

29
51



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

**"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN
MUELLE TIPO ESPIGON A BASE
DE PILAS"**

T E S I S

Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL

P r e s e n t a
FELIPE FERNANDEZ PAEZ



FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

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.

"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN MUELLE
TIPO ESPIGON A BASE DE PILAS"

INTRODUCCION

CAPITULO 1

GENERALIDADES

- 1.1 El Puerto
- 1.2 Elementos que forman un Puerto
- 1.3 Estructuras de Atraque

CAPITULO 2

ESTUDIO REQUERIDOS PARA EL
ANTEPROYECTO DE UN MUELLE

- 2.1 Batimetría de la Zona
- 2.2 Estudio de Mecánica de Suelos
- 2.3 Estudio de Mareas
- 2.4 Estudio de Oleaje
- 2.5 Estudio de Corrientes
- 2.6 Análisis de los Vientos
- 2.7 Transporte Litoral

CAPITULO 3

ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MUELLE

- 3.1 Levantamiento Topohidrológico
- 3.2 Determinación de la Altura del Muelle
- 3.3 Propuesta de las Dimensiones de los Elementos del Muelle
- 3.4 Análisis de la Fuerza de Empuje de Tierra
- 3.5 Análisis de la Fuerza de Atraque
- 3.6 Análisis de la Fuerza de Viento
- 3.7 Análisis de la Carga Muerta
- 3.8 Análisis de la Carga Viva
- 3.9 Análisis de la Fuerza de Sismo

- 3.10 Cargas Vivas Tipo (Camión HS-20)
- 3.11 Diseño de los Cabezales
- 3.12 Diseño de Traveses Longitudinales
- 3.13 Diseño de Losas
- 3.14 Diseño de Pilas
- 3.15 Diseño de Pantallas

CAPITULO 4

RELACION DEL EQUIPO QUE SE EMPLEARA
EN LA CONSTRUCCION DEL MUELLE

CAPITULO 5

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL MUELLE

- 5.1 Armado y Colocación del Equipo
- 5.2 Construcción de Pilas
- 5.3 Construcción de Traveses, Cabezales,
Loza y Pantallas

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION.

El sistema portuario nacional es un instrumento de carácter estratégico de inestimable valor para el desarrollo del país, facilita la integración económica, política, social y cultural, así como el ejercicio de la soberanía en el territorio nacional.

Inversiones óptimas en la infraestructura portuaria nacional, influyen decisivamente en el aprovechamiento e impulso del desarrollo en las distintas regiones, de esta manera se contribuye a la reordenación territorial de la actividad económica y los asentamientos humanos.

Movimiento de alimentos, materias primas y productos manufacturados por la vía marítima, se ha incrementado notablemente, según lo muestran las estadísticas de carga general de altura y de cabotaje de los últimos años.

Objetivo del gobierno en su programa nacional de comunicaciones y transportes para el sector marítimo, es incrementar la productividad portuaria nacional, para lograrlo se establecieron un conjunto de acciones encaminadas a mantener, modernizar y aumentar el sistema portuario nacional.

Aquí es donde la ingeniería marítima a tomado gran importancia para lograr una mayor eficiencia de operación, control, conservación y mantenimiento de la infraestructura e instalaciones portuarias.

Referente a la construcción de la infraestructura portuaria, se debe tener en cuenta, las decisiones económicas a nivel nacional, una planificación sectorial dependiendo de los recursos naturales de la región, además de otros aspectos como el tráfico marítimo y el número de bandas de atraque.

En la construcción de un muelle, la ingeniería marítima nos da la decisión si se realiza dicho muelle; cómo, dónde, por qué y qué características debe tener, son las preguntas que responde la ingeniería marítima portuaria y para poder llegar a esto, toma en cuenta los siguientes factores:

Configuración del litoral: muchas veces la superficie de agua es el factor menos flexible, de modo que su forma y dimensiones deben recibir prioridad sobre las disposiciones de las zonas terrestres, de ser posible debe haber un equilibrio entre el dragado y el terraplenado en lo que se refiere a los metros cúbicos de tierra que hayan de desplazarse.

Comunicación y transporte: dentro del puerto las vías de comunicación, carreteras y vías de ferrocarril deben tener una interrelación aceptable al realizar transportes del muelle a patios y de patios a muelle, de no entorpecer las maniobras de carga y descarga, en lo que se refiere fuera del puerto las vías de comunicación deben ser suficientes para evitar congestiones dentro del puerto y disminuir su eficiencia operacional.

Urbano y social: las actividades portuarias general una demanda de mano de obra, que implica tener en cuenta los asentamientos humanos, cantidad de personal y capacitación necesaria.

Contaminación: atmosférica, líquida, ruido, incendios y explosiones que pongan en peligro a la región donde se construirá el muelle.

Estudios básicos: batimetría, topografía, hidrología, meteorológico, oceanográfico y geológico.

Standars de operación: análisis del control y operación existente del puerto, para determinar las dimensiones necesarias del muelle en proyecto.

Para obtener una mayor eficiencia y productividad en el transporte marítimo, influyen dos factores importantes que son:

- i).- Suficientes bandas de atraque.
- ii).- Aumento de los standars de productividad en las fases de carga y/o descarga.

La operación portuaria determina que costos bajos solo pueden asociarse a bajas estadfas de buque en puerto.

Para el caso de una mayor eficiencia y productividad en el transporte marítimo, considerando el primer factor, surge la necesidad de conocer; ¿qué se necesita? ¿qué se emplea? ¿qué conocimientos son necesarios? para construir un muelle, de aquí la

inquietud de este trabajo que pretende dar a conocer las etapas de realización de un muelle, desde sus estudios de anteproyecto hasta su construcción.

Primer capítulo: Se define lo que es un puerto, las instalaciones y elementos que lo forman, tipos de muelle describiendo su infraestructura y superestructura, de que material se pueden construir.

Segundo capítulo: Trata sobre los estudios de anteproyecto, se describen los estudios que se realizan, que resultados se obtienen necesarios para determinar, el tipo de muelle, nivel de piso terminado y orientación que efectos o consecuencias tendrá esa parte de la costa donde se construirá el muelle.

Tercer capítulo: Se analiza y diseña estructuralmente un muelle en espigón, se propone un ancho, largo, número de ejes longitudinales y transversales, se analizará debido a las fuerzas de empuje, viento, atraque, sismo, carga muerta y carga viva, se harán las combinaciones necesarias para obtener la carga crítica de diseño del muelle (pilas, travesaños, cabezales, losa y pantalla).

Cuarto capítulo: Se describen las características del equipo necesario en las etapas de realización del muelle, tipo de equipo, trabajo que desarrolla, modo de utilizar y en que etapa se emplea.

Quinto capítulo: Se describe el procedimiento constructivo del muelle, se describe la colocación del estribo, la obtención de los ejes de cada pila, colocación de las camisas de las pilas, descabrado de las pilas, colocado de la cimbra de apoyo para travesaños longitudinales, cabezales, pantalla y losa, descabeceo de pilas, habilitado de acero dentro y fuera de sitio, doblado de varillas de las pilas a nivel del armado de losa, forma y colocación de separadores del armado superior e inferior y realización del colado de travesaños, cabezales y losa.

I. GENERALIDADES.

Se describen tipos y características de los diferentes elementos en mar y tierra que forman un sistema portuario, los que protegen, de enlace mar a tierra o viceversa y los que hacen funcional a éste.

- I.1 PUERTO: Lugar de la costa defendido de los vientos y mareas, debidamente dispuestos para la seguridad, maniobras y servicio de las embarcaciones, para realizar el enlace entre el transporte interior (terrestres o fluviales) y los transportes por mar; efectuando el intercambio de personas y/o mercancías, que pueden ser en los dos sentidos desde el mar hacia el interior del país, o inversamente del interior hacia el mar.

Condiciones esenciales que debe reunir un puerto son:

1. Calado suficiente para que constantemente estén los -- barcos flotando.
2. Aguas tranquilas en los muelles de carga y/o descarga para que las operaciones puedan efectuarse en todo - tiempo.
3. Muelles convenientemente orientados para que los vientos fuertes no batan a los barcos de través
4. Aguas relativamente tranquilas en el antepuerto para que los barcos puedan permanecer anclados sin dificultad.
5. Que la entrada con temporal sea fácil.

I.2 ELEMENTOS QUE FORMAN UN PUERTO.

I. OBRAS EXTERIORES:

DIQUES: Pueden estar aislados frente a la costa o tener la forma de un brazo que se proyecta desde la costa, el dique puede presentar un muro vertical o casi vertical o una superficie in-

clinada compuesta por bloques de diversos tamaños, la estructura puede quedar sumergida por el mar con ciertas alturas de marea.

- i) Diques verticales: Formados por bloques de concreto y mas recientemente se han utilizado cajones de concreto armado, que se pueden construir en tierra y después colocarlos en su posición final, mediante una grúa pórtico en voladizo.
- ii) Rompeolas o escollera: Estos diques tienen una sección transversal de forma básicamente trapezoidal con un macizo de escollera de menor tamaño llamado núcleo, sobre los taludes y en la parte superior -- del núcleo se colocan capas o mantos de defensa de piedra clasificada, de roca natural o elementos artificiales de concreto.

Para el proyecto y construcción de los diques que proporcionan protección al puerto del oleaje, debemos tomar en cuenta los siguientes factores, profundidad del agua y las características del fondo que debe tener en la base, la acción de las olas sobre la estructura construida para absorber la energía de estas, puesto que la mayoría de los diques son estructuras de gravedad su estabilidad dependen del peso propio.

CANAL DE NAVEGACION: Cuando no existe en el puerto la profundidad suficiente que permita la navegación hacia el interior del puerto, es necesario realizar el trazo de canales de acceso, obteniendose como ventaja, dragar únicamente el área disponible para el tránsito.

Con la consecuente economía en el mantenimiento de la profundidad requerida.

El canal de acceso es el que comunica la entrada al puerto con sus diferentes zonas de agua, las dimensiones -- del canal varían dependiendo si la entrada al puerto es un acceso en línea recta o en curva.

Para determinar si es posible construir un canal de acceso es necesario conocer la dirección y la fuerza de las corrientes, la dirección predominante de las olas, dado que la acción de las corrientes y de las olas pueden provocar desplazamientos considerables de los materiales de fondo, cegando rápidamente el canal.

FONDEADERO O DARSENA: Es el área de agua perteneciente al antepuerto, donde las embarcaciones quedan sujetas por sus anclas, esperando entrar a la parte del puerto destinada a realizar sus operaciones, o bien en espera de un buen tiempo para salir.

El fondeadero o dársena de fondeo ha de reunir ciertas condiciones referentes a superficie, abrigo, acceso y naturaleza del fondo.

II. OBRAS INTERIORES.

Son instalaciones que ayudan en el manejo de la carga dentro del puerto, estableciendo un control y programación en la distribución de los diferentes productos, en base a sus propiedades físico-químicas, optimizando los rendimientos de carga y/o descarga interactuando con el sistema de transportación carretero y ferroviario.

MUELLES: Son estructuras que sirven de enlace entre mar y tierra, sitio donde las embarcaciones realizan sus operaciones de carga y/o descarga, que pueden ser marginales y en espigón.

- i) **MARGINALES:** Paralelo a la línea de costa, es una estructura pesada en forma de malecón que se proyecta sobre la costa, sobre el pueden moverse grúas y vehículos de grandes dimensiones, se proyectan en costas de material resistente y profundidad aceptable cerca de costa, adecuados para la carga general.
- ii) **ESPIGON:** Son estructuras ligeras perpendiculares a la costa, pueden soportar tuberías correas - transportadoras y vehículos ligeros estas estructuras se proyectan hacia aguas mas profundas, resultan ser económicas en los casos en los que la profundidad necesaria para los buques solo existe a cierta distancia de la costa, son adecuados para la carga y/o descarga de mercancías a granel (secas o líquidas).

PATIOS: Este sitio de almacenamiento debe de planificarse de manera que pueda almacenarse un volumen máximo de materiales o mercancías en una superficie mínima, que depende no solo del tipo de material o mercancía, también de la resistencia del suelo, sino también de la apiladora y recogedora (su alcance), y

demás equipo utilizado en los patios para el movimiento de mercancías.

BODEGA Y COBERTIZO: Estructuras que solucionan las necesidades de zona de almacenamiento para la carga general fraccionada, el tonelaje manipulado en un puesto de - - atraque será en parte para entrega directa, en parte para espacios libres almacenado en tinglados de tránsito que es lo que determina las necesidades de almacenamiento.

SILOS: Estructuras de concreto cilíndricas, construidas para el almacenamiento de granos, que se apoya en instalaciones mecanizadas paralelas al muelle, la carga para exportación se realiza generalmente por gravedad, para la importación se usan dispositivos neumáticos que además separan el polvo del grano, las dimensiones de las baterías de silos pueden tener de 20 a 25 M. (por grupo de silos) y un alto de 20M. 6 más, dependiendo del movimiento de carga.

VIALIDAD: La distribución y la capacidad de la carretera determina solo el número de vehículos que se necesitan, sino también el tipo de vehículo y las instalaciones de manipulación en el puerto, para tomar disposiciones apropiadas sobre la capacidad del transporte carretero y ferroviario, que es necesario para tener frente al movimiento de mercancías previsto en el puerto, examinando las previsiones diarias del tráfico por carretera y por ferrocarril en las vías de comunicación que -- llegan al puerto.

SEÑALAMIENTO MARITIMO.

Son instalaciones de ayuda a la navegación para seguridad de las embarcaciones, en las cercanías de la costa y en su trayectoria hacia y dentro del puerto.

- i) **BOYA DE RECALADO:** Señala la zona de fondeo
- ii) **BALIZA DE SITUACION:** Torre de block de concreto y - concreto armado, lanza 26 destellos luminosos por -

minuto alimentada por corriente alterna o continua, su función principal es la de indicar la localización del puerto y obstáculos como diques morros o - islas.

iii) BALIZA DE ENFILACION: Con características semejantes a la anterior con la diferencia que lanza 30 -- destellos por minuto, su función principal es la de indicar los rumbos de entrada al puerto.

iv) BOYAS FLOTANTES: Indicar los límites del canal navegable, las ayudas o señalamiento de navegación deben estar situados frente a los barcos que llegan, estar claramente visibles de día y provistos de luces por la noche.

SERVICIOS PORTUARIOS: El puerto puede ofrecer diversos - servicios, los mas comunes son agua potable, luz, combustible, mantenimiento, área administrativa, edificios generales y varios.

El puerto ofrece una variedad de servicios que tienen carácter auxiliar respecto de las principales operaciones portuarias.

RECINTO PORTUARIO: Límite del área portuaria, reserva territorial.

I.3 ESTRUCTURAS DE ATRAQUE: Son estructuras ubicadas a la orilla del mar o en la ribera de los ríos y tienen por función facilitar el enlace de los transportes marítimos y terrestres, y por ende el transbordo de las mercancías y pasajeros.

Su forma y situación están condicionados por el área de agua abrigada y el frente de tierra disponible.

Las estructuras de atraque pueden dividirse de acuerdo a su función en dos ramas a saber.

i) Muelles y ii) duque de alba.

Muelles son las estructuras que sirven como se dijo anteriormente para efectuar el enlace entre mar y tierra o entre río o tierra.

El problema de los muelles se puede solucionar a través de diferentes tipos de estructuras que pueden -- ser muy numerosas, las que podemos agrupar de la siguiente manera.

- i) Estructuras de gravedad,
- ii) Paredes verticales,
- iii) A base de pilas o pilotes,
- iv) Muelles flotantes y
- v) Muelles mixtos.

En general cualquier de que se trate puede solucionarse con una o varias de las estructuras antes indicadas, lo que dará lugar a la elección de la estructura se verá mas adelante.

- 1) **ESTRUCTURAS DE GRAVEDAD:** Con esta denominación englobamos aquellas estructuras que logran su estabilidad a base de peso, dentro de este grupo están los muros de piedra, muros de concreto ciclópeo, muros de concreto armado y muros a base de blocks macizos o huecos.

Las estructuras de gravedad se utilizan cuando la altura del muelle no es muy grande (máximo 10 M. aprox.) ya que tanto el calado bajo el agua como el peso considerable de los blocks, para muelles muy altos encarecerían demasiado la obra, desde luego que para utilizar este tipo de muelles es necesario que existan estratos de apoyo con suficiente capacidad de carga y resistencia de fricción deberán ser satisfactorios durante y después de la construcción, y ha no mucha profundidad de acuerdo a lo anterior.

En general los muros se deben desplantar sobre -- una plantilla de piedra o concreto no erosionable, con objeto de nivelar la superficie de apoyo o --

bien dar cierta pendiente a la base.

El muro puede construirse con bloques separados colocados generalmente bajo el agua, la disposición homogénea de -- los bloques en la que estos se colocan en hiladas hori-- zontales, lo que permite que el muelle se adapte al asentamiento del terreno, el muro macizo tiene una pendiente -- vertical para ayudar a la estabilidad del muro debido al empuje de los rellenos, que deben ser de guijarros, grava, restos de cantera, para que el empuje sea mínimo.

La utilización de bloques huecos que reducen el peso de -- elementos que han de manipularse si el muro puede cons-- truirse en seco, es muy adecuada la construcción con con-- creto en masa.

Los cajones de concreto pueden utilizarse para la cons-- trucción de los muros del muelle, bien transportando por flotación los cajones prefabricados hasta el lugar donde han de colocarse y hundiéndolos luego, o construyendo en su posición final.

La conveniencia de cada uno de estos muros de gravedad -- depende mucho de las condiciones del suelo, generalmente solo se utilizan bloques y cajones flotantes cuando el -- muelle se construya en aguas cuya profundidad se aproxima a la profundidad de dragado definitiva, puede cons-- truirse un cajón en su posición final cuando el muelle -- esta entonces en tierra firme y cuando el terreno por en cima del nivel de dragado es blando, debido a que en oca-- siones es necesario escavar para colocar el cajón en su posición definitiva.

Como estructuras de gravedad podemos incluir a los gavi-- ones a base de tablaestacas y a los muros formados por pa-- redes de tablaestacas con relleno interior.

Respecto a su estabilidad deberán cumplirse las condicio-- nes siguientes:

- i) Que el muro no deslice respecto a su base, o una sec-- ción respecto a la otra.

- ii) Que bajo la acción de las fuerzas que actúan el muro no voltee en ninguna de sus secciones.
- iii) Que las presiones máximas que se presenten en el borde exterior de la base del muro sean menores que las permisibles a los materiales que constituyen el muro y el terreno de apoyo.

ii) PAREDES VERTICALES: Pueden formarse a base de tablaestacas de metal, de concreto o bien a base de un empilotado de madera.

Estas estructuras logran su estabilidad en base a la profundidad de hinca y tensores adicionales de anclaje que detienen la pared a determinada altura.

La pared vertical puede lograrse también a base de un muro más o menos delgado de concreto armado que se construye excavando en el terreno de manera de colar el muro y posteriormente se excava el frente de dicho muro, para dar la altura del muelle.

Paredes sin tensor superior se utilizan para muelles de poca altura, dado que trabajan en una condición muy desfavorable que es la de cantiliver, el terreno debe tener suficiente capacidad, ya que el empuje del terreno debe equilibrarse con la hinca.

Paredes verticales son muy utilizadas ya que pueden llegar a tener hasta 15 M. de altura con perfiles de acero, si se les coloca una línea de tensores para anclar la pared, la ventaja de este tipo de muelles es que se pueden construir en seco y después dragar. Obtener la altura deseada de las paredes verticales se logran utilizando las tablaestacas metálicas compuestas y las secciones de tablaestaca en "H", que ahora existen en el mercado, para reducir el momento flexionante de la pared se puede emplear una fila de barras de anclaje (tensores) o construir una plataforma para reducir la carga por encima de tablaestacado.

En este tipo de muro pueden utilizarse tablaestacas de concreto, sin embargo las tablaestacas de concreto son mas pesadas mas difíciles de hincar y hay -- problemas para lograr que la arena no se escape entre ellas, de modo que se justifica el tablaestacado metálico aunque es mas caro.

Este tipo de muelles su ventaja es que pueden construirse en seco y después dragar hasta la profundidad requerida.

Se debe proteger la tablaestaca contra el intemperismo ya sea por medios químicos o bien con un cabezal, si no se toman estas providencias la duración del muelle puede acortarse considerablemente.

iii) MUELLES A BASE DE PILAS O PILOTES: Estos muelles es tñ constituidos por una plataforma de trabajo a ba se de una retícula de traves de concreto y losa pla na o bien otra forma estructural de resolver dicha-plataforma.

Esta plataforma se apoya en un sistema de pilas ver ticales de concreto que pueden ser huecas o macizas, en esta forma se integran marcos continuos tanto en sentido transversal como longitudinal, constituidos por traves de la plataforma y las pilas verticales. Generalmente las pilas se construyen con un diame-- tro de 70 cm. mínimo pudiendo llegar a ser de gran- des dimensiones.

También puede apoyarse la plataforma en pilotes ver ticales o inclinados según convengan, en otros cas- sos verticales e inclinados, los pilotes pueden ser de madera para muelles y pasarela pequeñas o provi- sionales, en general la dimensión de los mismos es de 20 a 30 cm.

Es común la construcción de pilotes de concreto cu- yas dimensiones mínimas son de 35 x 35 cm. llegando a ser de dimensiones máximas de dichos pilotes del orden de 60 x 60 cm., también pueden hacerse pilo- tes de sección ortogonal o circular y también pilo- tes de tubo.

Se utilizan muelles apoyados en pilotes verticales y/o inclinados cuando los estratos de apoyo esten - profundos, en estas condiciones las pilas saldrían muy caras y difíciles de construir por la necesidad de penetrar en el estrato resistente y lograr el -- empotramiento, los pilotes con el apoyo en el estra to resistente es suficiente.

Cuando existen estratos resistentes a poca profundi- dad es conveniente construir muelles sobre pilas, a mayor profundidad que para las estructuras de grave

dad o bien a una profundidad en la cual también se pueden utilizar estructuras de gravedad la ventaja de la utilización de las pilas cuando hay estratos de buena capacidad es la de disminuir el número de ellas en el muelle, dada su gran capacidad.

Conveniente hacer notar que la superestructura juntamente con la subestructura deben formar marcos continuos, aunque la superestructura solamente se forme con una retícula de trabes sin losa, ya que dicha losa es como un piso y puede construirse posteriormente ya sea colando en el lugar, con elementos precolados o elementos precolados y preesforzados.

iv) MUELLES FLOTANTES: Son aquellos formados por pontones ya sea cilíndricos huecos o bien paralelepípedos de poliestireno rígido.

Son aquellos muelles que no se apoyan en el fondo -- del mar o río sino que flotan sobre el agua.

Estas estructuras son usadas en general en muelles -- para embarcaciones pequeñas por ejemplo "marinas" o bien donde la variación de mareas sea considerable. La estructura de estos muelles se hace generalmente de madera.

