

79'97



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL

DISEÑO DE UN MUELLE PETROLERO EN SAN
CARLOS, BAJA CALIFORNIA SUR

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
BLANCA MANRIQUE HERNANDEZ



FALLA DE ORIGEN

1989



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.

I N D I C E

	Pág.
CAPITULO 1. INTRODUCCION	1
CAPITULO 2. GENERALIDADES	
2.1. Objetivo	5
2.2. Puerto existente	5
2.2.1. Localización	5
2.2.2. Función	7
2.2.3. Configuración	7
2.2.4. Muelle petrolero en puerto existente	10
CAPITULO 3. BASES DE DISEÑO	
3.1. Estudios preliminares	13
3.2. Datos topohidrográficos	14
3.2.1. Batimetría	14
3.3. Datos geotécnicos	17
3.3.1. Estratigrafía	17
3.3.2. Parámetros	19
3.4. Datos meteorológicos	21
3.4.1. Viento	21
3.4.2. Clima	21
3.4.3. Precipitación	21
3.5. Datos oceanográficos	22
3.5.1. Mareas	22
3.5.2. Oleaje	22
3.5.3. Corriente	23

3.6.	Datos de embarcación	23
3.7.	Datos sísmicos	24

CAPITULO 4. ESTRUCTURACION DEL MUELLE

4.1.	Aspectos básicos en la selección de estructuración	25
4.2.	Requisitos del proyecto	25
4.3.	Dimensionamiento de las áreas de agua	27
4.3.1.	Canal de acceso	27
4.3.2.	Dársena de ciaboga	31
4.3.3.	Dársena de operación	34
4.4.	Elementos que conforman al muelle petrolero	36
4.5.	Distribución ideal de las estructuras en el muelle	39
4.5.1.	Localización de las plataformas de atraque y duques de alba	40
4.5.2.	Ubicación de los puntos de amarre	41
4.6.	Dimensionamiento del muelle	43
4.6.1.	Altura del muelle	43
4.6.2.	Longitud del muelle	44
4.6.3.	Ancho del muelle	45
4.7.	Arreglo general del muelle	45
4.7.1.	Plataforma de operación	46
4.7.2.	Plataformas de atraque	46
4.7.3.	Duques de alba	48
4.7.4.	Viaductos para tuberías y peatones	49
4.7.5.	Pasarelas para peatones	50

CAPITULO 5. EFECTOS CONSIDERADOS EN EL DISEÑO DEL MUELLE

5.1.	Condiciones de carga	52
5.2.	Fuerza de atraque (carga de impacto)	53
5.2.1.	Cálculo de la energía de atraque	54

5.2.2. Selección de defensas para atraque	56
5.3. Fuerza de viento y corriente (carga de impacto).	60
5.3.1. Fuerza que ejerce el viento sobre el buque	61
5.3.2. Fuerza que ejerce la corriente sobre el buque ..	63
5.3.3. Fuerza de viento y corriente sobre el muelle ...	65
5.4. Fuerza de viento (carga accidental)	65
5.5. Fuerzas que producen las amarras sobre el muelle	67
5.5.1. Líneas de amarras más críticas	69
5.5.2. Fuerzas en las líneas de popa y proa	69
5.6. Cargas verticales sobre la plataforma de atraque	73
5.6.1. Carga muerta	73
5.6.2. Carga viva	78
5.6.3. Sismo (carga accidental)	78
5.7. Análisis de la plataforma de atraque	80
5.7.1. Solución al sistema estructural apoyado sobre pilotes	84
5.7.2. Elementos mecánicos	108

CAPITULO 6. DISEÑO

6.1. Dimensionamiento	113
6.2. Losa principal	114
6.3. Muros perimetrales	117
6.3. Muros interiores	119
6.4. Losa tapa	120
6.6. Dados para defensas	123
6.7. Dado para gancho de escape	126
6.8. Losa rampa	128
6.9. Pantalla de atraque	130
6.10. Pilotes	132

CAPITULO 7. CONCLUSIONES	133
--------------------------------	-----

1. INTRODUCCION .

Actualmente es de gran importancia para México la explotación de sus fuentes petroleras con fines de exportación, por lo que en los últimos años se ha dado un decidido impulso a la creación de nuevas instalaciones industriales, con el objeto de producir, conducir y almacenar productos petroleros.

Este desarrollo sigue favoreciendo el crecimiento del comercio internacional de hidrocarburos, debido a las fuertes demandas de volúmenes de petróleo que se requieren. Aunado a ello, PEMEX ha propiciado el incremento de su flota petrolera, en cuanto a tamaño y especialidad se refiere. Con éste crecimiento de los buques-tanque, México se ve en la necesidad de poder contar con una infraestructura que sea adecuada para que las embarcaciones puedan efectuar una eficiente operación de carga y descarga.

Dentro de dicha infraestructura se encuentra lo que denominamos puerto petrolero, del cual se requiere propiciar su crecimiento, diseñando nuevos puertos ó bien acondicionando los ya existentes para que satisfagan la demanda petrolera que el desarrollo requiere día a día.

El término de puerto petrolero parte del concepto tradicional que se tiene de un puerto, y se diferencia de él en cuanto al manejo de grandes volúmenes de carga, así como protección y calado se refiere. Definiendo puerto de la siguiente manera.

Puerto, es el lugar natural o artificial, organizado y

equipado específicamente para efectuar la transferencia de productos de un medio de transporte marítimo al terrestre. Se encuentra ubicado en la costa o ribera de un río, protegido de las mareas y oleaje, dispuesto para la seguridad de las embarcaciones y operaciones de tráfico. Un puerto puede estar conformado por rompeolas, dársenas, canales de navegación, muelles, diques, equipo para manejo de productos, patios de maniobras, edificios de control administrativo, así como accesos carreteros y ferroviarios.

La creación de un puerto petrolero se define principalmente por la existencia de una conveniencia económica, motivo del análisis y decisiones que rebasan ser una simple evaluación de un proyecto portuario, y que corresponde más bien a decisiones de carácter estratégico de un país, respondiendo a la necesidad de propiciar su desarrollo regional.

En el Estado de Baja California Sur se contempla la construcción de la Central Termoeléctrica "Adolfo López Mateos", la cual quedará ubicada en la región Norte de la Bahía Magdalena. Debido a la necesidad que se tendrá de suministrarle combustible para su funcionamiento, se proyectará una instalación portuaria como medio de enlace entre la fuente de suministro y la terminal.

Esta instalación portuaria se encontrará ubicada a 5.7 km de la Central Termoeléctrica, junto a un puerto granelero ya existente denominado Puerto de San Carlos. Actualmente el muelle que compone a dicho puerto dista mucho de ser un muelle petrolero, por lo que es indispensable diseñar uno nuevo que satisfaga el funcionamiento de la Central Termoeléctrica y propicie el desarrollo que el país requiere. Por tal razón y como objetivo de este trabajo, se

procederá a describir en forma global el desarrollo que desde el punto de vista técnico económico, ha resultado como el más conveniente diseño de la estructuración que formará al muelle.

Debido a la existencia del muelle granelero, en el capítulo 2 se presenta la descripción global del muelle existente, se hace esta descripción pues se considera indispensable conocer cuales y como están conformadas las estructuras que lo componen, a manera de poder integrarlas a la solución del proyecto en la cual podrían ser aprovechadas dentro del diseño del muelle petrolero, para evitar efectuar dragado o contar con un segundo recinto portuario.

Resultados de análisis técnicos dieron la solución de no hacer uso del muelle granelero, por consiguiente la estructura en diseño estará lo más independiente posible del muelle actual y se encontrará ubicada al Sureste de éste. El muelle en diseño tendrá como función efectuar la carga y descarga del combustible proveniente de buques-tanque, que oscilarán entre los 10,000 y 30,000 TPM¹.

Después de haber definido la situación del muelle petrolero, se muestran las bases del diseño que forman al capítulo 3, las cuales incluyen los estudios preliminares que contienen los datos necesarios que se emplearon en el proyecto, algunos de ellos son resultado de estudios muy profundos y especiales, por lo que la forma de obtención de

1 TPM = Tonelaje de peso muerto.

Forma de expresar la capacidad de carga en los buques-tanque, equivale a la suma de los pesos correspondientes al peso propio del buque, al combustible y a la carga.

ellos sale del límite planteado dentro del objetivo de este trabajo.

Posteriormente, en el capítulo 4 se procede a efectuar la descripción de la estructuración del muelle en base a los parámetros obtenidos anteriormente y algunos estudios complementarios.

En el capítulo 5 se muestran los efectos considerados dentro del diseño. En este capítulo y como ejemplo del diseño desarrollado, se presentan las diferentes condiciones de carga que actuarán en la plataforma de atraque, así como su análisis. La plataforma de atraque es la estructura que representará el diseño por ser una de las más importantes dentro del sistema, su función principal es la de recibir el impacto directo de las embarcaciones durante el atraque y amarre. Sobre estas estructuras se encuentran los accesorios necesarios como son: bitas, ganchos de escape y equipo contra incendio.

En el capítulo 6 se presenta el diseño de la estructura en base a los elementos mecánicos obtenidos de un programa desarrollado por el Instituto Mexicano del Petróleo, el cual analiza sistemas estructurales apoyados sobre pilotes. Debido a su gran complejidad, tomaremos de él los resultados que nos llevarán a analizar y diseñar la plataforma de atraque, dicha plataforma representará las condiciones de carga que se presentan en las plataformas restantes y que se calcularon análogamente. Por último en el capítulo 7 se muestran las conclusiones de este trabajo.

2. GENERALIDADES .

2.1. Objetivo.

El objetivo que se persigue con este trabajo, es el de describir un método, que dará idea del criterio general que se sigue durante el análisis y el diseño de una plataforma de atraque, estructura fundamental en un muelle petrolero. Para poder ejemplificar con mayor claridad lo antes señalado, se procederá al estudio del muelle de San Carlos proyectado en el Estado de Baja California Sur, en el cual arribarán embarcaciones cuyos pesos oscilarán entre las 10,000 y 30,000 TPM.

2.2. Puerto Existente.

2.2.1. Localización.

El puerto de San Carlos se localiza en la península de Baja California, en el litoral del Océano Pacífico, al Norte de la Bahía Magdalena en el Municipio de Comondú. A 254 km al Noroeste de La Paz capital del Estado de B.C.S. Las coordenadas geográficas que sitúan al puerto son: latitud Norte 24°52' y longitud Oeste 112°03' (ver Fig. 1).

El puerto de San Carlos se encuentra situado en una gran planicie denominada Valle de Santo Domingo y protegido por la Isla Magdalena. Los ríos son prácticamente inexistentes sin embargo, se forman corrientes cortas en la época de mayor precipitación.

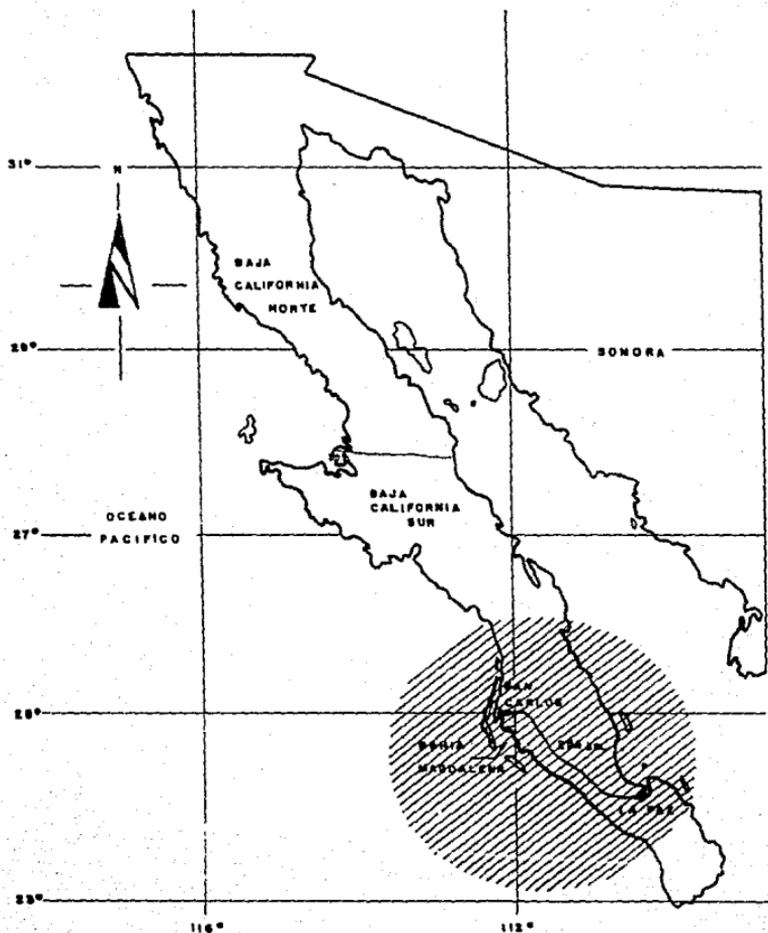


Fig. 1 Localización Geográfica.

2.2.2. Función.

El puerto de San Carlos fue creado para dar apoyo al desarrollo pesquero y al transporte granelero de la región por vía marítima. La situación geográfica del puerto de San Carlos B.C.S. aunada a su infraestructura portuaria básica, es estratégica por su cercanía a las áreas de pesca y con el mercado de los Estados Unidos de América.

2.2.3. Configuración.

Las estructuras que conforman al puerto actual (ver Fig. 2), son las que se describen a continuación.

A). Recinto portuario.

Esta estructura tiene como dimensiones 627.0 m por 150.0 m y consiste en una porción de terrenos ganados al mar por medio de rellenos. Anteriormente este método era usado para evitar dragados excesivos y por buscar calados adecuados para el acceso de grandes buques. Sobre esta porción de terrenos ganados al mar, se encuentra el terraplén de relleno compuesto de una sub-base, base y una capa de asfalto en su piso terminado.

El Recinto Portuario comprende las siguientes estructuras:

- Almacenes a cielo abierto.
- Almacenes cubiertos.
- Tanque atmosférico de almacenamiento de amoníaco.
- Acceso al muelle.

B). Muelle.

El muelle es de tipo "L", se encuentra en el extremo

del recinto portuario y está compuesto de las siguientes estructuras.

Acceso.

El acceso al muelle se encuentra ubicado a lo largo del recinto portuario, con 90.0 m de longitud y 8.0 m de ancho. El acceso está compuesto de un pedraplón y pavimento; el pedraplón de relleno está constituido con material graduado y el pavimento cuenta con sub-base, base y carpeta, con sus correspondientes guarniciones y sistema de drenaje.

Sobre esta estructura y a lo largo de ella en su costado Sur, se encuentra una banda transportadora de granos y un sistema de conexión para descargar amoniaco, el cual es enviado por tubería hasta un almacenamiento de acero tipo esfera con capacidad de 2,205 Ton.

Viaducto.

Como continuación del acceso se encuentra el viaducto con 103.0 m por 8.0 m. El viaducto esta compuesto de una subestructura y una superestructura; la primera está formada a base de pilotes de acero rellenos de arena, en la zona de variación de mareas el pilote cuenta con un recubrimiento de concreto y la segunda formada por losas y traves de concreto reforzado, que presentan una capa de asfalto en su piso terminado con guarniciones de concreto y un sistema de drenaje.

Sobre esta estructura y en su costado Sur, continúa la banda transportadora de granos proveniente del acceso. El acceso y el viaducto conforman un solo cuerpo que une la plataforma de operación con el recinto portuario. Dadas las dimensiones que presentan tales estructuras con respecto a su ancho, además del área que ocupa la banda transportadora

de granos, solo es permitido el sentido vehicular en una dirección.

Plataforma de operación.

La plataforma de operación tiene como dimensiones: 102.0 m por 14.0 m. Está constituida de una subestructura y una superestructura; la subestructura está formada a base de pilotes tubulares de acero rellenos de arena, en la zona de variación de marea, el pilote cuenta con un recubrimiento de concreto y la superestructura está formada por losas y trabes de concreto reforzado, la losa de concreto presenta una capa de asfalto en su piso terminado y una ligera pendiente para el desagüe de aguas.

La plataforma de operación cuenta con pantallas perimetrales de concreto armado, donde se apoyan las defensas existentes para el atraque de embarcaciones, estas defensas son llantas usadas colocadas en grupos de dos, soportadas con una cadena anclada a la losa en ambos lados de la plataforma, cuenta con bitas en el paramento de atraque, tomas de agua y tomas de combustible. En la parte Sur de esta estructura, se encuentra la torre elevada que ayuda a la descarga de granos de las embarcaciones.

Duques de alba.

Se tiene dos duques de alba de concreto reforzado, cuyas dimensiones en planta son 6.0 m por 6.60 m con un espesor de losa de 1.50 m. Estos duques de alba se encuentran ubicados al Sur de la plataforma de operación en la misma línea de atraque, a una distancia de 35.0m y 80.0m respectivamente. Los duques de alba cuentan con una subestructura y una superestructura; la primera es a base de pilotes de acero recubiertos con concreto en la zona de variación de oleaje, la segunda es de concreto reforzado.

El duque más próximo a la plataforma de operación cuenta con una bita de amarre al centro, una escalera marina y una defensa en su zona de atraque, el restante duque de alba que se localiza en el extremo Sur del muelle tiene la misma sección estructural anterior, a diferencia de que este duque no cuenta con ningún tipo de defensas. Para las maniobras de atraque se hace uso de una lancha con motor fuera de borda, por no tener pasarelas de acceso a la estructura.

Boyas de amarre.

Son dos boyas las que deben existir para las maniobras de amarre, una se encuentra al Sur de la plataforma de operación y otra al Norte, ambas son de acero; la del extremo Sur se encuentra en operación y esta fija en el fondo marino mediante un sistema de anclaje de cadena y muerto de concreto, la boya del extremo Norte se encuentra desmantelada en proyecto de ser substituida.

2.2.4. Muelle petrolero en puerto existente.

Especialistas del IMP (Instituto Mexicano del petróleo) realizaron análisis técnicos de varios arreglos de estructuración para el desarrollo del muelle. Estos arreglos incluyen la plataforma de operación y los duques de alba existentes, así como las estructuras necesarias que en conjunto aseguren un buen funcionamiento.

Dado los resultados de los análisis efectuados y de lo anteriormente expuesto, se deduce que la plataforma de operación y duques de alba no se encuentran en condiciones para que en ellas se efectuen la carga y descarga de buques-tanque de hasta 30,000 TPM, debido a que se

presentarían problemas de resistencia estructural producida por la fuerza de atraque causada por la embarcación sobre las estructuras, superando con ello la resistencia de los pilotes. Esta deducción fue hecha bajo las condiciones iniciales del proyecto original y si se considera el tiempo de operación del muelle (20 años), se concluye que las estructuras existentes presentan deterioros considerables en el concreto y acero de refuerzo, por lo tanto no deberán ser utilizadas para que en ellas se efectue el atraque, ya que el deterioro de las estructuras es adicional a la deficiencia que éstas presentan en cuanto a la resistencia estructural obtenida de los análisis efectuados.

En base a lo anteriormente señalado, el muelle petrolero quedará situado lo más independiente posible del muelle actual, partirá del recinto portuario buscando una alineación con las curvas batimétricas, desviando la estructura del alineamiento actual que tiene el muelle granadero, por lo que la estructura tendrá una orientación de N 15° W.

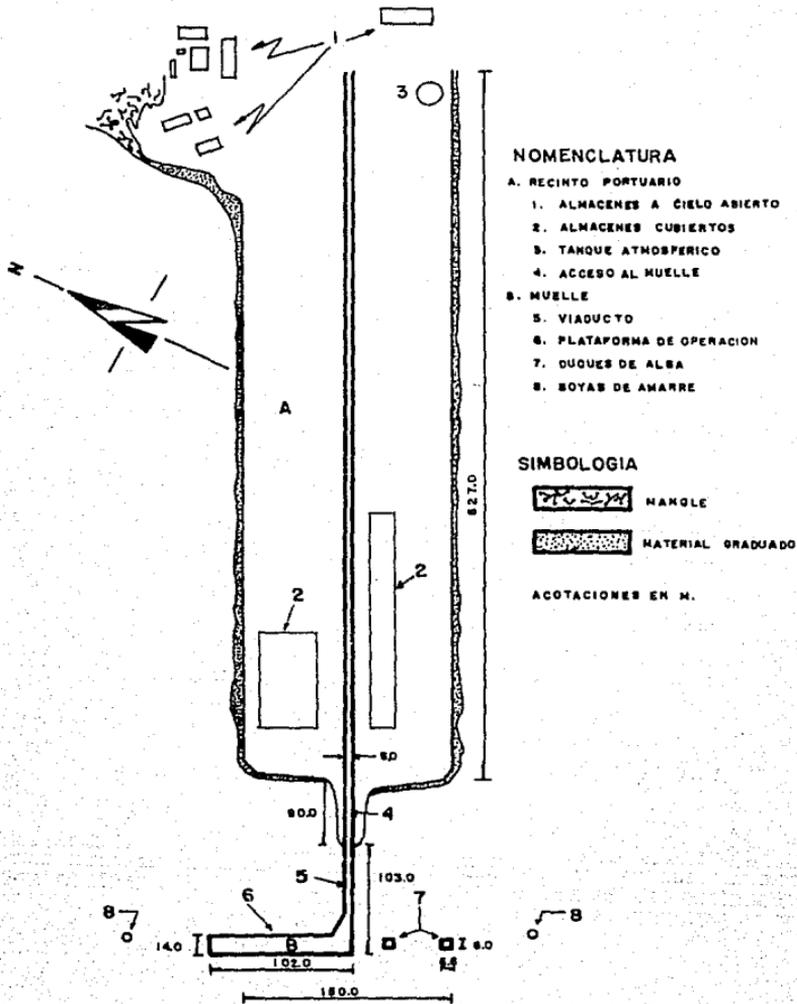


Fig.2 Configuración del muelle granellero

3. BASES DE DISEÑO.

3.1. Estudios preliminares.

Las bases de diseño o estudios preliminares a la estructuración del muelle, comprenden los datos necesarios para el diseño del muelle. Dentro de éstos estudios (ver Lámina Núm.1) se encuentran: *Los Datos Topohidrográficos*, los cuales están encaminados a conocer con suficiente aproximación la profundidad del fondo del mar, dentro de éste punto, se hace una descripción somera del canal de navegación por el cual los buques tienen acceso al puerto, además nos permite conocer con suficiente aproximación el área donde quedarán desplantadas las estructuras a las que estarán sujetas las embarcaciones que arriben al puerto. *Los Datos Geotécnicos*, los cuales comprenden la estratigrafía y los parámetros que representan básicamente las características del subsuelo donde quedarán ubicadas las estructuras. *Los Datos Meteorológicos*, compuestos por datos de viento, clima y precipitación, de los cuales el primero tiene un significado predominante sobre la plataforma de atraque debido a la fuerza de incidencia causada por éste fenómeno sobre la estructura. *Los Datos Oceanográficos*, que enfocan el estudio que determinarán las causas y efectos del comportamiento de las acciones o fenómenos físicos que ocurren en el mar, como son mareas, oleaje y corriente, factores determinantes en la estructuración del muelle. *Los Datos de embarcación* que comprenden las características de los buques, dentro de éste punto se describe en forma breve las embarcaciones límites, las cuales intervienen básicamente dentro de los requisitos del proyecto, pues se considera como una de las variables más importantes en la

determinación de la longitud del muelle. Y por último se encuentran *Los Datos Sísmicos*, los cuales contienen la clasificación sísmica de la zona. A excepción de los datos sísmicos, todos los datos referidos anteriormente intervienen directamente en la geometría y arreglo general de estructuración del muelle.

Después de haber definido la configuración que representará el proyecto, se emplean los datos sísmicos, los cuales participan directamente dentro de los efectos considerados en el diseño, éstos efectos básicamente corresponden a las diferentes condiciones de carga que actuarán sobre la plataforma y las cuales estarán en función de los estudios preliminares descritos anteriormente, con todo lo antes señalado, se procederá al análisis y diseño de la plataforma de atraque.

