV>12 |
| MONTANA | 44 | 0.4 | 40,000-2 | 34,343 | 37,087 | MV>12 |
| NEBRASKA | 38 | 0.5 | 57,268 | 55,525 | 56,446 | M |
| NEVADA | 43 | 0.4 | 40,603 | 38,279 | 37,162 | M |
| NUEVO HAMPS. | 25 | 0.7 | 77,229 | 14,500-2 | 15,214 | TF |
| NUEVA JERSEY | 27 | 1.5 | 158,253 | 173,208 | 150,121 | MT>12 |
| NUEVO MEXICO | 47 | 0.3 | 35,481 | 34,549 | 24,974 | MV |
| NUEVA YORK | 7 | 3.9 | 419,956 | 385,000-2 | 383,868 | M |
| OHIO | 8 | 3.5 | 380,412 | 375,194 | 366,289 | TE |
| OKLAHOMA | 22 | 1.7 | 184,703 | 181,335 | 187,043 | TE |
| OREGON | 25 | 1.5 | 165,771 | 159,999 | 153,087 | MV>12 |
| PENNSYLVANIA | 12 | 2.5 | 279,159 | 266,315 | 251,154 | M |
| TENNESSEE | 17 | 2.2 | 233,403 | 224,769 | 214,646 | MV |
| TEXAS | 5 | 5.6 | 603,709 | 607,111 | 606,370 | M |
| UTAH | 37 | 0.5 | 58,464 | 45,311 | 49,583 | MV |

Continuación de la tabla 2.1 Número de embarcaciones recreativas por estado

| ESTADO | P* | %* | 1989 | 1988 | 1987 | ALCANCE |
|-------------|-------|-----|------------|------------|-----------|---------|
| VERMONT | 45 | 0.4 | 37,437 | 36,209 | 34,484 | M |
| VIRGINIA | 20 | 1.8 | 196,119 | 186,426 | 174,726 | M |
| VIRGINIA O. | 40 | 0.6 | 49,356 | 45,336 | 44,396 | M |
| WASHINGTON | 21 | 1.8 | 195,791 | 179,066 | 159,567 | MV>16 |
| WISCONSIN | 6 | 4.5 | 482,336 | 480,821 | 461,545 | MV>12 |
| WYOMING | 50 | 0.2 | 22,476 | 21,965 | 21,536 | M |
| GUAM | 55 | 0.0 | 512 | 526 | 993-2 | M |
| ISLAS VIRG. | 53 | 0.0 | 3,819 | 3,926 | 3,614 | M |
| MARIANAS N | 54 | 0.0 | 518 | 470-2 | 145 | M |
| PUERTO RICO | 49 | 0.3 | 28,149 | 27,818 | 25,024 | M |
| SANCA AMER. | 56 | 0.0 | 66 | 110 | 110 | M |
| TOTAL | 100.0 | | 10,777,370 | 10,362,613 | 9,963,696 | |

Fuente: Guardia costera de los Estados Unidos de Norteamérica.

*% Porcentaje del total nacional.

P* Posición a nivel nacional.

- 1 Estados que no cuentan con un sistema de numeración aprobado al final del año.
- 2 Estimado (no se recibió reporte)
- 3 Arkansas excluye embarcaciones con motores de 10HP o menos utilizados únicamente durante el día.
- 4 Iowa excluye embarcaciones inflables de menos de 2.15m (7') de longitud y canoas/kayaks de menos de 3.95m (13').
- 5 Minnesota excluye embarcaciones sin motor de menos de 2.75m de longitud y embarcaciones para la caza de patos.

Alcance del sistema de numeración:

- (M) Todas las embarcaciones de motor
- (V) Todos los veleros
- (R) Todas las embarcaciones rentadas
- (Mf) Todas las embarcaciones de motor en aguas federales
- (E) Todas las embarcaciones
- (Me) Todas las embarcaciones de motor con excepciones
- (Ve) Todas las embarcaciones de velero con excepciones
- (V>8) Veleros de más de 2.45m (8') de eslora
- (V>12) Veleros de 3.65m (12') o más de eslora
- (V>12) Veleros de más de 3.65m (12') de eslora
- (V>16) Veleros de 4.85m (16') o más de eslora
- (V>19.5) Veleros de 5.95m (19.5') o más de eslora
- (I>12) Otras embarcaciones de más de 3.65m (12')

Tabla 2.2 Clasificación de las embarcaciones de motor a nivel nacional de acuerdo a su medio de propulsión y material del casco, en porcentajes para 1989.

| MADERA | | FIBRA DE VIDRIO | | ALUMINIO | | ACERO | | OTROS | | TOTAL | |
|---|------|-----------------|-------|----------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|
| F/B | D/B | F/B | D/B | F/B | D/B | F/B | D/B | F/B | D/B | F/B | D/B |
| CLASE A - MENOS DE 4.85m. (16') | | | | | | | | | | | |
| 1.65 | 0.07 | 18.66 | 1.75 | 27.57 | 0.20 | 0.26 | 0.01 | 2.40 | 0.08 | 50.54 | 2.11 |
| CLASE B - DE 4.85m. (16') A MENOS DE 7.95m. (26') | | | | | | | | | | | |
| 0.93 | 0.51 | 17.12 | 13.87 | 9.55 | 0.47 | 0.41 | 0.03 | 0.53 | 0.17 | 28.54 | 15.05 |
| CLASE C - DE 7.95m. (26') A MENOS DE 12.2m. (40') | | | | | | | | | | | |
| 0.05 | 0.48 | 0.21 | 2.07 | 0.27 | 0.03 | 0.07 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.62 | 2.70 |
| CLASE D - DE 12.2m. (40') A MENOS DE 19.8m. (65') | | | | | | | | | | | |
| 0.00 | 0.07 | 0.01 | 0.22 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.38 |
| TOTAL POR MEDIO DE PROPULSIÓN | | | | | | | | | | | |
| 2.63 | 1.13 | 36.00 | 17.91 | 37.41 | 0.78 | 0.77 | 0.15 | 2.95 | 0.27 | 79.76 | 20.24 |
| TOTAL POR MATERIAL DEL CASCO | | | | | | | | | | | |
| 3.76 | | 53.91 | | 38.19 | | 0.92 | | 3.22 | | | |

F/B: Fuera de borda; D/B: Dentro de borda.

Fuente: Guardia costera de los Estados Unidos de Norteamérica.

En ésta tabla se consideran 9,986,972 embarcaciones numeradas de menos de 19.8m (65'). Todas las embarcaciones reportadas como dentro de borda con manejo exterior se considerarán como econsiderarán veleros con motor, ya sea dentro o fuera de borda, se incluyen en ésta tabla. Para algunos Estados con información incompleta, todas o algunas de las embarcaciones fueron distribuidas utilizando el reporte del año anterior o empleando el mismo porcentaje de un Estado colindante. Las 868,398 embarcaciones registradas que no se muestran en la tabla incluyen: 225,793 veleros sin motor; 63,980 veleros auxiliares (con motor de tipo de desconocido); 244,539 canoas sin motor; 93,679 botes de remos; 91,561 botes jet; 3,123 embarcaciones de motor de más de 19.8m (65') de eslora y 145,453 embarcaciones miscelaneas.

Tabla 2.3 Clasificación de las embarcaciones de motor a nivel nacional de acuerdo a su medio de propulsión y material del casco, en porcentajes de 1985-1988.

| | MADERA | FIBRA DE VIDRIO | ALUMINIO | ACERO | OTROS | TOTAL |
|-----------------|--------|-----------------|----------|-------|-------|-------|
| 1988 | | | | | | |
| TOTAL | 4.33 | 52.67 | 38.72 | 0.94 | 3.34 | |
| FUERA DE BORDA | 3.04 | 36.33 | 37.85 | 0.78 | 3.04 | 81.04 |
| DENTRO DE BORDA | 1.29 | 16.34 | 0.87 | 0.16 | 0.30 | 18.96 |
| 1987 | | | | | | |
| TOTAL | 4.59 | 52.15 | 38.92 | 1.12 | 3.22 | |
| FUERA DE BORDA | 3.20 | 36.62 | 38.12 | 0.91 | 2.93 | 81.78 |
| DENTRO DE BORDA | 1.39 | 15.53 | 0.80 | 0.21 | 0.29 | 18.22 |
| 1986 | | | | | | |
| TOTAL | 5.07 | 51.36 | 39.48 | 0.93 | 3.16 | |
| FUERA DE BORDA | 3.60 | 37.13 | 38.72 | 0.78 | 2.86 | 83.09 |
| DENTRO DE BORDA | 1.47 | 14.23 | 0.76 | 0.15 | 0.30 | 16.91 |
| 1985 | | | | | | |
| TOTAL | 5.64 | 50.17 | 40.43 | 1.00 | 2.76 | |
| FUERA DE BORDA | 4.02 | 37.18 | 39.70 | 0.84 | 2.52 | 84.26 |
| DENTRO DE BORDA | 1.62 | 12.99 | 0.73 | 0.16 | 0.24 | 15.74 |

Fuente: Guardia costera de los Estados Unidos de Norteamérica.

Tabla 2.4 Embarcaciones recreativas por área económica.
(Estado de California).

| AREA ECONOMICA | NÚMERO DE EMBARCACIONES | PORCENTAJE DEL TOTAL ESTATAL | POSICIÓN EN EL ESTADO |
|------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|
| COSTA DEL NORTE | 14,591 | 2.04 | 9 |
| BAHIA DE SAN FRANCISCO | 156,284 | 21.93 | 2 |
| COSTA CENTRAL | 30,632 | 4.30 | 6 |
| COSTA SUR | 241,513 | 33.89 | 1 |
| VALLE DE SACRAMENTO | 119,124 | 16.72 | 3 |
| DELTA CENTRAL | 23,932 | 3.35 | 8 |
| VALLE DE SAN JOAQUIN | 26,684 | 3.74 | 7 |
| VALLE DE TULARE | 36,388 | 5.10 | 5 |
| LAHONTAN NORTE | 3,520 | 0.49 | 10 |
| LAHONTAN SUR | 825 | 0.15 | 11 |
| DESIERTO DEL COLORADO | 59,081 | 8.29 | 4 |

Fuente: Departamento de vehículos de motor, Guardia Costera del Estado de California.

Tabla 2.5 Tendencia de crecimiento de la embarcaciones recreativas de 1963 a 1990 y proyección al año 2000 por áreas económicas.

| REGION | 1963 | 1966 | 1969 | 1972 | 1990 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| COSTA NORTE | 7,837 | 9,159 | 9,628 | 10,843 | 14,591 |
| BAHIA DE SAN FRANCISCO | 72,019 | 82,540 | 97,793 | 115,395 | 156,284 |
| COSTA CENTRAL | 10,848 | 12,274 | 14,343 | 17,927 | 30,632 |
| COSTA SUR | 109,394 | 128,000 | 150,843 | 169,900 | 241,513 |
| VALLE DE SACRAMENTO | 38,237 | 45,020 | 54,283 | 67,085 | 119,124 |
| DELTA CENTRAL | 7,488 | 8,576 | 10,900 | 13,172 | 23,932 |
| VALLE DE SAN JOAQUIN | 7,511 | 8,973 | 11,849 | 14,876 | 26,684 |
| VALLE DE TULARE | 15,666 | 18,494 | 21,165 | 23,626 | 36,388 |
| LAHONTAN NORTE | 1,168 | 1,283 | 1,546 | 1,767 | 3,520 |
| LAHONTAN SUR | 467 | 513 | 512 | 621 | 825 |
| DESIERTO DEL COLORADO | 15,718 | 18,365 | 20,486 | 23,693 | 59,081 |
| TOTAL ESTATAL | 286,353 | 333,196 | 393,338 | 458,913 | 712,574 |

Fuente: Departamento de Navegación y Desarrollo Oceánico del Estado de California.

Proyectando gráficamente (fig. 2.5) se obtienen 870,000 embarcaciones para el año 2000.

Tabla 2.6 Tendencia de crecimiento en cuanto eslora de las embarcaciones recreativas de 1973 a 1990 en porcentaje.

| AÑO | 0 A MENOS DE 4.85m 0 A MENOS DE 16' | 4.85m A MENOS DE 7.95m 16' A MENOS DE 26' | 7.95m Y MÁS 26' Y MÁS |
|------|--|--|--------------------------|
| 1973 | 58.8 | 35.6 | 5.6 |
| 1990 | 48.0 | 45.4 | 6.6 |

Fuente: Departamento de Navegación y Desarrollo Oceánico del Estado de California.

Tabla 2.7 Distribución de las embarcaciones recreativas en los diferentes cuerpos de agua de acuerdo a su eslora, en porcentajes.

| ESLORA (m) | COSTA | RÍOS | LAGOS | OTROS |
|------------------------|-------|------|-------|-------|
| 0 < 4.25 (0 < 14') | 18.9 | 16.8 | 60.1 | 3.9 |
| 4.25 < 4.85 (14 < 16') | 18.3 | 14.7 | 63.6 | 3.4 |
| 4.85 < 5.45 (16 < 18') | 20.3 | 16.3 | 60.6 | 2.5 |
| 5.45 < 6.40 (18 < 21') | 38.8 | 14.7 | 43.4 | 2.8 |
| 6.40 < 7.95 (21 < 26') | 72.1 | 11.3 | 13.9 | 2.6 |
| 7.95 < 9.45 (26 < 31') | 79.0 | 13.4 | 4.9 | 2.6 |
| 9.45 Y MÁS (31' Y MÁS) | 79.1 | 15.2 | 3.0 | 2.8 |
| TODAS LAS ESLORAS | 26.3 | 15.5 | 54.6 | 3.2 |

Fuente: Departamento de Navegación y Desarrollo Oceánico del Estado de California.

Tabla 2.8 Actividades en las que se emplean las embarcaciones recreativas de acuerdo a su eslora, en porcentajes.

| ESLORA (m) | COMER- CIAL | VELEO | ESQUI | PESCA | NAVE- GACIÓN | OTROS |
|------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|
| 0 < 4.25 (0 < 14') | 0.8 | 8.3 | 4.4 | 69.4 | 11.1 | 5.6 |
| 4.25 < 4.85 (14 < 16') | 0.1 | 8.0 | 21.4 | 53.1 | 14.2 | 2.0 |
| 4.85 < 5.45 (16 < 18') | 0.3 | 4.8 | 39.0 | 32.7 | 20.3 | 2.9 |
| 5.45 < 6.40 (18 < 21') | 1.1 | 13.0 | 26.4 | 33.4 | 22.7 | 3.3 |
| 6.40 < 7.95 (21 < 26') | 2.6 | 37.7 | 3.7 | 24.4 | 27.6 | 4.0 |
| 7.95 < 9.45 (26 < 31') | 4.3 | 34.0 | 0.8 | 20.9 | 34.3 | 6.0 |
| 9.45 Y MÁS (31' Y MÁS) | 4.0 | 22.0 | 0.7 | 16.3 | 48.1 | 9.1 |
| TODAS LAS ESLORAS | 0.6 | 19.4 | 18.0 | 49.5 | 17.1 | 4.1 |

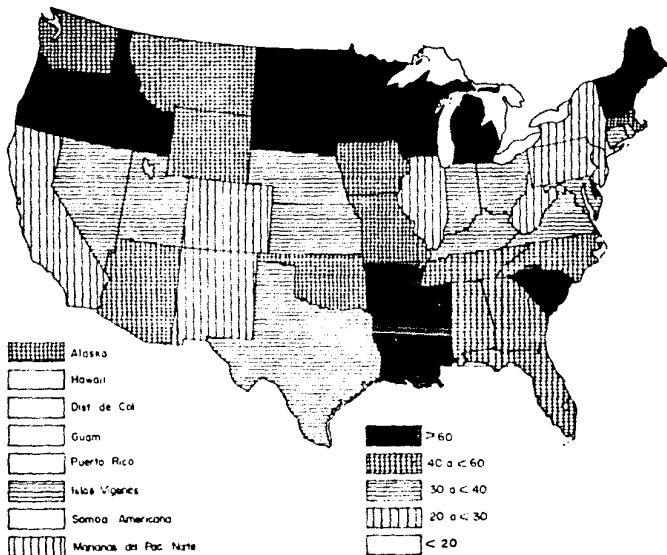
Fuente: Departamento de Navegación y Desarrollo Oceánico del Estado de California.

Tabla 2.9 Demanda de rampas de lanzamiento y embarcaderos para 1970 y 1980 en la Costa sur y Bahía de San Francisco.

| AÑO | COSTA SUR | | BAHIA DE SAN FRANCISCO | | ESTADO DE CALIFORNIA | |
|-----------------------|-----------|---------|------------------------|---------|----------------------|---------|
| | OFERTA | DEMANDA | OFERTA | DEMANDA | OFERTA | DEMANDA |
| RAMPAS DE LANZAMIENTO | | | | | | |
| 1970 | 227 | 227 | 252 | 252 | 1,765 | 1,765 |
| 1980 | 323 | 943 | 358 | 695 | 2,510 | 2,756 |
| EMBARCADEROS | | | | | | |
| 1970 | 26,020 | 32,822 | 16,449 | 17,813 | 61,271 | 65,483 |
| 1980 | 36,352 | 48,881 | 22,980 | 26,528 | 85,600 | 97,522 |

Fuente: Departamento de Navegación y Desarrollo Oceánico del Estado de California.

Fig.2.2 NUMERO DE EMBARCACIONES RECREATIVAS POR CADA 1,000 HABITANTES EN 1989.



FUENTE: Guardia costera de los E.U.A

Fig. 2.4 NUMERO Y PORCENTAJE DE EMBARCACIONES POR AREAS ECONOMICAS DEL ESTADO DE CALIFORNIA HASTA MAYO DE 1990

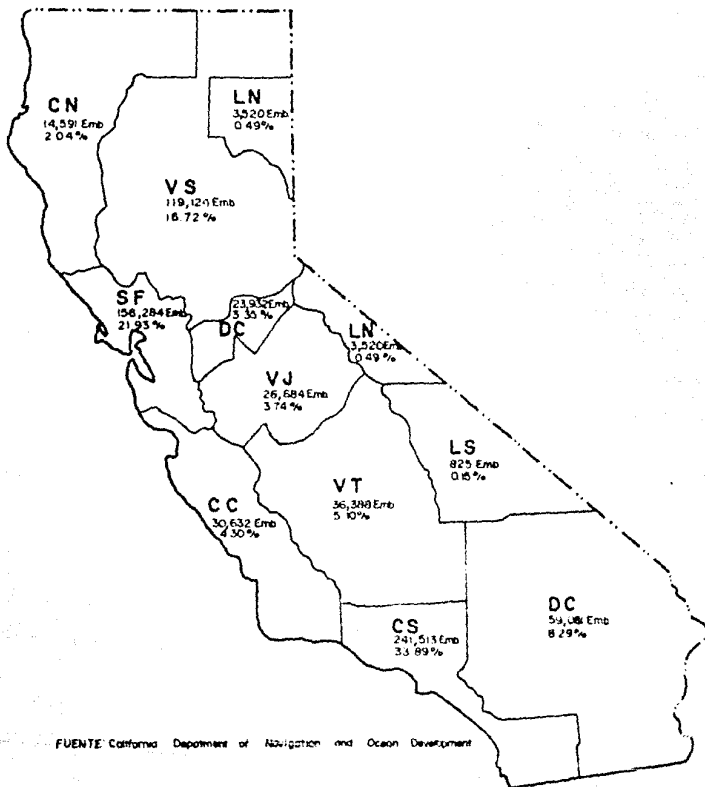


Fig. 2.5 TENDENCIA DE CRECIMIENTO DE LAS EMBARCACIONES RECREATIVAS DE 1963-1990 Y PROYECCION AL AÑO 2000.