Su diseño se basa en el principio de Arquímedes, el muelle con la estructura de madera y los pontones se diseña para tener una sobre elevación del nivel de -- la superficie del agua dependiendo de su uso turístico o pesquero, estos muelles pueden llegar a tener -- unos postes de acero clavados en la arena que le sirven para deslizarse según la marea y mantenerse en -- la misma dirección.

v) MUELLES MIXTOS: Como su nombre lo sugiere son aquellos formados con la combinación de uno o varios de los elementos estructurales vistos.

2.- ESTUDIOS REQUERIDOS PARA EL ANTEPROYECTO DE UN MUELLE

En general los estudios físicos requieren un tiempo bastante considerable para su ejecución lo que trae como consecuencia el que sea necesario planearlos con la suficiente antelación, muchas veces esto no es posible por las necesidades urgentes de obras de infraestructura portuaria que requiere el país, dado lo cual se hace necesario concluir los estudios de tal manera que cuando menos se obtengan los datos mínimos necesarios en el tiempo disponible.

El objeto de los estudios físicos es poder dar datos adecuados, precisos y suficientes con un fin determinado, generalmente para los análisis de planeación, para el proyecto de estructuras, para determinar las características de un lugar o para el conocimiento de un fenómeno determinado.

Se desprende el hecho de que si no se cuentan con datos, no es posible realizar alguna actividad y de que si no son suficientes o poco precisos no es posible llegar a un resultado razonable digno de crédito.

Al realizar proyectos con datos insuficientes o poco precisos da como resultado que se tengan grandes posibilidades de fracaso, como ya han sucedido algunos por esta causa, o de que el ingeniero proyectista opte por la saludable medida de dar factores de seguridad elevados, lo que redundará en el incremento de los costos de la obra.

Como se puede ver, siendo los estudios físicos la base de los proyectos, es necesario hacer una correcta programación y formulación de los mismos para garantizar el que se realice un buen proyecto.

Se considera que las características mas importantes de los estudios físicos están determinadas por los siguientes factores:

- i) Las técnicas muy especializadas que es necesario utilizar.
- ii) Personal técnico muy especializado debe estar compues

to por personas muy preparadas en su ramo y poseer - cierto don de saber observar, medir, seleccionar e - interpretar los fenómenos que se estudian, además de - ben conocer en alto grado teorías existentes en su - ramo.

iii) Equipo especializado.

La necesidad de trasladarse al sitio elegido para reali- zar los estudios, lo que implica que sea requerido contar con una organización especial, denominada brigada de estudio que pueda fá- cilmente adaptarse tanto al medio ambiente en donde trabajará, co- mo al tipo de trabajo y a la forma de la administración central.

El alcance de un estudio físico esta limitado principal- mente por el alcance de las teorías que se aplicarán al estudio - del fenómeno o investigación que se pretende observar, así como - de las limitaciones del equipo y laboratorio que se utilicen.

Un estudio debe tener alcances congruentes con el obje- tivo buscado, esto es que debe depender de la importancia del pro- yecto o investigación.

Es conveniente que las personas encargadas de fijar el alcance adecuado para un estudio deban tener conocimientos sufi- cientes del fenómeno por estudiar, principalmente en los aspectos siguientes:

Técnicas de investigación, técnicas de laboratorio y po- sibilidades de las teorías aplicables.

Es necesario que los costos estén razonablemente acor-- des con la importancia de los resultados que se obtengan, en las obras portuarias fluctuan alrededor del 6% del costo total del -- proyecto, se ha observado que el no realizarlos no significa nece- sariamente un ahorro, sino que en realidad solo significa elevar considerablemente los costos de las obras y un mayor tiempo en su ejecución.

Generalmente los estudios físicos para las obras portua- rias comprenden dos clases de investigaciones, que le dan el as- pecto de un estudio efectuado en dos etapas, las características

y extensión de estas investigaciones son diferentes entre si, pero cubren los mismos temas, los estudios son los siguientes:

- i) Estudios físicos para investigación preliminar en esta etapa se adquieren los datos principales sin entrar en detalle, la rapidez es mas valiosa que la exactitud en esta investigación su objetivo es recopilar los datos necesarios para garantizar la posibilidad de construcción de las obras, para trazar el anteproyecto y para conocer los costos aproximados.
- ii) Estudios físicos para investigación detallada con base en el estudio preliminar y con los antecedentes, se hace el estudio detallado, normalmente cubrirá -- los mismos campos y otros adicionales, el detalle en esta investigación es tan importante como el tiempo requerido para hacerlo, su objetivo es proporcionar los datos que servirán de base para formular el proyecto definitivo.

Para indicar el procedimiento de construcción, señalar las especificaciones, características del proyecto y calcular los costos totales.

Los estudios físicos para las obras portuarias pueden ser:

- a) De costas y playas
- b) De bahías
- c) De desembocaduras
- d) De formaciones lagunarias y
- e) De islas y cordones litorales.

Los estudios físicos que mas se realizan en la ingeniería marítima, son los siguientes:

A. METEOROLOGICOS

Vientos
Presión atmosférica
Temperatura
Lluvias
Ciclones

B. OCEANOGRÁFICOS.- Por conveniencia se han dividido en:

DE AGUAS PROFUNDAS Oleaje
 Corrientes
 Mareas

DE AGUAS POCO PROFUNDAS. Oleaje
 Corrientes
 Mareas
 Procesos litorales
 Fenómenos específicos

Los estudios de procesos litorales tienen como objeto la investigación de:

- a) Origen y características de materiales costeros
- b) Forma y dirección del transporte litoral
- c) Relación entre abastecimiento y pérdida de material

C. GEOLOGICOS

Mecánica de suelos
Mecánica de rocas
Localización de bancos de material
Geofísicos
Geológicos, diversos

D. TOPOGRÁFICOS

Levantamientos aereofotográficos
Levantamientos hidrográficos
Levantamientos terrestres

Programación y formulación de los estudios físicos.

Para programar correctamente los estudios físicos se hace necesario en primer término definir con claridad y precisión los objetivos y el alcance de los mismos, para canalizar y dirigir debidamente los esfuerzos.

En segundo término es conveniente recabar todos los antecedentes, o sea toda la información de la zona por estudiar, --

que pueda ser útil, tomando como base estos antecedentes, se procede a hacer un análisis de los factores que influyen, directa o indirectamente, en la realización de los estudios, con el objeto de definir la extensión, tiempos de realización y costos convenientes.

2.1 BATIMETRIA.

Para el levantamiento batimétrico se requiere un equipo que registre la profundidad y otro que la sitúe.

Los aparatos para determinar la profundidad pueden ser tan simples o complicados como lo requiera el trabajo.

El método mas sencillo para conocer la profundidad, es utilizando un pedazo de plomo de forma de cono o pirámide trunca da, llamado escandallo unido a una cadena o cordón marcado con barbetes en pies o en metros, llamado sonda o sondaleza.

El escandallo podrá ser de alta mar o de puerto dependiendo de la profundidad donde se sondee, siendo el de alta mar el de mayor peso que el de puerto, con éste aparato simple es posible hacer levantamientos de importancia, no obstante son lentos en su ejecución con la desventaja de solo conocer la profundidad en el punto sondeado, se requiere el uso de una embarcación de remos o una lancha cuya velocidad sea muy lenta, para permitir un mayor número de sondeos, los puntos donde se obtenga la profundidad se marcarán desde tierra mediante un teodolito a una señal dada desde la lancha, o con un sextante desde a bordo con respecto a marcas en tierra.

Generalmente para ejecutar los sondeos, esto se registra sobre líneas o enfilaciones que facilitan el seccionamiento del área y permiten hacer un trabajo mas ordenado, se recomienda el sistema con sondaleza para trabajos de reconocimiento rápido, para áreas pequeñas o en lugares próximos a muelles donde pudiera haber variación en la profundidad registrada con aparatos electrónicos mismos que se describen mas adelante.

El aparato mas generalizado en la actualidad es la ecosonda, cuyo funcionamiento se basa en la emisión de un sonido rígido, que toca el fondo y se refleja recibiendo la señal un traductor que lo envía a un registrador.

Las formas de registro de un ecosonda pueden ser:

- a) De destello
- b) De registro
- c) Digital

- a) De destello: Es el equipo más liviano y portátil, el traductor recibe la señal y la pasa a una carátula - circular en la cual se emite un destello, indicando la profundidad en la carátula graduada, son útiles - solo para reconocimiento, ya que son poco prácticos para trabajos formales, por carecer de registro permanente.
- b) De gráfica pueden ser circulares o lineales, la señal recibida es registrada en un papel sensible dando una gráfica continua de la profundidad, este ecosonda se instala abordo de una lancha de motor, mandando mediante un botón, un impulso a la gráfica haciendo una marca que coincide con la situación tomada por los topógrafos en tierra, se tomará la hora de inicio y terminación de cada sección sondeada, para fines de hacer la corrección por marea en cada punto marcado en tierra y reducir las profundidades a un plano fijo, que puede ser el nivel de marea baja media, o cualquier otro.
- c) Ecosonda digital: Es el equipo mas moderno que existe, en el cual, las profundidades son registradas mediante una computadora en forma numérica, evitándose la interpretación de la gráfica, se usa en trabajos oceanográficos.

Para situar los puntos de los que se ha registrado la - profundidad mediante sondaleza o ecosonda, se utilizan, dependiendo de la distancia a tierra los dos métodos siguientes:

- i) Métodos topográficos convencionales
 - ii) Utilizando el shoran, loran o sistema decca.
- 1) Métodos topográficos convencionales: Estos dependerán del tipo de trabajos que se vaya a ejecutar pudiendo ser:

- 1.- Marcaciones a ojo con objetos en tierra; se hacen - secciones paralelas a la costa o margenes para reco nocimientos preliminares con escandallo o ecosonda.
Fig. 2.1

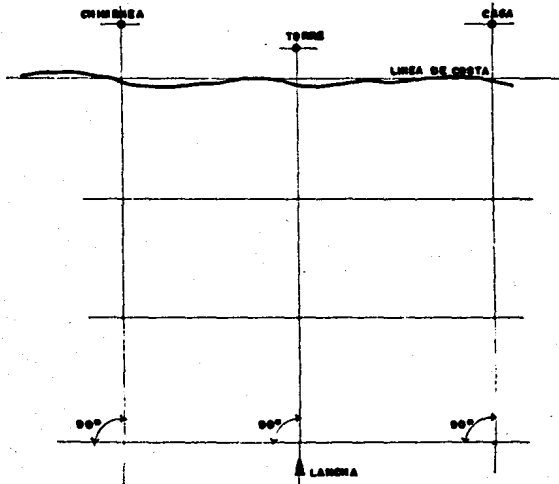


FIG. 2.1

- 2.- Con una enfilación y un aparato: Si el lugar es pro tegido y no hay corrientes, es fácil llevar enfila da una lancha sobre las marcaciones, utilizando un teodolito para tomar el ángulo entre la lancha don de va instalado el ecosonda y la línea de base .
Fig. 2.2

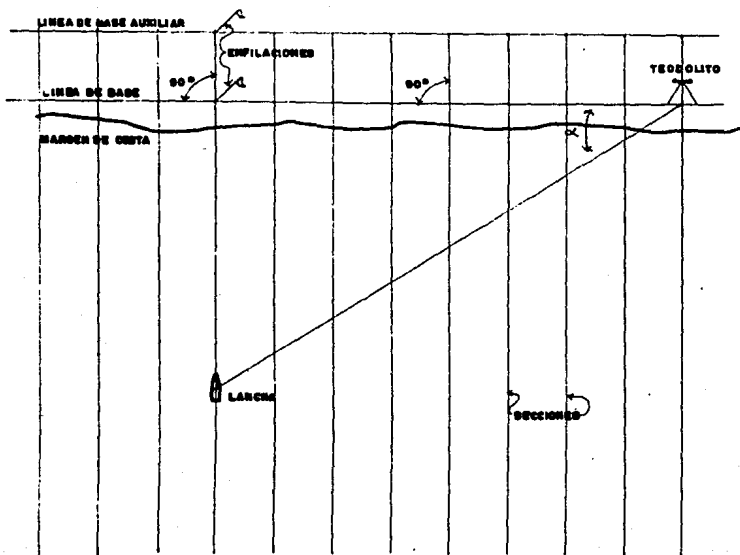


FIG. 2.2

En este método el aparato deberá colocarse en la línea de base, lo suficientemente retirado de la sección que se este sondado a fin de evitar lecturas erróneas.

En función de la longitud de la sección, de la irregularidad del fondo, de la importancia del trabajo y de la destreza del topógrafo, se podrán situar -- puntos a cada 10 ó 15 M.

3.- Con una enfilación y dos aparatos: Si se requiere mayor precisión o no es posible mantener la embarcación completamente enfilada, se utilizan dos aparatos en tierra que a una señal, marcarán la lancha su tuada la sonda por intersección de los ángulos con respecto a la línea de base. Fig. 2.3

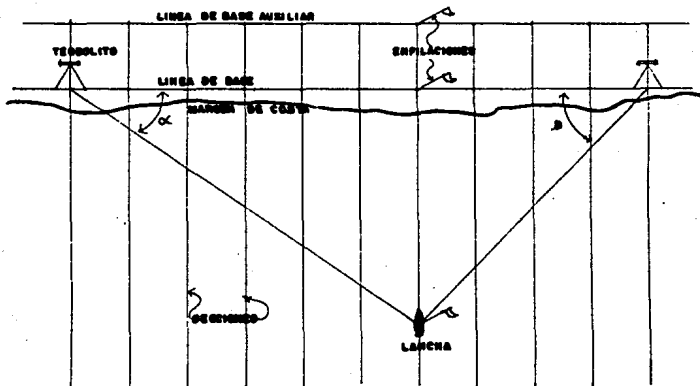


FIG. 2.3

Aunque algunas veces los puntos no queden sobre las enfilaciones, estos son de gran utilidad para efectuar un levantamiento ordenado, si el trabajo efectuado es con ecosonda y los puntos localizados no fueron suficientes, se pueden interpolar otros puntos, dado que se cuenta con una gráfica continua.

ii) Levantamiento con sistema SHORAN, LORAN O DECCA fundamentalmente todos los equipos trabajan en base al mismo principio, dos transmisores en puntos en tierra perfectamente definidos (estaciones esclavas), que emiten una señal de radio, situando el punto en altamar por intersección.

Se utiliza este sistema para trabajos muy alejados de la costa, no siempre aplicado para dragado, la mayoría de las veces para trabajos hidrográficos o para localización de estructuras mar adentro (plataformas de perforación, monoboyas, etc).

Su aplicación consiste en localizar con precisión boyas que limiten el área a levantar y apoyándose en estas marcas, efectuar el levantamiento abordo de embarcaciones con ecosonda mandándole impulsos al papel en intervalos regulares de tiempo. Fig.2.4

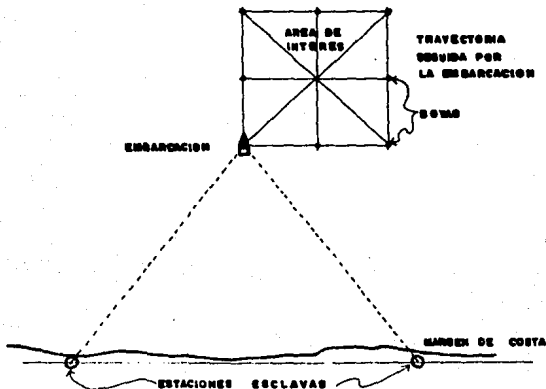


FIG. 2.4

Se describe a manera de ejemplo la realización de un levantamiento batimétrico con un ecosonda gráfica, por el método de una enfilación y dos aparatos, considerando equipo y personal.

EQUIPO .

2 TRANSITOS
1 ECOSONDA
1 LANCHAS CON MOTOR
2 BALIZAS
1 SONDALEZA DE 20 M.
1 BANDERA

PERSONAL .

2 TOPOGRAFOS
1 OPERADOR
1 OPERADOR
2 AYUDANTES
1 AYUDANTE

El procedimiento que se realiza es el siguiente; se colocan los tránsitos a cierta distancia del margen de la costa, separados aproximadamente 250 M., pudiendo ver uno del otro y sobre la línea de base.

Se hacen los seccionamientos a cada 20 M. sobre las líneas de base y auxiliar, separadas 10 M. entre si.

En la superficie del agua, el personal que va en la lancha coloca y calibra la ecosonda, de la siguiente manera se fija en la lancha la antena receptora, introducida 50 cm. en el agua, enseguida en un punto la ecosonda registra una lectura de la profundidad y se verifica con la sondaleza, en caso de no ser iguales se gradua la ecosonda, se repite la maniobra hasta que se igualen las lecturas, también se toma la lectura de la marea referido a un banco de nivel para la corrección de las profundidades en cada punto con respecto al N.B.M.M.I. o cualquier otro plano fijo, esta lectura se toma cada 15 minutos al iniciar el levantamiento.

Colocadas las balizas de enfilación en la primera sección (de derecha a izquierda ó viceversa).

La lancha se coloca en la enfilación a cierta distancia de la costa dependiendo del área del levantamiento batimétrico, todo preparado, en la lancha se toma la hora, se enciende la eco-

sonda en ese instante el de la bandera manda la primera señal a los topógrafos, en tierra los topógrafos toman la lectura del ángulo que tiene dicho punto, después en gabinete por intersección de los ángulos registrados se localiza dicho punto, con su profundidad correspondiente, registrada en el ecosonda, donde se registra continuamente la profundidad, los puntos se registran cada 30 segundos sobre cada enfilación y avanzando la lancha, se les da la indicación con la bandera a los topógrafos -- que deben tomar la lectura correspondiente del ángulo del punto.

En el papel registrador del ecosonda se marca cada punto con una línea vertical en todo lo ancho del papel, a un lado de esta línea se escribe la hora, número de enfilación y número de punto.

Los topógrafos en sus libretas anotan por enfilación -- marcando el número de enfilación, ángulo, número de punto y la hora.

Para representar el levantamiento batimétrico en el -- restirador se fijan dos alfileres en la misma dirección representando los tránsitos, colocando hilos a cada alfiler, a estos hilos se les da el ángulo correspondiente tomado por cada tránsito y en la intersección se localiza dicho punto, anotando la profundidad correspondiente después de hacer su corrección a cada punto, y por interpolación uniendo puntos de igual profundidad se obtienen las líneas de igual profundidad obteniendo la -- batimetría del lugar.

2.2 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

El proyecto de una cimentación, de un muro de retención ó análisis de estabilidad de taludes, etc., no puede efectuarse de una manera inteligente y satisfactoria, a menos que el proyectista tenga como mínimo una concepción razonablemente exacta de las propiedades físicas de los suelos que debe considerar.

Las investigaciones del terreno y las de laboratorio necesarias para obtener una información esencial, constituye lo que se denomina, exploración del suelo, o reconocimiento del terreno, estudio del subsuelo y estudio de mecánica de suelos.

La finalidad de una exploración geológica son la determinación de las propiedades mecánicas de los suelos, las características estratigráficas e hidrológicas del subsuelo, así como la obtención de muestras para pruebas y estudios de laboratorio.

Dependiendo del objetivo que persiguen se pueden clasificar en estudios de exploración para:

Cimentaciones en general.

Aprovechamiento de bancos de materiales.

Con fines de dragado.

Análisis de estabilidad de taludes.

Determinación de las profundidades de socavación.

Geológicos diversos, otros.

Dependiendo del tipo de exploración se pueden clasificar en:

Indirectos: Son los métodos en los cuales no se obtiene alguna muestra y cuyos resultados son obtenidos en forma indirecta. Pueden ser:

- a) Veleta
- b) Penetración cónica dinámica
- c) Penetración cónica estática
- d) Prospección geofísica
- e) Fotogeología.

Directos: Son aquellos procedimientos en que el reconocimiento del suelo se hace a través de las muestras obtenidas, las cuales pueden ser representativas o no representativas, a su vez, según su obtención, estas pueden ser muestras alteradas o no alteradas.

Entre estos procedimientos se pueden considerar los siguientes:

- a) A cielo abierto: Excavaciones, tuneles, trincheras, galerías, etc.
- b) Por medio de perforaciones: Con barras helicoidales, posteadoras o equipo similar.
 - Por percusión
 - Por presión
 - Por rotación
 - Por lavado

Dependiendo de la forma de realizar la exploración, el muestreo se puede clasificar en: Continuo y no continuo.

Para obtener muestras del suelo en las perforaciones exploratorias, se utiliza una cuchara o tubo saca-muestras que se baja con las mismas barras de sondeo utilizadas para el barrenado o para la punta de inyección. El sacamuestras entonces es forzado o hincado en el terreno para ser luego retirado con la muestra en su interior.

El nombre que comunmente se les da a los métodos de exploración depende del procedimiento, de los tipos y dimensiones de la cuchara o muestreador utilizados.

Sin embargo, ninguno de los métodos de exploración es igualmente adecuado a todas las condiciones que puedan presentarse en el terreno, por lo que se han desarrollado una gran variedad de métodos, se describen solo brevemente algunos de los más usuales.

Tipos de muestreadores:

- i) Muestreadores exploratorios: Dentro de este grupo se encuentran las barras helicoidales, las cucharas - - muestreadoras, los tubos ranuradores y los muestreadores de copa, se usan para el avance y limpieza de perforaciones, para muestrear materiales no cohesivos blandos, las muestras logradas son seriamente al teradas y en ocasiones solo son muestras no representativas.
- ii) Muestreadores guiados: Son tubos que se hincan con un movimiento lineal a lo largo de su eje. Se dividen en dos grupos, los muestreadores abiertos y los de pistón, ambos son tubos abiertos en su extremo inferior, en el muestreador abierto el suelo penetra en el conforme se va hincando, mientras que en el de pistón es posible forzar el muestreador a través del terreno que no se desea muestrear, y solo se retira el pistón al encontrar el terreno que se desea muestrear.

Con estos muestreadores es posible obtener muestras inalteradas representativas, dependiendo del diseño del muestreador y del cuidado que se tenga al operar o lo cuál es muy conveniente para determinar, a través de ensayos de laboratorio, las propiedades físicas de los materiales cohesivos.

- iii) Muestreadores de barril: Este tipo de muestreadores en lugar de desplazar el material como los muestreadores guiados, lo corta y lo saca al exterior con ayuda de fluidos de perforación, pueden ser muestreadores de barril simple o de barril doble, siendo los últimos los que mas ventajas presentan.

El muestreador de barril doble esta formado por dos tubos concéntricos que giran independientemente, - - mientras el interior sirve solo para tomar muestra, el exterior sirve para cortar el material por medio de la broca que tiene en su extremo inferior.

Se usa ventajosamente en rocas y suelos duros, repre

sentando una mayor eficiencia en la toma de muestras profundas.

Todos los muestreadores de barril doble eliminan la torsión y abrasión sobre la muestra, lo que no sucede con los muestreadores de barril sencillo.

MÉTODOS DE EXPLORACION MAS USUALES:

A cielo abierto.