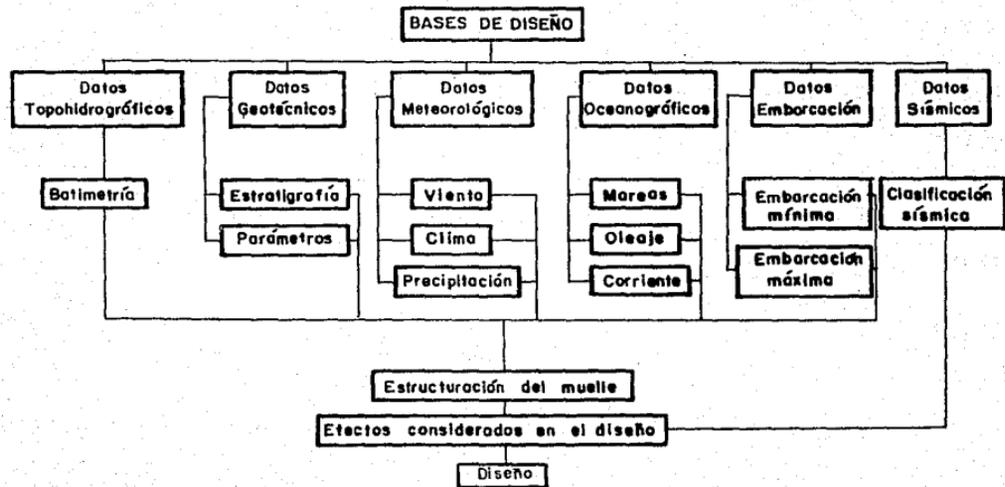
3.2. Datos topohidrográficos.

La información batimétrica utilizada para efectos de diseño del muelle está basada en dos planos; uno elaborado por la Secretaría de Marina² y el otro elaborado por la C.F.E.³. Se concluyó que ambos estudios coincidieron en las características del lugar, las cuales aparecen en la siguiente descripción batimétrica.

3.2.1. Batimetría.

En la costa del Océano Pacífico a pocos kilómetros

-
- 2 El levantamiento se efectuó entre septiembre y diciembre de 1952, por la Dirección de Carta e Hidrografía con la colaboración de la Armada de México perteneciente a la Secretaría de Marina. Las elevaciones están referidas al Nivel Medio del Mar.
- 3 El levantamiento batimétrico fue efectuado entre los días 10 de septiembre y 8 de octubre de 1954. Las elevaciones están referidas al Nivel Medio del Mar.



ESTUDIOS PRELIMINARES

L.A.M.I.N.A. N.U.M. 1

del área estudiada, se encuentra la Bahía Magdalena que es considerada como la más abrigada en el continente. La Bahía abarca una gran cantidad de esteros, los cuales se dividen en dos zonas, la primera formada por la ribera Oeste que presenta pequeñas islas y zonas cubiertas de mangle con playas que tienden a profundizarse rápidamente, salvo una zona al Noroeste de Punta Banderita donde existen islas comunicadas entre sí por bajos arenosos que en marea baja quedan descubiertos y la segunda zona representada por la ribera Este, se caracteriza por la existencia de grandes ensenadas de profundidad reducida, que dejan al descubierto el fondo en marea baja, la costa en esta zona se encuentra cubierta en su mayor parte por mangle.

En casi todas estas ensenadas, existen esteros secundarios, perpendicularmente al estero principal que se extiende varios kilómetros tierra adentro. Toda el agua que sale y entra a esta cantidad de esteros, por el efecto de variación de mareas, es la que da origen a los canales secundarios y principales y mientras no se altere esta situación, es remoto que cambien las características de los canales. El canal de navegación por el cual los buques siguen su trayectoria definida, es el que parte de la Bahía Magdalena, acercándose al cordón litoral que separa el estero del Océano Pacífico, este canal se trifurca prácticamente a la entrada; una rama parte hacia el Noroeste, otra rama toma sensiblemente el rumbo de N 60°E terminando en una zona baja existente sobre la ribera Este del estero, la tercera rama toma ligeramente una dirección con rumbo N 10°E y es la que formará el canal principal conservando esta dirección hasta el sitio denominado Punta Banderita, continuando nuevamente en dirección Norte hasta terminar en la zona de estudio.

La profundidad del fondo marino donde se ubicarán las estructuras del muelle petrolero, es de 10 m respecto al NBMMI, esta profundidad se conserva en el canal de entrada y en las áreas de las dársenas y va en aumento conforme se avanza al canal de navegación hasta llegar a la parte más profunda de Bahía Magdalena. Por lo que se llega a la conclusión de que el tráfico de barcos no tendrán grandes dificultades si el porcentaje de carga está en función del tirante de agua que exista en el canal; en el caso de que se presente la condición más desfavorable (marea baja), el buque-tanque esperará a que ésta suba, para poder efectuar la navegación bajo las condiciones de seguridad.

3.3. Datos geotécnicos.

Los datos geotécnicos que se emplearon para el diseño del muelle petrolero, fueron tomados de los estudios realizados en una zona aledaña al sur del muelle, aproximadamente a un km. De éste estudio se obtuvieron 14 columnas estratigráficas resumidas en seis perfiles, de los cuales se definieron seis estratos representativos de la zona (ver Fig. 3) y cuyas características principales se resumen en la siguiente descripción estratigráfica.

3.3.1. Estratigrafía.

Estrato I

Arena fina con poca arena media y contenidos variables de limo, que producen suelos desde prácticamente limpios (SP) hasta poco limosos (SP-SM). Dentro de este estrato se encontraron conchuelas en todos los sitios explorados. El color de arena es gris a gris oscuro, y su

grado de compacidad varia desde suelto hasta compacto. Esto es característico de los sondeos cercanos a la costa, en tanto que en los ubicados a distancias de 200.0 m o más de la playa, este estrato no fue detectado.

Estrato II

Arenas finas con poco limo, parcialmente cementadas con carbonatos; conteniendo conchuelas y conchas, éste material es de color gris claro a café grisáceo claro, teniendo un grado de compacidad alto, si se le considera como suelo SP-BM, en tanto que considerado como roca sedimentaria de origen químico se trataría de una roca de poca dureza. Este estrato fue detectado en la mayoría de los sondeos próximos a la costa, conforme se profundiza, éste estrato adquiere más compactación, hasta que desaparece en los sitios más alejados de la costa.

Estrato III

Este estrato se encuentra formado por arenas finas y medias, desde prácticamente limpias SP hasta limosas (BM), con conchuelas, algunas conchas y gravilla; su color es predominantemente gris y su grado de compacidad varia ampliamente desde muy suelta hasta compacta. En la parte inferior del estrato se encontraron bolsas del mismo material, pero con muy alto porcentaje (del orden del 50% en promedio) de conchas y conchuelas.

Estrato IV

Es semejante al Estrato III teniendo un grado de compacidad sensiblemente mayor y más uniforme, aunque en algunos sitios, cuando forma la parte superior del fondo marino, se encuentra muy suelto. Este estrato está formado por arenas finas, desde prácticamente limpias SP hasta limosas SM, con pocas conchuelas, su color predominantemente

es gris claro y su grado de compacidad varia desde muy suelto hasta muy compacto.

Estrato V

Se semeja al Estrato IV pero con un grado de compacidad mucho mayor a la de los estratos suprayacentes. Lo forman arenas finas que varían de limpias SP a poco limosas SP-BM con muy pocas conchuelas, presentándose en estado muy compacto a compacto y con colores de tonos olivo claro, gris, café y verde.

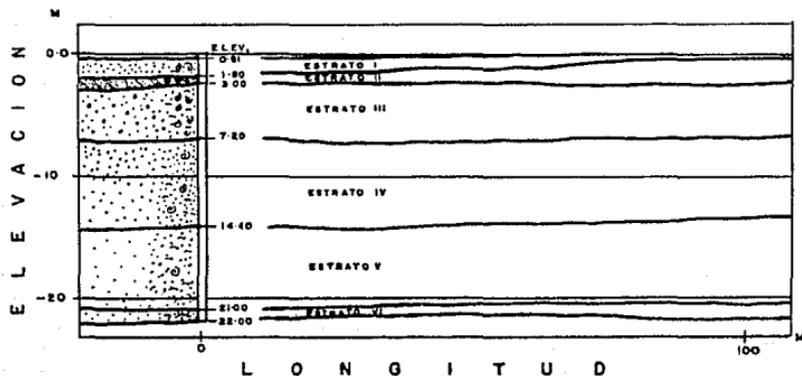
Estrato VI

Constituidos por limos y arcillas de baja plasticidad, con poca arena fina, en tonos olivo claro de gris, café y verde con consistencia que varia de media a muy dura (ML-CL).

De lo anterior se concluye que el subsuelo en el sitio de estudio está constituido por depósitos de arena fina color café, gris y tonos de olivo, indicando con ello la presencia de materia orgánica coloidal, así como conchuelas de compacidad baja en la parte superficial (2.0 a 2.5 m aproximadamente). A gran profundidad y conforme ésta aumenta en ocasiones se encuentran lentes de arena cementada con conchuelas (coquina) de espesor variable y gran dureza, por lo que se deduce de la anterior formación, que existe una amplia zona bastante homogénea y resistente.

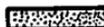
3.3.2. Parámetros.

En la estimación de las cargas máximas admisibles que se consideraron en el diseño de los pilotes, intervinieron los parámetros siguientes:



- ESTRATO I** ARENA FINA, CON CONCHUELAS, COLOR GRIS A GRIS OSCURO, DE SUELTA A MEDIANAMENTE COMPACTA.
- ESTRATO II** ARENA PARCIALMENTE CEMENTADA (CON CARBONATOS), CON CONCHAS, COLOR GRIS CLARO, DE COMPACTA A MUY COMPACTA.
- ESTRATO III** ARENA FINA Y MEDIA, DESDE PRACTICAMENTE "LIMPIA" HASTA LIMOSA, CON CONCHUELAS. COLOR GRIS, DE SUELTA A MUY COMPACTA.
- ESTRATO IV** ARENA FINA DE PRACTICAMENTE "LIMPIA" A LIMOSA, CON POCAS CONCHUELAS, EN TONOS GRIS CLARO, DE SUELTA HASTA MUY COMPACTA.
- ESTRATO V** ARENA FINA DE PRACTICAMENTE "LIMPIA" A POCO LIMOSA, CON MUY POCAS CONCHUELAS, EN TONOS OLIVO CLARO, DE GRIS, VERDE Y CAFE, MUY COMPACTA.
- ESTRATO VI** LIMOS Y ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD, CON Poca ARENA FINA EN TONOS OLIVO CLARO DE GRIS, CAFE Y VERDE, DE CONSISTENCIA MEDIA A MUY DURA.

SIMBOLOGIA:



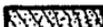
GRAVA



CONCHA



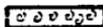
ARENA



ARENA PARCIALMENTE CEMENTADA



LIMO



CONCHUELA

Fig. 3 Estratigraffa

Densidad relativa del estrato de apoyo ... $C_r = 80\%$
 Peso volumétrico del suelo $\gamma_m = 1.6 \text{ ton/m}^3$
 Cohesión del material $C = 0.0$
 Angulo de fricción interna del material de
 apoyo $\phi = 37^\circ$
 Factor de seguridad $F.B. = 3.0$

3.4. Datos meteorológicos.

Los datos que se muestran a continuación referente a viento, clima y precipitación fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y corresponden a información obtenida del Observatorio de la Ciudad Constitución B.C.B., durante el período de Enero de 1979 a Mayo de 1988.

3.4.1. Viento.

Vientos reinantes del Noroeste
 Vientos dominantes del Noroeste
 Velocidad de viento $V = 120 \text{ km/hr.}$

3.4.2. Clima.

Zona climática Desértica, calida extremosa
 Temperatura máxima en verano... 35.1°C
 Temperatura mínima en verano... 16.9°C

3.4.3. Precipitación pluvial.

Media anual 101.01 mm
 Diaria máxima..... 36.30 mm
 Intensidad máxima registrada... 10.70 mm/hrs.

3.5. Datos oceanográficos.

3.5.1. Mareas.

La recopilación de datos sobre mareas están basados en las publicaciones del Instituto de Geofísica de la U.N.A.M., a través de sus tablas de predicción de mareas⁴ cuyo registro fué efectuado de enero de 1974 a diciembre de 1976. La elevación de planos de mareas están referidas al NBMI.

Pleamar máxima registrada	2.431 m
Nivel de pleamar media superior	1.701 m
Nivel de pleamar media	1.524 m
Nivel medio del mar	0.868 m
Nivel de media marea	0.861 m
Nivel de bajamar media	0.196 m
Nivel de bajamar media inferior	0.000 m
Bajamar mínima registrada	- 1.135 m

3.5.2. Oleaje.

3.5.2.1. Oleaje reinante.

Altura significativa	<0.30 mts.
Periodo	<4.00 seg.
Dirección	W ; NW

3.5.2.2. Oleaje dominante.

Altura significativa	0.95 mts.
Periodo	3.50 seg.
Dirección	W

⁴ Tabla de predicción de mareas. Datos Geofísicos Serie A. Oceanografía de Puerto Quetzal, Océano Pacífico Instituto de Geofísica de la U.N.A.M. 1988.

3.5.3. Corriente.

Velocidad media superficial No evaluada
Dirección predominante Sur
Velocidad máxima superficial 0.53 m/seg.
Dirección predominante Sur.

3.6. Datos de embarcación.

Las embarcaciones consideradas como limite para diseño proceden del catalogo de embarcaciones marinas pertenecientes a Petróleos Mexicanos con fecha de actualización de 1987.

Embarcación mínima.

Peso muerto	9,550 TPM
Eslora	135.02 m
Eslora entre perpendiculares	128.02 m
Manga	19.24 m
Puntal	9.27 m
Calado de verano	8.00 m
Calado en rosca	2.01 m
Desplazamiento en rosca	3,859 Ton.

Embarcación máxima⁵.

Peso muerto	30,000 TPM
Eslora	170.70 m

5 Debido a que no se efectuará dragado alguno, las embarcaciones limites de 10,000 y 30,000 TPM, estarán en función de la profundidad existente que permita el canal de navegación de la Bahía Magdalena, por lo tanto se adoptará la capacidad de carga de la embarcación máxima permisible al calado actual; correspondiendo a la embarcación mínima un 100% de carga a 8.00 mts. de calado y a la embarcación máxima un 75% de la carga a 8.00 mts. de calado.

Espera entre perpendiculares	162.60	m
Manga	29.50	m
Puntal	13.25	m
Calado de verano	10.11	m
Calado en rosca	2.36	m
Desplazamiento en rosca	B 400	ton.

3.7. Datos sísmicos.

La siguiente clasificación sísmica de la zona en estudio, esta basada en el Manual de diseño de Obras Civiles de la C.F.E.^o

Clasificación de las construcciones	
Según su destino	Grupo A
Clasificación de las construcciones	
Según su estructuración	Tipo 1
Regionalización sísmica de la	
República Mexicana	Zona B
Clasificación de terrenos de cimentación .	
Coeficiente sísmico básico	c = 0.16

^o Manual de diseño de Obras Civiles, Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Investigaciones Científicas - C. I. E. Sección de estructuras, tomo, criterio de diseño. - Cap. Diseño por sismo.

4. ESTRUCTURACION DEL MUELLE.

4.1. Aspectos básicos en la selección de estructuración.

La estructuración que se muestra en este capítulo, es la que se utilizará en el diseño del futuro muelle petrolero. En ella se muestra la configuración idónea y situación de las estructuras, mismas que ofrecerán por un lado, seguridad y buena operación y por el otro, facilidades tanto constructivas como económicas.

El aspecto económico es un factor indispensable que nos conduce a minimizar costos y tiempo, por ello y considerando la gran importancia de no efectuar dragado, así como el de no contar con otro sistema más de contención de rellenos, se procederá a hacer uso del recinto portuario donde partirá un viaducto que conectará al muelle petrolero con las instalaciones terrestres. Dentro del diseño de este medio de conexión y la estructuración del muelle, es necesario e indispensable que se cumplan los requisitos que el proyecto plantea, para posteriormente definir conforme a ellos, la estructuración más adecuada que satisfaga la exigencia del proyecto.

4.2. Requisitos del proyecto.

El muelle se diseñará para que en él atraquen buques-tanque de 10,000 a 30,000 TPM. El volumen o tonelaje de carga estará en función del tirante de agua que permita el canal de navegación de Bahía Magdalena en B.C.S., no excediendo el 100% y 73% de la capacidad máxima de carga de cada buque respectivamente.

La plataforma de operación deberá quedar totalmente independiente de los duques de atraque y remetida un metro con respecto a ellos (ver Lámina Núm.2), de modo que las cargas de la embarcación por el atraque no sean transmitidas a ella.

El sistema deberá quedar unido entre sí por medio de pasarelas y/o viaductos con apoyos móviles, a fin de optimizar la operación de atraque y amarre del barco, así como el evitar el uso de lanchas amarradoras.

Las instalaciones en las cuales se efectuará la entrega de combustible, estarán lo más independiente posible del muelle granelero, ya que la estancia de un buque esperando turno de atraque va por cuenta del cliente, por lo que alterará significativamente la logística de entregas. Ver Lámina Núm.2.

Las estructuras deberán estar orientadas de manera que la posición de la embarcación descargando combustible este dirigida hacia el canal de acceso, con objeto de contar con vía libre exenta de obstáculos para una salida rápida del buque en caso de incendio o contingencia. Ver Fig. 6.

Las instalaciones con que contará el puerto, deberán ser las adecuadas para poder efectuar una buena operación en el muelle durante las 24 horas del día.

El muelle deberá contar con la infraestructura y aditamentos suficientes para una operación segura y eficiente, tales como duques de amarre en lugar de boyas, iluminación, señalamiento, defensas adecuadas y ganchos de amarre giratorios con dispositivos de escape.

Además el muelle deberá tener un sistema de protección contra incendio y dispositivos necesarios para el manejo, recolección y control de derrames de combustible causados por maniobras y accidentes.

4.3. Dimensionamiento de las áreas de agua.

Dentro de las áreas de agua que tiene un puerto figura el canal de acceso, dársena de ciaboga y dársena de operación, estas áreas se encuentran ya establecidas por la existencia del muelle granelero en el puerto de San Carlos en B.C.S., sin embargo debido que el muelle petrolero quedará independiente del muelle actual, solo el canal de acceso se empleará para la entrada y salida de los buques de ambos muelles. Dicho canal comprende actualmente 21 km de longitud, un ancho de plantilla que va de 85 a 800 m y una profundidad de 10.0 m con respecto al NBMMI, profundidad que se mantiene en la dársena de ciaboga y operación (ver Fig.6). En base a lo anterior, se procede a determinar las áreas de las dársenas y verificar si la capacidad del ancho de plantilla del canal de acceso y tirantes de agua en el canal y dársenas permitirán la operabilidad de los buques de 30,000 TPM que arribarán al muelle petrolero.

4.3.1. Canal de acceso.

El canal de acceso comprende la porción de agua protegida total o parcialmente, destinada para servir de entrada o salida a los buques, y se dimensiona en ancho y profundidad tomando en cuenta el tamaño mayor de la embarcación que pueda presentarse durante el periodo de vida útil del puerto.

Ancho del canal de acceso.

El ancho mínimo que debe tener el canal, equivale a una vez la eslora del barco de mayor dimensión que se espere arribar al puerto. Comparando esta dimensión con el ancho de plantilla que tiene el canal de acceso, se observa que dicho canal no cubre el ancho que necesita una embarcación de tal dimensión, pero debido a que no será ampliado por el momento por cuestiones presupuestales, el barco tendrá que esperar turno para entrar y salir haciendolo de manera perfilada, evitando así problemas con la circulación del tráfico que operara en los respectivos muelles.

Tirante de agua en el canal de acceso.

En base a la batimetría del lugar, el tirante de agua en el canal de acceso y dársena de ciaboga estan representadas por la misma profundidad. Para efectos comparativos de la profundidad existente, se determinó que es el tirante de agua que necesita una embarcación de 22,000 TPM a plena carga o el buque de 30,000 TPM cargado al 73% para poder entrar o salir del muelle.

Para las embarcaciones de 30,000 TPM cargadas al 100%, se requerirá por supuesto de un tirante mayor en el canal, pero debido a que el calado del buque es de 10.11 m., entonces la profundidad existente no es suficiente para cubrir tal tirante por lo que para dar acceso a este tipo de embarcaciones se esperará a que el nivel de marea suba para poder así cubrir el tirante de agua que requiera.

Por lo tanto, para calcular el tirante de agua en el canal de acceso para las embarcaciones de 22,000 TPM o buques de 30,000 TPM cargadas al 73%, deberan considerarse los factores que a continuación se citan, con ellos se

verificará que el tirante existente de 10.0 m. es el adecuado para que ambas embarcaciones puedan realizar las maniobras sin contratiempo y de forma segura.

A. Calado del buque.

Se emplea el calado de verano del buque para la determinación del tirante mínimo que pueda ofrecer a las embarcaciones seguridad durante la entrada o salida al puerto.

B. Sentado del buque por efecto del oleaje (Squat).

Este efecto se presenta cuando el buque entra en aguas bajas y consiste en el hundimiento que éste sufre por el incremento en la altura de ola. En base a estudios efectuados, se establece su valor de una manera empírica y fluctúa entre 0.5 m a 1.0 m para barcos de 30,000 TPM a 250,000 TPM respectivamente.

C. Oleaje de operación.

La agitación del mar, origina movimientos verticales del buque al entrar al puerto, por lo que habrá que considerar una profundidad suplementaria del orden de media altura de la ola de diseño ($H/2$).

D. Resguardo bajo la quilla.

La consistencia del material que constituye el fondo marino influye considerablemente en la determinación del tirante libre (resguardo bajo la quilla), el cual es necesario dejar entre la quilla del barco y el fondo marino, permitiendo al barco operar adecuadamente y con seguridad.

Si se tiene fondo suave como arcilla, limo o arena suelta, el casco del barco al tocar el fondo del mar no sufrirá averías considerables, en éste caso se recomienda

tomar como resguardo bajo la quilla 0.5 m. En caso contrario, cuando se tenga fondos duros como roca o terrenos muy compactos, deberá evitarse que la embarcación toque el fondo marino, por lo cual el tirante libre corresponderá a 1.00 m. Para nuestro caso tomaremos el valor de 0.5 m debido a la presencia de material suave en el fondo del mar.

En resumen, la profundidad en el canal de acceso (Ver Fig. 4) equivale a la suma del calado de verano de la embarcación, más el asentamiento del buque por efecto del oleaje, más un tirante adicional de media altura de la ola de diseño y un resguardo bajo la quilla, todo esto representado mediante la siguiente expresión.

$$H_0 = C + S + D + R \dots\dots\dots (1)$$

donde:

H_0 = Tirante de agua en el canal de acceso [m].

C = Calado de verano a plena carga [m].

S = Sentado del Buque por efecto del oleaje (squat) [m].

D = Oleaje de operación (H/2) [m].

R = Resguardo bajo la quilla [m].

Sustituyendo en la expresión (1), para la embarcación de 22,000 TPM dado que el buque de 30,000 TPM va a entrar cargado al 73%, se tiene:

$$H_0 = 8.0 + 0.5 + \frac{0.30}{2} + 0.5$$

$$H_0 = 9.15 \text{ m.}$$

Por lo que es factible que el buque de 22,000 TPM entre o salga cargado al 100% por el canal.

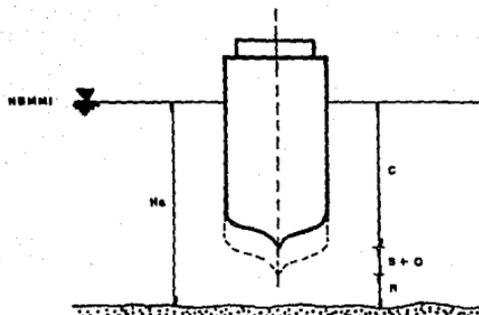


Fig. 4 Tirante de agua en el canal de acceso y dársena de ciaboga

4.3.2. Dársena de ciaboga.

La dársena de ciaboga es una área de agua de dimensiones tales, que el barco de mayor dimensión pueda efectuar las maniobras necesarias hasta quedar adyacente al muelle, para poder realizar así las operaciones de carga y descarga. El término ciaboga se aplica a la acción de virar en redondo y ésta en función de tres parámetros: la eslora, maniobrabilidad de los barcos y del tiempo en que se lleve a cabo la maniobra.

Área requerida en la dársena de ciaboga.

Se define como dársena de ciaboga o círculo de maniobras, al área de agua que necesita un buque para virar en redondo invirtiendo el sentido de su marcha. Se definen tres maneras por las cuales el buque puede efectuar esta operación: por sus propios medios, utilizando las anclas y empleando remolcadores.

A. POR SUS PROPIOS MEDIOS.

En caso de que el buque efectue las maniobras por sus propios medios, éste girará en un radio de aproximadamente 1.45 de la eslora total, debiendo tomar como margen de seguridad por la gran amplitud que necesita esta maniobra una eslora más, por lo que el diámetro del círculo de maniobras está dado por:

$$D = 2 \left(r + \frac{1}{2} E \right) \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

D = Diámetro del círculo de maniobras [m].

