

25
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN**

**"PROCESO CONSTRUCTIVO DEL MUELLE
EN ESPIGON No. 4 PARA BUQUES-TANQUE
HASTA DE 60.000 T. P. M., EN EL PUERTO
PETROLERO DE SALINA CRUZ, OAXACA"**

T E S I S

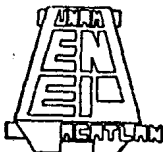
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

ALEJANDRO ZUÑIGA LOPEZ

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



SANTA CRUZ ACATLAN, EDO. DE MEXICO

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO PRIMERO	
ANTECEDENTES	4
1.1 Estructuras de atraque	5
1.1.1 Definición	5
1.1.2 Clasificación de las estructuras de atraque	5
1.1.2.1 Amarraderos en mar abierto	5
1.1.2.2 Duques de alba o dolphines	8
1.1.2.3 Muelles	9
1.1.2.4 Muelles especializados	17
1.2 Criterios de selección del tipo de muelle	21
1.3 Reseña de métodos constructivos de estructuras de atraque	23
1.3.1 Subestructura de un atracadero	23
1.3.1.1 Construcción de pilas	24
1.3.1.2 Construcción de elementos de gravedad	33
1.3.2 Superestructura de un muelle	34
1.4 Aspectos generales del puerto de Salina Cruz, Oax. ..	39
1.4.1 Antecedentes históricos del puerto	39
1.4.2 Ubicación geográfica	40
1.4.3 Aspectos socioeconómicos	40
1.4.4 Condiciones naturales	42
1.5 Descripción del proyecto general	43
1.5.1 Nuevo puerto petrolero	44
1.5.2 Muelle en empigón No. 4	47
CAPITULO SEGUNDO	
DETERMINACION DE RECURSOS PARA LA OBRA	52
2.1 Selección de maquinaria y equipo	52

2.1.1 Equipo de hinca	52
2.1.2 Equipo de levante	55
2.1.3 Equipo para vaciado de concreto	62
2.2 Programa de utilización de equipo	65
2.3 Determinación de recursos humanos	68

CAPITULO TERCERO

SUBESTRUCTURA	72
3.1 Trabajos preliminares	72
3.2 Fabricación de pilotes	76
3.2.1 Colocación de apoyos para fabricación de pilotes .	81
3.2.2 Procesos de biselado y soldadura	83
3.2.3 Tratamiento anticorrosivo	86
3.3 Hincado de pilotes	89
3.3.1 Trazo topográfico para el posicionamiento de los - pilotes	89
3.3.2 Acarreo de pilotes al sitio de hincado	90
3.3.3 Proceso de hincado de los pilotes	94

CAPITULO CUARTO

SUPERESTRUCTURA	104
4.1 Pasarela para vehículos	105
4.2 Duques de alba de amarre	116
4.3 Duques de alba de atraque	121
4.4 Plataforma de operaciones	124
4.5 Apoyos para la pasarela peatonal	128
4.6 Pasarela para peatones	130
4.7 Accesorios de defensa y amarre	132

CAPITULO QUINTO

INSTALACIONES	136
5.1 Instalación para conducción de productos petroleros .	136

	Pág.
5.2 Instalaciones para servicios	141
5.2.1 Instalación eléctrica	141
5.2.2 Instalación hidráulica	144
5.2.3 Equipo contra incendio	145
5.2.4 Sistemas de comunicación	145
5.2.5 Servicios auxiliares	146
5.3 Pintura y acabados en tuberías, estructuras de acero y obra civil	147
 CAPITULO SEXTO	
PROGRAMA DE OBRA Y COSTOS	151
6.1 Costos	151
6.1.1 Costos horarios directos de la maquinaria	151
6.1.2 Análisis básicos	158
6.1.3 Costo indirecto	165
6.1.4 Precios unitarios	165
6.2 Programa de obra	170
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 173
 BIBLIOGRAFIA	 178

INTRODUCCION

Durante los últimos catorce años, la economía de nuestro país se ha caracterizado por depender fundamentalmente de las exportaciones de petróleo, pero a pesar de que el Gobierno Federal ha impulsado de manera oportuna otros sectores de la economía, la participación de la industria petrolera en las finanzas del país no ha presentado una disminución sustancial; de ahí, que haya aumentado la necesidad de contar con obras y establecimientos suplementarios destinados a mejorar y agilizar actividades como la extracción de petróleo y gas natural, y el transporte y almacenamiento de productos petrolíferos, además de brindar instalaciones funcionales a los enormes buques petroleros para que sus tareas de carga y descarga se realicen de manera segura y en un lapso de tiempo menor. De este modo, se ha favorecido la construcción de caminos de acceso a los pozos, de oleoductos, gasoductos, refineries, plataformas marinas, boyas flotantes para carga en altamar, y los puertos se han mejorado y acondicionado para permitir el arribo de naves cada vez más grandes, y para manejar petróleo crudo y productos refinados.

Uno de los puertos que se ha visto beneficiado por obras de este tipo, es el de Salina Cruz, Oaxaca; esta terminal marítima ha sufrido un crecimiento excepcional en el manejo de petróleo y sus derivados, por lo que las instalaciones existentes actualmente serán insuficientes para operar los volúmenes proyectados para los próximos años, razón que ha forzado a Petróleos Mexicanos a acondicionar otro recinto portuario en una extensa zona contigua al puerto comercial. Esta nueva terminal contará con una batería de cuatro muelles para buques-cisterna, protegidos por medio de dos rompeolas construidos con material pétreo.

En virtud de que en nuestro país se carece de bibliografía de consulta sobre construcción de muelles, se realizó este modesto trabajo de investigación, en el que se describe en forma detallada el proceso constructivo de uno de los muelles que integrarán la nueva terminal marítima, definiendo sus características principa-

les y exponiendo los problemas que presenta la construcción de una estructura especializada de este tipo.

En el capítulo inicial, se abordan algunos aspectos generales sobre muelles, su clasificación y criterios de selección; después, se describen brevemente métodos diversos empleados en la construcción de atracaderos, ejemplificando el uso de estas técnicas mediante la descripción del proceso constructivo del muelle que se revisa en el presente trabajo. Posteriormente, se muestra una relación de los elementos que integrarán el Nuevo Puerto Petrolero, detallando especialmente las características del muelle en cuestión.

El capítulo segundo incluye el procedimiento para seleccionar el equipo pesado (martinetes y grúas) que se utilizará en la construcción del muelle; asimismo, se mencionan las relaciones de maquinaria y personal que intervendrán en cada etapa del proceso constructivo del atracadero.

El apartado siguiente incluye la descripción del acondicionamiento de las áreas de trabajo, donde se contempla la construcción de instalaciones provisionales; después, se exponen las fases del proceso de fabricación de los pilotes, y el acarreo e hincado de los mismos.

En el capítulo cuarto, se describe con detalle cada etapa constructiva de la superestructura de los elementos que integrarán el muelle (pasarelas, dolfinos, plataforma, ...), así como la colocación de accesorios de defensa y amarre.

En el capítulo posterior, se mencionan y detallan las instalaciones con las que estará equipado el muelle, entre las que se incluyen las destinadas a operar petróleo crudo y productos refinados, así como las que permitirán proporcionar servicios generales (luz, agua, comunicaciones, ...) al muelle y a las embarcaciones atracadas en él.

En el capítulo final, se explica la manera en que se integrará el presupuesto total de la obra; además, se especifica el programa general que permitirá llevar un control efectivo del proceso

constructivo de esta estructura marítima.

Este sencillo trabajo no pretende ser una guía obligada en la construcción de muelles, ya que pueden sugerirse otros métodos, -- probablemente más adecuados para construir un atracadero, pero hay que aclarar que ésta es sólo una alternativa seleccionada para una obra específica, aunque también es cierto que gran parte de los -- sistemas aquí descritos se utilizan con pocas variantes en la construcción de muelles con características distintas a las señaladas en este trabajo.

Es posible, que el estudio presentado contenga omisiones o fallas involuntarias, aun cuando se ha tratado de minimizarlas, pero queda así abierta la posibilidad de que el ingeniero con planeación adopte los elementos que considere convenientes, y adapte lo que aquí se expone a los requerimientos de cada obra en particular. Esta propuesta permite recordar que la Ingeniería nunca ha estado, ni estará encerrada en un mundo estático e inalterable, por el contrario, siempre estará abierta a nuevas propuestas que permitan manejar satisfactoriamente y con mejores resultados los recursos económicos, materiales y humanos, en aras de un mejor servicio a la comunidad.

Nota: Para cualquier comentario o recomendación al contenido del presente trabajo, favor de comunicarlo al teléfono: 5-30-87-47, o bien, por escrito a la dirección siguiente: Sur 75 No. 4366 Col. Viaducto Piedad C.P. 08200, lo cual se agradecerá sobremanera.

CAPITULO PRIMERO

ANTECEDENTES

Un puerto se puede definir como: "Un lugar en una ribera o -- costa, adecuadamente protegido contra la acción de los elementos -- naturales, para brindar seguridad a las embarcaciones que a él con -- curran; capaz de recibir las en cualquier tiempo y dotado de las -- instalaciones apropiadas para la recepción, almacenaje y transbor -- do de mercancías y/o pasajeros; es el enlace entre los transportes marítimos y terrestres; y sirve a una o varias zonas de actividad económica diversa, las cuales en conjunto constituyen su área de -- influencia." (1)

Los elementos que integran un puerto son de carácter físico y operacional-administrativo.

Los instrumentos de operación y administración son aquellos -- que hacen posible el transbordo y manejo de la carga dentro del -- puerto, como son: la maquinaria (grúas y montacargas), el equipo -- de comunicaciones (radios y teléfonos) y los recursos humanos (ope -- radores y alijadores.)

En cuanto a los componentes físicos, se pueden agrupar de la siguiente manera:

- a) Las obras exteriores (rompeolas, escolleras, espigones), cuya función estriba en disipar la energía del oleaje, para proporcionar áreas de aguas tranquilas dentro del recinto portuario.
- b) Las áreas de navegación (canal de navegación, antepuerto, dársenas), que son áreas de agua dentro de la jurisdicción del -- puerto en las cuales las embarcaciones pueden realizar dentro -- de un marco de seguridad sus maniobras de navegación, ciaboga, fondeo y atraque.

(1) Roberto Bustamante Ahumada. Introducción al Problema Portua -- rio. Curso de Admón. y Operación Portuaria. Centro de Educa -- ción Continua de la Fac. de Ingeniería, U.N.A.M.. México, 1972

c) Las obras interiores, son aquellas que permiten fondear a las embarcaciones (muelles y embarcaderos), el almacenamiento de la carga (bodegas y patios) y la prestación de servicios generales (agua, energía eléctrica, teléfono, combustible.)

En virtud de que el presente trabajo está orientado a la descripción del proceso de construcción de un elemento de atraque, a continuación se definirán con detalle las características más relevantes de este tipo de estructuras marítimas.

1.1 Estructuras de Atraque.

1.1.1 Definición.

Las obras de atraque son estructuras de transición entre la tierra y el mar, que permiten fondear o atracar a las embarcaciones, facilitando así las operaciones de carga y descarga de mercancías, y el embarque y desembarque de pasajeros. Las estructuras de atraque lo son también de amarre, ya que generalmente cuentan con aditamentos adecuados para ese fin (bitas, bolardos, cornamusas o ganchos de escape.)

1.1.2 Clasificación de las estructuras de atraque.

Las obras de atraque se dividen en tres grandes grupos:

- Amarraderos en mar abierto (fuera de la costa.)
- Puques de alta.
- Muelles.

1.1.2.1 Amarraderos en mar abierto.

Son instalaciones ubicadas mar adentro, fuera de las aguas protegidas de los recintos portuarios. Se ha tenido que recurrir a este tipo de estructuras por el incremento constante del tamaño de las embarcaciones, que a su vez se enfrentan con el problema de la falta de instalaciones adecuadas para su atraque y operación, en -

virtud de que los puertos no pueden ser sometidos a cambios continuos en sus dimensiones, en algunos casos por incosteabilidad y en otros porque físicamente no es posible.

Las instalaciones más comunes de este tipo son las siguientes:

- a) Terminales a base de una boya de amarre (Fig. 1.1), son estructuras flotantes que conectan ductos sumergidos debajo de la boya y los amarres terminales; generalmente son instaladas en profundidades que varían de 20 a 40 metros, suficientes para permitir la sujeción de los nuevos buquestanque de gran calado.

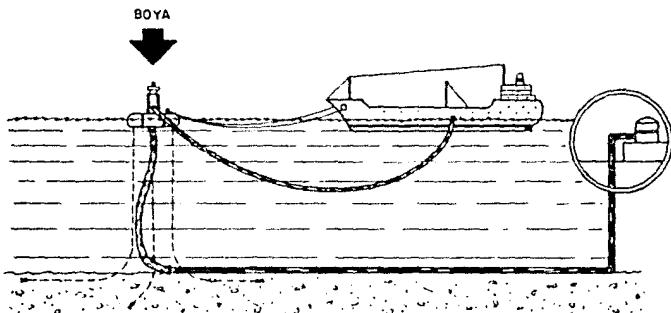


Fig. 1.1 Instalación en mar abierto a base de una boya de amarre.

- b) Terminales a base de una torre fija (Fig. 1.2), consisten en una torre metálica en forma de armadura, articulada a una base de concreto apoyada en el fondo del mar, sosteniendo en su extremo superior una boya de amarre a la cual se fijan las embarcaciones para efectuar sus maniobras con seguridad. La torre o brazo metálico funciona como soporte de las tuberías submarinas, mismas que transportan los fluidos de tierra al barco o viceversa.

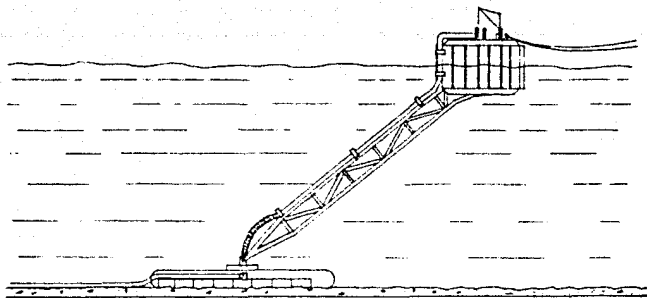


Fig. 1.2 Torre de amarre para buquestanque.

c) Muelles isla o terminal isla (Fig. 1.3), son grandes plataformas o islas artificiales similares a un muelle en espigón (permiten el atraque de buques en sus dos costados), con la diferencia de que el único contacto físico que tienen con tierra es a través de los viaductos que soportan las tuberías, o bien, por ductos sumergidos colocados en el lecho marino.

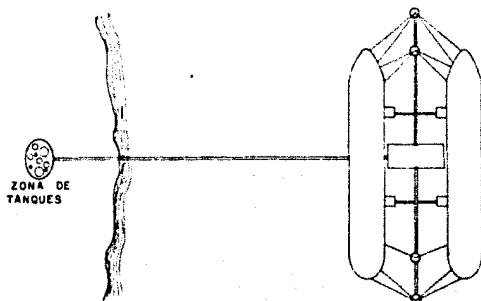


Fig. 1.3 Muelle o terminal isla.

1.1.2.2 Diques de alba o dolfines.

Son estructuras marinas empleadas para fondear naves; se utilizan con frecuencia para acortar la longitud de los muelles, permitiendo así un ahorro importante en los materiales de construcción. Los dolfines son de dos tipos: de atraque (generalmente el mayor de los dos) y de amarre.

a) Dolfines de atraque, estas estructuras se diseñan para absorber el impacto de un barco cuando atraca y para sujetar a las embarcaciones en contra de un viento de lado. Para realizar estas funciones están provistos de defensas que absorben el impacto del barco y evitan que se dañen tanto el casco del buque como el propio dolfin. Este tipo de diques, por lo general cuentan con bolardos o postes de amarre para los cabos del barco, particularmente los cabos empleados para mover el buque a lo largo del muelle o para retenerlo contra la corriente.

b) Dolfines de amarre, destinados a sujetar el barco contra un viento de lado que sople hacia fuera del muelle. Estos dolfines no se diseñan para absorber el impacto del barco, ya que se erigen a cierta distancia atrás del frente del muelle, por lo que los barcos no pueden golpearlos. Los dolfines de amarre cuentan para la sujeción de los cabos, con bolardos o postes de amarre y cabrestantes cuando se usan cuerdas muy pesadas.

Por su estructura, los diques de alba se clasifican de la siguiente manera:

i) Dolfines de gravedad, empleados cuando lo que se pretenda sea tener una estructura masiva, en la cual basan su estabilidad; para esto es necesario que el terreno de cimentación tenga alta resistencia. De acuerdo al material que los constituyen, estos dolfines pueden construirse de:

- Concreto ciclópeo (Fig. 1.4.)
- Gaviones o celdas formadas con tablestacas metálicas y rellenas interiormente con material pétreo.
- Pilas (cilindros huecos) rellenas con roca y arena.

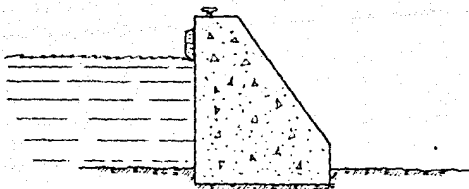


Fig. 1.4 Delfín de concreto ciclópeo.

ii) Delfines a base de pilotes, que pueden ser de muy variadas -- formas y materiales. Los más comunes se construyen de concreto armado, madera y tubos de acero. El tipo de material y el número de pilotes dependen en gran medida del tamaño de las embarcaciones que vayan a fondear.

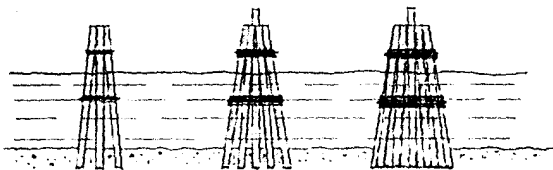


Fig. 1.5 Delfines de alba formados con pilotes de madera.

En este tipo de delfines de alba, los pilotes se fijan y amarran entre sí con cable galvanizado, fijando sobresalir por encima del resto el pilote central para proporcionar un medio de sujeción a las neves que amarra (Fig. 1.5); o bien, rematan en una plataforma (Fig. 1.6), la cual debe cumplir con varios propósitos, entre otros: debe distribuir uniformemente las cargas sobre los pilotes y dar asiento a los aditamentos de defensa y amarra.

1.1.2.3 Muelles.

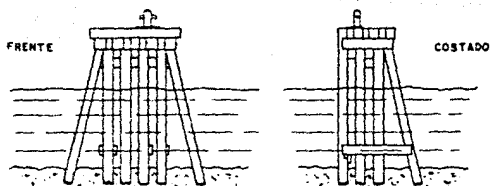


Fig. 1.6 Dolphines a base de pilotes que rematan en una plataforma.

Son las estructuras de atraque más usuales y se clasifican de la siguiente manera:

A) Por su forma geométrica.

a) Muelles marginales, se extienden paralelos a la línea de la costa y las embarcaciones pueden atracar longitudinalmente una a continuación de otra, dejando entre ellas un espacio que les permita realizar sus maniobras con seguridad (Fig. 1.7.) Por la configuración de estas estructuras, el atraque de los buques sólo puede realizarse en un lado del muelle. Generalmente, se construyen en forma contigua a tierra firme, pero no necesariamente tiene que ser así, ya que como se verá más adelante, se pueden hacer combinaciones de este tipo de muelle con otros elementos de atraque.

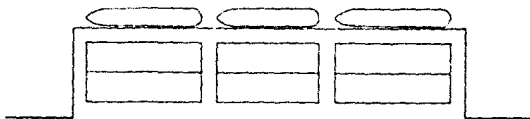


Fig. 1.7 Muelle marginal.

b) Muelles en espigón, cuya disposición es normal o inclinada respecto a la costa, proyectándose dentro de las aguas navegables del puerto y permitiendo el atraque de los buques en sus

dos costados (Fig. 1.8.) Este tipo de estructuras se construye por lo general, en lugares donde es necesario aprovechar al máximo la longitud de las márgenes, y ésto se logra en gran medida ya que proporcionan un número mayor de atraques por longitud lineal de canal que los que proporcionan los muelles marginales.

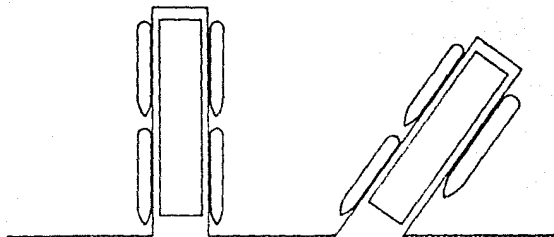


Fig. 1.8 Muelles en espigón.

c) Muelles en forma de L y de cabeza en T (Fig. 1.9), son formas económicas de proporcionar instalaciones de atraque en aguas profundas que eliminan dragado; constan de una pasarela normal a la costa y el atracadero propiamente dicho paralelo a la línea de la costa.

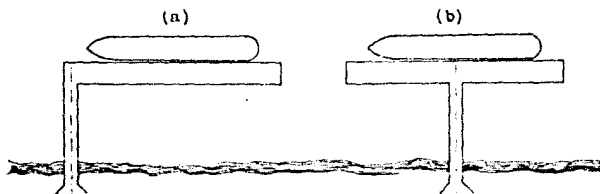


Fig. 1.9 Muelles en forma de "L" (a) y de cabeza en "T" (b).

d) Muelles en forma de U invertida (Fig. 1.10), estructuras que facilitan la circulación de los vehículos sobre la plataforma de trabajo, la cual se construye separada de la costa por la fuerte variación de mareas y por la dificultad que pudiera existir para dragar el fondo marino.

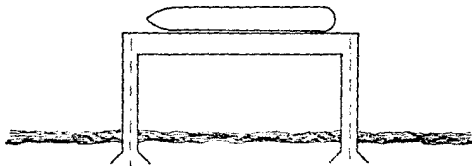


Fig. 1.10 Muelle en forma de "U".

B) Por el tipo de estructura.

a) Construcción de tipo abierto. En estas estructuras el agua puede circular por debajo de la estructura principal del muelle.

i) Plataforma de recepción (Fig. 1.11), en la que la losa estructural principal se construye debajo de la cubierta o superficie terminada, y el espacio entre ellas se rellena para proporcionar peso adicional con fines de estabilidad.

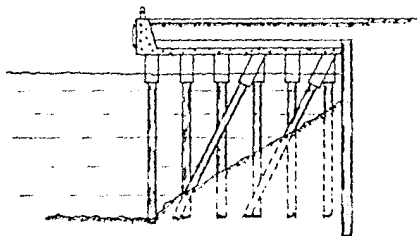


Fig. 1.11 Construcción tipo abierto con plataforma de recepción.

- ii) Cubiertas de nivel superior (Fig. 1.12), en las que la plataforma o losa sólida es soportada directamente por los elementos de la subestructura.

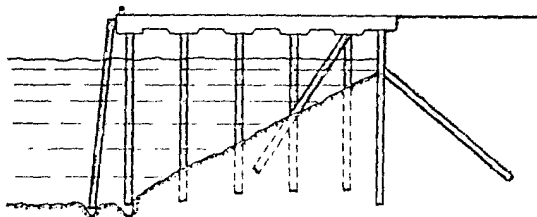


Fig. 1.12 Construcción tipo abierto c/cubierta de nivel superior.

En los dos casos anteriores, la cubierta puede ser de madera creosotada, de concreto reforzado, o una combinación de concreto y acero o madera. En algunos casos se utilizan losas y traveses de concreto preesforzado o precolado para reducir el costo de la estructura.

La cubierta puede apoyarse en pilotes, que pueden ser -- también de madera creosotada, de acero (sección H o tubular), o de concreto reforzado; o sobre grandes cilindros, bloques o estructuras que pueden ser de acero o de concreto armado. Considerando siempre que una cimentación profunda a base de pilotes se usa con ventaja cuando el estrato resistente se localiza a una profundidad tal que el uso de algún otro criterio de sustentación de la superestructura resultaría antieconómico.

- b) Construcción tipo cerrado o de relleno sólido. Por el tipo de cimentación de estos elementos, el agua no puede circular -- por debajo del muelle.

1) Celdas de tablestacas de acero (Fig. 1.13.) Se utilizan con frecuencia en lugares donde la profundidad del agua no exceda de 15.00 Mts. y las condiciones del fondo sean adecuadas para soportar una estructura de gravedad. Las celdas se forman con

tablestacas de acero y se rellenan con material pétreo, las celdas por lo general se cubren con una losa de concreto y un muro de contención sobre la superficie del agua.

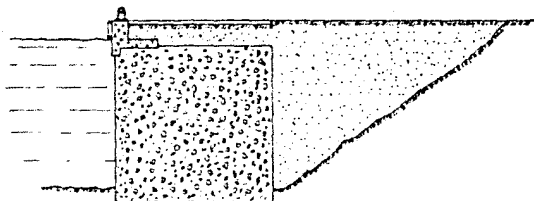


Fig. 1.13 Celdas de tablestacas de acero.

ii) Muro de contención formado con tablestacas (Fig. 1.14.) Se construyen con tablestacas de madera, acero o concreto, soportadas por tenedores o varillas de unión sujetas a un muro ancla o a pilotes ancla localizados a una distancia segura atrás del frente del muelle, después se coloca el relleno interior y finalmente se pavimenta la parte superior de la estructura.

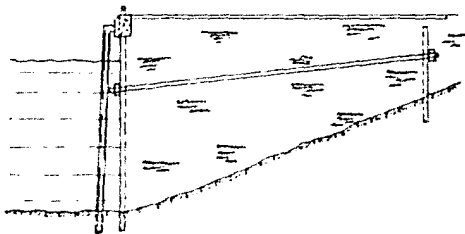


Fig. 1.14 Muro de contención formado con tablestacas.

iii) Cajones de madera rellenos de roca (Fig. 1.15.) Usados en las primeras construcciones de muelles, actualmente casi en desuso. Las cajas generalmente quedan por debajo del nivel --

del agua; el muro de retención de la parte superior se construye de concreto o mampostería, y funciona como apoyo de la losa o cubierta del muelle.

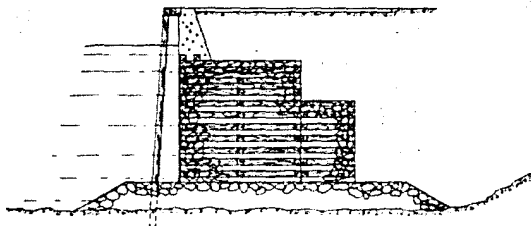


Fig. 1.15 Cajones de madera rellenos de roca.

iv) Cajones de concreto (de uso frecuente en Europa.) Se construyen con dos sistemas distintos:

- Tipo de pozos abiertos, con puntas cortantes que se hunden en el fondo dragado para obtener un apoyo firme que proporcione estabilidad a la estructura.
- Tipo de fondo cerrado (Fig. 1.16), en este método los cajones no se colocan directamente sobre el fondo, sino que se apoyan en una plantilla de grava o piedra triturada que actúa como capa de nivelación

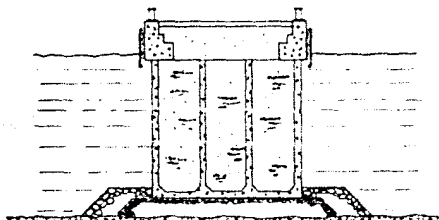


Fig. 1.16 Cajones de concreto armado tipo de fondo cerrado.

v) Muros de gravedad con pared vertical. Son estructuras de tipo macizo cuya estabilidad se logra por su propio peso; son elementos que se emplean cuando los estratos en que se sustentan tienen suficiente capacidad de carga y se encuentran a profundidades tales que permiten el uso de este tipo de estructuras. Su construcción comienza con el nivelado del fondo rocoso mediante la colocación de una plantilla de concreto de baja resistencia; directamente sobre la plantilla se construyen los muros, que pueden ser de diversos materiales:

- Concreto ciclópeo (Fig. 1.17), fabricado con cemento y agregado pétreo de gran tamaño.

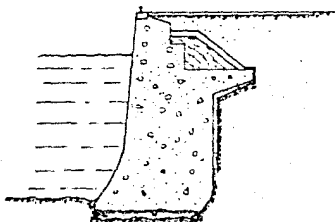


Fig. 1.17 Muelle de concreto ciclópeo.

- Concreto armado (Fig. 1.18), tipo muro milán, con contrafuerte de concreto.

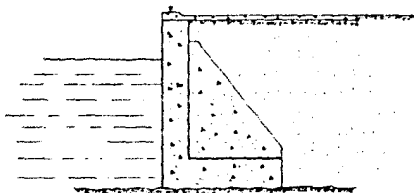


Fig. 1.18 Muelle de concreto armado tipo muro milán.

- Bloques de concreto (Fig. 1.19), son piezas macizas generalmente prefabricadas que pueden pesar de 50 a 200 Toneladas. -- Los bloques se colocan en forma tal que proporcionan al muro una ligera inclinación hacia atrás; las piezas del fondo se colocan sobre una base de pedacería de roca; finalmente, en la parte posterior del muro se pone un relleno de roca para reducir la presión lateral de la tierra.

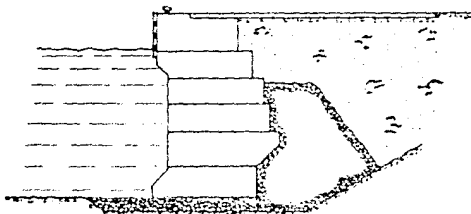


Fig. 1.19 Muelle a base de bloques de concreto.

1.1.2.4 Muelles especializados.

Este tipo de estructuras de atraque se originó conforme fueron aumentando los costos de construcción de las estructuras de atraque tradicionales, convirtiéndose en una necesidad imperiosa la reducción de dichos costos, lográndose esto mediante la utilización de plataformas aisladas cimentadas sobre pilas o pilotes, en combinación con duques de alba.

Las estructuras que se mencionan a continuación, son ejemplos de este tipo de instalaciones:

- A) Muelles de cabeza en T; compaginan las ventajas de un muelle tradicional en forma de T (eliminación de dragado), con las cualidades de los dolfinos de atraque (gran capacidad para soportar cargas horizontales muy grandes) y de amarre (ahorro en su diseño estructural), con lo que se permite la eliminación de al

gunos tramos de la longitud del muelle, con el consiguiente ahorro en los materiales de construcción. A continuación se describen algunas variantes de este tipo de estructuras:

- a) Muelles con una plataforma de operaciones, dos duques de alba de atraque y cuatro de amarre separados del frente del muelle (Fig. 1.20.) En estos casos, el mecanismo de transbordo de los productos a mover puede ajustarse a las escotillas del barco y éste permanecer fijo.

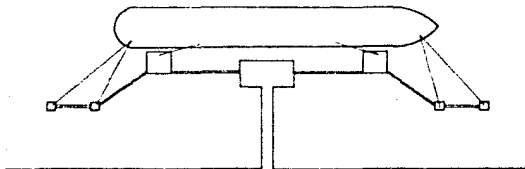


Fig. 1.20 Muelle de cabeza en "T".

- b) Muelles con plataforma de operación, dos dolfinos de atraque y tres de amarre al mismo nivel de los anteriores (Fig. 1.21.) Estos atracaderos se utilizan cuando el mecanismo para efectuar la carga y descarga del buque es único y permanece fijo, entonces el barco debe moverse longitudinalmente para ajustar sus escotillas al mecanismo de transbordo.
- c) Muelles con plataforma de atraque, dos duques de amarre colocados a los costados de la plataforma, pero fuera de la línea de atraque, y dos postes de sujeción complementarios ubicados en tierra firme (Fig. 1.22.)
- B) Muelles en forma de L (Fig. 1.23.) Son un tipo de variante -- del muelle en T, y tienen el mismo criterio de operación, con la diferencia de que la pasarela de comunicación en lugar de lo

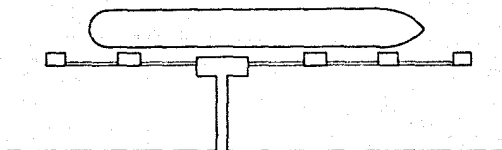


Fig. 1.21 Muelle de cabeza en "T".

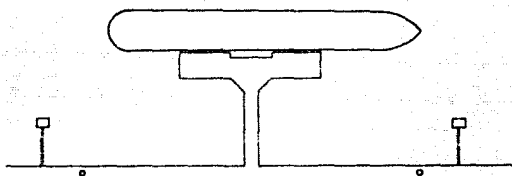


Fig. 1.22 Muelle en "T".

calinzarse al centro de la forma de operaciones, se sitúa -
en uno de sus extremos.

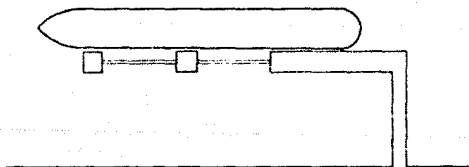


Fig. 1.23 Muelle en forma de "L".

c) Muelles en espigón. Se usan ventajosamente cuando se desea -- permitir el atraque de buquestanque, destinados al transporte -- de fluidos cualquiera que sea su naturaleza. Con este tipo de -- instalación se logra una economía al no ser necesario construir el muelle en toda su longitud con la misma rigidez estructural, concentrando ésta sólo en los puntos donde se requiera. Por ejemplo:

a) Muelles normal e inclinado respecto a la línea de la costa, formados por una plataforma de operaciones, dos plataformas de atraque y cuatro dolfinos de amarre ubicados fuera de las líneas de atraque (Fig. 1.24.)