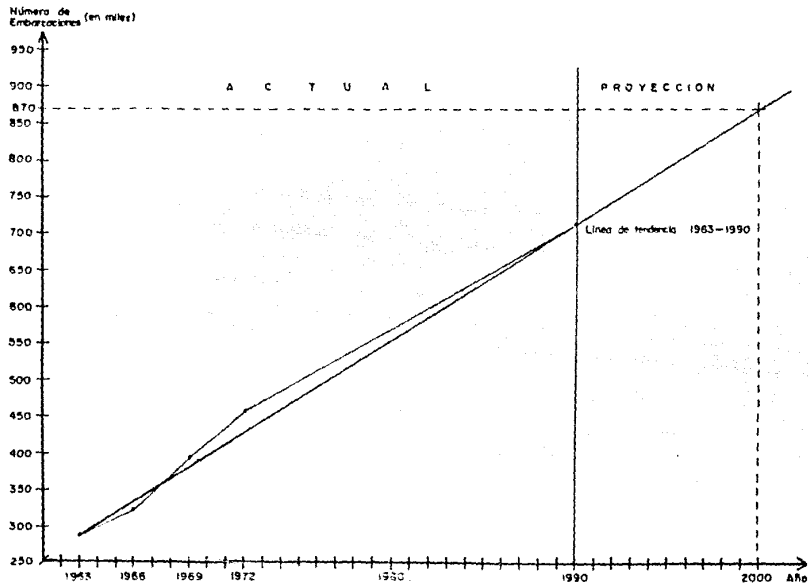
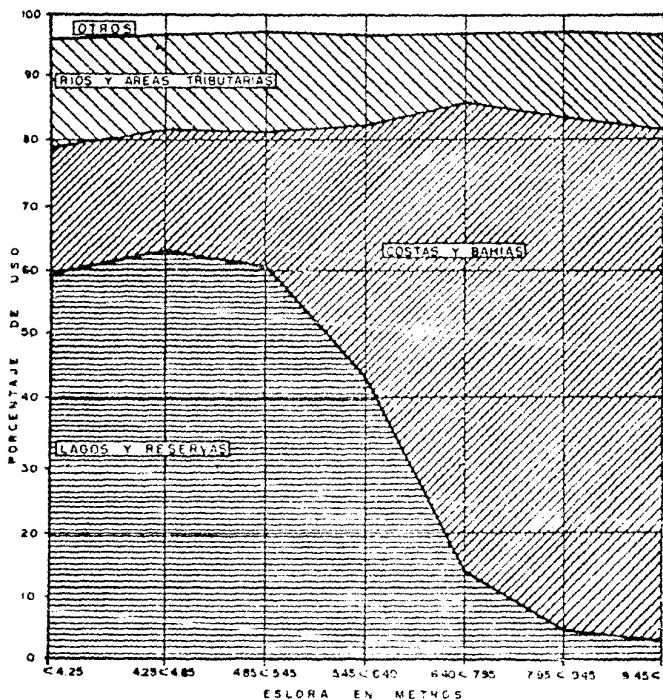
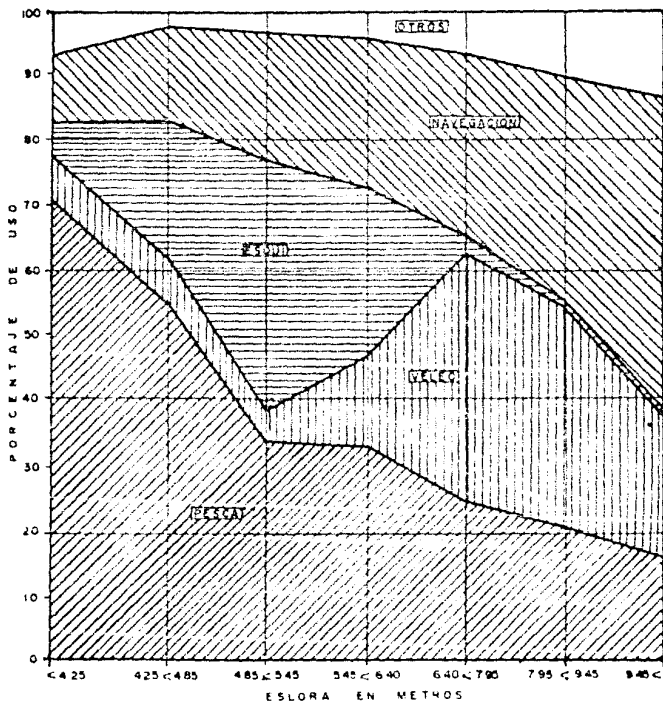


Fig. 2.6 DISTRIBUCION DE LAS EMBARCACIONES RECREATIVAS EN LOS DIFERENTES CUERPOS DE AGUA DE ACUERDO A SU ESLORA.



FUENTE Tabla 2.10

Fig. 2.7 ACTIVIDADES EN LAS QUE SE EMPLEAN LAS EMBARCACIONES RECREATIVAS DE ACUERDO A SU ESLORA.



FUENTE Tabla 2.11

3. MUELLES.

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MUELLES.

Como ya se menciona en el Capítulo 1 los muelles nos sirven para atracar las embarcaciones, para abordar o desabordar a su tripulación y para abastecer a la embarcación de combustible y lubricantes.

En los muelles, se debe contar con: Agua potable, energía eléctrica, drenaje, botes de basura y equipo contra incendio. Otros servicios que se pueden ofrecer son: Vigilancia, teléfono, interfono, música ambiental, etc. Si la instalación no cuenta con sistema de drenaje o evacuación de aguas negras, se prohibirá utilizar los sanitarios de la embarcación al encontrarse ésta atracada, en cuyo caso los sanitarios se tendrán en tierra.

La disposición típica de muelles consiste en tener una serie de pasarelas principales, las cuales son perpendiculares al malecón, son de longitud variable y a su vez, cada pasarela principal cuenta con una serie de pequeñas pasarelas o muelles perpendiculares llamados muelles de atraque en ambos lados, los cuales son paralelos entre sí, por lo que se le llama peine a todo el conjunto.

Las pasarelas principales se unen a tierra mediante una escalera o rampa llamada "portalón", el cual descansa sobre el muelle marginal o muelle en tierra.

Otra disposición, consiste en que las pasarelas principales en lugar de ser aisladas o independientes, se les ligue por medio de una pasarela marginal o paralela al malecón, con lo que se pueden eliminar algunos portalones, ya que se puede tener un solo portalón para dos o tres pasarelas principales.

El portalón, cuando se trata de muelles flotantes es una rampa con pasamanos, de pendiente variable que provee de acceso a pie, entre la costa o un muelle fijo y una estructura flotante. Estará articulada en el bordo superior (exterior) del malecón, deslizando libremente sobre el muelle en su otro extremo, cuando suba o baje la marea. El piso del portalón al igual que el de los muelles, deberá ser antiderrapante.

3.1.1 DISPOSICIÓN DE LOS MUELLES.

Una vez que se hayan determinado, el número y dimensiones de las embarcaciones que van a llegar a nuestra instalación, se buscará minimizar el espacio requerido para el atraque de las embarcaciones de manera segura y funcional.

Esto será importante, ya que cada área que no se utilice reducirá las ganancias de la instalación, muelles más anchos de lo necesario o canales de atraque muy amplios, reducirán el área de agua que puede ser vendida lo cual deberá evitarse. Por otra parte, tampoco será conveniente que los muelles sean tan cortos que la parte posterior de la embarcación quede fuera de él, ya que será probable que la embarcación sufra daños.

La forma más eficiente para el atraque de embarcaciones recreativas, la obtenemos con cualquiera de las dos disposiciones mencionadas anteriormente, en las que podemos tener muelles sencillos, en los cuales cada embarcación tendrá muelle en ambos lados o muelles dobles en los cuales cada embarcación cuenta con muelle solo de un lado, eliminando de ésta manera un muelle.

Por diversas razones deberá procurarse que las embarcaciones más grandes sean ancladas cerca de la entrada. Primeramente por que son menos susceptibles a la acción del oleaje residual que existe cerca de la entrada, necesitan una área mayor para maniobrar, la cual generalmente se encuentra cerca de la entrada por el volumen de tráfico que ahí se tiene; en cambio si se anclan en zonas internas, los canales interiores deberán ser más anchos, lo que lleva a desperdicio de área de agua. Además, las embarcaciones entre más grandes, requerirán de una mayor profundidad, la cual se tiene, por lo general, cerca de la entrada.

Si se tiene renta de embarcaciones recreativas, éstas deberán ubicarse cerca de la entrada y de la oficina donde se rentan, y el estacionamiento para los coches de los rentadores de embarcaciones, deberá estar separados del estacionamiento de los usuarios que rentan muelles, pero podrá estar combinado con el estacionamiento para visitantes.

Los veleros sin motor auxiliar que llegen a la instalación deberán amarrar en embarcaderos abiertos, orientados hacia los vientos dominantes y con canales amplios.

Las rampas de lanzamiento y grúas, deberán localizarse lo más retiradas posible de las zonas de amarre, dado que existen diferencias de hábitos entre los usuarios que llegan a la instalación por agua y los que lo hacen por tierra. Siempre que sea posible las embarcaciones que llegan en remolques, deberán contar con una entrada separada o ser lanzadas directamente al cuerpo principal de agua, sin que utilicen el puerto. En caso de que se tengan que compartir las mismas aguas protegidas, deberá ubicarse cerca de la entrada. Algunas veces la rampa de

lanzamiento se construye en el extremo interior del puerto, donde existe una mayor área de estacionamiento, teniendo que compartir el canal principal ambos tipos de embarcaciones, por lo que éste deberá ser lo suficientemente ancho para acomodar ambos tráficos, sin que exista congestión.

La mejor zona para localizar el muelle de servicio es cerca de la entrada en una área protegida del oleaje, en el canal de acceso, buscando que no interfiera con el tráfico del canal, y de tal manera que ninguna embarcación se desvíe lejos de su ruta para utilizar éste servicio. Tampoco, debe localizarse donde constituya un peligro de incendio por la cercanía de otros servicios o botes amarrados. El terreno adyacente deberá ser propicio para la colocación de los sistemas de almacenamiento de combustible y de fácil acceso para los camiones distribuidores. La estación de bombeo, se deberá localizar en la misma área, generalmente junto al muelle de servicio, para que pueda ser supervisada por el encargado de la estación pero no tan cerca de las bombas de combustible que el cliente tenga que esperar a que se realicen las maniobras de bombeo de combustible, antes de amarrar para surtir su embarcación.

Resulta conveniente contar con muelles cerca de la administración para que los usuarios temporales, que arriben por primera vez, puedan registrarse fácilmente y esperar a que se les asigne un lugar de amarre en la instalación, evitando interferir con las embarcaciones ya registradas; el amarre de las embarcaciones en éste muelle deberá ser sólo temporal.

3.1.2 SUGERENCIAS PARA LA DISPOSICION DE LOS MUELLES.

- Los muelles deberán orientarse paralelos a la corriente principal nunca de costado.
- Las embarcaciones deberán ser amarradas a sus cuatro esquinas, a menos que se puedan amarrar fuertemente a uno de sus costados.
- Los muelles deben disponerse en ángulo recto, respecto a la pasarela principal y ésta se debe orientar, procurando formar un ángulo recto, respecto al malecón para aprovechar el área de manera más eficiente.
- Debe procurarse la disposición simétrica de los muelles en ambos lados de la pasarela principal, es decir, que un muelle de 10m. de longitud debe ser opuesto a otro muelle de 10m., uno de 8m. debe ser opuesto a otro de 8m., etc. Estructuralmente, esto permite la transmisión simétrica del esfuerzo a la pasarela principal. En muelles flotantes, permite la compensación del movimiento de balanceo, inducido al muelle por la acción del oleaje en uno de los muelles por las fuerzas de flotación del muelle opuesto sin inducir fuerzas grandes de torsión a la pasarela principal, la disposición simétrica de los muelles, también facilita la instalación de los servicios.

- Siempre que sea posible, deberá incorporarse una "Tee" al final de la pasarela principal. Ésta contribuirá grandemente a la estabilidad lateral del muelle. En el caso de estructuras flotantes, la "Tee" amortiguará significativamente la acción del oleaje, protegiendo así a las embarcaciones en el interior de la estructura. Ver fig. 3.1.
- Cuando se tengan diferentes tamaños de muelles a lo largo de la pasarela principal, los muelles más pequeños, deberán localizarse hacia la costa. De ésta forma, las embarcaciones de menor calado serán colocadas en la zona donde es más común que exista menor profundidad, dentro de la instalación y se tendrá mayor espacio para amarrar en el extremo interior de la pasarela principal.
- Las pasarelas principales menores de 60m. de longitud pueden ser rectas. Las mayores, deberán tener una curvatura o ángulo a aproximadamente la mitad de la pasarela, esto con el fin de mejorar la estabilidad lateral de la pasarela, y la ventaja principal es el factor psicológico, ya que una pasarela recta, parece más larga de lo que en realidad es, en cambio con una curvatura o ángulo, se reduce ésta impresión.
- Arreglos con pasarelas, con formas curvadas o en estrella, resultan caros en su construcción y mantenimiento, conducen a daños en las embarcaciones y desperdicios de espacio. Por lo tanto debe evitarse su inclusión en las instalaciones para embarcaciones recreativas.

3.1.3 EMBARCADEROS SENCILLOS.

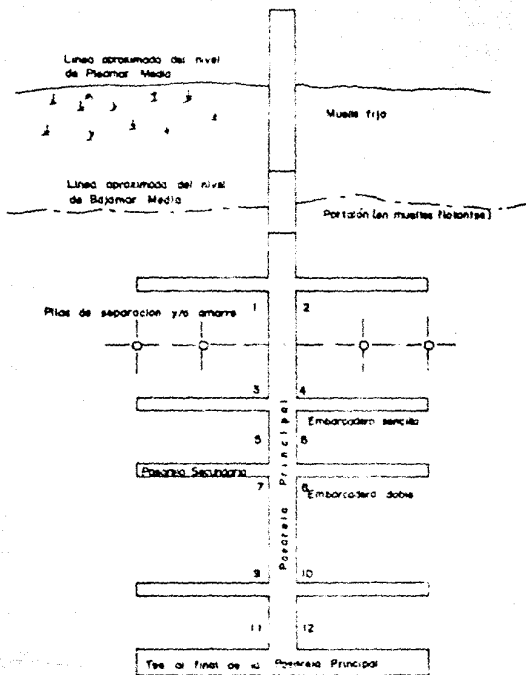
Como ya se mencionó anteriormente, los embarcaderos sencillos son aquellos en los que cada embarcación cuenta con muelle en ambos lados o muelle y pilas de separación. Ver fig 3.1.

Estos embarcaderos permiten un atraque más seguro de las embarcaciones, ya que se podrá amarrar a sus cuatro esquinas, pero requieren de una mayor área de agua y aumentan costos debido a la construcción de un número mayor de muelles.

Cuando se utilicen pilas de separación para embarcaderos de más de 7.5m (25'), se debe localizar una pila al final del embarcadero llamada pila exterior y otra aproximadamente a la mitad del embarcadero, a la que se le puede llamar pila de embarcadero, que se utiliza para contrarrestar el movimiento de vaiven de adelante para atrás y para proporcionar protección al embarcadero entre muelles adyacentes. Ambas pilas deben contar con las mismas especificaciones de anclaje.

El ancho de los muelles para embarcaderos sencillos es usualmente de 0.75m (2.5') que es el mínimo permitido en muelles flotantes, ya que muelles más delgados se vuelven inestables. El ancho de los muelles se incrementará en relación con la longitud del muelle. Ver capítulo 5.

Fig. 3.1 COMPONENTES DE UN MUELLE



3.1.4 EMBARCADEROS DOBLES.

En estos, cada embarcación tiene muelle, en uno solo de sus costados, o sea que contendrá dos embarcaciones sin que exista un muelle entre ellas o pilas de separación. Ver fig. 3.1.

Estos embarcaderos dan mayor flexibilidad en el amarre de las embarcaciones, ahorran área de agua y generalmente ahorran dinero.

Sus ventajas son que las embarcaciones atracadas en un embarcadero doble están más expuestas a ser averiadas por operadores descuidados de otros botes y es más complicado proteger a las embarcaciones entre sí, cuando la acción del oleaje las hace girar significativamente.

El embarcadero sencillo es el más gustado por los propietarios de las embarcaciones, pero es más caro que el doble con cualquiera de los arreglos mencionados. El sistema que se utilice, dependerá en gran medida de a que estén acostumbrados los propietarios de las embarcaciones del área local o de las cuotas que estén dispuestos a pagar.

Cuando se construyan embarcaderos dobles se debe considerar que el esfuerzo lateral en los muelles se incrementará de manera considerable, ya que cada muelle deberá soportar totalmente el esfuerzo producido por dos embarcaciones amarradas a él.

En embarcaderos dobles es común que todos los muelles sean de 1.25m La pasarela principal varía mucho dependiendo de la región, en promedio tienen un ancho de 2.45m (8') con una variación entre 1.80m (6') y 4.90m (16'). En los muelles más anchos se incluye espacio para conexiones a los pilotes, casilleros para equipo, dispositivos contra incendios y servicios, mientras que en los más angostos, se tienen todas las posibles obstrucciones en las uniones de los muelles con la pasarela principal. En muelles fijos se tienen anchos mayores por ser más económicos y pueden llegar a servir como caminos para vehículos de servicio.

En cuanto al amarre de las embarcaciones, cuando tenemos un embarcadero sencillo la embarcación podrá ser fácilmente amarrada de sus cuatro esquinas. En embarcaderos dobles se pueden utilizar varios métodos para evitar el choque de la embarcación con los muelles y pasarela principal entre los que están: Colocar una pila de amarre en el centro entre el extremo de los muelles, amarre en tres puntos, utilización de varillas de acero, y sistema de amarre en cooperación entre los dos ocupantes del embarcadero doble. Ver figura 3.2. También se pueden tener muelles delgados de amarre que por lo general son de la mitad de la longitud del embarcadero).

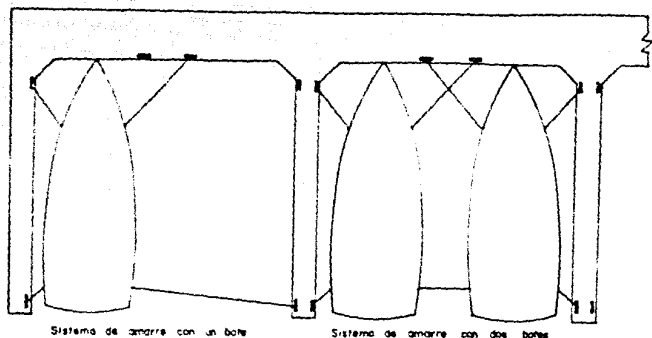


Figura 3.2 Sistema de amarre en cooperación para embarcaderos dobles.

3.1.5 Sugerencias para los embarcaderos.

- Un peine deberá dar servicio preferente a embarcaciones de la misma eslora, evitando tener muelles de todos tamaños ya que se complica el proceso constructivo.
- Los embarcaderos dobles son prácticos siempre y cuando los muelles se extiendan en toda la longitud del embarcadero, para permitir que las embarcaciones sean amarradas fuertemente al muelle adyacente, siempre y cuando el embarcadero no exceda los 10.5m (35') de longitud.
- En aguas con mareas considerables, los embarcaderos dobles en muelles fijos no son recomendables; en este caso, será necesario utilizar pilas de separación.
- Los embarcaderos dobles no deben utilizarse para embarcaciones de más de 10.5m (35'), ya que en condiciones extremas de inercia en embarcaciones de mayor eslora, pueden causar daños por contacto de bote a bote, bote a muelle o por un operador poco cuidadoso.

3.2 MUELLES FIJOS.

Los muelles fijos son menos caros que los muelles flotantes pero están limitados a regiones en las que la fluctuación del nivel del agua no sea muy grande. Cuando el nivel del agua no varía más de 0.60m (2'), un muelle fijo será la mejor opción. Siempre y cuando el lecho marino no este a más de 6m (20') de profundidad, si se tiene una fluctuación de 0.60m (2') a 1.50m (5'), se puede utilizar un muelle fijo, si no se usa de manera permanente, pero en muchas ocasiones será preferible optar por un muelle flotante, paravariaciones mayores a 1.50m (5') deberán emplearse muelles flotantes.

Cuando se utilice madera para su construcción, ésta debe ser debidamente tratada para evitar fallas por pudrimiento, debido a el agua o a organismos vivos. Los tratamientos pueden ser a base de creosota a presión, creosota de alquitran, ambos de la mayor calidad posible. En aguas infestadas con limo, se debe dar una impregnación de arcénico en capas a la madera. Para mayor información deberán consultarse manuales de tratamiento de madera para agua dulce o salada, según sea el caso. El incremento de la vida útil de la madera tratada justifica plenamente su costo, de cualquier forma debe considerarse que la madera tendrá una vida corta, cuando se utilice en aguas saladas tropicales.

Debido a la posibilidad de fallas por defectos, no detectados en la madera, todas las tablas del puente deberán ser de 2 pulgadas de espesor y no menos de 6 pulgadas de ancho. Todos los pernos, clavillas, clavos, etc. deberán ser galvanizados. Las tablas del puente deben ser aseguradas a las vigas de soporte con clavos que penetren cuando menos 3 pulgadas para evitar que sean sacados por la flexión producida, por el tráfico constante de personas. Las pilas que sobresalgan del puente, deben contar con algún tipo de capa o cubierta protectora. En la fig. 3.3 se muestra una sección típica de un muelle fijo de madera.

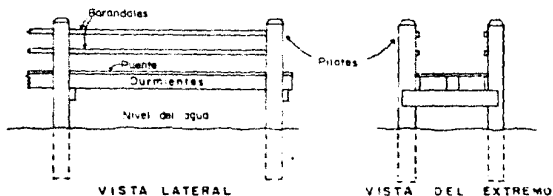


Figura 3.3 Sección típica de un muelle fijo de madera

Las estructuras metálicas para muelles fijos, resultan por lo general muy caras, pero se han desarrollado algunos sistemas que emplean el factor de fácil construcción para reducir su costo por su relativamente fácil instalación en obra. La mayor parte de éstas son de acero tubular para la parte estructural y lamina de metal o tabla de madera para el puente. La mayor parte de las estructuras de aluminio o acero sufren corrosión en agua salada después de algunos años, por lo que se debe ser cuidadoso con el tratamiento o capas que se apliquen a éstas estructuras. Estructuras de cobre-aluminio han mostrado una resistencia excepcional a la corrosión. En la fig. 3.4 se muestra una sección típica de muelle fijo, utilizando metal. (14)

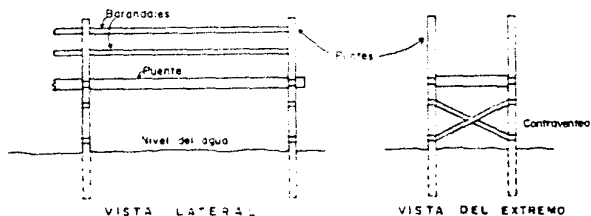


Figura 3.4 Sección típica de un muelle fijo de metal.

Cuando la madera es escasa o costosa, se utiliza frecuentemente concreto reforzado. El diseño estructural de muelles de concreto reforzado, es similar al de madera, excepto por las conexiones y uniones y la carga muerta es mayor, pero ésta se puede reducir con la utilización de concreto ligero. Todo el concreto reforzado utilizado en aguas saladas, deberá tener al menos 3 pulgadas de concreto cubriendo el refuerzo de acero, para evitar corrosión. Este recubrimiento puede ser inútil si no se tiene cuidado en el colocado y vibrado del concreto.

Las estructuras de concreto pretensado han sido empleadas con éxito en construcciones marinas, pero para la construcción de muelles en instalaciones para embarcaciones recreativas resulta caro.

Si se diseña el muelle de manera que la industria construya, solo dos tamaños de tablonos (para pasarela principal y para muelles de atraque), los costos se podrán reducir para hacer competitiva su construcción respecto a otros sistemas, especialmente empleando secciones agregadas ligeras. En la fig. 3.5 se muestra una posible sección y detalles de la colocación de concreto pretensado sobre pilotes.