E = Eslora del buque máximo [m].

r = Radio del círculo de maniobras [m].

Sustituyendo $r=1.45E$ en (2):

$$D = 2E (1.45 + 0.5)$$

$$D = 3.9 E$$

$$D = 3.9 (170.70)$$

$$D = 665.73 \text{ m.}$$

B. UTILIZANDO EL ANCLA

Cuando el buque lleva a cabo las maniobras utilizando el ancla, se fondeara por la banda en cuyo sentido se efectúe el giro, posteriormente se da máquina avante describiendo el círculo concéntrico en el ancla y radio aproximado de una eslora, conveniendo tomar media eslora más como seguridad, por lo que el diámetro queda representado por:

$$D = 2r + \frac{1}{2} E \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

D = Diámetro del círculo de maniobras [m].

r = Radio del círculo concéntrico en el ancla [m].

E = Eslora del buque máximo [m].

Sustituyendo en la expresión (3):

$$D = E (2 + 0.5)$$

$$D = 2.5 E$$

$$D = 2.5 (170.70)$$

$$D = 426.75 \text{ m.}$$

C. UTILIZANDO REMOLCADORES

En caso de que la maniobra se efectue con dos remolcadores de los cuales uno empuja por la popa y el otro por la proa, el buque girará sensiblemente sobre sí mismo, y el diámetro del círculo de maniobra se aproximará a una eslora del buque, conveniendo tomar media eslora más como margen de seguridad, por lo tanto el diámetro del círculo de maniobras está definido como:

$$D = E + \frac{1}{2} E \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

D = Diámetro del círculo de maniobras [m].

E = Eslora del buque máximo [m].

sustituyendo en la expresión (4):

$$D = 1.5 E$$

$$D = 1.5 (170.70)$$

$$D = 256 \text{ mts.}$$

De lo anterior se concluye que el área que definirá el círculo de maniobras o dársena de ciaboga, estará dada para

cuando el buque lleve a cabo las maniobras utilizando el ancla, puesto que se considera como el área óptima que proporciona seguridad al efectuar el atraque de una forma más rápida por el efecto de anclaje y dado que no se cuenta con remolcadores en el puerto.

4.3.3. Dársena de operación.

La dársena de operación se localiza contigua a la de ciaboga (ver Fig. 6), y se encuentra definida como el área de agua inmediata a los muelles donde los barcos realizan las maniobras de atraque, carga o descarga, desatraque y salida.

Area en la dársena de operación.

El área que define a la dársena de operación esta en función de la eslora y de la manga del buque de mayor dimensión, usualmente esta área es de forma rectangular y bajo experiencia esta definida por:

$$A = 1.5E \times 3M \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

A = Area de la dársena de operación [m²].

E = Eslora del buque de mayor dimensión [m].

M = Manga del buque de mayor dimensión [m].

Sustituyendo en (5):

$$A = 1.5 (170.7) [3 (29.50)]$$

$$A = 22,660 \text{ m}^2$$

Tirante de agua en la dársena de operación.

Para la determinación del tirante de agua en la dársena de operación, se emplearon los parámetros considerados para el cálculo del tirante de agua en el canal de acceso, a excepción del sentado que sufre el buque por efecto del oleaje, este fenómeno deja de presentarse cuando el buque se encuentra operando en el muelle.

Por lo que el tirante de agua en la dársena de operación, equivale a la suma del calado del buque a plena carga más el oleaje de operación y resguardo bajo la quilla (ver Fig. 5). Parámetros expresados en la siguiente expresión.

$$H_0 = C + D + R \dots\dots\dots (d)$$

Donde:

H_0 = Tirante de agua en la dársena de operación [m].

C = Calado del buque a plena carga [m].

D = Oleaje de operación ($\frac{H_w}{2}$) [m].

R = Resguardo bajo la quilla [m].

Sustituyendo en la expresión (d) para la embarcación máxima a plena carga (73% de la capacidad máxima), se tiene:

$$H_0 = 8.0 + \frac{0.30}{2} + 0.5$$

$$H_0 = 8.65 \text{ m}$$

Por lo tanto, es factible que el barco pueda efectuar las maniobras correspondientes.

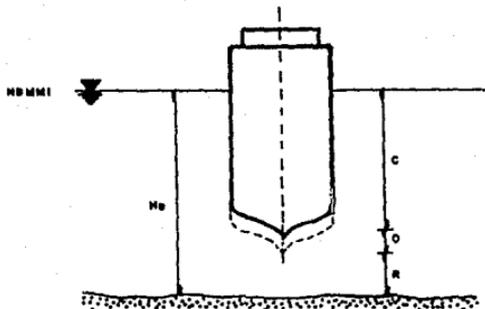


Fig. 5 Tirante de agua en la dársena de operación

4.4. Elementos que conforman al muelle petrolero.

Los elementos estructurales y características que definen a un muelle, dependen de las embarcaciones que en él operen y de la función que éste tenga. Aprovechando la configuración actual del Puerto de San Carlos en B.C.S. se hará uso del recinto portuario donde partirá un viaducto hasta la zona donde quedará desplantada la estructura.

Para un muelle petrolero donde se recibirán embarcaciones de hasta 30,000 TPM deberá contener básicamente siete estructuras que ligadas entre sí por medio de pasarelas y viaductos, permitirán el buen funcionamiento de las operaciones que en él se efectuen.

La determinación del número de estructuras, así como la localización que deberán tener dentro del muelle, esta basada en la "Guía y Recomendaciones para el Amarre de Grandes Buques a Espigones e Islas", tales estructuras son las que se citan a continuación.

Plataforma de operación (una).

Plataforma de atraque (dos).

Duque de alba (cuatro).

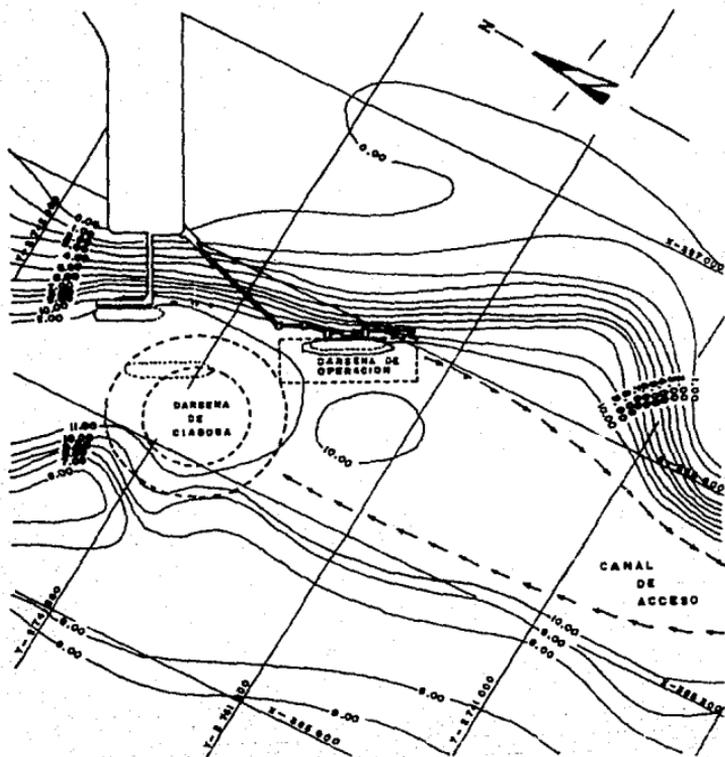


Fig.6 Areas de agua

Plataforma de operación.

La plataforma de operación es una estructura compuesta de una subestructura y una superestructura; la primera esta formada por pilotes de concreto o acero hincados en el fondo del mar y la segunda a base de losas de concreto reforzado. Su función principal es la de conectar el sistema proveniente de tierra para descargar el combustible del buque. Esta plataforma soportará las tuberías que lo conduzcan así como conexiones de válvulas; además contará con un área libre para ubicar una caseta de control, las instalaciones eléctricas, un sistema contra derrame de crudo y otro contra incendio, así como las bitas para ayuda de amarre complementario.

Plataforma de atraque.

Estructura compuesta de una plataforma de concreto apoyada sobre pilotes de concreto o acero. La función principal de esta plataforma es la de recibir el impacto directo de las embarcaciones que atraquen en el muelle. Entre los elementos necesarios que deben contener estas estructuras además de los ductos para el combustible, líneas eléctricas, de agua potable y líneas de agua contra incendio, figuran: las defensas (las cuales absorben en gran parte la energía de impacto por medio del amortiguamiento que se produce cuando el buque hace contacto con la defensa), ganchos de amarre giratorio con dispositivos de escape (elementos que por medio de amarras permiten mantener al buque con el menor movimiento posible), así como bitas (elementos fijos de amarre). El tamaño de estos últimos elementos varía gradualmente dependiendo del tipo de embarcación que arribe al puerto.

Duque de alba.

Los duques de alba o duques de amarre son plataformas

de concreto apoyadas sobre pilotes, estas estructuras operan fundamentalmente para el amarre de grandes embarcaciones, obteniendo de ellas una mayor seguridad en las operaciones. El equipo que deben contener, además de los ductos para el combustóleo en algunos casos, son las líneas eléctricas, líneas de agua potable, líneas de agua contra incendio, ganchos de escape y bitas. Todos estos elementos son fundamentales en este tipo de estructuras.

Viaductos.

Los viaductos son estructuras compuestas por una subestructura y superestructura como las anteriores. Su función es la de comunicar a tierra todas las estructuras que unan al sistema hasta llegar a la plataforma de operación. Sobre el ancho de corona se alojarán los ductos que transportarán al combustóleo, las líneas eléctricas provenientes de tierra, los sistemas de agua potable y contra incendio, así como el acceso que dará paso tanto a personas como vehículos.

Pasarelas para peatones.

Estas estructuras de concreto cimentadas sobre pilotes de concreto o acero, tienen como función principal el enlazar las estructuras restantes al sistema. Sobre estas estructuras se encontrarán las líneas eléctricas y sistemas contra incendio, además del acceso que dará paso a los peatones.

4.5. Distribución ideal de las estructuras en el muelle.

Después de haber definido las estructuras que formarán al muelle petrolero, se procede a determinar la forma ideal en que quedarán ubicadas con el fin de obtener de ellas la mejor solución del proyecto.

La distribución óptima que resultó y la cual determinará la configuración final del muelle petrolero, se encuentra basada en la "Guía y Recomendaciones para el Amarre de Grandes Buques a Espigones e Islas". Esta guía contiene las principales recomendaciones para la buena distribución de este tipo de estructuras, dentro de ellas figura principalmente la separación que debe darse a las plataformas de atraque de la plataforma de operación y la ubicación a la que deberán estar desplantados los duques de alba con respecto a las estructuras de atraque, de la localización que tendrán estos elementos dentro del sistema, dependerá la seguridad del buque cuando éste se encuentre atracado, debido principalmente a la ubicación de las líneas de amarre.

Con la distribución de estas estructuras, queda definida en parte la longitud total del muelle; la otra parte corresponde a resultados de los análisis estructurales efectuados. A continuación se citan los principios que la Guía y Recomendaciones de Amarre propone para la localización de las plataformas de atraque y duques de alba, así como la ubicación de los puntos de amarre.

4.5.1. Localización de las plataformas de atraque y duques de alba.

Ocasionalmente las defensas principales pueden ser parte de las caras del muelle, sin embargo la construcción de muelles para barcos grandes, transportadores de crudo, requieren del uso de las plataformas de atraque.

Las plataformas de atraque, también llamadas duques de atraque, deberán ubicarse de preferencia a una separación

de aproximadamente un tercio de la longitud total del barco de diseño, en muelles en los que se deban acomodar varios rangos de tamaños de barcos, el espaciamiento de los duques de atraque no deberá ser mayor que el 40% y no menor que el 25% de la eslora total, asegurando con ello el contacto con los lados paralelos del barco.

Se recomienda hacer uso de dos plataformas de atraque cuando solo permanezca un buque en descarga. Para un buen atraque de los barcos de mayor dimensión, estas estructuras además de servir como puntos de atraque, funcionarán como puntos de amarre de las líneas de primavera (ver 4.5.2.).

Se colocarán cuatro duques de amarre o duques de alba espaciados de los duques de atraque, a manera de que las líneas de amarre de pecho (ver 4.5.2.) que contienen los duques de alba, se encuentren lo más perpendicular posible al eje longitudinal del buque, además de estas consideraciones, se recomienda asegurar un balanceo de cargas en las líneas de amarre que contendrá el sistema.

4.5.2. Ubicación de los puntos de amarre.

La configuración global del amarre afecta naturalmente la distribución de cargas, por lo que se debe de asegurar con el arreglo de amarras que se use en el diseño, la existencia de una distribución de cargas balanceadas ante las condiciones variables que se presenten de viento y corriente. El arreglo de amarras deberá diseñarse para soportar las máximas fuerzas de viento y corrientes, asegurando con ello la existencia de una suficiente resistencia para otras fuerzas que puedan surgir.

Se instalarán suficientes puntos de amarre en los duques de alba y plataformas de atraque, para proporcionar un despliegue satisfactorio en las amarras, con ello el buque quedará sujeto en forma segura dentro de su propia longitud usando para ello solo líneas de primavera y líneas de pecho.

Las líneas de primavera son amarras que deben orientarse lo más paralelo posible al eje longitudinal del barco. Y las líneas de pecho son amarras que deben localizarse de tal forma, que se encuentren alineadas lo más perpendicular posible a la línea de proa y popa del barco.

La efectividad de una línea de amarre, ya sea de pecho o de primavera se ve afectada por dos ángulos: el ángulo vertical que la línea de amarra forma con la cubierta del barco (θ), y el ángulo horizontal (α). Este último difiere para la línea de primavera o de pecho; para la línea de primavera será el ángulo que se forme con el lado paralelo al barco; para la de pecho será el ángulo que forme esta amarra con la línea perpendicular al eje longitudinal del barco (ver Lámina Nóm.3).

Estos ángulos influyen en la altura a que deberán situarse los puntos de amarre tanto de primavera como de pecho. Con respecto a la altura de los puntos de amarre de primavera, esta deberá ser tal que el ángulo vertical no exceda de los 25° , y el ángulo horizontal de los 10° . Para los puntos de amarre de pecho, esta altura debe ser tal que el ángulo vertical sea lo más pequeño posible para que permita la efectividad de operación del barco, este ángulo no deberá exceder de los 30° , recomendando tener 25° para todo el rango de condición de carga y descarga, por otra parte, el ángulo horizontal no deberá exceder de los 15° .

4.6. Dimensionamiento del muelle.

Para poder establecer las dimensiones del muelle petrolero en San Carlos, es necesario hacer observación en el tipo de embarcación tanto máxima como mínima que se piense hará uso de la instalación portuaria, pues de ellas dependerá en general la configuración estructural del muelle en cuanto a sus tres dimensiones: Altura, Longitud y Ancho.

4.6.1. Altura del muelle.

La altura del muelle (Ver Fig.7) esta definida por la distancia que existe desde el fondo marino hasta el nivel superior de la plataforma (Nivel de operación en el muelle). Esta altura esta determinada por el calado del buque máximo; más el tirante libre formado por el oleaje y resguardo bajo la quilla existente en la dársena de operación; más el tirante de la pleamar máxima registrada y el espesor de losa, el cual como práctica usual es conveniente tomar el valor de 2.00 m a 2.50 m por encima del nivel de pleamar máxima registrada.

Por lo tanto, tomando en cuenta la variación de mareas y el oleaje existente en el lugar, así como las embarcaciones de proyecto, el nivel de operación que tendrán las estructuras será de + 4.40 m sobre el Nivel de Bajamar Media Inferior, este nivel se determinó de los parámetros antes mencionados, los cuales definen a la altura del muelle mediante la siguiente expresión.

$$H = C + T + P_m + 2.30 \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

H = Altura del muelle [m].
C = Calado del buque máximo [m].
T = Tirante libre en la dársena de operación [m].
P_m = Pleamar máxima registrada [m].

Sustituyendo en la expresión (7):

$$H = C + T + 4,75$$

$$H = 9,0 + 5,40$$

$$H = 14,40 \text{ m.}$$

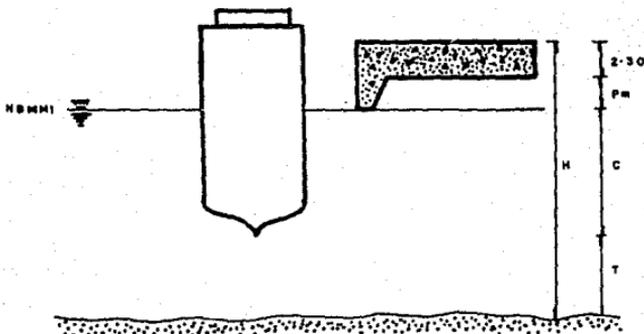


Fig.7 Altura del muelle.

4.6.2. Longitud del muelle.

La longitud del muelle está en función de la eslora del buque de mayor y menor dimensión. En base a las esloras de los buques seleccionados y ubicación de las líneas de primavera, se determinó para las plataformas de atraque, la distancia a la que deberán estar localizadas una de la otra,

de igual manera tomando en cuenta las esloras y líneas de pecho, se determinó la separación de los duques de alba con respecto a las plataformas de atraque.

La ubicación de estas estructuras y puntos de amarre fueron descritas en el inciso 4.5. de acuerdo a la "Guía y Recomendaciones para el Amarre de Grandes Buques a Espigones e Islas", con estas recomendaciones queda determinada la dimensión en sentido longitudinal del muelle que satisface los puntos de atraque y amarre, requeridas para los buques de proyecto.

4.6.3. Ancho del muelle.

El ancho de las estructuras, se determina en base a la función que desarrolla cada plataforma, esta dimensión debe ser tal que en ella pueda ubicarse los aditamentos y estructuras suficientes, además de contar con espacio para dar acceso a vehículos y personal encargado de maniobrar las válvulas y mangueras para la carga y descarga del combustible, sin interferencia y sin problema de que cuando se efectúe el atraque, la plataforma de operación sufra daños considerables.

4.7. Arreglo general del muelle.

El muelle petrolero se encontrará ubicado al Sur del muelle actual (ver Lámina Núm.2), debido a que no se llevará acabo obras de relleno por su alto costo, se hará uso de la superficie de terrenos ganados al mar, del cual partirá un viaducto (viaducto II) que conectará el muelle a tierra.

El muelle contará con las siguientes estructuras:

- Plataforma de operación (una)
- Plataformas de atraque (dos)
- Duques de alba (cuatro)
- Viaducto para vehículos y peatones (cuatro)
- Pasarelas para peatones (tres)

y se hará referencia a todas ellas, usando el sistema oficial de coordenadas establecido por la Secretaría de Marina en base a los vértices "EDDIE" con las coordenadas $x=384\ 174.41$, $Y=274\ 363.65$ y con vértice poste con coordenadas $x=386\ 901.31$, $Y=2\ 742\ 033.01$. Las coordenadas están dadas en metros.

4.7.1. Plataforma de operación.

La plataforma de operación se encontrará localizada a 360.0 m del paramento del muelle existente, sus dimensiones en planta corresponderán a 20.0 m por 15.0 m, las coordenadas geográficas que la ubicarán son $x= 386\ 555.33$, $y= 2\ 741\ 405.61$. En esta plataforma se encontrará ubicada una caseta de control, garzas, pequeñas bitas y una torre contra incendio. Además dará alojamiento a los ductos para la conducción del combustible, líneas para cables eléctricos, líneas para la transportación del agua potable, agua contra incendio y una área libre para dar acceso a personas y vehículos.

4.7.2. Plataforma de atraque.

Se contará con dos plataformas de atraque; la plataforma de atraque "A" y la plataforma de atraque "B".

La plataforma de atraque "A" se encontrará localizada a 326.0 m del muelle actual, será de forma rectangular de dimensiones 12.0 m por 20.0 m y se encontrará ubicada en la coordenada geográfica $x=386\ 539.62$, $y=2\ 741\ 435.80$. La plataforma de atraque "B" se encontrará localizada a 394.0 m del paramento de atraque del muelle actual, con coordenadas geográficas $x=386\ 573.73$, $y=2\ 741\ 376.72$. Sus dimensiones en planta corresponderán al igual que las de la plataforma de atraque "A".

Las dos plataformas de atraque se localizarán simétricamente con respecto al eje de la plataforma de operación, la distancia que las separará es de 28.0 m de cada lado. Esta estructura además de contar con el equipo necesario para el amarre de los grandes buques y líneas para la conducción del combustible, contará con defensas fijas, las cuales absorberán la energía producida por el impacto de los buques tanque al efectuarse la maniobra de atraque. Estas defensas irán colocadas sobre el paramento de atraque de cada plataforma, el extremo inferior de ellas coincidirá con el NBMMI.

Haciendo énfasis en estas estructuras como diseño representativo de las restantes, se diseñará de ambas plataformas como ejemplo representativo de este trabajo la que mayor resistencia presente ante la fuerza de amarras y atraque que ejercerá el buque. El paramento de atraque de cada plataforma sobresaldrá un metro del paramento de la plataforma de operación.

La plataforma de atraque estará formada por una superestructura y una subestructura; la superestructura estará formada por una losa principal y una losa tapa de concreto reforzado, separadas por medio de muros del mismo

material en sentido transversal y longitudinal, todas ellas apoyadas en la subestructura compuesta de pilotes de acero de 24" de diámetro.

Los oleoductos en la plataforma de atraque "A", plataforma de operación, duque de alba 1, duque de alba 2 y viaductos, irán colocados en la parte inferior de la losa tapa, además de los ductos para alojar líneas eléctricas y ductos para el transporte de agua potable y agua contra incendio. La longitud de estas tuberías será tal que puedan llegar hasta la estación de bombeo, de la cual el combustible partirá hasta la Central Termoeléctrica "Adolfo López Mateos".

4.7.3. Duques de alba.

Se colocarán cuatro duques de alba; los duques de alba 1 y 2 ubicados al Oeste de la plataforma de operación y los duques de alba 3 y 4 ubicados al Este de la plataforma de operación.

Los duques de alba 1 y 2 se encontrarán localizados a 234.0 m y 284.0 m del paramento del muelle existente, la forma de ambas estructuras será rectangular de 8.0 m por 16.0 m para el duque de alba 1 y 8.0 m por 14.0 m para el duque de alba 2, con este dimensionamiento se obtiene de ellas una buena distribución para el equipo de amarre y para ubicación del sistema contra incendio además del contar con una área libre para la buena operabilidad en el manejo de los sistemas. Las coordenadas geográficas que situarán a las anteriores estructuras corresponden a $x = 386\ 509.21$, $y = 2\ 741\ 524.49$ y $x = 386\ 533.34$, $y = 2\ 741\ 480.69$ para el duque de alba 1 y duque de alba 2.

Con respecto a los duques de alba 3 y 4, éstos se encontrarán localizados a 436.0 m y 476.0 m del paramento del muelle existente con coordenadas geográficas $x=386\ 598.95$, $y=2\ 741\ 343.03$ para el duque de alba 3 y $x=386\ 618.95$, $y=2\ 741\ 308.39$ para el duque restante. La dimensión que definen al duque de alba 3 es de 8.0 m por 8.0 m y la dimensión del duque de alba 4 es de 8.0 m por 12.0 m. Ambos duques solo contarán con líneas eléctricas y un gancho de escape giratorio para el buen amarre de los grandes buques por medio de las líneas de amarre de pecho.

4.7.4. Viaductos para tuberías y peatones.

Serán cuatro viaductos los que contendrá el muelle petrolero: viaducto I, viaducto II, viaducto III y viaducto IV, los cuales permitirán transportar el combustible de la plataforma de operación a tierra.

El viaducto I con 240.0 m de longitud conectará el extremo del futuro muelle petrolero (duque de alba 1) con el recinto portuario. El viaducto II conectará a los dos primeros duques de alba con 42.0 m de longitud. El viaducto III unirá el segundo duque de alba con la plataforma de atraque "A" por medio de 33.5 m de longitud y por último, el viaducto IV enlazará la plataforma de atraque "A" a la plataforma de operación con 18.0 m de longitud.