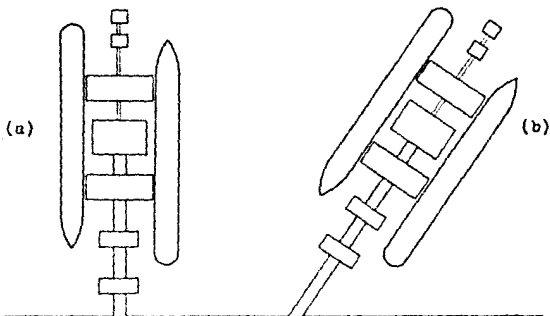


Fig. 1.24 Muelles en espigón, normal (a) e inclinado (b) respecto a la línea de la costa.

b) Muelle normal a la margen de la costa, constituido por una -- plataforma de operaciones, cuatro duques de atraque y tres para amarre situados lejos de las líneas de atraque (Fig. 1.25.)

En general, la composición, disposición y geometría de los -- muelles puede ser de la forma más variada, y debe definirse en función de las condiciones del área abrigada, del frente de agua disponible, así como de las características físicas de las mercancías y productos que vayan a circular por el muelle.

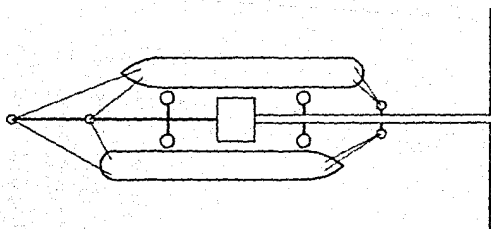


Fig. 1.25 Muelle en espigón normal a la margen de la costa.

1.2 Criterios de Selección del Tipo de Muelle.

De los factores que controlan la selección del tipo de muelle, entre los más importantes se encuentran los siguientes:

- A) Los de tipo físico del lugar donde será construido:
 - a) Dirección predominante de vientos, corrientes y oleaje, para definir la orientación de la estructura.
 - b) Sismicidad de la zona, para el diseño estructural del muelle.
 - c) Condiciones del fondo marino (tipo de suelo, contenido de humedad, capacidad de carga, ...), para determinar el tipo de cimentación de la estructura.
 - d) Topografía del terreno, para conocer los volúmenes de relleno; y batimetría, para conocer la configuración del fondo marino.
- B) Expectativa de vida de la instalación, es decir, durabilidad que se pretende tenga la estructura, ya que podría suceder que se deseara que ésta sirviera solamente durante un período de tiempo relativamente corto (10 a 15 años), por lo que no sería necesario construir una estructura permanente muy costosa que al poco tiempo habría que inhabilitar.
- C) Tipo de carga que se manejará a través del muelle. Esto es de

suma importancia, ya que una vez definidas las características de las mercancías que circularán por el muelle, se podrá determinar el tipo de local más adecuado para resguardar los productos, por ejemplo: bodegas de tránsito y/o estacionarias, patios para contenedores, silos para carga a granel, tanques para almacenar fluidos,

D) Tipo y tamaño de las embarcaciones que harán uso de los muelles, ya que en el caso de los buques de gran tamaño es obligado el empleo de materiales como acero y concreto reforzado, --- pues el uso de otro tipo de elementos podría disminuir la resistencia de las estructuras de atraque. No sucede lo mismo cuando los muelles se construyen para permitir el atraque de embarcaciones menores, como los barcos pesqueros y los yates turísticos, que por sus características de tamaño y desplazamiento permiten el uso de cualquier otro tipo de material en la construcción de los atracaderos.

E) Propiedad y costo de los terrenos adyacentes al sitio elegido, pues si los precios por metro cuadrado fueran muy elevados, sería casi obligada la construcción de muelles en espigón que permitirían un número mayor de atraques por longitud lineal de canal que los que proporcionaría un muelle marginal.

F) Costo mínimo de la estructura, tanto de su construcción como de su mantenimiento, durante su vida útil. Para alcanzar este objetivo es indispensable considerar cada uno de los factores mencionados en los incisos anteriores.

G) Métodos de construcción. Para determinar los sistemas constructivos más adecuados hay que considerar también, la disponibilidad y costo de los materiales, y la disponibilidad del equipo de construcción y del personal técnico necesario para poder llevar a cabo la ejecución de la obra; además, se deben observar los dos puntos siguientes:

- La construcción de muelles en el agua requiere de grúas montadas en barcasas o chalancos, situación que se elimina cuando se construye en seco, ya que en estas condiciones el dragado no -

es requerido hasta que los muelles han sido construidos.

- Los atracaderos, en general, deben localizarse en la parte más abrigada del puerto, y cuando sea posible en una dirección paralela a la que sopla la resultante del viento, especialmente --- cuando el puerto no esté adecuadamente protegido de sus acciones.

1.3 Reseña de Métodos Constructivos de Estructuras de Atraque.

Los sistemas y técnicas utilizadas en la construcción de obras civiles han evolucionado a la par que el desarrollo de la tecnología, lo que ha favorecido el surgimiento de nuevas máquinas y mejores métodos que facilitan y aceleran el trabajo de los constructores modernos.

En este apartado se describirán de manera general los métodos más comunes empleados actualmente en la construcción de elementos de atraque. Pero, antes de iniciar la descripción de los procedimientos y etapas constructivas, es necesario definir en qué consiste la estructura de un muelle, la cual se divide en forma genérica en subestructura y superestructura:

La subestructura es la cimentación del muelle, está constituida por los elementos que transmitirán al terreno las cargas horizontales (impacto de los buques, viento, mareas, oleaje) y verticales (peso propio de la estructura, vehículos y personas, movimiento de productos y mercancías manejadas.)

La superestructura es la parte estructural del muelle en la que se fijarán los aditamentos de defensa y amarre, y las instalaciones para prestar servicios generales a los buques (luz, agua, combustible, patios y bodegas de almacenamiento,)

1.3.1 Subestructura de un atracadero.

Esta puede construirse de diversos elementos, como son:

A) Pilotes y tablestacas, que a su vez pueden ser:

- a) De madera.
- b) De concreto armado.
- c) De tubos de acero.
- d) De perfiles estructurales.

B) Pilas:

- a) De concreto armado.
- b) De acero.

C) Elementos de gravedad:

- a) Muros de concreto ciclópeo o concreto simple.
- b) Bloques prefabricados de concreto.

A continuación se explicará el proceso de construcción de cada uno de estos elementos, exceptuando el de pilotes, ya que su -- procedimiento constructivo se detallará en capítulos posteriores.

1.3.1.1 Construcción de pilas.

A) Pilas en tierra, para muelles marginales.

Una pila es un elemento estructural generalmente sólido y de forma cilíndrica, que va empotrado en el suelo para asegurar su estabilidad. En general, la construcción de una pila en tierra firme consta básicamente de tres actividades principales:

- La perforación.
- La colocación de acero de refuerzo.
- El colado del concreto.

a) Perforación. El diámetro de perforación para estos elementos varía desde los 0.60 Mts. hasta los 2.50 Mts., y su profundidad depende de su diseño estructural y del tipo de maquinaria utilizada. La excavación se puede realizar básicamente con dos tipos de maquinaria, una diseñada especialmente para efectuar este tipo de trabajos (equipo perforador giratorio de transmisión mecánica o de hélice continua), y otra que consiste en un

mecanismo adaptable a una grúa convencional sobre orugas (máquinas rotatorias para perforación, de transmisión mecánica o hidráulica.) Para llevar a cabo la excavación es recomendable el uso de un brocal que sirva de guía a la herramienta de ataque, y que evite desprendimientos de la parte superior del pozo. Para contener las paredes de la excavación se utiliza una mezcla a base de agua-bentonita, con un proporcionamiento que varía de acuerdo al tipo de terreno; aunque es común un proporcionamiento no mayor del 10 % en peso de bentonita en relación con el agua. Es muy importante que esta mezcla se efectúe correctamente y que se le proporcione el tiempo suficiente de hidratación.

b) Colocación de acero de refuerzo (Fig. 1.26.) El habilitado del acero de refuerzo se realiza en un patio o área acondicionada para tal fin, y en función de la longitud de la pila se hace en una o más secciones, lo cual determina el tipo y tamaño de la grúa a utilizar para su colocación dentro de la excavación.

c) Colado de concreto. Para realizar el vaciado se utiliza una "trompa de colado", que consiste en una serie de tubos unidos entre sí (tubería tremie) y en cuyo extremo se coloca una manguera pesada del mismo diámetro. Durante el colado, el extremo inferior o de descarga de la trompa se mantiene embebido dentro del concreto fresco para evitar que éste se lave y segregue. Los proporcionamientos de agregados finos y gruesos son de gran importancia, recomendándose el uso de agregados gruesos de grava y no de roca triturada. Cuando la pila por colar no va armada, es aconsejable el empleo de agregado grueso con tamaño máximo de $1\frac{1}{2}$ " ϕ , y cuando la pila sea de poco diámetro o vaya armada, se utilizará agregado máximo de $\frac{3}{4}$ " ϕ . El revenimiento recomendable es de 15 a 18 cm, con un máximo de 20 cm y un mínimo de 13 cm. El diámetro de las trompas es por lo general ocho veces mayor que el tamaño del agregado grueso, las más comunes son de 25.4 cm (10") a 30.48 (12".)

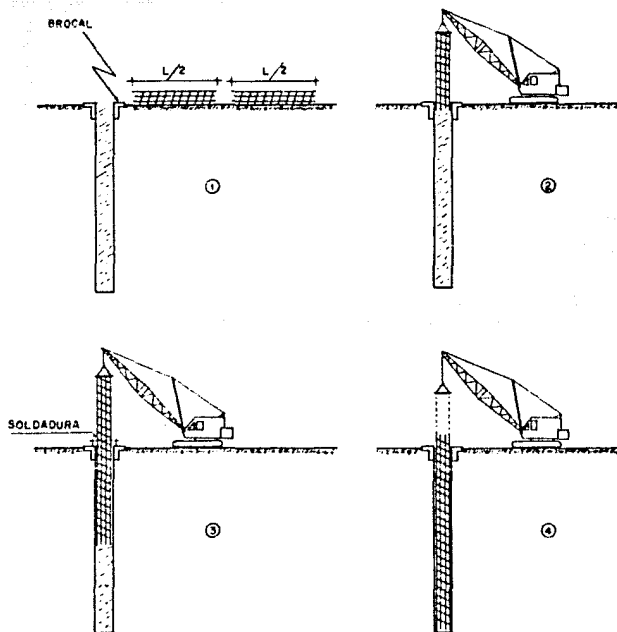


Fig. 1.26 Colocación de acero de refuerzo en dos secciones.

En la boca de la excavación se coloca una pequeña tolva para que el concreto escurra lentamente hacia el interior de la fosa. Todo el equipo se sube o baja en conjunto durante el vaciado de concreto, para lo cual se puede utilizar el mismo que se usó en la colocación del acero de refuerzo.

B) Pilas en el agua.

El procedimiento constructivo de pilas dentro del agua (en el mar, ríos y lagos) difiere en algunos puntos del empleado para pilas en tierra firme, ya que una parte de la pila queda sumergida - en el agua, por lo que se requiere una cimbra especial para el colado. El procedimiento general es el siguiente:

En primera instancia, se realiza la localización topográfica del sitio exacto donde se erigirá la pila de acuerdo al proyecto; una vez que se ha ubicado el lugar, se procede a colocar el escantillón (estructura metálica de apoyo), que servirá para soportar - la cimbra metálica de la pila; el escantillón se acomodará con ayuda de una grúa montada en un chalán, equipo que se utilizará en todas las etapas del proceso constructivo. La cimbra, formada por -- dos medias cañas unidas con tornillos, se arma en la cubierta del chalán; en algunos casos, parte de la cimbra queda empotrada en el terreno y se considera perdida, ya que no es posible su recuperación, no así la cimbra de la parte superior, que por su ubicación sí se puede extraer y reutilizar.

Después de haber colocado la cimbra metálica en su posición - correcta, se procede a penetrar en el terreno, excavando con el método adecuado al tipo de suelo, entre los sistemas más usuales se encuentran los mencionados a continuación:

a) Si el suelo es arenoso, limoarenoso, de arena con conchilla, o algún otro tipo de terreno con características similares a los mencionados, se procede a bajar la cimbra de la pila mediante un dragador que funciona con aire comprimido ---- (Fig. 1.27.) El dragador consiste en un tubo de acero de 3" a 10" ϕ , al que se adapta longitudinalmente un tubo de 1 1/2" ϕ conectado a un compresor portátil. La boca del tubo de 1 1/2" debe llegar hasta la parte inferior del dragador, una vez colocado se comienza a inyectar aire en el fondo, impulsando así el material suelto a través del dragador, al comenzar a salir arena a la superficie la cimbra empezará a descender, interrumpiendo la excavación al llegar al nivel de proyecto.

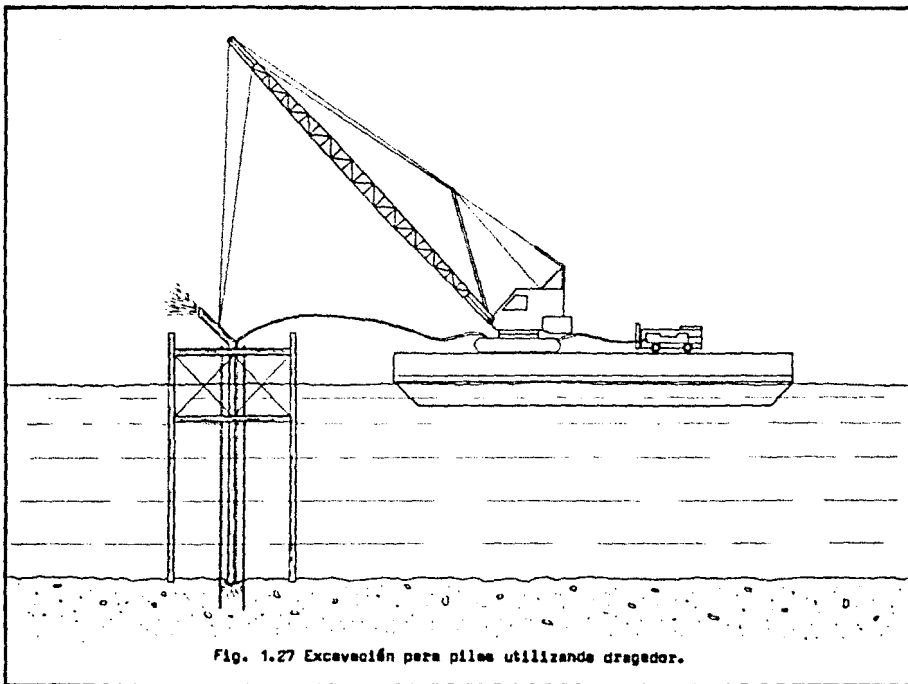
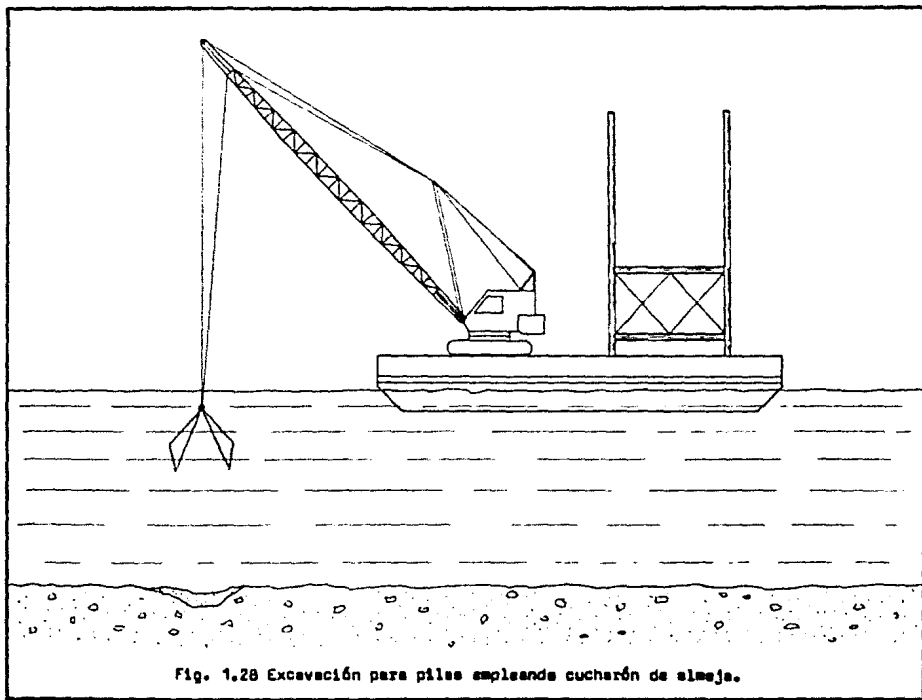


Fig. 1.27 Excavación para pilas utilizando dragador.

- b) Si el estrato de suelo se compone de boleo semicomacto y no es posible utilizar el método anterior, antes de proceder a bajar la cimbra se hace una excavación previa con cucharón de almeja hasta alcanzar la cota del proyecto (Fig. 1.28.)
- c) Si el estrato de suelo está constituido de boleo compacto y la excavación no se puede realizar directamente con cucharón, entonces se utiliza un puyón (tubo de acero con punta, relleno de concreto), el cual se levanta con la grúa y se deja caer en caída libre, con ésto se aflojará el material y se podrá sacar con la almeja, repitiendo este proceso hasta llegar a la cota de proyecto (Fig. 1.29.)
- d) En el caso de que la capa de suelo tenga una dureza tal que dificulte el empleo de los métodos anteriormente descritos, entonces será necesario utilizar equipo especial para perforación (equipo rotatorio especializado, o máquinas giratorias adaptables a grúas sobre orugas.)

Después de que se haya empotrado la cimbra a los niveles que marca el proyecto, se procederá a colocar el armado, el cual ya deberá estar habilitado y listo para su colocación dentro del encofrado de la pila.

Por último, se realiza el colado utilizando tubería tremie ---- (Fig. 1.30), pero antes de vaciar el concreto se colocará una pelota de vinil del mismo diámetro que el tubo tremie, des ués se comienza el vaciado de concreto, que al escurrir empujará la pelota a través de la tubería cuyo extremo inferior se mantendrá apoyado en el fondo de la pila, cuando la pelota llegue al fondo del tubo empujara por el concreto, entonces se levantará ligeramente el tubo para que la pelota salga y así comienza a fluir el concreto, cuidando de mantener durante todo el colado el extremo inferior del tubo dentro del mismo concreto para evitar una posible contaminación. El vaciado de concreto se mantendrá hasta llenar el molde de la cimbra, suspendiendo el colado hasta que el concreto que fluye tenga una apariencia sana, ésto se hace debido a que el fondo de la pila generalmente está contaminado con residuos producto de



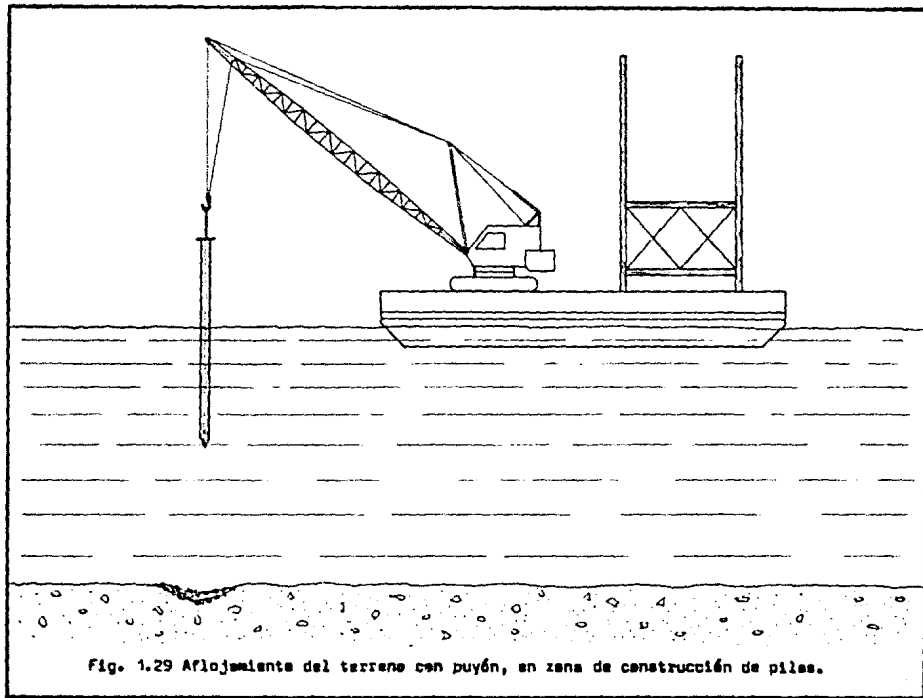


Fig. 1.29 Aflojamiento del terreno con puyón, en zona de construcción de pilas.

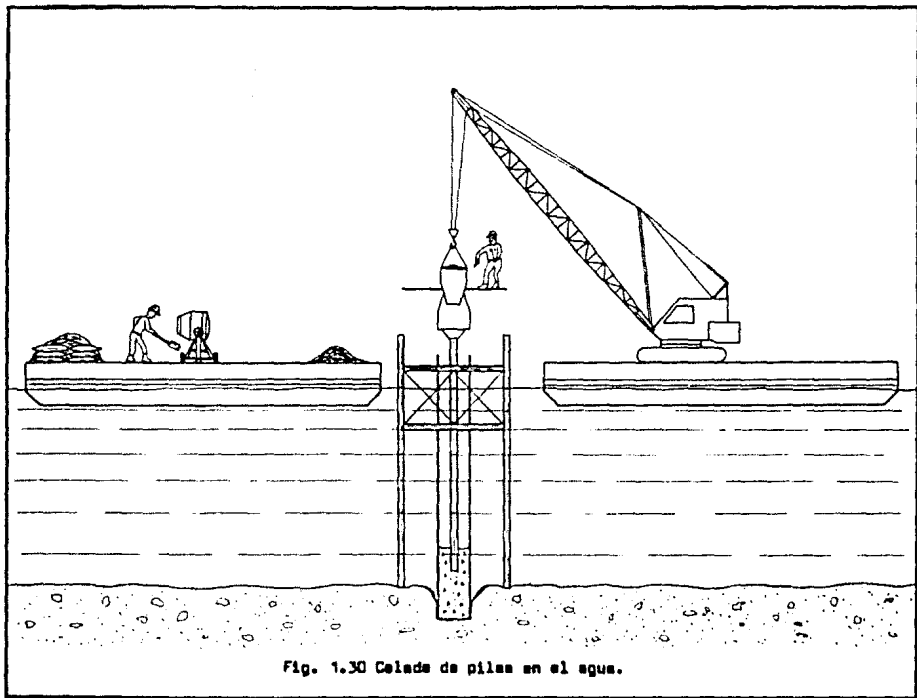


Fig. 1.30 Colado de pila en el agua.

la excavación.

El revenimiento del concreto durante el colado deberá ser de 16 a 18 cm, para darle mayor fluidez. En el descimbrado es indispensable la ayuda de un buzo profesional para que retire los tornillos de la cimbra recuperable y permita la extracción de las dos medias cañas para subirlas al chalán, donde se armarán nuevamente para repetir el proceso con otra estructura similar.

En general, el proceso constructivo a seguir dependerá en gran parte de estudios del subsuelo que permitan conocer la estratigrafía del sitio donde se vayan a construir las pilas. Con estos datos, ya se podrá elegir el método que mejor se ajuste a las necesidades físicas que presente el terreno.

1.3.1.2 Construcción de elementos de gravedad.

A) Elementos precolados. En este tipo de estructuras, el cuerpo del muelle se forma con piezas de concreto armado de diferentes formas según el diseño (cubos, losas, cajones, ...). Si el muelle es a base de bloques (Fig. 1.19), se debe disponer de un patio de fabricación y curado, de donde se transportarán a la zona de colocación por medio de plataformas haladas con tractocamión. Las piezas se colocan en su posición definitiva con ayuda de una grúa con capacidad adecuada al tamaño y peso de los bloques; éstos suelen colocarse apilados y haciendo coincidir las juntas verticales y horizontales, aunque algunas veces se colocan con las juntas alternadas, pero siempre se ponen "a hueso" (sin mortero) y verificando su correcto posicionamiento con ayuda de buzos.

Los bloques se desplantan sobre una base de material granulada, previamente construida sobre el eje del muelle, señalando su trazo y su nivel por medio de boyas que sobresalen en la superficie del agua.

B) Muros de gravedad de concreto simple colados en sitio. Su proceso de construcción comienza con el trazo del eje del muelle, colocando boyas y verificando su posición topográficamente. Los mu-

ros se desplantan sobre una plantilla de material graduado colocado con cucharón tipo almeja operado con una grúa, una vez que se haya vaciado el material se procederá a nivelar y compactar la base con ayuda de un bloque cúbico de concreto que se manejará también con la grúa.

La cimbra se diseña de acuerdo a la forma del muro y se fabrica con elementos estructurales metálicos, recubriendo la cimbra de contacto con lámina calibre 18, dejando las preparaciones que conformarán las juntas entre las secciones de muro; la cimbra debe ser lo suficientemente pesada para evitar un posible volteamiento, en caso de necesitarse pueden colocarse contrapesos para aumentar su estabilidad. Este tipo de encofrado se fabrica en tramos de 3 a 4 Mts. que facilitan su armado en la superficie y se sujetan con pernos para que después de descimbrar se desarmen en poco tiempo y de una manera relativamente fácil.

Después de armar la cimbra, se coloca sobre la plantilla graduada verificando su trazo y nivelación por medio de topografía; los posibles huecos que pudiera haber en la base del molde se cubrirán con costales rellenos de arena (Fig. 1.31.)

El colado se efectúa también con el sistema de tubos tremie - (Fig. 1.32), el concreto tendrá un revenimiento de 16 cm a 18 cm y grava de 1 1/2" Ø; cuando se utilice concreto ciclópeo, deberán seleccionarse las rocas a utilizar con anticipación, éstas se distribuirán dentro del molde cuando ya se haya colado aproximadamente el 30 % del volumen total que se colará en ese tramo, y se vibrará únicamente la parte superior del muro.

El descimbrado se efectuará al día siguiente del colado, desarmando el molde, quitando los pernos que lo sujetan y subiendo las piezas con la grúa hasta la superficie, donde volverán a unirse para repetir el proceso en otro módulo del muro.

1.3.2 Superestructura de un muelle.

La superestructura puede construirse con materiales diversos

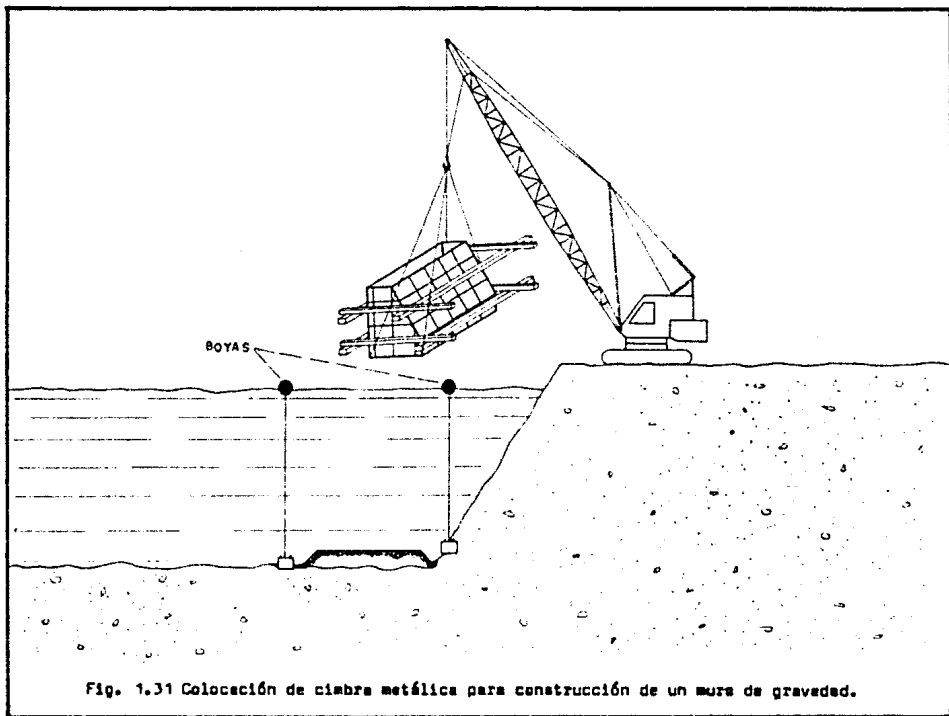
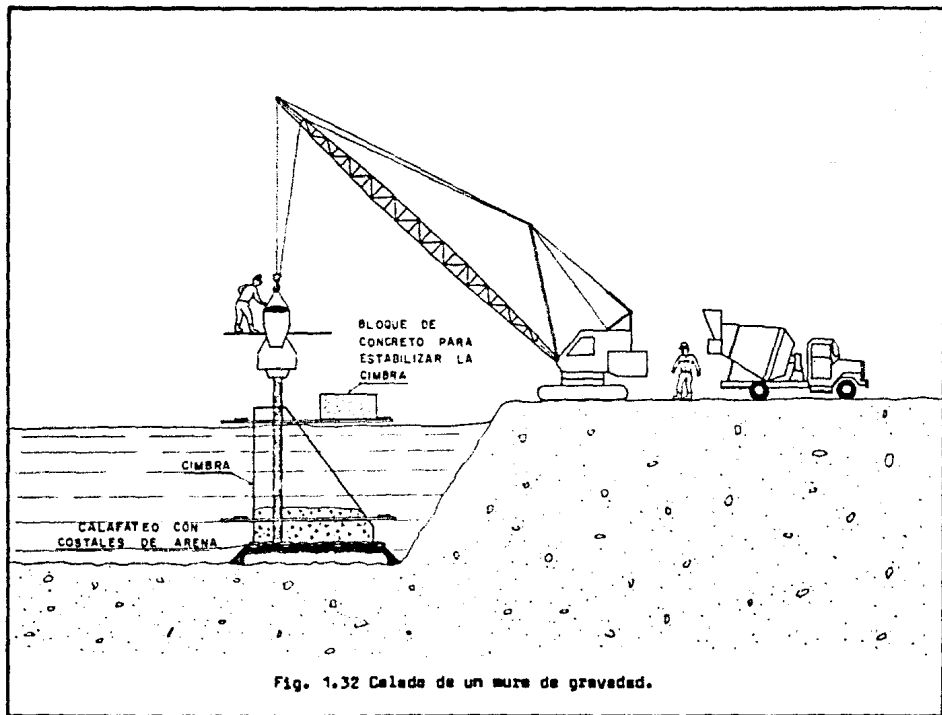


Fig. 1.31 Colocación de cimbrado metálico para construcción de un muro de gravedad.



como madera, perfiles estructurales, elementos prefabricados o de concreto reforzado colado en sitio.

El proceso constructivo que se describirá a continuación se utiliza con muy pocas variantes en la construcción de muelles con cimentación a base de pilas o pilotes. El tipo de superestructura que se construirá estará compuesto por elementos de concreto armado colado en sitio. Las actividades que integran el proceso son -- las siguientes:

A) Colocación de mordazas y obra falsa (Fig. 1.33-A.) Una vez -- que se tienen pilotes hincados o pilas construidas en varios ejes del muelle, se procede a modular los tramos que en la planeación -- se contemplaron para la construcción de la superestructura, colo-- cando las mordazas en cada uno de los pilotes o pilas escoradas pa -- ra cada tramo. Las mordazas son elementos de acero diseñadas para soportar el peso que generará el tramo de superestructura por cons -- truir.

La obra falsa puede ser de perfiles estructurales o tubos de acero que se acomodan de tal manera que cubran los claros entre pi -- lotes o entre pilas, apoyándose en las mordazas que previamente se habrán colocado.

B) Colocación de la cimbra de contacto (Fig. 1.33-B.) Se utiliza -- rán tableros de madera en esta etapa, se colocarán sobre los ele -- mentos de la obra falsa y se alinearán y nivelarán utilizando bu -- rros (2" x 4") y polines (4" x 4") de madera.

De acuerdo al diseño de la superestructura se habilitará la -- cimbra para losas, trabes, y demás elementos que se contemplen en el proyecto, colocando siempre en primera instancia la cimbra de -- fondo debidamente apoyada en la obra falsa, y después los costaa -- dos de los moldes.

C) Colocación del armado de la superestructura (Fig. 1.33-C.) Fi -- nalizada la colocación de la cimbra de contacto, se comienza con -- la instalación del armado de los elementos del tramo de superes -- tructura que se colará, para ésto será necesario que todo el acero

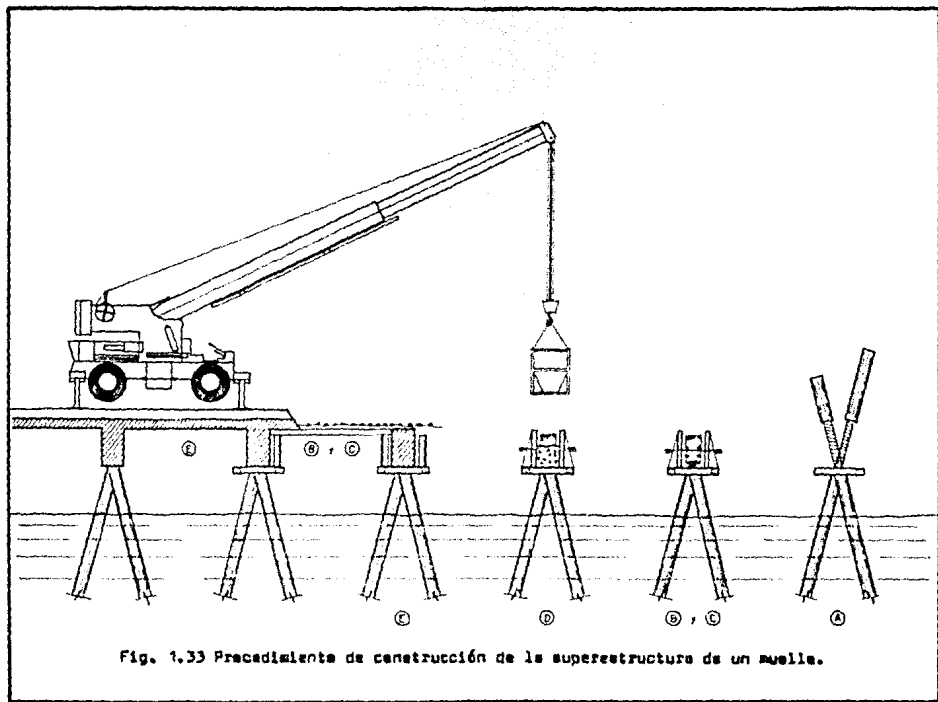


Fig. 1.33 Procedimiento de construcción de la superestructura de un muelle.

de refuerzo señalado en el proyecto se habilite con anticipación.