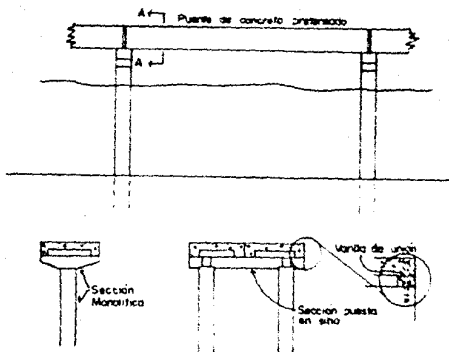


Figura 3.5 Sección de un muelle fijo de concreto pretensado y detalles de colocación.

Quando los pilotes de concreto son tratados correctamente, tienen una vida natural razonablemente larga. Son fácilmente reemplazables cuando sufren algún daño. Por otra parte una superestructura de madera es conveniente por la facilidad con que las uniones se pueden realizar, después de la construcción final.

La elevación del puente debe ser aproximadamente de 30 cm. (1') arriba del nivel de aguas máximas, y la pasarela principal y muelles deben contar con defensas que se extiendan hasta 30 cm. (1') arriba del nivel de aguas mínimo, diseñado de tal forma que evite que las embarcaciones puedan atorarse cuando suba la marea.

Las líneas para los servicios deben ir por debajo del puente, preferentemente fijadas a la parte exterior de las vigas, donde estarán protegidas y accesibles para realizar inspecciones y mantenimiento.

3.2.1 CARGAS VERTICALES.

Las estructuras fijas construidas sobre el agua, deberán ser diseñadas de manera que la cubierta soporte no menos de 245 kg/m² (50 lb/pie²) para los muelles y 490 Kg/m² (100 lb/pie²) para pasarelas principales y pisos de edificios. Cuando transiten vehículos por las pasarelas principales, la carga vertical de

diseño deberá incrementarse de acuerdo a los vehículos que la vayan a utilizar.

3.2.2 CARGAS HORIZONTALES.

El anclaje de la estructura y el refuerzo transversal requerido para soportar cargas verticales en la mayoría de los muelles fijos, serán por lo general, adecuados para soportar la carga por viento, que es la mayor carga horizontal que se presenta en un muelle, pero si se llega a tener alguna duda, deberá analizarse la estructura.

3.3 MUELLES FLOTANTES.

Los muelles flotantes han adquirido gran popularidad debido, por un lado, a la variación de la marea, que en la mayoría de los casos es mayor a 60 cm (2'), por lo que estos son más cómodos que un muelle fijo y por otro, por la flexibilidad en su distribución, que permite cambios en la configuración de los muelles, cuando por el crecimiento o cambios en las esloras y mangas de las embarcaciones sea necesario modificar la disposición de los muelles, ya que se pueden quitar los pilotes guías fácilmente y recolocarlos en otra posición.

Los muelles flotantes son generalmente más caros que los muelles fijos, pero la dificultad para el amarre y lo incomodo del abordaje o desabordaje de la embarcación cuando se tiene un nivel bajo de marea en un muelle fijo, justifica el empleo de un muelle flotante.

De todos los aspectos que se requieren analizar, para el diseño de una instalación para embarcaciones recreativas, el más controvertido es la selección de los materiales empleados para la flotación, estructuras y puente de los muelles flotantes; generalmente el puente es de madera soportado por los flotadores o pontones, los cuales anteriormente eran de madera balsa cubiertos de lona impermeable de plástico sólido, luego aparecieron los de fibra de vidrio o plástico, últimamente, la tendencia es utilizar módulos huecos de concreto armado, donde la cubierta y el flotador son una sola unidad rellena de espuma de poliestireno u otro material similar, o flotadores de fibra de vidrio rellenos con materiales como el poliestireno y una cubierta de concreto reforzado de poco espesor, en ambos caso las piezas se unen con tablones de madera para formar los peines.

Las estructuras o uniones como en el caso de los sistemas de concreto mencionados anteriormente, son por lo general de madera, ya que la mayor parte de los materiales, no pueden resistir una flexión constante como la que se tiene en un muelle flotante, durante un largo periodo de tiempo, sin que ocurran fallas por fatiga. Algunos durmientes de metal han sido utilizados como conexiones flexibles, ya que mantienen la flexión por debajo de los límites peligrosos de fatiga.

3.3.1 SELECCIÓN DE LOS MATERIALES DE FLOTACIÓN.

El primer material utilizado para la flotación fue el ordinario leño de madera, y en algunas áreas es el material más barato que se puede utilizar para este propósito, su inconveniente es el que tiende a saturarse de agua y hundirse después de algunos años, por lo que su uso no es recomendado más que en circunstancias muy especiales.

Los materiales ligeros más existentes para la construcción de muelles flotantes son las espumas como son: El poliestireno extruido, el poliestireno expandido y el poliuretano, estos materiales han sido utilizados generalmente sin ninguna protección, por lo que han sido atacados por plantas y animales acuáticos; grandes acumulaciones de plantas acuáticas en los flotadores pueden llegar a ser vistosas y enredarse en la propelas; también se han reportado pajaros y animales marinos, arrancando pedazos de espuma al buscar organismos vivientes amadrigados en la superficie de los flotadores. Por estas razones actualmente se prefiere protegerlos con algún tipo de cubierta, que resista el ataque de organismos marinos, especialmente en aguas saladas.

Esta protección puede ser una capa de emulsión de acetato de polivinil o poliuretano denso, aplicada con brocha o spray, fibra de vidrio y aplicación de resina, una capa de yeso o una cubierta de concreto. El poliestireno extruido es preferido sobre el poliestireno expandido por su uniformidad y por ser completamente impermeable al agua, aunque si no es correctamente tratado, puede ser dañado por derrames de productos derivados del petróleo y se deberá proteger mediante una cubierta resistente al hidrocarbón cuando exista un alto riesgo de derrame de estos productos.

El poliestireno expandido también se puede hacer resistente al hidrocarbón y es generalmente más económico, si no es producido adecuadamente puede ser penetrado por el agua y perder la cantidad deseada de cohesión. Para reducir costos, muchos productores utilizan el mínimo de material, sobre expandiendo las capas de bolitas, produciendo de esa manera una espuma muy desmenuzable con un alto contenido de vacíos, por otra parte si el calentado no es uniforme, se producirán grietas en la espuma. Por estas razones deberá buscarse que se cuente con la densidad especificada y se tengan buenas técnicas de expansión por calor.

Dado que la utilización del poliestireno en la construcción de los flotadores empleados en instalaciones para embarcaciones recreativas, cuenta con gran popularidad actualmente, se presentan a continuación las especificaciones recomendadas por el Departamento de Navegación y Desarrollo Oceánico del Estado California.

1.- Materiales.

El poliestireno se puede formar por expansión de granos o bolitas de alta densidad en un molde o directamente de la resina base por extrusión. El material debe tener una composición firme y esencialmente unicelular. No deberán utilizarse materiales reprocesados.

2.- Dimensiones.

Si no existe una especificación especial, el tamaño estandar ofrecido por el productor, será incorporado al diseño con un mínimo de cortes en campo; la tolerancia en cada dimensión será de 1 pulgada de más o de 0.5 pulgadas de menos.

3.- Color.

Será el que maneje el productor para cada tipo de poliestireno; una variación en color será indicador de daños o deterioro por lo que no deberá ser aceptado.

4.- Acabado superficial.

La superficie de la espuma deberá ser resistente, pulida, sin hoyos, protuberancias, grietas, depresiones, ondulaciones, marcas por golpes, o rayones profundos.

5.- Olor.

El material no deberá presentar ningún olor desagradable.

6.- Cubierta exterior.

En todas las localidades en las que el agua este sujeta a infestación por animales barrenadores marinos que dañen el poliestireno, este deberá ser cubierto con un material capaz de resistir cualquier ataque de organismos marinos, y aunque no exista la presencia de estos organismos será preferible que cuente con una capa protectora.

7.- Propiedades físicas.

Los cubos de espuma de poliestireno deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

a) Densidad: 24 kg/m^3 (1.5 lb/pie³)

b) Resistencia a compresión: 0.552 kg/cm^2 (20lb/pul²) mínimo con 5% de deformación.

c) Resistencia a tensi6n: 1.104kg/cm² (401b/pul²) m6nimo al rompimiento.

d) Resistencia al cortante: 0.96kg/cm² (251b/pul²) m6nimo al rompimiento.

8.-Absorci6n de la humedad.

La m6xima absorci6n de agua permisible ser6 de 0.586kg/m² (0.12 lb/pie²) en superficie descubierta, cuando se sumerja en agua de acuerdo al Departamento de Defensa de Los Estados Unidos de Norteam6rica, especificaciones militares MIL-P-40619 (3 de abril de 1962) 4.5.7.

9.- Resistencia al hidrocarb6n.

Los cubos de poliestireno utilizados en las proximidades del muelle de servicio de combustible u otras 6reas donde puedan existir productos de petr6leo flotando en el agua, deber6n ser resistentes al hidrocarb6n. Los materiales empleados para este efecto no deber6n mostrar reblandecimiento o hinchaz6n cuando sean probados por el m6todo de inmersi6n especificado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteam6rica, especificaciones militares MIL-P-40619 (3 de abril de 1962) 4.5.10

10.- Forma.

Las superficies terminadas de los cubos deber6n quedar en planos normales, de manera que cuando sean instalados definitivamente en el muelle flotante, queden en un plano horizontal con el agua. Las esquinas podr6n ser curvas o cuadradas.

El poliuretano es m6s caro que el poliestireno, pero es preferido algunas veces, ya que puede ser introducido f6cilmente a un molde sin requerir de procesos costosos, adem6s es resistente al hidrocarb6n. Existen dos tipos, pero solo uno es impermeable, el monocelular, lo que siempre deber6 especificarse, al igual que el poliestireno, deber6 contar con una cubierta protectora.

Se debe tener cuidado al seleccionar la cubierta que se utilizar6 observando que sea compatible con la espuma. Por ejemplo: las resinas de poliester no se pueden utilizar con el poliestireno, pero funcionar6 bien con el poliuretano; la emulsi6n de acetato de polivinil y el poliuretano denso, podr6n aplicarse directamente al poliestireno con lo que se tendr6 una cubierta resistente. Para la uni6n del poliestireno se emplear6 pegamento Epoxy, este pegamento se podr6 utilizar en cualquier espuma. Si se utiliza fibra de vidrio y aplicaci6n de resina sobre el poliestireno, se deber6 aplicar primero una cubierta de Epoxy, que sea compatible con la resina. Cuando se utilice una envoltura, esta deber6 ser bien asegurada en la parte superior de la espuma, haciendo un doble a la envoltura.

La mayor parte de los flotadores huecos se están remplazando con flotadores rellenos de espumas, ya que los flotadores huecos presentan problemas de filtración de agua, condensación de la humedad en su interior y vandalismo (principalmente hoyos por balas). Los flotadores de fibra de vidrio son los más comunes y por lo general cuentan con un corazón de alguna espuma. Prácticamente todos los flotadores de fierro tubular, están rellenos de espumas, siendo particularmente útiles donde se tienen problemas por hielo y objetos flotantes pesados. Actualmente casi todas las cajas de metal se llenan con espumas también.

Otra alternativa son los flotadores y puente de concreto monolítico rellenos de espuma. Uno de los sistemas más prometedores es el flotador de fibra de vidrio o de plástico con corazón de espuma moldeada sobre la que se coloca el puente de concreto reforzado, como se indica en la fig. 3.6.

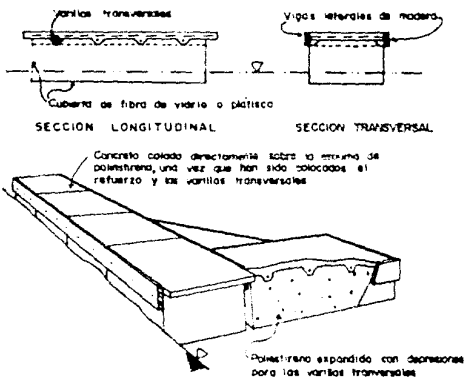


Figura 3.6 Muelle de flotador de fibra de vidrio y poliestireno con puente de concreto.

Las vigas laterales, las vigas transversales y los sistemas de varillas hacen estas unidades excepcionalmente resistentes si el concreto es mezclado y colocado correctamente. El puente resulta un poco pesado, pero este tipo de muelles no tienen problemas de volteo, ya que el peso extra y la rigidez del puente de concreto agrega un elemento de inercia bajo el tráfico de transeuntes, que lo hace aproximadamente igual al muelle de concreto monolítico, en estabilidad. Debe considerarse que el peso extra del concreto en los flotadores provoca un esfuerzo severo en las vigas de unión y en las conexiones con la pasarela principal bajo condiciones de olas moderadas u oleaje, por lo que este sistema deberá ser instalado exclusivamente en dársenas que estén bien protegidas contra el oleaje y en las que no se genere oleaje interno considerable. En climas fríos se han presentado problemas de formación de hielo sobre el puente, al utilizar este sistema, pero en el territorio nacional no existe problema por el agradable clima de nuestro país.

Los muelles muy ligeros tienden a brincotear, por lo que son comúnmente preferidos los más pesados. Una solución a este problema es dejar una cámara sin rellenar de espuma en la parte inferior del flotador, de esta manera ya que se ha colocado el flotador, este espacio se rellena con agua, que penetra a través de pequeños hoyos en la parte inferior de la cubierta. Con esto se le da mayor inercia sin aumentar la carga muerta sobre el corazón de espuma. Los resultados son: Menores brincoteos, sin aumento de la carga muerta antes de su colocación en el agua. Ver fig. 3.7.

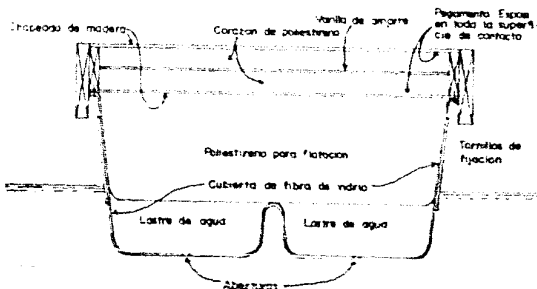


Figura 3.7 Flotador con lastre de agua.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Los dos métodos más utilizados para asegurar los bloques flotantes a la estructura del puente son:

- a) Taquetes para trabajo duro, introducidos en agujeros hechos en la parte lateral de la espuma.
- b) Amarre con nylon de 2 pulgadas de ancho.

El método de amarre con nylon es preferido por ser más seguro y más fácil de remover del flotador, si tiene que ser reparado o remplazado. La superficie de unión deberá ser lo suficientemente grande para prevenir que se rompa la espuma al aplicar la máxima carga. La espuma puede ser cargada hasta con 3,515.5Kg/m² (51b/pul²) aproximadamente, pero es poco resistente al esfuerzo de torsión, por lo que las áreas de contacto no deberán separarse más de 60cm (2') y ser continuas a lo largo de cada orilla.

3.3.2 CARGAS VERTICALES Y ALTURA DEL PUENTE.

El sistema estructural de un muelle flotante, deberá ser diseñado cuidadosamente para cuidar su capacidad para soportar las cargas de diseño, así como resistir cargas por viento, corrientes y cargas por impactos. Los muelles flotantes son normalmente diseñados para soportar la carga muerta, más una carga viva de 100kg/m² (20lb/pie²). La altura del puente sobre el nivel del agua, bajo carga muerta, esta determinada principalmente por los tamaños y tipos de embarcaciones que vayan amarrar en el puerto. Esta altura varía generalmente entre 35 y 51cm (14 y 20") la cual deberá ser constante en todo el sistema, para facilitar el abordaje a las embarcaciones y para asegurar que las vigas laterales estén por debajo del franco bordo de las embarcaciones más pequeñas y de las defensas de las embarcaciones más grandes.

El límite inferior es necesario, para evitar que las olas pasen encima del puente, cuando se tenga la máxima carga viva de diseño, el bordo libre bajo la acción de las cargas vivas y muertas al mismo tiempo no deberá ser menor de 20cm (8").

Cargas concentradas en los cabezales suelen exceder los 150kg/m² (30lb/pie²), un sistema de muelles flotantes bien diseñado deberá ser capaz de distribuir la carga en los muelles adyacentes, así como a lo largo del cabezal.

Es importante recordar, que la mayor parte de las embarcaciones recreativas son abordadas cerca de la parte final de los muelles, para abordar en la parte abierta detrás de la cabina de los cruceros típicos, por lo que la flotación deberá ser la adecuada a todo lo largo de los muelles.

Los portalones agregan una considerable carga muerta extra a la zona de acceso de la pasarela principal, requiriendose suficiente flotación adicional para mantener el nivel del puente, mencionado anteriormente.

En los muelles de servicio, se deberán considerar cargas vivas mayores, debido a los materiales pesados que se almacenan temporalmente en el puente. La carga viva dependerá del uso que se vaya a hacer del muelle, pero el ingeniero deberá considerar que por cada 2200 lbs (1000 kg) el puente soportará 1000 lbs (450 kg). Para evitar hundimientos excesivos, es recomendable repartir la carga en la parte del muelle que tenga contacto con tierra.

Muelles rectangulares pequeños y pasarelas largas y estrechas sin muelles perpendiculares, son naturalmente inestables. Será acertado en estos casos, al introducir la carga muerta por medio de lastre o con el uso de contrapeso u otros materiales pesados. Si es posible, los materiales de flotación deberán localizarse en las orillas. Pasarelas y muelles largos y estrechos podrán ser estabilizados si los vigas de apoyo se localizan más frecuentemente y pueden ser apoyados en pilas, al cruzarse de través a la estructura, para lograr una mejor distribución de las cargas vivas concentradas.

Una consideración importante para la estabilidad de los vigas de apoyo o defensas laterales, será asegurarse que alguna parte contacte con el fondo de la embarcación, que sea capaz de absorber en el muelle, cuando se dé alguna mala maniobra. Esto, por lo que se evitar el resaca en la proa o en la popa del apoyo del muelle, al estar muy por encima del nivel del agua. En estos casos, la defensa o viga de apoyo del muelle deberá extenderse hasta 20 cm (8") arriba del nivel del agua cuando se tengan cargas muertas únicamente. También existen embarcaciones que tienen un franco bordo muy alto que puede ser estabilizado con pesos en el muelle, lo cual se puede evitar con defensas verticales, por medio de pilas que se extiendan sobre el nivel del muelle, colocadas a intervalos de aproximadamente 10 m.

El nivel del puente y los tipos de muelles utilizados, dependerán fundamentalmente de las características de las embarcaciones que se usen, de la naturaleza de sus constructores locales y de la naturaleza de las aguas.

Los muelles típicos y el portafán que es el extremo de la dársena a los muelles flotantes, están diseñados para soportar una carga viva por lo que puede darse en ella, por el hecho, una concentración de carga en la parte alta del sistema y en el portafán, sin el conocimiento de los usuarios, pero una vez que se se encuentran en la parte flotante, las personas se darán cuenta de cualquier problema debido a la inclinación del puente o al hundimiento parcial de un flotador entonces retrocederán de manera intuitiva o desocuparán el muelle, para que se recupere la seguridad del sistema. Es por esta razón que todos los elementos del sistema del puente y las conexiones entre flotadores, deberán ser diseñadas para las cargas de diseño en sistemas

fijos, que normalmente varían entre 195 y 245kg/m² (40 a 50 lb/pie²) pero este valor puede ser especificado por el Ingeniero Proyectista. Una especificación adicional para la carga del puente es que una carga concentrada, por ejemplo de 200kg (440lb) podrá ser colocada en cualquier parte del puente, sin exceder la capacidad máxima de carga de diseño y que no existan inclinaciones de más de 6 grados respecto a la horizontal.

3.3.3 CARGAS LATERALES.

La máxima carga lateral que se presenta en muelles fijos o flotantes es usualmente, la producida por vientos fuertes soplando contra la estructura y las embarcaciones amarradas; esta carga es por lo general mayor a la generada por el impacto que se produce normalmente por el acercamiento de las embarcaciones al atracar o, por corrientes.

La carga lateral de diseño se calcula normalmente en términos de una velocidad de viento, actuando en el perfil de las estructura y la parte de la embarcación, que sobresale del agua. Algunos ingenieros simplifican los cálculos considerando, que la altura promedio de la embarcaciones en muelles descubiertos es de 15% de la longitud del embacadero. Esta consideración es conservadora pudiendose encontrar valores más reducidos, como los que se muestran en la fig. 3.8 Para mayor información ver capítulo 5.

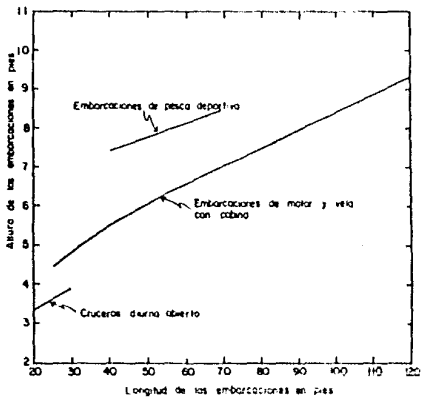


Figura 3.8 Perfiles promedio de las embarcaciones recreativas.

Para el cálculo de la carga lateral se toman dos direcciones: Paralelo y perpendicular a la pasarela principal. Si el anclaje ó refuerzo lateral es adecuado para éstas dos direcciones, lo será probablemente, para cualquier otra dirección. Los vientos de diseño, serán determinados de acuerdo a las estadísticas sobre los vientos locales.

Generalmente, los vientos de diseño son especificados por el Ing. Proyectista, si no es así, deberán ser determinados de acuerdo a las estadísticas sobre los vientos locales.