De penetración estandar

Muestreo con tubo Shelby, Olsson y Porter

Muestreo con barril doble, tipo Denisón y W.L.

De rotación

De lavado.

Solo se comentarán los aspectos mas generales de cada uno de estos métodos.

Sondeo a Cielo Abierto: Presenta la ventaja de que no se necesita equipo especial para realizarlo, de que se pueden obtener muestras representativas inalteradas del tamaño que se desee, y de que se pueden observar a simple vista los detalles de las formaciones.

Método de Penetración Estandar: Es el método mas simple para obtener una idea sobre el grado de compactación del suelo in situ, consiste en contar el número de golpes que se requieren para hincar un muestreador especial treinta centímetros en el terreno, con un peso determinado y una altura de caída fija.

Fue diseñado por Terzaghi para conocer la capacidad relativa de las arenas, aplicandose también para conocer de una manera muy tosca la consistencia natural de las arcillas. Tiene la ventaja de que permite obtener muestras al teradas casi continuas, así como conocer la variación de la resistencia a la penetración en la profundidad explorada, este es un método muy versátil que permite obtener -- una serie de datos muy importantes a muy bajo costo, siendo relativamente fácil de ejecutar debe de usarse para --

muestrear estratos de arena, debido a todo lo anterior probablemente es el método mas usado en el muestreo de suelos.

Muestreo con Tubo Shelby, Olsson, y Porter. En estos métodos el muestreador se hinca a presión.

El tipo Shelby es muy económico pudiendo utilizarse -- ventajosamente alternandolo con el de penetración estandar, se usa para muestrear suelos cohesivos de consistencia blanda en donde el número de golpes obtenidos por el método de penetración estandar sea menor de quince, permite obtener un sondeo continuo con muestra representativas inalteradas en los estratos de arcilla blanda, que son los que producen mayores problemas en el diseño de las cimentaciones, todas las muestras obtenidas por el muestreo tipo Shelby se envían a laboratorio para sus ensayos.

Los muestreadores guiados de pistón tipo Olsson, California o Porter se usan en suelos arcillosos de consistencia muy blanda, en donde el material no puede detenerse y extraerse con un muestreador tipo Shelby, este tipo de muestreo resulta mas costoso.

Muestreo con Barril Doble: Tipo Denisón y Wire Line: En estos métodos el muestreador se hinca a rotación, se utiliza en suelos cohesivos en donde el método anterior descrito no puede utilizarse, o sea, en suelos cohesivos de consistencia dura, el muestreo tipo Wire Line también sirve para muestrear roca blanda.

Estos tipos de muestreo se usan con poca frecuencia debido a que el tipo de suelo para el cual son apropiados pocas veces presenta problemas serios de cimentación.

Muestreo de Rotación: Este tipo de muestreo se utiliza en suelos duros o rocas, puede hacerse con recuperación de muestras inalteradas, el material se corta con brocas de diamante o acero al tungsteno, principalmente

te, las cuales tienen un cierto número de vías de agua para facilitar la abrasión de la roca.

Muestreo de Lavado: Es un método exploratorio rápido y económico que se utiliza para conocer aproximadamente la estratigrafía del suelo, frecuentemente ocasiona -- errores en la identificación de los suelos y el marcar la frontera de los estratos, conviene usarlo como auxiliar en otros métodos de perforación para avanzar en el sondeo, si se hace una comparación de los costos totales que representaría realizar un programa de exploración por este método y los que representaría realizarlos por el de penetración estandar, se vería que la diferencia es muy pequeña, teniendo este último método ventajas muy notorias en cuanto a la calidad y cantidad de los datos que se obtendrían.

La utilización de los métodos geofísicos puede redundar en la economía ya que permite reducir las magnitudes de las exploraciones directas, también son muy convenientes para la determinación y localización de cavernas.

La fotogeología es una herramienta muy útil para determinar a un costo muy reducido las características geológicas superficiales de una área muy extensa, lo que representa enormes ventajas en la localización de bancos de materiales, si se correlaciona con información previa de sondeos realizados en la zona es posible a -- grandes rasgos, tener una idea del subsuelo.

FORMULACION DEL PROGRAMA DE EXPLORACION GEOLOGICA.

- i) Definido el objetivo y localización del estudio, se hace acopio de los antecedentes, si estos no existen, entonces se procederá a realizar un programa de investigación preliminar.
- ii) Se hace el análisis de los factores directos; Alcances, extensión, tiempo de realización y costos.

Para poder adaptar el programa de exploración a los requerimientos de una obra dada y obtener los datos esenciales con un mínimo de tiempo y dinero, el ingeniero debe hallarse familiarizado con los elementos y procedimientos existentes para explorar el subsuelo, con los métodos para analizar y clasificar los resultados de ensayos de laboratorio y de ensayos en el terreno, y con las incertidumbres que encierran los resultados que se obtienen con los diferentes métodos de exploración del suelo.

Como comentarios: La profundidad de los sondeos dependerá de la función y características de la obra proyectada.

El número de sondeos dependerá de las características del terreno (uniforme o errático), de la magnitud de las cargas impuestas por las estructuras al terreno y de las características y funciones de la estructura proyectada.

Para investigar si la obra no sufrirá asentamientos excesivos es preciso efectuar, por lo menos, un sondeo hasta una profundidad mayor de vez y media el ancho de la superficie rectangular cargada, si la superficie de carga es irregular, resulta apropiado determinar la distribución de incrementos de esfuerzos verticales inducidos por la carga a lo largo de una vertical que pase por el centro del área cargada, a la profundidad mínima de exploración, no debe sobrepasar el 10% del esfuerzo vertical.

Cuando se teme un deslizamiento por cortante de los materiales de cimentación, se recomienda llevar los sondeos hasta una profundidad superior a aquellos donde ocurren los máximos esfuerzos cortantes.

Si con base en los estudios geológicos previos, para exploraciones con fines de dragado, se supone que el subsuelo es uniforme, se separan los sondeos de 150 a 200 M. para áreas de mediana extensión, localizando los sondeos iniciales en las esquinas y los siguientes hacia el centro. Finalmente, pueden ser varios los criterios que rigen la obra.

iii) Se hace el análisis de los factores indirectos.

(condiciones ambientales, afectaciones al medio y decisiones políticas y sociales regionales).

- iv) Se procede a formular y ejecutar el programa de exploración.

REPRESENTACION DE LOS DATOS GEOLOGICOS.

Los datos proporcionados por la exploración geológica deberán presentarse en un registro de campo, junto con un informe de trabajo, la clasificación de los suelos deberá hacerse -- con base en el sistema unificado de clasificación de los suelos, la clasificación de las rocas deberá hacerse de acuerdo con su especie mineralógica, en el registro de campo de los sondeos se deberá anotar el porcentaje de recuperación de muestras, la velocidad de avance, el color del agua de retorno a la perforación, el nivel freático, las pérdidas de agua parciales o totales, la presencia de aguas artesianas, el tipo de muestreador utilizado, el uso de dinamita, las dimensiones del equipo y cualquier información que pueda ser útil.

Las muestras obtenidas se deberán enviar al laboratorio debidamente empacadas, clasificadas, localizadas y numeradas:

Con base a los datos de campo y de laboratorio se procede a dibujar un perfil de suelos de la zona estudiada, con -- sus relaciones gravimétricas y volumétricas, clasificación de -- suelo, características físicas, mecánicas y de plasticidad.

Al final de este trabajo se presenta un perfil de suelos típico.

2.3 ESTUDIO DE MAREAS.

La marea es la subida o bajada del nivel del mar, es decir la oscilación periódica del nivel del mar, es una diaria o dos al día.

La importancia del conocimiento acerca de las mareas, puede ser por las siguientes razones:

- Reclamación de áreas costeras
- Cierre o apertura de bocas
- Problema de seguridad de estructuras
- Problema de intrusión salina.

Para su origen o causa las mareas se clasifican en:

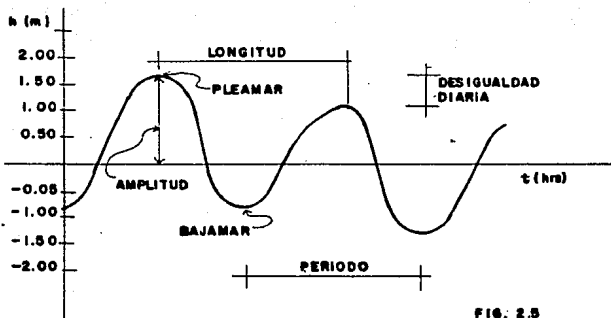
- i) Mareas astronómicas.
- ii) Mareas de tormenta
- iii) Mareas hidráulicas.

i) MAREAS ASTRONOMICAS.

NEWTON en 1687, en su teoría estática en la cual mostró la atracción gravitacional entre el sol, luna y tierra, proporcionando la noción esencial de la fuerza de atracción que los astros tienen sobre las moléculas líquidas, produciendo las mareas.

En 1799 LAPLACE, presentó su teoría dinámica con más detalles y el panorama fue poco más claro, estableciendo que el nivel del mar en un punto determinado es la consecuencia de:

- a) OSCILACIONES LIBRES; En donde las características -- (período y amplitud), son función de las dimensiones del vaso o recipiente que constituye los océanos.
- b) OSCILACIONES FORZADAS: Producto de la acción (atracción) perturbadora de los astros (luna y sol), que son los que determinan las características de la marea, Fig. 2.5



a) Explicar la acción de la luna se hace en base a las consideraciones siguientes:

- a) La tierra está totalmente cubierta con una capa de agua.
- b) La luna está en el plano del ecuador
- c) No existe rotación de la tierra.

Según la ley de la gravitación universal, Fig. 2.6

$F = m/d^2$, si "d" es 50 veces

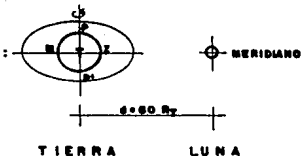
el radio terrestre R, la

atracción en los puntos

N y Z con respecto a T es:

$$F_z = m/(60R)^2 - m/(59R)^2$$

$$F_n = m/61R)^2 - m/(60R)^2$$



Estas diferencias son muy pequeñas y no producen efectos sobre la masa sólida del globo, pero en cambio lo producen sobre las moléculas líquidas dando elevaciones del nivel del agua en N y Z y depresiones P y P'.

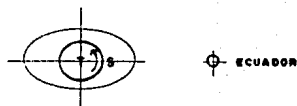


FIG. 2.6

Lo que ocurre que se presentan dos mareas en el punto "S" en 27.3 días, según el movimiento de la luna alrededor de la tierra.

De las consideraciones la primera es falsa, la segunda, la tierra hace un ángulo de 66.5° con el plano de la luna y la tercera no es válida, ya que todos sabemos realmente si tiene movimiento, y la situación real es la siguiente en el punto "S" de la figura, habrá por lo tanto dos pleamares y dos bajamares en un período de alrededor de 25 horas en el punto "S", llamada marea semidiurna con un período aproximado de 12 hr. 25 minutos, gobernada por la rotación de la tierra y la traslación de la luna alrededor de la tierra.

Además, debido a la influencia combinada del sol y la luna, será un poco menor de 12 hr. 50 minutos en marea muerta y ligeramente mayor en marea viva.

Además de las mareas semidiurnas existen otros dos tipos, diurna y mixta, Fig. 2.7

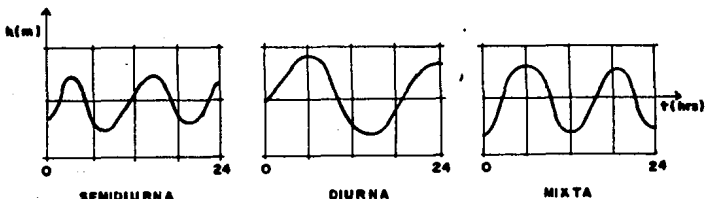


FIG. 2.7

Explicar, porqué en un cierto lugar de la tierra se presenta uno de los tres tipos, es muy difícil, las mareas, entradas a los océanos por el sur, son reflejadas por los continentes, -- amortiguadas debido a los efectos de aguas bajas e incrementadas con mareas que provienen de el otro extremo de un continente, etc.

MAREAS VIVAS Y MAREAS MUERTAS.

La posición relativa de los astros produce diferencia de amplitud de las mareas, durante las sizigias (luna llena y luna nueva), sus acciones se suman, y durante las cuadraturas (cuarto creciente y cuarto menguante), se restan.

Por lo tanto, las mareas de mayor amplitud se manifiestan enseguida de luna llena y luna nueva, y se llaman mareas vivas, las mareas de menor amplitud durante los cuartos crecientes y cuarto menguante se llaman mareas muertas, Fig. 2.8

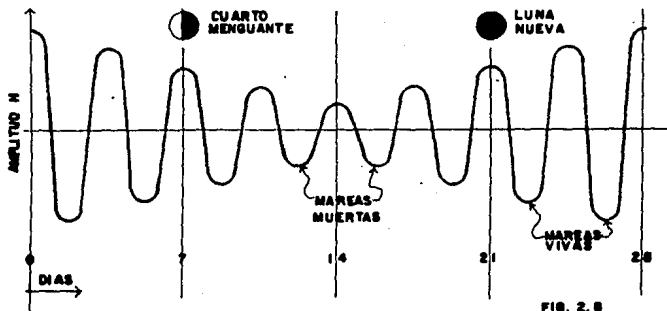


FIG. 2.8

ii) MAREAS DE TORMENTA.

Se define a la marea de tormenta como el aumento (o disminución) del nivel del agua arriba (o abajo) del nivel esperado, debido a la acción del esfuerzo del viento sobre la superficie del agua.

La marea de tormenta suele ser muy importante en áreas costeras sujetas a vientos ciclónicos o huracanos, ya que pueden causar aumento o disminución de los niveles del agua debido a las mareas astronómicas. Por lo que, para el caso de algunos proyectos específicos es de vital importancia tomar en cuenta su efecto

to, en el caso de mareas de tormenta positiva (aumentó) el viento sopla contra la costa considerada y en el caso contrario (disminución) el viento sopla en dirección opuesta.

iii) MAREAS HIDRAULICAS.

Se denomina marea hidráulica la efecto que se produce en la onda de marea al propagarse en un estrecho o en el golfo que se angosta en su extremo, un caso típico de ella es el fenómeno que ocurre en el golfo de California (puerto Peñasco), en donde la amplitud de la marea en la parte norte es bastante mayor que la correspondiente en la comunicación con el - - Océano Pacífico.

APARATOS PARA LA MEDICION DE LAS MAREAS.

Las estaciones que sirven para obtener los registros de los niveles generados por las mareas, cualquiera que sea su índole, se les puede clasificar en primarios y secundarios.

La primera cuenta con aparatos y/o instalaciones por un espacio de tiempo relativamente grande, mientras que las secundarias se instalan para cumplir necesidades específicas de algún proyecto de pequeña magnitud, siendo operadas durante corto tiempo.

Los aparatos destinados a la medición de las ondas de marea, se clasifican en dos: Mareómetros y mareógrafos.

Mareómetro o regla de mareas: Son indicadores del tipo más común y corriente, sin ningún mecanismo o dispositivo para realizar un registro automático de los niveles, por lo que es necesario que una persona efectúe las lecturas, en intervalos de tiempo (una hora generalmente), fijadas de acuerdo a las necesidades del estudio y del lugar, consiste en una escala graduada - (puede ser un estadal), lo cual es conveniente que se fije en un lugar apropiado, por ejemplo un pilote de un muelle, algún maci-

zo rocoso, o teniendo que instalarse en mar abierto se recurre al auxilio de una torre, la longitud de la escala quedará en función de la variación máxima que la marea pueda tener en el lugar que se trate.

Mareógrafo: Están constituidos por algún mecanismo o dispositivos, que permiten obtener un registro constante de los niveles del agua para cualquier fase de la marea.

Los mareógrafos, a su vez, se pueden dividir en atención a la naturaleza del dispositivo que usan en: mecánicos, eléctricos y electrónicos:

Los tipo mecánico y electrónico digital son los más usados en nuestro país. Fig. 2.9

- 1.- CASETA DE PROTECCION
- 2.- MESA PARA SOSTENER EL MAREOGRAFO
- 3.- MAREOGRAFO STANDARD
- 4.- POLEAS FIJAS
- 5.- CONTRAPESO
- 6.- FLOTADOR DE LATON
- 7.- TUBO DE 12" \varnothing TRATADO CONTRA LA ACCION DEL MAR Y CON PERFORACIONES

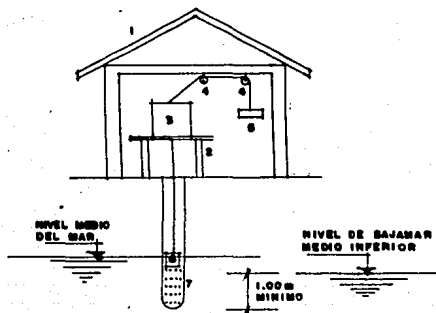


FIG. 2.9 MAREOMETRO MECANICO

2.4 ESTUDIO DEL OLEAJE.

Oleaje: La importancia del conocimiento de sus características es básico para el diseño de las obras que forman un - - puerto.

Las características del oleaje se pueden determinar por medio de las fuentes siguientes: SEA AND SWELL CHARTS, OCEAN WAVE STATISTICS, e información obtenida localmente en el sitio de la obra, que es la que aporta datos mas precisos, pero menos - - usual debido a que representa un alto costo.

Son de considerable valor estadístico aquella serie de observaciones realizadas en un determinado número de años, la re presentación de la información recabada es a base de cartas sinópticas, pudiendose obtener de ellas el valor de la altura significativa, que resulta del promedio del tercio superior del oleaje correspondiente al mas alto.

Predicción del oleaje: Se denomina al procedimiento de cálculo que se realiza para conocer las características del oleaje, producido por una perturbación meteorológica como puede ser un ciclón o huracán, para tal efecto, existen diversos criterios o metodología.

Cabe señalar que para la aplicación práctica de cualquiera de ellos es necesario contar con los datos siguientes, Fig. 2.10

L = LONGITUD DE ONDA

H = ALTURA DE ONDA

A = AMPLITUD DE ONDA $H/2$

C = CELERIDAD

T = PERIODO

F = FRECUENCIA $1/T$

D = PROFUNDIDAD

B = TRAYECTORIA.

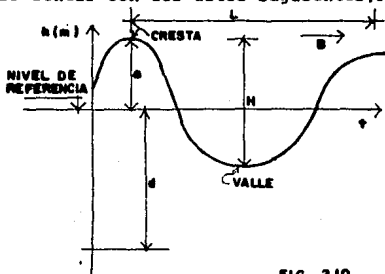


FIG. 2.10

Como se sabe el oleaje se caracteriza por ser irregular y aleatorio, se desarrolla practicamente en tres dimensiones, se han desarrollado varias teorías para analizarlo matemáticamente el fenómeno, pudiendolas ordenar, cronológicamente en: GERSTNER (1804), AIRY (1847), STOKES (1847), BORGMAN (1958), SKJELBRET -- HENDRICKSON (1961).

Todos los investigadores llevan a cabo sus estudios, tomando en cuenta, por lo general lo realizado por sus antecesores, se puede decir que sus conclusiones son similares, pudiendo resumirse los resultados en:

a) **Orbita de las partículas**

- i) **Oscilatorias;** la partícula líquida describe órbitas cerradas.
- ii) **Cuasioscillatorias:** Orbitas no cerradas con ligero movimiento neto.
- iii) **De translación:** Si el movimiento orbital es una translación con transporte de masa, fenómeno típico de una ola en rotura. Fig: 2.11

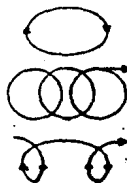


FIG. 2.11

b) **Perfil de onda, Fig. 2.12**

- 1. Senoidal
- 2. Trocooidal
- 3. Solitaria
- 4. Cnoidal

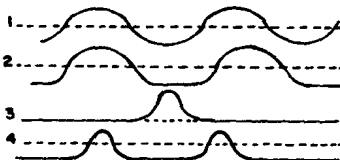


FIG. 2.12

Las teorías se caracterizan en base a los perfiles que describen las ondas, de un determinado de olas o de un "tren de olas", que varía entre ellas.

Desplazamiento de las partículas de agua; aguas profundas, aguas intermedias y aguas bajas Fig. 2.13

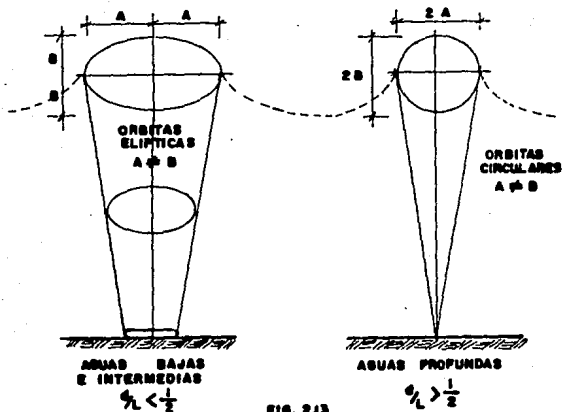


FIG. 2.13

Los principales agentes generadores del oleaje son:

- a) Vientos
- b) Terremotos
- c) Mareas
- d) Navíos

En función del periodo T, el oleaje se puede clasificar en:

- a) Muy cortas (ondas capilares)
- b) Normales (oleaje) 3 - 20 seg.
- c) Largas (tsunami) 15 seg.
- d) Muy largas (mareas) 12 - 24 hr.

Para el estudio de ciertas estructuras de los puertos su jetas a la acción del oleaje, muchas veces es necesario conocer -- las alturas de ola con relación a un periodo de retorno determinado, para ello es necesario extrapolar los datos estadísticos con -

que se cuenta y asociarlos con una función de probabilidad, uno de los métodos mas conocidos para tal efecto es el de M. LARRAS, cuya expresión es:

$$H_n = A \log P.$$

H_n = Es la altura de ola esperada (mts.) para un período de retorno de "n" años.

A = Es una constante (pendiente de la recta de regresión)

P = Es la probabilidad de ocurrencia (%), igual $1/n$ de años expresado en días.

Para la aplicación del método, es necesario graficar en - papel semilogarítmico los valores de las frecuencias acumuladas - de las alturas de ola y obtener la recta de regresión.

FENOMENOS QUE MODIFICAN EL OLEAJE.

a) REFRACCION DEL OLEAJE

Conforme la profundidad disminuye, el fondo empieza a - - afectar el movimiento de las partículas del agua debido al efecto de fricción, mismo que provoca una reducción en la velocidad de -- propagación y en la longitud de onda. .

Esto es, cuando un tren de olas, de un determinado período, entra en aguas bajas ($d/L < 1/25$), las distintas partes de las - crestas se desplazan con diferentes velocidades, provocando que la cresta se deforme o doble en su trayectoria horizontal, de tal forma que tiende a hacerse paralela a las líneas batimétricas sobre de las que se propaga.