D) Colado de la superestructura (Fig. 1.33-D.) Después de verificar y aprobar cada una de las actividades anteriores, se procederá a efectuar el colado, disponiendo del equipo más adecuado a las necesidades y a la problemática que presente la obra, considerando - que esta operación se puede realizar por tierra o por agua.

E) Descimbrado (Fig. 1.33-E.) Cuando haya transcurrido el tiempo necesario de edad del concreto, se efectuará el descimbrado utilizando el equipo adecuado para este fin. Primero se quitarán las cuñas de nivelación de la cimbra para que ésta se afloje y se puedan remover algunos elementos de la misma, como las tarimas de los cogtados; posteriormente, se quitarán las mordazas, pero teniendo la precaución de sujetar con cables o cuerdas los elementos de la obra falsa, para evitar que caigan y se pierdan en el fondo del lago, río o mar donde se construya el muelle.

Los procedimientos constructivos para subestructuras y superestructuras aquí descritos, son aplicables a cualquier tipo de muelle, pero al constructor concierne optar por el método que mejor se adapte a las necesidades del proyecto, y adecuarlo a cada obra en particular.

1.4 Aspectos Generales del Puerto de Salina Cruz, Oaxaca.

Una vez que se han mencionado, en forma general, las técnicas constructivas de estructuras de atraque, en los siguientes capítulos se ilustrará el empleo de dichos métodos mediante la descripción del proceso constructivo de un proyecto específico: el Muelle No. 4 del Nuevo Puerto Petrolero de Salina Cruz, Oaxaca.

1.4.1 Antecedentes históricos del puerto.

El puerto comercial de Salina Cruz fue construido a principios de siglo, y con el paso de los años se constituyó en la Terminal Pacífico del Ferrocarril Transístmico (Coatzacoalcos-Salina --

Cruz), que en esa época desempeñaba el papel que actualmente tiene el Canal de Panamá, lo cual representaba que el movimiento portuario fuera muy intenso, ya que numerosas embarcaciones procedentes de Europa llegaban a Coatzacoalcos a cargar mercancías provenientes del Lejano Oriente a través del istmo, o viceversa, estableciendo de este modo un puente ferroviario entre Coatzacoalcos y Salina Cruz, con una longitud de 300 Km.

Con el inicio de operaciones del Canal de Panamá, el tráfico por el istmo decreció paulatinamente, y ésto aunado al problema de azolvamiento del puerto originó que Salina Cruz viniera a menos, - al grado de que estuvo durante varios años cerrado a la navegación por la gran cantidad de arena acumulada en el antepuerto. Esta situación persistió hasta hace pocos años, cuando el Gobierno Federal, comprendiendo la importancia de la región y de la privilegiada ubicación del puerto, decidió incrementar el aprovechamiento de su potencial otorgando facilidades económicas a quienes invirtieran en el istmo. En la actualidad, la importancia de la terminal radica en sus instalaciones para reparaciones navales, para pesca y, fundamentalmente, las destinadas al manejo y transbordo de petróleo.

1.4.2 Ubicación geográfica.

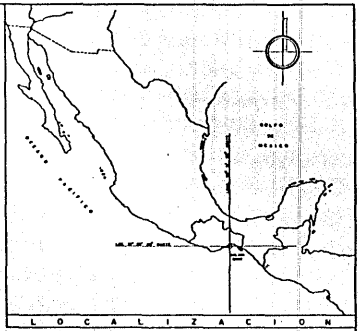
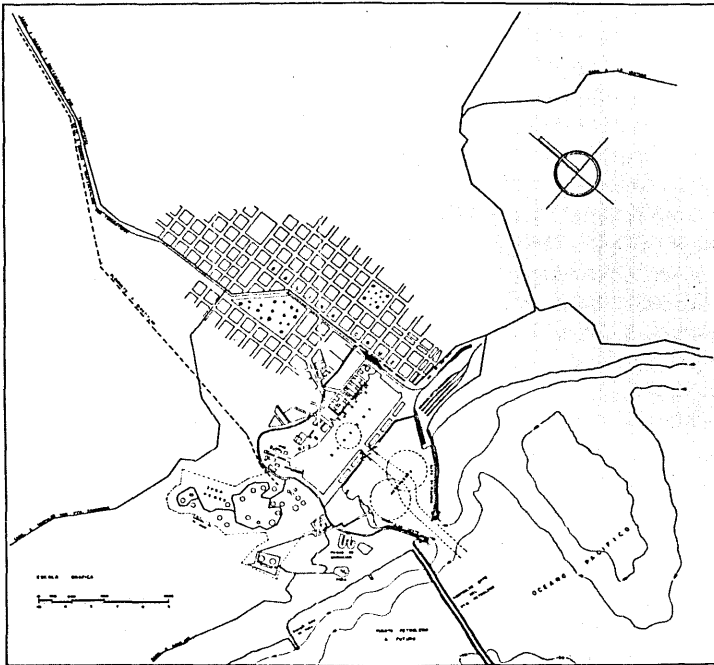
El puerto de Salina Cruz está ubicado en la costa del Estado de Oaxaca, al sur del litoral del Pacífico de la República Mexicana (Fig. 1.34), sus coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud $16^{\circ}09'30''$ Norte.

Longitud $95^{\circ}11'03''$ Oeste.

1.4.3 Aspectos socioeconómicos.

La ciudad debe su nombre a que en la zona hay un número considerable de salinas o minas de sal todavía en explotación, actualmente cuenta con una población estimada de 73,000 habitantes.



- LEYENDA**
- CARRETERA
 - FERROCARRIL
 - ▨ POBLACION

UNAM	PUERTO DE SALINA CRUZ
	LUCALIZACION Y ACCESOS
ENEP	INGENIERIA CIVIL
ACATLAN	ALEJANDRO ZURIGA LOPEZ
1991	TESIS PROFESIONAL

7.14
1.34

La población está ligada por carretera con la ciudad de Tehuantepec, de donde parten troncales a Coatzacoalcos y a Oaxaca; a su vez, está servida por el Ferrocarril Transístmico, que la comunica con el puerto de Coatzacoalcos y con puntos intermedios ubicados en el Istmo de Tehuantepec. Existe, además, un aeropuerto para aviones pequeños, pero no se tiene todavía un servicio regular de línea.

En lo que respecta al movimiento portuario, el petróleo es el principal producto manejado, esto se debe a que por la proximidad con la refinería de Minatitlán, a través de un oleoducto que atraviesa el istmo, es posible abastecer en forma económica al puerto y de éste, distribuir los diferentes productos a lo largo de la costa del Pacífico por vía marítima, a puntos como Acapulco, Gro.; Lázaro Cárdenas, Mich.; Manzanillo, Col.; Mazatlán, Sin.; Guaymas, Son. y Rosarito, B.C.N., entre otros.

En las cercanías del puerto, Petróleos Mexicanos ha instalado una refinería alimentada por el oleoducto que llega de Minatitlán, Veracruz. Entre las actividades económicas que presentan un desarrollo mayor se encuentran los talleres de construcción y reparación de vehículos, los astilleros, las plantas empacadoras de camarón, las fábricas de hielo, la explotación de salinas, la fabricación de harina de pescado, además, la población cuenta con una planta de gas industrial y una fábrica de cemento.

1.4.4 Condiciones naturales.

A) Condiciones meteorológicas.

El régimen local de vientos influye notablemente en la operación del puerto, principalmente durante el invierno, por los vientos reinantes del norte y los dominantes del nornoroeste, que ocasionan que la entrada al puerto se torne difícil, al grado de que los barcos tengan que esperar fuera de él hasta tener condiciones más favorables; aunado a esto, durante los meses del verano también se sufre el efecto indirecto de los ciclones tropicales, que

se generan en áreas oceánicas vecinas al puerto.

La temperatura se mantiene alta y uniforme a lo largo del año, aunque suavizada por el efecto constante de los vientos locales. El promedio anual es de 27.2 °C, con máxima de 35.6 °C y mínima de 16.6 °C.

La precipitación media anual es de 978 mm, habiéndose alcanzado una máxima mensual de 305 mm, con un promedio de 70 días con lluvia al año.

B) Condiciones oceanográficas.

Los períodos de mayor agitación se observan durante los meses del verano (junio-agosto) y del otoño (septiembre-noviembre), ya que en el invierno (diciembre-febrero) y la primavera (marzo-mayo), los vientos del norte calman sensiblemente el mar. En general, los oleajes que prevalecen en la zona son, por orden de frecuencia: del Oeste con 15.1 %, del Sur con 11.4 % y del Este con 7.0 %, siendo la altura media de 1.5 Mts., la altura significativa de 2.4 Mts., y períodos medios que fluctúan entre 8.00 Seg. y 14.00 Seg. Para el caso de huracanes, las alturas de ola que pueden presentarse son del orden de los 5.00 Mts. en aguas profundas.

1.5 Descripción del Proyecto General.

Durante las dos últimas décadas el puerto de Salina Cruz no presentó un problema serio de crecimiento, a excepción del aspecto petrolero. Esto se ha debido a varios factores, de los cuales resaltan su cercanía a las zonas productoras de hidrocarburos del sur del país y la construcción de una nueva refinería de Petróleos Mexicanos ubicada al noreste del puerto comercial, desde la cual se abastecerá de productos petroleros a varios lugares situados en el litoral del Pacífico de la República Mexicana.

En base a proyecciones de volúmenes de carga a manejar en los años venideros, PEMEX determinó que las instalaciones con que cuenta actualmente serán insuficientes para satisfacer la demanda calculada, razón por la que desde el año de 1976 ha venido incremen-

tando el número de estructuras destinadas al transbordo de productos petroleros: en los años 1976, 1980 y 1981, PEMEX colocó tres - monoboyas flotantes mar adentro para carga de buqueestanque, y en - 1984, construyó un muelle en T también para cargar buquescisterna.

El hecho de que el recinto portuario ya no tenga posibilidades de expansión, ha orillado a PEMEX a reubicar su terminal fuera de esta zona, motivo por el cual sus técnicos se abocaron a la proyección del Nuevo Puerto Petrolero de Salina Cruz.

1.5.1 Nuevo puerto petrolero.

Después de varios estudios, PEMEX decidió localizar la nueva terminal marítima al suroeste del puerto comercial (Fig. 1.35.) Este nuevo puerto estará constituido por los siguientes elementos:

- A) Obras de protección. Para resguardar las instalaciones del -- puerto, éste contará con dos rompeolas a base de enrocamiento - (roca natural con peso de hasta 16 Ton.), ambos tendrán un ancho de corona de 10.00 Mts. y una longitud de 1,875 Mts. en el Rompeolas Este, y de 1,730 Mts. en el Rompeolas Oeste, separados en tierra firme por una distancia de 1,620 Mts..
- B) Areas de agua. La bocana tendrá una longitud de 500 Mts. y un ancho de plantilla de 350 Mts., con una profundidad de 24 Mts.; el canal de navegación tendrá una longitud de 1,300 Mts., una - plantilla de 350 Mts. de ancho y una profundidad de 24 Mts.; la dársena de ciaboga cubrirá una superficie de 380,000 M², tendrá 22 Mts. de profundidad y un diámetro máximo de ciaboga de 700 - Mts..
- C) Obras de atraque. El puerto contará con una batería de cuatro muelles en espigón para la recepción de buqueestanque, de los -- cuales tres tendrán una longitud de 363.06 Mts. y permitirán el atraque de barcos de hasta 60,000 T.P.M. ⁽²⁾, y otro de 555.00 -

(2) La capacidad de carga de un buque se expresa en peso y en volu
men:

kts. para buques de hasta 250,000 T.P.M.; además, se construirán tres muelles marginales contiguos al rompeolas oeste, éstos son el muelle para remolcadores, de 130.00 Mts. de longitud, y los muelles marginales Este y Oeste, de 230.00 Mts. cada uno.

Todo esto se complementará con las instalaciones para proporcionar servicios generales a las embarcaciones (energía eléctrica, combustible, equipo contra incendio, teléfono), sin olvidar las bombas, válvulas, controles automáticos, y demás equipo necesario para el transbordo de productos petrolíferos a las embarcaciones.

La siguiente relación muestra las estructuras con las que cuenta actualmente el puerto, indicándose en cada caso el porcentaje de avance en su construcción:

- Rompeolas Este: 1,875 Mts. (100 %.)
- Rompeolas Oeste: 860 Mts. (50 %.)
- Muelle marginal oeste: subestructura (50 %), superestructura - (7 %.)
- Muelle para remolcadores: subestructura (60 %), superestructura (15 %.)
- Muelle en espigón No. 4: subestructura (42 %), superestructura (8 %.)

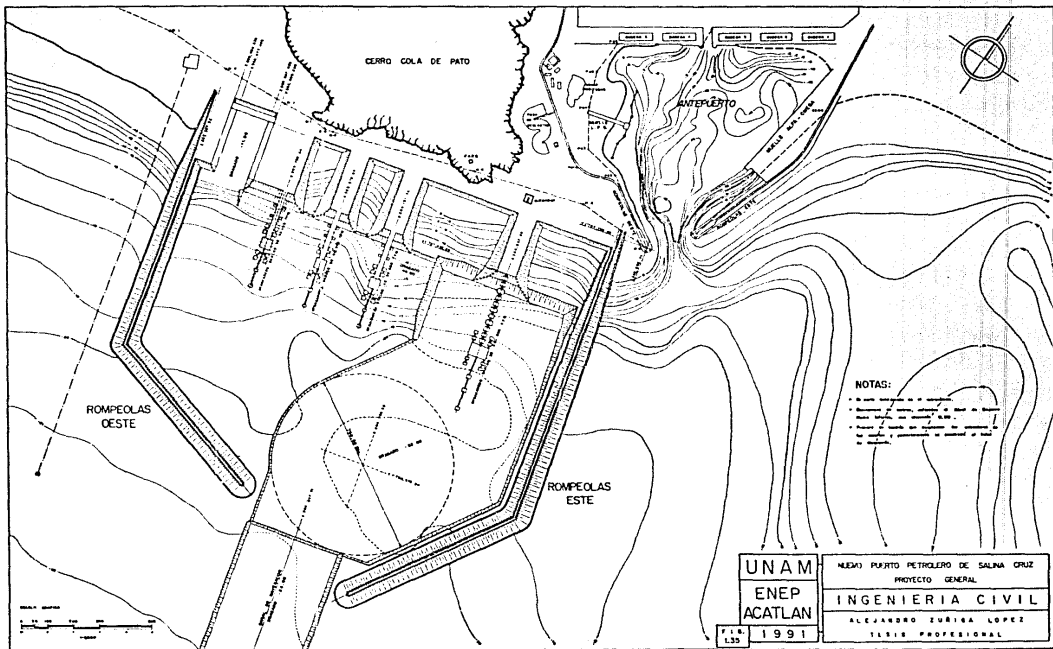
Los restantes elementos del puerto no han comenzado a construirse, pero se espera en un futuro cercano concluir las obras ya iniciadas y empezar la construcción de las faltantes.

El tonelaje de peso de un buque se expresa en toneladas métricas (1,000 Kg) o en toneladas inglesas (907.2 Kg), utilizándose se para indicar el desplazamiento total, el peso muerto y el desplazamiento en lastre.

- Desplazamiento: peso total del buque cargado.
- Peso Muerto: peso de la carga, incluyendo agua y combustible.
- Desplazamiento en Lastre: peso del barco completamente equipado, pero sin carga ni agua.

El tonelaje bruto indica la capacidad de una embarcación en volumen, se expresa en unidades de 100 pies cúbicos (2.83 dm³) y comprende la capacidad completa interna cúbica del barco.

El tonelaje neto es igual al tonelaje bruto menos el espacio ocupado por la tripulación, la maquinaria, el cuarto de máquinas y el combustible.



1.3.2 Muelle en espigón No. 4.

Después de revisar una serie de anteproyectos basados en las necesidades de diseño, y tendientes todos a ser funcionales en grado máximo, se llegó a definir el proyecto definitivo, mismo que se describe a continuación:

El muelle tendrá una disposición en espigón y permitirá el atraque de una embarcación por banda. Su eje longitudinal estará sobre la coordenada $X = 263,755.94$, en una longitud de 363.06 Mts., es decir, de la coordenada $Y = 1'787,039.14$ hasta la $Y = 1'787,452.20$, ésta última indica el alineamiento del extremo norte de los cuatro muelles en espigón que se construirán en el puerto (Fig. 1.35.)

En base a los resultados obtenidos de estudios de geotecnia, en el diseño se determinó que el tipo de subestructura más adecuado para el muelle sería a base de pilotes. Para definir el tipo de pilotes, se realizó un estudio económico de diversos materiales (de concreto reforzado, concreto presforzado, tubulares de acero, sección H), resultando más económicos los tubulares de acero de sección circular.

La superestructura constará de traveses de concreto reforzado apoyadas en los pilotes, y de losas, también de concreto armado, de espesor variable de acuerdo al elemento del que formarán parte.

Los elementos que integrarán el muelle son:

- Una plataforma de operaciones.
- Ocho duques de atraque.
- Seis duques de amarre.
- Un viaducto para peatones, vehículos y tuberías.
- Una pasarela para peatones.

A) Plataforma de operaciones. En esta área se instalarán las tomas de productos integradas por 14 garzas (brazos de carga marinos) con diámetros que varían de 18" a 24", dependiendo del producto que circule; además, se colocarán 4 garzas con diámetro de 8" para proporcionar combustible a las embarcaciones atracadas.

Por consiguiente, se tienen 9 garzas marinas por cada banda de atraque.

La plataforma se ubicará a 166.53 Mts. del eje del extremo norte del muelle, y tendrá unas dimensiones de 40.00 Mts. en -- sentido longitudinal y transversal.

Su estructura estará constituida por una losa maciza de -- concreto reforzado de 0.60 Mts. de espesor, apoyada y anclada -- en los pilotes; tendrá una pantalla vertical de concreto armado en cada paramento de atraque, de 3.65 Mts. de altura, 0.40 Mts. de espesor y 40.00 Mts. de largo.

- B) Duques de alba de atraque. Son los elementos en los que se apoyarán las embarcaciones en sus maniobras de atraque, y donde se afirmarán parte de sus amarras. Se localizarán cuatro al norte y cuatro al sur de la plataforma de operaciones, a una distancia de 14.78 Mts. de ésta. Sus dimensiones serán de 10.50 -- Mts. tanto en sentido transversal como en los paramentos de atraque.

La estructura de cada duque estará integrada por una losa de concreto armado de 1.20 Mts. de espesor, sustentada y anclada en los pilotes; contará con una pantalla vertical de concreto reforzado a lo largo del paramento de atraque, midiendo 0.45 Mts. de espesor y 3.00 Mts. de altura.

- C) Delfines de amarre. Estos elementos permiten que el muelle -- proporcione todos los puntos de sujeción necesarios para que -- las embarcaciones realicen sus maniobras de carga y descarga en forma segura.

De los seis delfines de amarre de que dispondrá el muelle, se localizarán cuatro al norte (tipo I) y dos al sur (tipo II) de la plataforma de operaciones.

Los duques de amarre tipo I tendrán en su paramento de atraque 10.00 Mts. de longitud, y en sentido transversal 7.50 -- Mts.; por su parte, los delfines tipo II medirán 8.00 Mts. tanto en sentido transversal como en su paramento de atraque.

Los duques tipo I estarán constituidos por una losa sólida - de concreto reforzado de 0.70 Mts. de espesor, sustentada y anclada en los pilotes. Los duques tipo II también se formarán con una losa maciza de concreto armado de 0.85 Mts. de espesor, apoyada y anclada en los pilotes, además, el delfín del extremo sur contará con pantallas verticales en los dos paramentos de atraque, midiendo 0.40 Mts. de espesor y 2.35 Mts. de longitud.

D) Pasarela para peatones, vehículos y tuberías. Esta estructura - permitirá la comunicación directa entre tierra firme y la plataforma de operaciones, pasando a través de los duques de amarre tipo I y de los duques de atraque del norte, mediante una calzada - de 164.75 Mts. de longitud y 4.10 Mts. de ancho, con banquetas laterales de 0.65 Mts.; asimismo, estará dotada de una soportería lateral situada a ambos lados de la calzada, y permitirá sostener las tuberías de operación y servicios del muelle.

La pasarela estará estructurada a base de grandes traveses de concreto armado, apoyadas y ancladas en los pilotes; la calzada - estará constituida por una losa de concreto reforzado, y los soportes para las tuberías se formarán con traveses y columnas también de concreto.

E) Viaducto para peatones. Para que todos los elementos que constituyen el muelle queden debidamente comunicados, se construirá una pasarela que ligará la plataforma de operaciones con los duques - de amarre tipo II, por medio de un anclador de 2.20 Mts. de ancho y una longitud de 147.28 Mts., pasando por entre los delfines de atraque del sur, y rematando en el duque de amarre del extremo - sur.

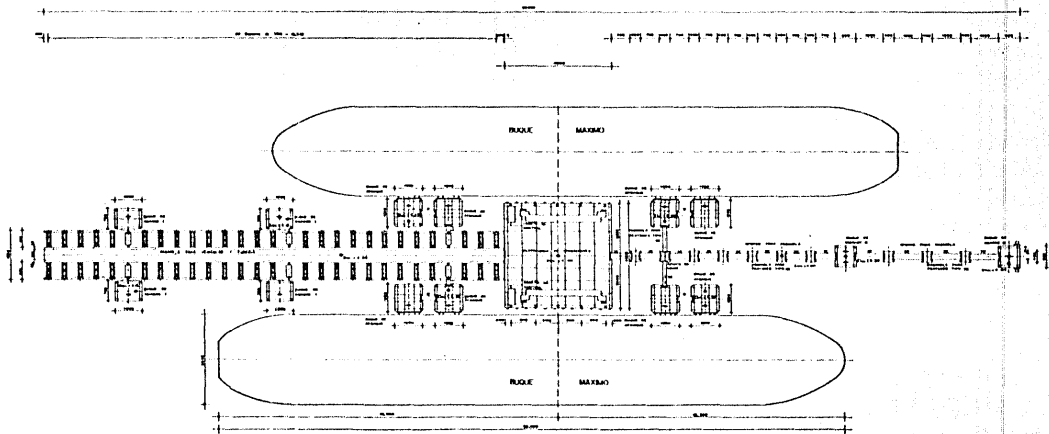
La pasarela estará formada por secciones estructuradas con traveses de concreto armado y una losa superficial de 0.15 Mts. de espesor del mismo material; dichas secciones se fijarán en diez apoyos diseñados para tal fin y que estarán constituidos por una losa maciza de concreto armado de 1.00 Mts. de espesor, apoyada y anclada en los pilotes; los apoyos mencionados, tendrán una longitud de 4.00 Mts. en ambos sentidos.

Los elementos que constituyen la pasarela se fijarán en -- las mochetas que tendrán los apoyos, los duques de amarre tipo II y la plataforma de operaciones en su cara sur.

Todas las estructuras que integran el muelle forman en conjunto una obra especializada, diseñada para el atraque de embarcaciones que cumplan con las características mencionadas en la tabla -- 1-1.

dato	BUQUE MINIMO	BUQUE MAXIMO
Tipo de Embarcación	Buquetanque	Buquetanque
Eslora Total	164.00 Mts.	236.00 Mts.
Manga	23.70 Mts.	34.00 Mts.
Puntal	12.30 Mts.	17.80 Mts.
Calado a Plena Carga	9.50 Mts.	12.80 Mts.
Calado en Lastre	5.20 Mts.	7.00 Mts.
Peso Muerto	20,000 Ton.	60,000 Ton.
Desplazamiento	26,667 Ton.	80,000 Ton.
Peso Adicional	11,973 Ton.	31,111 Ton.
Peso Estimado	38,640 Ton.	111,111 Ton.

TABLA 1-1. Datos de Diseño.



P L A N T A

S I M B O L O G I A

- PISO DE CERVO
- SANCOS DOBLE DE 100 CM
- SANCOS SINGULARES DE 100 CM
- DEFENSAS VERTICALES VENTILADAS
- DEFENSAS TIPO CIRCULAR DE 100 CM
- DEFENSAS TIPO RECTANGULAR DE 100 CM

NOTAS:

- Dimensiones de construcciones, siempre en milímetros, a menos que se indique lo contrario.
- Dimensiones de cimientos, unidades de 100 CM de espesor. Para cimientos, ver croquis No. 100.



UNAM
ENEP
ACATLAN

1991

NEVO FUERTO PETROLERO DE SALINA CRUZ
MUELLE No. 4
INGENIERIA CIVIL
ALEJANDRO BURJAN LOPEZ
INGENIERO PROFESIONAL

CAPITULO SEGUNDO

DETERMINACION DE RECURSOS PARA LA OBRA

2.1 Selección de Maquinaria y Equipo.

Entre las fases que constituyen la planeación de una obra, resalta la selección de maquinaria, ya que una decisión equivocada - generalmente redundará en un tiempo de construcción mayor al planeado y, consecuentemente, en gastos por arriba de lo previsto.

En la construcción del muelle No. 4, se utilizará equipo ligero y maquinaria pesada, esta última integrada por los martillos piloteadores y el equipo de levante. En virtud de que estos elementos serán los que absorberán un porcentaje mayor de los recursos - destinados al concepto de maquinaria y equipo, a continuación se - determinarán los puntos más importantes a considerar en la selección de estos elementos mecánicos.

2.1.1 Equipo de hinca.

El procedimiento de selección del equipo para hincado de pilotes, consta de los siguientes pasos:

- A) Determinar el tipo (material y forma), tamaño, peso y longitud de los pilotes que han de hincarse.
- B) Identificar las condiciones especiales del lugar de trabajo, que influyan en el hincado de los pilotes, por ejemplo, si se han de hincar bajo el agua, si son pilotes inclinados, etc..
- C) Precisar las alternativas de martinetes que podrían hincar -- los pilotes a la capacidad de carga de diseño y a la profundidad que indiquen las especificaciones. Si se tiene una especificación de penetración en el suelo, determinar qué equipo de choque de agua o de aire, podría emplearse para reducir el golpeo.
- D) Seleccionar el martinete de hincado más factible, económico y disponible para la operación.

E) Si se requieren guías, diseñar o seleccionar el tipo, considerando la longitud necesaria para maniobrar el pilote que ha de hincarse y el martinete con el que se trabajará.

F) Seleccionar el equipo de elevación que pueda manejar económicamente y en condiciones de seguridad el pilote más grande, el martinete y sus accesorios.

En la actualidad, existen varios tipos de martinetes; ya que los hay de caída libre, de vapor de acción simple, de vapor de doble acción, de vapor de acción diferencial, y de diesel.

a) Martinete de caída libre. Consta de una masa de metal dirigida y levantada por un cable, para posteriormente ser soltada sobre la cabeza del pilote. Este tipo de martillo es muy económico, pero el tiempo de hincado es excesivo.

b) Martinete de vapor de acción simple. En este equipo, el martinete cae libremente sobre el pilote y se levanta con aire comprimido o vapor, por lo que requieren de compresores de aire para funcionar, esto lo convierte en un equipo costoso, pero lo compensan reduciendo el tiempo de hincado.

c) Martinete de vapor de doble acción. Estos aparatos tienen un sistema que permite el levante del pistón al término de su carrera máxima, no libera vapor, sino que lo proporciona en la parte superior del martillo, transmitiendo así mayor energía de golpeo. Este equipo reduce sensiblemente el tiempo de hincado, pero su costo también es muy elevado.

d) Martinete de vapor de acción diferencial. Esta máquina es similar a la anterior, pero tiene modificaciones en su mecanismo que permiten acelerar el ariete en su carrera ascendente. Con este equipo se logra una operación más rápida, pero se requiere de compresores muy grandes y costosos.

e) Martinete diesel. Esta es una unidad que se contiene en sí misma, por lo que no requiere de equipo adicional, como calderas de vapor o compresores, para su funcionamiento. El martinete es ligero, pero como la energía aplicada varía con la resis-

tencia ofrecida por el pilote, es muy difícil determinar la energía suministrada por golpe.

Para asegurar que los martillos dirijan los golpes directamente sobre los pilotes se utilizan guías o resbaladeras. En el caso de los martinetes diesel montados en una grúa o draga, es posible adaptarles distintas resbaladeras, como las colgantes, las giratorias, las oscilantes y las suspendidas en cable.

- a) Resbaladera colgante. Es una guía que va unida a la cabeza de la pluma por medio de una articulación, y a la base de la grúa mediante un soporte inferior que la mantiene en la posición deseada.
- b) Resbaladeras colgantes giratorias. Estas guías se pueden inclinar hacia adelante y hacia atrás, y también se pueden girar alrededor de sus ejes longitudinales y sujetarse en cada posición.
- c) Resbaladeras oscilantes. Son estructuras suspendidas de la pluma de una grúa mediante un cable. Se utilizan generalmente en obras en donde los pilotes se colocarán en perforaciones realizadas previamente.
- d) Resbaladeras suspendidas por cable. Estas guías se fijan en la parte superior del pilote que se va a hincar, es decir, que el soporte le proporciona el propio pilote, para esto es necesario que los pilotes estén posicionados y sujetos en una estructura auxiliar (escantillón) antes de iniciar el golpeo. La mayor ventaja de esta guía sobre las anteriores consiste en la facilidad que presenta para desmontar rápidamente el conjunto de martillo y resbaladera, para así poder usar la grúa en otras tareas.

La base para determinar la energía necesaria para el hincado ha sido durante muchos años la fórmula "EN", publicada hace ya mucho tiempo por la revista *ENGINEERING NEWS*, aunque actualmente hay otra media docena de fórmulas en uso, pero la sencilla ha favorecido su aplicación permanente; la fórmula es la siguiente:

$$L = \frac{2 wh}{s + 0.1} = \frac{2 E}{s + 0.1}, \quad (2-1)$$

en donde, L = Carga segura del pilote (en libras), basada en un -- factor de seguridad de 6.

w = Peso de las piezas de golpeo (en libras.)

h = Caída de la pieza de golpeo (en pies.)

s = Movimiento del pilote con el último golpe (en pies.)

E = Energía necesaria para el hincado (en pies-libra.)

El miembro de la izquierda de la ecuación anterior se emplea para la selección de martinets de caída libre, y el miembro de la derecha se utiliza para martinets diesel y de doble acción.

Aplicando dicha ecuación se obtiene el valor de la energía -- que se necesita para hincar los pilotes; con el valor así estimado se entra a gráficas proporcionadas por los fabricantes de martinets (Fig. 2.1), en las cuales se determina el martinete óptimo que proporcione la energía necesaria para el hincado de los pilotes.

Por otro lado, es indudable que en la selección de estos equi-- pos se tienen que considerar los costos de construcción, incluyendo el importe del equipo y de los operadores. En este tipo de trabajos, el tiempo es la variable más importante, ya que los pilotes se hincan en condiciones subsuperficiales hasta cierto punto impre-- decibles, por lo tanto el tiempo de construcción será también impre-- decible; en consecuencia, el costo total, que está en función -- del tiempo, será muy variable. Un método que permite que el hincado se realice en el menor tiempo posible, consiste en utilizar el martinete más grande que sea posible, sin dañar los pilotes. Tal -- condición es deseable porque permite tener una reserva de fuerza -- para vencer los casos de tenacidad impredecible que pudiera presentar el hincado.

2.1.2 Equipo de levante.

A) Equipo de elevación para hincado de pilotes.

Para seleccionar el mejor equipo de levantamiento, es necesaa-

Martinete Hincador Diesel

Rangos de energía por golpe, con posibilidades de regulación.

DELMAG

Nm (1 Nm = 0.1 mkg = 0.732 lbs. ft)

Posición de
la bomba
reguladora

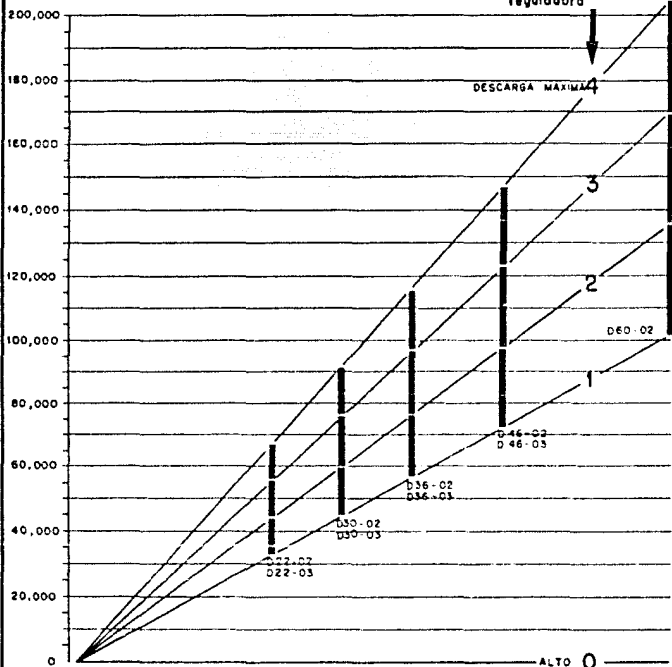


Fig. 2.1 Tabla DELMAG para selección de martinete diesel.

rio determinar las condiciones más críticas a las que estará sometido el equipo durante su operación, considerando los rangos de variación de pesos y de alturas, las posiciones del equipo y el alcance que necesita éste para trabajar eficientemente.