3.3.4 ANCLAJE.

El sistema de anclaje más económico es por medio de pilotes guías. Para el espaciamento de los pilotes guías en un muelle flotante se debe tomar en cuenta, que una pasarela principal con pilotes adyacentes separados de 12 a 15m (40 a 50') de distancia entre sí, será lo suficientemente rígida en el plano horizontal y resistirá las cargas de flexión debidas al esfuerzo producido por el viento, por lo que casi no se observará flexión en la pasarela. La mayor parte de las guías para los pilotes se flexionarán, deformándose en cantiliver desde el fondo, permitiéndose así, que las cargas por viento sean distribuidas uniformemente en todo el sistema. Las guías no deberán tener más de 7.5 a 10cm (3 a 4 pulg) de juego, y su centro de resistencia, deberá ser aproximadamente concéntrico con el centro de cargas. Cada guía deberá ser diseñada para resistir la carga de diseño del pilote en cualquier dirección, transmitir la carga de manera segura a los miembros estructurales de la pasarela principal, ya sea directamente o a través de los muelles. Guías que no roben completamente al rededor del pilote, no transmitirán la carga en ciertas direcciones provocando cargas elevadas en otros pilotes.

En instalaciones en que prevalezcan vientos de moderados a fuertes o en las que existan corrientes, algunas de las guías tomarán toda la carga lateral la mayor parte del tiempo. Por lo que tendrán un rápido desgaste, algunas guías cuentan con mecanismos de ajuste lateral que permite el ajuste de cada una y distribuyen la carga de manera equitativa a todos los pilotes del sistema. Estos casos son poco comunes, pero cuando se presentan deberán utilizarse guías para trabajo forzado y fáciles de remplazarse, en aquellas que estén sujetas a mayores cargas. Como lo son los bloques de madera resistente o dispositivo rodante para trabajo pesado.

El equipo para el manejo e incendio de los pilotes es generalmente muy grande, por lo que es preferible colocar, en primer término los pilotes y posteriormente el sistema flotante.

Es entonces, necesario colocar cada pilote en el lugar predeterminado, por medio de control en costa, posteriormente se mueve el sistema flotante a su lugar y finalmente se construye la gufa al rededor del pilote. Esto requiere de una planeación cuidadosa y que algunos muelles sean enganchados, una vez instalada la pasarela principal. Un buen lugar para localizar los pilotes, es en la esquina de la unión entre pasarela principal y muelle.

Generalmente, los dos muelles que forman la "Tee" al final de la pasarela principal, son el lugar ideal para amarrar una embarcación del doble de la eslora de los embarcaderos, por ésta razón estos muelles son más anchos que los demás y asegurados con pilotes en sus extremos. Cuando se permite el amarre de embarcaciones de grandes dimensiones al final de la pasarela principal, deberán ser consideradas en diseño por viento.

Los muelles de más de 10.5 (35') son normalmente más anchos, que los más cortos; en los muelles flotantes, el ancho es controlado por la necesidad de soportar los grandes momentos flexionantes causados por la carga lateral por viento, donde sean aplicados en un plano horizontal.

La carga de diseño para un muelle sencillo, se aplica en el centro de muelle o la mitad de la carga en el extremo de este, tomando la condición más desfavorable, cualquiera de los tipos de cargas pueden ser resistidos en muelles de hasta 12m (40'), utilizando varillas y uniones a la pasarela principal, suficientemente resistentes para soportar el cortante producido por los momentos flexionantes. Cuando se tengan muelles de mayor longitud, será necesario colocar un pilote al final de este. Con este procedimiento, se tendrá un mayor número de pilotes para resistir la carga por viento en todo el sistema, de cualquier manera el esfuerzo en cada conexión a la pasarela principal, deberá considerarse en el diseño estructural.

Existen en el mercado algunos sistemas que utilizan pilotes con tuberías de unión, de ésta manera se colocan pilotes de diámetro menor al del tubo, cuando ya ha sido instalado todo el sistema.

El análisis de estos sistemas es complejo debido, a la flexibilidad del tubo y los flotadores. La resistencia de los materiales del fondo a la deformación de los pilotes, es por lo general pequeña y será necesario considerar que el tubo puede atorar con el pilote debido al bajo nivel del agua, en este caso se tendrá que considerar como muelle fijo, lo que incrementará el esfuerzo en la punta del pilote, por lo que deberá desplantarse el pilote más abajo del nivel del lodo. El tubo y las conexiones a la armadura flotante, así como la armadura misma, deberán ser adecuadas para el esfuerzo en cantiliver que se produce en el pilote.

En algunos lugares, el nivel del agua puede ser muy profundo o fluctuar con mucha amplitud, como para permitir el anclaje con pilotes guías, en estos casos se podrá utilizar un sistema de cables y anclaje de fondo. Estos sistemas son generalmente más costosos que el de pilotes guía o dolines. Para mantener la distancia adecuada entre la costa y los muelles, se desplazará la instalación completa conforme cambie el nivel del agua.

En lugares donde la topografía es más accidentada, como es el caso de presas, se puede utilizar el sistema mostrado en la fig. 3.9 en estos casos el sistema de anclaje, puede ser instalado en seco antes de llenar el vaso de la presa, con lo que se simplificará de manera importante el trabajo. Entre los anclajes que se pueden instalar en agua profundas están: Fosos de concreto masivo y rocas de gran tamaño, con ojales barrenados construidos en la roca.

Donde la fluctuación del nivel del agua no sea muy grande, se podrá utilizar un sistema de largas líneas laterales con pesos, las cuales tendrán ajuste automático para cumplir con los requerimientos de posicionamiento a diferentes niveles del agua. En casos donde el ajuste se realice mediante manivelas, será importante que sea un sistema fácil de operar y resistente.

Los sistemas que requieren muchos ajustes para ser posicionados, deberán ser evitados. Es casi imposible tener un sistema con una sola manivela, pero con ingenio, se pueden diseñar sistemas de dos manivelas, con las que se pueden realizar todos los ajustes necesarios. Estos sistemas deberán ser diseñados por un experto en aparejos.

Es común encontrar, muelles flotantes a lo largo de un banco de río o canal, donde la corriente será unidireccional la mayor parte del tiempo; en estos casos son posibles diversos tipos de anclaje, pero todos están basados en tensores. Lo que varía entre uno y otro sistema, son los diferentes métodos para anclar el sistema contra la fuerza de arrastre de la corriente. En un sistema desarrollado por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles, se utiliza un delfín para uno de los anclajes; cada bote entra al embarcadero, navegando contra la corriente por el acceso aguas abajo y cuando sale se sueltan los cables y el bote es guiado cuidadosamente de forma manual, para prevenir cualquier colisión con otro bote amarrado o algún obstáculo, hasta quedar fuera del área de amarre, siendo impulsado únicamente por la corriente.

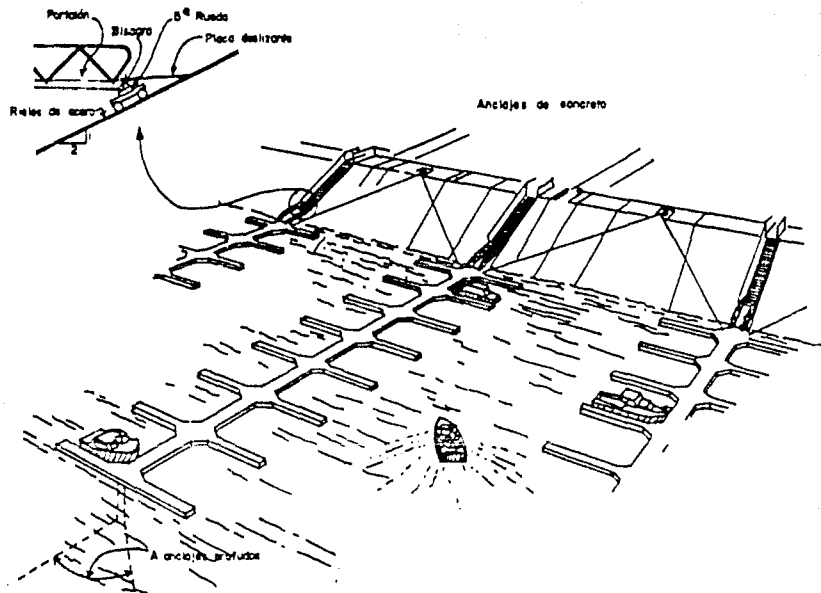


Fig. 3.9 SISTEMA DE ANCLAJE PROFUNDO PARA MUELLES FLOTANTES

3.3.5 INTERCONEXIÓN DE LOS MUELLES FLOTANTES.

Los sistemas de muelles flotantes, requieren un análisis de las fuerzas internas provocadas por los diferentes tipos de cargas a las que puede estar sujetos. Cada muelle deberá ser considerado separadamente, en muchas regiones la carga lateral será lo suficientemente grande para que los durmientes sean reforzados al igual que las conexiones de los muelles a la pasarela principal. Uno de los problemas para la sujeción de los muelles, es la excentricidad de los miembros, debilitados por la compresión y tensión, provocados por las cargas laterales. Algunas soluciones a estos problemas incluyen aumentar el tamaño de los durmientes para resistir las fuerzas de torsión y agregar un sistema de separadores y tensores. Algunos ángulos de fijación de los muelles a la pasarela principal han fallado por flexión interna por lo que se han reforzado con ángulos de hierro, otros han resistido pero han causado fallas en los durmientes de la pasarela principal, también algunos pernos de unión han fallado por falta de suficientes pernos o por distancia insuficiente de los miembros de unión.

Una solución a estos problemas en sistemas asegurados con durmientes de madera, es la adición de separadores y tensores transversales a intervalos predeterminados.

Para evitar daños producidos por las deflexiones verticales causadas por las olas existen dos métodos, uno es el unir con un pequeño margen, los componentes rígidos mediante bisagras, las cuales deben ser suficientemente grandes y engrasadas constantemente, de lo contrario tendrán un rápido desgaste por abrasión llegando a ser ruidosas, lo cual puede irritar a los usuarios. El otro método se basa en unir todos los componentes de manera semirígida a los durmientes continuos de la pasarela principal mediante pernos; una modificación es uniendo los muelles a la pasarela principal extendiendo los durmientes de los muelles bajo la pasarela principal, uniendo los componentes de manera entrecruzada.

La semirigidez de un sistema de flotación de grandes dimensiones provoca esfuerzos en las conexiones de los durmientes cuando la ola pasa bajo la estructura, especialmente en sistemas pesados como lo son los de flotadores o puente de concreto.

Si por ejemplo tenemos una dársena con 3.0m de profundidad y una ola con un periodo de 5 seg. tendremos una distancia entre cresta de 24.4m, si la ola es de 0.60m de altura (El máximo permitido en muelles flotantes) y pasa a lo largo del eje de la pasarela principal, ésta y los flotadores tomarán en cierta medida la forma de la ola en un sistema semirígido, pero un sistema ordinario no soportará ni si quiera la carga muerta, al ser soportada en puntos situados a 24.4m entre sí. Los flotadores en la zona de la cresta, se sumergirán algunos centímetros y los localizados en el valle de la onda, se levantarán algunos

centímetros sobre su nivel de libre flotación; de cualquier forma, la deformación será de aproximadamente 50cm por cada 14.0m, ya sea que los durmientes absorban dicha deformación o que las uniones al aflojarse permitan la misma. Una vez que empiezan a aflojarse la uniones, la integridad del sistema comienza a deteriorarse, y pueden ser necesarias reparaciones mayores, si las uniones flojas no son apretadas de inmediato.

Si se tienen las uniones adecuadas, los durmientes de madera se flexionarán lo suficiente para absorber toda acción razonable del oleaje por un periodo indefinido. Hasta el momento, no se han tenido reportes de fallas por fatiga en los durmientes. La mayor parte de los daños provocados por la acción del oleaje interno, han sido pernos de unión entre durmientes sañados o despreñamiento de las uniones entre los flotadores y los durmientes. Estos daños en la mayor parte de los casos podrían haber sido prevenidos, utilizando pernos y placas mas grandes y mejor distribuidas. Debido a los movimientos diferenciales provocados por la acción del oleaje, los muelles son unidos a la pasarela principal mediante pernos, cuando sea necesario los pernos deberán ser para uso pesado y asegurarse fuertemente.

En aguas dulces se pueden utilizar sistemas con estructura de acero, que en aguas saladas no son adecuados, ya que el galvanizado o cualquier otro tipo de cubierta no es lo suficientemente efectivo en estas aguas, estos sistemas pueden ser unidos en su totalidad mediante bisagras, lo tranquilo de la mayor parte de las aguas dulces no sobreforzarán este sistema, pero donde se tengan grandes lagos en los que se puedan generar olas de dimensión considerable que penetren en el área de anclaje, deberá revisarse la estructura bajo la acción del oleaje mencionado anteriormente.

3.3.6 MATERIALES DEL PUENTE Y SUPERFICIE.

Se pueden utilizar tablonces de madera sin ninguna cubierta con muchos años de vida útil sin mantenimiento, de cualquier forma en grandes instalaciones se utiliza algún recubrimiento para mejorar la apariencia y minimizar el astillamiento, estos recubrimientos tienen por lo general una superficie antiderrapante. Debido a la expansión y contracción de los tablonces de madera, además de la tendencia a curvarse al ir teniendo mayor humedad el tablón, estos no deberán de ser de más de 30cm. de ancho y estar espaciados aproximadamente medio centímetro entre si. Algunas ocasiones se utilizan tablonces diagonales para aumentar la resistencia transversal del puente.

Actualmente todos los tipos de madera chapeada están fabricados con pegamentos de excelente calidad y pueden ser empleados para el puente. En algunas ocasiones se remata la estructura sobre la madera chapeada, para así, evitar que se humedezca. Algunos tablonces chapeados tienen una cubierta especial de plástico contra agua que provee una excelente base para ser pintados. También existen tablonces chapeados con silicón sintético.

a presión o calor, con una forma rugosa que es un excelente antiderrapante y tiene una larga vida útil.

Otro tipo de puente de madera, es el de madera laminada, el cual tiene muchas cualidades incluyendo una apariencia agradable, y un alto grado de resistencia. Usualmente, se construye con polines de 2 por 3 pulgadas o de 2 por 4, pegados entre ellas con una prensa especial que mueve el tablón a través de un horno para ser curado. Conforme el tablón sale de la prensa pasa por un cepillo mecánico que da los terminados de las orillas.

El puente sandwich, es otro tipo, el cual tiene poliestireno entre dos tablonces de madera chapeada y en la orilla una tira de madera de 2 pulgadas para darle una rigidez igual o mayor a la de la madera laminada. Es más ligero que la mayoría de los puentes y aumentando o disminuyendo el grosor, la altura del puente sobre la superficie del agua, puede ser ajustada al gusto.

Los puentes de concreto son resistentes y durables, pero a menos que la calidad de la mezcla sea cuidada rigurosamente, ésta podrá quebrarse o cuartearse después de su instalación y su reparación es complicada. Antes de contratar los servicios de algún fabricante de concreto, se deberán estudiar ejemplos de instalaciones similares para juzgar la calidad del producto.

También, existen puentes de metal de varios tipos; en unidades modulares para ser utilizados en aguas dulces. Todas las partes de estos materiales deberán ser hechos a la medida desde la fábrica, ya que modificaciones en campo son muy difíciles, una vez armado y asegurado.

Actualmente, ya se pueden encontrar puentes de paneles de fibra de vidrio, la mayor parte de estos paneles tienen poca resistencia a la fuerza de torsión por lo que deberán de colocarse sobre una armadura para conseguir la rigidez necesaria y prevenir rompimientos en aguas agitadas. Algunos paneles tienen excelentes cualidades de uso, pero son quebradizos y pueden ser rotos por torsión o si algún objeto pesado cae sobre ellos. Estos paneles deberán ser analizados para determinar su compatibilidad con el sistema de flotación y el ambiente físico del sitio.

3.4 MUELLES CUBIERTOS.

Cuando las fluctuaciones del agua no son muy grandes (1.80m a lo máximo), podrán construirse muelles cubiertos, éstas construcciones incrementarán en forma considerable la carga muerta y la carga lateral por viento. Estos muelles deberán ser analizados para carga por viento, considerando el viento que incide en la construcción y no en las embarcaciones, lo que provoca un incremento muy grande en la carga lateral, por lo que se requerirán dolines o cables en la superficie en vez de arreglos con pilotes guías. De cualquier forma, en un sitio con aguas tranquilas, se

podrá utilizar un sistema ordinario de pilotes gufa, si el número de pilotes no es prohibitivo. Los dolines consiguen su fuerza en el principio de una armadura "A" en lugar de trabajar en cantiliver como los pilotes gufa. Un dolfín desarrolla de 10 a 20 veces el esfuerzo de un pilote gufa, por lo que se necesitarán solo unos cuantos; si el agua es suficientemente profunda, se podrán agregar amarres transversales en las partes finales de los muelles de manera que libre con margen la quilla de la embarcación más grande que vaya a atracar, como se muestra en la fig 3.10

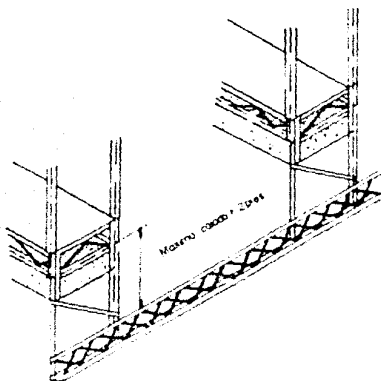


Figura 3.10 Muelle flotante cubierto con amarre transversal.

Dado que la carga vertical y horizontal son aumentadas en forma considerable, se requerirá de una gran cantidad de flotadores y un mayor anclaje, será conveniente utilizar un sistema separado, en el que el techo será sostenido por columnas; esto si el nivel del agua no varía en forma considerable y el fondo no está muy profundo. Largas columnas ancladas en el fondo sostendrán el techo y los laterales de la estructura protectora, los muelles flotantes serán colocados entonces entre el área cubierta y las pilas de la cubierta serán espaciadas de manera que se puedan utilizar como pilotes gufa al final del muelle. El techo deberá ser lo suficientemente alto para que libren los mástiles y superestructuras de las embarcaciones amarradas en el muelle, en el nivel de marea máxima. En nuestro país, no se utilizan este tipo de muelles ya que son útiles principalmente en sitios donde nieva,

además de que incrementan los costos de manera considerable. De cualquier forma existen sistemas para lugares en los que los vientos y mareas no son muy grandes, los cuales están constituidos por techos de lona los cuales, agregan una carga muerta pequeña por lo que no será necesario aumentar en forma considerable el anclaje excepto por la carga por viento y por lo tanto el costo se incrementará solo en forma reducida.

4 TEXTOS EN LOS QUE SE HA BASADO LA INGENIERÍA MEXICANA PARA EL DISEÑO DE MUELLES EN INSTALACIONES PARA EMBARCACIONES RECREATIVAS.

4.0 INTRODUCCIÓN.

Una gran parte de las instalaciones para embarcaciones recreativas construidas en nuestro país, no se han basado en reglamento o norma alguna para su diseño, lo cual provoca resultados negativos en una gran parte de ellas, como son: el desprendimiento de anclajes, hundimiento de muelles, incomodidad en el abordaje y desabordo de las embarcaciones, drenajes inadecuados al entorno ecológico, falta de servicios de lanzamiento de embarcaciones, de suministro de energía eléctrica, de agua potable, etc. Los diseños más recientes de instalaciones para embarcaciones recreativas se han basado en diversas normas de diseño y construcción como son: el Report on Small Craft Harbors, 1969; el Small Craft Harbors, Design, construction and Operation, 1974; Layout and Design Guidelines for Small Craft Berthing facilities, del Estado de California, 1984, etc. Desafortunadamente, no contamos en México con una norma o reglamentación propia para el diseño de una instalación para embarcaciones recreativas lo cual es de gran importancia para que las instalaciones que se construyan en nuestro país, brinden los servicios en forma eficiente y segura, atrayendo así a un mayor número de turistas a nuestros litorales, que tanto tienen que ofrecer. Por esta razón se propone la presente reglamentación para el diseño de los muelles que se construyen en una instalación para embarcaciones recreativas.

4.1 REPORT ON SMALL CRAFT HARBORS.

Este reporte habla en forma general de las instalaciones para embarcaciones recreativas, sin enfocarse a las normas para el diseño de sus diversos elementos, por lo que no nos proporciona la información suficiente para llevar a cabo un buen diseño, pero es una guía útil, dado que fue elaborado en 1969 muchos de los adelantos recientes en materiales principalmente, no están contemplados, además se basa en las dimensiones de las embarcaciones de aquellos años, por lo que su uso para el diseño en

la actualidad no es muy conveniente, a menos que se adecuen las características de las embarcaciones y se consulte a los distribuidores de materiales sobre la inovaciones técnicas en éste ramo.

4.2 SMALL CRAFT HARBORS: DESING, CONSTRUCTION AND OPERATION.

Este libro es muy amplio y contempla más aspectos de normas de diseño que el anterior, es el texto más empleado para el diseño de instalaciones para embarcaciones recreativas en México, el criterio que utiliza es el más generalizado. Aunque es un libro de gran utilidad, tiene el inconveniente de que esta escrito en inglés y no es en si un reglamento o norma de diseño por lo que resulta un poco complicado, en ocasiones, encontrar e interpretar la información buscada. De cualquier forma, es el texto en el que se ha basado la Ingeniería Mexicana con mayor frecuencia, y es una de las principales bibilografías para el presente proyecto de reglamentación.

4.3 LAYOUT AND DESING GUIDELINES FOR SMALL CRAFT BERTHING FACILITIES 1972.

Este texto se presenta en forma más esquemática que el Small Craft Harbors: Desing, Construction and Operation por lo que es más sencilla su consulta e incluye más aspectos en cuanto a normatividad; su utilización en el diseño de instalaciones para embarcaciones recreativas ha sido más reducido que la del Small Craft Harbors: Desing, Construction and Operation.