La importancia de la refracción del oleaje, se debe, a -- que prácticamente todas las estructuras marítimas se construyen en aguas bajas o intermedias, donde las olas sufren considerables cambios debido a su efecto.

El efecto de la refracción del oleaje es importante para determinar:

- 1) Las características de las olas en aguas finitas, a --

partir de las correspondientes en aguas profundas - (d/L 1/2), en donde no tiene influencia el fondo.

- ii) Determinar concentración y dispersión de energía.
- iii) Definir los ángulos de incidencia de los frentes de ola con respecto a la línea de costa, los que permiten calcular la tendencia y magnitud de transporte litoral.

Además de la refracción causada por el fondo, las olas -- pueden refractarse por corrientes y por algún otro fenómeno que provoque que una parte del frente de ola se desplace más rápidamente que la otra.

5) DIFRACCIÓN DEL OLEAJE.

La difracción del oleaje es fundamentalmente una transferencia de energía de una zona a otra, se presenta cuando el es interrumpido por un obstáculo que impide su paso a la zona posterior del mismo.

El obstáculo puede ser natural (islas) o artificiales (rompeolas), las ondas se curvan a su alrededor y penetran dentro de la zona protegida, diciéndose que se presentó una "expansión lateral".

Al incidir una ola sobre el morro de un rompeolas, hay una zona donde la ola no se modifica, la cual está limitada por el "límite de alimentación", sufriendo la ola difracción en la zona comprendida entre el límite de expansión y alimentación.

El límite de expansión es una recta tangente al morro que forma un ángulo de 45° con la perpendicular a él, por su parte, el límite de alimentación queda definido por la línea tangente al morro, colineal a las ortogonales de la ola incidente, fig. 2.14

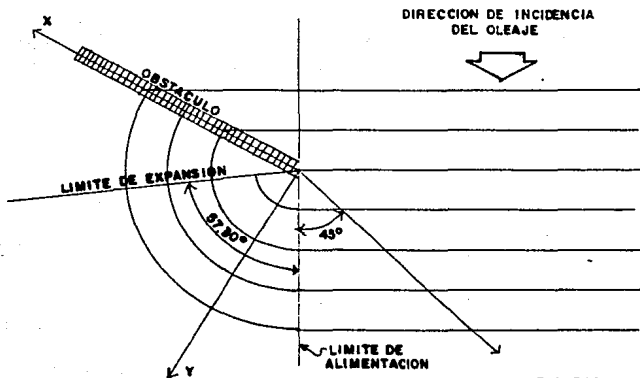


FIG. 214

c) REFLEXION DEL OLAJE.

Al incidir una onda sobre una determinada superficie - (vertical o inclinada), ésta cambia las características de la onda, tanto en dirección y altura, los cuales dependen del ángulo de incidencia, del talud y rugosidad de la superficie, a este fenómeno se le conoce como reflexión.

Este fenómeno es un factor importante en el proyecto de un puerto o zona en que sea necesario que exista cierta calma, - ya que una mínima cantidad de energía que penetre puede inducir a una "resonancia", que podría poner en peligro a las embarcaciones.

Al tener estructuras con paredes verticales: Muros de - contención, rompeolas y malecones que son altamente reflejantes, amplifican repetidamente la onda.

Las estructuras donde la reflexión es total, se produce un movimiento estacionario llamado "clapotis o chapoteo", debido a la interacción de los trenes de onda (incidente y reflejante), dando como resultado el aumento de la altura de la onda y la ve-

locidad de las partículas en la base de la estructura, provocando con ello socavaciones, peligrando la estabilidad de la misma.
 Fig. 2.15.

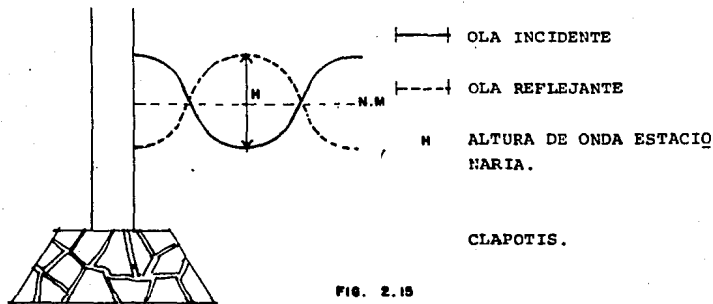


FIG. 2.15

REFLEXION EN PLAYAS: La energía reflejada en una playa es función de su pendiente, permeabilidad, rugosidad, ángulo de incidencia del oleaje y su relación de esbeltez.

REFLEXION EN ESTRUCTURAS: Al incidir el oleaje en una estructura, parte de su energía se refleja, otra se trasmite a la estructura y puede llegar a disipar si la ola rompe.

REFLEXION EN ESTRUCTURAS DE ENROCAMIENTO: Las estructuras de enrocamiento amortiguan en gran medida la energía del oleaje, los factores más importantes para ello son el talud, el tamaño de las rocas y la relación de vacíos.

2.5 ESTUDIO DE CORRIENTES.

En general se puede definir a las corrientes, como el desplazamiento de una masa de agua, determinadas por dos características: dirección y velocidad.

La dirección de una corriente es el rumbo hacia el cual se dirigen.

La velocidad de una corriente se expresa tradicionalmente en nudos (1 nudo = 1 milla marítima por hora = 1853 m/h).

Las corrientes para su estudio se pueden dividir en:

- i) Corrientes oceánicas
- ii) Corrientes por marea
- iii) Corrientes inducidas por el viento
- iv) Corrientes en la costa producido por oleaje.

En función de su área de influencia se pueden clasificar en corrientes locales y generales.

i) CORRIENTES OCEANICAS.

Las causas que generan las corrientes oceánicas son esencialmente dos: viento y gradiente.

Viento como elemento generador opera por efecto del arrastre de las moléculas superficiales, las cuales a su vez, por rozamiento actúan sobre las moléculas más profundas, según sea la intensidad y persistencia del viento y también, dependiendo de que haya o no elementos que se opongan al mantenimiento del flujo de aguas, por lo tanto, este tipo de corrientes se puede decir que en general son prácticamente superficiales y de poca intensidad, este tipo de corrientes coinciden en dirección con los vientos generales planetarios y tienen una dirección más o menos constante en el transcurso del año.

El gradiente como elemento productor de las corrientes es determinado por las diferencias de densidad de las masas de agua, el cual es función de la temperatura y la salinidad, es por ello que algunas corrientes presentan componentes en el plano ver-

tical, que implica el transbase de masas de agua de uno a otro plano potencial o estrato.

La armonía de las corrientes también es influenciada; por la configuración litoral, la topografía del fondo, la inercia de - la misma corriente, la aportación de agua dulce, la fuerza de coriolis y la temperatura del agua, son los principales agentes que definen un determinado comportamiento.

ii) CORRIENTES POR MAREA.

La elevación y descenso periódico del nivel del agua genera movimientos notables en las masas líquidas, sobre todo en zonas costeras, en donde la comunicación con el mar --abierto está relativamente restringido (estuarios, bahías, entradas a puerto, desembocaduras, etc), generan las llamadas corrientes de marea.

A su vez, este tipo de corrientes se subdividen en "corrientes rotativas"; cuando su rumbo varía escalonadamente conforme la roza de los vientos, en uno u otro sentido, a medida que la marea progresa, "corrientes pendulares"; cuando el sentido de la corriente cambia según el estado de la marea (flujo o reflujo), y "corrientes hidráulicas"; caracterizadas por el efecto de represamiento de las --aguas, producido por una especial configuración de la costa.

Las características primordiales de este tipo de corrientes es su periodicidad que puede ser diurna, semidiurna o mixta, según la marea astronómica.

Los efectos producidos por las corrientes de marea interesan al ingeniero, por lo general, en las zonas inmediatas al litoral, en zonas del mar profundo estas corrientes --mantienen una rotación periódica, por causa de la fuerza de coriolis con velocidades relativamente bajas, por el --contrario, en las proximidades de las costas y especialmente en las zonas estrechas, como las antes mencionadas, las velocidades pueden llegar a ser bastante considerables dando lugar a problemas de diversa índole, como pue-

de ser el transporte de sedimentos, acceso de puertos, transporte de contaminantes, etc.

iii) CORRIENTES INDUCIDAS POR EL VIENTO.

Cuando el viento sopla sobre la superficie libre del mar, se produce un esfuerzo cortante sobre el agua y las partículas líquidas, que cuando el viento no actuaba describían orbitas elípticas casi cerradas al paso de las olas, ahora tendrán una resultante de -- translación importante, originando el movimiento de la masa de agua en cierta dirección, formando las corrientes.

iv) CORRIENTES PRODUCIDAS POR OLEAJE.

El fenómeno de oleaje que para ciertos valores de la profundidad del fondo en relación a la altura de ola, esta tiende a romper, modificando sustancialmente las características del transporte de la masa líquida, y en consecuencia, provocando corrientes, que son las que originan y regulan, en su mayor parte, el movimiento de los sedimentos costeros.

En función de la dirección de su movimiento, estas corrientes se clasifican en dos tipos:

- a) Corrientes normales a la costa
- b) Corrientes paralelas a la costa.

a) CORRIENTES NORMALES A LA COSTA: Son generadas por la necesidad de evacuación del volumen de agua sobrante que ha sido empujado y acumulado contra la playa en la estría, debido a la acción del oleaje y del viento, este exceso de volumen se manifiesta con una sobre-elevación del nivel del mar en la zona de rompiente.

La importancia de este tipo de corrientes estriba en que producen una clasificación en los sedimen-

tos en las playas, la cual interviene en su balance o estabilidad.

- b) **CORRIENTES PARALELAS A LA COSTA:** Lo más común en una - playa es que el oleaje incida formando un cierto ángulo con ella, es decir oblicuamente, bien sea debido a la refracción que sufre en su acercamiento o por la dirección con que fué generada, debido a ello se formará una corriente paralela a la costa localizada entre la línea de rompientes y la orilla esta corriente recibe el nombre de "corriente litoral" o corriente a lo largo de la costa.

MEDICION DE CORRIENTES.

Para la medición de las corrientes marinas, se pueden emplear diferentes dispositivos, uno de los mas sencillos es el flotador deriva, el cual permite conocer la velocidad de la corriente a la profundidad deseada, así como la dirección son soltados desde tierra a cada determinado tiempo, en base a puntos conocidos de una poligonal playera. fig.

Corrientómetro mecánico o electrónico, estos aparatos se introducen desde una lancha y registran la velocidad en base a una propela calibrada y un contador de revoluciones, fig.

Existen otros corrientómetros electrónicos mas sofisticados los cuales operan fondeados en el fondo del mar, recuperándose periódicamente el cassette en donde graban la información registrada de dirección y velocidad de las corrientes.

2.6 ESTUDIO DE VIENTOS.

Viento: Es una corriente horizontal y/o vertical de aire que circula con relativa proximidad a la superficie terrestre o marítima, se debe a las desigualdades de la densidad del aire, a las presiones bajas y altas, al excesivo calentamiento del aire, hace que se dilate y se aneme de un movimiento ascendente dejando un lugar vacío en el lugar en donde se dilato, o centro de baja presión barométrica, este vacío se llena con aire más denso - que procede de otras regiones de alta presión.

Atendiendo a su dirección los vientos se clasifican en

- CONSTANTES O REGULARES: Soplan en una dirección todo el año.
- PERIODICOS: Invierten su dirección con las estaciones del año o con el día y la noche.
- IRREGULARES: Son los que carecen de periodicidad y soplan en una y otra dirección indiferentemente.

Atendiendo a su extensión podemos clasificar a los vientos en:

- GENERALES O PLANETARIOS
- LOCALES.

El viento es el principal generador de oleaje y su efecto sobre las costas es permanente, provocando, además mareas de viento y fuerzas sobre las estructuras, de ahí su importancia de su estudio desde el punto de vista de las obras marítimas y la ingeniería de costas.

ELEMENTOS QUE CARACTERIZAN EL VIENTO.

- a) DIRECCION b) INTENSIDAD O VELOCIDAD c) FRECUENCIA .

- a) DIRECCION: Para definirla se utiliza la denominada - "Rosa de los vientos", que no es mas que un limbo -- circular que puede estar dividido en 4, 8, 16 y 32 partes.
- b) INTENSIDAD: Se expresa en unidades de longitud sobre las de tiempo (m/seg., km/hr. y nudo), para su medición se utiliza la escala internacional llamada de - Beaufort.
- c) FRECUENCIA: Número de veces con que el viento incide en cierto sitio.

ISOBARA: Líneas que unen puntos en el espacio en los -- cuales hay una misma presión atmosférica en un momento dado, las unidades para medir la diferencia de presión entre isóbaras entre si es de 3 ó 5 milibares.

DIAGRAMAS DE LENZ.

Los diagramas de Lenz son representaciones vectoriales- de las características que definen a un viento, los cuales se - grafican comunmente en "Rosas de vientos" de 16 direcciones, la información que se plasma en los diagramas puede ser representa tiva de r \acute gimenes mensual, trimestral, anual o de un periodo ma yor de observaci3n, para un determinado sitio.

Tradicionalmente se manejan 3 tipos de diagramas, mis-- mos que son:

- Diagramas de frecuencia o de "n"
- Diagramas de velocidad media o de "nv"
- Diagramas de velocidad m \acute xima cuadratica o " V^2_{max} "

DIAGRAMAS DE FRECUENCIA "n". Representa el n \acute mero de veces (n) con que el viento incide en cierta direcci3n, al viento que sopla con mayor frecuencia se le denomina "viento reinante".

DIAGRAMAS DE VELOCIDAD MEDIA "nv": Se grafica en este - diagrama los productos de las frecuencias por las velocidades -

medias de presentación, se conoce como diagrama de agitación o de Lenz.

DIAGRAMAS DE VELOCIDAD MAXIMA CUADRATICA " v_{max}^2 ", con templa los datos concernientes al cuadrado de la velocidad maxima de presentación, al viento que sopla con mayor intensidad se le llama "viento dominante".

APARATOS DE MEDICION.

ANEMOMETRO: Indica la velocidad y dirección del viento en forma simultánea, logrando tal objetivo por medio de un tacómetro que se liga a través de un engranaje a un eje vertical en cuyo extremo superior tiene una serie de aspas cóncavas o copas adosadas a una curceta (los hay de 3 y 4 copas), tiene una carátula en donde se puede ver directamente tanto la velocidad como la dirección del viento incidente.

ANEMOGRAFO: Este aparato cuenta adicionalmente con un mecanismo de graficación que imprime sus trazos en un papel -- graduado, que va colocado en un tambor que se desplaza mediante un mecanismo de relojería, la graduación vertical define la velocidad y la horizontal el tiempo.

2.7 TRANSPORTE LITORAL.

Acarreo litoral es el fenómeno que se lleva a cabo en una playa, por medio del cual las partículas sólidas de que esta compuesta se transportan a lo largo de ella, y se realiza principalmente entre la línea de playa y la zona de rompiente, aunque también fuera de ésta existe transporte.

En el diseño de obras en un puerto es importante predecir si se tendrá una condición de equilibrio o existirá erosión o despositación y determinar las cantidades involucradas.

La cantidad del transporte de sólidos, expresada como masa o volumen por unidad de tiempo y dirección, puede ser determinada por mediciones en el campo o por métodos analíticos, las causas que provocan el transporte de sedimentos en las costas son básicamente las corrientes y el oleaje, provocan esfuerzos cortantes sobre los sedimentos sólidos y hacen que sean transportados en suspensión o por el fondo a distancia mas o menos grandes y depositados en zonas tranquilas, por ello antes de emprender la realización de una obra es preciso tomar en cuenta las posibles interacciones entre el fluido en movimiento y los sedimentos del fondo sobre los que actúa este, que depende del gradiente de velocidades en el fluido, turbulencias, geometría del fondo, naturaleza de los materiales, espesor del sedimento en movimiento, porosidad y cohesión de los depósitos y características del fluido entre otras.

El propósito de este trabajo no es adentrarse en el transporte de sedimentos, si no dar a conocer su importancia, para tal efecto, se enuncian las principales propiedades físicas del agua y de las partículas sólidas, estudiando su comportamiento bajo la acción de las corrientes y el oleaje y las obras que se usan en el control de sedimentos.

El equilibrio de una partícula sobre un fondo es perturbado cuando el efecto resultante de las fuerzas (de arrastre, sustentación y viscosidad) que actúan sobre la partícula, llegan a ser mayores que las fuerzas estabilizadoras como la gravedad y la cohesión, la resistencia al transporte se debe

al diámetro de la partícula, cohesión, tiempo de sedimentación y tipo de flujo.

Bajo la acción del oleaje, los sedimentos están sometidos a diferentes fuerzas unas provienen directamente del movimiento - orbital de las partículas del agua en las cercanías del fondo, -- otras de las corrientes en la capa límite y de las corrientes de compensación, además, una corriente paralela a la costa, debida a la incidencia oblicua del oleaje, cuya magnitud en un temporal es semejante a la de un gran río en época de avenidas, adicionalmente, en la parte alta de la playa, al precipitarse sobre estas el oleaje, se producen desplazamientos de los sedimentos en "zig-zag" o diente de sierra que llegan a ser de gran importancia.

El movimiento de sedimentos que se produce en la costa se realiza generalmente en dos zonas que son: parte interior y la parte exterior, la parte interior a su vez subdivide, en dos zonas, que se conocen como; zona de rompiente y zona de estrán.

Tomando en cuenta el sentido de movimiento de los sedimentos bajo la acción del oleaje se tienen dos tipos; transversal y longitudinal, el movimiento longitudinal conocido también como -- transporte litoral, es mas importante que el transversal en problemas de azolvamiento de los accesos portuarios.

El transporte litoral se efectua principalmente siguiendo dos procesos:

- 1.- Por el efecto de la ola al precipitarse sobre la parte alta de la playa.
La ola ascendente transporta sedimentos en dirección de la ola y desciende por la línea de mayor pendiente, produciendo un transporte en dientes de sierra.
- 2.- Debido a la rompiente de la ola y a la corriente longitudinal.
El sedimento en esa zona (rompiente) sigue un camino análogo al que se tiene en lo alto de la playa y la - corriente longitudinal acarrea los sedimentos como si fuera una corriente permanente, llamandose corriente en la rompiente.

Cuando las olas rompen, ya sea en rompiente progresiva o de colapso (lo mas común), su energía es disipada en gran parte por turbulencia, los granos de arena son -- arrancados del fondo y puestos en suspensión temporalmente por esta turbulencia.

Una porción de la masa de agua de la cresta de la ola se derrama enfrente de costa en las capas superiores - de la zona de rompiente, transportando arena con ella, esta agua disipa su energía restante por el efecto del lamido sobre la playa, parte de esta agua producto del lamido regresa al mar por filtración, pero la mayoría lo hace por la superficie, aparte, debido a que el regreso del agua es menos turbulento, una menor cantidad de arena se regresa hacia el exterior de la playa en - comparación con la que fué transportada hacia el interior; la anteplaya por lo tanto, crece ligeramente durante esta condición.

CUANTIFICACION DEL TRANSPORTE LITORAL.

La cuantificación del transporte litoral puede hacerse -- por tres diferentes métodos:

a) MEDICION DIRECTA b) FORMULAS EMPIRICAS c) O AMBOS .

a) MEDICION DIRECTA.

- i) Espigón de prueba.
- ii) Trazadores flourescentes y/o radiactivos
- iii) Fosas de prueba

i) Los espigones de prueba se construyen con el objeto de retener el transporte de sedimentos y así medir - físicamente mediante seccionamientos playeros, la -- longitud del espigón debe rebasar la línea de rom- piente.

- ii) Los trazadores fluorescentes y/o radiactivos, consiste en colorear arenas o marcar con radiactividad, - en donde el material sembrado debe de tener las mismas características de las partículas del sitio de estudio, por lo general la muestra a marcar se toma del sitio de estudio, la cuantificación y dirección del movimiento de los sedimentos se logra, recolectando muestras en sitios determinados y por el número de granos marcados que se encuentre se determina la magnitud del transporte de sedimentos.
- iii) Fosas de prueba, se utilizan cuando se desea conocer el transporte en la zona exterior de la playa, - estableciendo las dimensiones de la fosa de antemano para poder cuantificar los depósitos, este método no muestra claramente su procedencia.

b) FORMULAS EMPIRICAS.

La cuantificación del transporte de sedimentos mediante formulas empíricas resulta poco confiable, por el gran número de ellas, desarrolladas por diferentes investigadores y bajo condiciones diferentes, pero la mayoría coincide que la energía del oleaje es la causa del acarreo litoral.

3. ANALISIS Y DISEÑO DEL MUELLE.

EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE ANTEPROYECTO, SE SELECCIONA EL SITIO ADECUADO DEL MUELLE, CONTINUANDO CON EL ANALISIS Y DISEÑO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL MUELLE.

3.1 LEVANTAMIENTO TOPOHIDROGRAFICO Y LOCALIZACION DEL SITIO DEL MUELLE FIG. 3.1

LOCALIZACION :

PARQUE INDUSTRIAL
SANCHEZ TABOADA

EMBARCACION:

SARDINERO TIPICO

CALADO MINIMO : 2.62 mts
CALADO MAXIMO : 5.78 mts

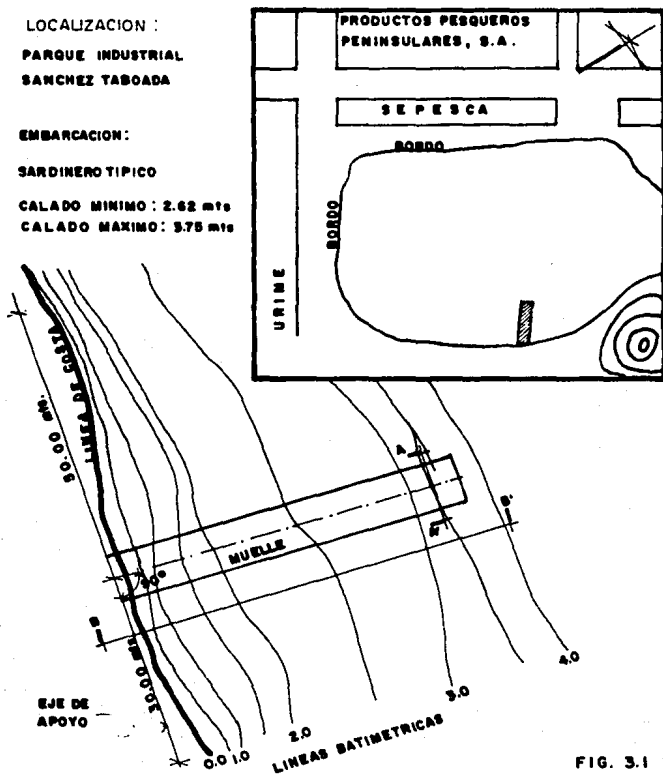


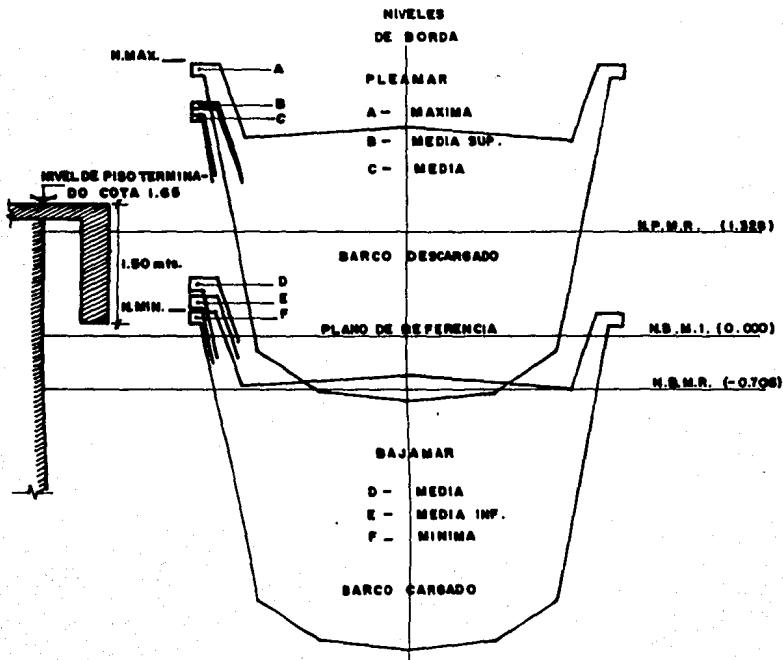
FIG. 3.1

3.2 DETERMINACION DE LA ALTURA DEL MUELLE FIG. 3.2

GUAYMAS, SON. LAT. 27° 55.5' N ; LONG. 110° 53.5' W

REGISTROS DE ENERO DE 1962 A DICIEMBRE DE 1973.

PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA	1.326 M.	NIVEL DE MEDIA MAREA	0.463
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	0.831 M.	NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	0.172
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	0.779 M.	NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	0.000
NIVEL MEDIO DEL MAR	0.474 M.	BAJAMAR MINIMA REGISTRADA	- 0.706



POSICIONES CRITICAS DE ATRAQUE.

FIG. 3.2

3.3 PROPUESTA DE LAS DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS DEL MUELLE.

EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS DETERMINA EN BASE A LOS SONDEOS Y RESULTADOS DE LABORATORIO, EL DIAMETRO MINIMO DE LAS PILAS POR CARGA AXIAL, EN ESTE CASO, RESULTO UN $\phi = 80.00$ cms. CONSIDERANDO UNA LOSA DE 8.50 mts. DE ANCHO Y 30.00 cms. DE ESPESOR. FIGS. 3.3a y 3.3b.

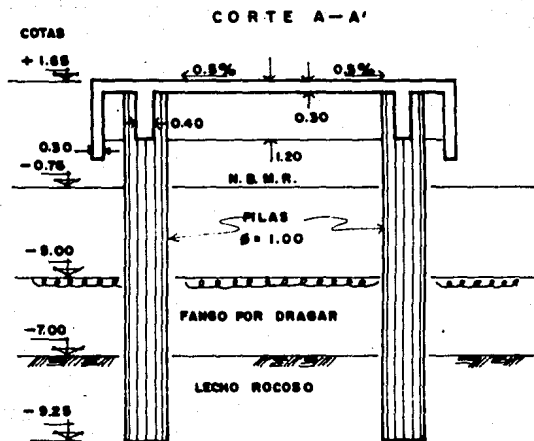


FIG. 3.3a

DEL ANALISIS DE LOS ESTUDIOS BASICOS Y DE LAS CARACTERISTICAS DE LA EMBARCACION CONSIDERADA, SE PROPONE UN ANTEPROYECTO DEL MUELLE CON LAS SIGUIENTES DIMENSIONES :

SUBESTRUCTURA : PILAS DE 1.00m. DE DIAMETRO Y 7.60m. DE LONGITUD.

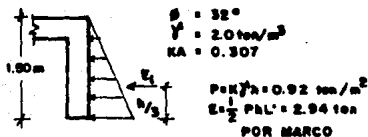
SUPERESTRUCTURA: UNA PLATAFORMA DE 58.50 mts. DE LONGITUD CON UN ANCHO DE 8.50 mts. EN TRAMOS LONGITUDINALES DE 8.00mts. Y VOLADOS DE 1.25 mts., TRAMOS TRANSVERSALES DE 600 mts. Y VOLADOS DE 1.25 mts., CABEZAL DE 075x1.20 mts., TRABE DE 040x1.20mts., PANTALLA DE 0.30x1.50mts. Y LOSA DE 0.30mts.

SOLICITACIONES :

- EMPUJE DE TIERRAS
- FUERZA DE ATRAQUE
- FUERZA DE VIENTO
- FUERZA SISMICA
- CM + CV + P_s

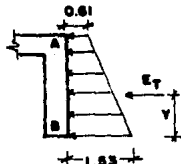
3.4 EMPUJE DE TIERRAS

1.- RELLENO DE PIEDRA

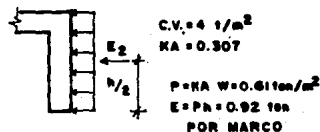


SUMANDO

1 Y 2



2.- SOBRECARGA (50% C.V.)



$$E_T = \frac{P_1 + P_2}{2} h L = 6.92 \text{ ton. POR MARCO}$$

$$\gamma = \frac{E_1 h/3 + E_2 h/2}{E_1 + E_2} = 0.56$$

3.5 FUERZA DE ATRAQUE

$$M'' = \frac{\pi}{4} C_M L^2 \rho_w$$

$$M'' = 297.46 \text{ Tons.}$$

$$M_T = M' + M'' = 597.46 \text{ Tons.}$$

$$E_c = \frac{M_T V_0^2}{49} = 1.37 \text{ Ton-m.}$$

1a ALTERNATIVA

USANDO UNA DEFENSA DE H Z
CILINDRICA DE 400x200x1200

$$E_A = \frac{1.37}{1.5} = 0.91 \text{ Ton-m}$$

SEGUN DE GRAFICAS PAG. 19
NO PASA.

M'' VOLUMEN DE AGUA DESPLAZADA.

M' DESPLAZAMIENTO CARGADO.

ρ_w PESO ESPECIFICO DEL AGUA.

V₀ VELOCIDAD DE ATRAQUE

E_c ENERGIA CINETICA

2a ALTERNATIVA

USANDO UNA DEFENSA DE H I
CILINDRICA DE 400x200x1200

$$E_A = \frac{1.37}{1.5} = 0.91; \text{ TENEMOS}$$

UNA DEFLEXION DEL 46% ⇒ R = 10.5 Tons.
R_T = 10.5 x 1.5 = 15.75 Tons.

3.6 FUERZA DE VIENTO

$$C_M = C_M - \frac{P_n}{C_D E M} = 2.61 \text{ m.}$$

$$h_0 = P_n \cdot 1.1 - C_M = 1.41 \text{ m.}$$

$$P_v = \frac{\rho V^2}{18} \cdot K \cdot 1.3 = 82.70 \text{ kg/m}^2$$

$$A_0 = h_0 E \cdot 1.1 = 40.71 \text{ m}^2$$

$$F_v = P_v A_0 \cdot 1.5 = 3.8 \text{ Tons.}$$

SUPONEMOS QUE BARCO SE VA
AGARRAR DE 2 BITAS.

$$F_v / 2 \text{ BITAS} = 1.91 \text{ Tons.}$$

∴ USAREMOS BITAS DE 2 TONS.

P_n = PONTE NETO 0.60

D = DESPLAZAMIENTO.

C_D = COEF. DE AFINAMIENTO F(D,V).

P = PUNTAL.

h₀ = ALTURA EXPUESTA.

A₀ = AREA EXPUESTA.

P_v = PRESION DEL VIENTO

V = VELOCIDAD DEL VIENTO

NOTA: SE PUEDE CONSIDERAR QUE
DE UNA BITA SE AGARRAN
2 BARCOS ∴ BITAS DE 4 TONS.

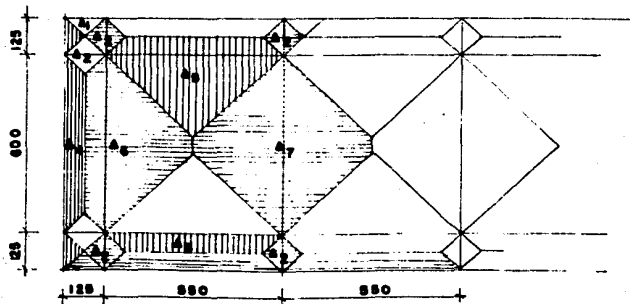
3.7 ANALISIS DE LA CARGA MUERTA

CABEZAL = $0.75 \times 1.20 \times 2.4 = 2.16 \text{ TONS/M}$

TRADE LONG. = $0.40 \times 1.20 \times 2.4 = 1.15 \text{ TONS/M}$

PANTALLA = $0.30 \times 1.50 \times 2.4 = 1.08 \text{ TONS/M}$

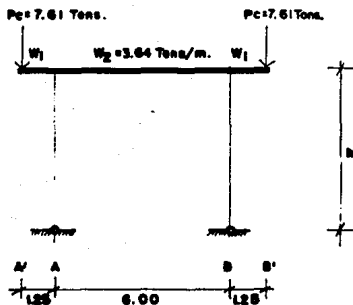
LOSA = $0.30 \times 2.4 = 0.72 \text{ TONS/M}^2$



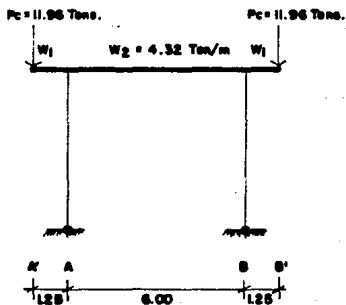
$A_1 = 0.39 \text{ m}^2$
 $A_2 = 0.78 \text{ m}^2$
 $A_3 = 3.05 \text{ m}^2$
 $A_4 = 3.38 \text{ m}^2$
 $A_5 = 10.61 \text{ m}^2$
 $A_6 = 12.30 \text{ m}^2$
 $A_7 = 17.88 \text{ m}^2$

CARGA MUERTA

CABEZAL 1



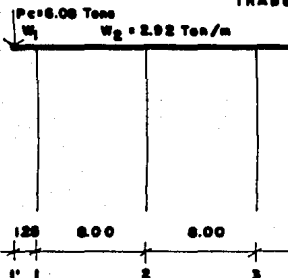
CABEZAL 2



CABEZAL 1

TRAMO AA' Y BB'
 $P_c = P_p + P_L = 7.61$ Tons. 8.70
 $W_1 = P_p + W_{AT} = 2.61$ Tons/m 2.61

TRAMO AB =
 $W_2 = P_p + W_{AT} = 3.64$ Ton/m



CABEZAL 2

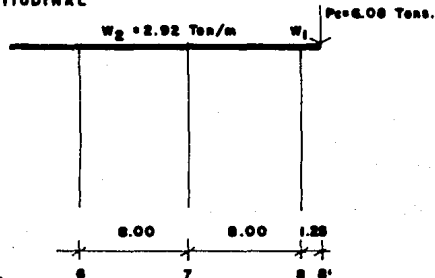
TRAMO AA' Y BB'
 $P_c = P_p + P_L = 11.96$ Tons. 8.14
 $W_1 = P_p + W_{AT} = 2.61$ Tons/m

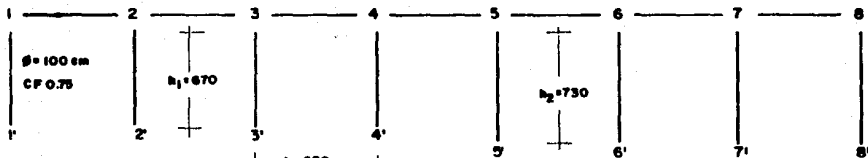
TRAMO AB
 $W_2 = P_p + W_{AT} = 4.31$ Ton/m
 TRAMO LONGITUDINAL

TRAMO LONGITUDINAL

TRAMO I' I Y B' B'
 $P_c = P_p + W_{AT} = 6.08$ Tons
 $W_1 = P_p + W_{AT} = 1.60$ Ton/m

TRAMOS INTERIORES
 $W_2 = P_p + W_{AT} = 2.54$ Ton/m





$$I_0 = \frac{\pi D^4}{64} = 4.908750.00 \text{ cm}^4$$

$$I_L = \frac{b h^3}{12} = 8.750000.00 \text{ cm}^4$$

$$K_i = C_i \frac{I_i}{L_i}$$

$$F_i = -0.5 \frac{K_i}{\sum K_i}$$

FACTORES DE DISTRIBUCION ANGULAR

NUDO 1	NUDO 2,3,4	NUDO 5,6,7	NUDO 8
$K_{11} = C_1 \frac{I_1}{L_1} = 8.494.87$; $F_{11} = -0.2108$ $K_{12} = C_2 \frac{I_2}{L_2} = 7.800.00$; $F_{12} = -0.2080$ $\sum K_i = 16.294.87$; $F_{11} = -0.5$ $16.997.87$	$K_{21} = 7.200.00$; $F_{21} = -0.1810$ $10.472.75$; 0.1991 $K_{22} = 7.200.00$; $F_{22} = -0.1810$ $10.472.75$; 0.1991 $K_{23} = 8.494.87$; $F_{23} = -0.2108$ -0.1929 $\sum K_i = 18.894.87$; $F_{21} = -0.58$ $26.449.55$	$K_{54} = 7.200.00$; $F_{54} = -0.1822$ $10.472.75$; -0.2018 $K_{55} = 7.200.00$; $F_{55} = -0.1822$ $10.472.75$; -0.2018 $K_{56} = 8.494.87$; $F_{56} = -0.2108$ -0.1929 $\sum K_i = 18.245.84$; $F_{54} = -0.5971$ $25.988.79$; $F_{54} = -0.58$	$K_{77} = 7.800.00$; $F_{77} = -0.2040$ $10.472.75$; -0.1978 $K_{78} = 8.005.24$; $F_{78} = -0.2000$ -0.1929 $\sum K_i = 15.245.84$; $F_{77} = -0.58$ $18.518.97$

FACTORES DE DISTRIBUCION LINEAL.

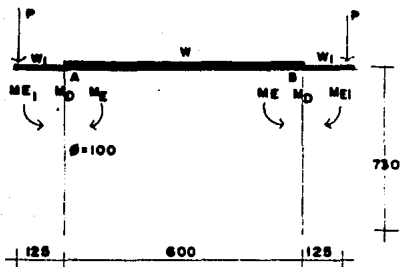
$$h_1 = 730, h_2 = 670, h_3 = 730 \quad C_{11} = \frac{h_1}{h_2} = 1.09; C_{21} = \frac{h_1}{h_3} = 1.0 \quad ; \quad m_1 = 0.75$$

$$\left(m_{11} C_{11}^2 K_{11} \right) / 4 = 17.968.22 \quad ; \quad \frac{F_{11} C_{11}^2 K_{11}}{\sum K_i} = -0.249 \quad ; \quad m_{11} C_{11}^2 K_{11} = -0.2056 \times 4$$

$$\left(m_{22} C_{22}^2 K_{22} \right) / 4 = 15.129.72 \quad ; \quad \frac{F_{22} C_{22}^2 K_{22}}{\sum K_i} = -0.2266 \quad ; \quad m_{22} C_{22}^2 K_{22} = -0.178 \times 4$$

$$\frac{F_{21} C_{21}^2 K_{21}}{\sum K_i} = -0.58$$

CARGA MUERTA.



$$W_1 = 2.81 \text{ Ton/m}$$

$$W = 4.32 \text{ Ton/m}$$

$$P = 8.14 \text{ Tons}$$

$$C_{1c} = 0.75$$

$$C_{1T} = 1.00$$

$$I_c = \frac{\pi D^4}{64} = 4908750.00 \text{ cm}^4$$

$$I_T = \frac{a b^3}{12} = 10800000.00 \text{ cm}^4$$

$$K_c = C_{1c} \frac{I_c}{L_c} = 5043.24 \text{ cm}^3$$

$$K_T = C_{1T} \frac{I_T}{L_T} = 18000.00 \text{ cm}^3$$

NUDO A

$$M_{E1} = P L_1 + \frac{W L_1^2}{2} = 12.21 \text{ Ton-m}$$

$$M_E = \frac{W L^2}{12} = -12.96 \text{ Ton-m}$$

$$M_D = M_E + M_1 = -0.75 \text{ Ton-m}$$

FACTORES DE DISTRIBUCION ANGULAR.

NUDO A = NUDO B

$$K_T = 18000.00$$

$$K_c = 5043.24$$

$$K_i = 23043.24$$

$$F_{AB} = (0.5) \frac{K_T}{K_i} = -0.390$$

$$F_{AA'} = (0.5) \frac{K_c}{K_i} = -0.110$$

$$F_i = -0.500$$

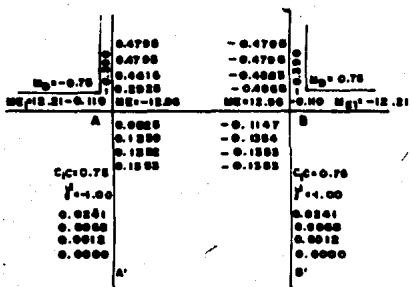
FACTORES DE DISTRIBUCION LINEAL

$$m = 0.75, C_1 = 1.0, K_i = \frac{I_c}{L^2} = 6724.32 \text{ cm}^3$$

$$C_1 \left[m; C_1^2 K_i \right] = 10088.48 \text{ cm}^3$$

$$Y_1 = -1.5 \frac{K_i C_1}{2(m; C_1 K_i)} = -1.00$$

$$E M; C_1 Y_1 = -1.50$$



MOMENTOS FINALES

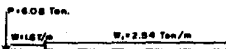
NUDO A = NUDO B

$$M_{AA'} = +0.27 \text{ Ton-m}$$

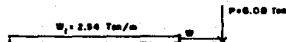
$$M_{AB} = -12.48 \text{ Ton-m}$$

$$M_{AO} = +12.21 \text{ Ton-m}$$

$$M_B = 19.44 \text{ Ton-m}$$



CARGA MUERTA



$$M_E = P \cdot L_1 + \frac{W L^2}{2} = 8.85 \text{ Ton-m.}$$

$$M_E = \frac{W L^2}{12} = -6.40 \text{ Ton-m.}; \quad M_0 = M_E + M_D = 2.45 \text{ Ton-m}$$

	-0.8857	0.1760	0.1760	-0.0395	-0.0395	0.0099	0.0099	-0.0119	-0.0119	0.0374	0.0374	-0.1886	-0.1886	0.8845
	-0.8857	0.1761	0.1761	-0.0391	-0.0391	0.0098	0.0098	-0.0108	-0.0108	0.0366	0.0366	-0.1886	-0.1886	0.8845
	-0.9006	0.1733	0.1733	-0.0396	-0.0396	0.0099	0.0099	-0.0090	-0.0090	0.0319	0.0319	-0.1859	-0.1859	0.8850
	-0.9026	0.1689	0.1689	-0.0318	-0.0318	0.0082	0.0082	-0.0083	-0.0083	0.0003	0.0003	-0.0000	-0.0000	0.8258
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	0.00	0.00	-8.48
M ₀	8.85	-6.40	-6.40	6.40	-6.40	6.40	-6.40	6.40	-6.40	6.40	-6.40	6.40	-6.40	6.40
M ₁₂	-0.379	-0.1981	-0.1981	-0.1981	-0.1981	-0.1981	-0.1981	-0.2018	-0.2018	-0.2018	-0.2018	-0.2018	-0.2018	-0.3379
M ₁	-0.172	2	-0.1038	3	-0.1089	4	-0.1099	5	-0.0971	6	-0.0971	7	-0.0971	8
	-0.4209	0.0824	0.0824	-0.0168	-0.0168	0.0083	0.0083	-0.0008	-0.0008	0.0001	0.0001	-0.0000	-0.0000	0.3976
	-0.4478	0.0923	0.0923	-0.0168	-0.0168	0.0082	0.0082	-0.0018	-0.0018	0.0152	0.0152	-0.0799	-0.0799	0.4291
	-0.4839	0.0923	0.0923	-0.0208	-0.0208	0.0076	0.0076	-0.0080	-0.0080	0.0177	0.0177	-0.0900	-0.0900	0.4296
	-0.249	-0.4939	-0.206	0.0923	-0.249	0.0036	-0.2286	0.0098	-0.2286	0.0180	-0.2286	0.0907	-0.2286	0.4296

MOMENTOS FINALES:

NUDO 1.

$$M_{10} = 8.85 \text{ Ton-m}$$

$$M_{12} = -7.96 \text{ Ton-m}$$

$$M_{11} = -0.89 \text{ Ton-m}$$

NUDO 2.

$$M_{21} = 5.89 \text{ Ton-m}$$

$$M_{22} = 0.20 \text{ Ton-m}$$

$$M_{23} = -6.09 \text{ Ton-m}$$

NUDO 3.

$$M_{32} = 6.50 \text{ Ton-m}$$

$$M_{33} = -0.03 \text{ Ton-m}$$

$$M_{34} = -6.47 \text{ Ton-m}$$

NUDO 4.

$$M_{43} = 6.40 \text{ Ton-m}$$

$$M_{44} = 0.02 \text{ Ton-m}$$

$$M_{45} = -6.42 \text{ Ton-m}$$

NUDO 5.

$$M_{54} = 6.50 \text{ Ton-m}$$

$$M_{55} = 0.00 \text{ Ton-m}$$

$$M_{56} = -6.40 \text{ Ton-m}$$

NUDO 6.

$$M_{65} = 6.46 \text{ Ton-m}$$

$$M_{66} = 0.06 \text{ Ton-m}$$

$$M_{67} = -6.52 \text{ Ton-m}$$

NUDO 7.

$$M_{76} = 6.06 \text{ Ton-m.}$$

$$M_{77} = -0.17 \text{ Ton-m.}$$

$$M_{78} = -5.89 \text{ Ton-m.}$$

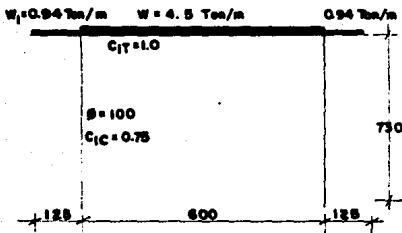
NUDO 8.

$$M_{87} = 7.98 \text{ Ton-m}$$

$$M_{88} = 0.87 \text{ Ton-m}$$

$$M_{80} = 0.85 \text{ Ton-m}$$

3.8 CARGA VIVA



$$I_c = \frac{\pi D^4}{64} = 4\,908\,750.00 \text{ cm}^4$$

$$I_T = \frac{bh^3}{12} = 10\,800\,000.00 \text{ cm}^4$$

$$K_c = C_1 \frac{I_c}{L_c} = 8\,043.24 \text{ cm}^3$$

$$K_T = C_1 T \frac{I_T}{L_T} = 18\,000.00 \text{ cm}^3$$

$$M_1 = \frac{W L^2}{2} = 0.75 \text{ Ton-m}$$

$$M_E = \frac{W L^2}{12} = -12.50 \text{ Ton-m}$$

$$M_D = M_E + M_1 = -12.77 \text{ Ton-m}$$

FACTORES DE DISTRIBUCION ANGULAR

NUDO A = NUDO B

$$K_T = 18\,000.00$$

$$K_c = 8\,043.24$$

$$EK = 23\,043.24$$

$$F_{AB} = 0.5 \frac{K_T}{EK} = -0.390$$

$$F_{AA} = 0.5 \frac{K_c}{EK} = -0.110$$

$$EF_i = -0.500$$

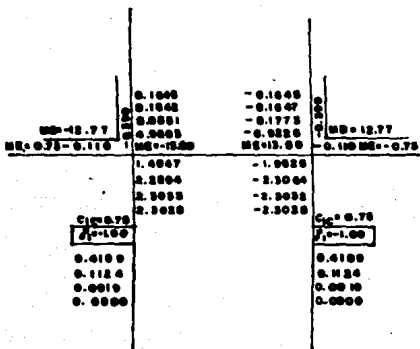
FACTORES DE DISTRIBUCION LINEAL

$$m = 0.75, C_1 = 1.0, K_i = \frac{I_c}{L_c} = 6\,124.32 \text{ cm}^3$$

$$E [m C_1^2 K_i] = 10\,066.48 \text{ cm}^3$$

$$f_{i-1} = 1.5 \frac{K_i C_1}{E (m C_1^2 K_i)} = -1.00$$

$$EM_i C_1 f_i = -1.50$$



MOMENTOS FINALES

NUDO A = NUDO B

$$M_{AA}' = 4.60 \text{ Ton-m}$$

$$M_{BB}' = -5.33 \text{ Ton-m}$$

$$M_{AO} = 0.75 \text{ Ton-m}$$

$$M_C = 20.25 \text{ Ton-m}$$

CARGA VIVA.