El ancho para todas estas estructuras será de 5.0 m, dimensión que permitirá dar acceso al tránsito de personas y vehículos que no sobrepasen la capacidad de un camión tipo H-10. Sobre el ancho de 5.0 m y sobre su margen derecha, se localizará una banqueta de 1.0 m de ancho con guarniciones de 0.20 m de altura, sobre el extremo de esta estructura

5. EFECTOS CONSIDERADOS EN EL DISEÑO DEL MUELLE.

5.1. Condiciones de carga.

Después de haber definido la estructuración del muelle petrolero, se procede a la obtención de las acciones y efectos que se considerarán para su diseño. Dentro de las acciones figuran ciertas condiciones de carga, las cuales representan las sollicitaciones que actuarán en la estructura.

Son nueve condiciones de carga las que actuarán sobre las estructuras y para la cual se analizará y diseñará la plataforma de atraque como ejemplo representativo de las restantes. El diseño quedará regido por la combinación de cargas más desfavorable que resulte de las diferentes condiciones de carga, se asegurará con ello que la estructura no sufrirá daños desde que el buque atraque hasta que éste abandone el muelle.

Las condiciones de carga actuarán horizontalmente o verticalmente, dependiendo de la fuerza a que corresponda. Dentro de las cargas horizontales se encuentran: *La condición de carga 1*, carga de impacto producida por la fuerza de atraque que genera el buque en la plataforma; *La condición de carga 2*, representada por la carga de impacto que producirá el barco a la estructura por la acción del viento y corriente; *La condición de carga 3*, carga accidental producida por la fuerza de viento en la dirección "x"; *La condición de carga 4*, carga accidental producida por la fuerza de viento en la dirección "y"; y *La condición de*

carga 5, carga accidental correspondiente a la fuerza que producirán las líneas de amarras a la estructura durante el atraque.

Para las cargas verticales se tiene: La condición de carga 6 la cual corresponde a la carga muerta de la estructura; La condición de carga 7, representada por la carga viva de la estructura; La condición de carga 8, carga accidental compuesta por la carga debido al sismo en la dirección "X" y La condición de carga 9 debido a la carga accidental producida por el sismo en la dirección "Y".

Las condiciones de carga son determinadas tomando en cuenta la condición más desfavorable que puedan producir efectos significativos a la plataforma de atraque, la forma de evaluar cada una de ellas se muestra a continuación.

5.2. Fuerza de atraque (carga de impacto).

La determinación de la fuerza de atraque producida por una embarcación, es básica en el diseño de las estructuras de atraque, su cálculo es complejo por la naturaleza de las variables involucradas y por la poca información disponible sobre el fenómeno.

Dentro de los parámetros que intervienen en la determinación de esta fuerza, figura el cálculo de la energía de atraque usando la ecuación básica de la energía cinética, la cual está en función de la velocidad de atraque, la masa virtual y un coeficiente de atraque que depende de las condiciones físicas y de operación de la estructura.

Ya calculada la energía de atraque, se hace uso de las gráficas fuerza-deformación correspondientes al tipo de defensa las cuales se eligen en base a la experiencia. Estas gráficas contienen las curvas que representan la energía de absorción a partir de la cual en la escala respectiva se obtiene la fuerza de atraque que será transmitida a la estructura. Su forma de obtención se presenta a continuación.

5.2.1. Cálculo de la energía de atraque.

La energía de atraque es aquella que se genera cuando el buque hace contacto con el muelle, esta energía es absorbida por las defensas y se calcula mediante la ecuación básica de la energía cinética.

$$E = \frac{M v^2}{2g} C_b \dots\dots\dots (e)$$

Donde:

E = Energía cinética [ton-m].

M = Masa virtual [ton].

V = Velocidad de atraque [m/seg].

g = Aceleración de la gravedad [m/seg²].

C_b = Coeficiente de atraque = 0.5 [adimensional].

Masa virtual (M).

La masa virtual se define como el peso estimado del barco a plena carga, lo cual equivale a la suma del tonelaje del barco desplazado más el peso adicional del barco.

$$M = M_b + M_a \dots\dots\dots (p)$$

Donde:

M_b = Tonelaje del barco desplazado [ton].

El tonelaje desplazado indica el peso del buque cargado a su capacidad normal y equivale al peso del volumen de agua desplazada. Se obtiene multiplicando la capacidad de la embarcación máxima en TPM (W) por un factor que oscila entre 1.2 y 1.4

$$M_b = W \times 1.2$$

$$M_b = 30,000 \times 1.2$$

$$M_b = 36,000 \text{ ton.}$$

M_a = Peso Adicional del barco [ton].

Es un término usado como margen de seguridad en la determinación del volumen de agua desplazada por el barco, se determina mediante la siguiente expresión:

$$M_a = \frac{\pi}{4} \rho C^2 L \dots\dots\dots (10)$$

Donde:

M_a = peso adicional del barco [ton]

ρ = Densidad del agua salada equivale a 1.026 ton/m³

C = Calado del barco [m]

L = Eslora del barco [m].

Sustituyendo en (10):

$$M_a = 0.8058 C^2 L$$

$$M_a = (0.806) (10.11)^2 (170.70)$$

$$M_a = 14,060 \text{ ton.}$$

Sustituyendo el tonelaje del barco desplazado y el peso adicional del barco en la ecuación (9) correspondiente a la Masa virtual:

$$\begin{aligned}
 M &= M_b + M_a \\
 M &= 36,000 + 14,060 \\
 M &= 50,060 \text{ ton.}
 \end{aligned}$$

Velocidad de atraque (V).

La velocidad de atraque es la velocidad que lleva el barco en el momento en que entra en contacto con la defensa, se encuentra en función del viento, marea y tonelaje de la embarcación.

La figura No.8 muestra una gráfica que nos proporciona la velocidad de atraque para barcos que oscilan entre los 1,000 y 100,000 TPM bajo varias condiciones típicas de atraque. En base a esta gráfica y utilizando el valor de 30,000 TPM como capacidad de embarcación máxima y buenas condiciones de atraque, viento y marejada moderada, se obtiene una velocidad equivalente a $V=0.15$ m/seg.

Por consiguiente sustituyendo los parámetros antes obtenidos en la expresión (8), se obtiene una energía de atraque de:

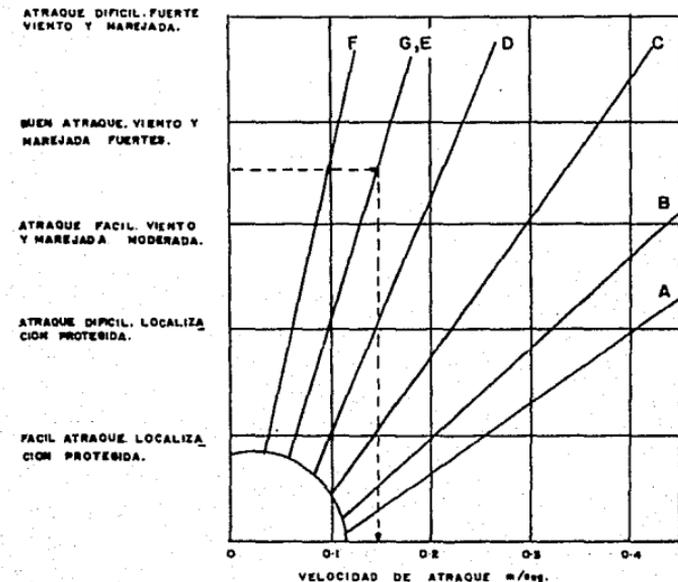
$$E = \frac{Mv^2}{2g} C_b$$

$$E = \frac{(50,060)(0.15)^2}{2(9.81)} (0.5)$$

$$E = 28.70 \text{ ton-m.}$$

5.2.2. Selección de defensas para atraque.

Los nuevos sistemas de defensas desarrollados para proteger los muelles de los buques que efectúan el atraque,



- A = Para barcos de 1 000 tons. aprox.
 B = Para barcos de 5 000 tons. aprox.
 C = Para barcos de 10 000 tons. aprox.
 D = Para barcos de 20 000 tons. aprox.
 E = Para barcos de 30 000 tons. aprox.
 F = Para barcos de 80 000 tons. aprox.
 G = Para barcos de 100 000 tons. y mayor.

Fig.8 Velocidad de atraque
 (Obtenida del Sea Cushion Manual,
 Seaward International Inc.)

han permitido absorber gran parte de la energía que produce el buque al hacer contacto con el muelle, las defensas dependen del tamaño, tipo y función de las embarcaciones que arriben al puerto así como de las condiciones de viento y corriente. En el mercado existen defensas marinas nacionales e importadas para efectuar un buen atraque, la diferencia entre ambas, radica principalmente en su rigidez; las de producción nacional son más rígidas que las importadas, por lo tanto transmiten una mayor fuerza a la estructura. Con objeto de comparar el empleo de cada una de ellas, se realizó la siguiente evaluación.

Defensas Nacionales.

La figura No.9 muestra la gráfica Fuerza-Deformación de las defensas HI-C120T de producción nacional, obtenida del Manual de Defensas Marinas, Hule Industrial, S.A. HI. Usando esta gráfica y la energía de atraque calculada anteriormente, se obtiene una fuerza que será transmitida a la plataforma de:

Energía = 28.70 Ton-m.

Fuerza transmitida = 140.0 Ton.

Defensas Importadas.

La Figura No.10 muestra la gráfica Fuerza-Deformación correspondiente a la defensa Cushion 8ftx12ft, obtenida del Sea Cushion Technical Manual, Seaward International, INC, USA. En base a esta gráfica y a la energía de atraque calculada en 5.2.1. Se obtiene la fuerza que será transmitida a la estructura de:

Energía = 26.70 Ton-m.

Fuerza transmitida = 57.0 Ton.

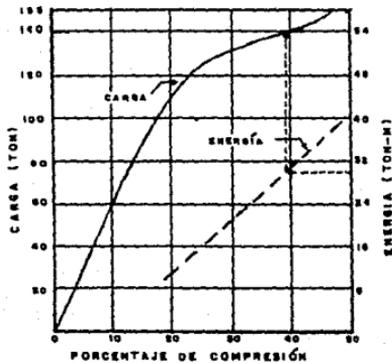


Fig.9 Fuerza Deformación
(Defensa Marina HI-C120T)

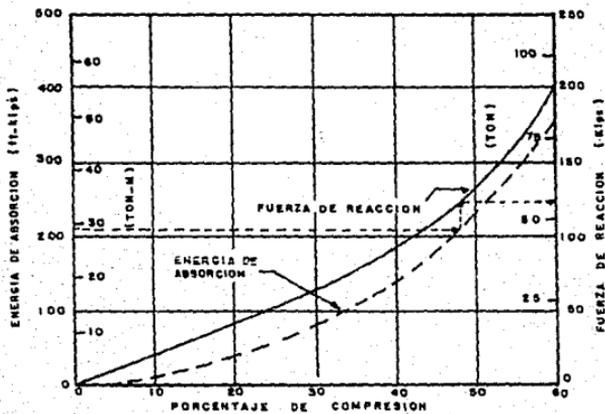


Fig.10 Fuerza - Deformación
(Defensa Marina Cushion 8 x12 ft.)

De las fuerzas transmitidas a la estructura por los diferentes sistemas de defensas, se concluye que la de importación sería la más adecuada, pero dados los problemas presupuestales por la importación se decidió la utilización de las defensas nacionales aunque sean las que mayor fuerza transmitirán a la plataforma de atraque. De acuerdo a lo anterior la estructura será analizada y diseñada para resistir, la fuerza de atraque de 140.0 ton que producirá la embarcación de 30,000 TPM.

5.3. Fuerza de viento y corriente (carga de impacto).

La carga de impacto es producida por la fuerza que ejerce la embarcación sobre la plataforma debida a la acción del viento y de la corriente. Ambas acciones se minimizarán dada la orientación que guarda el muelle con respecto a los vientos dominantes y a las líneas batimétricas. Estos aspectos y la determinación de ambas fuerzas considerando la condición de que el buque se encuentre descargado, son los factores determinantes en la resistencia que ofrecerá la estructura ante la acción del viento y corriente.

Se considera al buque descargado por ser resultado de un estudio representativo que define a la condición más desfavorable, pues al presentarse tal situación el buque tendrá una mayor área expuesta al viento y una menor área expuesta a la corriente y como la velocidad de viento es mayor que la velocidad de la corriente (ver cap.3), la fuerza transmitida a la plataforma bajo esta condición será de una magnitud mayor.

Bajo la condición anterior, la fuerza resultante que actuará en la plataforma será la suma de la fuerza de viento

más la de corriente, debido a que ambas acciones actuarán siempre conjuntamente. La fuerza resultante se determinará considerando que ésta actuará sobre el área mayor de la embarcación (cara lateral del buque), generando así una fuerza transversal muy grande en comparación con la fuerza longitudinal, puesto que ésta última al actuar sobre el frente del buque atacará solo pequeña porción del área expuesta. La determinación de la fuerza de viento y corriente está dada de la siguiente manera:

5.3.1. Fuerza que ejerce el viento sobre el buque.

Dentro del análisis y diseño de la plataforma, figura la fuerza de viento sobre la embarcación, la cual está definida como la presión que ejerce el viento sobre la cara lateral emergida del buque.

$$F_v = P_v A \dots\dots\dots (11)$$

Donde:

F_v = Fuerza del viento sobre el buque [kg].

P_v = Presión del viento [kg/m²].

A = Área expuesta del buque al viento [m²]

Presión del viento.

La presión que ejerce el viento sobre el buque está definida por la velocidad del viento al cuadrado multiplicada por una constante que equivale a 0.00256 y un factor de forma que oscila entre 1.3 y 1.6.

La velocidad del viento que se tomará como diseño es de 120.7 Km/hrs (75 millas /hrs) que corresponde de acuerdo

a la escala de Beaufort del libro de Alonso DeF. Quinn, titulado "Design and Construction of Ports and Marine Structures", al grado 12 con características de huracán. Por lo que el muelle estará diseñado para cuando se presente tal situación, pero en caso de que se presenten velocidades mayores, el buque no podrá permanecer atracado en el muelle.

$$P_v = V^2 c F_f \dots\dots\dots (22)$$

Donde:

- P_v = Presión del viento [lb/ft²].
- V = Velocidad del viento [millas/hrs].
- c = Constante [adimensional].
- F_f = Factor de forma [adimensional].

sustituyendo en (22):

$$P_v = 0.0033 V^2$$

$$P_v = 18.56 \text{ lb/ft}^2$$

$$P_v = 90.62 \text{ kg/m}^2$$

Area expuesta del buque al viento.

Se considerará el área del buque expuesta a la acción del viento, al área lateral del buque que se encuentre por arriba del nivel del mar, la manera en que es evaluada esta fuerza es usando la siguiente expresión.

$$A = E (P - C_r) + A_p \dots\dots\dots (23)$$

Donde:

- A = Area expuesta del buque al viento [m²]
- E = Eslora [m].

P = Puntal [m].

Cr = Calado en rosca [m].

A_p = Areas que sobresalen de la cubierta principal [m²].

A_p = área de proa + área de popa

A_p = [25 x 4] + [(40 x 4) + (27 x 12)]

A_p = 584 m².

sustituyendo en (18) :

A = 584 + E (P-Cr)

A = 584 + 170.70 (13.25-2.36)

A = 2443 m²

sustituyendo (12) y (18) en (11)

F_v = 90.62 x 2443

F_v = 221,385 kg.

F_v = 221.4 ton.

5.3.2. Fuerza que ejerce la corriente sobre el buque.

Esta fuerza equivale a la presión que ejerce la corriente sobre la cara lateral sumergida del buque.

F_c = F_c A (14)

Donde:

F_c = Fuerza de la corriente sobre el buque [Kg].

P_c = Presión de la corriente sobre el buque [Kg/m²].

A = Area del buque expuesta a la corriente [m²].

Presión de la corriente sobre el buque.

La presión que ejerce la corriente sobre el buque se encuentra en función de la velocidad máxima de la

corriente que equivale a 0.6 m/seg; del peso del agua salada por metro cúbico correspondiente a 1,028.0 Kg/m³ y de la aceleración de la gravedad. Todos estos parámetros forman la siguiente expresión.

$$P_o = v^2 \frac{W}{2g} \dots\dots\dots (18)$$

Donde:

P_o = Presión de la corriente sobre el buque [kg/m²].

v = Velocidad de la corriente [m/seg].

W = Peso del agua salada [kg/m³].

g = Aceleración de la gravedad [m/seg²].

sustituyendo en (18):

$$P_o = (2g)^{-1} w v^2$$

$$P_o = 52.40 (0.6)^2$$

$$P_o = 19.0 \text{ Kg/m}^2.$$

Area del buque expuesta a la corriente.

El área expuesta a la acción de la corriente corresponde al área lateral del buque que se encuentre debajo del nivel de aguas, relativamente esta área resulta muy pequeña, pero obedece a la condición del buque que puede causar mayores efectos desfavorables a la estructura.

$$A = C_r E \dots\dots\dots (19)$$

Donde:

A = Área del buque expuesta a la corriente [m²].

C_r = Calado en rosca [m].

E = Eslora [m].

sustituyendo en (19):

$$A = 2.36 E$$
$$A = 403.0 \text{ m}^2$$

sustituyendo (15) y (16) en (14):

$$F_c = 19.0 \times 403.0$$

$$F_c = 7.70 \text{ ton.}$$

5.3.3. Fuerza de viento y corriente sobre el muelle.

La fuerza de viento y corriente se presentan conjuntamente bajo la misma condición del buque descargado, por lo que deberán sumarse para evaluar el arreglo de amarres. La suma de ambas fuerzas se dividirán en dos; las líneas de popa tomarán el 50% de la fuerza total y la línea de proa tomarán el resto.

$$\text{Viento} \dots\dots\dots 221.4 \text{ ton.}$$

$$\text{Corriente} \dots\dots\dots 7.7 \text{ ton.}$$

$$F = F_{\text{Popa}} = F_{\text{Proa}}$$

$$F = 230.0 \times 0.50$$

$$F = 115.0 \text{ ton para c/u.}$$

5.4. Fuerza de viento (carga accidental).

La fuerza de viento como carga accidental esta determinada por la presión del viento que actúa sobre el área que comprende la estructura. De acuerdo al manual de diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, en el capítulo concerniente a diseño por viento C.1.4., la presión del viento se determina empleando la siguiente expresión :

$$P = 0.0048 B C V_D^2 \dots\dots\dots (17)$$

Donde:

P = Presión o succión debida al viento [kg/m²].

B = Factor de reducción [adimensional].

C = Coeficiente de empuje [adimensional].

V_D = Velocidad de diseño [km/hr].

Factor de reducción (B).

El factor de reducción de densidad de la atmósfera a la altura h (en km), sobre el nivel del mar (B), equivale a: $B = B+h/B+2h$, por lo que B toma el valor de 1.0 debido lógicamente a que el puerto de San Carlos se encuentra sobre el nivel del mar.

Coeficiente de empuje (C).

Este coeficiente permite obtener un promedio de las presiones ejercidas sobre el área en estudio, y se evalúa de la siguiente manera: El viento al actuar sobre la estructura ejercerá presión del lado del barlovento y succión del lado del sotavento, por ello:

c = 0.75 del lado del barlovento

c = 0.68 del lado del sotavento

c = 1.43

Velocidad de diseño (V_D).

La velocidad de diseño se ve afectada por factores correctivos que toman en cuenta: la topografía del sitio, la altura de la estructura sobre el terreno y el efecto de ráfaga. Dentro de la clasificación que hace C.F.E., la estructura en estudio se encuentra en campo abierto y terreno plano, a una altura arriba del nivel

medio del mar menor a 10.0 m y como la estructura se encuentra dentro del tipo 1, el factor de ráfaga toma el valor de la unidad. Por tanto, la velocidad de diseño equivale a la velocidad del viento regional: $V_D = V_R$. Sustituyendo los parámetros antes señalados en la ecuación (17):

$$P = 6.86 \times 10^{-8} V_D^3$$

$$P = 6.86 \times 10^{-8} (120)^3$$

$$P = 99 \text{ kg/m}^2$$

Al analizar la plataforma de atraque por efecto de viento, se supone que el viento actúa por lo menos en dos direcciones perpendiculares entre sí, como lo es en sentido longitudinal y en el sentido transversal. Por lo tanto serán dos fuerzas de vientos las que actuarán como carga accidental:

En sentido longitudinal.

$$F = P \times A$$

$$F = 99 [20(4.40)]$$

$$F = 9 \text{ ton.}$$

Y en sentido transversal.

$$F = P \times A$$

$$F = 99[12(4.40)]$$

$$F = 6 \text{ ton.}$$

5.5. Fuerzas que producen las amarras sobre el muelle.

Dentro de un buen sistema de amarre, existe un arreglo de las líneas que asegure al mayor de los buques para los cuales se diseñó el muelle, permanecer con el menor movimiento posible a su lado. Si este arreglo se diseña para

soportar las máximas fuerzas de viento y corriente, existirá una reserva en la resistencia de manera suficiente para otras fuerzas como marejada y oleaje que puedan surgir.

El arreglo de amarras o la forma en la cual las líneas de amarre son acomodadas para asegurar el buque al muelle, deben ser distribuidas de tal manera que las estructuras que contengan los puntos de amarre, se diseñen de acuerdo a la fuerza que las líneas de amarre transmitan a la estructura.

Como la configuración global del amarre afecta naturalmente la distribución de cargas en cada línea, se realizaron varios arreglos para obtener el que represente al Muelle Petrolero en San Carlos B.C.S., resultado de ello es la configuración que se muestra en la Lámina Núm.3, la cual representa la solución óptima que permitirá tener un balanceo de cargas en las líneas de popa y proa. Este arreglo muestra el uso de una amarra para cada plataforma de atraque, que aunadas a las restantes harán que el buque que se encuentre descargando o cargando, quede sujeto a la estructura sin causarle daños debido a la fuerza que pueda transmitirle por efectos de recargue.

Para obtener las fuerzas que transmitirán cada línea de amarre a la estructura, se sigue un método denominado "fuerzas en las amarras" cuya descripción aparece en la "Guía y Recomendaciones para el Amarre de Grandes Buques a Espigones e Islas". Este método determina las líneas de amarre más críticas que actuarán en el muelle, definiendo así las estructuras que dentro del sistema deberán presentar mayor resistencia ante tal condición, posteriormente se obtienen las fuerzas en las líneas de proa y popa que aseguren la distribución de cargas y por último se obtienen las fuerzas que se emplearán en el análisis de cada estructura.

5.5.1. Líneas de amarras más críticas.

La tabla A muestra el procedimiento que determina de las líneas existentes en popa y proa, las líneas de amarras más críticas que actuarán en el sistema. Como resultado de este análisis se encuentran las líneas 3 y 5, correspondientes a la plataforma de atraque "A" y el duque de alba 3. Como ejemplo representativo a las estructuras que componen el muelle se empleará para efectos de diseño la plataforma de atraque "A", por ser la que mayor resistencia a la tensión deberá tener.

5.5.2. Fuerzas en las líneas de popa y proa.

En base a la determinación de las líneas de amarras más críticas, las fuerzas en las líneas de proa y popa se determinarán empleando de la tabla A, la línea de amarre que el estudio corresponda.

Fuerzas en las líneas de popa.

Las fuerzas que deberán resistir las líneas de popa debido a viento y corriente, será de 115.0 ton, esta fuerza es distribuida a cada línea de la siguiente forma:

LINEA	FUERZA PERPENDICULAR AL BUQUE (Ton.)	FUERZA EN CADA LINEA (Ton.)
1	12.6228	18.8054
2	47.9454	51.0379
3	54.4318	73.7605

Fuerzas en las líneas de proa.

Las fuerzas en las líneas de proa resistirán el 50% restante de la carga total que transmite el viento y la corriente. Siguiendo el anterior procedimiento se obtiene la fuerza en cada líneas de amarre.

LINEA	FUERZA PERPENDICULAR AL BUQUE (Ton)	FUERZA EN CADA LINEA (Ton)
4	34.7353	56.4727
5	62.2344	71.0157
6	18.0303	27.2330

De las fuerzas obtenidas en las líneas de popa y proa, se muestra a continuación la fuerza que tomará cada una de las estructura que compone al muelle. Se observa que la plataforma de atraque "A" representará el diseño, por ser la estructura que mayor fuerza deberá resistir debido al atraque de los buques.