4.4 LAYOUT AND DFSING GUIDELINES FOR SMALL CRAFT BERTHING FACILITIES 1984.

Este es el texto al respecto más reciente que se ha manejado en México, por lo que su utilización ha sido escasa. En éste caso el texto se presenta más en forma de normas de diseño, por lo que es de fácil manejo, además de que esta más actualizado que los textos anteriores, ya que se imprimió en 1984. Éste se enfoca a los muelles principalmente, por lo que éste y el Small Craft Harbors: Desing, Construction and Operation, son los textos, en los que se ha basado principalmente la presente propuesta de reglamentación.

5 PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN.

5.0 INTRODUCCIÓN.

Este proyecto de reglamentación se basa en condiciones normales y experiencias anteriores, tomadas de los reglamentos, normas y textos señalados en la bibliografía, además de las opiniones y sugerencias de la Gerencia de Estudios y Proyectos de la Vocalía de Obras Marítimas del Órgano desconcentrado de Puertos Mexicanos dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y transportes.

Cabe destacar que se han tomado en cuenta las consideraciones del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y las normas técnicas complementarias. Cuando se tengan condiciones especiales o de diseño exclusivo, siendo contrarias a éste proyecto, deberá presentarse un análisis detallado que lo justifique, incluyendo todos los elementos de juicio, cálculo y diseño, con croquis complementarios.

5.1 CANALES.

5.1.1 CANAL DE ACCESO O DE ENTRADA.

5.1.1.1 ANCHO MÍNIMO: 23m (75') en el fondo del canal.

5.1.1.2 PROFUNDIDAD MÍNIMA: 0.90m (3') abajo de la quilla de la embarcación más grande que se espere opere en la instalación, esto con relación al nivel de Bajamar Media Inferior o 1.5m (5'), tomando lo que resulte mayor. Las profundidades de diseño deberán considerar la acción del oleaje y la posible formación de dunas. Ver fig. 5.1.

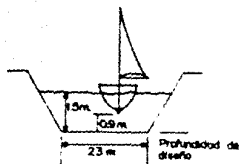


Figura 5.1 Profundidad de diseño en el canal de acceso o salida.

5.1.2 CANALES INTERIORES (Canal principal y secundarios).

5.1.2.1 ANCHO MÍNIMO: 23m (75') en el fondo del canal.

5.1.2.2 PROFUNDIDAD MÍNIMA: 0.60m (2') abajo de la quilla de la embarcación más grande que se espere opere en la instalación, esto con relación al Nivel de de Bajamar Media Inferior o 1.20m (4'), lo que resulte mayor. Ver fig. 5.2.

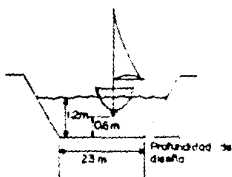


Figura 5.2 Profundidad de diseño de los canales interiores.

5.1.3 CANAL DE ATRAQUE.

5.1.3.1 ANCHO MÍNIMO PARA MUELLES PERPENDICULARES AL CANAL DE ATRAQUE:

- a) Embarcaciones de motor: 1.75 veces la longitud del muelle más grande. Ver fig. 5.3.
- b) Embarcaciones de vela: 2.00 veces la longitud del muelle más grande.

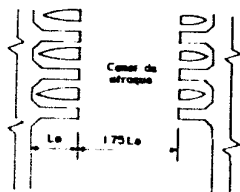


Figura 5.3 Ancho mínimo para muelles perpendiculares al canal de atraque.

5.1.3.2 ANCHO MÍNIMO PARA MUELLES PARALELOS AL CANAL DE ATRAQUE:

- 1.50 La longitud de la embarcación de mayor eslora que vaya a atracar en el. Ver fig. 5.4.

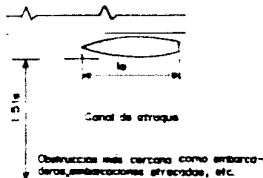


Figura 5.4 Ancho mínimo para muelles paralelos al canal de atraque.

5.1.3.3 PROFUNDIDAD MÍNIMA.

| Longitud de muelle | Profundidad mínima | |
|--------------------|--------------------------|------------------------|
| | Embarcaciones con motor. | Embarcaciones de vela. |
| Hasta 14m (45') | 1.8m (6') | 1.8m (6') |
| 17m (55') | 2.45m (8') | 2.45m (8') |
| 20m (65') | 2.45m (8') | 3.00m (10') |

5.2 EMBARCADEROS.

5.2.1 ORIENTACIÓN DE LOS EMBARCADEROS.

Los embarcaderos deberán ser orientados en forma paralela a las corrientes, nunca perpendiculares.

5.2.2 EMBARCADEROS SENCILLOS EN MUELLES FIJOS.

5.2.2.1 ANCHO MÍNIMO: En aguas agitadas se deberá tener entre 0.5 y 0.75m (1.5' a 2.5') libres de cada lado de la embarcación a la altura de la línea de flotación. En aguas tranquilas se tomará el criterio para muelles flotantes.

5.2.2.2 PROFUNDIDAD MÍNIMA: Será la misma que en los canales de atraque.

5.2.3 EMBARCADEROS SENCILLOS EN MUELLES FLOTANTES.

5.2.3.1 ANCHO MÍNIMO:

V_e = Ancho de la embarcación a la altura de la línea de flotación + 0.60cm (2").

1) Para el diseño se recomiendan las siguientes fórmulas basadas en la longitud del embarcadero, donde:

V_e = Ancho del embarcadero.

L_e = Longitud del embarcadero.

\ln = Logaritmo natural.

a) Embarcaciones de motor:

$V_e = 8 \ln L_e - 14'$

$V_e = 6.5 \ln L_e - 10.5'$

Nota: Los valores de V_e y L_e se darán en pies.

2) Para la planeación preliminar se recomiendan las siguientes formulas:

a) Embarcaciones de motor:

$$Ve = Le/4 + 6' - Rm$$

Donde: $Rm \approx 0.1$ pies, por cada pie extra de longitud de embarcadero después de 40pies.

b) Embarcaciones de vela:

$$Ve = Le/5 + 5.5' - Rv$$

Donde: $Rv = 0.075$ pies, por cada pie extra de longitud de embarcadero después de 40pies.

Ejemplos:

1.- Para calcular el ancho de un embarcadero sencillo para embarcaciones de motor de 60' de longitud, tomando el criterio de diseño, tenemos:

$$\begin{aligned}Ve &= 81n Le - 14' \\Ve &= 81n(60') - 14' \\Ve &= 8 \times 4.09' - 14' \\Ve &= 32.72' - 14' \\Ve &= 18.72' \\Ve &= 18.72' \times 0.3048m/1' = 5.71m\end{aligned}$$

2.- Para calcular el ancho de un embarcadero sencillo para embarcaciones de motor de 60' de longitud, tomando el criterio de planeación preliminar, tendremos:

$$\begin{aligned}Ve &= Le/4 + 6' - Rm \\Ve &= 60'/4 + 6' - (60 - 40) \times 0.1 \\Ve &= 15' + 6' - 2 \\Ve &= 19' \times 0.3048m/1' = 5.79m\end{aligned}$$

3.- Para calcular el ancho de un embarcadero sencillo para embarcaciones de vela de 60' de longitud, tomando el criterio de diseño, tendremos:

$$\begin{aligned}Ve &= 6.51n Le - 10.5' \\Ve &= 6.51n(60') - 10.5' \\Ve &= 6.5 \times 4.09' - 10.5' \\Ve &= 26.6' - 10.5 \\Va &= 16.1' \\Ve &= 16.1' \times 0.3048m/1' = 4.91m\end{aligned}$$

4.- Para calcular el ancho de un embarcadero sencillo para embarcaciones de vela, pero con el criterio para planeación preliminar, tendremos:

$$\begin{aligned}Ve &= L_e/5 + 5.5' - R_v \\Ve &= 60'/5 + 5.5' - (60' - 40') \times 0.075 \\Ve &= 12' + 5.5' - 1.5' \\Ve &= 16' \\Ve &= 16' \times .3048 \text{ m}' = 4.88 \text{ m}\end{aligned}$$

5.2.3.2 PROFUNDIDAD MÍNIMA: Será la misma que en los canales de atraque.

5.2.4 EMBARCADEROS DOBLES EN MUELLES FIJOS.

Los embarcaderos dobles en muelles fijos, no deberán ser utilizados debido a que la fluctuación del nivel del agua respecto al muelle provocará el desplazamiento horizontal de las embarcaciones, por lo que las embarcaciones estarán propensas a golpearse entre sí.

5.2.5 EMBARCADEROS DOBLES EN MUELLES FLOTANTES.

5.2.5.1 ANCHO MÍNIMO:

a) Para embarcaderos de la misma longitud tenemos:

$$Ved = Ve \times 2$$

Donde:

Ve = Ancho del embarcadero sencillo.
 Ved = Ancho del embarcadero doble.

b) Para embarcaderos de diferentes longitudes tendremos:

$$Ved = Ve1 + Ve2$$

Donde:

$Ve1$ = Ancho del embarcadero 1
 $Ve2$ = Ancho del embarcadero 2

c) Cuando se desee convertir un embarcadero doble a dos embarcaderos sencillos, mediante la colocación de un muelle flotante en medio del embarcadero doble, se deberá proporcionar un ancho adicional para el muelle flotante. No se permitirá la reducción de los embarcaderos.

5.2.5.2. PROFUNDIDAD MÍNIMA: Será la misma que en los canales de atraque.

TABLA NO. 5.1
ANCHOS MÍNIMOS RECOMENDABLES PARA EMBARCADEROS SENCILLOS

| LONGITUD DEL EMBARCADERO | | EMBARCACIONES DE MOTOR | | | | EMBARCACIONES DE VELA | |
|--------------------------|------|------------------------|------------|------|-------------------|-----------------------|--|
| Le | | In Le | Ve=8Ln-14* | | Ve=6.5In Le-10.5* | | |
| Metros** | Pies | | Metros** | Pies | Metros** | Pies | |
| 4.80 | 16 | 2.77 | 2.50 | 8.2 | 2.30 | 7.5 | |
| 5.50 | 18 | 2.89 | 2.80 | 9.1 | 2.55 | 8.3 | |
| 6.10 | 20 | 3.00 | 3.05 | 10.0 | 2.75 | 9.0 | |
| 6.70 | 22 | 3.09 | 3.30 | 10.7 | 2.95 | 9.6 | |
| 7.30 | 24 | 3.18 | 3.50 | 11.4 | 3.15 | 10.2 | |
| 7.90 | 26 | 3.26 | 3.70 | 12.1 | 3.30 | 10.7 | |
| 8.50 | 28 | 3.33 | 3.90 | 12.7 | 3.45 | 11.2 | |
| 9.15 | 30 | 3.40 | 4.50 | 13.2 | 3.55 | 11.6 | |
| 9.75 | 32 | 3.47 | 4.20 | 13.7 | 3.65 | 12.0 | |
| 10.35 | 34 | 3.53 | 4.35 | 14.2 | 3.80 | 12.4 | |
| 10.95 | 36 | 3.58 | 4.50 | 14.7 | 3.90 | 12.8 | |
| 11.60 | 38 | 3.64 | 4.60 | 15.1 | 4.00 | 13.1 | |
| 12.20 | 40 | 3.69 | 4.75 | 15.5 | 4.15 | 13.5 | |
| 12.80 | 42 | 3.74 | 4.85 | 15.9 | 4.20 | 13.8 | |
| 13.40 | 44 | 3.78 | 5.00 | 16.3 | 4.30 | 14.1 | |
| 14.00 | 46 | 3.83 | 5.10 | 16.6 | 4.40 | 14.4 | |
| 14.65 | 48 | 3.87 | 5.20 | 17.0 | 4.50 | 14.7 | |
| 15.25 | 50 | 3.91 | 5.30 | 17.3 | 4.55 | 14.9 | |
| 15.85 | 52 | 3.95 | 5.40 | 17.6 | 4.65 | 15.2 | |
| 16.45 | 54 | 3.99 | 5.50 | 17.9 | 4.70 | 15.4 | |
| 17.05 | 56 | 4.03 | 5.55 | 18.2 | 4.80 | 15.7 | |
| 17.65 | 58 | 4.06 | 5.65 | 18.5 | 4.85 | 15.9 | |
| 18.30 | 60 | 4.09 | 5.75 | 18.8 | 4.95 | 16.1 | |
| 18.90 | 62 | 4.13 | 5.80 | 19.0 | 5.00 | 16.3 | |
| 19.50 | 64 | 4.16 | 5.90 | 19.3 | 5.05 | 16.5 | |
| 20.10 | 66 | 4.19 | 5.95 | 19.5 | 5.10 | 16.7 | |
| 20.70 | 68 | 4.22 | 6.05 | 19.8 | 5.15 | 16.9 | |
| 21.30 | 70 | 4.25 | 6.10 | 20.0 | 5.25 | 17.1 | |
| 21.95 | 72 | 4.28 | 6.20 | 20.2 | 5.30 | 17.3 | |
| 22.55 | 74 | 4.30 | 6.25 | 20.4 | 5.35 | 17.5 | |
| 23.15 | 76 | 4.33 | 6.30 | 20.6 | 5.40 | 17.6 | |
| 23.75 | 78 | 4.36 | 6.40 | 20.9 | 5.45 | 17.8 | |
| 24.40 | 80 | 4.38 | 6.45 | 21.1 | 5.50 | 18.0 | |

* Para embarcaderos dobles, multiplicar por dos.

* Las ecuaciones utilizadas fueron realizadas en base a datos empíricos, obtenidos mediante la observación en campo y respecto a las especificaciones de fabricantes de botes típicos, encontrados en el estado de California en los Estados Unidos de Norteamérica.

** Los valores en metros están redondeados a los 5cm superiores.

TABLA NO. 5.2A
 ÁREAS DE EMBARCADERO PARA LA PLANEACIÓN CON MUELLES SENCILLOS
 (METROS)

| ANCHO DE LOS MUELLES | LONG. DEL EMB. | EMBARCACIONES DE MOTOR | | | EMBARCACIONES DE VELA | | |
|----------------------|----------------|------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | ÁREA TOTAL DE EMB. | ÁREA EFECTIVA DE MUELLE | MUELLES POR HECTAREA | ÁREA TOTAL DE EMB. | ÁREA EFECTIVA DE MUELLE | MUELLES POR HECTAREA |
| F=0.75 | 4.90 | 32.7 | 6.7 | 305.4 | 30.7 | 6.5 | 325.4 |
| | 5.50 | 39.7 | 7.4 | 252.0 | 36.8 | 7.2 | 271.6 |
| | 6.10 | 46.9 | 8.1 | 213.4 | 43.2 | 7.8 | 231.3 |
| F=0.90 | 6.70 | 56.4 | 10.0 | 177.2 | 51.8 | 9.6 | 193.2 |
| | 7.30 | 64.3 | 10.7 | 155.4 | 58.7 | 10.4 | 170.5 |
| | 7.90 | 72.4 | 11.4 | 138.1 | 65.8 | 11.1 | 152.0 |
| | 8.55 | 80.7 | 12.2 | 123.8 | 73.0 | 11.8 | 136.9 |
| | 9.15 | 89.2 | 12.9 | 112.2 | 80.4 | 12.4 | 123.5 |
| | 9.75 | 97.9 | 13.6 | 102.0 | 87.9 | 13.1 | 113.7 |
| | 10.35 | 106.7 | 14.3 | 93.6 | 95.6 | 13.8 | 104.5 |
| F=1.20 | 11.10 | 122.3 | 18.6 | 81.8 | 110.0 | 17.1 | 90.9 |
| | 11.60 | 131.8 | 19.4 | 75.9 | 118.3 | 18.9 | 84.5 |
| | 12.20 | 141.4 | 20.3 | 70.7 | 126.7 | 19.7 | 79.1 |
| | 12.80 | 151.1 | 21.2 | 66.2 | 135.1 | 20.6 | 73.9 |
| | 13.40 | 161.0 | 22.0 | 62.0 | 143.7 | 21.4 | 69.7 |
| | 14.00 | 171.0 | 22.8 | 58.6 | 152.4 | 22.2 | 65.5 |
| | 14.65 | 181.2 | 23.7 | 55.1 | 161.2 | 23.0 | 62.0 |
| | 15.25 | 191.4 | 24.5 | 52.1 | 170.1 | 23.9 | 58.8 |
| | 15.85 | 201.7 | 25.3 | 49.7 | 177.1 | 24.7 | 55.8 |
| | 16.45 | 212.2 | 26.2 | 47.2 | 188.2 | 25.5 | 53.1 |
| | 17.05 | 222.8 | 27.0 | 45.0 | 197.3 | 26.3 | 50.6 |
| 17.70 | 233.4 | 27.8 | 42.7 | 206.5 | 27.1 | 48.4 | |
| 18.30 | 244.2 | 28.6 | 41.0 | 215.8 | 27.9 | 46.4 | |
| F=1.50 | 18.90 | 266.0 | 35.5 | 37.6 | 236.3 | 34.7 | 42.2 |
| | 19.50 | 277.3 | 36.5 | 36.1 | 246.0 | 35.7 | 40.5 |
| | 20.10 | 288.7 | 37.5 | 34.6 | 255.9 | 36.1 | 39.0 |
| | 20.70 | 300.1 | 38.5 | 33.4 | 265.8 | 37.7 | 37.5 |
| | 21.35 | 311.6 | 39.5 | 32.1 | 275.8 | 38.7 | 36.3 |
| | 21.95 | 323.2 | 40.5 | 30.9 | 285.9 | 39.7 | 35.1 |
| | 22.55 | 334.9 | 41.5 | 29.9 | 296.0 | 40.6 | 33.5 |
| | 23.15 | 346.7 | 42.4 | 28.9 | 306.1 | 41.6 | 32.6 |
| | 23.75 | 358.5 | 43.4 | 27.9 | 316.4 | 42.6 | 31.6 |
| | 24.40 | 370.4 | 44.4 | 26.9 | 326.7 | 43.6 | 30.6 |

- Notas: 1.- Los números en círculos corresponden a las ecuaciones de la tabla 5.2C.
 2.- Todas las áreas están redondeadas a los 10cm superiores.
 3.- Las longitudes de embarcaderos (Emb.) están redondeadas a los 5cm superiores.

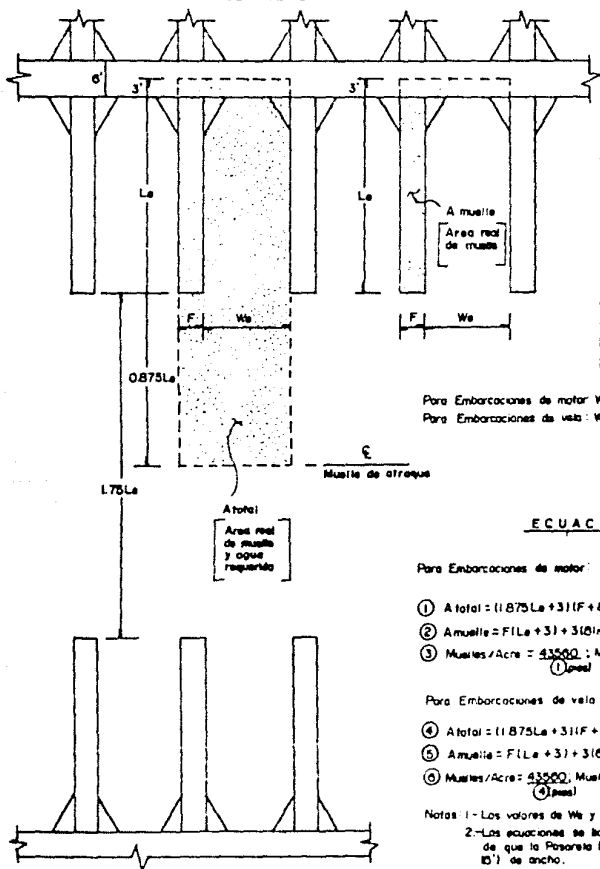
TABLA NO. 5.2B
 ÁREAS DE EMBARCADERO PARA LA PLANEACIÓN CON MUELLES SENCILLOS
 (PIES)

| ANCHO DE LOS MUELLES | LONG. DEL EMB. | EMBARCACIONES DE MOTOR | | | EMBARCACIONES DE VELA | | |
|----------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | ÁREA TOTAL DE EMB. | ÁREA EFECTIVA DE MUELLE | MUELLES POR ACRE | ÁREA TOTAL DE EMB. | ÁREA EFECTIVA DE MUELLE | MUELLES POR ACRE |
| F=2.5 | 16 | 352.5 | 72.0 | 123.6 | 330.7 | 70.1 | 131.7 |
| | 18 | 427.1 | 79.9 | 102.0 | 396.4 | 77.4 | 109.9 |
| | 20 | 504.9 | 87.4 | 86.3 | 464.6 | 84.4 | 93.6 |
| F=3.0 | 22 | 607.5 | 107.2 | 71.1 | 557.2 | 103.8 | 78.2 |
| | 24 | 692.4 | 115.3 | 62.9 | 631.6 | 111.5 | 69.0 |
| | 26 | 779.6 | 123.2 | 55.9 | 707.8 | 119.0 | 61.5 |
| | 28 | 869.0 | 131.0 | 50.1 | 785.8 | 126.5 | 55.4 |
| | 30 | 960.4 | 138.6 | 45.4 | 865.5 | 133.8 | 50.3 |
| | 32 | 1053.7 | 146.2 | 41.3 | 946.7 | 141.1 | 46.0 |
| | 34 | 1148.8 | 153.6 | 37.9 | 1029.4 | 148.3 | 42.3 |
| F=4.0 | 36 | 1316.1 | 200.0 | 33.1 | 1183.9 | 194.4 | 36.8 |
| | 38 | 1418.2 | 209.3 | 30.7 | 1273.0 | 203.4 | 34.2 |
| | 40 | 1521.9 | 118.5 | 28.6 | 1363.3 | 212.4 | 32.0 |
| | 42 | 1626.9 | 227.7 | 26.8 | 1454.7 | 221.4 | 29.9 |
| | 44 | 1733.4 | 236.8 | 25.1 | 1547.3 | 230.3 | 28.2 |
| | 46 | 1841.1 | 245.9 | 23.7 | 1641.0 | 239.2 | 26.5 |
| | 48 | 1950.2 | 254.9 | 22.3 | 1735.6 | 248.0 | 25.1 |
| | 50 | 2060.4 | 263.9 | 21.1 | 1831.3 | 256.8 | 23.8 |
| | 52 | 2171.8 | 272.8 | 20.1 | 1927.9 | 265.5 | 22.6 |
| | 54 | 2284.3 | 281.7 | 19.1 | 2025.4 | 274.3 | 21.5 |
| F=5.0 | 56 | 2397.9 | 290.6 | 18.2 | 2123.8 | 283.0 | 20.5 |
| | 58 | 2512.5 | 299.5 | 17.3 | 2223.0 | 291.7 | 19.6 |
| | 60 | 2628.2 | 308.3 | 16.6 | 2323.1 | 300.3 | 18.8 |
| | 62 | 2864.0 | 382.1 | 15.2 | 2543.2 | 374.0 | 17.1 |
| | 64 | 2985.3 | 392.8 | 14.6 | 2648.5 | 384.6 | 16.4 |
| | 66 | 3107.6 | 403.6 | 14.0 | 2754.6 | 395.2 | 15.8 |
| | 68 | 3230.7 | 414.3 | 13.5 | 2861.4 | 405.8 | 15.2 |
| | 70 | 3354.6 | 425.0 | 13.0 | 2969.0 | 416.3 | 14.7 |
| 72 | 3479.4 | 435.6 | 12.5 | 3077.2 | 426.9 | 14.2 | |
| 74 | 3605.1 | 446.3 | 12.1 | 3186.0 | 437.4 | 13.7 | |
| 76 | 3731.5 | 456.9 | 11.7 | 3295.5 | 447.9 | 13.2 | |
| 78 | 3858.7 | 467.6 | 11.3 | 3405.7 | 458.5 | 12.8 | |
| 80 | 3986.6 | 478.2 | 10.9 | 3516.4 | 468.9 | 12.4 | |