Actualmente los ingenieros disponen de una gran variedad de equipos de elevación, pero en trabajos de hincado de pilotes de --- gran tamaño es común el uso de grúas móviles, tanto sobre orugas - como sobre neumáticos.

La capacidad de las grúas móviles que se utilizan en el hincado de pilotes se verifica para una carga, L , a un radio de eleva---ción dado, r , medido desde el centro de rotación de la grúa. Si se toma el caso extremo de un pilote inclinado con su punta hacia el operador y con el martinete en la parte superior de la guía (Fig. 2.2), se pueden determinar los momentos provocados por estas car---gas, sumando como se indica a continuación:

$WR = W_h r_1 + W_b r_2 + W_1 r_3 + W_p r_4 + W_{br} r_5$, despejando el radio de la carga del equipo se obtiene:

$$R = \frac{W_h r_1 + W_b r_2 + W_1 r_3 + W_p r_4 + W_{br} r_5}{W}, \quad (2-2)$$

en donde, W_h = Peso del martinete (en libras.)

W_b = Peso del conector de la guía y de la mitad de la ---pluma (en libras.)

W_1 = Peso de la guía (en libras.)

W_p = Peso del pilote (en libras.)

W_{br} = Peso de la ménsula inferior (en libras.)

$$W = W_h + W_b + W_1 + W_p + W_{br}$$

r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 = Distancias comprendidas entre el centro de --- gravedad de cada uno de los elementos anteriores y el centro de rotación de la grúa (en --- pies.)

Con los valores de R y de W se entra en tablas y gráficas que

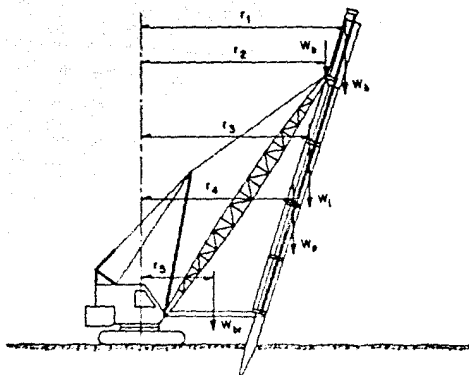


Fig. 2.2 Cargas en una grúa en el hincado de pilotes por golpeo.

proporcionan los fabricantes para cada tipo de grúa; en estas tablas se revisa si la grúa analizada puede manejar la carga total, W , a un radio igual o mayor que R , si es así, podrá usarse con seguridad, de lo contrario deberá seleccionarse una grúa más grande.

Algunas compañías fabricantes de maquinaria manejan sus propios métodos, tal es el caso de la compañía alemana DELMAG, que propone la ecuación siguiente:

$$P = \frac{G (X + Y)}{X}, \quad (2-3)$$

en donde, G = Peso total de los elementos colgantes (pluma, pilote, martinete, guía, tensores, abrazaderas, ...), en kilogramos.

X = Distancia del centro de rotación de la grúa al extremo más alejado de la pluma, en metros.

Y = Distancia entre el extremo de la pluma y el borde más apartado del martinete, en metros.

Esta fórmula se utiliza para una longitud de pluma específica y para un ángulo de trabajo propuesto por el ingeniero de planeación. El valor de P calculado con la fórmula, se compara con las capacidades de carga proporcionadas por el fabricante por medio de tablas, si la carga calculada es mayor que la determinada en las tablas (para una longitud de pluma y un ángulo de operación iguales a los propuestos), entonces la grúa no es la adecuada, por lo que deberá seleccionarse una grúa con mayor capacidad portante; por el contrario, si el valor estimado es menor que el de las tablas, entonces se podrá trabajar en forma segura con esa grúa.

Para ejemplificar el uso de este procedimiento, a continuación se determinará el equipo de elevación a utilizar en el hincado de pilotes de la subestructura del muelle No. 4.

La selección del equipo se hará considerando la condición de máxima carga de la grúa, para ésto se contemplan las siguientes situaciones:

- a) La grúa carga exclusivamente el escantillón, que tiene un peso aproximado de 20,000 Kg.
- b) La grúa levanta un martinete D-36 con accesorios (3,050 Kg) y la guía (2,500 Kg) simultáneamente, que en conjunto tienen un peso de 10,550 Kg.
- c) La grúa iza solamente un pilote, cuyos pesos son de 14,636 Kg (24" β), 18,246 Kg (30" β) y 31,372 Kg (36" β .)

Como se puede observar, la condición más crítica se presenta cuando la grúa levanta un pilote de 36" β , con un peso de 31,372 - Kg. Además, la grúa trabajará con una pluma de 90 pies (27.43 metros) de longitud, a un ángulo de 75° respecto a la horizontal.

En virtud de que el peso considerado es relativamente grande resulta innecesario ensayar con grúas pequeñas, por lo que en primera instancia se probará con una grúa LS-418, que tiene una capacidad portante de 35,880 Kg.

DATOS:

$$X = 9.14 \text{ mts.}$$

Y = 1.80 Mts.

Capacidad portante = 35,880 Kg.

G = 31,372 Kg (peso del pilote de 36" Ø.)

Según fórmula 2-3:

$$P = \frac{G (X + Y)}{X} = \frac{31,372 \text{ Kg (9.14 Mts. + 1.80 Mts.)}}{9.14 \text{ Mts.}}$$

$$P = 37,550 \text{ Kg}$$

$$\therefore 37,550 \text{ Kg} > 35,880 \text{ Kg} = -4.45 \%$$

Como se puede observar, la carga que soportará la grúa es mayor en 4.45 % que su capacidad portante, por lo que es necesario utilizar un equipo mayor. En seguida, se tratará con una grúa ----- LS-518, con capacidad de sostén de 48,951 Kg.

DATOS:

X = 9.43 Mts.

Y = 1.90 Mts.

Capacidad portante = 48,951 Kg.

G = 31,372 Kg.

Según fórmula:

$$P = \frac{31,372 \text{ Kg (9.43 Mts. + 1.90 Mts.)}}{9.43 \text{ Mts.}}$$

$$P = 37,693 \text{ Kg}$$

$$\therefore 37,693 \text{ Kg} < 48,951 \text{ Kg} = +23.00 \%$$

Este resultado establece que la capacidad de la grúa LS-518 es adecuada para soportar la carga más crítica, teniendo un 23.00% de carga de seguridad. Por otro lado, ya que la grúa LS-418 puede soportar cargas hasta de 35 toneladas, se utilizará este equipo en el hincado de los pilotes de 24" Ø y de 30" Ø; pudiendo utilizarse en el hincado de pilotes de 36" Ø, pero bajo responsabilidad del contratista.

B) Equipo de elevación para maniobras generales.

En la construcción del muelle No. 4, se necesitarán grúas móviles adicionales para realizar el movimiento de materiales diversos y para llevar a cabo actividades como la descarga de tuberías para la fabricación de pilotes, el movimiento de pilotes ya fabricados, la descarga de equipo pesado, entre otras.

Los cálculos para verificar la capacidad de estas grúas, son ligeramente diferentes de los que se explicaron previamente para la selección del equipo de elevación que se utilizará durante el hincado de los pilotes.

Según las Normas de Medición de la Capacidad y la Estabilidad de una Grúa, de la PCSA (Asociación de Fabricantes de Grúas y Pallas Motorizadas), una grúa alcanza su capacidad de carga cuando -- tiene un porcentaje especificado de su carga de volteo, dicho porcentaje varía del 65 % al 85 % y equivale a un factor de seguridad contra el volteo de la grúa en la dirección de menor estabilidad. Aplicando un factor de seguridad ordinario, puede determinarse la capacidad máxima de carga de una grúa con las fórmulas siguientes:

$$L_m (r_m - f) = W_e (s + f), \text{ entonces:}$$

$$L_m = \frac{P W_e (s + f)}{r_m - f}, \quad (2-4)$$

en donde, L_m = Capacidad de carga de la grúa (en toneladas), considerando un factor de seguridad, P.

r_m = Radio mínimo (en metros.)

f = Distancia del eje de rotación de la grúa a la articulación trasera de volteo (en metros.)

W_e = Peso total del equipo, incluyendo el peso de la pluma (en toneladas.)

s = Distancia del centro de rotación del equipo al centro de gravedad del mismo (en metros.)

P = Factor de seguridad, cuyo valor depende del tipo de tracción de la grúa (en %.)

Los factores de seguridad que recomienda la PCSA son:
 75.00 % de la carga de volteo para las máquinas montadas en oru--
 gas.
 85.00 % de la carga de volteo para las máquinas que trabajan sobre
 neumáticos o sobre estabilizadores.

2.1.3 Equipo para vaciado de concreto.

El uso de equipo especial para vaciado de concreto es recomen-
 dable, siempre y cuando el equipo de acarreo no pueda acercarse lo
 suficiente al sitio definitivo donde se colocará el concreto. La -
 razón de esto es que si el concreto puede vaciarse directamente en
 su lugar de utilización, resultaría antieconómico el empleo de e--
 quipo adicional.

En la actualidad, el equipo que se emplea para el vaciado de
 grandes volúmenes de concreto es el siguiente:

- Transportadores de cangilones.
- Transportadores de banda.
- Bombas.

A) Los transportadores de cangilones consisten en una banda gira-
 toria formada por recipientes que almacenan material cuando giran
 en un sentido y descargan cuando van en el otro. Estos recipientes
 que reciben el nombre de cangilones, van escalonados y tienen un -
 tamaño y separación uniforme. Con esta maquinaria se puede trans-
 portar el material verticalmente y en pendientes pronunciadas, pu-
 diéndose ajustar la banda al ángulo necesario para trabajar.

B) Los transportadores de banda están constituidos por una faja
 o tira de nylon soportada por rodillos giratorios que transmiten -
 el movimiento a dicha cinta. Estos equipos son utilizados para mo-
 ver materiales en sentido horizontal y, en algunas ocasiones, con
 cierta inclinación. La determinación del ángulo que deba tener una
 banda estará en función del ángulo de reposo del material a trans-
 portar.

C) El equipo para bombeo de concreto permite mover el concreto -

mezclado con agua a través de una tubería de entrega hasta su lugar de vaciado; esto se logra impulsando el concreto fluido, mediante algún tipo de bomba, por tramos de tubería o de manguera. - Estas líneas de tubería o de manguera pueden tenderse en combinaciones de tramos verticales, horizontales e inclinados. Este método de vaciado de concreto hace posible que el material llegue a su sitio definitivo de una manera más uniforme y rápida que los otros equipos ya descritos.

En los mecanismos para forzar el concreto húmedo por la tubería de entrega, los fabricantes de estos equipos aplican tres principios de bombeo:

- La acción de bombeo de un émbolo recíprocante ubicado en el extremo de carga de una tubería.
- La acción del bombeo neumático, donde se utiliza la potencia de empuje del aire a presión suministrado por un compresor.
- La extrusión del concreto fluido, que se logra mediante la acción de rodillos que oprimen el exterior de una sección inicial de manguera dentro de una cámara de vacío, presionando el concreto y forzándolo a avanzar.

Una bomba de concreto puede mover la mezcla por tuberías hasta de 600 Mts. horizontalmente y hasta 120 Mts. verticalmente, dependiendo de las características del concreto y del diámetro de la tubería; por lo general, se considera que 0.30 Mts. de movimiento vertical ascendente equivalen a 1.80 Mts. de movimiento horizontal.

Durante la construcción del muelle No. 4, éste se comunicará con tierra firme únicamente a través de una pasarela provisional cuya longitud será de 50 Mts., lo que restringe el vaciado de concreto a la utilización de bombas de concreto, ya que resulta prácticamente imposible utilizar una grúa con balingones o una banda transportadora; además, los volúmenes tan grandes de concreto que se manejarán impiden que el acarreo se haga en carretillas, ya que sería un trabajo lento, arduo y extremadamente agotador.

Para seleccionar el equipo de bombeo más adecuado a los requ

cimientos de la obra, es necesario considerar factores como el diámetro de la tubería, el rendimiento de la bomba, la distancia de bombeo y el revenimiento del concreto. Estos elementos se combinan en la gráfica para estimaciones de productividad de las bombas de concreto (Fig. 2.3.) A esta gráfica se entra con un rendimiento estimado por el ingeniero de planeación, estableciendo un diámetro de tubería, la distancia de bombeo y el revenimiento del concreto, determinando en la gráfica la presión en la tubería necesaria para obtener el rendimiento estimado inicialmente.

Presión de trabajo

recomendada en la tubería:

- Óptima
- Máxima continua
- Máxima intermitente

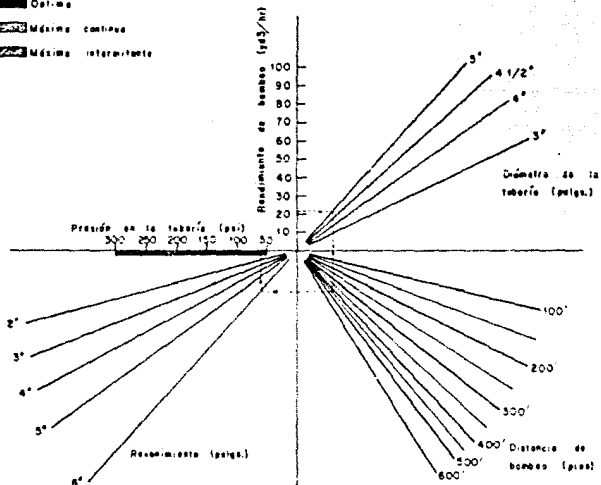


Fig. 2.3 Gráfica para estimar el funcionamiento de las bombas de concreto.

En la selección de la bomba que se empleará en el muelle No. 4 se consideró un rendimiento promedio de bombeo de 16 M³/Hr (21 - yd³), se trabajará con una tubería de 5" ϕ , la distancia máxima de bombeo será de 130.00 Kts. (426.50 pies) y el concreto tendrá un revenimiento de 15 cm a 18 cm (6"-7"); manejando estos valores en la gráfica, resulta una presión de 60 psi, pero para tener un poco de holgura se optará por una presión de 100 psi. Esto significa -- que la marca y modelo de la bomba por la que se opte, deberá tener la capacidad de volumen y trabajo a la presión de tubería (100 --- psi) determinada en la gráfica.

La utilización de la bomba de concreto, además de tener la -- ventaja de ser un equipo económico, permite reducir la necesidad -- de mano de obra hasta en un 30 %, en comparación con los otros métodos.

2.2 Programa de Utilización de Equipo.

La relación del equipo que se utilizará en la construcción -- del muelle No. 4 es la siguiente:

DESCRIPCION	CANTIDAD	EMPLEO
Camión plataforma c/winche -- de 5 Ton.	1	Transporte, montaje y trabajos -- diversos de tuberías.
Soldadora diesel 300 Amper.	8	Soldado de tubería en fabrica--- ción de pilotes.
Equipo oxiacorte.	4	Fabricación de pilotes y traba-- jos diversos.
Camioneta P-150 3 Ton.	1	Transporte de materiales.
Camión recillas P-600 6-8 -- Ton.	1	Transporte de materiales.
Dobladora de varilla C-52	1	Habilitado de acero de refuerzo.
Cortadora de varilla C-50	1	Habilitado de acero de refuerzo.
Compresor portátil 325 Pcm.	1	Limpieza de tuberías y estructu-- ras metálicas.
Sopladora de arena sand- blast 34-B150.	1	Limpieza de tuberías y estructu-- ras metálicas.

DESCRIPCION	CANTIDAD	EMPLEO
Secadora automática de humedad.	1	Limpieza de tuberías y estructuras metálicas.
Compresor de 100 Pcm.	1	Pintura en pilotes y estructura general.
Pistola y accesorios.	1	Pintura en pilotes y estructura general.
Grúa Hid. Autoprop. Neum. HTC 50W 50 Ton.	1	Maniobras en superestructura y movimiento de tuberías para instalaciones.
Taladro eléctrico REM 28-K.	2	Trabajos varios.
Camioneta pick-up F-150 de 3/4 Ton.	2	Transporte de materiales diversos.
Polipasto.	3	Colocación de obra falsa en superestructura.
Prensa troqueladora 10 Ton.	1	Colocación de obra falsa.
Biseladora y cortadora de 356 mm a 457 mm.	1	Fabricación de pilotes.
Biseladora y cortadora de 508 mm a 610 mm.	1	Fabricación de pilotes.
Biseladora y cortadora de 203 mm a 305 mm.	1	Fabricación de pilotes.
Biseladora y cortadora de 102 mm a 152 mm.	1	Fabricación de pilotes y tubería para instalaciones.
Equipo profesional de buceo.	2	Hincado de pilotes.
Lancha con motor fuera de borda.	2	Transporte de personal y acarreo marítimo de pilotes.
Plataforma 30 Ton.	5	Transporte de tuberías.
Tractocamión White 4264.	5	Transporte de tuberías.
Pontón Flexifloat cuadrado float.	2	Para equipo de piloteo.
Grúa sobre orugas LS-418.	1	Hincado de pilotes.
Grúa sobre orugas LS-518.	1	Hincado de pilotes.
Martillo piloteador Delmag D-3C.	2	Hincado de pilotes.
Planta de luz 150 Kw.	1	Iluminación de superestructura.
Vibrador K-8.	6	Colado de concreto general.
Compresor portátil SP de 600 Pcm.	2	Hincado de pilotes (chifloneo.)

DESCRIPCION	CANTIDAD	EMPLEO
Hieladora manual.	2	Hincado de pilotes.
Grúa sobre orugas LS-108.	1	Descarga y estiba de tubería para fabricación de pilotes.
Equipo de zancos elevado-- res.	2	Hincado de pilotes.
Pontón Flexifloat duofloat.	1	Balsa auxiliar.
Esmeriladora.	2	Hincado de pilotes.
Grúa sobre orugas LS-118.	1	Estiba y acarreo de pilotes.
Bomba p/concreto Whiteman - P-60-D.	1	Colado de concreto general.

Para determinar los lapsos de tiempo en los que se requerirá cada aparato, se hizo un programa de utilización de maquinaria y equipo basado en el programa general de ejecución de obra, el cual se detalla en el capítulo sexto.

PROGRAMA DE UTILIZACION DE EQUIPO

NOMBRE DE LA UNIDAD	No. DE UNIDADES	MARCA	CAPACIDAD	PERIODO DE UTILIZACION	
				DEL _____	AL _____ MES
Camión plataforma con winche.	1	-----	5 Ton.	2	12
Soldadora diesel.	8	Mitter	300 Amps.	3	12
Camioneta --- P-350.	1	Ford	3 Ton.	3	22
Camión redilas P-600.	2	Ford	6-8 Ton.	3	22
Dobladora varilla C-52.	1	-----	-----	7	18.6
Cortadora varilla C-50.	1	-----	-----	7	18.6
Compresor portátil.	1	Gardner	325 Pcm.	3	21
Compresor.	1	Gardner	100 Pcm.	3	24
Grúa HTC 50W.	1	Grove	50 Ton.	10	21
Camioneta --- pick-up P-150.	2	Ford	3/4 Ton.	3	24

NOMBRE DE LA UNIDAD	NO. DE UNIDADES	MARCA	CAPACIDAD	PERIODO DE UTILIZACION DEL _____ AL _____	MES
Prensa troque ladora.	1	-----	10 Ton.	13	21
Lancha.	2	Imensa	55 HP	5	20
Plataforma.	5	Tramobil	30 Ton.	2	3
Tractocamión.	5	Kenworth	220 HP	2	3
Chalán para - hinca.	2	Flexifloat	640 Ton.	5	13.5
Grúa LS-418.	1	Link-Belt	110 Ton.	5	13.5
Grúa LS-518.	1	Link-Belt	150 Ton.	5	13.5
Martillo pilo teador D-36.	2	Delmag	-----	5	13.5
Planta de luz.	1	Caterpillar	150 Kw	6	16
Vibrador.	6	K-8	-----	8	19.5
Compresor por tátil SP.	2	Gardner	600 Fcm.	5	13.5
Grúa LS-108B.	1	Link-Belt	45 Ton.	3	12
Balsa.	1	Flexifloat	60 Ton.	8	19.5
Grúa LS-118.	1	Link-Belt	60 Ton.	3	13.5
Bomba para concreto.	1	Whiteman	-----	8	18.5

La totalidad del equipo es propiedad del contratista, y se encuentra ubicado actualmente en el depósito que éste posee en Cuautitlán, Edo. de México.

2.3 Determinación de Recursos Humanos.

El control y dirección de una obra de grandes dimensiones, requiere de la participación de un grupo numeroso de personas. En la construcción del muelle No. 4 el personal a cargo del contratista, encargado de la dirección, supervisión y administración de los trabajos será el siguiente:

CATEGORIA	CANTIDAD	PERIODO DE OCUPACION DEL _____ AL _____	MES
Superintendente general	1	1	24

CATEGORIA	CANTIDAD	PERIODO DE OCUPACION	
		DEL _____	AL _____ MES
Superintendente de construcción y control de obra	1	1	24
Jefe de obra	2	2	24
Jefe de frente	1	2	23
Superintendente de maquinaria	1	1	24
Auxiliares técnicos	3	2	24
Topógrafo	2	2	23
Jefe administrativo	1	1	24
Contador	1	1	24
Jefe de almacén	1	2	24
Bodeguero	2	1	23
Jefe de personal	1	1	24
Tomador de tiempo	2	2	23
Encargado de compras	1	2	23
Cajero	1	2	23
Secretaria	2	2	23
Velador	2	2	23

En cuanto al personal de campo, se distribuirá de acuerdo con las diversas actividades a desempeñar en el frente de trabajo:

a) Taller de maquinaria.

- 1 Sobrestante de maquinaria.
- 6 Ayudantes de mecánico.

b) Transporte de tubería.

- 1 Cabo de maniobras.
- 1 Maniobrista.
- 2 Ayudantes generales.
- 4 Operadores de tractocamión.
- 1 Operador de grúa.

c) Fabricación de pilotes.

- Soldadura.
- 1 Cabo de soldadores.

- 8 Soldadores.
- 8 Ayudantes.
- 2 Maniobristas.
- 1 Operador de grúa.

- Recubrimiento anticorrosivo.

- 1 Cabo.
- 1 Operador de compresor.
- 1 Operador de sopleteadora.
- 1 Oficial pintor.
- 2 Ayudantes.

d) Hincado de pilotes (2 chalanes.)

- 2 Operadores de grúa.
- 2 Controladores de avance (Ayudantes generales.)
- 6 Maniobristas.
- 2 Operadores de compresor.
- 2 Operadores de lancha.
- 4 Ayudantes generales.

e) Superestructura (2 turnos.)

- Acero de refuerzo.

- 2 Cabos de oficios.
- 5 Ferreros.
- 14 Ayudantes.

- Cimbra.

- 4 Carpinteros.
- 12 Ayudantes.

- Concreto.

- 1 Operador de bomba para concreto.
- 4 Albañiles.
- 16 Ayudantes.
- 1 Operador de grúa.
- 1 Operador de planta de luz.

f) Personal complementario.

- 1 Sobrestante de construcción.
- 4 Ayudantes de topógrafo.
- 5 Choferes de camioneta.
- 1 Cocinera.
- 3 Ayudantes de cocina.
- 1 Responsable de limpieza de oficinas.

El personal anterior, una vez agrupado por categorías nos da la siguiente relación:

CATEGORIA	CANTIDAD
Sobrestante	2
Cabo de oficios	5
Oficial carpintero	4
Oficial herrero	5
Oficial albañil	4
Oficial soldador	8
Oficial pintor	1
Operador de planta de luz	1
Operador de sopleteadora	1
Operador de compresor	3
Chofer de camioneta	3
Chofer de camión	4
Chofer de automóvil	2
Operador de bomba para concreto	1
Operador de grúa	5
Operador de lancha	2
Cocinero	1
Maniobrista	9
Ayudante general	<u>74</u>
TOTAL =	135

Este personal aunado al de control y administración de la obra, da un total de 160 personas trabajando en conjunto para llevar a cabo la construcción del Muelle No. 4.

CAPITULO TERCERO

SUBESTRUCTURA

3.1 Trabajos Preliminares.

Las actividades en la zona de trabajo comenzarán con la preparación de las áreas que ocuparán las oficinas de campo, y el acarreo inicial de maquinaria y equipo.

A) Acondicionamiento de áreas de trabajo (Fig. 3.1.) En terrenos contiguos al lugar donde se construirá el muelle, se prepararán -- las siguientes obras y estructuras provisionales:

- Areas para fabricación de pilotes.
- Areas de almacenamiento y estiba de los pilotes fabricados.
- Areas de almacenamiento y habilitado de acero de refuerzo para pilotes y superestructura.
- Bodega para materiales diversos.
- Oficinas de campo (control de obra y administración.)
- Oficina del ingeniero mecánico y taller de maquinaria.
- Comedor.

La pista de un antiguo helipuerto, ubicado a escasos metros -- de la playa, se habilitará como área para la fabricación y almacenamiento de pilotes. Dicha plataforma cubrirá una superficie aproximadamente de 3,100 M² (60.00 Mts. x 135.00 Mts..)

Las instalaciones restantes, se asentarán en un terreno distante aproximadamente 20.00 Mts. del patio de fabricación; este terreno es de forma trapezoidal y tiene las siguientes dimensiones: 93.33 Mts. al frente, 88.40 Mts. en la parte posterior, 30.50 Mts. al oriente y 21.45 Mts. al poniente.

Las construcciones temporales (Fig. 3.2) estarán distribuidas sobre el terreno de la siguiente manera:

- = Al centro del predio, se ubicará un trailer acondicionado como oficina, con compartimentos para el superintendente general,

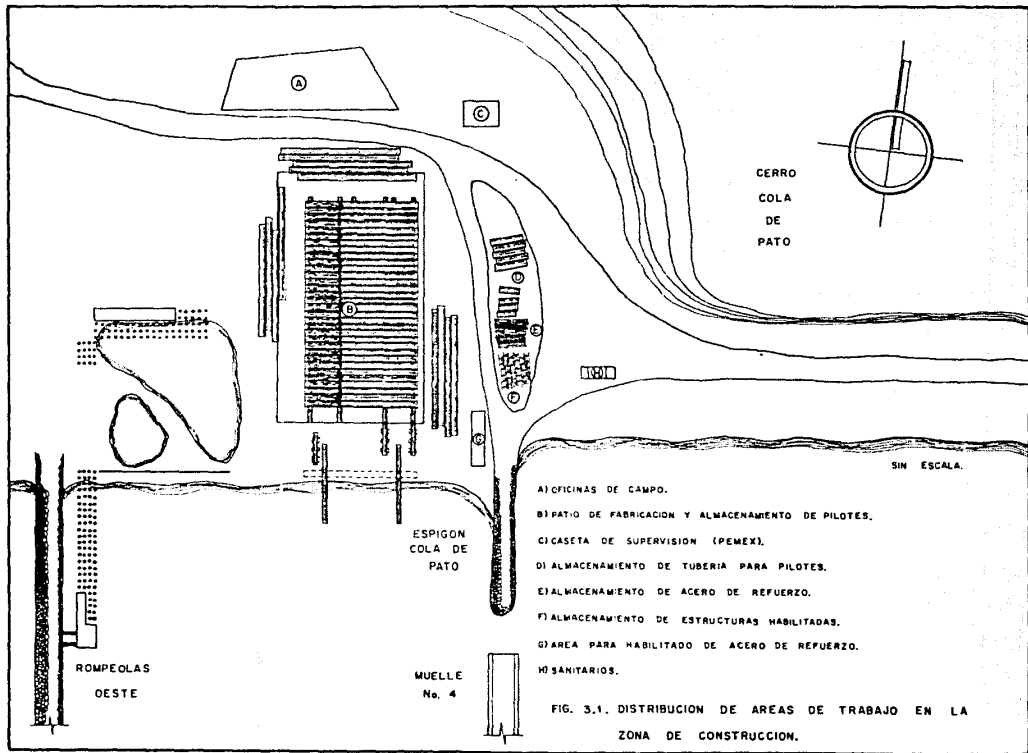


FIG. 3.1. DISTRIBUCION DE AREAS DE TRABAJO EN LA ZONA DE CONSTRUCCION.

el superintendente de obra, el jefe de frentes, y demás ingenieros de la obra.

- = Las oficinas para el jefe administrativo, la secretaria, la recepcionista y el topógrafo, se situarán al suroeste del terreno; colindando con estas oficinas se construirá el comedor.
- = El taller mecánico, la oficina del ingeniero mecánico, y el patio para la maquinaria, quedarán ubicados al oriente del terreno.
- = El almacén y la oficina para control de asistencia del personal de campo, se construirán en la franja situada entre el trailer de ingenieros y el patio para maquinaria.

El terreno mencionado tiene pocos desniveles, por lo que sólo necesitará una limpieza general; hay servicio de luz y agua potable, además, existen algunos firmes de concreto que se aprovecharán en la construcción de algunas de las instalaciones provisionales.

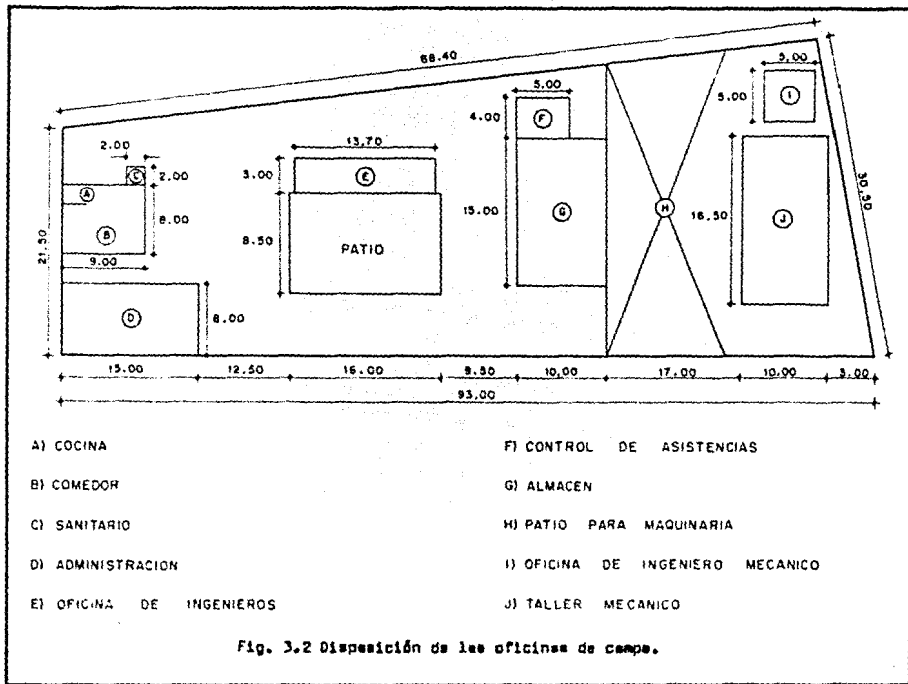
Las oficinas administrativas y la del ingeniero mecánico -- tendrán una estructura a base de columnas (polines 4" x 4") y trabes (vigas 4" x 8") de madera; los muros exteriores y las divisiones interiores serán de tablonos de 1" x 8"; el techo será de láminas de asbesto-cemento; todas las ventanas tendrán tela de mosquitero, y cada habitación contará con clima artificial.

El comedor tendrá muros externos de 1.50 Mts., excepto en la parte de la cocina, donde serán de piso a techo; estos muros serán de block hueco de 0.15 Mts. x 0.20 Mts. x 0.40 Mts.; la estructura estará constituida por columnas y trabes de tubo de acero de 4" ϕ ; las ventanas y puertas tendrán tela de mosquitero, y el techo será de lámina estructural de asbesto-cemento.

El almacén estará formado por un galerón de block hueco de 0.15 Mts. x 0.20 Mts. x 0.40 Mts., con estructura de madera.

El taller mecánico estará techado con láminas de asbesto-cemento, apoyadas en vigas y columnas de perfiles estructurales.

Todas las estructuras mencionadas se desplantarán sobre firmes de concreto de 0.10 Mts. de espesor.



A) COCINA

B) COMEDOR

C) SANITARIO

D) ADMINISTRACION

E) OFICINA DE INGENIEROS

F) CONTROL DE ASISTENCIAS

G) ALMACEN

H) PATIO PARA MAQUINARIA

I) OFICINA DE INGENIERO MECANICO

J) TALLER MECANICO

Fig. 3.2 Disposición de las oficinas de campo.

B) Traslado de maquinaria y equipo al sitio de trabajo.

La totalidad del equipo que se utilizará en la construcción del muelle, se tendrá que transportar desde los talleres y depósitos de la empresa constructora ubicados en Cuautitlán, Edo. de México. Para el acarreo se emplearán cinco plataformas haladas con tractocamión, de éstos permanecerá en reserva uno con su respectiva plataforma.

El transporte del equipo a Salina Cruz se realizará conforme se vaya necesitando en el proceso constructivo, ésto se hará con la finalidad de evitar que las máquinas estén paradas en la obra, ocasionando gastos innecesarios. Por esta razón, inicialmente se moverá hacia el puerto el equipo a utilizar en la fabricación e -- hincado de los pilotes, ya que éstas serán las primeras actividades dentro del proceso constructivo del muelle.

El equipo restante se trasladará a Salina Cruz de acuerdo a su programa de utilización, pero previendo el tiempo necesario para acondicionar cada máquina antes de su empleo.

3.2 Fabricación de Pilotes.

La cimentación del muelle No. 4 estará constituida por 468 pilotes tubulares de acero de sección circular, distribuidos de la siguiente manera:

- Plataforma de operaciones: 72 pilotes de 24" β .
- Apoyos para pasarela peatonal: 40 pilotes de 24" β (4 Pil./apoyo.)
- Pasarela para vehículos: 174 pilotes de 30" β .
- Duques de amarre tipo I: 36 pilotes de 30" β (9 Pil./duque.)
- Duques de amarre tipo II: 18 pilotes de 30" β (9 Pil./duque.)
- Duques de atraque: 128 pilotes de 30" β (16 Pil./duque.)