ESTRUCTURA	LINEA	FUERZA TOTAL (Ton.)
DUQUE DE ALBA 1	1	18.8054
DUQUE DE ALBA 2	2	51.0379
PLATAFORMA DE ATRAQUE "A"	3	73.7605
PLATAFORMA DE ATRAQUE "B"	4	56.4727
DUQUE DE ALBA 3	5	71.0157
DUQUE DE ALBA 4	6	27.2330

TABLA A. LINEAS DE AMARRAS MAS CRITICAS

LINEA	α (°)	PROYECCION DE LA LINEA DE AMARRA		θ (°)	LONGITUD DE LA LINEA DE AMARRA (M)	COS α	COS θ	I (COS α COS θ)	100 COS α COS θ	100 COS α COS θ
		PLANTA (M)	ALTURA (H) (M)						L	L
P D P A										
1	47	56.0	9.99	10.11	56.51	0.6820	0.9842	1.4898	1.1878	0.7973
2	0	28.0	9.99	19.63	29.14	1.0000	0.9394	1.0445	3.2237	3.0284
3	36	14.5	6.49	24.11	15.84	0.8090	0.9122	1.3351	1.6381	3.4381
										$\Sigma = 7.2638$
P R O A										
4	49	18.0	6.49	19.82	18.65	0.6561	0.9373	1.6258	3.2981	2.0284
5	6	19.0	9.99	27.73	21.13	0.9945	0.9812	1.1411	1.1471	3.6344
6	47	41.5	9.99	13.53	41.63	0.6820	0.9708	1.5104	1.9904	1.0338
										$\Sigma = 6.7162$

▨ LINEAS MAS CRITICAS

α = ANGULO HORIZONTAL QUE LA LINEA DE AMARRA FORMA CON EL LADO PARALELO AL BUNCO

θ = ANGULO VERTICAL QUE LA LINEA DE AMARRA FORMA CON LA CUBIERTA DEL BUQUE

H = ALTURA ENTRE EL NIVEL DE OPERACION DE LA ESTRUCTURA Y LA CUBIERTA DEL BUQUE

5.6. Cargas verticales sobre la plataforma de atraque.

La plataforma de atraque "A" estará formada principalmente de una superestructura y una subestructura.

La superestructura constituida por:

- Losas de concreto
- Muros perimetrales
- Muros interiores
- Dados para defensas
- Dado para gancho de escape
- Losa rampa
- Pantallas de atraque

Y la subestructura (cimentación) a base de:

- Pilotes.

Las cargas verticales que deben considerarse para efectos de análisis y diseño son:

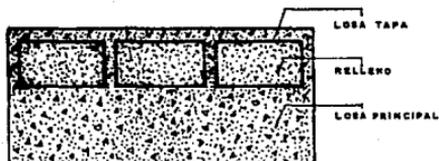
- 1). Carga muerta (peso propio)
- 2). Carga viva
- 3). Carga debido a sismo.

5.6.1. Carga muerta.

La carga muerta corresponde al peso propio (PoPo) de todos los elementos que forman parte de la subestructura y la superestructura. La primera formada a base de pilotes de acero rellenos de arena y concreto, y la segunda

representada por una sección como la que se muestra a continuación. Para su cálculo se emplearon los siguientes pesos volumétricos del concreto y de la arena.

Peso volumétrico del concreto $\gamma=2.4 \text{ ton/m}^3$
Peso volumétrico de la arena $\gamma=1.8 \text{ ton/m}^3$



Losa principal.

Se propone una losa de 1.30 m de espesor en una área de 12.0 x 20.0 m.

$$W_{p.p.} = (12.0)(20.0)(1.30)(2.4) = 748.80 \text{ Ton.}$$

Muros perimetrales.

La sección que comprende al cajón (de dimensiones 12.0x 11.25 m) compuesta por muros, deberá ir colocada sobre la losa principal en el extremo opuesto al paramento de

ataque. Proponemos una sección de muro de 0.25x0.80m.

$$W_{p.p.} = [(11.25 + 4.50)(0.25)(0.80)(2.4)(2 \text{ pzas.})] + \\ + (12.0)(0.25)(0.80)(2.4)(1 \text{ pza.}) = 20.88 \text{ Ton.}$$

Muros interiores.

Para los muros interiores proponemos una sección de 0.20 x 0.80 m.

$$W_{p.p.} = (8.50)(0.20)(0.80)(2.4)(2 \text{ pzas.}) + (11.50 + \\ + 9.0)(0.20)(0.80)(2.4)(1 \text{ pza.}) = 14.40 \text{ Ton.}$$

Losa tapa.

Se propone una losa tapa de 0.20 m de espesor.

$$W_{p.p.} = (11.25)(12.0)(0.20)(2.4) = 64.80 \text{ Ton.}$$

Relleno.

El relleno se hará a base de arena.

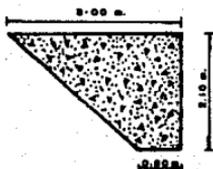
$$W_{p.p.} = (\text{Volumen total del cajón} - \text{Volumen de traveses y} \\ \text{losa tapa})(\text{peso volumétrico de la arena}).$$

$$W_{p.p.} = (135.0 - 41.70)(1.8) = 167.94 \text{ Ton.}$$

Dados para defensas.

Sobre el paramento de atraque se requieren de tres defensas marinas, por ello es necesario el colocar tres dados de concreto. Se propone una sección de las siguientes dimensiones y longitud 2.6 m.

$$W_{p.p.} = [(3.0+0.8)/2] (2.10) (2.60) (2.4) (3\text{pzas.}) = 74.69\text{Ton.}$$



Dado para gancho.

Se propone que el dado sea cuadrado de 2.50 x 2.50 m y una altura de 0.80 m.

$$W_{p.p.} = (2.50) (2.50) (0.80) (2.4) = 12.0 \text{ Ton.}$$

Rampas.

Los dos niveles de losas irán conectados por medio de dos rampas de concreto reforzado. Se propone que ambas tengan las siguientes dimensiones: 1.20 x 3.50m y un espesor de losa de 0.20 m.

$$W_{p.p.} = (3.50) (1.20) (0.20) (2.4) (2 \text{ pzas.}) = 4.03 \text{ Ton.}$$

Pantalla.

La pantalla irá colocada en las dos caras laterales y al frente de la plataforma. Se propone una altura de 1.0 m y espesor de 0.25 m.

$$W_{p.p.} = (20.0+20.0+12.0) (1.10) (0.25) (2.4) = 34.32 \text{ Ton.}$$

Viaductos.

Como todas las estructuras que conforman al muelle se encuentran unidas por medio de viaductos y pasarelas, se considera para el análisis un 50% de la carga muerta total del viaducto y/o pasarela que se encuentre ligado(a) a la estructura en estudio.

Viaducto III (izquierdo).

$$W_{p.p.} = (16.00/2) (6.2 \text{ ton/m}^2) = 49.60 \text{ Ton.}$$

Viaducto IV (derecho).

$$W_{p.p.} = (9.00/2) (6.2 \text{ ton/m}^2) = 27.90 \text{ Ton.}$$

Pilotes.

La plataforma se encontrará apoyada en una

subestructura formada por 40 pilotes de acero de 24" de diámetro, 1/2" de espesor y longitud 28.0m, de los cuales 13.0m (longitud libre) estarán rellenos de concreto y la longitud restante relleno de arena. Por lo que el peso total del pilote es igual a 16.05 Ton.

$$W_{p-p} = (16.05)(40 \text{ pilotes}) = 642.00 \text{ Ton.}$$

5.6.2. Carga viva.

Todas las estructuras que conforman al muelle incluyendo los viaductos, estarán diseñados para soportar una carga viva de 1.5 ton/m², que incluye el peso de un camión tipo H-10 y el peso de las tuberías conduciendo combustóleo.

$$\begin{aligned} W_{p. A.} &= (12.0)(20.0)(1.5) = 360.00 \text{ Ton.} \\ W_{\text{viaducto III}} &= (16.0/2)(1.5 \times 5.50) = 66.00 \text{ Ton.} \\ W_{\text{viaducto IV}} &= (9.0/2)(1.5 \times 5.50) = 37.13 \text{ Ton.} \\ & \underline{\hspace{10em}} \\ & 463.13 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

5.6.3. Sismo (carga accidental).

En base a la clasificación sísmica hecha en el capítulo Núm.3 y a la referencia citada en dicha clasificación, la fuerza cortante horizontal en la base de la estructura debido a la acción de un sismo, es función del peso total de la estructura y de un coeficiente sísmico definido de la siguiente manera.

$$F_B = C_B W_T \dots\dots\dots (10)$$

Donde:

F_B = Fuerza cortante horizontal en la base [ton].

C_B = Coeficiente sísmico [adimensional].

W_T = Peso total de la estructura [ton].

Coeficiente sísmico.

Para estructuras que se encuentran dentro del grupo A, el coeficiente sísmico equivale al producto del coeficiente básico multiplicado por el factor de 1.3.

$$C_B = (0.16) (1.3)$$

$$C_B = 0.208$$

Factor de ductilidad.

Las coordenadas del espectro de diseño pueden reducirse, dividiéndolas entre un factor Q denominado factor de ductilidad. Para nuestro caso éste factor toma el valor de 2.0 por lo tanto, el coeficiente sísmico se ve modificado de la siguiente manera:

$$C_B = 0.208/2.0$$

$$C_B = 0.104$$

Para sismo se considera que actúa la mitad del peso de longitud libre del pilote.

Sustituyendo en la expresión (10):

$$F_B = 0.104 (C.M. + C.V.)$$

$$F_B = 0.104 [(1,220+150)+232]$$

$$F_B = 166.6 \text{ Ton.}$$

Esta fuerza se empleará en la estructura en la dirección "X" y en la dirección "Y" de los ejes coordenados.

7
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

5.7. Análisis de la plataforma de atraque.

Después de haber obtenido las diferentes condiciones de carga se procede a integrarlas en el análisis de la plataforma de atraque. El análisis se llevará a cabo por medio de un programa de computadora que fue desarrollado por ingenieros especialistas del IMP y el cual resuelve sistemas estructurales apoyados sobre pilotes.

Este programa analiza estructuralmente muelles petroquímicos o petroleros cuyos elementos principales están formados mediante plataformas piloteadas unidas por viaductos y/o pasarelas para tránsito de personas o vehículos.

El programa considera que además de que la plataforma se comporta como cuerpo rígido, los pilotes trabajan únicamente a fuerza axial, determinando así los elementos mecánicos.

Los datos que se requieren para alimentar el programa son los que a continuación aparecen, para mayor visualización se anexa la corrida "Datos y resultados del programa, Sistema Estructural apoyado sobre pilotes".

A) Coordenadas Geográficas.

Compuestas por las coordenadas de los puntos donde se desean conocer los elementos mecánicos, analizando la estructura en el eje "X" y en el eje "Y". La fig. 11 muestra el sistema coordenado usado.

B) Cosenos directores.

El programa necesitará situar a los pilotes con respecto al resto de ellos; para esto es necesario definir el número de pilotes que tendrá la plataforma y la posición de cada uno por medio de los cosenos directores α (alfa), β (beta) y γ (gama) así como el punto donde se encuentran situados con respecto al eje "X" y "Y" del sistema coordenado.

Se recomienda hacer una distribución simétrica de los pilotes para facilitar el análisis y determinar con mayor seguridad el comportamiento general de la estructura. Se propone la distribución mostrada en la Fig. 11. Las flechas indican la inclinación de los pilotes.

C) Condiciones de carga.

Posteriormente de las coordenadas geográficas y cosenos directores, se introduce al programa los valores resultantes de las diferentes condiciones de carga que se obtuvieron al inicio de éste capítulo, alimentando al programa con la fuerza y el punto de aplicación de cada condición, utilizando para ello una distribución de cargas por medio de áreas tributarias.

Habiendo ya ingresado al programa los datos, éste nos dará como resultados los elementos mecánicos (ver corrida anexada) sobre el eje "X" y sobre el eje "Y" para cada condición de carga y para cada punto dado, obteniendo que para cualquier punto de la plataforma se tendrán seis elementos mecánicos debido a que el programa analiza a la plataforma considerandola en el espacio geométrico (Ver Fig. 12).

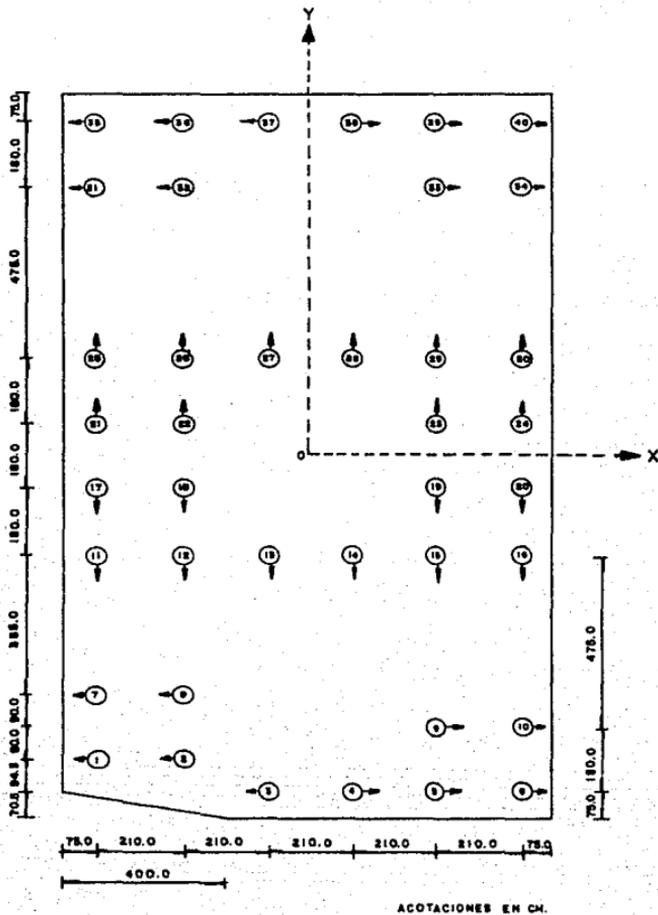


Fig. II Distribución de pilotes en la Plataforma de Atraque "A"

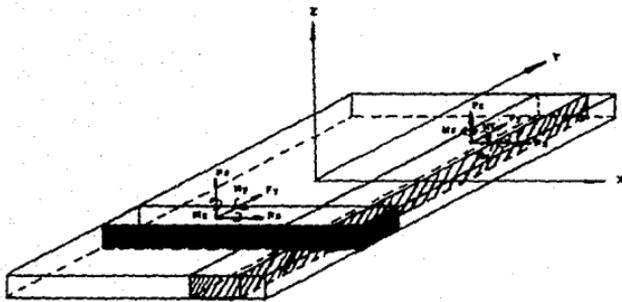


Fig.12 Elementos mecánicos en cualquier punto de la plataforma sobre el eje "X" y sobre el eje "Y".

Donde:

$V_x = F_x$ = Cortante en la dirección "X".

$V_y = F_y$ = Cortante en la dirección "Y".

$V_z = F_z$ = Cortante en la dirección "Z".

M_x = Momento flexionante en la dirección "X".

M_y = Momento flexionante en la dirección "Y".

M_z = Momento torsionante en la dirección "Z".

Posteriormente se realiza en base a estos resultados, la combinación de cargas basadas en el Reglamento de las construcciones de Concreto Reforzado ACI 318-83, obteniendo de todas ellas la más desfavorable, la cual se utilizará para el diseño de la plataforma. Estos resultados se muestran más adelante mediante los diagramas de momentos y cortantes que incluyen los valores respectivos para el cual se efectuará el diseño.

DATOS Y RESULTADOS DEL PROGRAMA

" SISTEMA ESTRUCTURAL APOYADO SOBRE PILOTES "

COORDENADAS DE LOS PUNTOS DONDE SE DESEAN LOS ELEMENTOS MECANICOS

X	Y	Z
-600.00	0.00	0.00
-561.50	0.00	0.00
-525.00	0.00	0.00
-420.00	0.00	0.00
-315.00	0.00	0.00
-210.00	0.00	0.00
-105.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00
105.00	0.00	0.00
210.00	0.00	0.00
315.00	0.00	0.00
420.00	0.00	0.00
525.00	0.00	0.00
561.50	0.00	0.00
600.00	0.00	0.00
0.00	-1000.00	0.00
0.00	-925.00	0.00
0.00	-835.00	0.00
0.00	-745.00	0.00
0.00	-655.00	0.00
0.00	-462.50	0.00
0.00	-270.00	0.00
0.00	-90.00	0.00
0.00	90.00	0.00
0.00	270.00	0.00
0.00	462.50	0.00
0.00	655.00	0.00
0.00	745.00	0.00
0.00	835.00	0.00
0.00	925.00	0.00
0.00	1000.00	0.00

PLATAFORMA DE ATRAQUE "A" 40 PILOTES, DE 20.0 X 12.0 SAN CARLOS S.C.S

PILOTE	ALFA	BETA	GAMMA	X	Y
1	0.243	0.000	0.970	-525.00	-815.00
2	0.243	0.000	0.970	-315.00	-835.00
3	0.243	0.000	0.970	-105.00	-925.00
4	-0.243	0.000	0.970	105.00	-925.00
5	-0.243	0.000	0.970	315.00	-925.00
6	-0.243	0.000	0.970	525.00	-925.00
7	0.243	0.000	0.970	-525.00	-655.00
8	0.243	0.000	0.970	-315.00	-655.00
9	-0.243	0.000	0.970	315.00	-745.00
10	-0.243	0.000	0.970	525.00	-745.00
11	0.000	0.243	0.970	-525.00	-270.00
12	0.000	0.243	0.970	-315.00	-270.00
13	0.000	0.243	0.970	-105.00	-270.00
14	0.000	0.243	0.970	105.00	-270.00
15	0.000	0.243	0.970	315.00	-270.00
16	0.000	0.243	0.970	525.00	-270.00
17	0.000	0.243	0.970	-525.00	-90.00
18	0.000	0.243	0.970	-315.00	-90.00
19	0.000	0.243	0.970	-105.00	-90.00
20	0.000	0.243	0.970	105.00	-90.00
21	0.000	-0.243	0.970	-525.00	90.00
22	0.000	-0.243	0.970	-315.00	90.00
23	0.000	-0.243	0.970	-105.00	90.00
24	0.000	-0.243	0.970	105.00	90.00
25	0.000	-0.243	0.970	315.00	90.00
26	0.000	-0.243	0.970	525.00	90.00
27	0.000	-0.243	0.970	-525.00	170.00
28	0.000	-0.243	0.970	-315.00	270.00
29	0.000	-0.243	0.970	-105.00	270.00
30	0.000	-0.243	0.970	105.00	270.00
31	0.243	0.000	0.970	315.00	270.00
32	0.243	0.000	0.970	525.00	745.00
33	-0.243	0.000	0.970	-315.00	745.00
34	-0.243	0.000	0.970	-105.00	745.00
35	0.243	0.000	0.970	315.00	745.00
36	0.243	0.000	0.970	525.00	925.00
37	0.243	0.000	0.970	-315.00	925.00
38	-0.243	0.000	0.970	-105.00	925.00
39	-0.243	0.000	0.970	105.00	925.00
40	-0.243	0.000	0.970	315.00	925.00
41	0.000	0.000	1.000	525.00	925.00
				1.000	0.00

CONDICION DE CARGA 1

CARGA DE IMPACTO (FUERZA DE ATAQUE)

PX	PY	PZ	HX	HY	HZ
0.00	140.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CONDICION DE CARGA 2

CARGA DE IMPACTO (VIENTO EN EL BARCO)

PX	PY	PZ	HX	HY	HZ
0.00	58.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	58.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CONDICION DE CARGA 3

CARGA ACCIDENTAL (VIENTO EN "X")

PX	PY	PZ	HX	HY	HZ
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CONDICION DE CARGA 4

CARGA ACCIDENTAL (VIENTO EN "Y")

PX	PY	PZ	HX	HY	HZ
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CONDICION DE CARGA 5

CARGA ACCIDENTAL (AHARRAS)

PX	PY	PZ	HX	HY	HZ
-18.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	-55.06	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	29.78	0.00	0.00	0.00

CONDICION DE CARGA 5

CARGA VERTICAL (LOSA-PASARELAS-PILOTES)

FX	FY	PZ	MX	MY	MZ
0.00	0.00	-2.81	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-7.86	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-7.86	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-7.86	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-7.86	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-2.21	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-2.11	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-5.90	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-5.90	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-5.90	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-5.90	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-2.11	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-5.90	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-5.90	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-5.90	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-5.90	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-5.90	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-2.11	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-3.31	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-9.25	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-9.25	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-9.25	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-9.25	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-3.31	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-4.50	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.61	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.61	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.61	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.61	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-4.50	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-4.16	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.20	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.20	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.20	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.20	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-4.36	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-4.21	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-11.79	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-11.79	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-11.79	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-11.79	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-11.79	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-4.21	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-4.21	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-11.79	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-11.79	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-11.79	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-11.79	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-4.21	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-4.16	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.20	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.20	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.20	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.20	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-4.16	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-4.50	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.61	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.61	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.61	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-12.61	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-4.50	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-3.31	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-9.25	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-9.25	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-9.25	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-9.25	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-3.31	0.00	0.00	0.00

ELEMENTOS MECANICOS SOBRE EL EJE X

CONDICION DE CARGA 1
CARGA DE IMPACTO (FUERZA DE ATRAQUE)

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=			-500.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=			-362.50	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=			-525.00	0.0	0.0	0.0
-0.37	-35.14	-0.39	-29658.1	-41.3	17378.8	13688.6
-0.37	-35.14	-0.39	-29658.1	-41.3	17378.8	13688.6
ELEMENTOS MECANICOS A X=			-420.00	0.0	0.0	0.0
-0.37	-35.14	-0.39	-29658.1	-41.3	17378.8	13688.6
-0.37	-35.14	-0.39	-29658.1	-41.3	17378.8	13688.6
ELEMENTOS MECANICOS A X=			-315.00	0.0	0.0	0.0
-0.37	104.86	-0.39	-29658.1	-82.6	9169.0	9169.0
-0.76	72.51	-1.02	-61332.0	-82.6	22858.9	22858.9
-0.76	72.51	-1.02	-61332.0	-82.6	22858.9	22858.9
ELEMENTOS MECANICOS A X=			-210.00	0.0	0.0	0.0
-0.76	72.51	-1.02	-61332.0	-189.7	15245.5	15245.5
-0.76	72.51	-1.02	-61332.0	-189.7	15245.5	15245.5
ELEMENTOS MECANICOS A X=			-105.00	0.0	0.0	0.0
-0.49	58.11	0.49	-82743.1	-244.9	10782.8	10782.8
-0.49	58.11	0.49	-82743.1	-244.9	10782.8	10782.8
ELEMENTOS MECANICOS A X=			0.00	0.0	0.0	0.0
-0.49	58.11	0.49	-82743.1	-244.9	10782.8	10782.8
-0.49	58.11	0.49	-82743.1	-244.9	10782.8	10782.8
ELEMENTOS MECANICOS A X=			105.00	0.0	0.0	0.0
-0.41	45.11	0.54	-60153.6	-136.8	2093.8	2093.8
-0.41	45.11	0.54	-60153.6	-136.8	2093.8	2093.8
ELEMENTOS MECANICOS A X=			210.00	0.0	0.0	0.0
-0.41	45.11	0.54	-60153.6	-136.8	2093.8	2093.8
-0.41	45.11	0.54	-60153.6	-136.8	2093.8	2093.8
ELEMENTOS MECANICOS A X=			315.00	0.0	0.0	0.0
-0.22	21.15	0.38	-29071.5	-40.3	900.0	900.0
-0.22	21.15	0.38	-29071.5	-40.3	900.0	900.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=			420.00	0.0	0.0	0.0
-0.22	21.15	0.38	-29071.5	-40.3	900.0	900.0
-0.22	21.15	0.38	-29071.5	-40.3	900.0	900.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=			525.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=			562.50	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=			500.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

9.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-525.00				
7.81	0.02	2.87	-35.6	0.0	5.9
7.81	0.02	2.87	-35.6	301.2	3.9
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-420.00				
7.81	0.02	2.87	-35.6	301.2	3.9
7.81	0.02	2.87	-35.6	602.3	1.9
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-315.00				
5.86	0.03	-0.35	-203.0	602.3	42.1
5.86	0.03	-0.35	-203.0	565.1	38.9
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-210.00				
5.86	0.03	-0.35	-203.0	565.1	38.9
5.86	0.03	-0.35	-203.0	527.8	35.8
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-105.00				
4.50	0.03	-5.02	-74.8	527.8	3.5
4.50	0.03	-5.02	-74.8	0.9	0.3
ELEMENTOS MECANICOS A X=	0.00				
4.50	0.03	-5.02	-74.8	0.9	0.3
4.50	0.03	-5.02	-74.8	-526.1	-2.9
ELEMENTOS MECANICOS A X=	105.00				
3.14	0.03	-0.36	-59.8	-526.1	0.0
3.14	0.03	-0.36	-59.8	-563.9	-2.9
ELEMENTOS MECANICOS A X=	210.00				
3.14	0.03	-0.36	-59.8	-563.9	-2.9
3.14	0.03	-0.36	-59.8	-601.8	-5.8
ELEMENTOS MECANICOS A X=	315.00				
1.19	0.02	2.87	-32.5	-601.8	-1.1
1.19	0.02	2.87	-32.5	-300.9	-2.7
ELEMENTOS MECANICOS A X=	420.00				
1.19	0.02	2.87	-32.5	-300.9	-2.9
1.19	0.02	2.87	-32.5	0.0	-4.7
ELEMENTOS MECANICOS A X=	525.00				
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	562.50				
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	600.00				
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

CONDICION DE CARGA 4
CARGA ACCIDENTAL (VIENTO EN "V")

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-600.00				
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-562.50				
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	525.00				
-0.01	-1.21	-0.01	-10.0	0.0	218.0
-0.01	-1.21	-0.01	-10.0	-0.7	345.2
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-420.00				
-0.01	-1.21	-0.01	-10.0	-0.7	345.2
-0.01	-1.21	-0.01	-10.0	-1.3	472.5
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-315.00				
-0.01	-2.42	-0.02	-21.9	-1.3	690.4
-0.01	0.58	-0.02	-21.9	-3.0	674.7
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-210.00				
-0.01	0.58	-0.02	-21.9	-3.0	674.7

-0.01	0.58	-0.02	-21.9	-4.7	613.9
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-105.00			
-0.01	-0.01	0.01	24.5	-4.7	761.2
.....					
-0.01	-0.01	0.01	24.5	-3.9	762.3
ELEMENTOS MECANICOS A X=		0.00			
-0.01	-0.01	0.01	24.5	-3.9	762.3
.....					
-0.01	-0.01	0.01	24.5	-3.1	763.4
ELEMENTOS MECANICOS A X=		105.00			
-0.01	-0.60	0.01	107.9	-3.1	625.4
.....					
-0.01	-0.60	0.01	107.9	-2.2	688.4
ELEMENTOS MECANICOS A X=		210.00			
-0.01	-0.60	0.01	107.9	-2.2	688.4
.....					
-0.01	1.40	0.01	107.9	-1.3	706.1
ELEMENTOS MECANICOS A X=		315.00			
0.00	1.20	0.01	54.8	-1.3	479.1
.....					
0.00	1.20	0.01	54.8	-0.6	353.1
ELEMENTOS MECANICOS A X=		420.00			
0.00	1.20	0.01	54.8	-0.6	353.1
.....					
0.00	1.20	0.01	54.8	0.0	227.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		525.00			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
.....					
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		562.50			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
.....					
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		600.00			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
.....					