Nota: Los números en círculos corresponden a las ecuaciones de la
 tabla 5.2C

TABLA 5.2C

ITABLA DE SOPORTE PARA LA TABLA 5.2AYB)



VALORES MINIMOS DE "F" (pies)

| L | F |
|----------|-----|
| HASTA 20 | 2.5 |
| 21 A 35 | 3.0 |
| 36 A 60 | 4.0 |
| 61 Y MAS | 5.0 |

(metros)

| L | F |
|---------------|------|
| HASTA 6.10 | 0.75 |
| 6.40 A 10.65 | 0.90 |
| 11.10 A 16.30 | 1.20 |
| 16.60 Y MAS | 1.50 |

Para Embarcaciones de motor $We = 8 \ln Le - 14$

Para Embarcaciones de vela $We = 6.5 \ln Le - 10.5$

ϵ
Muestra de atraques

ECUACIONES

Para Embarcaciones de motor:

- ① $A_{total} = (1.875Le + 3)(F + 8 \ln Le - 14)$
- ② $A_{muelle} = F(Le + 3) + 3(8 \ln Le - 14)$
- ③ $Muestras/Acre = \frac{43500}{(1) \text{ (pies)}} ; Muestras/Hectarea = \frac{10000}{(1) \text{ (metros)}}$

Para Embarcaciones de vela:

- ④ $A_{total} = (1.875Le + 3)(F + 6.5 \ln Le - 10.5)$
- ⑤ $A_{muelle} = F(Le + 3) + 3(6.5 \ln Le - 10.5)$
- ⑥ $Muestras/Acre = \frac{43500}{(4) \text{ (pies)}} ; Muestras/Hectarea = \frac{10000}{(4) \text{ (metros)}}$

Notas 1.- Los valores de We y Le se darán en pies.
2.- Las ecuaciones se basan en la suposición de que la Pasarela Principal se de 1.80m (6') de ancho.

TABLA NO. 5.3A
ÁREAS DE EMBARCADERO PARA LA PLANEACIÓN CON MUELLES DOBLES
(METROS)

| ANCHO DE LOS MUELLES | LONG. DEL EMB. | EMBARCACIONES DE MOTOR | | | EMBARCACIONES DE VELA | | |
|----------------------|----------------|------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| | | ÁREA TOTAL DE EMB. | ÁREA EFECTIVA DE MUELLE | MUELLES POR HECTAREA | ÁREA TOTAL DE EMB. | ÁREA EFECTIVA DE MUELLE | MUELLES POR HECTAREA |
| F=0.75 | 4.90 | 28.9 | 4.5 | 346.0 | 26.9 | 4.3 | 371.8 |
| | 5.50 | 35.4 | 5.0 | 282.5 | 32.6 | 4.7 | 307.1 |
| | 6.10 | 42.2 | 5.4 | 237.0 | 38.5 | 5.2 | 260.0 |
| F=0.90 | 6.70 | 50.3 | 6.5 | 198.8 | 45.6 | 6.2 | 219.3 |
| | 7.30 | 57.6 | 6.9 | 173.6 | 52.0 | 6.6 | 192.4 |
| | 7.90 | 65.2 | 7.4 | 153.4 | 58.5 | 7.0 | 170.8 |
| | 8.55 | 73.0 | 7.8 | 137.0 | 65.3 | 7.4 | 153.2 |
| | 9.15 | 81.0 | 8.3 | 123.5 | 72.1 | 7.8 | 138.6 |
| | 9.75 | 89.1 | 8.7 | 112.2 | 79.2 | 8.2 | 126.3 |
| | 10.35 | 97.4 | 9.1 | 102.7 | 86.3 | 8.6 | 115.8 |
| F=1.20 | 11.10 | 109.2 | 11.3 | 91.6 | 96.9 | 10.8 | 103.2 |
| | 11.60 | 118.0 | 11.8 | 84.7 | 104.5 | 11.3 | 95.7 |
| | 12.20 | 126.9 | 12.3 | 78.8 | 112.2 | 11.7 | 89.6 |
| | 12.80 | 135.9 | 12.8 | 73.6 | 120.0 | 12.2 | 83.4 |
| | 13.40 | 145.1 | 13.3 | 68.9 | 127.9 | 12.7 | 78.2 |
| | 14.00 | 154.5 | 13.7 | 64.7 | 135.9 | 13.1 | 73.6 |
| | 14.65 | 163.9 | 12.2 | 61.0 | 144.0 | 13.6 | 69.4 |
| | 15.25 | 173.4 | 14.7 | 57.7 | 152.2 | 14.0 | 65.7 |
| | 15.85 | 183.1 | 15.1 | 54.6 | 160.4 | 14.4 | 62.3 |
| | 16.45 | 192.8 | 15.6 | 51.9 | 168.8 | 14.9 | 59.2 |
| | 17.05 | 202.7 | 16.0 | 49.3 | 177.2 | 15.3 | 56.4 |
| F=1.50 | 17.70 | 212.7 | 16.5 | 47.0 | 185.8 | 15.8 | 53.8 |
| | 18.30 | 222.7 | 16.9 | 44.9 | 194.4 | 16.2 | 51.4 |
| | 18.90 | 236.4 | 20.4 | 41.9 | 208.6 | 19.8 | 47.9 |
| | 19.50 | 248.8 | 20.9 | 40.2 | 217.5 | 20.2 | 46.0 |
| | 20.10 | 259.3 | 21.5 | 38.6 | 226.5 | 20.7 | 44.1 |
| | 20.70 | 269.8 | 22.0 | 37.1 | 235.5 | 21.2 | 42.5 |
| | 21.35 | 280.5 | 22.5 | 35.6 | 244.6 | 21.7 | 40.9 |
| | 21.95 | 291.2 | 23.0 | 34.3 | 253.8 | 22.2 | 39.4 |
| | 22.55 | 302.0 | 23.6 | 33.1 | 263.1 | 22.7 | 38.0 |
| | 23.15 | 312.9 | 24.1 | 32.0 | 272.3 | 23.3 | 36.7 |
| 23.75 | 323.8 | 24.6 | 30.9 | 281.7 | 23.8 | 35.5 | |
| 24.40 | 334.8 | 25.1 | 29.9 | 291.1 | 24.3 | 34.3 | |

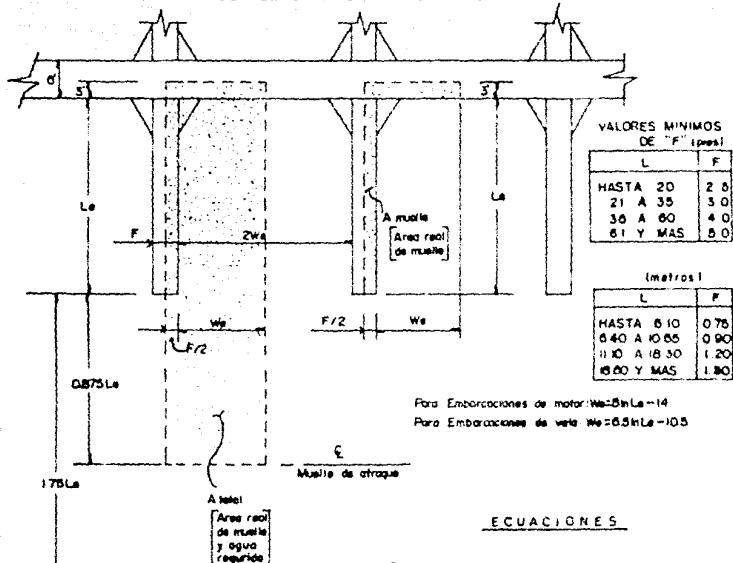
- Notas: 1.- Los números en círculos corresponden a las ecuaciones de la tabla 5.2C.
 2.- Todas las Áreas están redondeadas a los 10cm superiores.
 3.- Las longitudes de embarcaderos (Emb.) están redondeadas a los 5cm superiores.

TABLA NO. 5.3B
 ÁREAS DE EMBARCADERO PARA LA PLANEACIÓN CON MUELLES DOBLES
 (PIES)

| ANCHO DE LOS MUELLES | LONG. DEL EMB. | EMBARCACIONES DE MOTOR | | | EMBARCACIONES DE VELA | | |
|----------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------|
| | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | ÁREA TOTAL DE EMB. | ÁREA EFECTIVA DE MUELLE | MUELLES POR ACRE | ÁREA TOTAL DE EMB. | ÁREA EFECTIVA DE MUELLE | MUELLES POR ACRE |
| F=2.5 | 16 | 311.2 | 48.3 | 140.0 | 289.5 | 46.3 | 150.5 |
| | 18 | 381.2 | 53.6 | 114.3 | 350.5 | 51.1 | 124.3 |
| | 20 | 454.2 | 58.6 | 95.9 | 414.0 | 55.7 | 105.2 |
| F=3.0 | 22 | 541.1 | 69.7 | 80.5 | 490.8 | 66.3 | 88.8 |
| | 24 | 620.4 | 74.8 | 70.2 | 559.6 | 71.0 | 77.8 |
| | 26 | 702.0 | 79.7 | 62.1 | 630.2 | 75.5 | 69.1 |
| | 28 | 785.7 | 84.5 | 55.4 | 702.6 | 80.0 | 62.0 |
| | 30 | 871.5 | 89.1 | 50.0 | 776.6 | 84.3 | 56.1 |
| | 32 | 959.2 | 93.7 | 45.4 | 852.2 | 88.6 | 51.1 |
| | 34 | 1048.7 | 98.1 | 41.5 | 929.2 | 92.8 | 46.9 |
| F=4.0 | 36 | 1175.1 | 122.0 | 37.1 | 1042.9 | 116.4 | 41.8 |
| | 38 | 1269.7 | 127.3 | 34.3 | 1124.5 | 121.4 | 39.7 |
| | 40 | 1365.9 | 132.5 | 31.9 | 1207.3 | 126.4 | 36.1 |
| | 42 | 1463.4 | 137.7 | 29.8 | 1291.2 | 131.4 | 33.7 |
| | 44 | 1562.4 | 142.8 | 27.9 | 1376.3 | 136.3 | 31.6 |
| | 46 | 1662.6 | 147.9 | 26.2 | 1462.5 | 141.2 | 29.8 |
| | 48 | 1764.2 | 152.9 | 24.7 | 1549.6 | 146.0 | 28.1 |
| | 50 | 1866.9 | 157.9 | 23.3 | 1637.8 | 150.8 | 26.6 |
| | 52 | 1970.8 | 162.8 | 22.1 | 1726.9 | 155.5 | 25.2 |
| | 54 | 2075.8 | 167.7 | 21.0 | 1816.9 | 160.3 | 24.0 |
| | 56 | 2181.9 | 172.6 | 20.0 | 1907.8 | 165.0 | 22.8 |
| 58 | 2289.0 | 177.5 | 19.0 | 1999.5 | 169.7 | 21.8 | |
| 60 | 2397.2 | 182.3 | 18.2 | 2092.1 | 174.3 | 20.8 | |
| F=5.0 | 62 | 2565.9 | 219.6 | 17.0 | 2245.0 | 211.5 | 19.4 |
| | 64 | 2677.8 | 225.3 | 16.3 | 2341.0 | 217.1 | 18.6 |
| | 66 | 2790.7 | 231.1 | 15.6 | 2437.8 | 222.7 | 17.9 |
| | 68 | 2904.4 | 236.8 | 15.0 | 2535.2 | 228.3 | 17.2 |
| | 70 | 3019.0 | 242.5 | 14.4 | 2633.3 | 233.8 | 16.5 |
| | 72 | 3134.4 | 246.1 | 13.9 | 2732.2 | 239.4 | 15.9 |
| | 74 | 3250.7 | 253.8 | 13.4 | 2831.7 | 244.9 | 15.4 |
| | 76 | 3367.7 | 259.4 | 12.9 | 2931.8 | 250.4 | 14.9 |
| | 78 | 3485.5 | 265.1 | 12.5 | 3032.6 | 256.0 | 14.4 |
| | 80 | 3604.1 | 270.7 | 12.1 | 3133.9 | 261.4 | 13.9 |

Nota: Los números en círculos corresponden a las ecuaciones de la tabla 5.3C.

TABLA 5.3C
 TABLA DE SOPORTE PARA LA TABLA 5.3A(B)



ECUACIONES

Para Embarcaciones de motor:

- (7) A total: $(1.875L + 3)(F/2 + 8nLe - 14)$
 (8) Amuelle: $F/2(L + 3) + 3.8nLe - 14$
 (9) Muelles/Acre: $\frac{435.69}{(7) \text{ (pues)}}$; Muelles/Naftones: $\frac{10.000}{(7) \text{ (metros)}}$

Para Embarcaciones de vela:

- (10) A total: $(1.875L + 3)(F/2 + 6.5nLe - 10.5)$
 (11) Amuelle: $F/2(L + 3) + 3.65nLe - 10.5$
 (12) Muelles/Acre: $\frac{435.69}{(10) \text{ (pues)}}$; Muelles/Naftones: $\frac{10.000}{(10) \text{ (metros)}}$

- Notas: 1.- Los valores de We y Le se darán en pies
 2.- Las ecuaciones se basan en la suposición de que la Proleta Principal es de 1.85m (6') de ancho

5.3. MUELLES FIJOS.

5.3.1 DIMENSIONES.

5.3.1.1 MUELLES EN TIERRA:

- a) Ancho mínimo: El ancho mínimo será de 2.50m (8').
- b) Longitud máxima: Su longitud no estará limitada.

5.3.1.2 PASARELA PRINCIPAL:

- a) Ancho mínimo: 1.85m sin obstrucciones, pero deberá considerarse que en el caso de muelles fijos, las pasarelas principales de longitud considerable, pueden servir de camino para vehículos.
- b) Longitud máxima: Estará limitada por las condiciones de la base y la facilidad de su construcción únicamente, aún así se recomienda que al igual que en pasarelas principales flotantes no exceda los 230m (755') de longitud.

5.3.1.3 MUELLES DE ATRAQUE:

- a) Ancho mínimo: 0.90m (3') sin obstrucciones.
- b) Longitud máxima: No habrá más limitante que la estructura sea suficientemente estable.

5.3.2 CARGAS VERTICALES.

5.3.2.1 MUELLES EN TIERRA:

- a) Los muelles en tierra deberán diseñarse para soportar su propia carga muerta, más una carga viva de cuando menos 200Kg/m² (40lb/pie²).
- b) Todos los muelles en tierra deberán contar con un pasamanos capaz de soportar una carga horizontal de 30Kg. por metro lineal, aplicada a la parte superior del pasamanos dicha parte deberá quedar como mínimo a 1.05m de altura y como máximo a 1.15m Ver fig. 5.5.

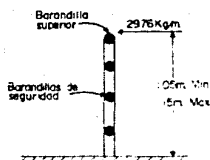


Figura 5.5 Pasamanos para el muelle en tierra.

5.3.2.2 PASARELAS PRINCIPALES: Deberán soportar como mínimo una carga viva de 490kg/m^2 (100lb/pie^2).

5.3.2.3 MUELLES DE ATRAQUE: Deberán soportar como mínimo una carga viva de 245kg/m^2 (50lb/pie^2).

5.3.3 CARGAS LATERALES.

Las estructuras utilizadas en muelles fijos para soportar las cargas verticales resultan, por lo general, suficientes para resistir las cargas laterales, pero si llegará a tenerse alguna duda al respecto, se deberá analizar con el mismo criterio mínimo que las estructuras flotantes.

5.3.4 FLUCTUACIÓN DEL NIVEL DEL AGUA.

a) La fluctuación máxima del nivel de agua cuando se vaya a dar servicio a embarcaciones de manera permanente, será de 0.60m ($2'$).

b) Se podrán construir muelles fijos en donde existan fluctuaciones de hasta 1.50m ($5'$), siempre y cuando se de servicio a las embarcaciones únicamente cuando se tengan condiciones favorables para el abordaje (0.60m ($2'$)).

5.4 MUELLES FLOTANTES.

5.4.1 DIMENSIONES.

5.4.1.1 MUELLES EN TIERRA:

a) Ancho mínimo: 2.50m ($8'$). Si se va a utilizar para tránsito vehicular, deberá ampliarse de acuerdo a las dimensiones del mayor vehículo esperado.

b) Longitud máxima: Su longitud no estará limitada.

5.4.1.2 MUELLES MARGINALES:

a) Cuando de servicio a las pasarelas principales, y no cuente con un portalón por pasarela, el ancho mínimo será de 2.50m (8').

b) Cuando sirva a pasarelas principales, y cada pasarela cuente con su portalón propio, el ancho mínimo será de 1.80m (6'). Ver fig. 5.6.

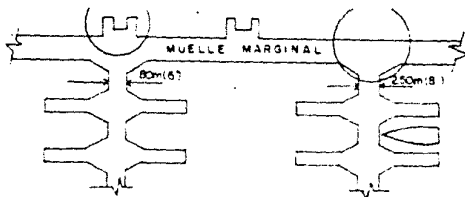


Figura 5.6 Dimensiones del muelle marginal.

5.4.1.3 PASARELAS PRINCIPALES:

a) Ancho mínimo: 1.80m (6') sin obstrucciones.

b) Longitud máxima: Ésta será de 230.0m (755')

5.4.1.4 MUELLES DE ATRAQUE:

a) Ancho mínimo: El ancho mínimo de los muelles de atraque, dependerá de la longitud del mismo, basándose en la siguiente tabla.

| Longitud del muelle de atraque | | Ancho mínimo | |
|--------------------------------|------------|--------------|------|
| metros | pies | metros | pies |
| hasta 6.10 | hasta 20 | 0.75 | 2.5 |
| de 6.10 a 10.65 | de 20 a 35 | 0.90 | 3.0 |
| de 10.65 a 16.30 | de 35 a 60 | 1.20 | 4.0 |
| mas de 16.30 | mas de 60 | 1.50 | 5.0 |

d) Las bitas para el amarre de las embarcaciones deberán situarse según se requiera, de acuerdo a las dimensiones y características de las embarcaciones que hagan uso del embarcadero, de cualquier forma en muelles de hasta 10.65m

(53') se deberán tener un mínimo de 2 bits; y no menos de 3 en muelles de más de 10.65 (35'). En muelles dobles se deberá tener una bita por embarcadero en la pasarela principal. Ver fig. 5.7.

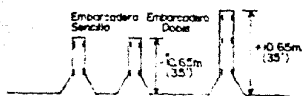


Figura 5.7 Distribución de las bitas.

5.4.2 CARGAS VERTICALES.

5.4.2.1 CARGAS MUERTAS:

a) Las cargas muertas, serán la suma de los pesos de todos los elementos que componen la estructura del muelle, el puente, conexiones, unidades flotantes, todo el equipo permanente y portales; en el caso de muelles de servicio, se incluirá el peso de bombas despachadoras, instalaciones, etc.

b) La madera se considerará con un peso mínimo de 500kg/m³ (35lb/pie³).

c) El bordo libre de los muelles bajo carga muerta únicamente, no será menor de 35.5cm (14") o mayor de 51cm (20"), y deberá ser suficiente para prevenir que los conductos de los servicios entre contacto directo con el agua. Ver fig. 5.8

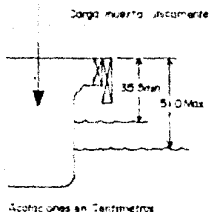


Figura 5.8 Bordo libre bajo carga muerta únicamente.

5.4.2.2 CARGAS VIVAS:

a) Se deberá proporcionar la flotación necesaria para soportar una carga viva uniformemente repartida de 150kg/m^2 (30lb/pie^2) o una carga concentrada de 180kg (400lb) respetando el bordo libre. Estas cargas de diseño no necesitan ser aplicadas simultáneamente. En el muelle de servicio deberán considerarse las cargas de los combustibles que se almacenan temporalmente.