La totalidad de la tubería será proporcionada por PEMEX, y se transportará desde los almacenes localizados en la refinería "Antonio Dovalí Jaime" de Salina Cruz, hasta el patio de fabricación de pilotes; la distancia aproximada entre los dos sitios es de 11 Km

sobre camino pavimentado. La tubería suministrada tendrá las siguientes características:

DIAMETRO	ESPESOR	LONGITUD DE LOS TRAMOS
24"	1"	15.00 Mts.
30"	1"	15.00 Mts.
36"	1 1/2"	6.00 Mts.

Ninguno de los pilotes se fabricará con punta, y tendrán las longitudes que se indican a continuación:

DIAMETRO (Pulg.)	CANTIDAD	LONGITUD (Mts.)	LONGITUD TOTAL (Mts.)
24"	72	40.00	2,880.00
24"	40	39.60	1,584.00
30"	174	39.35	6,847.00
30"	36	39.55	1,424.00
30"	18	40.30	725.00
36"	<u>128</u>	38.10	<u>4,877.00</u>
TOTAL : 468			18,337.00

Las cantidades de tubería que se transportarán se determinaron de la siguiente manera:

A) Tubería de 24" ϕ y 15.00 Mts. de longitud.

a) Longitud del pilote: 40.00 Mts. (Fig. 3.3.)

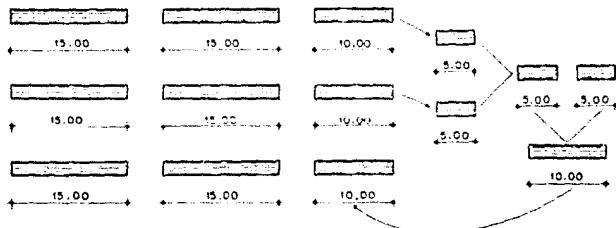


Fig. 3.3 Fabricación de un juego de pilotes de 24" ϕ .

Según la Fig. 3.3, se necesitarán 8 tubos de 15.00 Mts. para formar un juego de tres pilotes de 40.00 Mts.. El número total de tubos que se requerirán para esta longitud de pilote se obtiene -- con el siguiente procedimiento:

$$N = \frac{P \times T}{J}, \quad (3-1)$$

en donde, P = No. total de pilotes que se fabricarán.

T = Tramos de tubería necesarios para fabricar un juego de pilotes.

J = No. de pilotes fabricados en cada juego.

N = No. de tubos a mover.

Según fórmula (3-1):

$$N = \frac{(72 \text{ Pil.}) (8 \text{ Tubos/Jgo.})}{3 \text{ Pil./Jgo.}} = 192 \text{ tubos de 15 Mts.}$$

b) Longitud del pilote: 39.60 Mts. (Fig. 3.4.)

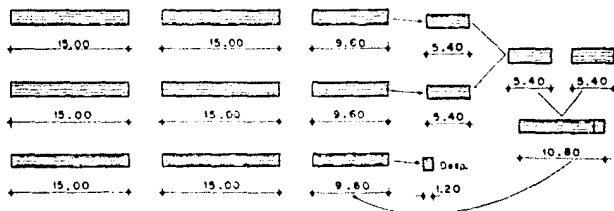


Fig. 3.4 Fabricación de un juego de pilotes de 24" ϕ .

De acuerdo a la Fig. 3.4, se requieren 8 tubos de 15.00 Mts. - para fabricar tres pilotes de 39.60 Mts., entonces:

$$N = \frac{(40 \text{ Pil.}) (8 \text{ Tubos/Jgo.})}{3 \text{ Pil./Jgo.}} = 106.7 = 107 \text{ tubos de 15 Mts.}$$

B) Tubería de 30" ϕ y 15.00 Mts. de longitud.

a) Longitud del pilote: 39.35 Mts. (Fig. 3.5.)

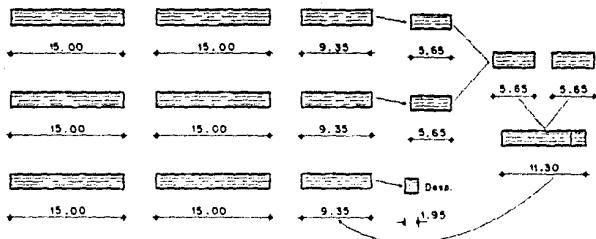


Fig. 3.5 Fabricación de un juego de pilotes de 30" ϕ .

Según la Fig. 3.5, son necesarios 8 tubos de 15.00 Mts. para formar tres pilotes de 39.35 Mts., entonces:

$$N = \frac{(174 \text{ Pil.}) (8 \text{ Tubos/Jgo.})}{3 \text{ Pil./Jgo.}} = 464 \text{ tubos de 15 Mts.}$$

b) Longitud del pilote: 39.55 Mts. (Fig. 3.6.)

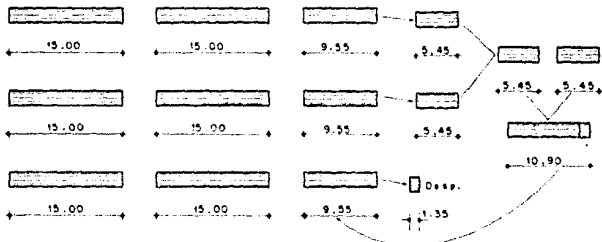


Fig. 3.6 Fabricación de un juego de pilotes de 30" ϕ .

Según la Fig. 3.6, se necesitan 8 tubos de 15.00 Mts. para fabricar tres pilotes de 39.55 Mts., entonces se tiene:

$$N = \frac{(36 \text{ Pil.}) (8 \text{ Tubos/Jgo.})}{3 \text{ Pil./Jgo.}} = 96 \text{ tubos de 15 Mts.}$$

c) Longitud del pilote: 40.30 Mts. (Fig.3.7.)

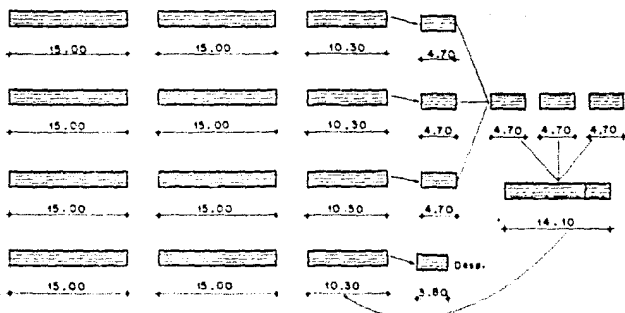


Fig. 3.7 Fabricación de un juego de pilotes de 30" ϕ .

De acuerdo a la Fig. 3.7, se requieren 11 tubos de 15.00 Mts. para producir cuatro pilotes de 40.30 Mts., entonces:

$$N = \frac{(16 \text{ Pil.}) (11 \text{ Tubos/Jgo.})}{4 \text{ Pil./Jgo.}} = 49.5 \approx 50 \text{ tubos de 15 Mts.}$$

c) Tubería de 36" ϕ y 6.00 Mts. de largo.

Longitud del pilote: 38.10 Mts. (Fig. 3.8.)

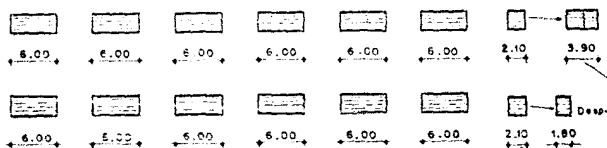


Fig. 3.8 Fabricación de un juego de pilotes de 36" ϕ .

Según la Fig. 3.8, son necesarios 13 tubos de 6.00 Mts. para formar dos pilotes de 38.10 Mts., entonces se tiene:

$$N = \frac{(128 \text{ Pil.}) (13 \text{ Tubos/Jgo.})}{2 \text{ Pil./Jgo.}} = 832 \text{ tubos de 6 Mts.}$$

Las cantidades totales de tubería que se acarrearán, se indican en la siguiente relación:

DIAMETRO	No. DE TUBOS
24"	299
30"	610
36"	<u>832</u>
TOTAL:	1,741

3.2.1 Colocación de apoyos para fabricación de pilotes.

La soldadura en tuberías se aplicará con máquinas soldadoras rectificadoras, alimentadas con energía eléctrica, razón por la que se contratará con la Comisión Federal de Electricidad, una línea de alta tensión de 13,200 KV, la cual llegará a la subestación ubicada en la zona de oficinas de campo; la subestación contará -- con un transformador de 350 KVA, con primario de 13,200 KV y salida de 440 V. De la subestación se tenderá una línea subterránea -- hasta un tablero de distribución general y de éste, derivaciones a tableros auxiliares, que permitan acercar las soldadoras al lugar de trabajo.

El programa de fabricación de pilotes llevará la siguiente secuencia:

	CANTIDAD	DIAMETRO (Pulg.)	LONGITUD (Mts.)	ESTRUCTURA
1a.				
E	60	30"	39.35	Pasarela para vehículos.
T	16	30"	39.55	Duques de amarre tipo I.
A	42	30"	39.35	Pasarela para vehículos.
P	18	30"	39.55	Duques de amarre tipo I.
A	72	30"	39.35	Pasarela para vehículos.

2a.	CANTIDAD	DIAMETRO (Pulg.)	LONGITUD (Mts.)	ESTRUCTURA
E	64	36"	38.10	Duques de atraque.
T	72	24"	40.00	Plataforma de operaciones.
A	64	36"	38.10	Duques de atraque.
P	18	30"	40.30	Duques de amarre tipo II.
A	40	24"	39.60	Apoyos para pasarela de peatones.

Los pilotes se fabricarán en serie, por lo que se acondicionarán varios apoyos paralelos que facilitarán el manejo de la tubería durante el proceso de fabricación de los pilotes.

Por conveniencia, la fabricación de los pilotes se hará en -- dos etapas: en la primera se contempla la fabricación de la totalidad de los pilotes de la pasarela para vehículos y de los duques - de amarre tipo I; para ésto se necesitarán apoyos adecuados al manejo de tubos de 15.00 Mts. de longitud. En la segunda etapa se fabricarán todos los pilotes restantes, lo que implica manejar algunos tramos de tubería de 6.00 Mts. de longitud, por lo que será necesario ampliar varicos de los apoyos montados para la primera fase de fabricación y agregar algunos otros.

Los apoyos se integrarán en su totalidad con tubería de 24" β y 15.00 Mts. de longitud, ya que según el programa de fabricación, los últimos pilotes a fabricar son de 24" β , de esta manera, cuando finalice la fabricación de pilotes se tomará la tubería de 24" que sirvió de apoyo y se utilizará para fabricar los pilotes res--tantes.

Para la etapa inicial de fabricación (Fig. 3.10) se necesitarán 4 apoyos de 45.00 Mts., formados por 3 tubos de 15.00 Mts. punteados solamente para evitar movimientos originados por el paso de los pilotes en proceso de fabricación; a éstos hay que sumar un apoyo de 30.00 Mts. formado con 2 tubos de 15.00 Mts., y un apoyo - más de 15.00 Mts.. Para evitar el rodamiento de los apoyos se soldarán en la parte inferior de los tubos unas pequeñas placas de acero, a cada 2.00 Mts. aproximadamente (Fig. 3.9.) En esta fase se utilizará un total de 15 tubos de 24" β x 15.00 Mts. de largo.

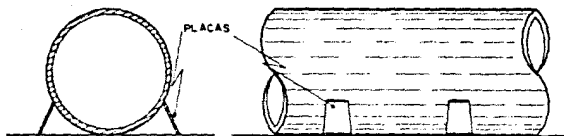


Fig. 3.9 Placas para fijación de los apoyos.

Para la segunda etapa (Fig. 3.10) será necesario colocar 2 -- nuevos apoyos de 45.00 Mts., formados por 3 tubos de 15.00 Mts.; 2 apoyos de 30.00 Mts., constituidos por 2 tramos de 15.00 Mts.; 4 a apoyos aislados de 15.00 Mts., y 5 tubos de 15.00 Mts. punteados a tramos de la primera fase. En esta fase se colocarán 19 tramos de tubería de 24" ϕ x 15.00 Mts. de longitud, ésto quiere decir, que en las dos etapas se usará un total de 34 tubos.

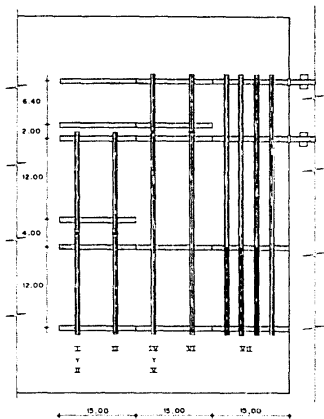
Una vez fijados los apoyos para la segunda etapa de fabricación, éstos permanecerán en su lugar hasta terminar la totalidad de los pilotes, ya que estarán colocados de tal manera que se puedan manejar todos los tubos, independientemente de su diámetro y longitud.

3.2.2 Procesos de biselado y soldadura.

A) Biselado. Consiste en el corte oblicuo de los bordes de los tubos, dándoles un ángulo de 60° que permita alojar la soldadura, de tal modo que ésta forme una unión homogénea con el acero de los tubos (Fig. 3.11.)

Los tubos que proporcionará PAMSA ya estarán biselados, por lo que sólo será necesario pulir ligeramente los bordes con esmeril para eliminar la capa superficial de corrosión. A los tramos de tubería en los que es necesario hacer cortes, el bisel se hará con el mismo equipo cortador, pero como quedará un acabado burdo, los bordes se esmerilarán hasta dejar una superficie lisa.

PRIMERA ETAPA



SEGUNDA ETAPA

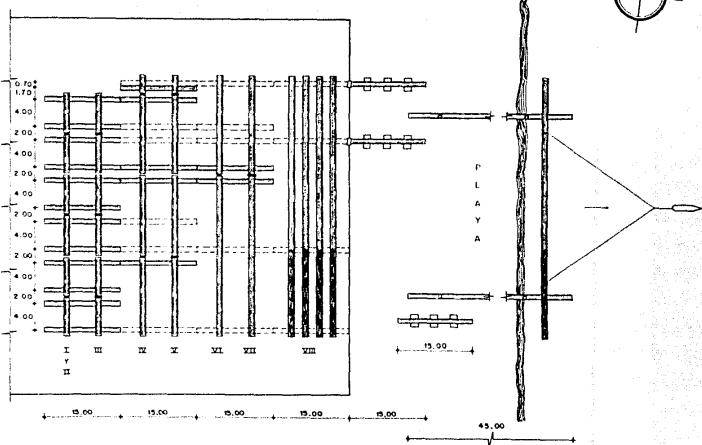
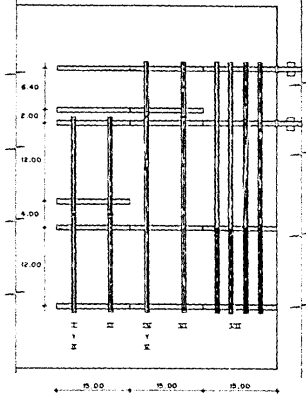


FIG. 3.10. FASES DE FABRICACION DE LOS PILOTES.

PRIMERA ETAPA



SEGUNDA ETAPA

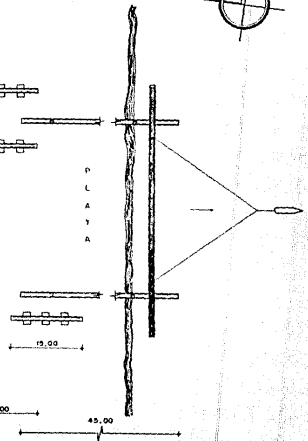
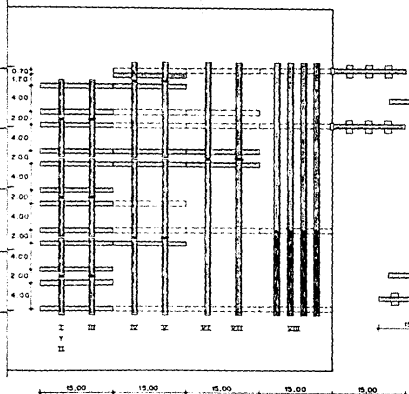


FIG. 3.10. FASES DE FABRICACION DE LOS PILOTES.

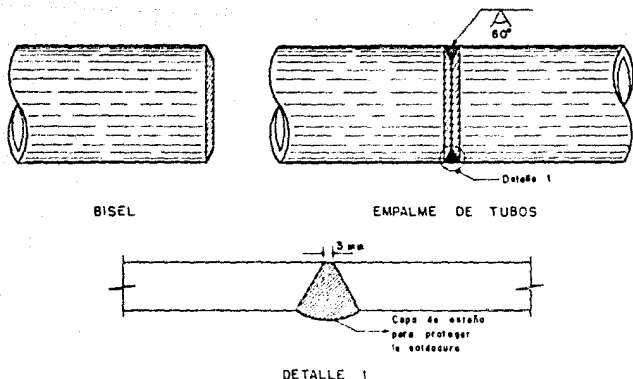


Fig. 3.11 Unión de tubos para fabricación de los pilotes.

B) Soldadura. Consiste en la unión de los bordes de los tubos de acero, mediante la elevación de la temperatura de los extremos que se van a unir. Esta fusión se obtiene al producir un arco eléctrico entre las piezas que se sueldan y un electrodo de carbón que ha ce de positivo.

La soldadura de las tuberías se realizará en dos etapas: en la inicial, llamada de penetración o de fondeo, se aplicará soldadura 6010 (electrodo E-60) para la unión primaria de los tubos; la segunda fase, denominada de resistencia o de relleno y acabado, -- comprende la aplicación de soldadura 7018 (electrodo E-70) para -- proporcionar a la unión una rigidez y resistencia similar o superior a la del acero que constituye los tubos. En estas operaciones se consumirán las siguientes cantidades de soldadura:

DIAMETRO	No. DE JUNTAS	Kg/JUNTA		Kg DE SOLDADURA	
		6010	7018	6010	7018
24"	262	1.01	9.99	264.62	2,617.38
30"	531	1.27	12.53	674.37	6,653.43

DIAMETRO	No. DE JUNTAS	Kg/JUNTA		Kg DE SOLDADURA	
		6010	7018	6010	7018
36"	768	3.25	32.03	2,496.00	24,599.04
				3,434.99	33,869.85

3.2.3 Tratamiento anticorrosivo.

A) "Sand-blast" (chorro de arena.) La fase siguiente del proceso de fabricación de los pilotes, consiste en la aplicación de un recubrimiento anticorrosivo, pero antes de su aplicación es necesario librar a los pilotes de la capa de corrosión que cubre su superficie, para evitar que la pintura se desprenda una vez seca.

La limpieza del pilote se realizará con una técnica denominada sand-blast, que consiste en la aplicación de un chorro de arena comercial cernida, inyectada a una presión muy elevada con la ayuda de un compresor. La arena lanzada con fuerza, funciona como material abrasivo, lo que permite que la superficie del pilote se desgaste ligeramente hasta que aparece el color natural del acero. La descarga de arena se mantiene hasta que la superficie del pilote quede libre de corrosión, adquiriendo una tonalidad gris mate.

El sand-blast se aplicará sólo en uno de los extremos de los pilotes, exactamente en un tercio de su longitud total, cualquiera que ésta sea, ya que después de haber hincado los pilotes, este extremo quedará expuesto a la intemperie y a los efectos nocivos de la atmósfera corrosiva característica de las zonas costeras.

B) Recubrimiento. Después de concluir el sand-blast de un grupo de 3-4 pilotes, se procederá a proteger sus extremos que quedarán expuestos a la intemperie, mediante un revestimiento anticorrosivo de AMERCOAT-1761, o similar, que está formado por dos productos, - un material epóxico y un compuesto amídico.

En la superficie sand-blasteada de los pilotes, se aplicará y na capa inicial de pintura primaria RP-4 (inorgánica de zinc, autocurable) de color gris; una vez que haya secado esta capa, se procederá a aplicar una segunda mano con pintura de acabado RA-20 (es

malte alquidático) de color blanco. Estas dos capas de pintura se aplicarán por aspersión, con ayuda de un compresor y pistola de ai re.

A los pilotes terminados, se les pintarán marcas a cada 0.50 Mts., comenzando en el extremo no revestido del pilote; estas marcas permitirán llevar un control de penetración durante el hincado de los pilotes.

El recubrimiento definitivo se aplicará a los pilotes después de haber construido la superestructura del muelle; este revesti--- miento protegerá la superficie de los pilotes expuesta a la fluc--- tuación de mareas alta y baja, por lo que sólo se aplicará en el - tramo comprendido entre el lecho inferior de la superestructura y 2.00 Mts. abajo del nivel 0.00 (Nivel de Bajamar Media Inferior.) Esta capa protectora consistirá en un empaste RE-32 (epóxico) de - consistencia espesa, que se aplicará con herramienta manual (espá- tula, llana) o a mano, hasta formar una costra seca de 0.04" (0.10 cm) de espesor.

Considerando todas las etapas anteriores, el sistema de fabri- cación en serie de pilotes, será el siguiente:

a) Primera etapa de fabricación, tramos de 30" \varnothing y 15.00 Mts. - de longitud (Fig. 3.10.)

Paso I . Se toman dos tubos de la zona de almacenamiento y se co- locan sobre los apoyos. Los tubos se alinean interiormen- te, y se puntean.

Paso II . Se aplica soldadura de fondeo de bajo hidrógeno para u- nir los dos tramos de 15.00 Mts..

Paso III. Aplicación de soldadura de relleno y acabado en la junta del paso II.

Paso IV. El tramo de 30.00 Mts. formado en los pasos anteriores, se alinea y puntea con un carrete complementario, previa- mente cortado, de una longitud tal que unidas ambas sec- ciones se complete la longitud total del pilote.

Paso V . Se aplica soldadura de fondeo para unir los dos tubos an- teriores.

Paso VI . Aplicación de soldadura de relleno y acabado en la junta del paso V.

Paso VII . Sand-blasteo y recubrimiento anticorrosivo inicial.

b) Segunda etapa de fabricación, tramos de 36" \varnothing y 6.00 Mts. de largo (Fig. 3.10.)

Paso I . Se toman seis tubos del área de almacenamiento, y se ponen sobre los apoyos; se alinean por parejas y se puntean.

Paso II . Se sueldan los tres pares de tubos de 6.00 Mts. para que una vez unidos queden tres tramos de 12.00 Mts. (se usará en este paso únicamente soldadura de fondeo.)

Paso III . Soldadura de relleno y acabado en las juntas del paso II.

Paso IV . Se alinean y puntean entre sí dos de los tramos de 12.00 Mts. formados anteriormente; el tramo restante de 12.00 Mts., también se alinea y puntea con un carrete de 2.10 Mts. previamente cortado de una sección de 6.00 Mts.; después, se aplicará soldadura de fondeo en las dos juntas.

Paso V . Soldadura de relleno y acabado en las juntas del paso IV.

Paso VI . Alineación, punteo y soldadura de fondeo en la unión de los tramos de 24.00 Mts. y de 14.10 Mts., formados en los pasos anteriores.

Paso VII . Soldadura de relleno y acabado en la junta del paso VI.

Paso VIII . Sand-blasteo y revestimiento anticorrosivo inicial.

Los pilotes de 24" \varnothing y de 30" \varnothing que se fabriquen durante la segunda etapa, se harán con el mismo procedimiento descrito en la primera fase.

Para que los pilotes pasen por las diferentes fases de su fabricación, se harán rodar sobre los apoyos mediante el uso de palancas y malacates.

Con el fin de verificar la calidad de la soldadura, se realizará una inspección radiográfica (Rayos X) a 20.00 % del total de juntas, seleccionando pilotes al azar. El criterio con el cual se analizarán los resultados aún no se ha definido, ya que se tienen antecedentes de que la supervisión ha rechazado la totalidad de -- las soldaduras, evaluando los resultados bajo las normas de calidad empleadas para tuberías de conducción, trabajando a presión; -- cuando en realidad un pilote trabaja sometido a esfuerzos diferentes. Por esta razón, sería conveniente verificar las especificaciones de PEMEX al respecto.

Para acarrear los pilotes al sitio de almacenamiento, se trazarán sobre éstos, marcas en las que se fijarán los estrobo para izarlos con una grúa. Las marcas dividen la longitud del pilote, -- de tal manera que éste trabaje como una viga continua con dos apoyos y volado en los extremos (Fig. 3.12.)

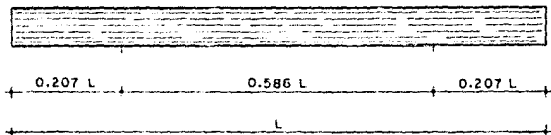


Fig. 3.12 Pilote dividido para su izaje con grúa.

3.3 Hincado de Pilotes.

Una vez resuelta la cuestión de la fabricación de los pilotes, se comienza con el hincado de éstos, procediendo a realizar -- las actividades señaladas a continuación.

3.3.1 Trazo topográfico para el posicionamiento de los pilotes.

El trazo topográfico tiene por objeto la determinación de los

puntos y ejes que indicarán la ubicación exacta de los diferentes elementos que integrarán el atracadero. En esta operación se utilizarán las Coordenadas Oficiales de la Dirección General de Obras - Marítimas (Puertos Mexicanos-S.C.T..)

Se tomará como punto de partida la Mojonera-B (Fig. 1.35), -- con coordenadas $Y = 1'787,723.39$ y $X = 265,092.71$, ubicada en el extremo sur del Rompeolas Oeste del puerto comercial; se trazará una línea auxiliar paralela a la línea de costa, en el tramo comprendido entre los dos rompeolas del nuevo puerto petrolero, colocando en los puntos de inflexión mojoneras con sus valores correspondientes. Siguiendo este procedimiento, se localizará la línea - centro del muelle No. 4, estableciendo en ese sitio la Mojonera-I, cuya abscisa será $X = 263,755.94$. Dicha mojonera, se tomará como - referencia para localizar los restantes ejes longitudinales del -- muelle, señalando su ubicación con marcas pintadas en las faldas - rocosas del Cerro Cola de Pato, en lugares fijos pero accesibles, donde se pueda instalar un tránsito.

Para localizar las ordenadas de los ejes transversales, se tomará como referencia la Mojonera-K, que corresponde al eje central del Rompeolas Oeste del puerto petrolero ($X = 263,387.96$); sobre - las rocas que integran el rompeolas, se pintarán señales, indicando así la localización exacta de cada eje del muelle.

Dada la importancia de esta operación, el trazo de cada eje - se verificará exhaustivamente.

En el procedimiento para establecer el sitio donde se hincará cada pilote, se contempla la colocación de dos tránsitos, uno en - el eje de las abscisas (en tierra firme) y otro en el eje de las - ordenadas (en la corona del Rompeolas Oeste); la intersección de - las visuales de los dos aparatos indicará el punto buscando para la hincá del pilote.

3.3.2 Acarrec de pilotes al sitio de hincado.

En un principio, se había contemplado la utilización de "do--

llies" (plataformas) halados con tractocación, una grúa tomaría -- los pilotes del patio de almacenamiento y los colocaría sobre los dollies, los tractocaciones tirarían de éstos y los llevarían hasta un muelle auxiliar, donde serían subidos a un chalán, que halado por un remolcador serviría para abastecer de pilotes al chalán de hincado. Este método era sencillo y fácil de realizar, pero tuvo que desecharse ante la imposibilidad de utilizar el muelle auxiliar señalado, ya que no está totalmente construido (Muelle Marginal Ceste), motivo por el que se tuvo que idear otro sistema para acercar los pilotes al sitio de hincado.

Este nuevo método, consistirá en taponar los pilotes con placas de acero soldadas en sus extremos, botarlos al mar, y con lancha llevarlos al chalán con el equipo hincador. Para realizar esta operación, será necesario prolongar los apoyos empleados en la fabricación de los pilotes, ya que dada su cercanía a la orilla de la playa, se facilita el lanzamiento de los pilotes al mar.

Se necesitarán tres nuevos apoyos de 15.00 Mts., soportados -- por dados de concreto simple de 2.00 Mts. de longitud, 1.00 Mts. -- de ancho y 0.80 Mts. de altura; cada apoyo estará sostenido por -- tres de estos dados. También, serán necesarios otros dos apoyos de 45.00 Mts., cada uno de los cuales estará soportado por cuatro puntales de tubo de acero de 24" ϕ , hincados en el terreno aproximadamente 2.50 Mts.. Los cinco apoyos estarán constituidos por tramos de tubería de 15.00 Mts. de longitud y 24" ϕ ; para formar los apoyos de 45.00 Mts., los carretes de tubería se puntarán y soldarán. Todos los apoyos tendrán una ligera inclinación conforme se a proximen a la playa, ya que ésta se encuentra a un nivel inferior que el de la plataforma para fabricación de pilotes.

Para determinar si los pilotes se hundirían en el mar, o si -- flotarían por sí solos, se realizaron algunas operaciones basadas en el Principio de Arquímedes.⁽¹⁾ En el caso de que los pilotes no floten, se les adaptarán tantos flotadores, con capacidad de una --

(1) El Principio de Arquímedes establece que: "todo cuerpo, sumergido total o parcialmente en un líquido, sufre un empuje vertical hacia arriba igual al peso del líquido desplazado."

tonelada, como sean necesarios. Los cálculos realizados fueron los siguientes:

A) Pilotes de 24" ϕ y 1" de espesor.

a) Longitud: 40.00 Mts., peso total: 14,636 Kg.

La fórmula para determinar el empuje ejercido por el agua sobre los pilotes sumergidos, será la siguiente:

$$E = \gamma V, \quad (3-2)$$

en donde, E = Empuje vertical hacia arriba ejercido por el agua.

V = Volumen de agua desplazada = Volumen sumergido del pilote.

γ = Peso específico del agua.

El peso específico del agua de mar es aproximadamente de ----- 1,025 Kg/m³, pero por seguridad, en las operaciones se considerará igual a 1,000 Kg/m³. Entonces:

$$E = (1,000 \text{ Kg/m}^3) \left[\frac{\pi (24 \text{ Pulg.} \times 0.0254 \text{ m/Pulg.})^2}{4} (40.00 \text{ m}) \right]$$

$$E = 11,675 \text{ Kg}$$

$$14,636 \text{ Kg} - 11,675 \text{ Kg} = 2,961 \text{ Kg de peso excedente.}$$

Si se comparan el peso del pilote y el empuje del agua, se ve que el empuje ejercido por el agua no es suficiente para mantener a flote el pilote, por lo que será necesario aumentar el empuje -- vertical hacia arriba mediante tres flotadores con capacidad de una tonelada cada uno.

b) Longitud: 39.60 Mts., peso total: 14,490 Kg.

$$E = (1,000 \text{ Kg/m}^3) \left[\frac{\pi (24 \text{ Pulg.} \times 0.0254 \text{ m/Pulg.})^2}{4} (39.60 \text{ m}) \right]$$

$$E = 11,558 \text{ Kg}$$

14,490 Kg - 11,558 Kg = 2,932 Kg de peso excedente. Por lo tanto, serán necesarios tres flotadores por pilote.

B) Pilotes de 30" ϕ y 1" de espesor.

a) Longitud: 39.35 Mts., peso total: 18,154 Kg.

$$E = (1,000 \text{ Kg/m}^3) \left[\frac{\pi (30 \text{ Pulg.} \times 0.0254 \text{ m/Pulg.})^2}{4} (39.35 \text{ m}) \right]$$

$$E = 17,945 \text{ Kg}$$

18,154 Kg - 17,945 Kg = 209 Kg de peso adicional.

Considerando que el agua de mar es más densa que el agua dulce, se podrían lanzar estos pilotes sin flotador, pero por razones de seguridad se les colocará un flotador.

b) Longitud: 39.55 Mts., peso total: 18,246 Kg.

$$E = (1,000 \text{ Kg/m}^3) \left[\frac{\pi (30 \text{ Pulg.} \times 0.0254 \text{ m/Pulg.})^2}{4} (39.55 \text{ m}) \right]$$

$$E = 18,036 \text{ Kg}$$

18,246 Kg - 18,036 Kg = 210 Kg de peso excedente. Por seguridad se colocará un flotador a cada pilote.

c) Longitud: 40.30 Mts., peso total: 18,592 Kg.

$$E = (1,000 \text{ Kg/m}^3) \left[\frac{\pi (30 \text{ Pulg.} \times 0.0254 \text{ m/Pulg.})^2}{4} (40.30 \text{ m}) \right]$$

$$E = 18,378 \text{ Kg}$$

18,592 Kg - 18,378 Kg = 214 Kg de peso adicional. Será necesario un flotador por pilote.

C) Pilotes de 36" ϕ , 1 1/2" de espesor, 38.10 Mts. de largo y un peso total de 31,372 Kg.

$$E = (1,000 \text{ Kg/m}^3) \left[\frac{\pi (36 \text{ Pulg.} \times 0.0254 \text{ m/Pulg.})^2}{4} (38.10 \text{ m}) \right]$$

$$E = 25,020 \text{ Kg}$$

31,372 Kg - 25,020 Kg = 6,352 Kg de peso excedente. Por seguridad, se utilizarán siete flotadores en cada pilote.

El procedimiento completo para el acarreo de los pilotes, será el siguiente:

- i) Se tomará el pilote de la zona de almacenamiento y se colocará sobre los nuevos apoyos, donde se sujetará con malacates.
- ii) Soldadura de placas de acero en los extremos del pilote.
- iii) Colocación de flotadores, los necesarios de acuerdo con los cálculos anteriores.
- iv) El pilote se dejará rodar libremente hacia el mar, y una vez ahí, una lancha procederá a remolcarlo hasta el chaldón con el equipo hincador, a donde se subirá con ayuda de una grúa para proceder a quitarle las tapas de los extremos.