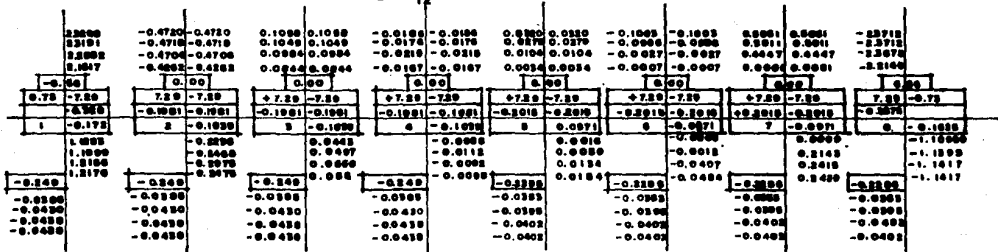
$W = 0.84 \text{ Ton/m}$ $W_1 = 2.84 \text{ Ton/m}$

$W = 2.84 \text{ Ton/m}$ W

$$M_D = \frac{W_1 L^2}{8} = 0.73 \text{ Ton-m.}$$

$$M_D = M_E M_{G1} = 0.86 \text{ Ton-m.}$$

$$M_E = \frac{W L^2}{12} = -7.29 \text{ Ton-m}$$



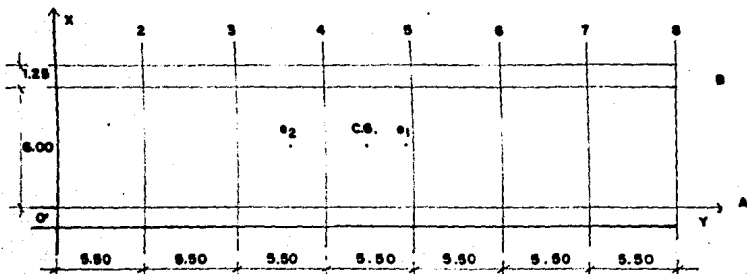
MOMENTOS FINALES.

NUDO 1		NUDO 3		NUDO 5		NUDO 7	
$M_{10} = 0.73 \text{ Ton-m}$	$M_{32} = 7.05 \text{ Ton-m}$	$M_{54} = 7.34 \text{ Ton-m}$	$M_{76} = 6.20 \text{ Ton-m}$				
$M_{11} = 2.39 \text{ Ton-m}$	$M_{33} = 0.07 \text{ Ton-m}$	$M_{53} = -0.01 \text{ Ton-m}$	$M_{75} = 0.65 \text{ Ton-m}$				
$M_{12} = -3.12 \text{ Ton-m}$	$M_{34} = -7.10 \text{ Ton-m}$	$M_{55} = -7.33 \text{ Ton-m}$	$M_{77} = -8.65 \text{ Ton-m}$				
NUDO 2		NUDO 4		NUDO 6		NUDO 8	
$M_{21} = 0.67 \text{ Ton-m}$	$M_{43} = 7.38 \text{ Ton-m}$	$M_{65} = 7.12 \text{ Ton-m}$	$M_{87} = 3.05 \text{ Ton-m}$				
$M_{22} = -0.84 \text{ Ton-m}$	$M_{44} = -0.06 \text{ Ton-m}$	$M_{66} = -0.14 \text{ Ton-m}$	$M_{87} = -2.32 \text{ Ton-m}$				
$M_{23} = -8.13 \text{ Ton-m}$	$M_{48} = -7.30 \text{ Ton-m}$	$M_{67} = -6.98 \text{ Ton-m}$	$M_{80} = -0.73 \text{ Ton-m}$				

3.9 ANALISIS DE LA FUERZA DE SISMO

ANALISIS DE CARGAS (PLATAFORMA)

LOSA	$(0.30 \times 8.50 \times 88.50 \times 2.4) =$	250.92 Tons.
CABEZAL	$8(0.75 \times 8.50 \times 1.20 \times 2.4) =$	146.88 Tons.
TRABE LONG.	$2(0.40 \times 41.00 \times 1.20 \times 2.4) =$	94.46 Tons.
PANTALLA	$2(0.30 \times 41.00 \times 1.50 \times 2.4) =$	88.56 Tons.
TRABE DE BORDE	$2(0.35 \times 8.50 \times 1.50 \times 2.4) =$	21.42 Tons.
	$C_p =$	602.24 Tons.
AREA TOTAL	$8.50 \times 41.00 =$	348.50 m ²
CARGA VIVA	1.50 Tons/m^2	
100 % C.V.	$1.5 \times 348.50 =$	522.75 Tons ;
	50% C.V.	261.38 Tons.
FUERZA DE SISMO	$= C_s (C_p + 50\% \text{C.V.}) = 0.1 (787.46 + 372.94) =$	88.56 Tons.



CALCULO DE RIGIDECES.

$$R_1 = \frac{24 E}{h \left[\frac{8h}{E k_c} + \frac{2h}{E k_f} \right]}$$

$K_{c1} = 7326.49 \text{ cm}^3$; $K_{c2} = 6724.32 \text{ cm}^3$; $K_{f1} = 18000.00 \text{ cm}^3$; $K_{f2} = 10472.00 \text{ cm}^3$

CABEZAL 1,2,3y4

CABEZAL 5,6,7y8

TRABE LONGITUDINAL.

$R = 11508.12 \text{ Kg-cm. (1.28)}$ $R = 9022.82 \text{ Kg-cm (1.0)}$ $R = 40848.53 \text{ Kg-cm}^3 (1.0)$

DIRECCION X-X

EJE	DIST	K_{xy}	DK_{xy}	X	X_1^2	$X_1 K_1$	$X_1^2 K_1$	P/A	M_{1X}	M_{2X}	M_T	M_{1Y}	M_{2Y}	$M_T + 0.3 M_y$
1	0	1.28	0	-17.90	320.41	-22.912	410.12	12.12	2.52	-7.10	14.64	0.92	14.92	
2	5.5	1.28	7.04	-12.40	153.76	-15.87	196.81	12.12	1.75	-4.92	13.87	0.63	14.06	
3	11.0	1.28	14.08	-6.90	47.61	-8.85	60.94	12.12	0.97	-2.74	13.09	0.35	13.20	
4	16.5	1.28	21.12	-1.40	1.96	-1.79	2.51	12.12	0.20	0.56	12.68	0.07	12.70	
5	22.0	1.00	22.00	4.10	16.81	4.10	16.81	9.47	0.45	1.27	10.74	0.16	10.79	
6	27.5	1.00	27.50	9.60	92.16	9.60	92.16	9.47	-1.06	2.97	12.44	0.36	12.55	
7	33.0	1.00	33.00	15.10	228.01	15.10	228.01	9.47	-1.66	4.69	14.15	0.60	14.33	
8	38.5	1.00	38.50	20.60	424.36	20.60	424.36	9.47	-2.27	6.39	15.86	0.82	16.07	
Σ			912	163.24			1331.72							

$F_v = 86.36 \text{ Ton.}$

$e_{\text{creal}} = X_1 - X_c = -1.35 \text{ m}$

$X_T = \frac{0.8 F_v}{K_{xy}} = 17.90 \text{ m}$

$e_1 = 1.8 e_r + 0.1 L = 1.82 \text{ m.}$ $M_{T1} = 157.18$ $V_{T1} = 0.11 K_{xy} X_1$

$P/A = \frac{F_v K_c}{E K_1} = 9.47 \text{ Ki}$

$e_2 = e_r - 0.1 L = -5.82 \text{ m.}$ $M_{T2} = -449.07$ $V_{T2} = -0.31 K_{xy} X_1$

$$V_{TIX} = \frac{M_{T1} K_{xy} X_1}{E K_{1X}^2 + E K_{1Y}^2}$$

EJE	DIST	K_{xy}	DK_{xy}	Y_1	Y_1^2	$Y_1 K_1$	$Y_1^2 K_1$	P/A	$M_{1X} + M_{2Y}$	M_T	M_{1X}	M_{2X}	$M_T + 0.3 M_y$
A	0	1	0	-3	9	-3	9	43.18	+0.12	43.30 + 0.33	0.93		43.55
B	6	1	6	-3	9	3	9	43.18	-0.12	43.06 - 0.33	-0.93		42.96
Σ			2	6			18						

$Y_1 = 3.0 \text{ m}$

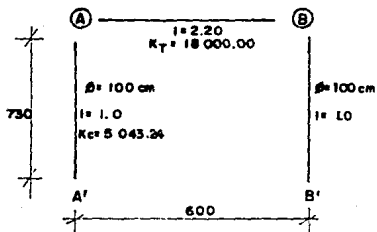
$e_{\text{creal}} = 0.0 \text{ m}$

$P/A = 43.18 \text{ Ki}$

$e_1 = 0.6$ $M_{T1} = 51.82$ $V_{T1} = 0.04 K_{xy} Y_1$

$e_2 = -0.6$ $M_{T2} = -51.82$ $V_{T2} = -0.04 K_{xy} Y_1$

SISMO



$$I_C = \frac{\pi A^4}{64} = 4\,908\,750.00\text{ cm}^4 ; G_C = 0.75$$

$$I_T = \frac{a b^3}{12} = 10\,800\,000.00\text{ cm}^4 ; C_{IT} = 1.0$$

$$K_C = C_{IC} \frac{I_C}{L} = 5\,043.24\text{ cm}^3 ; V = 16.07\text{ Tons}$$

$$K_T = C_{IT} \frac{I_T}{L} = 18\,000.00\text{ cm}^3$$

FACTORES DE DISTRIBUCION ANGULAR.

NUDO A = NUDO B

$$K_T = 18\,000.00$$

$$K_C = \frac{5\,043.24}{23\,043.24}$$

$$F_{A-B} = -0.5 \frac{K_I}{\Sigma K_I} = -0.390$$

$$F_{A-A'} = -0.5 \frac{K_I}{\Sigma K_I} = -0.110$$

$$-0.500$$

FACTORES DE DISTRIBUCION LINEAL.

$m = 0.75 ; C_I = 1 ; K_I = 6\,724.32$

$$m C_I^2 K_I \times 2 = 10\,086.48$$

$$\delta_I = -1.5 \frac{K_I C_I}{\Sigma m C_I^2 K_I} = -1.0$$

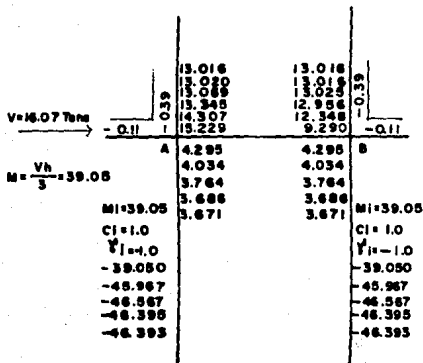
$$\delta m C_I \delta_I = (-0.75)(2) = -1.5$$

MOMENTOS FINALES :

NUDO A = NUDO B

$$M_{A-B} = 39.05\text{ Ton-m}$$

$$M_{A-A'} = -39.05\text{ Ton-m}$$



S I S M O

	2.2374	3.5574	3.5574	4.7293	4.7293	4.9044	4.9044	4.1025	4.1025	4.4220	4.4220	3.2500	3.2500	0.0000
V = 43.88 T	0.2390	3.5571	3.5571	4.7312	4.7312	4.9047	4.9047	4.1077	4.1077	4.4252	4.4252	3.2122	3.2122	0.7020
M = 24	0.0300	3.0440	3.0440	4.7110	4.7110	4.8430	4.8430	4.1100	4.1100	4.2070	4.2070	3.0007	3.0007	0.0011
	0.0300	3.0130	3.0130	4.8317	4.8317	4.3290	4.3290	4.0020	4.0020	4.0700	4.0700	4.0000	4.0000	0.0001
	-0.250	-0.1001	-0.1001	-0.1001	-0.1001	-0.1000	-0.1001	-0.2010	-0.2010	-0.2010	-0.2010	-0.2010	-0.2010	-0.2010
	-0.178	0	-0.1000	0	-0.1000	0	-0.1000	0	-0.0071	0	-0.0071	0	-0.0071	0
	0.8300		1.0420		2.3700		2.3710		1.0020		1.0001		1.0000	2.2770
M = 105.00	0.0400		1.0001		2.4700		2.3000		1.0000		2.2070		1.7000	4.1310
C _p = 1.00	0.0000		1.0000		2.4012		2.4070		1.0700		2.1000		1.0700	4.2001
	-0.240	0.0000	-0.240	0.0000	-0.240	0.0000	-0.240	0.0000	-0.2000	0.0000	-0.2000	0.0000	-0.2000	4.0000

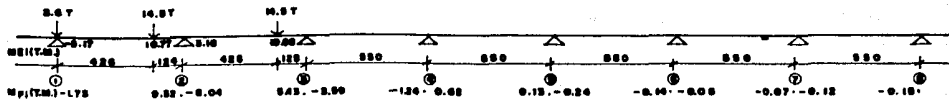
MOMENTOS FINALES

NUDO 1	NUDO 3	NUDO 5	NUDO 7
M ₁₂ = 22.22 Ton-m	M ₃₂ = 13.01 Ton-m	M ₅₄ = 12.80 Ton-m	M ₇₆ = 10.94 Ton-m
M ₁₁ = 22.22 Ton-m	M ₃₃ = -27.06 Ton-m	M ₅₅ = -25.48 Ton-m	M ₇₇ = -26.27 Ton-m
	M ₃₄ = 4.05 Ton-m	M ₅₆ = 12.65 Ton-m	M ₇₈ = 15.33 Ton-m
NUDO 2	NUDO 4	NUDO 6	NUDO 8
M ₂₁ = 10.45 Ton-m	M ₄₃ = 13.91 Ton-m	M ₆₅ = 12.98 Ton-m	M ₇₈ = 20.90 Ton-m
M ₂₂ = -20.29 Ton-m	M ₄₄ = -27.20 Ton-m	M ₆₆ = -26.12 Ton-m	M ₈₈ = -20.90 Ton-m
M ₂₃ = 11.84 Ton-m	M ₄₅ = 13.29 Ton-m	M ₆₇ = 12.14 Ton-m	

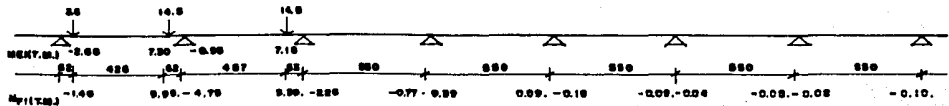
3.10 CARGA VIVA (CAMION HS-20)

DIRECCION LONGITUDINAL.

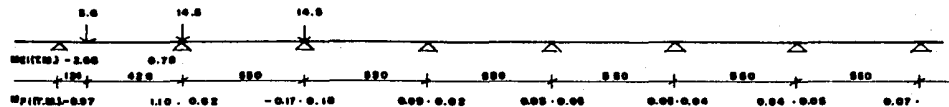
1er CONDICION:



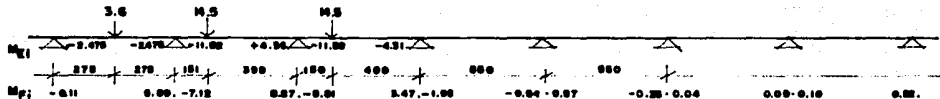
2o CONDICION:



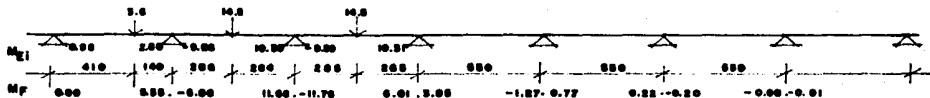
3o CONDICION:



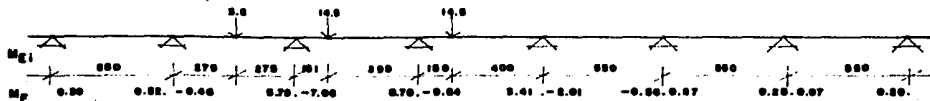
4a CONDICION



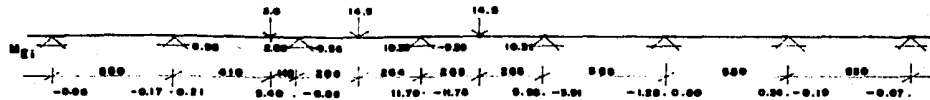
5a CONDICION



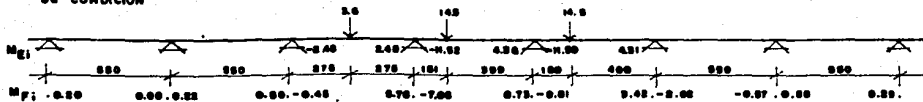
6a CONDICION



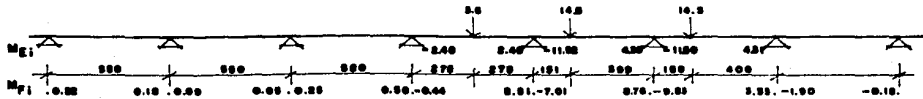
7a CONDICION



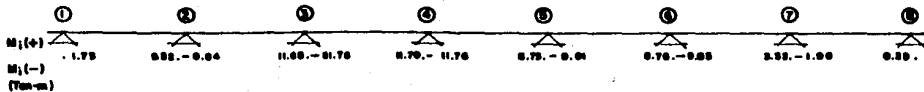
9a CONDICION



9a CONDICION



ENVOLVENTE



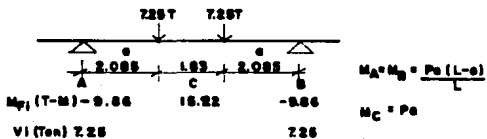
ESTÁ SALIENDO DE LA BIBLIOTECA
 1972
 ESTE TRABAJO NO DEBE SER REPRODUCIDO

CAMION M3-20,

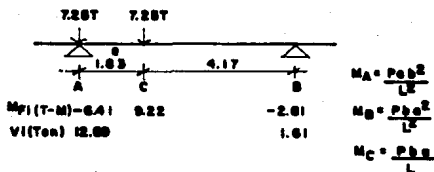
DIRECCION TRANSVERSAL.

ESTER
 SERRA
 TESTS
 MA
 PIRE

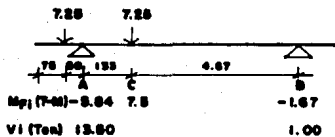
1a CONDICION



2a CONDICION



3a CONDICION



3.11 DISEÑO DE CABEZAL.

CONDICION : (CM + 50% CV + SISMO + CAMION)

	A		ξ	B	
MOMENTOS(T-M)					
C.M.	12.21	12.48	19.44	12.48	12.21
50%CV	0.37	2.67	10.13	2.67	0.37
SISMO		39.05		39.05	
CAMION		9.86	15.22	9.86	
SUMA	-12.58	-64.06	44.79	-64.06	-12.58
RESTA		13.94		13.94	
M _o	-13.84	-70.47	48.27	-70.47	-13.84
M _o /bd ²	1.48	7.36	5.14	7.36	1.45
ρ		0.0039	0.0027	0.0039	
A _s (cm ²)		35.10	24.30	35.10	
# VARS r/s		7	5	7	

$$\rho < 0.01$$

$$Ver = Frbd (0.2 + 30/\rho) / F_c = 29.09 \text{ TONS}$$

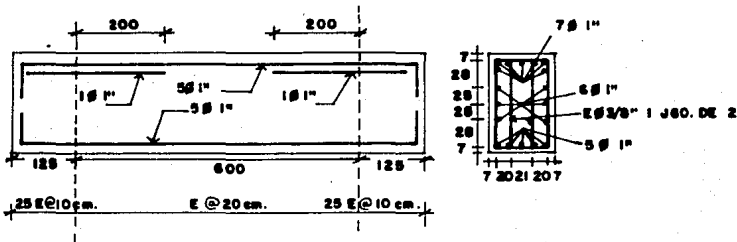
$$Ver_1 = 1.5 Frbd / F_c = 156.38 \text{ TONS.}$$

$$Ver \leq V_o \leq Ver_1$$

$$\therefore S = \frac{FrAvfyd}{V_o - Ver} = 19.01 \text{ cm.}$$

CORTANTES (TONS)

C.M.	11.40	12.96	12.96	11.40
50% CV.	0.60	6.78	6.78	0.60
SISMO		13.02	13.02	
CAMION		12.69	12.69	
SUMA	12.00	45.62	45.62	12.00
RESTA		19.68	19.68	
V _o		63.86	63.86	



3.12 DISEÑO DE TRABE LONGITUDINAL (CM+50%CV. + SISMO+CAMION)

	1	2	3	4	5	6	7	8
NOMBRES (Ton-m)								
CM	0.05	7.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
50% CV	0.07	1.00	4.01	4.04	4.07	4.01	3.00	0.01
SISMO	00.02	10.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
CAMION	1.75	10.00	0.00	10.00	11.00	11.00	11.00	0.00
SUMA	0.02	10.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
RESTA	-10.07	3.10	0.00	0.00	7.75	7.07	0.00	-11.10
M_0	10.10	37.11	37.00	36.00	35.00	37.00	36.00	37.11
$M_0/100^2$	1.00	0.01	0.02	0.00	0.10	0.02	0.00	0.00
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LD	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
40 vers 1"	0	0	0	0	0	0	0	0
CONSTANTE (Ton.)								
CM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50% CV	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SISMO	7.00	7.00	4.00	4.00	0.00	4.70	4.00	4.00
CAMION	11.00	20.00	10.00	17.00	10.00	10.00	10.00	11.00
SUMA	0.00	00.00	41.00	35.00	20.00	24.00	24.00	20.00
RESTA	10.77	37.00	24.00	20.00	24.00	24.00	24.00	10.21
V_0	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00



3.15 DISEÑO DE LOSA

1. CONDICION CM + CV.

DATOS : $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 $F_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$

$h = 30$

$W_{CM} = 0.72 \text{ Ton/m}^2$

$$P_{mh} = \frac{0.7 \sqrt{F_c}}{F_y} = 0.0022$$

$W_{CV} = 1.50 \text{ Ton/m}^2$

$$P_{ms} = P_b = 0.0157$$

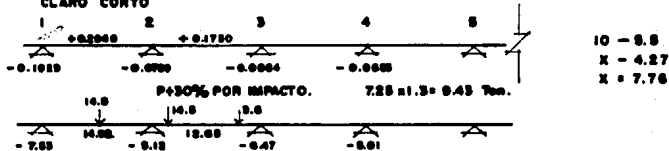
$s_1 = 4.75 \text{ m.}$

$$M_i = M_1 W_D s_1^2$$

TABLERO INT.	CLARO	α_1	$M_D = M_{CM} + M_{CV}$	$M/D s_1^2$	μ	A_s	40 Vars $S(1/2)$	S
EN BORDOS	CORTO	351	$0.90 + 1.00 = 1.90$	4.60	0.0023	6.20	5	$C_1 20$
INTERIORES.	LARGO	350	$0.75 + 1.00 = 1.75$	4.30	0.0023	5.20	5	$C_1 20$
POSITIVO	CORTO	175	$0.50 + 0.50 = 1.00$	2.30	0.0023	5.20	5	$C_1 20$
	LARGO	180	$0.50 + 0.51 = 1.01$	1.72	0.0023	5.20	5	$C_1 20$

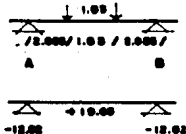
2. CONDICION CM + CAMION.