Comentario: En los casos en que sea necesario tener muelles expuestos en lugares con oleaje duro, es recomendable contar con un sistema flotante altamente flexible, como el de madera laminada delgada que trabaja en forma eficiente en estas condiciones. En estos casos las cargas vivas uniformemente repartidas de 150kg/m^2 (30lb/pie^2) disminuyen la flexibilidad del sistema. Por esta razón, se recomienda una carga viva de 60kg/m^2 (12lb/pie^2). Esto es aplicable para casos excepcionales y no es recomendable en instalaciones para embarcaciones recreativas en general.

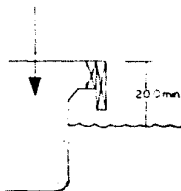
b) Si el ancho de una estructura flotante excede los mínimos establecidos en el inciso 5.4.1, la carga viva uniformemente repartida, podrá ser reducida de la siguiente manera:

$$\text{C.V.U.} + 20\text{lb/pie}^2 - 8\left(\frac{\text{Ancho nuevo}}{\text{Ancho mínimo}} - 1\right)$$

Donde: C.V.U. = Carga viva uniformemente repartida en lb/pie^2 .

Nota: En ningún caso la carga viva deberá ser menor de 60kg/m^2 (12lb/pie^2)

c) El bordo libre bajo la acción de la carga muerta y las cargas vivas combinadas, no deberá ser menor de 20cm ($8''$). Ver fig. 5.9.



Acotaciones en Centímetros

Figura 5.9 Bordo libre bajo la acción de cargas muertas y vivas combinadas.

Nota: En lugares donde existan cargas vivas transmitidas por portales a las estructuras flotantes, podemos decir que las cargas vivas serán calculadas en base a 100kg/m^2 (20lb/pie^2) aplicadas normalmente en la estructura flotante, en lugar de las 195kg/m^2 (40lb/pie^2) utilizadas en el diseño de portales (ver inciso 5.4.5.1) El utilizar cargas vivas grandes para las cargas temporales del portalón requerirá de flotación en los portales en tales cantidades, que la estructura flotante se alzará en forma considerable sobre el nivel del agua durante el uso normal.

5.4.3 CARGAS LATERALES.

5.4.3.1 CARGA LINEAL MÍNIMA: La estructura deberá ser capaz de soportar un empuje de 30kg/m (20lbs/pie), aplicada en los extremos de los muelles de atraque.

5.4.3.2 CARGA MÍNIMA POR VIENTO: La carga por viento para realizar los cálculos por cargas laterales deberá calcularse con la siguiente fórmula:

$$q = [(v/3.6)^2/16] * 1.3 \quad \text{Donde "v" es la velocidad del viento imperante en la región.}$$

La velocidad del viento imperante en la región se tomará de acuerdo a las tablas de vientos regionales de las C.F.E., considerando que la velocidad mínima en el territorio nacional es de 60 km/hora .

5.4.3.3 CÁLCULO DE LA CARGA LATERAL POR VIENTO: Generalmente la mayor carga lateral en una estructura fija o flotante es la producida por la acción del viento soplando contra la embarcaciones y muelle.

Se tomarán dos direcciones: Paralelo y perpendicular a la pasarela principal. Para simplificar los cálculos puede considerarse la altura promedio de una embarcación en muelles abiertos como el 15% de la longitud de la misma. Esta consideración es conservadora, pudiendo tomarse un perfil menor de la fig. 5.10, que muestra los perfiles promedio para la mayor parte de las embarcaciones recreativas.

Para el cálculo de la carga por viento paralelo a la pasarela principal, se tomará todo el perfil de la primera embarcación y un 20% de las demás embarcaciones que estarán cubiertas de la acción directa del viento por la primera.

Para el cálculo de la carga perpendicular, el área total en la que actúa el viento se obtiene multiplicando la altura promedio por el ancho del embarcadero y esto por el número total de embarcaderos; a esto se agregan las áreas de muelle expuestas al viento. Si se tienen embarcaderos

en ambos lados de la pasarela principal, se tomará el lado con embarcaciones de mayores dimensiones para el cálculo. El valor obtenido deberá multiplicarse por 120% para considerar la acción del viento en el lado del sotavento.

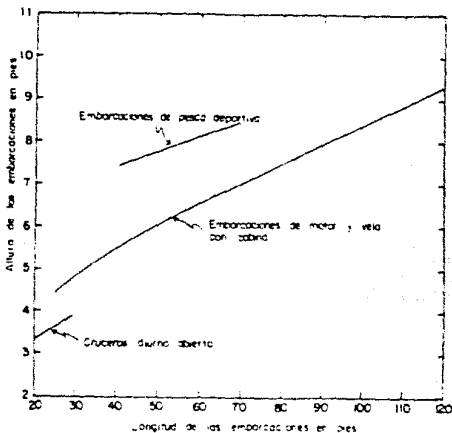


Figura 5.10 Perfil promedio de las embarcaciones recreativas.

Ejemplo.

Tenemos un muelle como el que se muestra en la fig. 5.11 y queremos determinar el número de pilotes que se requerirán, si cada pilote tiene un capacidad de carga de 695kg. Del inciso 5.4.3.2 sabemos que la carga mínima por viento es de 80kg/m² (16.5lb/pie²).

1.- Viento paralelo.

Embarcación de 23.80m:

$$23.80\text{m de eslora} \times 2.25 \text{ de altura} \times 80\text{kg/m}^2 = 4,284\text{kg}$$

Embarcaciones de 12.20m:

$$8 \times 12.20\text{m de eslora} \times 1.70\text{m de altura} \times (0.20 \times 80\text{kg/m}^2) = 2,655\text{kg}$$

Embarcaciones de 9.10m:

$$10 \times 9.10\text{m de eslora} \times 1.50 \text{ de altura} \times (0.20 \times 80\text{kg/m}^2) = 2,184\text{kg}$$

Carga total por viento paralelo:
 $4,284\text{kg} + 2,655\text{kg} + 2,184\text{kg} = 9123\text{kg}$
 2.- Viento perpendicular.

Embarcación de 23.80m:
 $6.0\text{m de manga} \times 2.25\text{m de altura} \times 80\text{kg/m}^2 = 1080\text{kg}$

Embarcaciones de 12.20m:
 $8 \times 5.80\text{m de manga} \times 1.70\text{m de altura} \times 80\text{kg/m}^2 = 6,310\text{kg}$

Muelles de atraque:
 $9 \times 1.20\text{m de ancho} \times 0.45\text{ de altura} \times 80\text{kg/m}^2 = 389\text{kg}$

$6,310\text{kg} + 389\text{kg} = 6699\text{kg}$

Para considerar la línea de embarcaciones de 9.10m tendremos:
 $6,699\text{kg} \times 1.20 = 8039\text{kg}$

Carga total por viento perpendicular:
 $8039\text{kg} + 1080\text{kg} = 9119\text{kg}$

Comparamos las cargas por viento paralelo y perpendicular:

$9,123\text{kg} > 9,119\text{kg}$ por lo tanto tomamos 9,123kg

$9,123\text{kg} / (695\text{kg/pilote}) = 13.12 = 14$ Pilotes.

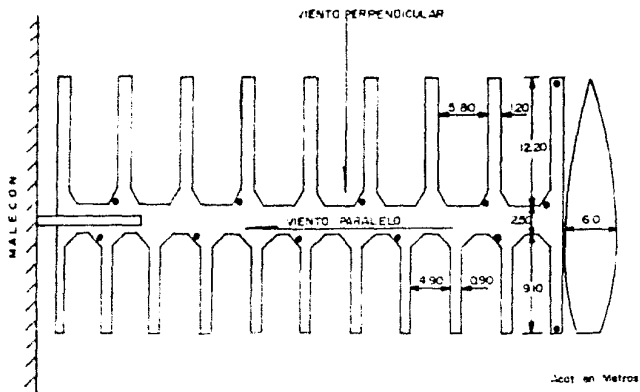


Figura 5.11 Cálculo de la carga lateral por viento.

- 5.4.3.4 CARGAS POR CORRIENTE: Se calcularán de acuerdo a la máxima corriente anticipada en el puerto.
- 5.4.3.5 CARGAS POR OLAS: Se calcularán considerando la máxima ola que pueda presentarse en la localidad, ya sea la máxima ola que llegará a sobrepasar las estructuras de protección o la máxima ola que se genere en el interior del puerto.
- 5.4.3.6 CARGAS POR IMPACTO: Las cargas por impacto se basarán en la longitud, peso y velocidad de la embarcación en el momento del impacto. La siguiente fórmula deberá ser tomada como mínimo, debiendo ser ajustada por el diseñador a valores mayores, para que sirva en circunstancias particulares.

$$\text{Impacto} = \text{Energía cinética} = 0.5 (W \times v^2/g)$$

Para embarcaciones de placer:

$V_{\min} = 58.59L^2$ en metros.

$V_{\min} = 12L^2$ en pies.

Para embarcaciones comerciales:

$V_{\min} = 122.06L^2$ en metros.

$V_{\min} = 25L^2$ en pies.

Donde:

$g = 9.81\text{m/seg}^2$ o 32.2pies/seg^2

$v =$ Velocidad de la embarcación
(mínimo 0.33m/seg o 1pie/seg .)

$W =$ Peso de la embarcación.

$L =$ Longitud de la embarcación.

En las tablas 5.4 y 5.5 se presentan los pesos y energía cinéticas de las embarcaciones recreativas y comerciales en el sistema métrico e inglés de unidades.

Ejemplo en el sistema métrico:

Tenemos un embarcación recreativa de 12.20m de eslora, que se aproxima a una velocidad de $v = 0.60\text{m/seg}^2$. Calcular su energía cinética al momento del impacto.

$$W = 58.59 (12.20)^2 = 8720.5\text{kg}$$

$$E.C. = 1/2 \times [8720.5\text{kg} \times (0.60\text{m/seg})^2 / 9.81\text{m/seg}^2]$$

$$E.C. = 160\text{kg-m}$$

Ejemplo en el sistema inglés:

Calcular la energía cinética de una embarcación recreativa de 40' de eslora y con una velocidad de 2pies/seg^2 .

$$W = 12 (40)^2 = 19,200\text{lb}$$

$$E.C. = 1/2 \times [19,200\text{lb} \times (2\text{pies/seg})^2 / 32.2\text{pies/seg}^2]$$

$$E.C. = 1,192.51\text{b-pie} = 1.192 \text{ Kips-pie}$$

TABLA 55: PESO Y ENERGIA CINETICA DE EMBARCACIONES RECREATIVAS Y COMERCIALES
(Sistema M.K.S. de unidades)

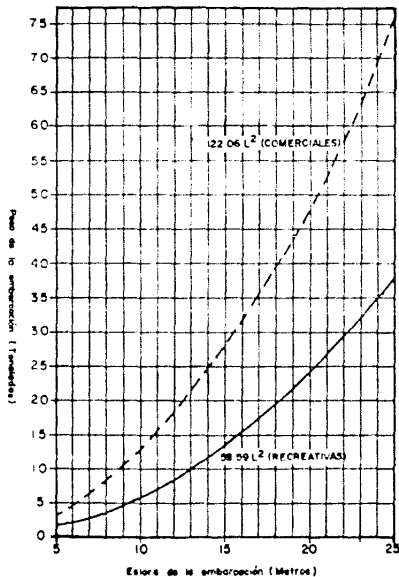
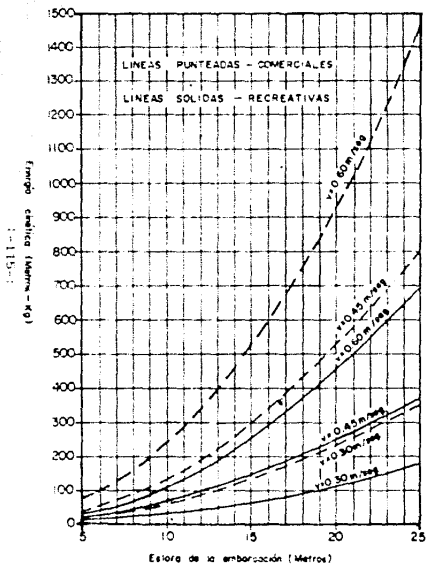
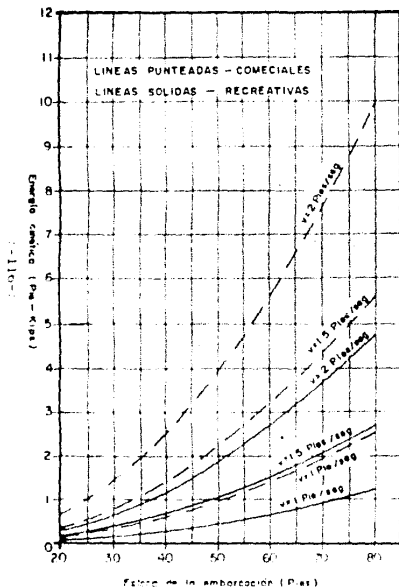
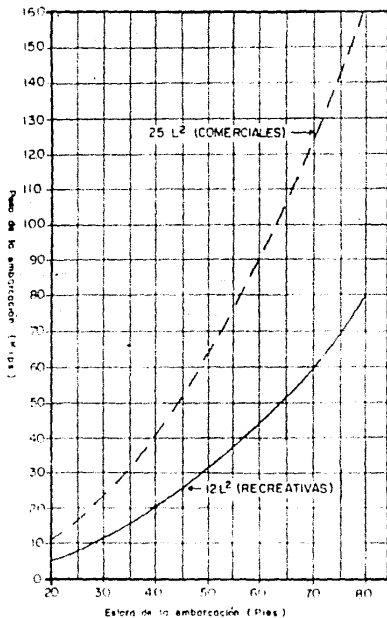


TABLA 5.4: PESO Y ENERGIA CINETICA DE EMBARCACIONES RECREATIVAS Y COMERCIALES
(Sistema Inglés de unidades)



Nota: 1 Kip = 1,000 Libras



5.4.4 PILOTES.

5.4.4.1 NÚMERO Y UBICACIÓN DE LOS PILOTES GUÍAS:

a) Se deberá contar con un número suficiente de pilotes guías para mantener a la estructura flotante en posición y para resistir cargas laterales por viento, olas, corrientes e impacto. Las consideraciones para el diseño serán la máxima combinación de fuerzas que puedan ocurrir en un sitio dado. Se puede considerar que para la pasarela principal, una distancia entre pilotes de 12 a 15m (40 a 50'), es lo suficientemente rígida en un plano horizontal, cada guía para pilote deberá ser diseñada, para resistir las cargas de diseño en cualquier dirección, y para transmitir las cargas en forma segura a los miembros estructurales de la pasarela principal, ya sea en forma directa o a través de los muelles de atraque. Ver fig. 5.12.



Figura 5.12 Localización de pilotes guías.

b) Se deberán tener pilotes guías en los extremos de todos los muelles de atraque que sean adyacentes al canal.

c) Se deberán tener pilotes de separación en todo muelle doble que exceda los 11m (36pies) de longitud.

Nota: Un pilote guía será aquel cuya función es el resistir cargas laterales impidiendo el movimiento lateral de la estructura flotante. Como pilote de separación se entenderá aquel cuya función es el separar entre sí a dos embarcaciones atracadas en un muelle doble.

Estos pilotes de separación pueden causar diversas reacciones entre los usuarios, algunos los consideran una ventaja, mientras que otros piensan que estorban, por esta razón la decisión de su utilización, se tomará de acuerdo al tipo de embarcaciones que vayan a hacer uso de la instalación sus necesidades y, los hábitos y opiniones de los usuarios.

Una mejora poco costosa que se puede realizar a los pilotes de separación es el colocar una llanta de carro o camión pequeño en el pilote, ya que flotará conforme al nivel de agua, y proporciona una defensa para las embarcaciones y el pilote.

- 5.4.4.2 ELEVACIÓN DE LOS PILOTES SOBRE EL NIVEL DEL AGUA: Los pilotes guías y de separación deberán sobresalir del máximo nivel de agua, cuando menos 1.20m. (4'). Ver fig. 5.13.

Nota: Se deberá tener mucho cuidado en la determinación de la altura de estos pilotes guías, en instalaciones sujetas, a oleaje, olas de tormentas, crecimiento de aguas repentino por inundación, como puede ser el caso de ríos y presas, y en otros lugares, en los que se puedan exceder periódicamente los niveles máximos de agua; los pilotes en estos casos pueden llegar a requerir sobresalir de 1.80 a 2.40m (6 a 8') sobre el nivel máximo de agua.

- 5.4.4.3 PROTECCIÓN CONTRA AVES: Todos los pilotes deberán contar con una cubierta en forma de cono, pirámide o algún otro elemento apropiado para prevenir que aniden aves en el. ver fig. 5.13.

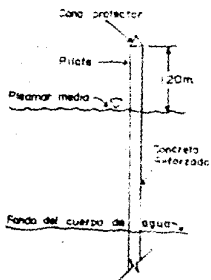


Figura 5.13 Pilote guía.

5.4.4.4 DIFERENTES SECCIONES: Cuando se utilicen pilotes de concreto, las secciones más comunes son: cuadradas, ortogonales y circulares. Las secciones cuadradas son las más económicas, pero frecuentemente sufren rotaciones al momento de ser hincadas, lo que les da una apariencia poco agradable además de causar problemas con las guías rodantes. Los pilotes de sección circular son los más atractivos pero también son los más costosos y pueden tener problemas con las guías rodantes planas, al trabajar sobre una superficie redonda, los pilotes de sección ortogonal ofrecen una buena combinación entre una sección cuadrada y una circular; a distancia, parece un pilote circular y a la vez proporciona superficies planas para las guías rodantes.

5.4.5 PORTALONES.

5.4.5.1 ANCHO MÍNIMO: Los portalones tienen generalmente un ancho de 1.22m (48") entre pasamanos. De ser necesarios anchos mayores o menores de 1.22 (48"), deberá ser especificado por el diseñador, pero en ningún caso deberá ser menor de 1.05m (42"). Ver fig. 5.14.

5.4.5.2 CARGAS VIVAS EN EL PORTALÓN: Los portalones deberán ser diseñados para soportar una carga viva de cuando menos 200kg/m² (40lb/pie²).

5.4.5.3 ALTURA DE LOS PASAMANOS: Los pasamanos deberán tener una altura, no menor de 1.05m. (42") y de no más de 1.15 (45"). Ver fig. 5.14.

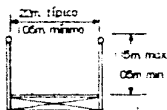


Figura 5.14 Ancho del portalón y altura del pasamanos.

5.4.5.4 CARGAS VIVAS EN EL PASAMANOS: Todo portalón, deberá contar pasamanos, el cual deberá soportar como mínimo, una carga viva aplicada horizontalmente en la parte superior del pasamanos de 50kg/m (20lb/pie).

5.4.5.5 CARGAS VIVAS TRANSMITIDAS A LA ESTRUCTURA FLOTANTE: La carga viva transmitida por el portalón a la estructura flotante se calculará tomando como mínimo 150kg/m² (30lb/pie²), aplicada al total de la superficie del portalón.

5.4.5.6 SUPERFICIE: El puente del portalón deberá estar recubierto con un superficie antiderrapante y/o contar con tiras de madera atravesadas, aseguradas al puente con una separación de 30cm (12"). Los maderos deberán ser de 2.5 cm (1") de ancho y, no menos de 0.6cm (1/4") y no más de 1.2cm (1/2") de altura. Ver fig. 5.15.

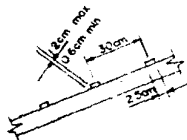


Figura 5.15 Superficie del portalón.

5.4.5.7 PENDIENTES MÁXIMAS DE LOS PORTALONES:

a) En aguas costeras:

3:1 - Para el nivel de bajar media inferior.

2½:1 - Para niveles abajo del nivel de bajar media inferior.

b) En aguas interiores:

3:1 - Durante cuando menos el 90% del tiempo

2½:1 - Durante no más del 10% del tiempo.

5.4.5.8 ANCHO ADICIONAL EN EL MUELLE MARGINAL: En la parte inferior del portalón; donde se apoya al muelle marginal o a la pasarela principal, se deberá proporcionar un ancho adicional, una plataforma de apoyo o alguna otra provisión, para asegurar que el portalón no reduzca el ancho mínimo sin obstrucciones en los muelles marginales y pasarelas principales, como se establece en éste reglamento. Ver fig. 5.16.

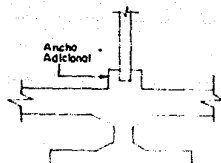


Figura 5.16 Ancho adicional en el muelle marginal.

5.4.5.9 PLACAS DE CIERRE: En su parte inferior el portalón deberá contar con placas de cierre para evitar que exista un pequeño escalón entre el portalón y el muelle en el que se apoya. La pendiente de éstas placas no deberá exceder la pendiente máxima permitida en los portales.

5.5 MUELLES CUBIERTOS.

5.5.1 DIMENSIONES.

Estos muelles se ajustarán a las dimensiones mínimas que se establecen para muelles fijos y flotantes, incisos 5.3.1 y 5.4.2.

5.5.2 CARGAS VERTICALES.

5.5.2.1 CARGAS MUERTAS: En las cargas muertas deberán considerarse todas las estructuras necesarias para soportar la cubierta, así como la cubierta misma, además de las cargas consideradas en el inciso 5.4.2.1.

5.5.2.2 CARGAS VIVAS: Se deberán considerar todas las cargas vivas que se puedan tener en la cubierta del muelle, además de las consideradas en el inciso 5.4.2.2.

5.5.3 CARGAS LATERALES.

Para el análisis de cargas por viento, los muelles cubiertos, deberán ser analizados, considerando que el viento incide en la estructura y no en las embarcaciones, lo cual resultará en una considerable carga lateral, por lo que puede llegar a ser necesario utilizar doctines, ya que estos trabajan bajo el principio de una estructura en A, por lo que llegan a soportar la misma carga que 20 pilotes.

5.6 ÁREAS DE TIERRA.

5.6.1 RAMPAS PARA BOTAR Y RECOGER EMBARCACIONES.

5.6.1.1 LOCALIZACIÓN: Deberán localizarse de tal manera que sea mínima la interferencia en la zona de agua con el tráfico de embarcaciones.