3.3.3 Proceso de hincado de los pilotes.

La inclinación de los pilotes variará de acuerdo a cada estructura: en la pasarela para vehículos, en los duques de amarre (ambos tipos), en la plataforma de operaciones y en cinco de los apoyos para la pasarela peatonal, será 4:1 (vertical:horizontal); en cinco apoyos de la pasarela para peatones será 5:1, y en los duques de atraque será nula, ya que todos sus pilotes se hincarán verticalmente.

Las actividades principales en el hincado de pilotes, serán las siguientes:

- Fabricación y colocación de escantillón y caballete gufa.
- Manejo e izaje de pilotes.
- Chifloneo.
- Golpeo.
- Descabece y contraventeo.

A) Fabricación y colocación de escantillón y caballete gufa.

a) Escantillón. El escantillón es una estructura metálica construida con tuberías de acero de 40" ϕ , 18" ϕ y 10" ϕ ; tiene forma de paralelepípedo hueco de 8 Mts. de largo, 6 Mts. de ancho y 3 Mts. de altura; en las esquinas lleva cuatro zancos de 25 Mts., que permitirán subir y bajar las estructuras, según sea necesario.

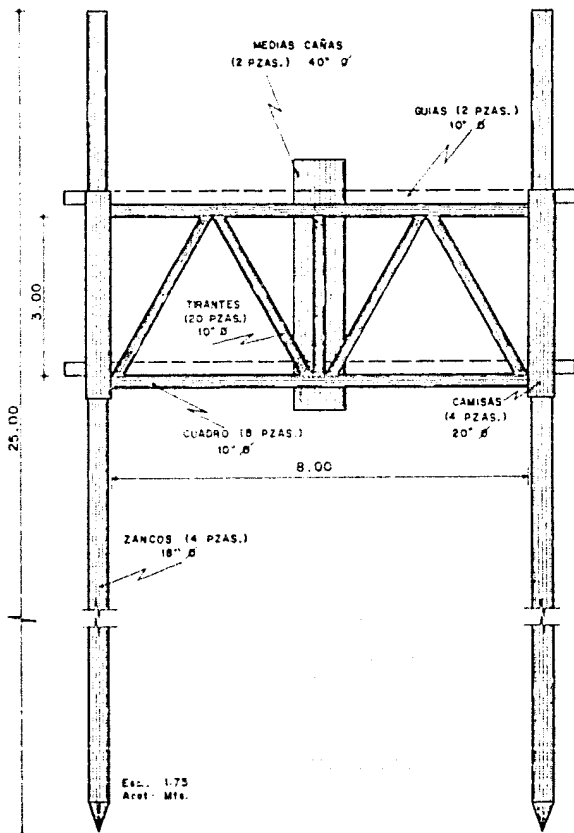


Fig. 3.13 Escantillón para hincado de pilotes.

Esta armazón (Fig. 3.13), funcionará como apoyo para posicionar el pilote en el sitio exacto donde deberá ser hincado.

El escantillón se fabricará en tierra, y con ayuda de una grúa, se subirá al chalán con el equipo hincador, permaneciendo en ese sitio hasta finalizar el hincado de todos los pilotes.

La grúa montada en el chalán hincador, colocará el escantillón en el lugar donde se hincarán los pilotes (Fig. 3.14), verificando su alineación y nivelación con ayuda de los tránsito ubicados en el Rompeolas Oeste y en la falda del Cerro Cola de Pato.

b) Caballete gúfa. El caballete trabajará como soporte para los pilotes; se armará con dos medias cañas de 5 Mts. de longitud unidas en su extremo superior, por medio de una placa de acero de $1/2"$ de espesor, soldada a los dos extremos. La inclinación que tendrán las medias cañas, será igual a la de los pilotes que se van a hincar: 4:1, 5:1, o verticales.

Para apoyarse en el escantillón, esta estructura contará con dos gúfas móviles, una superior soldada a las medias cañas, y otra inferior que permanecerá suelta hasta que se defina cual caña se utilizará en cada caso, una vez precisada la media caña a utilizar, entonces se soldará la gúfa móvil para que funcione como apoyo de la media caña (Fig. 3.15.)

El caballete, manipulado por la grúa hincadora, se situará en el lugar preciso señalado para hincar el pilote, comprobando su posición con los dos tránsito estacionados en tierra, desde los cuales se darán indicaciones al personal del chalán, para ajustes y correcciones, mediante radios portátiles ("walkie-talkies"); por último, las gúfas se soldarán al escantillón (a base de puntos), para mantenerlas fijas durante el hincado.

B) Manejo de los pilotes.

Después de colocar el escantillón y el caballete gúfa, en el chalán de hincado se procederá a realizar los preparativos para izar el pilote; éste se estrobará de acuerdo al cálculo que para izarlo se tenga, se levantará con la grúa en forma horizontal, y --

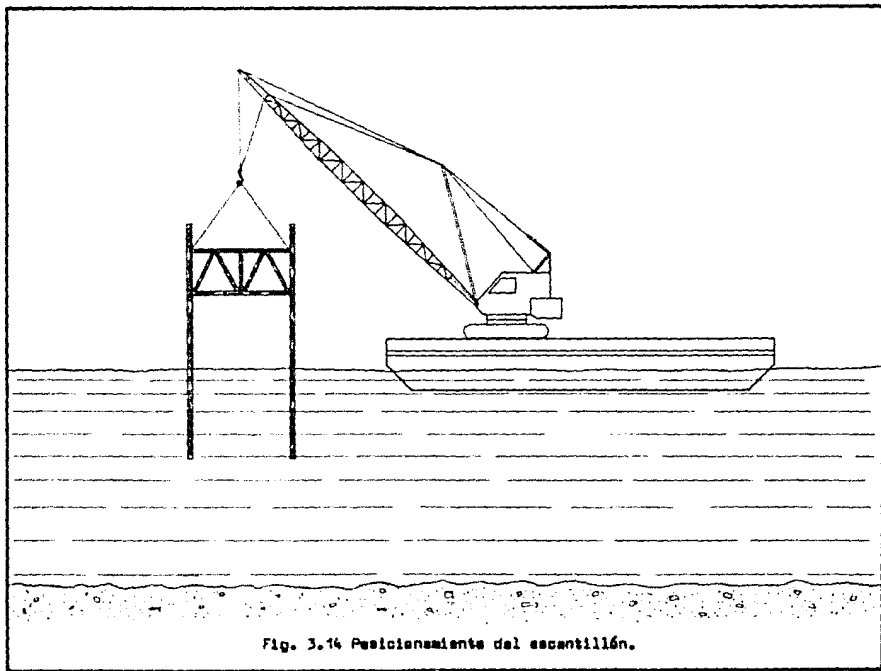
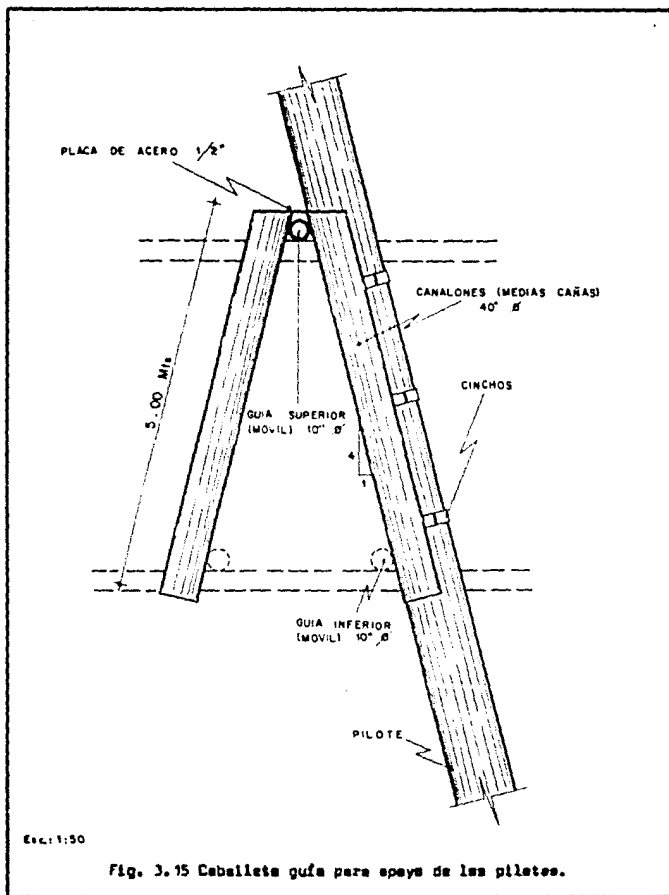


Fig. 3.14 Posicionamiento del escantillón.



por medio de maniobras con los cables de levante y arrastre, se erguirá verticalmente para introducirlo en el escantillón, se recargará lentamente en el caballete guía, y se bajará hasta que tope - con el fondo del mar, quedando listo para hincarse. Una vez apoyado el pilote, se cerrarán alrededor de él tres cinchos hechos con solera de 1/4" x 2", para evitar que salga de su posición.

Antes de izar el pilote, se le fijarán los implementos requeridos para el chifloneo.

C) Chifloneo. Consiste en la inyección de aire mediante la acción de una bomba de alta presión, el chorro de aire afloja el material, y permite que el pilote vaya penetrando en el terreno.

Previamente al manejo e izaje del pilote, se le fijará el chiflón, que consiste en un tubo recto de 18 Mts. de largo; este tubo se sujetará por medio de placas soldadas al pilote y se conectará a una manguera acoplada a la bomba de alta presión, instalada en - el chalán de hincado.

Estando el pilote posicionado y sostenido por la grúa, se pondrá en funcionamiento la bomba, al mismo tiempo, la grúa comenzará a subir y bajar el pilote para que vaya penetrando dentro del material aflojado (Fig. 3.16.) Esta operación se mantendrá hasta que - el pilote deje de penetrar ("al rechazo"), lo cual será indicado - por el supervisor de campo.

Después de desactivar el compresor, se retirará el chiflón, - cortando las placas que lo fijaban al pilote. Una vez retirado el chiflón, la grúa soltará el pilote y tomará el martillo piloteador para iniciar con la fase de golpeo.

D) Golpeo. El golpeo sobre el pilote se realizará con un martillo hincador, constituido por un capuchón y una guía, que servirán para asegurar que el golpe se dará en la misma posición todo el - tiempo, una "sufridora" y el martinete propiamente dicho.

Después de tomar el martillo, la grúa colocará el capuchón sobre el extremo del pilote y lo bajará hasta que el pilote quede - dentro de éste. Ya que esté posicionado, se disparará el martillo

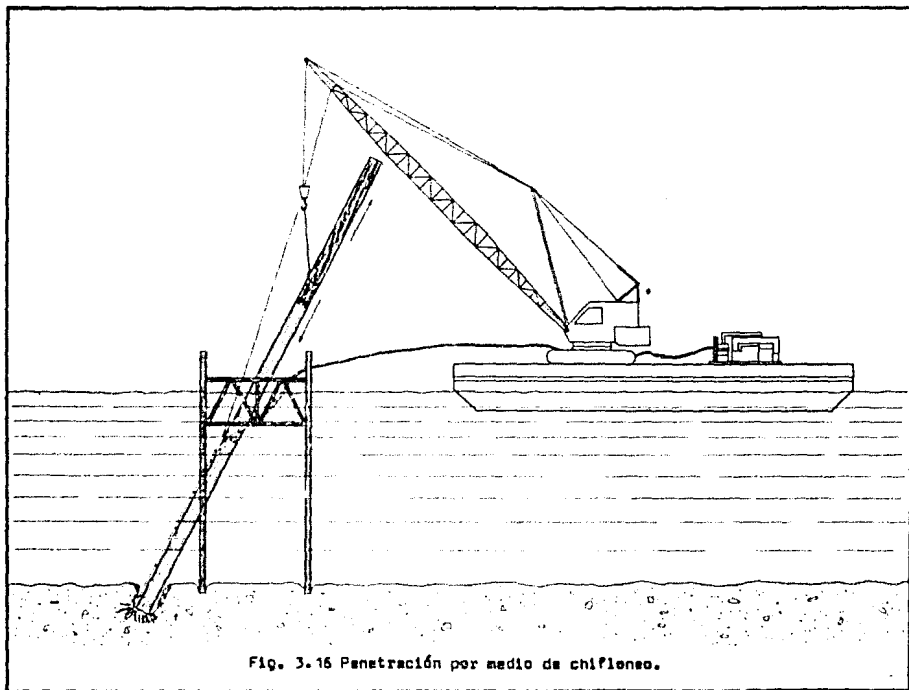


Fig. 3.16 Penetración por medio de chifloneo.

para iniciar el golpeo sobre el pilote (Fig. 3.17.) El hincado se suspenderá hasta llegar "al rebote", considerándolo como la penetración de 2.5 cm (1") en 20 golpes.

Una vez alcanzado el rebote, se retirará el martillo y se colocará en el chalán, quedando así libre la grúa para posicionar el pilote siguiente.

Para llevar un control efectivo de penetración por chifloneo y por golpeo, se llenarán registros para cada pilote, la forma que se utilizará se muestra en la Fig. 3.18, en la que se representa la hoja de control ocupada durante el hincado de uno de los pilotes del duque de amarre tipo I (Este No. 1.)

E) Descabece y contraventeo de pilotes.

Conforme se vayan hincando los pilotes, se les cortará el extremo libre hasta donde marque el nivel de proyecto, que es el nivel +2.90 (S.N.B.M.L.) en todos los ejes, excepto en el 6, el 16 y el 25 de la pasarela para vehículos, en los que el nivel de descabece será +1.90.

El descabece se realizará con un equipo oxicorte montado en una balsa; el corte se hará en tres partes, dejando entre cada tramo un espacio sin cortar de aproximadamente 3 cm, para que después se estrope la cabera, y una vez asegurada por la grúa del chalán de hincado, proceder a cortar los tres segmentos de tubo que quedan pendientes; la grúa colocará la sección de tubo que se cortó sobre la balsa, la cual será remolcada por una lancha que la acercará a la playa, lugar donde se descargarán las piezas acumuladas en la frágil embarcación.

Los pilotes ya descabezados serán contraventeados con varillas de 1" ϕ , soldadas de tal manera que eviten que los pilotes se muevan durante la colocación de la obra falsa, de la cimbra, y en el colado de la superestructura.

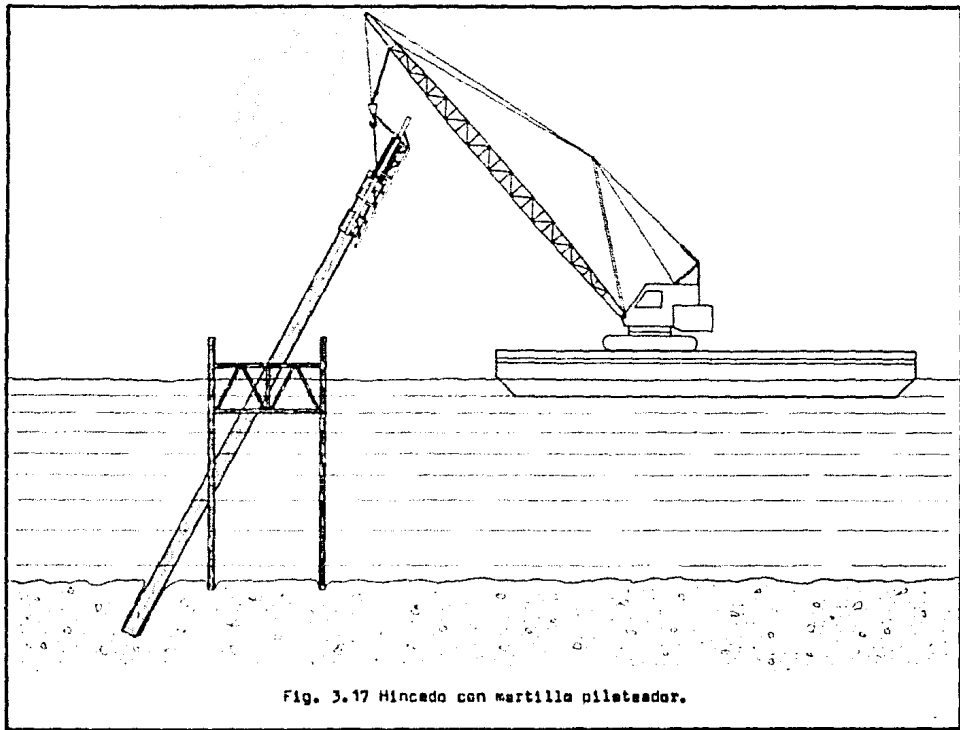


Fig. 3.17 Hincado con martillo piloteador.

CONTROL DE HINCADO DE PILOTES

LOCALIZACION DUQUE DE AMARRE TIPP I, Este No. 1

FECHA 27. Febrero. 1990 ALT. DE ESC. +2.57

ESQ. 2-B PESO PROPO 16.00 COTA -12.95

Nº FABR. 181 CON CHIFLON 22.30 COTA -19.06

NO. HNC. 62 PENETRACION CON CHIFLON 6.11

LONGITUD 29.60 PENETRACION CON MARTILLO 4.85

DIAMETRO 30" COTA SUPERIOR +4.80

INICIO CON CHIFLON 17:30 Hrs. COTA INFERIOR -23.91

FINAL CON CHIFLON 17:40 Hrs. PENETRACION ULTIMOS 20 GOLPES 2.50 cm

INICIO CON MARTILLO 17:50 Hrs. PENETRACION TOTAL 10.96

FINAL CON MARTILLO 18:15 Hrs. TIPO DE MARTILLO DELMAG D-36

GRUA L S-418 TIPO DE BOMBA ALTA PRESION

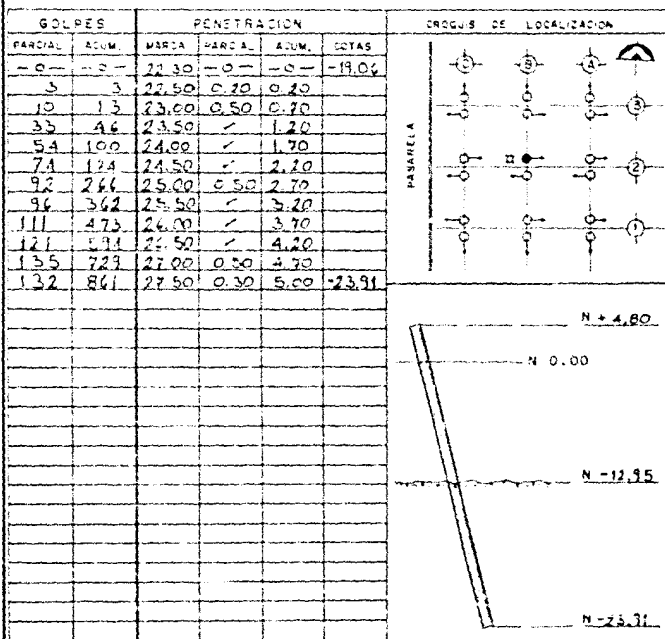


Fig. 3.18 Formas para control de hincado de los pilotes.

CAPITULO CUARTO

SUPERESTRUCTURA

La superestructura del muelle estará integrada en su totalidad por elementos de concreto reforzado colado en sitio.

En el diseño de la estructura se consideraron las cargas vivas uniformes que se mencionan a continuación:

- Pasarela para vehículos: camión H20-S16, o grúa TM-1150.
- Plataforma de operaciones: 2.5 Ton./M², o camión H20-S16, o grúa TM-1150.
- Duques de amarre: 0.75 Ton./M² (barcos de 60,000 T.P.M.)

Los trabajos para la construcción de la superestructura comenzarán tan pronto como lo permitan las tareas de hincado, para evitar interferencias entre las dos actividades.

El proceso constructivo de la superestructura, independientemente del elemento que se trate, comprenderá las actividades siguientes:

- = Cimbra.
- = Acero de refuerzo.
- = Concreto.

Estas tres actividades son interdependientes, por lo que el equipo y personal requerido para llevarlas a cabo permanecerá en la obra hasta terminar los trabajos.

Durante los primeros meses de labores no habrá comunicación directa de tierra al muelle, por lo que el desarrollo de las tres actividades mencionadas será un tanto problemático, ya que el acarreo de materiales y equipo tendrá que realizarse en balsa, con los riesgos que ésto implica, posibilidad de perder el material que eventualmente pueda caer al mar, incomodidad para realizar las actividades, y como resultado de lo anterior, mayor tiempo de ejecución de los trabajos.

Con el fin de atenuar estos problemas, se construirá una pas

rela provisional con tuberías de 4" ϕ y 8" ϕ ; este puente se extenderá desde el extremo del Espigón Cola de Pato hasta donde comenzará a construirse la pasarela para vehículos.

4.1 Pasarela Para Vehículos.

A) Colocación de mordazas.

Las mordazas son piezas de acero diseñadas para soportar el peso que generará el tramo de superestructura por colar; se fabricarán con tubo de acero (en dos secciones), una ménsula de placa de acero de 1/4" de espesor, y diez cartabones de placa de 1/2" de espesor (cinco en cada sección.)

El diámetro interior de la mordaza será 1 cm menor que el diámetro exterior del pilote, cualquiera que éste sea (24", 30" o 36"), esto permitirá una mejor adherencia de las mordazas y evitará que se deslicen al momento de recibir la carga producida por la cimbra, el acero de refuerzo y el concreto; por la misma razón, se soldarán topees en la parte inferior de las mordazas, una vez que éstas hayan sido colocadas (Fig. 4.1.)

La solera de apoyo para las vigas de la obra falsa, será 25 cm más grande por lado que el diámetro interior de la mordaza; además, cuando el pilote sea inclinado, la parte de la mordaza que sirve de cincho tendrá la misma inclinación del pilote (4:1, 5:1 o vertical.)

A cada uno de los pilotes señalados en el proyecto, se le colocarán dos mordazas sujetadas por medio de tornillos de 1" ϕ y 4" de longitud, con rondana plana, rondana de presión y tuerca, troquelando al máximo para que trabajen a fricción (Fig. 4.2.)

La colocación de las mordazas se hará desde una balsa halada por una lancha, misma que la acercará al lugar donde se instalarán aquellas.

B) Obra falsa.

Directamente sobre las mordazas, se armará una cama de vigas primarias, integrada por viguetas de acero I-12", que servirán co-

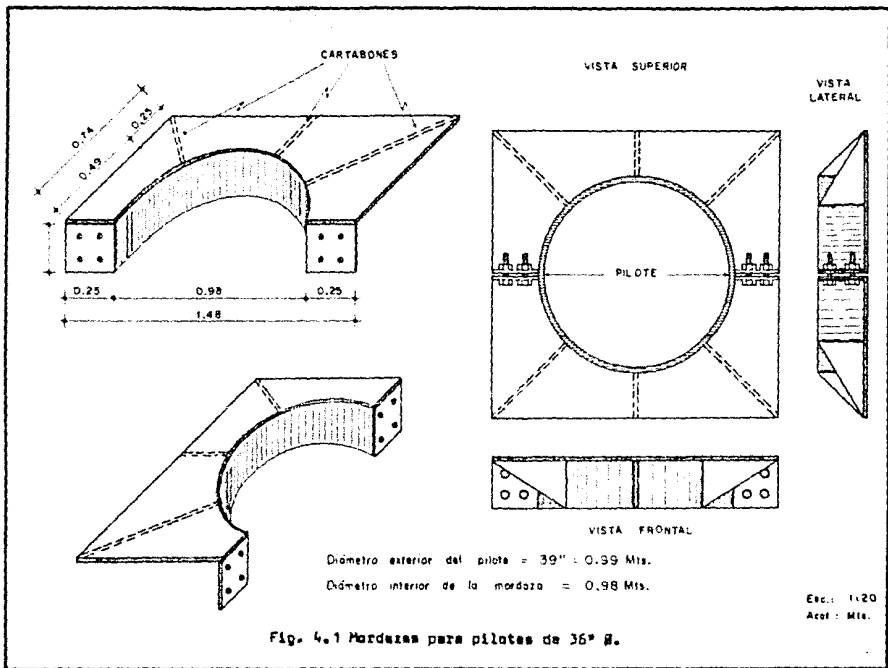


Fig. 4.1 Mordazas para pilotes de 36" Ø.

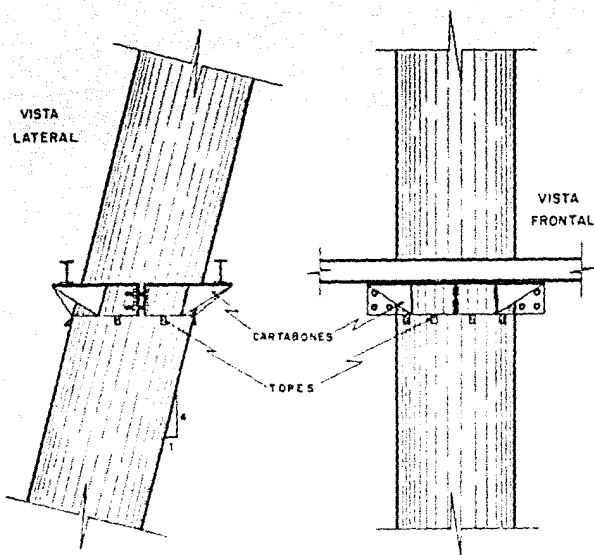


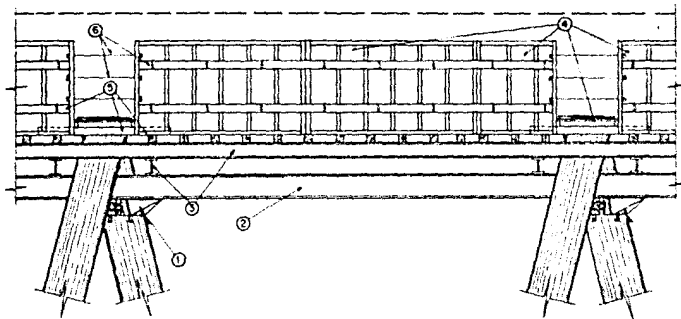
Fig. 4.2 Colocación de mordazas en pilotes.

mo vigas de carga; sobre las anteriores se pondrán viguetas I-8", que trabajarán como vigas de repartición. Las viguetas irán punteadas (con puntos de soldadura) a las mordazas y entre sí, para evitar que se desplacen una vez acomodadas.

Las vigas I-12" se tenderán en forma paralela a los ejes longitudinales, y las viguetas I-8" se colocarán por pares normalmente a las anteriores; otros tres pares de vigas I-8" se extenderán paralelas a las viguetas I-12" (Fig. 4.3.)

C) Cimbra de contacto.

La cimbra estará constituida por formas de madera que mantendrán al concreto en su sitio hasta que haya alcanzado su fraguado final. Estos moldes de madera deberán contener la masa de concreto



- 1) MORDAZA
- 2) VIGA 1-12"
- 3) VIGA 1-8"
- 4) TARIMA 1.22 x 2.44 Mts.
- 5) POLIN 4" x 4"
- 6) TIRANTES DE ALAMBRO (1/4" Ø)

Fig. 4.3 Obra falsa y cimbra en traves de la pasarela para vehiculos.

sin filtraciones y sin mayores distorsiones que las admisibles, de acuerdo al tamaño del elemento.

El habilitado de la madera se hará en tierra, tratando de aprovechar las medidas de la hoja de triplay, reduciendo el número de cortes y dando así mayor uso a las tarimas.

Antes de posicionar las tarimas, la cara de la madera que estará en contacto con el concreto se recubrirá con diesel para evitar que aquél se pegue al molde, y facilitar así el desmoldado.

a) Traves longitudinales. Se colocarán transversalmente polines 4" x 4" sobre las vigas 1-8", a cada 40 cm; sobre los polines se colocarán tarimas de 1.22 Mts. x 2.44 Mts. que servirán de fondo del molde; encima de éstas se pondrán las laterales, que irán tro-

queladas una contra otra, con separadores intermedios de varilla - $3/4"$ ϕ , y tensadas con alambrcn $1/4"$ ϕ para mantener su verticalidad.

b) Traves transversales. Sobre las viguetas I-8" se amarrarfn -- con alambre recocido barrotes 2" x 4"; a éstos se clavarfn puntales 4" x 4" de 30 cm de altura, a cada 50 cm; en los puntales se apoyarn longitudinalmente polines 4" x 4", que permitirfn alcanzar el nivel inferior de las vigas longitudinales, sólo que los polines transversales no se apoyarn sobre las viguetas I-8", sino sobre los polines longitudinales mencionados anteriormente.

c) Losa de la calzada. La cimbra de la viga central se acomodard como se describió en el inciso-a; pero, la losa de la pasarela requerir de polines 4" x 4" apoyados sobre los polines de la cimbra de las traves transversales; sobre los nuevos polines se colocarn puntales 4" x 4" de 30 cm de altura, que soportarn viguetas I-8", colocadas longitudinalmente; encima de estas vigas, se pondrn otros polines transversalmente al eje de la calzada; finalmente, se asentarfn las tarimas de fondo, y sobre éstas las laterales debidamente fijadas.

d) Soportes para tuberfa. Por facilidad, antes de cimbrarlos se colocard todo el acero de refuerzo siguiendo el procedimiento descrito en el inciso-D.

La cimbra de la trabe inferior estar compuesta sólo por las tarimas de los costados, no ser necesario poner tarimas de fondo, ya que estas traves se apoyarn en las traves transversales, que se habrn colado con anterioridad; sobre las tarimas de la trabe inferior se apoyarn cinco puntales 4" x 4" de 50 cm de altura a cada lado de la trabe, en esos puntales se clavarfn longitudinalmente dos polines 4" x 4", que a su vez soportarn siete polines 4" x 4" colocados transversalmente; sobre los polines se apoyarn las tarimas de fondo de la trabe superior; las tarimas laterales de esta última, se apoyarn en los polines transversales; despues, se colocarn los costados de las columnas, fijndolos con yugos 2" x 4"; para mantener su verticalidad se colocard un pie derecho 4"

x 4" en cada columna; en los plomos 1" x 4" se amarrarán bloques de piedra de regular tamaño sostenidas con alambre recocido.

En todos los casos, la cimbra de fondo se cortará de tal modo que las tarimas rodeen los pilotes para que éstos sobresalgan de 8 a 10 cm por encima de la madera; además, se clavarán chaflanes de madera en lo que serán las aristas superiores, esto eliminará los bordes angulosos que fácilmente se maltratan.

Por último, se verificarán troqueles y niveles, corrigiendo - estos últimos con el uso de cuñas de madera.

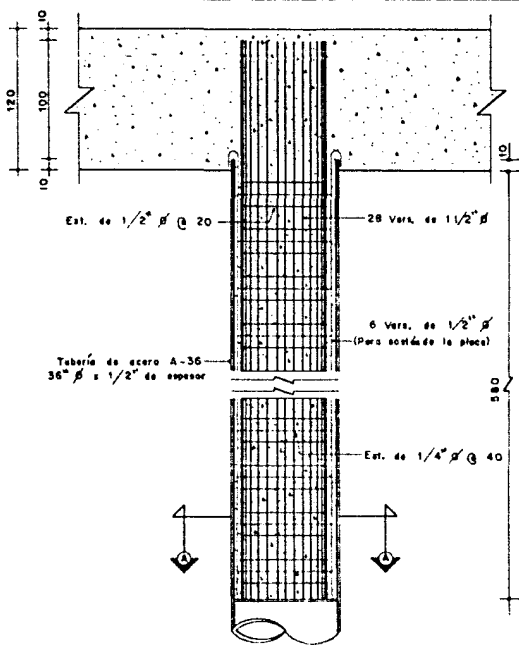
D) Acero de refuerzo. Todo el material se habilitará en tierra - con anticipación, para evitar tiempos perdidos.

Por especificación, los pilotes comprendidos en el tramo de - 147.50 Mts. desde el arranque de la pasarela, se rellenarán de con creto simple con resistencia nominal $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$, mezclado -- con un aditivo expansor PLUIMEX AC-63, o similar, en proporción -- del 0.2 al 1 % del peso de cemento; este aditivo tiene la función de eliminar vacíos en el concreto, para que éste quede perfectamente confinado. Los pilotes mencionados se rellenarán hasta dejar 1 bres los últimos 5.70 Mts..

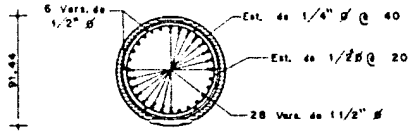
Una vez rellenados esos pilotes, se procederá a colocar el a- cero de refuerzo, comenzando con el anclaje de la superestructura, el anclaje estará compuesto por un cilindro de 22 varillas de ---- $1\frac{1}{2}$ " ϕ , ligadas con estribos circulares de $1\frac{1}{2}$ " ϕ a cada 20 cm.

En virtud de que los pilotes de los ejes posteriores al eje - transversal 25 no se rellenarán de concreto, será necesario fijar- les un armado cilíndrico compuesto por 6 varillas de $1\frac{1}{2}$ " ϕ , que - llevarán soldada en la parte inferior una placa de acero de $1\frac{1}{4}$ " - de espesor; esta placa permitirá montar el anclaje en los pilotes, y funcionará como sostén para el concreto que recubrirá dicho an- claje.

El soporte interior se habilitará en tierra y se introducirá en el pilote, fijándolo en el borde de éste por medio de dobleces hechos en los extremos de las varillas (Fig. 4.4.) Después de fi--



DETALLE DE ANCLAJE



CORTE A-A

Esc. 1:33 1/3
Acot. cm

Fig. 4.4 Anclaje en pilotes de 36" \varnothing .

jar el soporte, se podrá introducir el armado de anclaje dentro del pilote, soldando todas las varillas en la placa de la base.

En seguida, se comenzará a colocar el acero de refuerzo tanto en las trabes longitudinales como en las transversales, estas varillas se acomodarán en dos camas horizontales, cuya separación dependerá del espesor de las trabes; posteriormente, se insertarán los estribos y se amarrarán con alambre recocido. Finalizada esta tarea, se procederá a acomodar el acero de refuerzo de la calzada y banquetas laterales.