COEFICIENTES DEL AMHSA. PARA 4 CLAROS. $M = \text{CLP.}$
 CLARO CORTO



CLARO LARGO.

$7.25T \quad 7.25T \quad + 30\% \text{ POR IMPACTO.}$



$$M_c(+) = 19.05 \text{ T-M.}$$

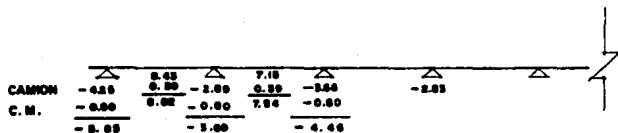
$$M_c(-) = \frac{Pc^2b}{L^2} + \frac{Pb^2c}{L^2} = 12.02 \text{ Ton-m}$$

CLARO CORTO.

$S = 2.13$ $S = 5.50$
 $E = 0.063 S + 1.42 = 1.77$

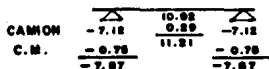
$E =$ ANCHO EQUIVALENTE

$S =$ LONG. DEL CLARO

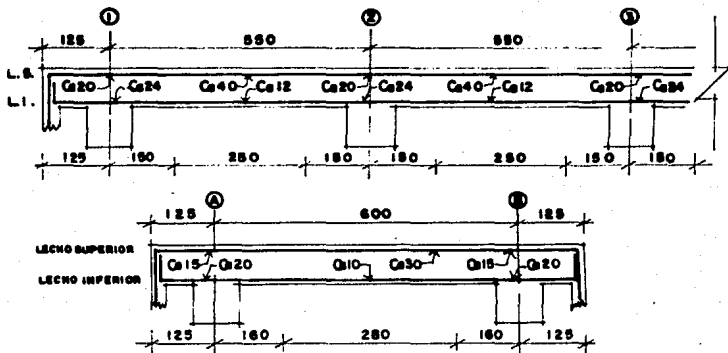


CLARO LARGO $S = 6.00$

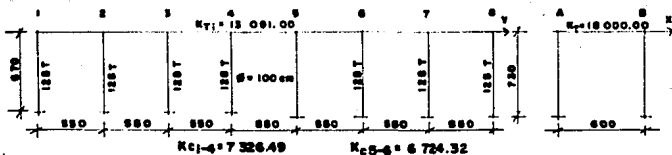
$E = 0.063 S + 1.42 = 1.80$



TABlero INT.	CLARO M	M/bd ²	μ	A s	49Var. 1/2 ^o S	S
NBB EN	CORTO 5.05	5.61	0.0022	6.60	5	Ca 30
BORDES INT.	LARGO 7.87	8.74	0.0025	7.50	6	Ca 15
POSITIVO	CORTO 8.62	9.80	0.0030	9.00	8	Ca 12
	LARGO 11.21	12.46	0.0040	12.00	10	Ca 10



3.4. DISEÑO DE PILAS



NOTA: SE DISEÑARA LA COLUMNA MAS CRITICA A-7

CARGAS:

EXTREMO SUPERIOR

DIRECCION X $P_u = 128.00$ Tons
 CM + CV $M_1 = 5.36$ Tons-m
 CA (SISMO) $M_2 = 42.96$ Tons-m

DIRECCION Y $P_u = 128.00$ Tons
 CM + CV $M_1 = 3.61$ Tons-m
 CA (SISMO) $M_2 = 31.12$ Tons-m

$$f'_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A_c = 7854.00 \text{ cm}^2$$

$$f'_c = 170 \text{ Kg/cm}^2$$

$$r = 0.25 \phi = 25 \text{ cm}$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 E I}{(K L)^2}$$

$$E I = 0.4 \frac{E_c I_c}{1 + \nu}$$

$$E_c = 10000 \sqrt{f'_c} = 188115.88 \text{ Kg/cm}^2$$

EFFECTOS DE ESBELTEZ

DIRECCION X

SE DESPRECIA SI $\frac{M'}{r} < 22$

$$V_A = \frac{8 K c I}{8 K T I} = 0.37; \quad V_A = 0 \implies K_1 = 1.08$$

$$M' = M = 766.80 \text{ cm} \quad \frac{M'}{r} > 22$$

$$\frac{M'}{r} = 30.66$$

∴ SI SE CONSIDERA
EFFECTO DE ESBELTEZ

$$M_0 = P_u M_{cm+cv} + F_{ax} M_{CA}$$

$$P_{e2} = \frac{1}{1 - \frac{E P_u}{8 E P_c}} = 1.04$$

$$\phi = 0.75, \bar{E} P_u = 2036.00 \text{ Tons}, E P_c = 72560.83 \text{ Tons}$$

$$F_{e1} = \frac{CM}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} = 1.01$$

$$CM = 10, P_u = 128.00 \text{ Tons}, K_2 = 0.57, P_c = 15388.96 \text{ Tons}$$

DIRECCION Y

$$V_A = 0.256; \quad V_A = 0.0 \implies K_1 = 1.04$$

$$\frac{M'}{r} = 30.77 > 22$$

$$F_{e2} = \frac{1}{1 - \frac{E P_u}{8 E P_c}} = 1.03$$

$$\phi = 0.75; \quad \bar{E} P_u = 73962.64 \text{ Tons}$$

$$F_{e1} = \frac{CM}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} = 1.01$$

$$K_2 = 0.55, \quad P_c = 16528.51 \text{ Tons}$$

$$e_{min} = (1.5 + 0.3 \phi) = 11.5 \text{ cm.}$$

DIRECCION X

$$e_1 = \frac{M_1}{P_u} = 0.04 \text{ m.} < e_{min} \therefore M_{D1X} = P_u e_{min} = 5.76 \text{ Ton-m.}$$

$$e_2 = \frac{M_2}{P_u} = 0.33 \text{ m.} > e_{min} \therefore M_{D2X} = 42.96 \text{ Ton-m.}$$

DIRECCION Y

$$e_1 = \frac{M_1}{P_u} = 0.028 \text{ m} < e_{min} \therefore M_{D1Y} = P_u e_{min} = 5.76 \text{ Ton-m}$$

$$e_2 = \frac{M_2}{P_u} = 0.24 \text{ m.} > e_{min} \therefore M_{D2Y} = 31.12 \text{ Ton-m}$$

MOMENTOS ULTIMOS DE DISEÑO

DIRECCION X. $M_{UX} = M_{TX} F_{qK} = 50.67 \text{ Ton-m.}$ $P_u = 128.00 \text{ Tons.}$

DIRECCION Y. $M_{UY} = M_{TY} F_{qY} = 37.98 \text{ Ton-m.}$ $P_u = 128.00 \text{ Tons.}$

- OBTENCION DE LA RESISTENCIA DE LA COLUMNA POR LA FORMULA DE BRESLER: (RDF)

Ver TANTEO: $P = 0.01$

$$A_c =$$

POR CUESTIONES PRACTICAS

$$0.01 \leq P \leq 0.04$$

$$- P_u = FR(A_s F_y + A_c F'_c) = 1418.70 \text{ Tons}$$

$$\frac{1}{P_r} = \frac{1}{P_x} + \frac{1}{P_y} - \frac{1}{P_u} = 0.0029$$

$$- P_u = F_R K_x D^2 F'_c = 491.30 \text{ Tons.}$$

$$P_r = 344.82 > P_u$$

$$e_x = 0.40, e_x/D = 0.40, d/D = 0.90$$

$$S = 650 / \sqrt{F'_c}$$

$$q = P \frac{F_y}{F'_c} = 0.25 \Rightarrow K_x = 0.34$$

CONSIDERAMOS $S = 20 \text{ cm}$

FIG. 3.4

$$- P_y = F_R K_y D^2 F'_c = 635.80 \text{ Tons.}$$

$$e_y = 0.30, e_y/D = 0.30, d/D = 0.90$$

$$q = 0.25 \Rightarrow K_y = 0.44$$

ARMADO DE LA PILA

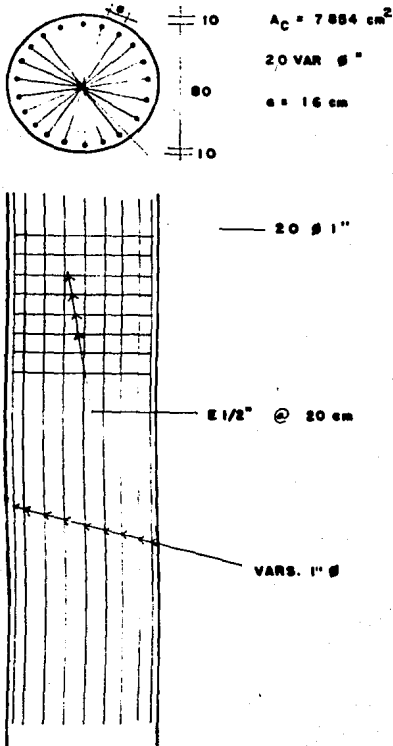
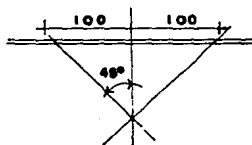
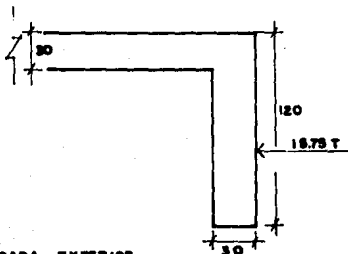


FIG. 3.4

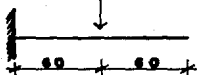
3.15 CALCULO DE LA PANTALLA DE ATRAQUE.

R = FUERZA DE ATRAQUE.



DOS METROS CONTINUA LA INFLUENCIA.

CARA EXTERIOR
18.75 T



$$M = P \times L = 9.45 \text{ T-M.}$$

$$M_{0E} = M/2 = 4.73 \text{ T-M.}$$

CARA INTERIOR
18.75 T



$$M = P \times L = 7.09 \text{ T-M.}$$

$$M_{0I} = 3.55 \text{ T-M.}$$

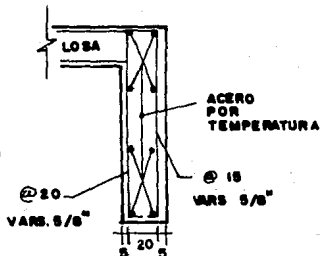
DISEÑO PLASTICO: $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ $F_c = 250 \text{ kg/cm}^2$

M_e	M_u	M_u/bd^2	ρ	A_s	#	VAR.	S
4.73	6.62	10.59	0.003	1080	6	@	15
3.55	4.97	7.95	0.002	720	5	@	20

ARMADO DE LA CARA SUPERIOR @ 15 cm

Y EN LA CARA INTERIOR @ 20 cm

ARMADO DE PANTALLA



4. RELACION DEL EQUIPO QUE SE EMPLEARA EN LA
CONSTRUCCION DEL MUELLE .

NO.	NOMBRE DE LA MAQUINA O EQUIPO.	MARCA	MODELO	CAPACIDAD NOMINAL	No. DE SERIE	POTENCIA EFECTIVA H.P.	COSTO HORARIO 31/VIII/88	ACTIVIDAD.
1	GRUA	LINK-BELT	LG-85	30 TON.	24228	127	131,195.19	PILAS, CONCRETO, OBRA FALSA
2	CHALAN		M-11	850 TON.			100,069.45	MANIOBRAS DEL EQUIPO Y MATERIALES.
3	TRACTOR	CAT	D-7		3N-1355	180	126,926.62	MOV. DE TIERRAS Y CONST. DE PIEDRAPLEN.
4	TRACAVO	CAT	955	1 3/4 yd ³	21-1215	100	101,470.29	CONSTRUCCION DE PIEDRAPLEN
5	CAMIONETA	FORD F-150	1985	1.0 TONS.	A 81692	6 CIL	19,635.45	TRANSPORTE DE VARIOS
6	COMPRESOR	INGERSOLL RAM	D-600	600 PCH		165	40,801.49	INYECTAR AIRE AL AIR LIFT Y PISTOLA ROMPEDORA.
7	COMPRESOR BUCEO	IEBIL BISS	300	300 Ha		8	50,153.57	PROPORCIONA EL AIRE AL BUZO.
8	AIR LIFT		LAFALIN	8 "			6,350.00	LIMPIEZA HASTA EL DESPLANTE DE PILAS.
9	FUYON		16"	5 TON.			7,230.00	ROMPE ESTRATO RODOSO
10	ESCAVILLON	METALICO	12"	6 TON.			17,740.00	APOYO DE EJES DE PILA Y - SU CONST .
11	CIMBRA METALICA		1/4"	1.00 #		81	5,625.00/ML.	CONSTRUCCION DE PILAS
12	REVOLVEDORA	MMPSA	11-5	2 SACOS		22	17,913.06	ELABORACION DE CONCRETO.
13	VIBRADOR	STOW	2"	2"		4	10,800.61	ACOMODO Y REACOMODO DE CONCRETO.

No.	NOMBRE DE LA MAQUINA O EQUIPO.	MARCA	MODELO	CAPACIDAD NOMINAL	No. DE SERIE	POTENCIA EFECTIVA H.P.	COSTO HORARIO 31/VIII/86	ACTIVIDAD.
14	SOLDADORA	LINCOLN	350	350 A		22	5,916.27	EMPALME DE VARILLAS, PLACAS
15	TUBO TREMIE		10"	10 "			3,250.00	COLOCACION DE CONCRETO EN PILAS.
16	BOYE CONCRETERO	MEPSE		1 M ³			818.61	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO.
17	CAMION VOLTEO			6 M ³			26,971.43	SUMINISTRO Y MOVIMIENTO DE MATERIALES.
18	PISTOLA ROMPEDORA	TEX-40					11,102.96	DESCARNE Y DESCARBE DE PILAS.
19	TRANSITO	ZEISS			T-020		11,759.00	TRAZO DE POLIGONAL DE APOYO Y EJES DEL MUELLE.

5. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

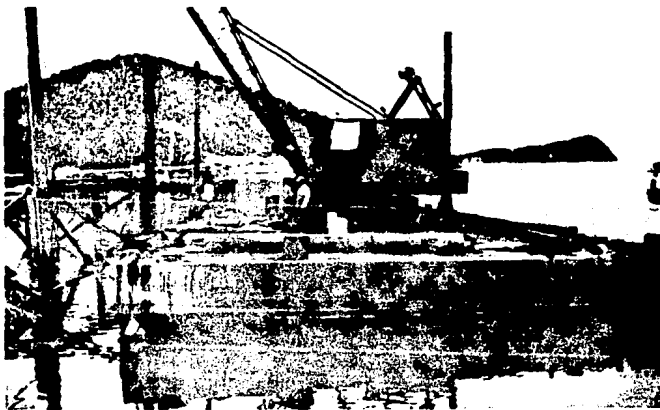
5.1 ARMADO Y COLOCACION DE EQUIPO.

SELECCIONADO EL SITIO DE CONSTRUCCION DEL MUELLE.

LOS TRABAJOS SE INICIAN CON EL TRAZO DE LA POLIGONAL DE APOYO SOBRE LA PLAYA E INSTALACION DEL CHALAN Y LA GRUA.

COMO EL MUELLE ES EN ESPIGON SU CONSTRUCCION SE REALIZARA EN LA SUPERFICIE DE AGUA, CON LA AYUDA DEL ESCANTILLON.

EL ESCANTILLON METALICO ES UNA ESTRUCTURA FORMADA POR 4 PUNTALES DE TUBO DE 12" DE 10 METROS DE LONGITUD APOYADOS EN EL FONDO MARINO. EN LA PARTE SUPERIOR TIENE UNA ARMADURA DE 2.00 M. DE PERALTE FORMADA TAMBIEN POR TUBERIA DE 8", QUE SE AJUSTA A LA ALTURA REQUERIDA EN LOS PUNTALES POR MEDIO DE CANCELEROS DE 14" Y PERNOS DE FIJACION. ESTA ARMADURA TIENE EN LA PARTE SUPERIOR UNA PLANTILLA DE UBICACION DE LOS EJES, PARA CADA 2 PARES DE PILAS. EL ESCANTILLON ES COLOCADO EN EL PRIMER EJE TRANSVERSAL DE PILAS, POR LA GRUA, EN LA POSICION CORRECTA INDICADA POR EL TRAZO DE LOS EJES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES DE LAS PILAS.

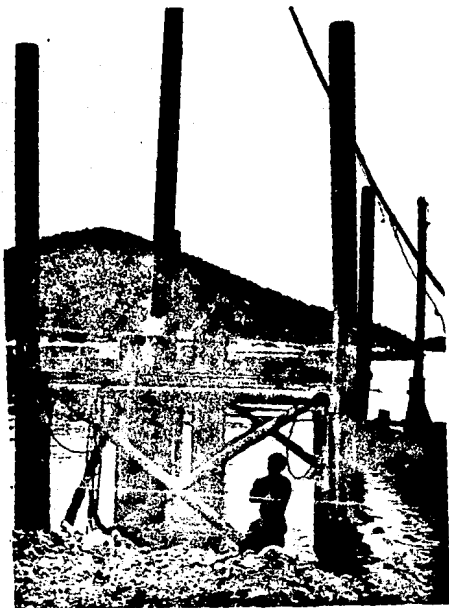


A CONTINUACION SE COLOCA LA CIMBRA METALICA FORMADA POR DOS
MEDIAS CAÑAS, CONSTRUIDAS CON PLACA ROLADA DE 1/4" REFORZA-
DA CON ANGULO ESTRUCTURAL DE 2" x 14" EN AMBOS SENTIDOS, --
CON TORNILLERIA PARA ARMAR Y DESARMAR.



5.2 CONSTRUCCION DE FILAS.

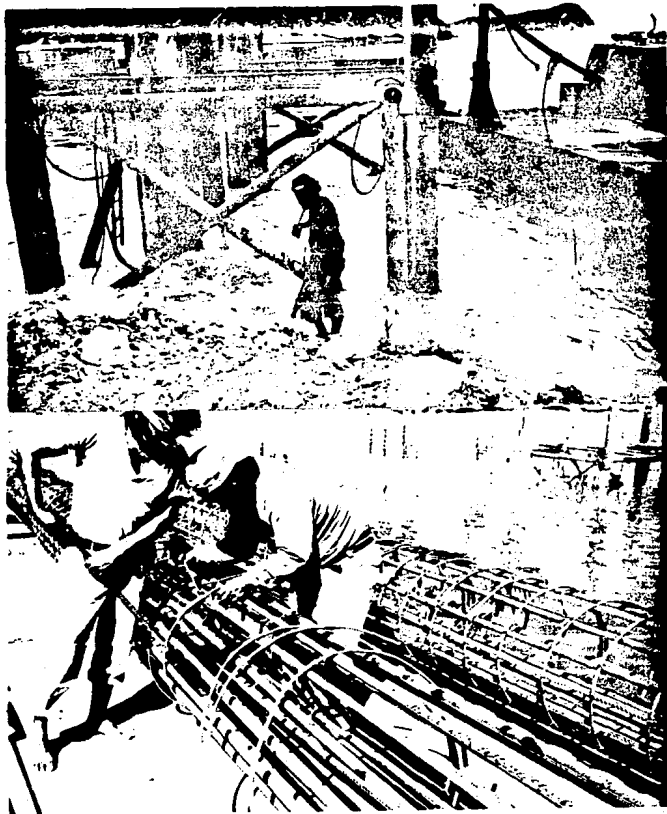
COLOCADO LA CIMBRA, SE INICIA LA LIMPIEZA INTERIOR DE ESTA POR MEDIO DEL "AIR LIFT" FORMADO POR UN TUBO DE 8" CONECTADO A UN COMPRESOR DE 600 PCM. INYECTANDO AIRE EN SU BOCA INTERIOR DESALOJANDO EL MATERIAL SUELTO LOCALIZADO DENTRO DE LA CIMBRA Y -- POR PESO PROPIO LA CIMBRA SE DESLIZA HACIA EL NIVEL DE DESPLANTE.