En la zona de tierra, se deberá tener una área de maniobras para vehículo y remolque no menor de 15m (50'), y contar con un área de estacionamiento.

5.6.1.2 PENDIENTE: La pendiente más recomendable para las rampas es de 12.5% (8:1) y la máxima permitida será 15% (6.67:1)

5.6.1.3 ANCHO MÍNIMO: El ancho mínimo de la rampa será de 3.50m (11'-5") y en caso de rampa doble de 5.25m (17'-5") sin que exista ningún elemento intermedio, como pilotes o muelles de cortesía.

5.6.1.4 SUPERFICIE DE LA RAMPA: Ésta deberá resistir la acción del oleaje y desgaste por el tránsito, ser antiderrapante; en caso de losa de concreto, se recomienda que su acabado sea estriado con ondas de 2.5cm (1") de cresta a valle y con una separación entre protuberancias de 5cm (2"); el estriado será en forma de "V" a 30 grados respecto a la horizontal, para permitir el dren de aguas.

5.6.1.5 NÚMERO DE RAMPAS: Se deberá considerar una rampa por cada 35 cajones de estacionamiento, en instalaciones con gran capacidad y movimiento; y una rampa por cada 70m cajones, en sitios de poco movimiento.

5.6.2 SANITARIOS.

5.6.2.1 DISTANCIA MÁXIMA: Los sanitarios deberán localizarse de manera cómoda para el acceso desde las embarcaciones. La distancia entre cualquier embarcadero hacia el sanitario más cercano, no deberá exceder de 305m (1000') de distancia a pie.

5.6.2.2 NÚMERO MÍNIMO DE MUEBLES: El número de retretes o escusados para una instalación para embarcaciones recreativas se determinará de acuerdo a las necesidades particulares de cada sitio, de cualquier forma se considerará como mínimo, lo siguiente:

MUEBLES DE BAÑO

| Tipo de mueble | Masculino | Femenino |
|------------------------|-----------|----------|
| Retretes o escusados | 2 piezas | 3 piezas |
| Lavabos | 2 " | 3 " |
| Regaderas mas vestidor | 2 " | 3 " |
| Mingitorios | 2 " | - |

Por cada 25 muelles, se deberán tener por cada sexo como mínimo:

MUEBLES POR CADA 25 MUELLES

| Tipo de mueble | Número |
|----------------|---------|
| Retrete | 1 pieza |
| lavabo | 1 " |
| Regadera | ½ " |

Nota: Para los sanitarios para sexo masculino con más de dos retretes, se pueden sustituir un retrete o más por mingitorios, considerando dos mingitorios por cada retrete.

- 5.6.2.3 **LOS SANITARIOS Y SU ENTORNO:** El diseño arquitectónico de los sanitarios, deberá ser compatible con su entorno y las estructuras existentes.
- 5.6.2.4 **REQUERIMIENTOS DE SANIDAD:** Los sanitarios deberán cumplir con los requerimientos de sanidad locales, estatales y federales, según la jurisdicción en la que se encuentre.
- 5.6.2.5 **VOLUMEN DE AGUA POR DESALOJO EN MUELLES:** Los retretes deberán ser del tipo de bajo consumo de agua por desalojo, con un máximo de 13.25 lts. (3.5 galones) por desalojo.
- 5.6.2.6 **FACILIDADES PARA (PARALÉPTICOS):** Los sanitarios deberán ser diseñados para cumplir todos los requerimientos para el acceso y su utilización por parte de paralépticos.
- 5.6.2.7 **DEPOSITOS PARA BASURA:** Se deberán tener depósitos para basura en todos los portales, sanitarios y en cualquier otro sitio donde sean requeridos.

5.6.3 ESTACIONAMIENTOS.

5.6.3.1 CAJONES MÍNIMOS POR EMBARCACIÓN:

- a) 0.60 cajones por cada embarcación recreativa atracada.
- b) 2.00 cajones por cada embarcación pesquera comercial atracada.
- c) 35 cajones para vehículo y remolque por cada rampa.
- d) 3 o 4 cajones por cada 100m² de área construida en zona comercial excepto para restaurantes y cafeterías.
- e) 1.75 cajones por habitación en hotel o motel.
- f) 1.0 o 1.5 cajones por habitación de apartamentos.
- g) El número de cajones citado anteriormente, deberá ser sumado a las necesidades de estacionamiento para restaurantes y otras concesiones, muelles de pesca públicos, rampas para botar embarcaciones, etc.

5.6.3.2 DISTANCIA MÁXIMA RESPECTO A LOS EMBARCADEROS: Los estacionamientos deberán colocarse razonablemente adyacentes a el Área de embarcaderos a la que sirva. Esto, algunas veces resulta imposible físicamente de realizar, pero deberá procurarse que no existe una distancia mayor de 300m (985') (distancia a pie), de cualquier embarcadero.

5.6.3.3 DIMENSIONES MÍNIMAS PARA CAJONES DE ESTACIONAMIENTO:

a) Para automóviles: 2.75 x 6.10m (9 x 20') (Se recomienda que para mayor información se consulte el reglamento de estacionamientos del D.D.F.)

b) Para remolques: 3.65 x 12.20m (10 x 40')

5.6.3.4 CAJONES PARA INVÁLIDOS: Se deberá contar con aproximadamente 2% (pero no menos de un cajón) de los cajones de estacionamiento y marcarse debidamente para ser distinguidos con facilidad. Estos cajones deberán ser localizados de forma conveniente respecto a los principales servicios de la instalación, debiendo tener como mínimo 3.70m (12) de ancho y localizarse de manera que personas que utilicen sillas de ruedas, muletas, etc. no tengan que transitar por detrás de carros estacionados. Se deberá contar con rampas para sillas de ruedas, para cruzar cualquier tipo de obstrucción.

5.6.3.5 ESPACIOS VERDES: Se deberán evitar grandes espacios visuales de pavimentos, a través de la utilización de camellones con plantas de ornato. Estos camellones, se emplearán para dirigir y controlar el flujo del tráfico.

5.6.4 EL MALECÓN.

5.6.4.1 CARGAS VIVAS:

a) Cuando el malecón sea utilizado por los peatones únicamente y para acceso a los muelles, deberá diseñarse para una carga mínima de 200kg/m^2 (40lb/pie^2).

b) Si existe acceso para vehículos hasta la orilla del malecón, éste deberá ser diseñado para vehículos H-10-44 según especificaciones AASHO. para carreteras y puentes.

5.6.4.2 BARANDALES: Todo el perímetro del malecón deberá contar con barandal capaz de resistir esfuerzos horizontales de 30kg/m (20lb/pie) aplicados a la parte superior. La altura del barandal puede variar entre 1.05 y 1.15m (42 y 45").

5.7 SERVICIOS.

5.7.1 GENERALIDADES.

a) Todos los servicios en costa deberán ir bajo tierra.

b) La capacidad, localización, diseño y construcción de las instalaciones para agua potable, energía eléctrica, combustible, teléfono, etc. se realizarán de acuerdo a las prácticas reconocidas y de acuerdo a los reglamentos y normas existentes de las autoridades correspondientes.

c) Las líneas de servicio que estén localizadas en las estructuras flotantes deberán ser protegidas contra accidentes, corrosión marina, etc.

d) No se deberán tener líneas de servicio afianzadas a la parte superior del puente en estructuras flotantes.

e) Las líneas de servicio, cajas de conexión y otras partes de las instalaciones de servicios, deberán instalarse con un mínimo de 15cm (6") sobre el nivel del agua cuando se tengan cargas muertas únicamente y no menos de 5cm (2") cuando se tengan cargas muertas y vivas actuando sobre la estructura.

5.7.2 AGUA POTABLE.

a) Todas las líneas de agua potable en estructuras flotantes deberán estar equipadas en la costa con dispositivos anti-sifon apropiados.

b) Se tendrá una llave de nariz de 3/4 de pulgada con roca estándar por cada dos embarcaderos y entregar agua potable con una presión no menor de 2.8kg/cm^2 (40lb/pul^2).

5.7.3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

Los equipos contra incendio deberán ser suficientes y estar localizados para brindar protección a todas las estructuras flotantes o fijas (según sea el caso) y a las embarcaciones, se deberá contar con un abastecimiento de agua de 150 lts (40 galones) por minuto con una presión de 2.8kg/cm² (40lb/pul²).

Un arreglo típico, consiste en colocar los gabinetes contra incendio a intervalos de 50m, a lo largo de la pasarela principal, cada uno con una válvula de operación manual, 25m de manguera y aspersor.

Debe considerarse que este grado de protección es solo para primeros auxilios; se deberá consultar a los servicios locales contra incendios, para contar con mayor capacidad para combatir incendios de acuerdo a las necesidades de cada sitio.

5.7.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

1) El servicio de energía eléctrica se basará en el Apéndice A en el cual se exponen las normas que se siguen en los Estados Unidos de Norteamérica, ya que la mayor parte de los usuarios proviene de este país; también deberán de consultarse las locales como las NT-IE (Normas técnicas para instalaciones eléctricas) y en caso de existir diferencia de criterios se seleccionará el más conservador.

2) Toda la instalación eléctrica sobre las estructuras flotantes deberá estar protegida contra cortos circuitos producidos por el agua, explosión, polvo etc.

3) Todos los embarcaderos deberán estar provistos con no menos de una salida de 120Volts y 30amp, cualquier carga adicional deberá ser justificada.

4) Se recomienda equipar a todos los embarcaderos con interruptores de falla a tierra (I.F.T.).

Nota: Si se instalan I.F.T., se deberá instituir un programa de prueba y mantenimiento a intervalos regulares. Se deberá tener especial cuidado en asegurarse de que los dispositivos estén en buenas condiciones, particularmente en aguas saladas.

Las pruebas se realizarán con instrumentos de prueba que:

a) Apliquen una corriente de falla a tierra

b) Midan el intervalo de tiempo en milisegundos, que tarda a partir de que es aplicada la corriente de falla a tierra hasta que el interruptor desconecte el circuito. La corriente de falla a tierra estándar es de 5 miliamperes, variando el tiempo de desconexión de acuerdo a

especificaciones del fabricante, la instalación de estos interruptores deberá normarse de acuerdo al artículo 515.13 de las N.T.- I.E.

5) Cuando dos embarcaderos adyacentes sean servidos por contactos localizados, en una misma caja de servicio, ésta deberá localizarse entre los embarcaderos, y de tal forma que los cables no crucen la pasarela principal.

5.7.5 ILUMINACIÓN NOCTURNA.

1) El circuito de iluminación nocturna de los muelles, deberá ser independiente del sistema de energía eléctrica.

2) El sistema de iluminación nocturna tanto en estructuras flotantes como en las costas, deberá ser diseñado para minimizar la reflexión sobre las aguas de los canales de navegación y atraque, por lo que se prohíbe la iluminación de la zona de muelles con reflectores.

5.7.6 SISTEMA DE DRENAJE Y DEPÓSITOS DE BASURA.

1) Se deberá contar con cuando menos un equipo de bombeo para la descarga a tierra del sistema de drenaje de los muelles en toda instalación, exceptuando aquellas en las que no se brinde éste servicio, como puede suceder en los puertos de resguardo y de oportunidad.

2) El equipo de bombeo deberá incluir equipo para bombear o recibir y transferir el contenido de los tanques de almacenaje de aguas sanitarias de las embarcaciones siguiendo los reglamentos locales sobre drenaje y calidad de aguas negras.

3) Deberá contarse además con una línea de agua fresca a presión para el lavado de los tanques. Esta línea deberá tener claramente escrita la leyenda "No se utilice para consumo humano".

4) No se deberá tener ningún abastecimiento de agua potable en o adyacente al equipo de bombeo de aguas negras.

5) Deberán existir depósitos de basura cerca de los sanitarios así como de preferencia en cada muelle.

5.7.7 OTROS SERVICIOS COMPLEMENTARIOS.

5.7.7.1 SONIDO AMBIENTAL: Cuando la economía de la instalación para embarcaciones recreativas lo permita, deberá contarse con sonido ambiental de tal forma que, en todos los muelles se escuche anuncios, llamadas, etc.

5.7.7.2 CARRITOS DE MANO: Es recomendable contar con carritos de mano en las instalaciones recreativas para facilitar el abastecimiento de viveres por parte de los usuarios.

5.7.7.3 INTERFONO Y TELÉFONO: Estos dos servicios no son necesarios actualmente, pero la tendencia es contar con ellos dando un realce a la instalación que será redituable económicamente.

5.7.8 MUELLE DE SERVICIO.

1) Todas las instalaciones para el manejo de combustible, deberán ser diseñadas para prevenir derrames de combustibles, energía o incendios, evitándose cualquier generación de chispas en ésta zonas.

2) Los tanques de almacenaje de combustibles deberán ser subterráneos en tierra firme y estar arriba del nivel de la Pleamar Superior.

3) El muelle de servicio deberá localizarse dentro de la instalación, de tal forma que las embarcaciones transiten lo menos posible a través del área de atraque.

4) El muelle de servicio deberá ser una estructura separada de los embarcaderos, alejada lo suficiente para que el riesgo de que se extienda un derrame o incendio de éste a los embarcaderos sea mínimo.

5) En condiciones normales, es ventajoso el tener las bombas de combustible y la estación de bombeo de aguas negras localizadas adyacentes a la estructura flotante del muelle de servicio.

6) Todos los materiales de flotación empleados en el muelle de servicio y los adyacentes a éste, deberán ser resistentes a los hidrocarburos. El uso de poliestireno sin protección para estos muelles queda estrictamente prohibido.

5.8 CONCESIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES PARA EMBARCACIONES RECREATIVAS.

Para realizar la solicitud de concesionamiento para el establecimiento de una instalación para embarcaciones recreativas, así como para realizar el trámite de arribo y despacho de las embarcaciones recreativas en éstas instalaciones, deberá consultarse el instructivo: "MARINAC TURÍSTICAS (INSTRUCTIVO PARA SU CONCESIONAMIENTO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN)", publicado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Puertos.

A P É N D I C E A.

TÍTULO 24. REGULACIONES BÁSICAS. (Registro: 70, No. 15--4-11-70)

ARTICULO E555: CABLEADO EN EMBARCADEROS Y PUERTO.

Las disposiciones de éste artículo deberán aplicarse a la instalación de conductores y equipo para embarcaderos.

E555-1 CONTACTOS:

Donde se instalen contactos para abastecer una embarcación, estos deberán proporcionar como mínimo 20 amp. para cada una.

- a) Donde las embarcaciones son alimentadas por circuitos con contactos de más de 20 amp., se considerará el 60% de amperaje al voltaje nominal.
- b) Un circuito individual con conductores no menores del No. 12 AWG, deberá abastecer a cada contacto para embarcación. Se empleará un circuito separado para la iluminación de los embarcaderos y relojes.

E555-2 CÁLCULO DE LOS ALIMENTADORES PRINCIPALES Y RAMALES.

Los alimentadores principales y los ramales que abastezcan a las embarcaciones deberán ser de un calibre tal que entreguen los amperes citados en el artículo E555-1. El calibre mínimo para el conductor de alimentación será de 10 AWG.

a) Se aplicarán los siguientes factores de demanda de los alimentados y servicios.

| NÚMERO DE CONTACTOS. | FACTOR DE DEMANDA. |
|----------------------|--------------------|
| 1 - 4 | 1.0 |
| 5 - 8 | 0.90 |
| 9 - 13 | 0.80 |
| 14 - 18 | 0.70 |
| 19 - 23 | 0.60 |
| 24 - 30 | 0.50 |
| 31 Y MAS | 0.40 |

b) Para caída de tensión ver artículo 202.6 de las N. T. - I. E.

E555-3 MATERIALES.

Todos los materiales deberán ser del tipo que resistan mejor la acción corrosiva del medio ambiente y ser los adecuados para uso marino.

a) Todos los materiales metálicos deberán ser resistentes a la corrosión.

b) Los materiales plásticos deberán ser resistentes a climas húmedos, exposición a la luz solar, al ozono y a la altitud.

E555-4 SEPARACIÓN SOBRE EL NIVEL DEL AGUA.

El cableado sujeto a los requerimientos del artículo E555, sobre aguas navegables, deberá ser aprobado por la autoridad local.

E555-5 CONTACTOS.

Los contactos deberán ser del tipo aterrizado y tener rangos convenientes para este propósito.

a) Los contactos se instalarán de manera que el agua, no drene por la cara del dispositivo y no entre en las ranuras de la conexión.

b) Los contactos deberán localizarse de manera que una clavija safada, no caiga al agua.

c) Los contactos deberán tener en o cerca de ellos la leyenda: No se inserte clavija en el contacto si éste se encuentra húmedo.

E555-6 ATERORIZAJE.

Se deberá contar con un conductor separado para el aterrizaje en cada cableado. La continuidad de éste conductor deberá ser provista del switch de entrada a cada caja, o gabinete, y un polo especial y separado de cada contacto, de calibre no menor de 12 AWG. El sistema eléctrico de la embarcación deberá ser aterrizado mediante el polo de tierra del contacto.

E555-7 CABLES.

Cuando se empleen cables deberán ser del tipo resistente al efecto del agua, aceite, ozono, contaminación ambiental y la acción de la luz solar.

a) Los dispositivos que utilicen cables, deberán ser del tipo que evite tensiones sobre la conexiones.

E555-8 CONEXIONES FLEXIBLES.

Cuando se empleen secciones flotantes de muelles, deberán instalarse los dispositivos necesarios para la flexión en las secciones.

a) Cuando se utilice cable, se deberá expandir solo el gozne, y ser adecuadamente protegido contra daños físicos.

B I B L I O G R A F Í A.

- 1.- ADIE, Ronald V.
Marinas. Working Guide to their Development an
Desing. 2ª ed., Londres, Architectura, 1977,
p.352.
- 2.- ANDREV, R. Mack
Boat Handling Equipment in the Modern Marina,
New York, H.A. Bruno & Associates, Inc., 1959,
p.70.
- 3.- ARCHER E. Knowlton
Standard Handbook for Electrical Engineers, Tokio,
Mc Graw Hill, 1949, p.2230.
- 4.- ARTHUR YOUNG & COMPANY
Final Report Boating Resources Development
Planning Study, California, 1973.
- 5.- BOAT MOTOR DEALER
Market Manual, Oakton, 1969, p.220.
- 6.- BUSTAMANTE, Jorge y Gonzales Marin Joaquin
Escala de Marinas en Mexico. Mexico, D.F.,
Mexiconsult, 1973, Apendice C.
- 7.- DAVID M. Dornbush & Company Inc.
Economic Impact of the Boating Industry in
California, San Francisco, 1968, p.89.

- 8.- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
Normas técnicas complementarias, Distrito Federal, 1990.
- 9.- DEREK HEAD, Vrd Friba
Marinas, 2 Harbour Desing, 1ª ed., Londres, Cement and Concrete Association, 1976, p.79.
- 10.- DUNHAM, James W. y Finn Arnold A.
Small Craft Harbors: Desing, Construction and Operation, Special Report No. 2, Virginia, Coastal Engineering Research Center, 1974, 375p.
- 11.- ICOMIA Marine Environment Committee
Recreation in a Marine Enviroment, Zurich, 1973, p.15.
- 12.- INTERNATIONAL COUNCIL OF MARINE INDUSTRY
Boating Industry Reports, Londres, Boating Industry House, 1988, p.141.
- 13.- ISLAS, Carpizo Sergio E.
Apuntes sobre Marina, México, D.F., Secretaría de Marina, Dirección de Estudios y Proyectos., 1975, p.45.
- 14.- ISLAS, Carpizo Sergio E.
Planeación del uso del suelo en zonas turísticas, s.l., s.f., p.17.
- 15.- LEYES Y CODIGOS DE MÉXICO
Reglamento de construcciones para el Distrito Federal, 1990, p.230.
- 16.- NAEBM, National Association of Engine & Boat Manufactures
Boating Registration Statistics, 1977, s.l., s.f., p.26.
- 17.- QUEEN, Alonso
Desing and Construction of Ports and Marine Strutures, 2ªed., New York, Mc Graw Hill, 1971, p.611.

- 18.- SCOTT W. Nixon, CARDACE A. Quiatt, SHARON L. Northby
Ecology of Small Boat Marinas, Kingston, University of Rhode Island, 1973, p.20.
- 19.- SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, SUBSECRETARÍA DE OPERACIÓN.
Marinas Turísticas (Instructivo para su Concesionamiento, Construcción y Operación), s.l., s.f., p. 19.
- 20.- SECOFIN
Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas, México, Dirección de publicaciones del I.P.N., 1985.
- 21.- SILICHO, Manuel
Tesis: "Aspectos Generales sobre Marinas", México, 1979.
- 22.- STATE OF CALIFORNIA, THE RESOURCES AGENCY DEPARTMENT OF BOATING & WATERWAYS.
Layout and Design Guidelines for Small Craft Berthing Facilities, California, 1984, p.21.
- 23.- STATE OF CALIFORNIA, DEPARTMENT OF MOTOR VEHICLES
Total Vessel Registrations by County, as of May 1990, Junio 1990.
- 24.- TASK COMMITTEE ON SMALL CRAFT HARBORS, COMMITTEE ON PORTS AND HARBORS Y WATERWAYS AND HARBORS DIVISION.
Report on Small Craft Harbors, New York, American Society of Civil Engineers, 1969, p.139.
- 25.- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, UNITED STATES COAST GUARD
Boating Statistics 1988, California, 1989, 4pp.
- 26.- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, UNITED STATES COAST GUARD
Boating Statistics 1989, California, 1990, 4-9pp
- 27.- W. CLINTON J. Chamberlain
Marinas, Recommendations for Design, Construction and Management, Volumen 1, 3ª ed. New York, National Marine Manufacturers Association, 1983, p.169.

28.- WILLIAMS-KUEBELBECK & ASSOCIATES INC.
Inventory of California boating facilities,
California, 1985, p.82.