En el armado de la calzada se fijarán los tubos de PVC que servirán de drenaje para la pasarela, estos tubos tendrán una longitud igual al espesor de la losa; en las varillas de las banquetas se sujetarán los anclajes para los postes de iluminación de la pasarela, así como la tubería de acero galvanizado que conducirá el cableado eléctrico para alimentación del muelle.

En el entramado de las trabes transversales, se anclarán las varillas de la trabe inferior y de las columnas de los soportes para tubería. Se colarán las trabes transversales y después, se colocará el refuerzo de la trabe superior y la cimbra de todo el soporte, incluyendo una placa de acero de 1/4" de espesor, colocada a lo largo de la cara superior de las trabes de cada soporte.

Una vez terminada la fase de armado de cada elemento (trabes, losas y soportes), se verificará la separación entre varillas, los diámetros de las mismas, los amarres, la colocación de drenes para agua pluvial, los anclajes para postes y la disposición de los ductos eléctricos.

Antes de proceder a colar, entre el armado y la cimbra se colocarán tacones o calzas de concreto, que evitarán que las varillas se muevan de su lugar y facilitarán la penetración del concreto entre la madera y el acero de refuerzo.

E) Colado.

Después de que la supervisión haya aprobado las actividades anteriores, se procederá a realizar el colado. El concreto que se

utilizará tendrá una resistencia a compresión $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$, agregado grueso de 19 mm y revenimiento de 18 cm.

En virtud de que se manejarán volúmenes de concreto muy grandes, se suministrará concreto premezclado; en el momento del pedido, se especificará el intervalo de tiempo que habrá en el arribo de las ollas, este tiempo estará en función de la duración del vaciado de cada olla o revolvedora.

El vaciado del concreto se hará con una bomba colocada en el extremo del Espigón Cola de Pato; a lo largo de la pasarela provisional se ensamblará una serie de tubos (tubería tremie), en cuyo extremo se colocará una "trompa de elefante", esta tubería estará conectada a la bomba de concreto y hará llegar la mezcla hasta el sitio de colado.

Las ollas con el concreto premezclado llegarán al espigón y se acomodarán junto a la bomba para vaciar en ella su contenido.

Antes de iniciar el bombeo de concreto, se lubricará la tubería mediante el bombeo de un mortero de consistencia semejante a la del concreto empleado, pero sin agregado grueso. Una vez lubricada la tubería, se comenzará a bombear el concreto.

Las primeras ollas se utilizarán para rellenar los pilotes, ya que en ellos se utilizará concreto con un aditivo expansor; después, se colarán las trabes transversales, las trabes longitudinales y la calzada; las banquetas se colarán al mismo nivel de la calzada, ya que la parte restante de las mismas se cimbrará y colará posteriormente; la calzada tendrá un "bombeo" al centro de 5.00 cm, para facilitar el escurrimiento de las aguas pluviales.

El armado de las trabes tendrá un recubrimiento de concreto de 7 cm, abajo y a los costados, y de 9 cm arriba; en la calzada, el recubrimiento será de 6 cm, arriba y abajo, y de 5 cm en las banquetas.

El concreto deberá depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar su segregación debida al flujo, y deberá efectuarse a tal velocidad que el concreto conserve su estado plás

tico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios que existen entre las varillas.

Para compactar el concreto, se utilizarán vibradores durante el vaciado del mismo, cuidando que queden perfectamente recubiertas las varillas y las instalaciones ahogadas.

En el colado de los soportes para tubería y de la parte superior de las banquetas, se utilizará concreto mezclado en obra, empleando para esto, una mezcladora mecánica ("trompo"), pero siguiendo siempre las recomendaciones del fabricante sobre la velocidad de giro y tiempo de mezclado; sólo en estos casos se acarreará el concreto en carretillas.

En cada colado se extraerán muestras (cilindros de concreto) para enviarlas al laboratorio y comprobar su resistencia. Los cilindros se obtendrán al azar de las ollas que vayan arribando al sitio de construcción; además, antes de descargar el concreto, se verificarán el revenimiento y el tamaño máximo del agregado grueso.

F) Curado.

El curado del concreto tiene por objeto conservar el agua del mezclado del concreto, para que éste fragüe y endurezca en condiciones satisfactorias; a esta operación debe dársele especial atención, por tratarse de un factor de gran importancia para la resistencia y durabilidad del concreto.

Esta operación se efectuará aplicando sobre el concreto una capa uniforme de un producto químico (curacreto), que funciona como membrana protectora que impide la pérdida de humedad del concreto. Esta sustancia se aplicará con una escoba tan pronto pierda brillo el concreto, impregnando las superficies expuestas a la intemperie, excepto en las juntas.

G) Descimbrado.

El retiro de la cimbra se efectuará cuando haya transcurrido el tiempo mínimo necesario que permita la remoción de los moldes sin que se dañe la superficie acabada, o la resistencia del concreto.

to.

En primera instancia se removerán las tarimas laterales o de los costados, éstas se podrán quitar 24 Hrs. después del colado, - considerando que el concreto habrá adquirido la resistencia suficiente para conservarse en su posición sin deformarse. La obra falsa y la cimbra de fondo se retirarán 3-4 semanas después del colado, tiempo suficiente para que el concreto adquiriera el 70 %, o más de su resistencia final.

Las mordazas serán los últimos elementos que se quiten, ya -- que sostendrán toda la obra falsa y la cimbra de fondo, y si se retiraran para quitar la obra falsa, sería necesario asegurar las viguetas, los polines, los barrotes y las tarimas, pues de lo contrario caerían al fondo del mar y su recuperación sería muy difícil y peligrosa.

La cimbra una vez retirada se limpiará, revisará y acondicionará para ser usada nuevamente.

El proceso sintetizado será el siguiente:

- Colocación de mordazas.
- Colocación de obra falsa: viguetas 1-12" e 1-8".
- Cimbra de fondo para las trabes longitudinales y transversales.
- Relleno de los pilotes (hasta antes del eje transversal No. 25) o colocación de soporte interior en los pilotes posteriores al eje No. 25.
- Acero de refuerzo en trabes longitudinales y transversales, y - anclaje de los soportes para tuberías.
- Tarimas laterales en las trabes longitudinales y transversales.
- Cimbra de fondo en la calzada.
- Acero de refuerzo en la calzada, y colocación de drenes, ductos y anclajes para postes.
- Cimbra de los costados en la calzada.
- Colado y curado de trabes y calzada.
- Retiro de las tarimas de los costados, y de los barrotes de las juntas.
- Acero de refuerzo en soportes para tuberías.

- Cimbra de fondo y costados en soportes para tuberías.
- Colado y curado de los soportes.
- Retiro de cimbra lateral de los soportes.
- Remoción de puntales de los soportes.
- Retiro de cimbra de fondo y obra falsa de las traves longitudinales y transversales y de la calzada, incluyendo el desmonte de mordazas.

Este proceso se repetirá para cada tramo considerado en la planeación. Las especificaciones del proyecto indican que, para evitar fallas en la estructura, se colarán secciones completas de 3 ejes y una quinta parte del tramo siguiente.

4.2 Diques de Alba de Amarre.

A) En estas estructuras se eliminará el empleo de mordazas en los pilotes, y se sustituirán por tramos de viga I-15" de 30 cm de longitud, soldados a los pilotes de tal modo que soporten todo el peso generado por la estructura que se colará. Estos trozos de viga se fijarán horizontalmente a los pilotes por medio de soldadura aplicada en todo el perímetro de su sección transversal (Fig. ---- 4.5.)

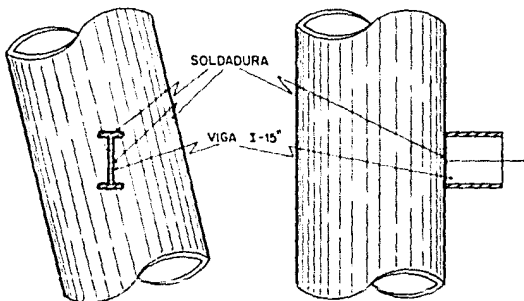


Fig. 4.5 Tramos de viga I-15" soldados a los pilotes.

El duque de amarre del extremo sur del muelle contará con dos pantallas verticales, y para soportar el peso generado por éstas, será necesario soldar tramos adicionales de vigueta I-15" a un nivel inferior de los soldados anteriormente, ya que mientras la pantalla tendrá 2.85 Mts. de altura, el espesor de la losa del duque sólo será de 0.85 Mts..

B) Obra falsa. Sobre los pedazos de viga soldados a los pilotes, se apoyarán viguetas I-12", que trabajarán como vigas de carga; en cima de las anteriores se pondrán viguetas I-8", que funcionarán como vigas de repartición. Las viguetas se puntearán entre sí para evitar deslizamientos.

La obra falsa para las pantallas de atraque estará compuesta por una serie de viguetas I-12" apoyadas en los tramos de viga soldados a los pilotes, y dos pares de vigas I-8" asentadas en las anteriores corriendo paralelas a los muros de atraque.

C) Cimbra de contacto. Encima de las viguetas I-8" se colocarán transversalmente a éstas, polines 4" x 4" sujetados con alambre recocido. Las tarimas de fondo descansarán en los polines anteriores y se fijarán a éstos con clavos de 3 1/2". La cimbra de los costados se sustentará en las tarimas de fondo con ayuda de barrotes 2" x 4" y polines 4" x 4", que servirán para mantener su verticalidad, con este mismo fin, se tensarán con alambón anclado a las varillas del armado de la losa.

La cimbra para las pantallas verticales del duque del extremo sur se formará con polines 4" x 4" colocados transversalmente sobre las viguetas I-8", con tarimas de fondo que se clavarán en los polines, y con los costados apoyados en la cimbra de fondo, asegurándolas con barrotes 2" x 4" y pies derechos 4" x 4". Las tarimas laterales irán troqueladas una contra otra, con separadores intermedios de varilla 3/8" ϕ y tensadas con alambón.

A los duques de amarre tipo II se les dejarán unas muescas o mochetas, en las que se apoyarán las secciones que darán forma a la pasarela para peatones; estas mochetas tendrán forma de escalón y se les dará esa forma con la cimbra de los costados.

En las aristas superiores de la losa, se clavarán chaflanes - de madera para eliminar los bordes angulosos de la superficie terminada.

Después de cimbrar, se revisarán niveles y troqueles, corrigiéndolos con el uso de cuñas, tanto en el fondo como en los costados.

D) Acero de refuerzo.

Antes de proceder a colocar el acero de refuerzo, los pilotes de los duques de amarre tipo I se rellenarán de concreto simple, -- con resistencia a compresión $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ (mezclado con un aditivo expansor), hasta dejar libres los últimos 5.70 Mts. Después de vaciar el concreto, se procederá a colocar el anclaje dentro de los pilotes, este armado será idéntico al de la pasarela para vehículos (ver 4.1-D.)

Los pilotes de los duques de amarre tipo II no se rellenarán, sino que se les introducirá un soporte de varillas con una placa de acero soldada en el extremo inferior; este soporte permitirá -- montar el anclaje dentro de los pilotes, y evitará que el concreto de la superestructura se vaya hasta el fondo de los pilotes.

Después de introducir los anclajes en los pilotes, se comenzará a colocar el armado de la losa del duque, este refuerzo se acomodará en dos camas paralelas horizontales, separadas una de otra 1.23 Mts. en los duques tipo I, y 0.53 Mts. en los duques tipo II.

El armado de las pantallas verticales del duque del extremo -- sur estará formado por las mismas varillas de la cama superior del duque, éstas se prolongarán y doblarán hacia abajo para ligarlas -- con el refuerzo de los muros.

En las varillas de refuerzo de los duques de amarre tipo I y del duque tipo II intermedio, se soldarán los seis pernos que servirán de anclaje para los ganchos de amarre; además, se fijarán -- los ductos de acero galvanizado que protegerán el cableado eléctrico al que se conectarán los motores de los cabrestantes eléctricos que controlarán los cabos de amarre de las embarcaciones.

En el duque tipo II del extremo sur, se empotrarán los 6 pernos de anclaje del gancho de escape, y se fijarán los ductos eléctricos; asimismo, se soldarán en el armado de las pantallas verticales, las clavijas de anclaje de las defensas de borneo.

Cada armado se revisará, verificando el diámetro y la separación de varillas, los amarres, el posicionamiento de ductos y anclajes para ganchos y defensas.

Antes de iniciar el colado, se colocarán calzas o tacones de concreto entre las varillas y la cimbra, estas piezas tendrán un espesor igual al recubrimiento de concreto especificado en el proyecto general.

E) Colado.

Cada duque de amarre se colará en una sola etapa, utilizando concreto premezclado de $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$, agregado grueso de 19 mm y revenimiento de 18 cm.

El colado se realizará con el mismo equipo utilizado en la pasarela para vehículos, sólo que la trompa de elefante no se colocará dentro de los duques, sino en dos canalones de madera que permitirán cubrir la superficie del duque en su totalidad; conforme se vaya reduciendo el área por colar, se desmontarán los canalones para que no entorpezcan el colado de los últimos tramos del duque.

Al igual que en la pasarela para vehículos, primero se llenarán los pilotes, ya que se utilizará concreto mezclado con aditivo expansor; pero para evitar que el material se disgregue, no se vaciará directamente dentro del pilote, sino que se bombeará sobre la cimbra de fondo para que escurra lentamente hacia el interior de los pilotes.

En el duque de amarre tipo II del extremo sur se colarán al mismo tiempo las pantallas verticales y la losa, con lo que se asegurará que estos elementos trabajen como una estructura sólida y homogénea.

El concreto se compactará con ayuda de vibradores, procurando asegurar el perfecto recubrimiento de las varillas y de las insta-

laciones ahogadas.

En los duques tipo I, el recubrimiento de concreto será de 10 cm arriba y abajo, y 7.50 cm en los costados; en los duques tipo - II, será de 8.00 cm arriba y abajo, y 6.00 cm a los lados.

El control de calidad en el concreto será el mismo que el descrito en 4.1-E.

F) Curado. El curado se realizará aplicando con una escoba el curacreto; éste se comenzará a esparcir tan pronto como la superficie del concreto se torne opaca, aplicándose en toda la superficie de los duques.

G) Descimbrado. Las tarimas laterales se podrán quitar 48 Hrs. - después del colado, no así la cimbra de fondo y la obra falsa, que se retirarán hasta la cuarta semana posterior al colado, siguiendo el mismo procedimiento definido en 4.1-G.

El procedimiento completo de construcción será el siguiente:

- Soldado de tramos de viga I-15" en los pilotes.
- Colocación de obra falsa (vigas I-12" e I-8".)
- Cimbra de fondo.
- Relleno de pilotes, sólo en duques tipo I.
- Colocación de soporte interior en pilotes, sólo en duques tipo II.
- Colocación de anclaje en pilotes.
- Acero de refuerzo en losa, y colocación de ductos y anclajes para ganchos de escape; en el duque del extremo sur, además de lo anterior, se colocará acero de refuerzo en pantallas verticales y anclajes de las defensas.
- Tarimas laterales en losa, y en pantallas, en su caso.
- Colado y curado de losa y pantallas, donde las haya.
- Remoción de tarimas laterales.
- Retiro de cimbra de fondo y obra falsa, incluyendo el corte de los tramos de viga I-15" soldados a los pilotes.

Este sistema se repetirá con todos los duques de amarre.

4.3 Duques de Alba de Atraque.

A) Se soldarán tramos cortos de vigueta I-15" en los pilotes, de manera similar a la descrita en 4.2-A; además, se soldarán tramos complementarios de viga I-15", que se necesitarán para soportar el peso originado por las pantallas verticales del paramento de atraque de los duques de alba.

B) Obra falsa. Se integrará con vigas I-12" apoyadas en los tramos de vigueta I-15", trabajando como vigas de carga; también, se colocarán vigas I-8" sobre las vigas I-12", que ayudarán para una mejor distribución de cargas. Para impedir que las vigas se deslicen, éstas se fijarán con puntos de soldadura.

La estructura de soporte para los muros de atraque se formará con viguetas I-12", apoyadas en los fragmentos de viga I-15", y -- con dos grupos de vigas I-8", asentadas en las anteriores, extendiéndose en forma paralela al paramento de atraque.

C) Cimbra de contacto. Encima de las viguetas I-8" de la obra -- falsa para la losa, se colocarán transversalmente a éstas, polines 4" x 4" sujetos con alambre recocido. Las tarimas de fondo se acomodarán directamente sobre los polines, fijándolas con clavos de 3 1/2"; la cimbra lateral se apoyará en las tarimas de fondo, y -- con ayuda de barrotes 2" x 4" y polines 4" x 4", se afianzará para evitar que pierda su verticalidad, con esta finalidad, también se colocarán tensores de alambón sujetos a las varillas del armado de la losa.

La cimbra para los muros de atraque se integrará con polines 4" x 4" colocados normalmente a las vigas I-8", tarimas de fondo -- que se apoyarán y clavarán en los polines, y tarimas laterales aseguradas con barrotes 2" x 4" y pies derechos 4" x 4". Las tarimas de los costados irán troqueladas una contra otra, con separadores intermedios de varilla 3/8" ϕ y tensadas con alambón.

En lo que serán las aristas superiores de la losa, se clavarán chaflanes de madera.

Una vez concluido el cimbrado de la losa y pantalla vertical

de cada duque, se verificarán niveles y troqueles.

D) Acero de refuerzo. Antes de proceder a colocar el acero, la totalidad de los pilotes de los cuatro duques de atraque ubicados al norte de la plataforma de operaciones, se rellenarán hasta dejar libres los últimos 5.80 Mts.; el relleno estará constituido de concreto simple con resistencia $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$, adicionado con aditivo expansor (ver 4.1-D.)

Los pilotes de los duques de atraque del sur no se rellena--- rán, pero llevarán un soporte interior compuesto por un armado cilíndrico de 6 varillas de $1/2" \phi$, estribos de $1/4" \phi$, y una placa de acero de $1/4"$ de espesor, soldada en la parte inferior de las varillas. Este cilindro se habilitará en tierra y se llevará al sitio de colocación con ayuda de una balsa halada por una lancha. El soporte ya armado se introducirá en el pilote y se fijará en el -- borde de éste por medio de ganchos formados con las puntas de las varillas de $1/2" \phi$.

Una vez rellenos los pilotes, o colocados los soportes ci--- líndricos, se procederá a instalar las varillas de anclaje de la - superestructura, que se formará con 28 varillas de $1 1/2" \phi$ y es-- tribos de $1/2" \phi$ a cada 20 cm; las varillas serán rectas, se solda rán a la placa del soporte, y sobresaldrán 1.00 Mts. por arriba -- del borde del pilote.

Posteriormente, se acomodará el refuerzo de la losa, preparan- do dos camas separadas 1.00 Mts. una de otra; las varillas de la - cama superior se doblarán hacia abajo para ligarlas con el armado del paramento de atraque, para que éste quede anclado en la losa - del duque.

Los 6 pernos de sujeción del gancho de escape de cada duque, - se soldarán a las varillas de la losa, los ductos de acero galvani zado para el cableado eléctrico también se amarrarán al armado de la losa; y en el entramado del muro de atraque, se fijarán los per nos de sujeción de las defensas del duque.

Los supervisores revisarán todo el armado, y una vez hechas -

las correcciones determinadas por ellos, se procederá a colocar calzas de concreto entre el acero de refuerzo y la cimbra para evitar que las varillas se peguen a la madera del encofrado.

E) Colado. Debido a las características estructurales de estos elementos, el colado de cada duque se hará en una sola etapa; para esto, se seguirá el mismo proceso descrito en 4.2-E.

La pantalla vertical y la losa del duque se colarán monolíticamente. El recubrimiento de concreto en la losa será de 10 cm arriba y abajo, y 3 cm en los costados.

F) Curado. Para curar el concreto se aplicará curacreto en toda la superficie del duque expuesta a la intemperie; dicho producto se comenzará a separar sobre el concreto inmediatamente después de que éste pierda brillo.

G) Descimbrado. La cimbra de los costados se quitará 48 Hrs. después de realizar el colado, y la cimbra de fondo y la obra falsa, se retirarán cuatro semanas después de colar, siguiendo el sistema detallado en 4.1-G. Las últimas piezas que se quitarán serán los tramos de viga I-15", utilizando equipo oxicorte montado en una balsa.

En resumen, el proceso para la construcción de un duque de atraque será el siguiente:

- Soldadura de tramos de vigueta I-15" en los pilotes.
- Colocación de obra falsa (vigas I-12" e I-8") para losa y paramento de atraque.
- Cimbra de fondo.
- Relleno de pilotes, exclusivamente en los pilotes de los cuatro duques de atraque del norte.
- Colocación de soporte cilíndrico en el interior de los pilotes de los duques de atraque del sur.
- Colocación de anclaje en pilotes.
- Acero de refuerzo en losa y pantalla vertical, y colocación de ductos y ganchos de anclaje para elementos de amarre y defensa.
- Cimbra de los costados en losa y muro de atraque.
- Colado y curado de losa y pantalla.

- Retiro de tarimas laterales.
- Remoción de cimbra de fondo y obra falsa, incluyendo el corte de los tramos de viga I-15" soldados a los pilotes.

4.4 Plataforma de Operaciones.

Debido a las dimensiones de la losa de la plataforma de operaciones, se necesitará un volumen de concreto de dimensiones tales, que generará un peso muy grande difícil de manejar y controlar, lo que obliga a que el colado de la losa se realice por etapas.

La losa se colará en ocho etapas, en cada una de las cuales se colará una superficie de 200.00 M² (un octavo de la superficie total de la plataforma.) Por especificación, cada colado que se realice deberá abarcar los ejes de cada uno de los ocho módulos, y un quinto del eje siguiente, en sentido longitudinal y transversal.

En seguida, se describirá el proceso de construcción de uno de los módulos en que se dividió la plataforma, este sistema será el mismo para todos los tramos, aunque tendrá algunas variantes -- que dependerán de la ubicación de cada módulo.

A) A cada módulo de los que integrarán la plataforma, le corresponden nueve pilotes, en los que se fijarán las mordazas de acero que soportarán el peso originado por el tramo de losa por colar; estas mordazas serán similares a las descritas en 4.1-A.

En cada pilote se sujetarán dos mordazas, atornilladas con 9 pernos de 1" ϕ y 4" de longitud, con rondana plana, rondana de presión y tuerca, troquelando al máximo para que trabajen a fricción.

La plataforma tendrá una pantalla vertical en cada paramento de atraque, por lo que será necesario soldar tramos de viga I-15" exclusivamente en los pilotes comprendidos en los módulos de los paramentos de atraque, éstas piezas se soldarán 3.00 Mts. abajo -- de las mordazas para la losa, ya que la altura de los muros será mayor que el espesor de la losa de la plataforma, y soportarán el peso generado por las pantallas durante el colado.

B) Obra falsa. Como vigas de carga se utilizarán viguetas I-12", que se apoyarán directamente sobre las mordazas, y como vigas de repartición, se emplearán viguetas I-8" apoyadas en las anteriores. Las vigas irán punteadas a las mordazas y entre sí, para evitar que se desplacen de su posición.

La obra falsa para las pantallas de atraque se preparará con un par de vigas I-12", apoyadas en los tramos de vigueta I-15" soldados a los pilotes, y dos pares de vigas I-8" en cada pilote, asentadas en las viguetas I-12".

C) Cimbra de contacto. Sobre las viguetas I-8" se colocarán transversalmente a éstas, polines 4" x 4" asegurados con alambre recocido. Las tarimas de fondo descansarán en los polines y se asegurarán con clavos de 3 1/2"; la cimbra de los costados se sustentará en las tarimas de fondo, y con ayuda de barrotes 2" x 4" y pies derechos 4" x 4" se afianzará para mantener su verticalidad, con este mismo fin, se tensará con alambón anclado en las varillas de la losa.

El encofrado de la pantalla vertical estará formado con polines 4" x 4", apoyados en las vigas I-8" en forma paralela al muro; otro conjunto de polines 4" x 4", se sustentará en los anteriores para que sobre ellos se fijen las tarimas de fondo. La cimbra lateral, se apoyará en las tarimas de fondo, y mediante la distribución de barrotes 2" x 4" y pies derechos 4" x 4" se asegurará su verticalidad; en este muro se utilizarán separadores de varilla 3/8" para impedir que las tarimas se cierren.

La totalidad de las tarimas se untará con diesel antes de su colocación, para evitar que el concreto se pegue a la madera; además, en las orillas de lo que será la losa, se clavarán chafianes de madera que eliminarán los bordes angulosos.

En las juntas de cada módulo se colocarán barrotes 2" x 4" inclinados, para taponar los huecos entre varillas del tramo por colar.

D) Acero de refuerzo. En primera instancia, se colocarán los soportes interiores en los pilotes, estos soportes cilíndricos esta-

rán formados por 6 varillas de $1/2"$ ϕ y 5.60 Mts. de longitud, estribos circulares de $1/4"$ ϕ a cada 40 cm, y una placa circular de acero de $1/4"$ de espesor, soldada a las varillas. Los soportes se introducirán en los pilotes y se fijarán en sus bordes por medio de ganchos hechos a las varillas en sus extremos superiores.

Después de fijar los soportes, se procederá a colocar el anclaje de la superestructura, éste estará compuesto por 22 varillas de $1 1/2"$ ϕ , ligadas con estribos circulares de $1/2"$ ϕ a cada 20 cm, estas varillas se soldarán a la placa de la base del soporte, y sobresaldrán 46 cm por arriba de los bordes de los pilotes.

Posteriormente, se acomodarán las varillas de la losa en dos camas paralelas, dejando preparaciones para los amarres con las de los otros módulos. Los extremos de las varillas del entramado superior se doblarán hacia abajo para ligarlas con el armado del muro de atraque.

En las varillas de la losa se fijarán los pernos de anclaje de los dados de concreto que servirán de apoyos para las tuberías; los anclajes de los castillos de las casetas de control también se fijarán en las varillas, al igual que los anclajes de los soportes para las garzas, los pernos de sujeción de las bitas, los ductos para eliminación de aguas pluviales y para el cableado eléctrico; además, en el armado de las pantallas de atraque se fijarán los pernos de acero para la sujeción de las defensas.

Supervisión revisará el armado de cada módulo, y de ser necesario dictará las correcciones pertinentes; una vez corregido y aprobado el acero de refuerzo y la colocación de accesorios y herrajes, se pondrán calzas de concreto entre las varillas y la cimbra, tanto en el fondo como en los costados, éstas evitarán que el armado se adhiera a la madera.

B) Colado. Cada módulo de la plataforma se colará utilizando con creto premezclado con las siguientes características, $f'c = 250$ -- Kg/cm^2 , agregado máximo de 19 mm y revenimiento de 18 cm.

Se aprovechará el mismo equipo empleado en todo el proceso de construcción de la superestructura (ver 4.1-E): bomba de concreto,

tubería tremie y trompa de elefante. Al igual que en las otras estructuras del muelle, primero se rellenarán los pilotes y posteriormente se vaciará el concreto en la losa y la pantalla de atraque.

Con vibradores se compactará el concreto, cuidando que las varillas queden recubiertas, y que las instalaciones, anclajes y herrajes queden embebidos en el concreto.

El recubrimiento de concreto será de 6 cm arriba y abajo de la losa, y de 5 cm en los costados. El control de calidad en el concreto será el mismo que se describió en 4.1-E.

F) Curado. Se aplicará curacreto en toda la superficie del concreto expuesta a la intemperie, excepto en las juntas. Se comenzará a esparcir con una escoba tan pronto pierda brillo el concreto recién colado.

G) Descimbrado. 24 Hrs. después del colado se podrán retirar los barrotes de las juntas, y 48 Hrs. después de colar se retirarán las tarimas de los costados. La cimbra de fondo y la obra falsa se desmontarán 4 semanas después de haber efectuado el colado, para lo será necesario seguir el proceso descrito en 4.1-G.

El sistema completo para construir un módulo de la plataforma de operaciones será el siguiente:

- Colocación de mordazas y soldadura de tramos de viga I-15" sólo en los pilotes de los paramentos de atraque.
- Colocación de obra falsa (viguetas I-12" e I-8".)
- Cimbra de fondo.
- Colocación de soportes con placa dentro de los pilotes.
- Colocación de anclajes en los pilotes.
- Acero de refuerzo en losa y pantallas de atraque.
- Colocación de ductos, anclajes de castillos, bitas y defensas.
- Cimbra lateral en losa y muros de atraque.
- Colado y curado de losa y pantallas.
- Retiro de cimbra lateral.
- Remoción de cimbra de fondo y obra falsa, incluyendo el desmonte de mordazas y el corte de tramos de viga I-15".

Este sistema se aplicará en la construcción de todos los módulos en que se dividió la plataforma, aunque con pequeñas variantes que se presentarán de acuerdo a la ubicación del tramo que se vaya a colar.

Una vez que se haya colado la plataforma en su totalidad, se procederá a construir las casetas de control de garzas; al mismo tiempo, se montarán los hidrantes y las torres contra incendio; se colocarán las bitas, las defensas, los soportes para tubería, y se comenzará el tendido del cableado eléctrico.

4.5 Apoyos Para la Pasarela Peatonal.

A) Se fijarán dos mordazas de acero en cada pilote y se troquelará por medio de ocho pernos (ver 4.1-A.) En la parte inferior de las mordazas se soldarán topes de acero que ayudarán a reducir el riesgo de que se deslicen aquéllas.

B) Obra falsa. Se colocarán viguetas I-12" sobre las mordazas, y encima de éstas, se pondrá una cama de vigas I-8"; las primeras -- trabajarán como vigas de carga y las segundas como vigas de repartición. Todas se fijarán con puntos de soldadura para evitar que se deslicen en forma accidental.

C) Cimbra de contacto. Una serie de pilotes se colocará transversalmente sobre las vigas I-8" y se sujetará con alambre recocado; encima de éstos, se pondrán las tarimas de fondo, fijándolas con clavos de 3 1/2". Las tarimas laterales descansarán sobre la cimbra de fondo y se asegurarán por medio de barrotes 2" x 4" y pies derechos 4" x 4", que las mantendrán verticales. Los costados también llevarán tirantes de alambón anclados en las varillas del emparrillado de la losa.

A todos los apoyos se les harán dos muescas en forma de cascón; dichas muescas se moldearán con tarimas de madera, sujetadas con pies derechos 4" x 4" y barrotes 2" x 4".

En todas las aristas de lo que será la superficie de la losa se clavarán chafLANES de madera que eliminarán los bordes rectos.

Antes de colocar las tarimas, se untarán con diesel para evitar que se adhieran al concreto.

D) Acero de refuerzo. Inicialmente, se colocarán los soportes interiores dentro de los cuatro pilotes que constituyen cada apoyo, estos soportes serán idénticos a los de las otras estructuras del muelle y se sujetarán en el borde de los pilotes del mismo modo -- que en aquellas.

Posteriormente, se comenzará a introducir en los pilotes las 22 varillas de 1 1/2" ϕ que servirán de anclaje de la superestructura, estas varillas se soldarán a la placa del soporte de cada pilote, y se unirán con estribos anulares de 1/2" ϕ colocados a cada 20 cm, sobresaliendo 84 cm por encima de los bordes de los pilotes.

Por último, se procederá a preparar el armado de la losa, que constará de dos capas paralelas; en la parte donde estarán las mochetas, las varillas se doblarán para dar forma a éstas.

Se revisará todo el armado, y una vez aprobado se colocarán calzadas de concreto entre la cimbra y el acero de refuerzo.

E) Colado. Para colar se seguirá el mismo procedimiento descrito en 4.1-E. El recubrimiento de concreto será de 8 cm arriba y abajo, y de 6 cm a los lados.

En vista de que el volumen de concreto necesario para colar un apoyo no es muy grande, el colado de cada apoyo se realizará en una sola etapa.

F) Curado. Tan pronto como la superficie del concreto expuesta a la intemperie se torne opaca, se comenzará a aplicar sobre ésta una capa uniforme de curacreto.

G) Descimbrado. 24 Hrs. después de haber colado, se retirarán -- las tarimas de los costados, no así las de fondo, que se removerán hasta después de 3-4 semanas posteriores al colado, siguiendo el proceso descrito en 4.1-G.

El procedimiento completo para construir un apoyo será el siguiente:

- Colocación de mordazas.
- Colocación de obra falsa: vigas I-12" e I-8".
- Cimbra de fondo.
- Colocación de soportes con placa dentro de los pilotes.
- Acero de refuerzo en pilotes para anclaje de la superestructura.
- Armado de la losa.
- Tarimas de los costados.
- Colado y curado de la losa.
- Remoción de cimbra lateral.
- Retiro de tarimas de fondo y obra falsa, incluyendo las mordazas.

Este método se repetirá para todos los apoyos de la pasarela para peatones.

4.6 Pasarela Para Peatones.

El viaducto para peatones estará compuesto por elementos de concreto armado, que constarán de una trabe de 40 cm en la base y 60 cm de peralte, y una losa maciza de 14 cm de espesor y 2.10 Mts. de ancho. Estas piezas se fabricarán en tierra, y se acarrearán al sitio de colocación en un chalán. El método de fabricación de estos elementos será el siguiente:

Una vez que la plataforma del helipuerto haya sido desocupada de pilotes y tuberías, se utilizará como mesa de fabricación del viaducto peatonal. Se fabricarán en total 8 elementos de 7.02 Mts. de longitud, y 4 piezas de 11.24 Mts..

Con madera de triplay marino se habilitarán los tableros que se utilizarán como moldes: las tarimas de fondo se colocarán sobre una cama de polines 4" x 4" posicionados a lo largo del pavimento, pero en forma normal al eje del elemento por colar; después se acomodará el armado de la trabe (varillas longitudinales y estribos); en seguida, se fijarán las tarimas laterales de la trabe, apoyándolas en la cimbra de fondo, y troquelando una contra otra, colocando separadores intermedios de varilla 3/8" ϕ para evitar que se --

cierren.