CONDICION DE CARGA 5
CARGA ACCIDENTAL (AMARRAS)

Fx	Fy	Fz	Hx	Hy	Mz
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-600.00			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
.....					
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-562.50			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
.....					
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-525.00			
4.61	7.40	-14.16	-12742.0	0.0	1889.2
.....					
4.61	7.40	-14.16	-12742.0	-1486.5	1111.7
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-420.00			
4.61	7.40	-14.16	-12742.0	-1486.5	1111.7
.....					
4.61	7.40	-14.16	-12742.0	-2973.1	334.3
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-315.00			
12.20	16.28	-4.55	-26005.4	-2973.1	2089.5
.....					
12.20	16.28	-4.55	-26005.4	-3450.9	380.3
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-210.00			
12.20	16.28	-4.55	-26005.4	-3450.9	380.3
.....					
12.20	16.28	-4.55	-26005.4	-3928.7	-1328.9
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-105.00			
17.56	21.28	12.43	-37064.1	-3928.7	90.0
.....					
17.56	21.28	12.43	-37064.1	-2623.3	-2144.9
ELEMENTOS MECANICOS A X=		0.00			
-21.43	-33.78	42.21	-52286.5	-3650.0	-28620.7
.....					
-21.43	-33.78	42.21	-52286.5	-3650.0	-24051.5
ELEMENTOS MECANICOS A X=		19.51	-40234.2		
-15.36	-28.04	19.51	-40234.2	-1601.6	-21107.0
.....					
-15.36	-28.04	19.51	-40234.2	-1601.6	-21107.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		210.00			
-15.36	-28.04	19.51	-40234.2	-1601.6	-21107.0
.....					

-15.16	-28.04	19.51	-4023.0	446.6	-18164.1
ELEMENTOS MECANICOS A X=		315.00			
-6.19	-14.75	-2.13	-19589.5	446.8	-10631.1
-6.19	-14.75	-2.13	-19589.5	223.4	-9082.1
ELEMENTOS MECANICOS A X=		420.00			
-6.19	-14.75	-2.13	-19589.5	223.4	-9082.1
-6.19	-14.75	-2.13	-19589.5	0.0	-7533.1
ELEMENTOS MECANICOS A X=		525.00			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		562.50			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		600.00			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

CONDICION DE CARGA 6
CARGA VERTICAL (LOSA+PASARELAS+PILOTES)

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-600.00			
0.00	0.00	-28.86	-4530.5	0.0	0.0
0.00	0.00	-28.86	-4530.5	-1082.4	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-561.50			
0.00	0.00	-75.66	-4530.5	-1082.4	0.0
0.00	0.00	-75.66	-4530.5	-3919.8	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-525.00			
50.06	-0.17	94.81	-56576.6	-3919.8	-8482.8
50.06	-0.17	94.81	-56576.6	6035.5	-8465.4
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-420.00			
50.06	-0.17	-136.20	-68820.1	6035.5	-8465.4
50.06	-0.17	-136.20	-68820.1	-8265.1	-8448.1
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-315.00			
98.64	-0.19	132.25	-38079.3	-8265.2	-16863.7
98.64	-0.19	132.25	-38079.3	5479.9	-16844.1
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-210.00			
98.64	-0.19	-0.37	-39662.8	5479.9	-16844.1
98.64	-0.19	-4.01	-41664.9	5094.3	-16824.4
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-105.00			
121.96	-0.60	123.39	-24710.7	5094.2	-21040.1
121.96	-0.60	123.39	-24710.7	16050.4	-20976.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		0.00			
121.96	-0.60	-120.96	-38538.2	18050.4	-20976.0
121.96	-0.60	-120.96	-38538.2	5349.1	-20913.5
ELEMENTOS MECANICOS A X=		105.00			
96.68	-0.95	11.30	-19353.3	5349.1	-16119.0
96.68	-0.95	1.66	-21355.3	6499.2	-16020.4
ELEMENTOS MECANICOS A X=		210.00			
96.68	-0.95	-123.38	-21355.3	6499.2	-16020.4
96.68	-0.95	-124.96	-22939.3	6479.3	-15921.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		315.00			
47.60	-0.54	127.69	8339.5	-6479.5	-8017.6
47.60	-0.54	127.69	8339.5	6928.4	-7960.5
ELEMENTOS MECANICOS A X=		420.00			
47.60	-0.54	-103.32	-3904.0	6928.3	-7960.5
47.60	-0.54	-103.32	-3904.0	-3919.9	-7903.4
ELEMENTOS MECANICOS A X=		525.00			
0.00	0.00	75.66	4530.4	-3920.0	0.0
0.00	0.00	75.66	4530.4	-1082.7	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		562.50			
0.00	0.00	28.86	4530.5	-1082.9	0.0

0.00	0.00	28.86	4530.5	-0.5	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		600.00			
0.00	0.00	0.00	0.0	-0.4	0.0

CONDICION DE CARGA 7
CARGA VERTICAL (C.VIVA =1500 KG/M2)

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-400.00			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-562.50			
0.00	0.00	-22.50	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	-22.50	0.0	-843.7	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-525.00			
9.01	-0.11	49.48	597.5	-843.8	-132.2
9.01	-0.11	49.48	597.5	4352.0	-120.9
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-420.00			
9.01	-0.11	-13.52	597.5	4352.0	-120.9
9.01	-0.11	-13.52	597.5	2932.8	-109.6
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-315.00			
18.02	-0.17	58.46	1165.2	2932.8	-241.8
18.02	-0.17	58.46	1165.2	2071.3	-223.5
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-210.00			
18.02	-0.17	-4.54	1165.2	2071.3	-223.5
18.02	-0.17	-4.54	1165.2	8594.8	-205.3
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-105.00			
22.53	-0.18	31.49	429.1	8594.8	-20.4
22.53	-0.18	31.49	429.1	11901.0	-1.9
ELEMENTOS MECANICOS A X=		0.00			
22.53	-0.18	-31.47	429.1	11901.0	-1.9
22.53	-0.18	-31.47	429.1	8596.9	16.6
ELEMENTOS MECANICOS A X=		105.00			
18.03	-0.16	4.53	343.5	8596.9	0.2
18.03	-0.16	4.53	343.5	9072.3	16.7
ELEMENTOS MECANICOS A X=		210.00			
18.03	-0.16	-58.47	343.5	9072.3	16.7
18.03	-0.16	-58.47	343.5	2932.8	33.2
ELEMENTOS MECANICOS A X=		315.00			
9.01	-0.10	13.52	186.6	2932.8	6.2
9.01	-0.10	13.52	186.6	4352.0	16.6
ELEMENTOS MECANICOS A X=		420.00			
9.01	-0.10	-49.48	186.6	4352.0	16.6
9.01	-0.10	-49.48	186.6	-843.8	27.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		525.00			
0.00	0.00	22.50	0.0	-843.8	0.0
0.00	0.00	22.50	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		562.50			
0.00	0.00	0.00	0.0	-0.1	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	-0.1	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		600.00			
0.00	0.00	0.00	0.0	-0.1	0.0

CONDICION DE CARGA 8
CARGA ACCIDENTAL (SISMO EN "X")

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-600.00	0.00	0.0	0.0	0.0
149.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-562.50	0.00	0.0	0.0	0.0
149.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-525.00	0.00	0.0	0.0	0.0
146.69	0.35	53.86	-667.8	0.0	110.1
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-420.00	53.86	-667.8	5655.3	73.2
146.69	0.35	53.86	-667.8	5655.3	73.2
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-315.00	53.86	-667.8	11310.6	36.2
110.05	0.57	-6.66	-3811.9	11310.6	791.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-210.00	-6.66	-3811.9	10611.0	731.3
110.05	0.57	-6.66	-3811.9	10611.0	731.3
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-105.00	-6.66	-3811.9	9911.4	671.5
84.53	0.58	-94.24	-1403.8	9911.4	66.6
ELEMENTOS MECANICOS A X=	0.00	-94.24	-1403.8	16.0	6.2
84.53	0.58	-94.24	-1403.8	16.0	6.2
ELEMENTOS MECANICOS A X=	0.00	-94.24	-1403.8	-9879.4	-54.2
59.03	0.51	-6.76	-1123.7	-9879.4	-0.6
ELEMENTOS MECANICOS A X=	0.00	-6.76	-1123.7	-10589.7	-54.5
59.03	0.51	-6.76	-1123.7	-10589.7	-54.5
ELEMENTOS MECANICOS A X=	0.00	-6.76	-1123.7	-11299.9	-108.5
22.35	0.32	53.81	-610.4	-11299.9	-20.2
ELEMENTOS MECANICOS A X=	0.00	53.81	-610.4	-5650.0	-54.1
22.35	0.32	53.81	-610.4	-5650.0	-54.1
ELEMENTOS MECANICOS A X=	0.00	53.81	-610.4	0.0	-88.3
0.00	0.00	525.00	0.0	-0.1	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	0.00	0.00	0.0	-0.1	0.0
0.00	0.00	562.50	0.0	-0.1	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	0.00	0.00	0.0	-0.1	0.0
0.00	0.00	600.00	0.0	-0.1	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	0.00	0.00	0.0	-0.1	0.0

CONDICION DE CARGA 9
CARGA ACCIDENTAL (SISMO EN "Y")

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-600.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=	-562.50	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-525.00			
-0.16	-34.13	-0.18	-283.0	0.0	6139.2
.....					
-0.16	-17.23	-0.18	-283.0	-18.5	9216.3
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-420.00			
-0.16	-17.23	-0.18	-283.0	-18.5	9216.3
.....					
-0.16	-0.33	-0.18	-283.0	-37.1	10434.5
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-315.00			
-0.34	-34.40	-0.46	-616.0	-37.1	16574.2
.....					
-0.34	-17.50	-0.46	-616.0	-85.1	19510.6
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-210.00			
-0.34	-17.50	-0.46	-616.0	-85.1	19510.6
.....					
-0.60		-0.46	-616.0	-133.1	20588.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		-105.00			
-0.22	-17.18	0.22	688.8	-133.1	24737.4
.....					
-0.22	-0.38	0.22	688.8	-109.8	25696.5
ELEMENTOS MECANICOS A X=		0.00			
-0.22	-0.38	0.22	688.8	-109.8	25696.5
.....					
		0.22	688.8	-86.5	24796.6
ELEMENTOS MECANICOS A X=		105.00			
-0.18	0.07	0.24	3037.8	-86.5	20917.8
.....					
-0.18	16.97	0.24	3037.8	-61.3	19896.2
ELEMENTOS MECANICOS A X=		210.00			
-0.18	16.97	0.24	3037.8	-61.3	19896.2
.....					
		0.24	3037.8	-36.1	17015.6
ELEMENTOS MECANICOS A X=		315.00			
-0.10	0.00	0.17	1542.7	-36.1	10620.6
.....					
-0.10	16.90	0.17	1542.7	-18.1	9437.3
ELEMENTOS MECANICOS A X=		420.00			
-0.10	16.90	0.17	1542.7	-18.1	9437.3
.....					
		0.17	1542.7	0.0	6395.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		525.00			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
.....					
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		562.50			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
.....					
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A X=		600.00			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

ELEMENTOS MECANICOS SOBRE EL EJE Y

CONDICION DE CARGA 1
CARGA DE IMPACTO (FUERZA DE ATRAQUE)

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-1000.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	140.00	0.00	0.00	0.0	0.0	-56000.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-925.00	6.04	0.00	0.0	4725.0	-56000.0
8.76	140.00	6.04	-543.4	4725.0	-55211.2	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-835.00	43.26	-543.4	22362.3	-55211.2	
18.09	140.00	43.26	-4436.9	22362.3	-53583.2	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-745.00	35.39	-4436.9	25672.4	-53583.2	
20.06	140.00	35.39	-7621.8	25672.4	-51777.6	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-655.00	64.84	-7621.9	38046.5	-51777.6	
27.44	140.00	64.84	-20104.1	38046.5	-46495.2	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-462.50	64.84	-20104.1	38046.5	-46495.2	
27.44	140.00	64.84	-32586.4	38046.5	-41212.8	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-270.00	98.07	-32586.4	27891.5	-38668.8	
27.44	99.19	-98.07	-14934.3	27891.5	-33729.5	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-90.00	-212.64	-14934.3	18026.5	-31258.2	
27.44	70.49	-212.64	23340.5	18026.5	-26318.8	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	90.00	-96.51	23340.5	28099.0	-23795.5	
27.44	41.40	-96.51	40712.8	28099.0	-18856.1	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	270.00	68.73	27482.6	38467.6	-16258.6	
27.44	0.00	68.73	27482.6	38467.6	-10976.3	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	462.50	68.73	27482.6	38467.6	-10976.3	
27.44	0.00	68.73	14252.4	38467.6	-5693.9	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	555.00	68.73	14252.4	38467.6	-5693.9	
27.44	0.00	68.73	8066.9	38467.6	-3224.2	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	745.00	44.82	8066.9	22498.6	-3224.2	
17.91	0.00	44.82	4033.4	22498.6	-1612.1	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	835.00	44.82	4033.4	22498.6	-1612.1	
17.91	0.00	44.82	0.0	22498.6	0.0	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	915.00	0.00	0.0	0.0	0.0	
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	1000.00	0.00	0.0	0.0	0.0	
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	

CONDICION DE CARGA 2
CARGA DE IMPACTO (VIENTO EN EL BARCO)

Fx	Fy	Fz	Hx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-1000.00				
0.00	116.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	116.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-925.00				
-2.69	116.00	23.37	0.0	-4707.2	0.0
-2.69	116.00	23.37	-2103.7	-4707.2	-242.3
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-835.00				
0.18	116.00	34.83	-2103.7	106.5	-242.3
0.18	116.00	34.83	-5238.7	106.5	-226.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-745.00				
-2.11	116.00	43.96	-5238.7	-3726.6	-226.2
-2.11	116.00	43.96	-9195.2	-3726.6	-416.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-655.00				
0.16	116.00	53.03	-9195.2	82.6	-416.0
0.16	116.00	53.03	-19403.4	82.6	-384.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-462.50				
0.16	116.00	53.03	-19403.4	82.6	-384.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-270.00				
0.16	81.99	-82.75	-29611.5	-51.6	-319.5
0.16	81.99	-82.75	-14716.7	-51.6	-290.1
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-90.00				
0.16	58.15	-177.90	-14716.7	-182.1	-257.4
0.16	58.15	-177.90	17304.5	-182.1	-228.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	90.00				
0.16	34.19	-82.27	17304.5	12.2	-179.4
0.16	34.19	-82.27	32113.1	12.2	-150.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	270.00				
0.16	0.00	54.23	32113.1	212.3	-99.9
0.16	0.00	54.23	21674.8	212.3	-68.4
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	462.50				
0.16	0.00	54.23	21674.8	212.3	-68.4
0.16	0.00	54.23	11236.4	212.3	-37.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	555.00				
0.16	0.00	54.23	11236.4	212.3	-37.0
0.16	0.00	54.23	6356.1	212.3	-22.1
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	745.00				
0.12	0.00	35.31	6356.1	148.5	-22.1
0.12	0.00	35.31	3178.1	148.5	-11.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	835.00				
0.12	0.00	35.31	3178.1	148.5	-11.2
0.12	0.00	35.31	0.0	148.5	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	925.00				
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	1000.00				
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

CONDICION DE CARGA 3
CARGA ACCIDENTAL (VIENTO EN "X")

Fx	Fy	Fz	Hx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-1000.00				
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-925.00	3.05	0.0	-1808.5	0.0
-2.16	0.00	3.05	0.0	-1808.5	0.0
0.09	0.00	3.05	-274.3	-1808.5	-47.9
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-835.00	-0.22	-274.3	-3100.0	-47.9
-0.73	0.00	-0.22	-274.3	-3100.0	-47.9
-0.73	0.00	-0.22	-254.7	-3100.0	-113.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-745.00	2.91	-254.7	-4333.4	-113.2
-1.51	0.00	2.91	-254.7	-4333.4	-113.2
-1.51	0.00	2.91	-516.6	-4333.4	-248.9
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-655.00	-0.33	-516.6	-5613.6	-248.9
-2.32	0.00	-0.33	-516.6	-5613.6	-248.9
-2.32	0.00	-0.33	-453.3	-5613.6	-695.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-462.50	-0.33	-453.3	-5613.6	-695.5
-2.32	0.00	-0.33	-453.3	-5613.6	-695.5
-2.32	0.00	-0.33	-390.1	-5613.6	-849.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-270.00	-0.35	-390.1	-2788.9	-1557.2
-0.07	-0.01	-0.35	-390.1	-2788.9	-1557.2
-0.07	-0.01	-0.35	-327.0	-2788.9	-1569.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-90.00	-0.34	-327.0	-45.0	-2257.1
-0.07	0.00	-0.34	-327.0	-45.0	-2257.1
-0.07	0.00	-0.34	-266.7	-45.0	-2269.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	90.00	-0.35	-266.7	2647.6	-1595.2
-0.07	0.00	-0.35	-266.7	2647.6	-1595.2
-0.07	0.00	-0.35	-202.4	2647.6	-1607.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	270.00	-0.34	-202.4	5419.4	-913.3
-0.07	0.00	-0.34	-202.4	5419.4	-913.3
2.18	0.00	-0.34	-135.4	5419.4	-786.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	452.50	-0.34	-135.4	5419.4	-786.2
2.18	0.00	-0.34	-70.9	5419.4	-366.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	655.00	-0.34	-70.9	5419.4	-366.5
2.18	0.00	-0.34	-40.1	5419.4	-170.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	745.00	-0.22	-40.1	2985.9	-170.2
0.63	0.00	-0.22	-40.1	2985.9	-170.2
0.63	0.00	-0.22	-20.1	2985.9	-113.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	835.00	-0.22	-20.1	2985.9	-113.2
0.63	0.00	-0.22	0.0	2985.9	0.0
2.88	0.00	-0.22	0.0	2985.9	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	925.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	1000.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

CONDICION DE CARGA 4
CARGA ACCIDENTAL (VIENTO EN "m")

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-1000.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	6.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	6.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-925.00	1.21	0.0	-243.5	0.0
-0.14	6.00	1.21	-108.8	-243.5	-12.5
-0.14	6.00	1.21	-108.8	-243.5	-12.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-835.00	1.80	-108.8	5.5	-12.5
0.01	6.00	1.80	-108.8	5.5	-12.5

0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-925.00	3.05	-274.3	-1808.5	-47.7
-2.16	0.00	3.05	0.0	-1808.5	0.0
0.09	0.00	3.05	-274.3	-1808.5	-47.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-815.00	-0.22	-274.3	-3100.0	-47.9
-0.73	0.00	-0.22	-254.7	-3100.0	-113.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-745.00	2.91	-254.7	-4333.4	-113.2
-1.51	0.00	2.91	-516.6	-4333.4	-248.9
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-655.00	-0.33	-516.6	-5613.6	-248.9
-2.32	0.00	-0.33	-453.3	-5613.6	-695.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-462.50	-0.33	-453.3	-5613.6	-695.5
-2.32	0.00	-0.33	-390.1	-5613.6	-849.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-270.00	-0.15	-390.1	-2788.9	-1557.2
-0.07	-0.01	-0.15	-327.0	-2788.9	-1569.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-90.00	-0.14	-327.0	-45.0	-2257.1
-0.07	0.00	-0.14	-266.7	-45.0	-2269.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	90.00	-0.16	-266.7	2647.6	-1595.2
-0.07	0.00	-0.16	-202.4	2647.6	-1607.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	270.00	-0.34	-202.4	5419.4	-913.3
-0.07	0.00	-0.34	-136.8	5419.4	-786.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	462.50	-0.34	-136.8	5419.4	-786.2
2.18	0.00	-0.34	-70.7	5419.4	-366.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	655.00	-0.34	-70.7	5419.4	-366.5
2.18	0.00	-0.34	-40.1	5419.4	-170.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	745.00	-0.22	-40.1	2985.9	-170.2
0.63	0.00	-0.22	-20.1	2985.9	-113.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	835.00	-0.22	0.0	2985.9	0.0
0.63	0.00	-0.22	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	925.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	1000.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

CONDICION DE CARGA 4
CARGA ACCIDENTAL (VIENTO EN "Y")

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-1000.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	6.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-925.00	1.21	0.0	-243.5	0.0
-0.14	6.00	1.21	-108.8	-243.5	-12.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-835.00	1.80	-108.8	5.5	-12.5
0.01	6.00	1.80			

0.01	6.00	1.80	-271.0	5.5	-11.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-745.00				
-0.11	6.00	2.27	-271.0	-192.8	-11.7
.....					
-0.11	6.00	2.27	-475.6	-192.8	-21.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-655.00				
0.01	6.00	2.74	-475.6	4.3	-21.5
.....					
0.01	6.00	2.74	-1003.4	4.3	-19.9
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-462.50				
0.01	6.00	2.74	-1003.4	4.3	-19.9
.....					
0.01	6.00	2.74	-1531.6	4.3	-18.1
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-270.00				
0.01	4.24	-4.28	-1531.6	-2.7	-16.5
.....					
0.01	4.24	-4.28	-761.2	-2.7	-15.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-90.00				
0.01	1.01	-9.20	-761.2	-9.4	-13.3
.....					
0.01	1.01	-9.20	895.1	-9.4	-11.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	90.00				
0.01	1.77	-4.26	895.1	0.6	-9.1
.....					
0.01	1.77	-4.26	1661.0	0.6	-7.8
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	270.00				
0.01	0.00	2.80	1661.0	11.0	-5.2
.....					
0.01	0.00	2.80	1121.1	11.0	-3.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	462.50				
0.01	0.00	2.80	1121.1	11.0	-3.5
.....					
0.01	0.00	2.80	581.2	11.0	-1.9
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	655.00				
0.01	0.00	2.80	581.2	11.0	-1.9
.....					
0.01	0.00	2.80	328.8	11.0	-1.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	745.00				
0.01	0.00	1.83	328.8	7.7	-1.2
.....					
0.01	0.00	1.83	164.4	7.7	-0.6
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	835.00				
0.01	0.00	1.83	164.4	7.7	-0.6
.....					
0.01	0.00	1.83	0.0	7.7	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	925.00				
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
.....					
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	1000.00				
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
.....					