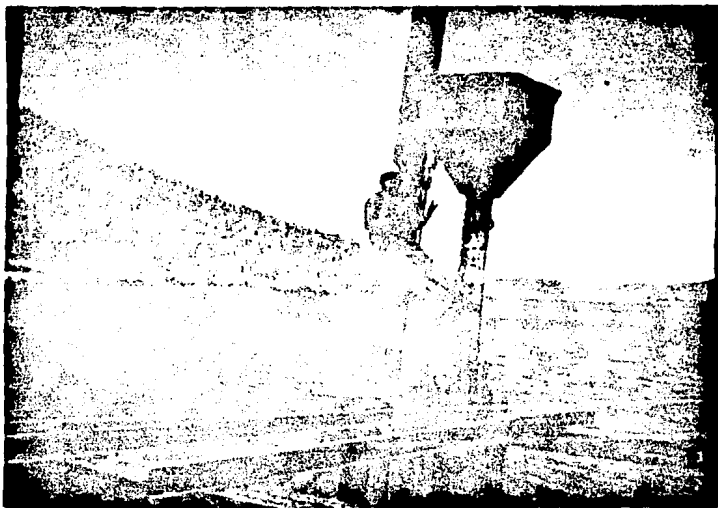
DEBIENDO EMPOTRAR LA PILA EN EL ESTRATO ROCOSO, SE PROCEDE
A CONTINUACION A ROMPER LA ROCA MEDIANTE EL EMPLEO DEL PU-
YON, HASTA LOGRAR EL NIVEL DE DESPLANTE DESEADO.



COLOCADA LA CIMBRA EN EL NIVEL DE DESPLANTE DE DISEÑO EL BU
ZO SUPERVISA LA POSICION FINAL DE LA CIMBRA, TORNILLOS Y VER
TICALIDAD, EN LA PLANTILLA SUPERIOR SE RECTIFICAN LOS EJES.
VERIFICADA SE PROCEDE A INTRODUCIR EL ARMADO PREVIAMENTE HA
BILITADO EN LA MARGEN CORRESPONDIENTE.



EL COLADO SE EFECTUA MEDIANTE EL EMPLEO DEL TUBO TREMIE, BOTE CONCRETERO Y CAMION REVOLVEDORA DE CONCRETO Premezclado, AL TERMINO DEL COLADO SE DEBE TENER CUIDADO DE DESALOJAR EL CONCRETO CONTAMINADO.



UNA VEZ FRAGUADO, SE RETIRA LA CIMBRA RECUPERABLE Y SE TRASLADA EL ESCANTILLON A OTRA POSICION, INICIANDO UN NUEVO CICLO DE CONSTRUCCION DE PILAS.



SUPERESTRUCTURA.

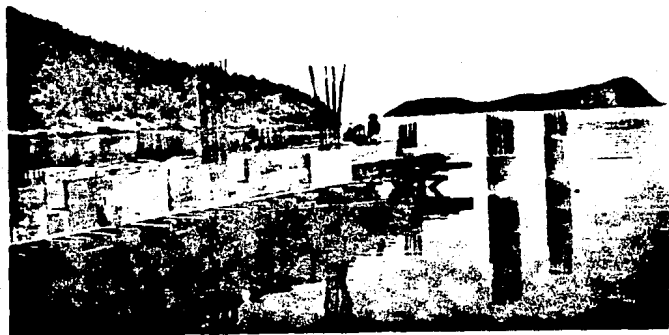
5.3 CONSTRUCCION DE TRABES, CABEZALES, LOSA Y PANTALLA.

OBRA FALSA: SERA DE VIGUETAS DE ACERO ESTRUCTURAL DE 8" DE PERALTE, APOYADA SOBRE LAS PILAS MEDIANTE EL EMPLEO DE ESTRIBOS DE ACERO ESTRUCTURAL DE 1.00 M DE DIAMETRO ANCLADOS EN EL CONCRETO DE LAS PILAS, DICHA OBRA FALSA, SERVIRA DE APOYO A LA Cimbra DE CONTACTO DE LAS TRABES Y LOSA.

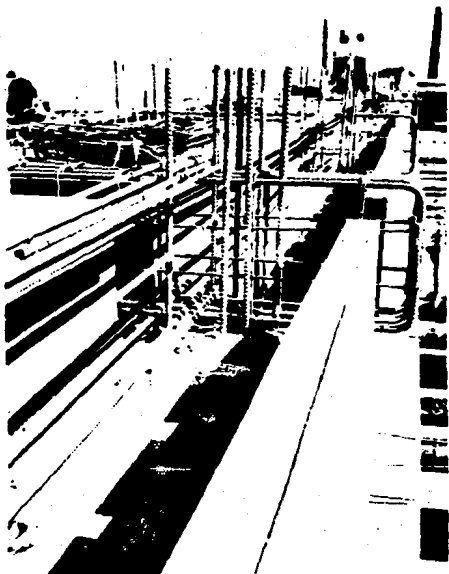


LA CIMBRA DE CONTACTO EN PANTALLA, TRABES Y LOSA SERA DE TRIPLAY DE PINO DE 16 MM. ARMADA CON MADERA Y FIJADA A LA OBRA FALSA POR MEDIO DE PERNOS Y TORZALES.

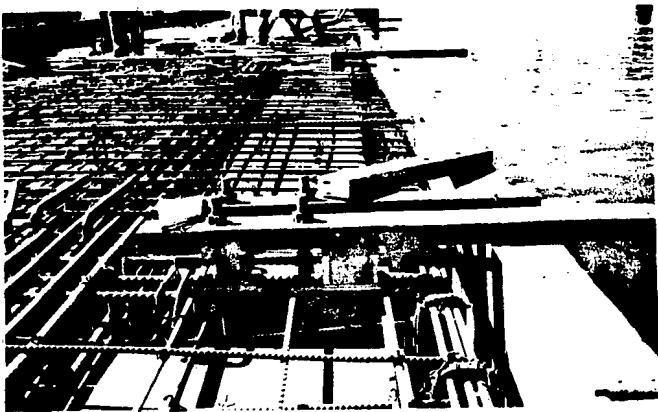
EL DESCABECEO Y DESCARNE DE PILAS SE REALIZA CON PISTOLA DE AIRE HASTA CIERTO NIVEL, EN SEGUIDA EL AFINE SE HACE A CINCEL Y MACE-TA AL NIVEL REQUERIDO.



EL ARMADO DE CAEZALES SE REALIZA FUERA DE SITIO, EN LA MARGEN POSTERIOR, EL ARMADO DE TRABES, LOSA Y PANTALLA SE HABILITA EN SITIO CON ACERO DE REFUERZO $f_y = 4,200 \text{ g/cm}^2$, CON CANTIDADES Y SEPARACIONES NECESARIAS, QUE CUMPLAN ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.



LA INSTALACION DE ADITAMENTOS NECESARIOS PARA LA COLOCACION DE
DEFENSAS, BITAS Y SERVICIOS.



EL COLADO DE LS SUPERESTRUCTURA SERA MONOLITICO, EN DOS TRAMOS SIN JUNTA ESTRUCTURAL, LA GRUA Y EL BOTE CONCRETERO PARA LA COLOCACION DEL CONCRETO PREMEZCLADO Y SU VIBRADO RESPECTIVO, SU-MINISTRANDO UN ADITIVO PARA EL CORADO DEL CONCRETO.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La satisfacción de las necesidades de movilización de carga en México resulta ser muy costosa, debido fundamentalmente a un uso exagerado del autotransporte, a uno moderado del ferrocarril y a uno raquítico del transporte por agua. Comparado con otros países.

MEZCLA DISTRIBUTIVA DEL TONELAJE-KILOMETRO EN DIVERSOS PAISES.

MODALIDAD	MEXICO 1980 %	MEXICO 1983 %	E.U.A. 1980 %	JAPON 1980 %	PRECIOS RE- LATIVOS.
AUTOTRANSPORTE	45	54	22	39	20
FERROCARRIL	24	23	33	20	5
DUCTOS	20	11	22	0	0.75
CABOTAJE Y FLUVIAL	11	9	23	51	1
AEREO	0.1	0.1	0.3	0.1	50
T O T A L	100	100	100	100	-
VALOR PONDERADO DE LA MEZCLA	10.51	12.31	6.45	8.81	-
INDICE (USA 100)	163	191	100	137	

La mezcla de modos de transporte utilizados en el país impacta sin lugar a dudas el costo de distribución tanto interna como externa de un puerto producto, lo cual puede reflejarse en presiones inflacionarias innecesarias y en detrimento a la competitividad en los mercados internacionales.

Particularmente, la modalidad del transporte por agua ofrece oportunidades por demás ventajosas en México, dada su economía para la prestación del servicio y la gran reserva natural que en esta materia tiene el país, incluyendo la posible navegación fluvial. Dicha reserva, pese a su gran potencial, se tiene incipientemente desaprovechada, con excepción de los movimientos de altura que mueven el 90% del comercio exterior nacional.

Desde el punto de vista operativo en los puertos, la estadía promedio por buque aumentó de 6 a 9 días, sin haber logrado pasar del 35% en tiempo de operación, en ese lapso, las demoras mostraron una clara mejoría al reducir su participación del 49% a 38%, pero, como contrapeso, el tiempo de fondeo aumento de 16% a 27%.

Debido a la baja de movimientos derivados de la crisis económica, ese desmesurado nivel disminuyó a algo más de 6 días sin embargo, aún cuando la participación del tiempo de fondeo descendió de 32 a 17%, la del tiempo de demoras alcanzó una cifra record de 54%. Estos indicadores de operación portuaria son evidentemente explicativos de la problemática en cuestión, no solo desde el punto de vista de la operación misma, sino en especial atendiendo el costo social que estas circunstancias implican para el país.

Además los Puertos Mexicanos están sujetos a "CASTIGOS" que las distintas conferencias aplican a los puertos poco eficientes para los navieros, los costos directos y de oportunidad para la nación no se hacen esperar, con base a una carga media registrada de 8 mil Ton./Buque y 5 mil dólares/día buque (hipótesis conservadora), el costo se estima en más de 60 millones de dólares. Sólo por concepto de demoras y fon-

deo, constituyéndose en más de un 90% por fuga de divisas (debido a la preponderancia de las flotas extranjeras), tanto este costo como los antes señalados conllevan a fletes mas altos, a un debilitamiento competitivo de las exportaciones mexicanas, a un encarecimiento de las importaciones del extranjero y a una generación de inflación marginal.

La productividad en los muelles en los principales -- puertos se incrementó en números redondos a 350 mil unidades en 1985.

Aunque los índices son simples indicadores y la operatividad de un muelle solo se puede lograr a través de los demás componentes incidentes (equipamiento para la carga y descarga, almacenaje, desalojo, profundidad en muelles, etc.), - las cifras son directamente comparables con estándares, y en este contexto la productividad es baja. En la actualidad, estándares promedio aceptables con tecnologías modernas son de 1.5 millones de TON./AÑO. Para carga general, de 3.5 millones para graneles agrícolas y de 11.5 millones para granetes minerales (bajo la hipótesis de 240 días al año de operación en - 300 M. de longitud de atraque).

Para calcular la "capacidad potencial" de un puerto, un procedimiento comunmente utilizado y aceptado es fijarla - en el 50% de la capacidad instalada o teórica, para el conocimiento de esta capacidad, no obstante, es necesario contar -- con información detallada que va mas allá de indicadores de - longitudes de atraque y áreas de almacenamiento y reposición, y de la fuerza de trabajo y su productividad por estándares, - esta información no se tiene al presente, pero una forma indirecta y conservadora para llegar a estimar la capacidad potencial consiste en sustituir el concepto de capacidad instalada por el de capacidad derivada de la productividad real y de los equipos existentes para el logro de esta última.

Así, el estimador de la capacidad potencial del sistema portuario nacional establece un nivel que apunta hacia los 55 millones de toneladas para 1983, obteniéndose una utiliza-

ción global del 32%, una del 36% para el litoral del golfo y una del 26% para el del pacífico.

Sistema portuario es un conjunto de elementos interrelacionado, cada uno con una o varias funciones y cuyos objetivos son participar, en alguna forma, en el desarrollo y aprovechamiento del litoral de una región o de un país y en vinculación entre los transportes marítimos y terrestres.

El sistema portuario en México es ineficiente, con excepción de los movimientos de altura, ineficaz, por la falta de coordinación dentro del mismo sector transportes y con otros sectores como pesca y turismo, así como por la falta y/o la inadecuada utilización de infraestructura, superestructura y equipo especializado, en adición a la desorganización portuaria en general.

C A U S A S :

- 1.- El significativo atraso del sistema portuario nacional en el aspecto de planeación.
- 2.- Las limitantes físicas y operacionales existentes en los puertos marítimos nacionales.
- 3.- El desconocimiento o desconfianza del potencial o el sistema portuario.
- 4.- Las disposiciones legales vigentes no compatibles con la actitud de los oferentes y los usuarios del sistema portuario.

E F E C T O S .

- 1.- Un gran número de puertos con un tamaño promedio reducido y, en general, con pocas posibilidades de ampliación.
- 2.- Puertos nuevos especializados completamente subutilizados.
- 3.- Una terminal especializada de contenedores en Veracruz con serias limitantes.
- 4.- Inexistencia de servicios efectivos para el turismo de crueros.
- 5.- Deficiencia en el desalojo portuario.
- 6.- Bodegas de tránsito y estacionarias y posiciones de atraque

en malas condiciones.

- 7.- En general, una desarticulación de componentes que conlleva a grandes ineficiencias y a altos costos sociales para lograr la efectividad en los movimientos portuarios.

Con la política gubernamental de promoción a las exportaciones, se tomaron medidas para el mejoramiento en la operación y administración de las terminales marítimas, lo cual principio la denominada reforma portuaria, creando la Dirección General de Operación Portuaria con sus correspondientes superintendencias, mejorando las maniobras de carga y/o descarga y -- constituyendo en diversos puertos las empresas de servicios portuarios, finalmente para facilitar la interacción entre entidades públicas, transportistas y usuarios portuarios en todas las fases del servicio, se creó la comisión nacional coordinadora de puertos. Se identificó el potencial portuario en ambos litorales, estructurándolo en una estrategia de desarrollo y un plan de desarrollo de los sistemas de coordinación entre el transporte marítimo y terrestre.

Por otra parte, se han registrado y se siguen registrando importantes volúmenes de carga por vía terrestre, con -- las mismas o mejores ventajas potenciales en movimientos costeros o de altura, que corresponde a usuarios que desconocen los beneficios del sistema portuario, inclusive en su estado actual, o que los conocen y que prefieren no aprovecharlos por una marcada actitud de desconfianza, frecuente, también en conjunción con la existencia de intereses particulares creados y una carencia de acciones casi absolutas en materia de promoción.

La administración y operación de los puertos es muy compleja, incidiendo directamente en su ineficacia. Esto es debido a la gran diversidad que en ellos se realizan con traslapes en responsabilidades y funciones, lo cual dificulta su coordinación, la Legislación Mexicana reserva al estado el cuidado y desarrollo de la infraestructura, la regulación, el control, la vigilancia, la administración y, en algunos casos, la prestación directa de los servicios de transporte, y en este sentido se en-

cuentra en proceso la desconcentración de funciones y el fortalecimiento de la autoridad portuaria. Indudablemente, en la medida en que las disposiciones de tipo legal se vayan viendo plasmadas en una figura adecuada de autoridad portuaria, la ineficiencia e ineficacia del sistema se irán revirtiendo gradualmente en este aspecto, no obstante, debe tomarse en cuenta que, hasta la fecha, todavía falta mucho por lograr.

OBJETIVOS DEL TRANSPORTE MARITIMO.

El transporte marítimo debe apoyar en general la estrategia de desarrollo nacional y regional, la del comercio exterior y el desenvolvimiento del transporte de cabotaje, asimismo debe propiciar el incremento en la capacidad del sistema portuario nacional e integrarse en una esquema global de operación multimodal del transporte. Los lineamientos estratégicos para el transporte marítimo se centran en el impulso decisivo al transporte por agua en todas su modalidades se propone de manera prioritaria el transporte marítimo costero, en estrecha correlación multisectorial con el desarrollo regional.

De conformidad con la Política Regional y el Plan Nacional de Desarrollo y con los Lineamientos Estratégicos Sectoriales para el Transporte Marítimo se definió lineamientos específicos para las diferentes regiones del país, que impacten en materia portuaria a nivel nacional.*

El análisis de ubicación de un puerto debe contemplarse desde dos puntos de vista, el derivado de la conveniencia o necesidad de la existencia de una terminal portuaria y el que está vinculado a la selección del mejor emplazamiento físico, una vez definida la región, por razones de política de desarrollo económico y social regional o nacional, se plantearán diversas opciones de localización del futuro puerto, para cada una de ellas, se analizan los factores físicos, socioeconómicos y los políticos.

Los factores físicos toman gran importancia para el proyecto del puerto, para la obtención de esta información, profun-

didad, tiempo de observación y métodos de análisis, para cada opción, están asociados directamente a las fases del proyecto.

- I) ANTEPROYECTO: Información indirecta de tipo estadístico o documental ya existente sobre fenómenos marítimos, meteorológicos, etc., reconocimientos y exploraciones locales, datos INSITU - derivados de observaciones preliminares o de encuestas rápidas.
- II) PROYECTO GENERAL: Información directa en campañas intensivas de medidas para complementar y adecuar información estadística ya obtenida. Reconocimiento y encuestas complementarias para reforzar información obtenida en la fase previa.
- III) PROYECTO DETALLADO: Información obtenida en campañas de medidas sistemáticas realizadas durante períodos no menores de un año, complementadas con campañas intensivas. Información específica para problemas especiales. Empleo de modelos físicos y matemáticos con verificaciones INSITU.

El cálculo de los beneficios de una inversión portuaria presenta ciertos problemas teóricos y prácticos, debido a que esos beneficios no se limitan exclusivamente al ámbito portuario sino que se extienden a otros sectores y grupos de intereses.

LA CAPACIDAD DE UN PUERTO: En términos generales hay que definir dos tipos de capacidades de un puerto, la capacidad real que es la que se observa como resultado de la operación de cada una de las áreas que lo integran y la teórica que es la que se obtendría de la simple consideración de instalaciones y equipo disponible y los rendimientos teóricos acordes con ellos.

PROTECCION Y PROFUNDIDAD: Para garantizar la operación adecuada de un puerto se deben tener ciertas condiciones de agitación y de profundidad.

Se debe elegir una orientación del puerto con respecto al viento, evitando problemas de atraque, polvos y olores.

En un puerto la longitud del frente de agua debe ser tal que no produzca problemas de congestionamiento en las áreas de tierra.

La rapidez y eficiencia del movimiento de la carga dentro de las instalaciones portuarias, depende de la racionalidad y oportunidad de los recursos disponibles, de la planeación de las maniobras de los sistemas de trabajo empleados y del control que sobre estos aspectos se ejerza para corregir fallas y desviaciones en los programas de trabajo.

El grado de productividad puede incrementarse mejorando el diseño de las maniobras, que el estado físico de las instalaciones (muelles, bodegas y patios) garanticen un adecuado manejo de la carga, que el equipo y maquinaria reúna los requisitos necesarios para su correcta operación, que los pasillos y áreas para tránsito y almacenamiento se encuentren sin obstáculos; que los reglamentos de higiene y seguridad se respeten y que los maniobristas y operadores tengan un grado de capacitación tal que haga posible superar los estándares de producción de servicios para lograr mejores rendimientos operacionales.

Con respecto a las bodegas, los pisos del lado frente a la zona de atraque deben tener cierta pendiente hacia este, respecto al lado de tierra firme el piso deberá estar mas elevado de nivel, facilitando la carga y/o descarga por medio de vehículos terrestres.

- El mantenimiento en el puerto es muy importante y dependiendo del elemento se debe aplicar un mantenimiento sistemático, preventivo y correctivo.

- El cemento que se use para elaborar el concreto será por tland tipo II o puzolánico resistente al ataque del agua de mar, sulfatos y cloros.

- La limpieza del acero de refuerzo se efectuará mediante cepillado hasta eliminar totalmente escamas y partes -- sueltas.
- La cimbra que se use como molde garantizará un buen acabado en pilas, trabes, pantalla y losa, especialmente en la zona de pilas comprendida entre el nivel de bajamar-media inferior (N.B.M.I), con elevación 0.00 y cabezal.
- El material producto de la excavación de las pilas, será depositado en un lugar adecuado.
- El concreto será elaborado en revolvedora o premezclado pero nunca a mano.
- Recubrimiento necesario para evitar la corrosión y oxidación del concreto.
- Para colar la pila se usará el sistema tremier en una sola etapa continua, retirando el concreto contaminado en un lugar adecuado.
- El diseño de la cimbra de la superestructura será en -- tal forma que permita el colado y vibrado de trabes, losa y pantalla.
- Durante el colado se dejarán ahogadas las anclas de bitas y defensas, las bitas se protegerán contra la corrosión, las defensas serán de las características físicas y geométricas indicadas.
- El descabeceo y descarnado de pilas no se efectúa con pistola rompedora.
- No calentar las varillas para doblarlas.

Esperando que esta obra sirva para despertar en los estudiantes e ingenieros de la rama portuaria, el deseo de -- profundizar en el estudio de la Ingeniería Marítima Portuaria y coadyuvar en el mejoramiento de la Infraestructura Portuaria de acuerdo a nuestro desarrollo económico, -- evitando inversiones ineficientes en el Sector Marítimo. Que sirva de base, en la aplicación de las técnicas en -- los estudios preliminares de anteproyecto que determinan-

el tipo de muelle y las características físicas e hidrotopográficas del proyecto, conociendo las necesidades - actuales de comunicación y transporte de mercancía para el desarrollo del país.

Este trabajo redunda en el desarrollo del Sector Marítimo, tanto en el aspecto de la reordenación económica, - así como una retroalimentación en los mecanismos de planeación mas adecuados y flexibles a la dinámica del Desarrollo Portuario Nacional.

B I B L I O G R A F I A .

- APUNTES DE SISTEMAS PORTUARIOS; HECTOR LOPEZ GUTIERREZ, FACULTAD DE INGENIERIA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, 1987.
- APUNTES DE DISEÑO ESTRUCTURAL; FACULTAD DE INGENIERIA - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, 1986.
- AYUDAS DE DISEÑO; SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERIA ESTRUCTURAL, 1985.
- NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS, PARA CONCRETO, TITULO 401, AYUDAS DE DISEÑO, SANTIAGO LOERA, ROBERTO MELI, -- INSTITUTO DE INGENIERIA, UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO 1986.
- INGENIERIA DE COSTAS, ARMANDO PRIAS V., ARMANDO MORENO C. ASOCIACION MEXICANA DE INGENIERIA PORTUARIA, 1986.
- MANUAL DE DISEÑO SISMICO DE EDIFICIOS, ENRIQUE CAZAN ZURITA, ROBERTO MELI PIRALLA, LIMUSA 1985.
- REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE CONCRETO REFORZADO (ACI-318-77) Y COMENTARIOS, INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. 1980.
- PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA, S.C.T., DIRECCION GENERAL DE OBRAS MARITIMAS 1985.
- NOCIONES DE PUERTOS; JULIO DUESO, INSTITUTO MARITIMO MEXICANO, A.C. 1958.
- DESARROLLO PORTUARIO; MANUAL DE PLANIFICACION PARA LOS PAISES EN DESARROLLO, UNCTAD, NACIONES UNIDAD, NEW YORK 1980.
- PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS, DIVISION DE EDUCACION CONTINUA, FACULTAD DE INGENIERIA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, 1987.