CONDICION DE CARGA 5
CARGA ACCIDENTAL (AHARRAS)

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-1000.00				
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
.....					
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-925.00				
17.73	0.00	-43.27	0.0	18160.1	0.0
.....					
17.93	-55.06	-43.27	3894.7	18160.1	1595.8
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-835.00				
12.24	0.00	-25.28	3894.7	25407.6	1595.8
.....					
12.24	-55.06	-25.28	13133.5	10949.0	2622.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-745.00				
-8.93	-55.06	-26.71	13133.5	32745.7	2622.7
.....					
-8.93	-55.06	-26.71	15537.1	32745.7	1819.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-655.00				
-4.72	-55.06	-9.90	15537.1	10492.8	1819.0
.....					
-4.72	-55.06	-9.90	17442.8	3492.8	910.1
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-462.50				
-4.72	-55.06	-9.90	17442.8	3492.8	910.1
.....					

-4.72	-55.06	-9.90	19348.5	19492.8	1.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		-270.00			
-4.72	-40.01	50.16	19348.6	23186.2	4086.7
-4.72	-40.01	50.16	10319.6	23186.2	3237.1
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		-90.00			
-4.72	-29.32	92.85	10319.6	7345.6	7205.4
-4.72	-29.32	92.84	-6392.6	7345.6	6355.8
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		90.00			
-4.72	-17.19	44.44	-6392.6	1976.7	5010.8
-4.72	-17.19	44.44	-14391.9	1976.7	4161.1
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		270.00			
-4.72	0.00	-24.20	-14391.9	-3550.1	2776.6
-4.72	0.00	-24.20	-9734.2	-3550.1	1868.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		462.50			
-4.72	0.00	-24.20	-9734.2	-3550.1	1868.0
-4.72	0.00	-24.20	-5076.5	-3550.1	959.3
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		655.00			
-4.72	0.00	-24.20	-5076.5	-3550.1	959.3
-4.72	0.00	-24.20	-2898.9	-3550.1	534.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		745.00			
-2.97	0.00	-16.10	-2898.9	-1238.4	534.5
-2.97	0.00	-16.10	-1449.5	-1238.4	267.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		835.00			
-2.97	0.00	-16.10	-1449.5	-1238.4	267.2
-2.97	0.00	-16.10	0.0	-1238.4	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		925.00			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		1000.00			
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

CONDICION DE CARGA 6
CARGA VERTICAL (LOSA+PASARELAS+PILOTES)

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		-1000.00			
0.00	0.00	-6.60	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	-6.60	495.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		-925.00			
-19.66	0.00	12.75	495.0	-18475.7	0.0
-19.66	0.00	12.75	-652.1	-18475.7	-1769.1
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		-835.00			
0.67	0.00	3.18	-652.1	2273.3	-1769.1
0.67	0.00	3.18	-930.7	2273.3	-1700.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		-745.00			
-19.33	0.00	-7.69	-930.7	-17612.8	-1708.9
-19.33	0.00	-7.69	-246.6	-17612.8	-3448.4
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		-655.00			
1.88	0.00	-8.00	-246.6	4623.1	-3448.4
1.88	0.00	-14.60	1541.2	4623.1	-3085.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		-462.50			
1.88	0.00	-86.67	1541.3	4623.1	-3085.7
1.88	0.00	-86.67	18226.0	4623.1	-2723.1
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		-270.00			
1.88	71.78	33.81	18226.1	9558.7	-3959.5
1.88	71.78	24.09	12481.2	9558.7	-3620.4
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		-90.00			
1.88	121.52	34.76	12481.1	14353.2	-4821.5
1.88	121.52	16.40	7876.4	14353.2	-4482.4
ELEMENTOS MECANICOS A Y=		90.00			
1.88	74.05	74.30	7876.4	20158.6	-3028.0

1.88	74.05	54.66	-2159.4	26647.6	-2688.9
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	270.00				
1.88	0.00	115.56	-2159.2	39112.6	-1191.8
1.88	0.00	101.20	-23384.1	45601.6	-829.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	462.50				
1.88	0.00	31.12	-23384.0	45601.6	-829.2
1.88	0.00	-47.78	-21148.7	35511.1	-466.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	655.00				
1.88	0.00	-156.97	-21148.6	35511.1	-466.5
1.88	0.00	-156.97	-7021.7	35511.1	-296.9
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	745.00				
1.65	0.00	-51.48	-7021.6	23895.7	-296.9
1.65	0.00	-51.48	-2388.1	23895.7	-148.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	835.00				
1.65	0.00	-85.18	-2388.3	23895.7	-148.5
1.65	0.00	-85.18	5277.8	23895.7	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	925.00				
0.00	0.00	140.39	5278.3	11534.3	0.0
0.00	0.00	44.69	0.9	11534.3	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	1000.00				
0.00	0.00	0.00	0.7	0.0	0.0

CONDICION DE CARGA 7
CARGA VERTICAL (C.VIVA =1500 KG/M2)

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-1000.00				
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-925.00				
-4.43	0.00	14.90	0.0	-7545.6	0.0
-4.43	0.00	14.90	-1341.0	-7545.6	-398.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-835.00				
0.27	0.00	17.44	-1341.0	326.0	-398.7
0.27	0.00	17.44	-2910.8	326.0	-374.8
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-745.00				
-4.26	0.00	19.29	-2910.8	-7253.5	-374.8
-4.26	0.00	19.29	-4646.8	-7253.5	-757.8
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-655.00				
0.40	0.00	12.45	-4646.8	552.9	-757.8
0.40	0.00	12.45	-7043.4	552.9	-680.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-462.50				
0.40	0.00	-22.20	-7043.4	552.9	-680.7
0.40	0.00	-22.20	-2769.9	552.9	-603.6
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-275.00				
0.40	13.56	-1.61	-2769.9	403.3	-566.1
0.40	13.56	-1.61	-2480.6	403.3	-494.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-90.00				
0.40	22.55	1.90	-2480.6	258.0	-457.6
0.40	22.55	1.90	-2827.1	258.0	-385.5
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	90.00				
0.40	13.51	5.66	-2827.1	407.4	-348.1
0.40	13.51	5.66	-3845.8	407.4	-275.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-70.00				
0.40	0.00	26.05	-3845.8	561.3	-237.4
0.40	0.00	26.05	-8860.3	561.3	-160.3
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	462.50				
0.40	0.00	-8.60	-8860.3	561.3	-160.3
0.40	0.00	-8.60	-7204.7	561.3	-83.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	555.00				
0.40	0.00	-34.03	-7204.7	561.3	-83.2

0.40	0.00	-34.03	-4142.4	561.3	-47.1
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	745.00				
0.26	0.00	-14.91	-4142.4	328.7	-47.1
0.26	0.00	-14.91	-2000.2	328.7	-23.6
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	925.00				
0.26	0.00	-31.11	-2800.2	328.7	-23.6
0.26	0.00	-31.11	0.1	328.7	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	925.00				
0.00	0.00	0.00	0.1	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.1	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	1000.00				
0.00	0.00	0.00	0.1	0.0	0.0

CONDICION DE CARGA B
CARGA ACCIDENTAL (SISO EN "X")

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00			
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-1000.00		0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.45	0.00	0.00	0.0	0.0	211.3
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-925.00				
-32.06	0.00	57.23	0.0	-33959.6	211.3
-21.61	0.00	57.23	-5150.7	-33959.6	-2547.1
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-835.00				
-38.97	0.00	-4.08	-5150.7	-58210.6	-2547.1
-30.52	0.00	-4.08	-4783.1	-58210.6	-6011.9
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-745.00				
-45.23	0.00	54.64	-4783.1	-81372.3	-6011.9
-45.23	0.00	54.64	-9700.4	-81372.3	-10082.3
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-655.00				
-60.46	0.00	-6.17	-9700.4	-105410.0	-10082.3
-43.56	0.00	-6.17	-8512.6	-105410.0	-19397.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-462.50				
-43.56	0.00	-6.17	-8512.6	-105410.0	-19397.2
-26.66	0.00	-6.17	-7324.9	-105410.0	-25585.6
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-270.00				
-26.66	-0.10	-6.58	-7324.9	-52369.3	-38873.1
-9.76	-0.10	-6.58	-6140.8	-52369.3	-4813.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-90.00				
-9.76	-0.03	-6.30	-6140.8	-844.1	-54720.9
7.14	-0.03	-6.30	-5007.4	-844.1	-54956.8
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	90.00				
7.14	0.06	-6.68	-5007.4	49716.9	-42290.5
24.04	0.06	-6.68	-3805.0	49716.9	-39822.4
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	270.00				
24.04	0.00	-6.42	-3805.0	101764.9	-26783.6
40.94	0.00	-6.42	-2568.9	101764.9	-21099.7
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	552.50				
40.94	0.00	-6.42	-2568.9	101764.9	-21099.7
57.84	0.00	-6.42	-1331.7	101764.9	-12289.4
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	655.00				
57.84	0.00	-6.42	-1331.7	101764.9	-12289.4
57.84	0.00	-6.42	-753.5	101764.9	-7083.9
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	745.00				
28.79	0.00	-4.19	-753.5	56068.6	-7083.9
37.24	0.00	-4.19	-376.8	56068.6	-3774.3
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	835.00				
37.24	0.00	-4.19	-376.8	56068.6	-3774.3
45.69	0.00	-4.19	0.0	56068.6	211.2
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	925.00				
-8.45	0.00	0.00	0.0	-0.1	211.2

0.00	0.00	0.00	0.0	-0.1	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	1000.00	0.00	0.0	-0.1	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	-0.1	0.0

CONDICION DE CARGA 9
CARGA ACCIDENTAL (SISMO EN "Y")

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-1000.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	169.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-925.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
-3.92	169.00	34.05	-3064.8	-6857.9	0.0	0.0
-1.92	169.00	34.05	-3064.8	-6857.9	-353.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-835.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.26	169.00	50.75	-3064.8	155.2	-353.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-745.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
-3.07	169.00	64.05	-7632.2	-5429.3	-329.6	0.0
-1.07	169.00	64.05	-7632.2	-5429.3	-329.6	-406.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-655.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.24	169.00	77.26	-13396.5	120.4	-606.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-462.50	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.24	169.00	77.26	-28268.7	120.4	-560.2	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-270.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.24	119.44	-120.56	-43140.9	120.4	-514.4	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-20.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.24	112.44	-120.56	-21440.7	-75.2	-422.6	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	-30.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.24	84.72	-259.18	-21440.7	-255.3	-375.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	90.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.24	49.82	-119.86	25210.9	17.8	-261.1	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	270.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.24	49.82	-119.86	46785.5	17.8	-218.5	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	79.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.24	0.00	79.00	46785.5	309.3	-145.5	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	79.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.24	0.00	79.00	31577.9	309.3	-99.7	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	46.50	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.24	0.00	79.00	31577.9	309.3	-99.7	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	55.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.24	0.00	79.00	16370.3	309.3	-53.9	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	745.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.18	0.00	51.45	9260.2	216.3	-32.5	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	835.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.18	0.00	51.45	4630.1	216.3	-16.3	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	925.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.18	0.00	51.45	0.0	216.3	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
ELEMENTOS MECANICOS A Y=	1000.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0

5.7.2. Elementos mecánicos.

En base a los resultados obtenidos del programa que resuelve sistemas estructurales apoyados sobre pilotes, se elaboran los diagramas de cortantes y momentos flexionantes que serán utilizados en el diseño de la plataforma de atraque.

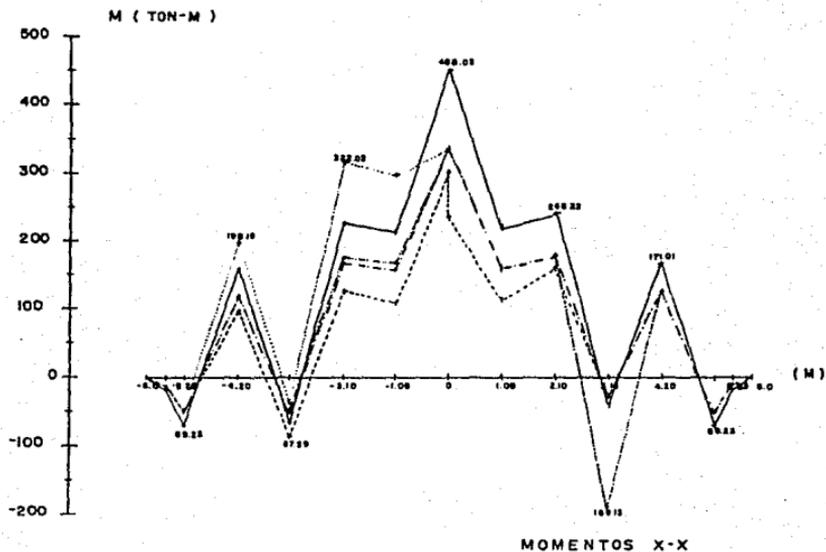
Los diagramas muestran las diferentes combinaciones de cargas como son: carga muerta, carga viva, cargas accidentales (carga de viento, atraque, corriente y amarras) y carga sísmica; que en base al Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado ACI 318-83, se incrementan con los siguientes factores de carga:

Carga muerta (CM)	Fc = 1.4
Carga viva (CV)	Fc = 1.7
Carga accidental (CA)	Fc = 1.7
Carga sísmica (CS)	Fc = 1.87

Aplicando los factores de carga anteriores en las siguientes combinaciones, obtendremos la resistencia última requerida (U) para el diseño:

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$
$$U = 0.75(1.4CM + 1.7CV + 1.7CA)$$
$$U = 0.75(1.4CM + 1.7CV + 1.87Cs)$$

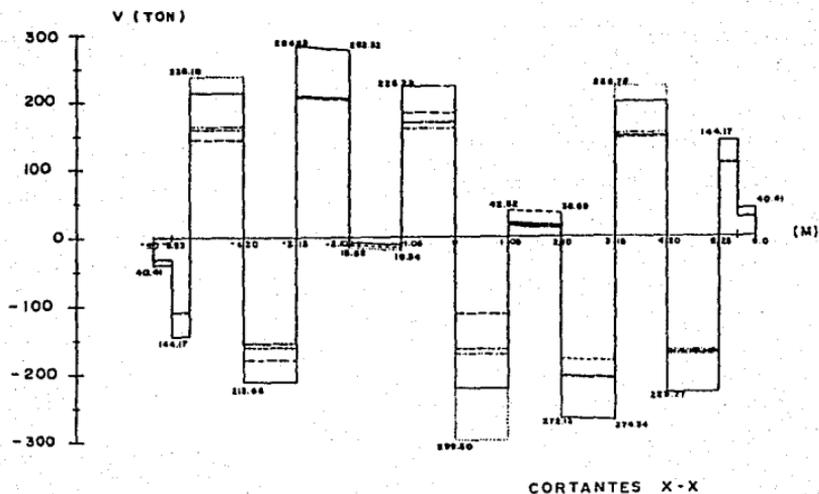
Resolviendo cada una de las combinaciones anteriores, elaboramos los diagramas de momentos y cortantes factorizados, tomando para el diseño los elementos mecánicos de la combinación más desfavorable, pues ellos serán los que regirán el diseño de la plataforma de atraque. Ver Figs. Núms. 13, 14, 15 y 16.



CARGAS FACTORIZADAS

- 1.4 CM + 1.7 CV
- - - - - 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV + 1.7 C_{catraque})
- - - - - 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV + 1.7 C_{viento})
- - - - - 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV + 1.7 C_{viento y corriente})
- - - - - 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV + 1.7 C_{camarros})
- 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV + 1.07 C_{calano})

Fig.13 Diagrama de momentos eje x-x



CARGAS FACTORIZADAS

- 1.4 CM + 1.7 CV
- - - - 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV + 1.7 Ccarga)
- . - . 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV + 1.7 Cviento)
- . - . 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV + 1.7 Cviento y corriente)
- . - . 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV + 1.7 Ccarras)
- 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV + 1.87 Cslama)

Fig. 14 Diagrama de cortantes eje x-x

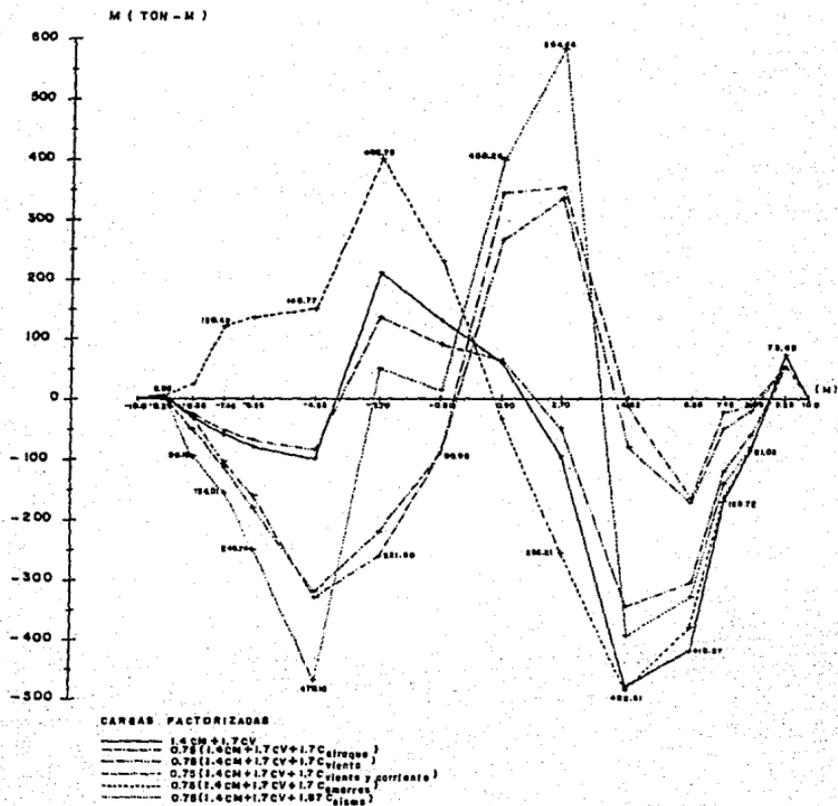
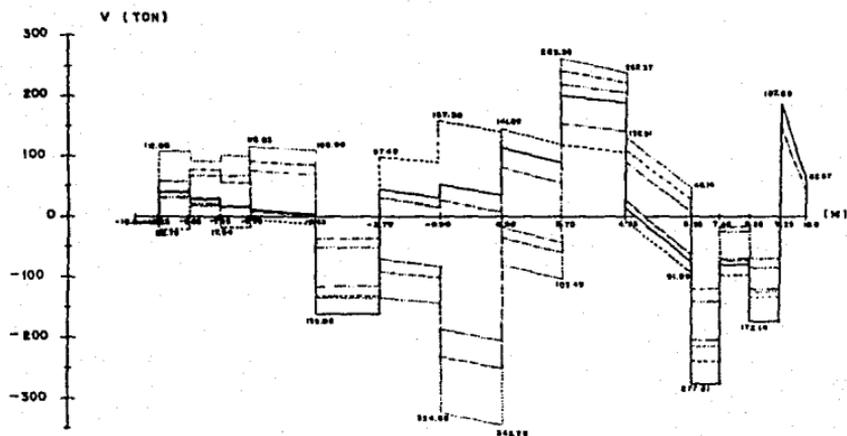


Fig.15 Diagrama de momentos eje y-y



CARGAS FACTORIZADAS

- 1.4 CM + 1.7 CV
- - - - - 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV) + 1.7 C_{tridosa}
- - - - - 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV) + 1.7 C_{viento}
- - - - - 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV) + 1.7 C_{viento y cortante}
- - - - - 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV) + 1.7 C_{oncras}
- - - - - 0.75 (1.4 CM + 1.7 CV) + 1.07 C_{gismo}

CORTANTES Y-Y

Fig.16 Diagrama de cortantes eje y-y

6. DISEÑO.

6.1. Dimensionamiento.

El diseño de los elementos estructurales que forman a la plataforma de atraque, se encuentra basado en las dimensiones propuestas en el capítulo anterior, además de la resistencia última de diseño obtenida de las diferentes combinaciones de carga y, debido a que no existe algún reglamento que marque los lineamientos para el diseño de las estructuras marinas, se hace uso del Reglamento de las construcciones de Concreto Reforzado ACI 318-83.

Se consideró dentro del diseño la utilización de las siguientes resistencias para los materiales a emplear:

Concreto	$f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$
Acero	$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Los elementos referidos anteriormente y para los cuales se efectuará el diseño son:

- Losa principal.
- Muros perimetrales.
- Muros interiores.
- Losa tapa.
- Dados para defensa.
- Dados para gancho de escape.
- Losa rampa.
- Pantalla de atraque.
- Pilotes.

6.2. Losa principal.

La losa se diseñara en función de los elementos mecánicos obtenidos de los diagramas de momentos y cortantes que se resumen en el capítulo anterior. La revisión de la sección propuesta se efectuará por flexión y cortante.

Sección propuesta:

Dimensiones: 1200 x 2000 cm.

$h = 130$ cm.

$r = 7$ cm., (recubrimiento).

$d = 130 - 7 = 123$ cm.

Momentos y Cortantes:

$M_u^+ = 584.46$ Ton-m.

$M_u^- = 482.61$ Ton-m.

$V_u^+ = 265.35$ Ton.

$V_u^- = 343.79$ Ton.

Efectuando el diseño por franjas de 1.0 m. de ancho, los momentos y cortantes últimos de diseño serán distribuidos de la siguiente manera:

$M_u^+ = 584.46$ Ton-m/12 = 48.71 Ton-m.

$M_u^- = 482.61$ Ton-m/12 = 40.22 Ton-m.

$V_u^+ = 265.35$ Ton/12 = 22.11 Ton.

$V_u^- = 343.79$ Ton/12 = 28.65 Ton.

A) Revisión por flexión.

Para el momento positivo $M_u^+ = 48.71$ Ton-m.:

Y con ayuda de la siguiente expresión, obtenemos la

cuantía de acero (p) necesaria para resistir el momento positivo.

$$\phi M_n = \phi p f_y \left[1 - 0.5 \frac{p f_y}{0.85 f'_c} \right] b d^2 \quad \dots \dots \dots (48)$$

Donde:

M_n = Resistencia nominal a momento en una sección.

ϕM_n = Resistencia de diseño a momento en una sección.

ϕ = 0.9 (factor de reducción de resistencia para flexión).

Sustituyendo:

$$48.71 \times 10^6 = 0.90 p (4200) \left[1 - 0.5 \frac{p (4200)}{0.85 (250)} \right] (100) (123)^2$$

Resolviendo la ecuación obtenemos que la cuantía de acero equivale a $p = 0.0010$

Verificando que la cuantía de acero obtenida se encuentre dentro del rango máximo y mínimo requerido:

$$p_{\min} \leq p < p_{\max}$$

Cálculo del porcentaje máximo (P_{\max}):

$$p_{\max} = 0.75 p_b$$

Donde:

$$p_b = 0.85 \beta_1 \left[\frac{f'_c}{f_y} \frac{b_{115}}{\delta_{115} + f_y} \right]$$

Donde $\beta_1 = 0.85$ para $f'_c < 280 \text{ Kg/cm}^2$.

Sustituyendo valores:

$$p_b = 0.0255$$

$$\text{Por lo tanto } p_{\max} = 0.0191$$

Cálculo del porcentaje mínimo:

$$p_{\min} = 14/f_y = 14/4200 = 0.0033$$

como: $14/f_y \leq p \leq 0.75p_b$

$$0.0010 < 0.0033$$

La sección se armará por mínimo.

$$A_{\min} = p_{\min} b d$$

$$A_{\min} = 0.0033(100)(123) = 40.59 \text{ cm}^2$$

Se usarán en el lecho inferior y para los dos sentidos de la losa, varillas del # 8 @ 12.5 cm.

Para el momento negativo $M_u^- = 40.22 \text{ Ton-m.}$:

Obtenemos con la ecuación (18) una cuantía de acero de $p = 0.0010$

Como $0.0010 < 0.0033$

Se usará en el lecho superior y en ambos sentidos de la losa varillas del # 8 @ 12.5 cm.

B) Revisión por cortante.

$$V_u^+ = 22.11 \text{ Ton.}$$

$$V_u^- = 28.65 \text{ Ton.}$$

Si la resistencia requerida por cortante (fuerza cortante factorizada) es mayor a la mitad de la resistencia proporcionada al cortante por el

concreto, se deberá colocar refuerzo por cortante mínimo requerido, esto es:

$$\text{Si } V_u > \frac{1}{3} \phi V_o$$

Donde:

$$\phi V_o = \phi 0.53 (f'c)^{1/2} b d \dots\dots\dots (19)$$

$\phi = 0.85$ (factor de reducción de resistencia para cortante).

Sustituyendo:

$$\phi V_o = (0.85) (0.53) (250)^{1/2} (100) (123) = 87.62 \text{ Ton.}$$

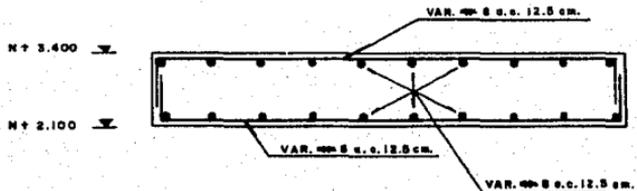
por lo tanto, como:

$$V_u < \frac{1}{3} \phi V_o$$

$$22.11 \text{ Ton.} < 43.81 \text{ Ton.}$$

$$28.65 \text{ Ton.} < 43.81 \text{ Ton.}$$

Entonces la sección no necesitará refuerzo por cortante.



6.3. Muros perimetrales.

Revisión de la sección propuesta:

$b = 25 \text{ cm.}$

$h = 100 \text{ cm.}; r = 5 \text{ cm.}$

$d = 95 \text{ cm.}$

Debido al peralte total que se tiene del muro, y de la carga última de $w_u = 4.42 \text{ Ton./m.}$ (que incluye el peso de un camión tipo H-10 y el peso propio de la losa) que éste soportará, se considerará que la resistencia de diseño del muro, es lo suficientemente alta como para que puedan presentarse fallas por flexión y/o cortante.

Por lo tanto los muros deberán contener en su armado refuerzo horizontal y refuerzo vertical, empleando una cuantía de acero de 0.0025 y de 0.0020 respectivamente.

A) Refuerzo horizontal.

Se colocará refuerzo horizontal en el área de la sección vertical total de concreto, empleando una cuantía de acero de 0.0025

$$A_s = 0.0025(25)(100) = 6.25 \text{ cm}^2$$

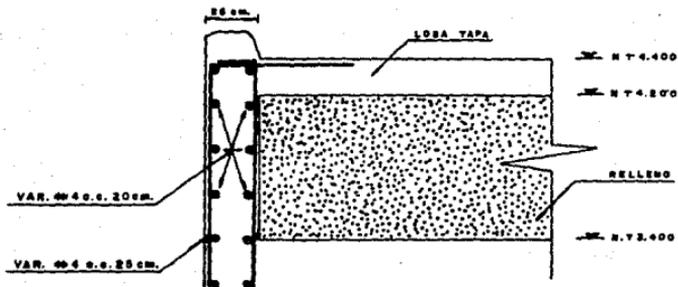
Se colocarán varillas del # 4 @ 20 cm.

B) Refuerzo vertical.

Se colocará refuerzo vertical en el área de la sección transversal total de concreto empleando una cuantía de acero de 0.0020

$$A_s = 0.0020(25)(100) = 5 \text{ cm}^2$$

Se armará la sección con varillas del # 4 @ 25 cm.



6.4. Muros interiores.

Revisión de la sección propuesta:

- b = 20 cm.
- h = 100 cm.
- d = 95 cm.

Los muros interiores se diseñarán considerando como carga última 8.6 Ton./m. (que incluye de igual manera el peso de un camión tipo H-10 y el peso propio de la losa), y debido a su peralte se considerará que el muro tendrá una gran resistencia de diseño por lo que se armará la sección con refuerzo horizontal y vertical empleando una cuantía de acero de 0.0025 y de 0.0020 respectivamente.

A) Refuerzo horizontal.

Se colocará refuerzo horizontal en el área de la sección vertical total de concreto empleando una

cuantía de acero de $p = 0.0025$

$$A_s = 0.0025(20)(100) = 5.0 \text{ cm}^2$$

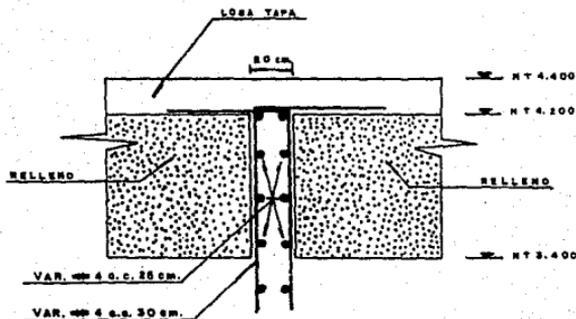
Se colocarán varillas del # 4 @ 25 cm.

B) Refuerzo vertical.

Se colocará refuerzo vertical en el área de la sección transversal total de concreto empleando una cuantía de acero de 0.0020

$$A_s = 0.0020(20)(100) = 4 \text{ cm}^2.$$

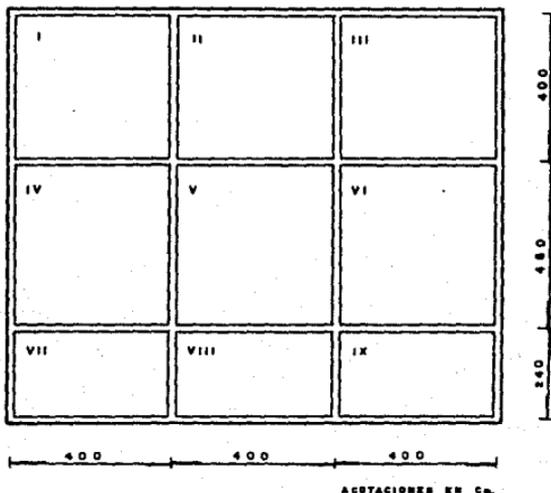
Se armará la sección con varillas del # 4 @ 30 cm.



6.5. Losa Tapa.

La losa tapa se diseñará considerando la carga viva de un camión tipo H-10 de 0.36 Ton./m^2 y una carga muerta de 0.48 Ton./m^2 , que factorizada por el reglamento, obtenemos

una carga última de diseño de 1.28 Ton./m^2 , repartida en el Área del tablero más crítico (Tablero VI).



A) Determinación del espesor de la losa:

El espesor mínimo que deberá tener la losa esta regido por la siguiente expresión:

$$h = \frac{L_n (800 + 0.071 f_y)}{36\,000}$$

sustituyendo:

$$h = 460 [800 + 0.071 (4200)] / 36000 = 14.03 \text{ cm.}$$

Como 14.0 cm. es menor al peralte supuesto, el valor de 20.0 cm. es aceptable.

B) Distribución de momentos en el tablero crítico.

Se determinará para efectos de diseño los momentos que componen al tablero VI.

La determinación de momentos se hará empleando la siguiente expresión:

$$M_o = \frac{W_u \ell_1 \ell_2^2}{8}$$

Eje	Claro	W_u (Ton/m)	ℓ_1 (m)	ℓ_2^2 (m)	M_o (Ton-m)
B	1	1.28	4.80	8.78	8.80
1	claro B-C	1.28	4.00	4.40	12.80
2	claro B-C	1.28	2.125	4.40	6.17

Obteniendo los momentos factorizados para los distintos claros del tablero:

Eje	claro	M ⁻ ext. (Ton-m)	M ⁺ int. (Ton-m)	M ⁻ int. (Ton-m)
B	1	1.57	5.00	6.80
1	B-C	---	4.34	8.05
2	B-C	---	2.15	4.01

Verificando el Área de acero para la distribución de momentos, con el momento de 8.05 Ton-m, obtenemos que la resistencia a momento equivale:

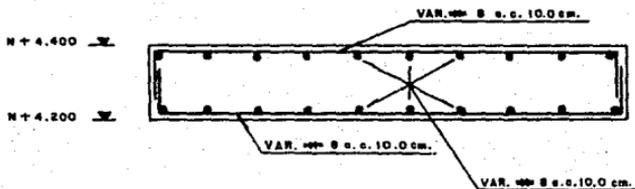
$$M_u / \phi f' c b d = 8.05 \times 10^5 / 0.9 (250) (100) (18)^2 = 0.11043$$

Con la resistencia de momento igual a 0.11043, y con ayuda de la tabla 9.2 del Reglamento, obtenemos que $w = 0.118$. Sustituyendo en la siguiente ecuación para obtener la cuantía de acero, tenemos que:

$$p = w f' c / f_y = 0.118 (250) / 4200 = 0.0070$$

$$A_s = 0.0070 (100) (18) = 12.64 \text{ cm}^2.$$

Por lo tanto se armará la losa en los dos sentidos y en ambos lechos con varillas del # 8 @ 10 cm.



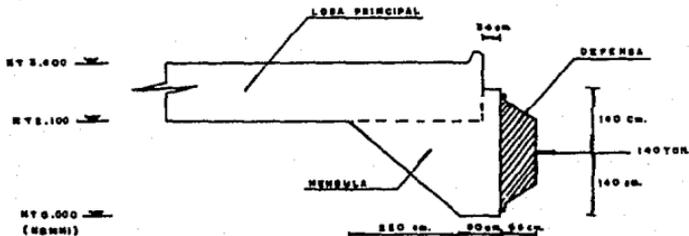
6.6. Datos para defensas.

La defensa que se empleará para efectos de atraque, estará apoyada en un dado (o ménsula) como se muestra en la siguiente figura. La ménsula se diseñará empleando el "Método modificado del cortante por fricción". Ver sección 11.7. del reglamento.

Revisión de la sección propuesta:

$$b = 210 \text{ cm.}$$

$h = 300 \text{ cm.}$; $r = 7 \text{ cm.}$
 $d = 293 \text{ cm.}$



A) Revisión por cortante.

Empleando la ecuación (10) obtendremos que la resistencia requerida al cortante proporcionada por el concreto toma el valor de $\phi V_c = 438.3 \text{ Ton.}$

Si la resistencia requerida al cortante por el elemento es de:

$$V_u = 1.7 (140 \text{ Ton}) = 238 \text{ Ton.}$$

Si $238 \text{ Ton.} > 219.15 \text{ Ton.}$

Entonces se requerirá utilizar refuerzo por cortante.

Calculando el área de refuerzo de cortante por fricción A_{vf} .

$$A_{vf} = V_u / \phi f_y \mu$$

Donde:

$\mu = 1.4$ Coeficiente "efectivo de fricción"

Sustituyendo:

$$A_v = 238 \times 10^3 / [0.85(4200)(1.4)] = 47.62 \text{ cm}^2$$

B) Revisión por flexión.

Con el momento último de:

$$M = 140(0.70) = 98 \text{ Ton-m.}$$

$$M_u = 1.7(98) = 166.6 \text{ Ton-m.}$$

Obtenemos por medio de la ecuación (18) que la cuantía de acero es de 0.0002

como $0.0002 < 0.0033$, la resistencia de diseño a momento en una sección equivale a:

$$\phi M_n = 2176 \text{ Ton-m.}$$

Para resistir el momento, se requerirá de un refuerzo de tensión A_s :

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y z} ; \text{ donde } z = 0.9 d \dots\dots\dots (20)$$

Sustituyendo:

$$A_s = 2176 \times 10^3 / [0.90(4200)(0.9 \times 293)] = 218.30 \text{ cm}^2.$$

Además del área de acero por cortante y momento, se requiere de un área de acero de refuerzo horizontal (A_n), la cual hará resistir una fuerza horizontal N_{uc} actuando en la ménsula.

$$N_{uc} = 0.2V_u = 0.2(238) = 47.6 \text{ Ton.}$$

$$A_n = N_{uc} / \phi f_y = 47.6 \times 10^3 / [0.85(4200)] = 13.33 \text{ cm}^2$$

Cálculo de A_e

$$A_{e1} = A_f + A_n = 218.3 + 13.33 = 231.63 \text{ cm}^2.$$

$$A_{e2} = \frac{2}{3} A_{vf} + A_n = \frac{2}{3} (47.62 + 13.33) = 40.64 \text{ cm}^2.$$

por lo tanto:

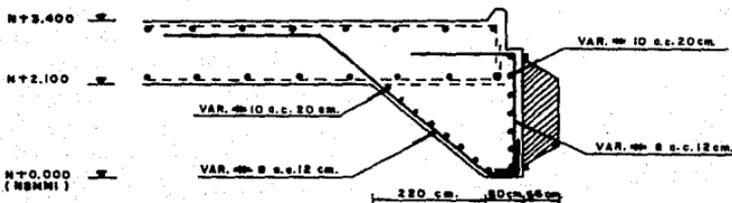
$$A_e = 231.63 \text{ cm}^2.$$

colocar varillas del # 10 @ 20 cm.

Calculando el área de acero horizontal:

$$A_h = 0.5(A_e - A_n) = 0.5(231.63 - 13.33) = 109.20 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto colocar varillas del # 8 @ 12 cm.



6.7. Dado para gancho de escape.

El dado para el gancho de escape estará diseñado para resistir la fuerza de 74.0 Ton., que transmiten las líneas de amarras.

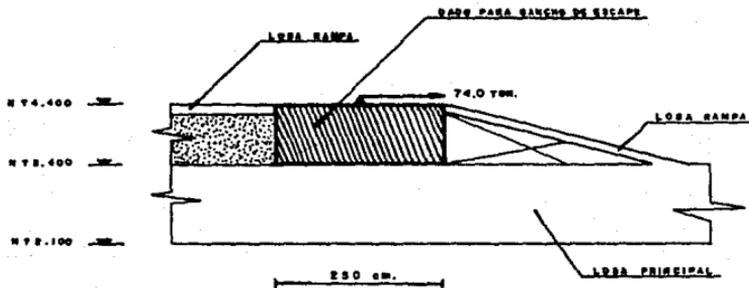
Revisión de la sección propuesta:

$$b = 250 \text{ cm.}$$

$$h = 80 \text{ cm. ; } r = 5 \text{ cm.}$$

$$d = 75 \text{ cm.}$$

$$V_u = 1.7(74\text{Ton}) = 126 \text{ Ton.}$$



A) Revisión por cortante.

Empleando la ecuación (19) obtenemos una resistencia requerida al cortante proporcionada por el concreto de $\phi V_c = 133.6 \text{ Ton.}$

Como $126 \text{ Ton.} > 66.8 \text{ Ton.}$

Se requerirá del uso de refuerzo de cortante.

Usando la ecuación (20), obtenemos un área de acero para resistir el cortante de:

$$A_v = [3.5(100)(75/2)]/4200 = 3.125 \text{ cm}^2.$$

por lo tanto se colocarán estribos del # 4 @ 20 cm.

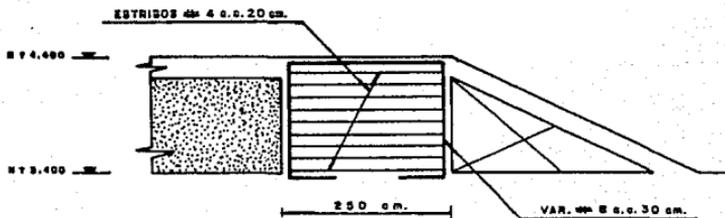
B) Cuantía para plintos.

En base a la especificación 201-A IMP, la cuantía de

refuerzo vertical para plintos equivale a 14 cm^2 por metro lineal de perímetro, por lo que para el dado de 2.5 m. por lado, el área de acero es de:

$$A_s = 14 \text{ cm}^2 \times 10 = 140 \text{ cm}^2.$$

Por lo que se usarán varillas del #8 \varnothing 30 cm.



6.8. Losa rampa.

Se revisará la losa rampa de acuerdo a las siguientes dimensiones:

$$b = 120 \text{ cm.}$$

$$h = 20 \text{ cm., (espesor de losa).}$$

$$d = 16 \text{ cm.; } r = 4 \text{ cm.}$$

$$\text{Long. rampa} = 350 \text{ cm.}$$

$$CV = 0.350 \text{ Ton/m}^2.$$

A) Revisión por flexión.

$$CM = 0.20(2.4) = 0.480 \text{ Ton/m}^2.$$

$$CV = 1.4CM + 1.7CV = 1.4(0.48) + 1.7(0.35) = 1.267 \text{ Ton/m}^2$$
$$w = 1.267 (1.20 \text{ m}) = 1.521 \text{ Ton/m}$$

Por lo que el momento y el cortante equivale a:
 $M = 1.55 \text{ Ton-m}$
 $V = 1.52 \text{ Ton}$

Calculando la cuantía de acero para un momento de $1.55 \times 10^5 \text{ kg-cm}$. con la ecuación (10), obtenemos que p toma el valor de 0.0020

como $0.0020 < 0.0033$

La losa se armará por mínimo.

$$A_{\text{mín}} = 0.0033(100)(16) = 5.28 \text{ cm}^2$$

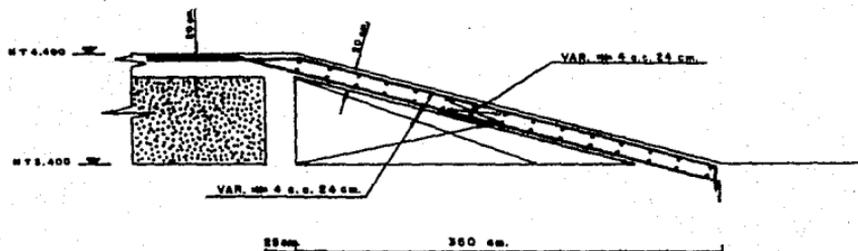
Por lo tanto se colocarán varillas del # 4 @ 24 cm.
en ambos lechos y ambas direcciones.

B) Revisión por cortante.

Utilizando la ecuación (10) obtenemos que la resistencia requerida por el cortante proporcionada por el concreto equivale a $\phi V_c = 11.4 \text{ Ton}$.

Si $V_u = 1.7(1.521) = 2.6 \text{ Ton}$.
Entonces $2.6 \text{ Ton} < 11.4 \text{ Ton}$.

Por lo tanto la sección no requiere acero de refuerzo para resistir cortante.



6.9. Pantalla de atraque.

La pantalla se revisará de acuerdo a las dimensiones de la sección propuesta:

$b = 25 \text{ cm.}$

$h = 100 \text{ cm.} ; r = 7 \text{ cm.}$

$d = 93 \text{ cm.}$

La pantalla se armará con refuerzo horizontal empleando para ello una cuantía de acero de 0.0025 y con refuerzo vertical empleando una cuantía de acero de 0.0020

A) Refuerzo horizontal.

Se colocará refuerzo horizontal en el área de la sección vertical total de concreto, empleando una cuantía de acero de 0.0025

$$A_s = 0.0025(25)(100) = 6.25 \text{ cm}^2$$

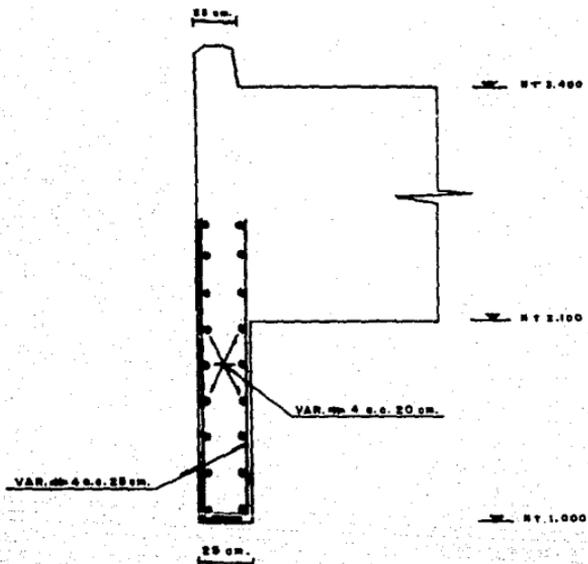
Colocar varillas del # 4 @ 20 cm.

B) Refuerzo vertical.

Se colocará refuerzo vertical en el área de la sección transversal total de concreto empleando una cuantía de acero de 0.0020

$$A_s = 0.0020(25)(100) = 5 \text{ cm}^2.$$

Se colocará varillas del # 4 @ 25 cm.



6.10. Pilotes.

Dada la dificultad, el costo y el tiempo que se llevaría en efectuar exploraciones en el fondo marino, se hizo uso de información existente de mecánica de suelos resumida en las bases de diseño (ver capítulo 2), del comportamiento sufrido por las estructuras que conforman el muelle petrolero durante los 20 años que lleva construido y de la experiencia que se tuvo en la construcción del actual muelle. Concluyendo que la subestructura que tendrá la plataforma de atraque será a base de pilotes tubulares metálicos sin costura y de punta abierta.

Los pilotes se rellenarán de concreto y arena incrementando así la resistencia a la tensión y efectuando sin problema la conexión con la superestructura. Se hincarán para soportar las fuerzas horizontales, con una inclinación de 4:1, hasta alcanzar la profundidad de desplante.

Debido a que este trabajo solo trata de presentar el estudio general que se debe seguir para el diseño de un muelle petrolero, se determinó por medios de estudios realizados por el Departamento de Geotecnia de la CFE, que el pilote de 24" de diámetro y 1/2" de espesor que soporta la mayor carga axial, tendrá una capacidad de carga admisible de 95 Ton. para pilotes hincados a 15 m., considerando un factor de seguridad igual a 3.

No se prevé que existan asentamientos considerables, debido al factor de seguridad empleado, en caso de presentarse, estos serán mínimos y no afectarán el funcionamiento estructural de los pilotes.

7. CONCLUSIONES.

El usar una metodología en forma ordenada para la elaboración de un proyecto de gran importancia, permitirá obtener además de una buena organización y estructuración en este tipo de trabajos, el adecuado comportamiento en las estructura ante cualquier acción que se presente durante su operación.

La metodología empleada en el proyecto del muelle de San Carlos B.C.S., puede ser de gran uso para trabajos de este tipo, esto no quiere decir que sea un procedimiento estricto, sino que puede emplearse como una herramienta en la elaboración de este tipo de proyectos, ajustándolo en cada caso al tipo de embarcaciones que las utilizarán y a las condiciones locales del lugar.

El proyectar con embarcaciones máximas y haciendo uso adecuado de la información existente, se obtendrá un adecuado comportamiento, orientación, distribución y dimensionamiento estructural, que además de satisfacer las necesidades actuales, proveerá las situaciones futuras. Por lo que el uso correcto de la información conducirá a la seguridad y buen funcionamiento de la estructura, así como de la carga que en él se maneje.

Si la estructura queda orientada de manera tal que los efectos oceanográficos y meteorológicos no actúen directamente perpendicular a ella, se logrará en primer término que los efectos de oleaje, mareas y corriente no sean significativos y en segundo término que la estructura quede dirigida hacia el canal de navegación, permitiendo con ello que la embarcación en caso de incendio o contingencias

pueda salir del muelle en el menor tiempo y sin problema de obstáculo.

El incluir en el proyecto todas las condiciones de carga que se piense actuarán en el diseño, nos conduce a obtener una estructura que asegure el buen funcionamiento del muelle, pues de la combinación más desfavorable de las condiciones de carga, dependió el diseño de la estructura.

El factor presupuesto ha tomado una gran importancia en la elaboración del muelle petrolero pues la embarcación máxima entrará de manera perfilada al muelle solo cargado al 73% de su capacidad máxima dado que el tirante de agua que existe en el canal de entrada y en las áreas de las dársenas, no es suficiente para cubrir el calado del buque de mayor dimensión. Pero sin embargo, el muelle se encuentra diseñado para en caso de que en lo futuro se desee efectuar obras de dragado, por lo que por el momento solo se deberá ajustar la capacidad de la embarcación al tirante existente. En caso de que la carga sea mayor a este porcentaje, el buque esperará hasta que suba la marea para que pueda entrar a descargar.

Es de gran importancia señalar que no existe reglamento, especificaciones o recomendaciones que contemplen especialmente el problema de diseño de muelles, sobre todo en lo referente a las solicitudes y combinaciones, por lo que se uso el reglamento del ACI por ser el que más se ajusta a las necesidades del proyecto. Además de este reglamento se tuvo la experiencia de personas especializadas en el ramo de comportamiento de estructuras similares por lo que la estructura garantiza un adecuado funcionamiento.

La técnica que se empleo para la realización del proyecto

requirió de la experiencia de técnicos especializados para definir el comportamiento de la estructura con un grado de certeza que permitirá su operación de manera segura. Por lo tanto es necesario que para obras de esta importancia se requiera de una atención adecuada en el planteamiento, análisis y diseño, ya que es una obra de gran importancia e interés para el desarrollo de la tecnología mexicana.