Posteriormente, se colocarán las tarimas de fondo para la losa, éstas se apoyarán en puntales 4" x 4" distribuidos a lo largo del elemento; se proseguirá con la instalación del armado de la losa, donde se contempla la colocación de varillas con columpios, intercaladas con varillas rectas; en el lado corto del elemento, a las varillas se les dejarán barbas para posteriormente ligarlas -- con el armado de los barandales; finalmente, se clavarán las tarimas laterales de la losa, y con ayuda de barrotes 2" x 4" y pies derechos 4" x 4" se conservará su verticalidad.

En todas las aristas expuestas se clavarán chaflanes de madera, y la cimbra de contacto se untará con diesel. Una vez concluido el cimbrado y el armado de la losa y la trabe, se verificarán -- separaciones de varillas, niveles y chaflanes.

Después de aprobar las fases anteriores se procederá a realizar el colado; la losa y la trabe se colarán monolíticamente, utilizando para esto concreto mezclado en obra con resistencia a compresión $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$. El concreto se compactará con ayuda de -- vibradores, cuidando que el concreto penetre en todas las esquinas y que el acero de refuerzo quede perfectamente recubierto. Tan -- pronto como la superficie del concreto se torne opaca, se aplicará una capa uniforme de curacreto.

La cimbra de los costados de la losa se retirará 48 Hrs. después de haber efectuado el colado, no así el resto de la cimbra, -- que se removerá hasta que haya transcurrido 4 semanas después de colar.

Este procedimiento se utilizará en la fabricación de los doce elementos de la pasarela para peatones, las cuatro piezas que ligarán los duques de atraque entre sí, y las dos secciones que comunicarán los duques de atraque del sur con uno de los apoyos de la pasarela peatonal.

Todos los elementos que se fabricarán tendrán las mismas dimensiones en la trabe y en el espesor de la losa, sólo diferirán -- en la longitud y en el ancho de la losa. A continuación se indican

las dimensiones de los elementos:

- Pasarela peatonal: longitud = 7.02 Mts. (4 elementos) y 11.24 - Mts. (8 elementos), en los dos casos el ancho de la losa será - de 2.10 Mts.
- Entre duques de atraque: 4 elementos de 4.50 Mts. de longitud y 1.60 Mts. de ancho en la losa.
- Entre duques de atraque del sur y uno de los apoyos para la pa- sarela peatonal: 2 elementos de 9.60 Mts. de largo y ancho de - losa de 1.60 Mts..

Después de haber construido estas piezas, con ayuda de una -- grúa se montarán en un chalán, que las llevará hasta el sitio de - su colocación; ahí, la grúa montada en el chalán las izará y posi- cionará en su lugar definitivo; pero antes de asentárselas en las mo- chetas, se colocará en las juntas inferiores una placa de neopreno dureza shore No. 60, y las verticales se rellenarán con celotex -- comprimido del No. 5.

Una vez que estos elementos hayan sido instalados en su lugar correspondiente, se procederá a colocar la cimbra metálica para el colado de los barandales.

4.7 Accesorios de Defensa y Amarre.

A) Sistema de defensas.

Las defensas se colocarán exclusivamente en las estructuras - con las que entrarán en contacto las embarcaciones, y éstas serán: los duques de atraque, la plataforma de operaciones y el duque de amarre del extremo sur.

a) Duques de atraque. Las defensas de estos elementos se diseñó ron para absorber la energía de impacto de buque tanque entre ---- 20,000 y 60,000 T.P.M., con una velocidad de atraque de 0.10 ---- Mts./Seg., un ángulo de acercamiento que varía de 0° a 6°, y una e nergía efectiva de atraque de 28.3 Ton-M.

Se seleccionaron defensas tipo circular HI-C120T, de Hule In- dustrial S.A., con las siguientes características mecánicas:

- Energía de absorción máxima: 38 Ton-M.
- Energía de absorción de diseño: 32 Ton-M.
- Fuerza de reacción máxima: 155 Ton.
- Fuerza de reacción de diseño: 140 Ton.

Se colocarán dos defensas por paramento de atraque en cada duque. Durante la instalación del acero de refuerzo de los duques de atraque, se fijarán en el entramado de la pantalla vertical 7 taquetes por cada defensa, quedando embebidos en el concreto. Después de descimbrar, se acomodarán las defensas, asegurándolas con tornillos metálicos de 1 1/2" ϕ y 24.50 cm de longitud insertados en los taquetes.

b) Plataforma de operaciones. Los buquestanque no se recargarán en esta estructura, pero se necesitarán defensas para protegerla del contacto con remolcadores de potencia entre 3,000 y 4,000 HP. Se instalarán defensas verticales tipo V250H-1750L extruidas, de Hule Industrial S.A..

En cada paramento de atraque de la plataforma, se instalarán 12 defensas de este tipo, utilizando el mismo sistema de fijación de las defensas de los duques de atraque, es decir, taquetes anclados en el muro vertical y tornillos metálicos de cabeza hexagonal, sólo que en la plataforma se utilizarán exclusivamente 6 tornillos por defensa.

c) Duque de amarre del extremo sur. Sus defensas se diseñaron para absorber la energía de impacto generada por buquestanque entre 20,000 y 60,000 T.P.M., con velocidad de acercamiento de 0.4 Mts./seg., ángulo de aproximación de 10° , y una energía efectiva de atraque de 10 Ton-M.

Se eligieron defensas tipo rodante DR-180-60, de Shibata-Industrial Co. L.T.D., con las características mecánicas siguientes:

- Energía de absorción de diseño: 10.4 Ton-M.
- Fuerza de reacción de diseño: 84 Ton.

A estos elementos de protección, se les denomina defensas de borneo y sirven para ayudar al barco en su ciaboga (maniobras de -

giro.) Son de tipo circular giratorio, con amortiguadores y eje vertical retráctil. Se instalarán 2 defensas, una en cada esquina del duque.

El sistema de fijación de cada defensa estará compuesto por 8 pernos, cuyas camisas en forma de gancho quedarán ancladas en las varillas del armado de las pantallas verticales del duque de amarre.

El cilindro giratorio tendrá un diámetro en su sección transversal de 1.80 Mts., y rodará al tiempo que las embarcaciones se apoyan en él para realizar sus maniobras de giro.

B) Sistemas de amarre.

Con el propósito de proporcionar la mayor seguridad y facilidad de operación a los buquestanque, se instalarán ganchos de escape en todas las estructuras, excepto en la plataforma de operaciones, que contará con bitas de acero.

Se instalarán tres tipos de elementos de sujeción: ganchos dobles, ganchos cuádruples y bitas de acero.

Los ganchos dobles se emplazarán en las siguientes estructuras:

- = Uno en cada duque de amarre tipo I.
- = Uno en cada duque de atraque.
- = Dos en el duque de amarre tipo II intermedio.

Estos ganchos dobles soportarán tirones de 100 Ton., y son manufacturados por Washington Chain and Supply Inc.. Su sistema de fijación estará integrado por 6 pernos de acero de 9.4 cm de diámetro y 1.00 Mts. de longitud, con rondana plana y tuerca; estos pernos se anclarán en el acero de refuerzo de la losa de caja una de las estructuras mencionadas, y sobresaldrán 15 cm sobre la superficie terminada de la losa.

El gancho de escape cuádruple de 100 Ton., se instalará exclusivamente en el duque de amarre tipo II del extremo sur del muelle y será manufacturado por la compañía Seebeck. Se fijará en el en-

tramado de la losa del duque por medio de 6 pernos de acero de 2" de diámetro y 38" de longitud, estos pernos tienen forma de gancho (30" verticales y 8" horizontales), lo que facilitará su posicionamiento en las varillas de la losa.

Por cada gancho de escape, se colocará un cabrestante eléctrico, que permitirá manejar los cabos de las embarcaciones con mayor facilidad y presteza.

En la plataforma de operaciones se instalarán 5 bitas de acero por paramento de atraque, estas bitas se fabricarán con tubería de acero de 10" ϕ y de 4" ϕ ; soportarán 10 Ton. cada una; y se fijarán por medio de 4 pernos anclados en el armado de la losa de la plataforma.

CAPITULO QUINTO

INSTALACIONES

5.1 Instalación Para Conducción de Productos Petroleros.

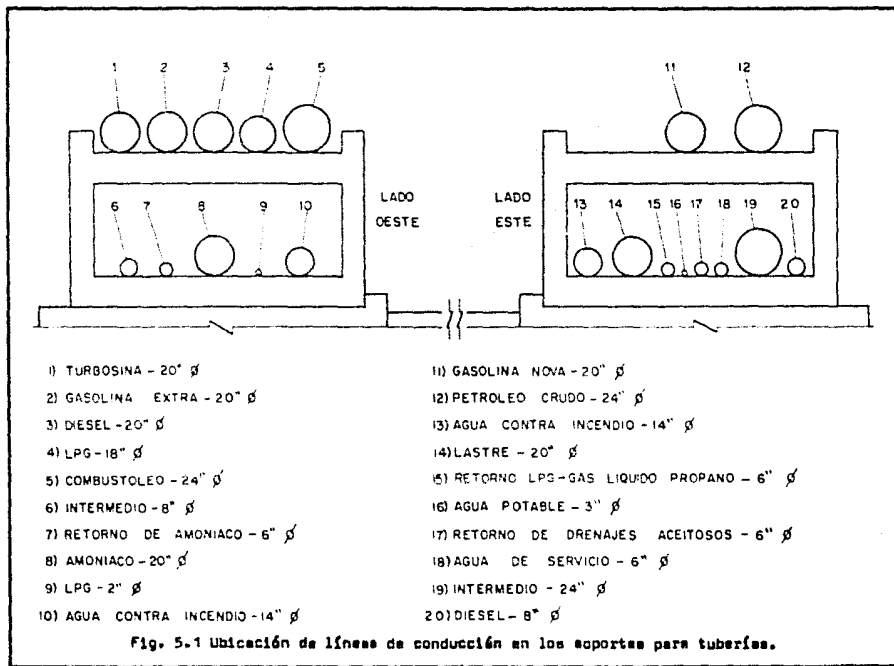
Dada su cercanía a las zonas de producción y centros de refinación de petróleo, la nueva terminal petrolera se destinará íntegramente al envío de productos derivados del petróleo, ésto quiere decir, que no estará acondicionada para la recepción de mercancía, sino que sólo se dará salida a ésta.

Como parte integral de este nuevo recinto, el muelle No. 4 -- contará con una serie de tuberías (Fig. 5.1) y equipo de bombeo para transferir los fluidos de los tanques de almacenamiento de PEMEX hasta los depósitos de las embarcaciones atracadas en el muelle.

A) Soldadura y montaje de líneas de conducción.

Las líneas de conducción que se tenderán a lo largo del muelle, y los productos que circularán por ellas, se mencionan en la siguiente relación:

PRODUCTO	LÍNEAS
Turbosina: 20" \varnothing	1
Petróleo crudo: 24" \varnothing	1
Gasolina nova: 20" \varnothing	1
Gasolina extra: 20" \varnothing	1
Diesel: 20" \varnothing	1
LPG (Gas Líquido Propano): 18" \varnothing y 2" \varnothing	2
Combustóleo: 24" \varnothing	1
Amoniaco: 20" \varnothing	1
Intermedio: 24" \varnothing	1
Lastre: 20" \varnothing	1
Combustible a barcos: diesel 8" \varnothing e intermedio 8" \varnothing	2
Agua potable: 3" \varnothing	1



PRODUCTO	LÍNEAS
Agua contra incendio: 14" \varnothing	2
Agua de servicio (agua tratada): 6" \varnothing	1
Retorno de amoníaco: 6" \varnothing	1
Retorno LPG: 6" \varnothing	1
Retorno de drenajes aceitosos: 6" \varnothing	1

Las tomas de los productos se ubicarán en la plataforma de operaciones, según se indica en la Fig. 5.2.

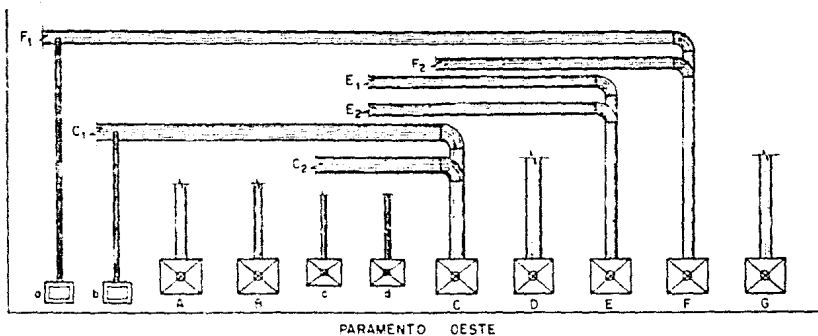
En todas las líneas se usará tubería de acero al carbón, ésta se soldará utilizando electrodos A.W.E. E-6010. Todas las tuberías y demás accesorios de acero instalados en el muelle se protegerán contra la corrosión mediante la aplicación de una capa de primario inorgánico de zinc, postcurado RP-3, y dos capas de un acabado epóxico catalizador RA-21, pero antes se limpiarán totalmente con un chorro de abrasivos acabado a metal blanco.

Antes de iniciar la etapa de soldadura se harán varias pruebas entre los soldadores para seleccionar al personal más capacitado, y así realizar esta actividad de acuerdo con las especificaciones y códigos vigentes. Esta selección de soldadores se realizará con la finalidad de que la soldadura tenga la mayor calidad posible, ya que posteriormente se harán pruebas indestructibles (Rayos X) en todas las juntas, para verificar su correcta aplicación.

De los soldadores seleccionados, un grupo trabajará en la fabricación de los cabezales de llegada donde se localizarán las garras marinas, mientras otro grupo se destinará al montaje, alineación y punteo con soldadura de las tuberías rectas.

Todas las tuberías se apoyarán en los soportes construidos a ambos lados de la calzada para vehículos, y una vez en la plataforma de operaciones, lo harán sobre dados de concreto colados con anterioridad.

Después de aplicar la soldadura, se verificará alineación y niveles de todas las líneas de tubería, haciendo las correcciones



A) AMONIACO - 20" Ø

B) PROPANO - 18" Ø

C) { C₁) INTERMEDIO - 24" Ø
 { C₂) COMBUSTOLEO - 24" Ø

D) CRUDO - 24" Ø

E) { E₁) GASOLINA NOVA - 20" Ø
 { E₂) GASOLINA EXTRA - 20" Ø

F) { F₁) DIESEL - 20" Ø
 { F₂) TURBOSINA - 20" Ø

G) LASTRE - 20" Ø

a) TOMA DIESEL → Comunica con tubería F₁

b) TOMA INTERMEDIO → Comunica con tubería C₁

c) RETORNO DE GAS PROPANO - 6" Ø

d) RETORNO DE GAS AMONIACO - 6" Ø

Fig. 5.2 Distribución de tomas en la plataforma de operaciones.

que supervisión juzgue convenientes, hasta que los trabajos sean a probados.

Una vez obtenido el Visto Bueno de los supervisores, se dará la orden para el llenado con agua y así proceder a la prueba hidrostática de cada una de las líneas mencionadas. Se suministrará agua hasta alcanzar la presión indicada en el proyecto para cada línea, manteniéndola durante 24 horas y llevando un registro sancionado por un representante de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, así como por los técnicos de Petróleos Mexicanos; - concluida esta prueba se desfogarán y lavarán todas las tuberías - para extraer posibles elementos extraños.

B) Montaje de garzas marinas.

Las garzas irán apoyadas en pedestales de concreto, cuyo arma do de refuerzo se anclará en el entramado de la losa de la plataforma de operaciones, del mismo modo se fijarán los pernos de sujeción de las garzas, los cuales sobresaldrán 10 cm por arriba de los pedestales; estas bases de concreto se colarán después de haber finalizado el colado de la losa.

Una vez colocados los cabezales de llegada, se limpiarán los pedestales de concreto y las cuerdas de los pernos, instalándose a continuación placas de nivel. Sobre cada pedestal se montará un cople elevado, fijándolo con tuercas a los tornillos de sujeción, y verificando que la brida del cople quede horizontal; después, se colocarán los brazos sobre el cople, siguiendo el instructivo de la casa fabricante, y se instalarán los contrapesos principales y secundarios. Por último, se ajustarán los contrapesos y los cables y se colocarán las válvulas rompedoras de vacío, y demás accesorios complementarios.

Terminada esta fase, se montará el equipo eléctrico e hidráulico que permitirá mover los brazos de carga, poniéndose especial cuidado en la instalación del sistema hidráulico, limpiando perfectamente cada componente, tanto de tuberías como de mangueras, y suministrando suficiente aceite hidráulico hasta llenar el sistema, purgándolo para evitar fallas en su funcionamiento.

Los materiales y equipos eléctricos serán a prueba de explosión, además, todo el sistema eléctrico de los bancos de garzas marinas se conectará a tierra de acuerdo con los códigos vigentes y las especificaciones del proyecto.

5.2 Instalaciones Para Servicios.

Para el buen funcionamiento de un puerto, éste debe contar -- con equipo necesario para prestar servicios generales a los usuarios del mismo; el Nuevo Puerto Petrolero de Salina Cruz no será -- la excepción, por esta razón el muelle No. 4 dispondrá de instalaciones suficientes para proveer al mismo muelle y a las embarcaciones atracadas, de energía eléctrica, combustible, agua potable, -- sistemas de comunicaciones y equipo contra incendio.

5.2.1 Instalación eléctrica.

En el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas (Capítulo Quinto-Artículo 30), se hace una clasificación de locales y sitios peligrosos, donde se consideran como tales aquellos lugares -- en los cuales existan continua o periódicamente y que se manejen, traten o empleen concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables, líquidos volátiles inflamables o gases inflamables; y -- que la presencia de estas sustancias se origine debido a operaciones de reparación o mantenimiento; o debido a pérdidas, así como a fugas causadas por rupturas accidentales.

En el mismo apartado mencionado hay una clasificación de grupos atmosféricos (A, B, C, D, E, F y G), en la que se incluyen las atmósferas que contienen acetileno, hidrógeno, vapores de éter-etílico, etileno, ciclopropano, gasolina, exano, nafta, butano, propano o gas natural; atmósferas que contienen polvo metálico, incluyendo aluminio, magnesio y otros metales también peligrosos.

De acuerdo con esta relación, la plataforma de operaciones, así como el muelle en general, aunque en menor proporción, se clasifica como un lugar peligroso, situándolo dentro de los grupos B, C

y D; clase I, divisiones 1 y 2, ya que es en la plataforma de operaciones donde se tendrán las mayores concentraciones de gases y vapores explosivos originados por las continuas operaciones de carga y descarga de los buquestanque con los diversos productos que maneja Petróleos Mexicanos.

A) Colocación de canalizaciones y equipo. Considerando que al muelle petrolero se le ha clasificado dentro de los sitios peligrosos, los conductos y el equipo eléctrico en general, deberán ser a prueba de explosión. El equipo estará encerrado en una caja hermética capaz de resistir sin dañarse, ni transmitir al exterior flamas o chispas, ni cualquier explosión de gas o vapor que pudiera ocurrir en su interior. Las canalizaciones constarán de tubo conduit metálico de pared gruesa con uniones roscadas, además, en las conexiones a cajas o accesorios deberán proveerse de los medios adecuados para evitar la entrada de los gases o vapores explosivos; asimismo, los conductores deberán tener un aislamiento tal que pueda resistir la acción de los gases o vapores a que puedan quedar expuestos, y de los derrames de aceite que pudieran ocurrir.

Todas las conexiones deberán hacerse con soldadura térmica tipo Caldwell en la red subterránea, y conectores mecánicos en el equipo eléctrico y estructuras de acero de la plataforma de operaciones. A partir de la orilla sur de la plataforma de operaciones y hasta el duque de amarre tipo II del extremo sur, el conductor será visible y estará sujeto a la estructura con conductores mecánicos.

B) Conexión a tierra. Los elementos y piezas metálicas no conductoras de corriente expuestas a la intemperie, tales como las tuberías que conducen los productos, las estructuras metálicas, las torres contra incendio, los postes de alumbrado y las garzas marinas, así como los tableros e interruptores del equipo eléctrico, se conectarán permanentemente a tierra.

El conductor para este sistema de tierras estará compuesto por cable de cobre desnudo, tipo semiduro; por otro lado, para la conexión a tierra de luminarias en las pasarelas, se colocará un cable de cobre desnudo en el tubo conduit que alimentará dichas

lámparas.

C) Sistema de alumbrado. Todos los muelles petroleros deben contar con iluminación suficiente para operar de noche con toda seguridad, principalmente en la plataforma de operaciones, ya que se requiere de gran precisión en las conexiones de las garzas marinas a las tomas de los buquestanque.

El sistema de alumbrado del muelle estará constituido por reflectores incandescentes de vapor de sodio de alta presión para -- trabajo pesado, de 250 Watts y 1,000 Watts.

En la plataforma de operaciones se colocarán luminarias incandescentes a prueba de vapor, fijadas en columnas o muros; reflectores apoyados en los techos de las casetas de control; y postes metálicos de 9.00 Mts. de altura (sobre el nivel de piso terminado) con un reflector para servicio exterior fijado en la punta. Los -- postes se asegurarán en los pernos de anclaje, que se habrán empujado en el armado de la losa de la plataforma antes de su colado.

Para la iluminación de la pasarela vehicular, se utilizarán -- reflectores incandescentes colocados en los extremos de cuatro postes metálicos de 9.00 Mts. de altura (S.N.P.T.) dispuestos en las banquetas de la calzada.

Por último, en la pasarela peatonal se usarán luminarias incandescentes fijadas al barandal de la pasarela por medio de ménsulas de fierro.

Los reflectores colocados a lo largo del muelle se orientarán de tal manera que su haz luminoso sea de sur a norte, con objeto -- de evitar el deslumbramiento a los prácticos que operen el atraque de los buquestanque.

La totalidad de las lámparas, luminarias y reflectores que se instalarán en el muelle, serán unidades cerradas e impenetrables -- por los gases y vapores, y no deberán quedar expuestas a daño mecánico.

D) Luces de situación. El muelle contará en los extremos laterales del duque de amarre del extremo sur, con luces de situación --

que limitarán las bandas de atraque, colocándose una luz verde en la banda oeste y una luz roja en la banda este; el tipo de lámpara que se montará es transistorizada con un cambiador automático de 4 focos y fotocelda solar, el alcance de la lámpara es de 5 millas - en condiciones de visibilidad normal, y su alimentación será a través de un banco de baterías que proporcionará 12 voltios de corriente directa.

E) Canalizaciones auxiliares. En virtud de que todos los ganchos de escape estarán provistos de un cabrestante eléctrico, durante el colado de los duques de amarre y de atraque se dejarán ahogados en el concreto tramos de tubería (conduit metálico) para conducir el cableado eléctrico; lo mismo se hará para alimentar de energía eléctrica a las válvulas de los monitores contra incendio instalados en los duques de atraque, dejando anclados en el concreto los ductos para los cables de alimentación.

Las garzas marinas también se operarán con válvulas eléctricas, por lo que será necesario fijar las canalizaciones durante el colado de la losa de la plataforma de operaciones.

5.2.2 Instalación hidráulica.

El sistema para suministro de agua del muelle estará constituido por cuatro líneas de diversos diámetros, sustentadas en los soportes para tubería; de estas líneas, una será de agua potable - (3" β), dos de agua contra incendio (14" β c/u) y la restante de agua de servicio (6" β .)

La tubería de agua potable llegará hasta la zona de garzas de la plataforma de operaciones, lugar donde se localizará una toma para servicio de las embarcaciones; además, se tenderán conexiones auxiliares para proveer de este líquido a las casetas de control.

Para alimentar a los hidrantes y monitores del sistema contra incendio se contará con dos líneas, controlándose el flujo con válvulas eléctricas en los monitores, y con válvulas mecánicas en los hidrantes.

La línea restante proveerá de agua tratada a las embarcaciones, localizándose su toma en la zona de garzas.

5.2.3 Equipo contra incendio.

De acuerdo con las Normas de Seguridad de Petróleos Mexicanos, se instalarán hidrantes y monitores para agua en el número y posición indicadas a continuación:

En cada una de las esquinas de la plataforma de operaciones se colocará una torre con monitor, con una altura de 12.00 Mts. -- (S.N.P.T.); en cada uno de los duques de atraque se montará también una torre con monitor, con una altura sobre el nivel de piso terminado de 7.00 Mts. (la capacidad de los monitores será de 750 G.P.M., con una presión de operación de 100 psi.) En los duques de amarre se colocarán hidrantes, uno en cada duque tipo I, y dos pizas en cada duque tipo II.

Las torres de los monitores serán metálicas y se fabricarán -- con antelación, para posteriormente colocarlas en sus bases, nivelándolas y conectándolas al sistema de agua alimentador del equipo contra incendio; después, se montarán los monitores, así como las válvulas de operación eléctrica que controlarán su funcionamiento. Los monitores serán operados manualmente, y tendrán un giro horizontal de 360° y oscilación tipo vertical de 120° .

Los hidrantes se colocarán en su sitio definitivo, fijándolos en los pernos anclados en el entramado de la losa de los duques de amarre, posteriormente se nivelarán y conectarán al sistema hidráulico del equipo contra incendio, para finalizar con el montaje de las válvulas de operación manual que controlarán el flujo de agua, por último, se realizará una prueba de funcionamiento de acuerdo con las normas de seguridad vigentes.

5.2.4 Sistemas de comunicación.

El muelle No. 4 estará dotado con aparatos telefónicos, insta

lados uno en cada caseta de control de garzas, que se localizarán en la plataforma de operaciones; estos teléfonos contarán con disco con botón de transferencia, y pertenecerán al Sistema de Microondas que opera Petróleos Mexicanos en todas sus instalaciones.

El servicio que prestarán estas unidades será de capital importancia, ya que permitirán la comunicación directa entre el personal encargado de operar la conexión y apertura de válvulas para el paso de productos a los barcos, con el personal encargado de operar las estaciones de bombeo.

La elaboración de la red telefónica se fundamenta en las "Normas para la Elaboración de Proyectos de Redes de Cables para Servicio de Telefonía" de PEMEX.

En cada caseta de control se instalará además, una unidad de radio de onda VHF, de un canal; estos aparatos harán factible la comunicación entre los capitanes de las embarcaciones, y el Departamento de Operaciones Marítimas.

5.2.5 Servicios auxiliares.

El muelle también estará equipado con los implementos y accesorios necesarios para proporcionar a las embarcaciones los siguientes servicios complementarios:

A) Combustible.

Para proveer de combustible a las embarcaciones que atraquen en el muelle, éste contará con tomas de diesel e intermedio en los dos paramentos de atraque. Las tomas estarán conectadas a las líneas principales de diesel e intermedio que correrán a lo largo de la pasarela para vehículos, por lo que el suministro de estos elementos estará garantizado.

B) Corriente eléctrica y conexiones a tierra.

En la plataforma de operaciones se acondicionarán dos tomas para suministrar energía eléctrica a los buques durante su estancia en el atracadero. Cada toma tendrá una capacidad de 440 voltios .

Para descargar a los barcos de la corriente estática, en el muelle se tenderán cables conectados a tierra, y que a su vez tendrán conexiones a bordo de las embarcaciones.

Los tableros de alumbrado, los tableros de energía y el resto del equipo que integrará los Centros de Control se instalarán en la planta baja de los cuartos de control, sin olvidar que estos dispositivos deberán ser a prueba de explosión.

5.3 Pintura y Acabado en Tuberías, Estructuras de Acero y Obra Civil.

Como se mencionó anteriormente, todas las instalaciones marítimas estarán siempre expuestas a un ambiente corrosivo, húmedo y salino; pero en los muelles petroleros se trabaja además, en una atmósfera cargada de gases que actúan sobre las estructuras metálicas, afectando su resistencia. Por esta razón, en todos los elementos metálicos del muelle expuestos a la intemperie se aplicarán diversos recubrimientos que tendrán la finalidad de aminorar los efectos del ambiente tan perjudicial imperante en el atracadero.

A) Tuberías y estructuras metálicas.

Todos los accesorios de acero expuestos a la intemperie (líneas de conducción, bitas, ganchos de escape, defensas, escaleras, garzas marinas, torres contra incendio e hidrantes, postes de alumbrado, ...) se limpiarán con chorro de arena comercial (sand-blasteo), con acabado a metal blanco; posteriormente, se aplicará una capa de primario inorgánico de zinc postcurado, RP-3, es decir, — que será necesario aplicar sobre éste una solución especial para que adquiera mayor firmeza; entre las propiedades de este recubrimiento destacan su dureza y su excelente resistencia a la abrasión, a la mayoría de los solventes y a los ambientes húmedos, salinos y marinos. La pintura se aplicará en una sola mano con un espesor, una vez seca, de 2.5 a 3 milésimas de milímetro (2.5 a 3 micras.) Se realizará una prueba química 24 horas después de haber secado, y se revisará que el recubrimiento no muestre ablandamiento, burbujas de aire, agrietamiento, o pérdida de adhesión.

Posteriormente, se aplicarán dos capas de un acabado RA-21, e póxico catalizador, formándose una película mate, dura, de alta resistencia mecánica, y con una excelente resistencia a las condiciones de exposición mencionadas anteriormente. Cada mano tendrá un espesor de 3 micras (0.003 mm); las pruebas químicas se efectuarán 48 horas después de haber aplicado el producto; después de su período de recuperación, se verificará que la película no muestre ablandamiento, amollamiento, agrietamiento, o pérdida de adherencia.

B) Obra civil.

En primera instancia, se limpiarán todas las superficies de concreto en paredes, parapetos, barandales, guarniciones, y demás estructuras de concreto que constituyen el muelle; dicha limpieza se hará con ácido muriático comercial y lavado posterior con agua dulce, hasta dejar libres de suciedad todas las superficies por pintar. Una vez lavadas las superficies de cada elemento, se aplicará un recubrimiento primario vinil-epóxico modificado, esta especificación se refiere a un primario a base de pigmentos inhibidores de plomo, óxido de hierro, inertes, y un vehículo vinílico con modificaciones epoxi-fenólico; entre sus características destacan su excepcional adherencia y su gran compatibilidad con otros recubrimientos, su resistencia al ambiente húmedo y salino cargado de gases derivados del azufre, y su extraordinaria capacidad para reprimir la presencia de corrosión bajo la película. Dicho recubrimiento se aplicará en dos manos de 1 micra de espesor cada una; -- las pruebas químicas se efectuarán después de 72 horas.

Después, se aplicará un acabado vinílico de altos sólidos, cu ya especificación se refiere a un recubrimiento a base de resinas vinílicas plastificantes, pigmentos colorantes inertes, y solventes; se formará una película mate, dura, de gran resistencia mecánica y extraordinario aguante contra las condiciones de exposición características de estos lugares. La película se aplicará en dos -- manos de 3 milésimas de milímetro de espesor cada una; a este recu -- brimiento también se le harán pruebas químicas después de 48 horas de haberlo aplicado, además, se revisará que no muestre ablanda---

miento, vejigas de aire, grietas, o pérdidas de adherencia.

C) Código de colores.

La relación de colores convencionales utilizados para pintar las instalaciones portuarias de Petróleos Mexicanos, es la siguiente:

ELEMENTO	COLORES DISTINTIVOS
Garzas.	Color blanco, con una franja horizontal de 20 cm de ancho pintada en el brazo secundario, de color distintivo del producto que manejará.
Estructura de operación de garzas.	Color naranja.
Casetas de control.	Color blanco.
Elementos de amarre (ganchos y bitas.)	Color naranja.
Guarniciones.	Color blanco.
Paramentos del muelle (duques, plataforma, apoyos, etc..)	Cuadros alternados de 2.00 x 2.00 Mts., de colores blanco y naranja.
Torres, hidrantes y líneas contra incendios.	Color rojo.
Postes de alumbrado.	Color verde claro, desde el nivel del piso hasta 2.00 Mts. de altura, el resto de color blanco.
Defensas.	Color negro.
Escaleras.	Color negro.
Tuberías.	Color blanco, con franjas transversales de 20 cm de ancho a cada 10 Mts., pintadas con los colores distintivos de los productos que circulan.

Los colores distintivos de algunos de los productos que se manejarán en el muelle se indican a continuación:

PRODUCTO	COLORES
Gasolina extra.	Color amarillo.
Gasolina nova.	Color crema.
Diesel.	Color café.
Lastre.	Color gris obscuro.
Agua potable.	Color azul obscuro.
Combustóleo.	Sin color, la tubería va aislada.
Propano.	Sin color, la tubería va aislada.
Amoníaco.	Sin color, la tubería va aislada.

CAPITULO SEXTO

PROGRAMA DE OBRA Y COSTOS

El aspecto más importante de una obra de ingeniería, cualquiera que ésta sea, es el económico, ya que el objetivo primordial de un ingeniero, estriba en manejar convenientemente los recursos de que disponga, para llevar a buen término una obra civil en forma económica y en un tiempo razonable.

6.1 Costos.

La construcción del muelle No. 4 del Nuevo Puerto Petrolero - de Salina Cruz, Oaxaca, se concursó bajo el régimen de precios unitarios, mismos que se integraron de la manera siguiente:

PRECIO UNITARIO = C. DIRECTO + C. INDIRECTO + UTILIDAD ,

en donde, Costo Directo = Precio por concepto de materiales, mano de obra y maquinaria y equipo.

Costo Indirecto = Gastos técnico-administrativos (de oficina y de campo) que inciden directamente en el costo de la obra.

Utilidad = Valor de las ganancias destinadas al contratista por la realización de la obra, y equivale a un porcentaje de la suma -- C. Directo + C. Indirecto.

Para integrar los precios unitarios es necesario definir previamente los costos horarios de la maquinaria y los costos preliminares de algunos conceptos generales.

6.1.1 Costos horarios directos de la maquinaria.

Actualmente se manejan diversos criterios para valuar la vida útil del equipo, el efecto inflacionario en su valor de adquisición, su obsolescencia y el tiempo real de utilización. La compañía

a constructora que tendrá a su cargo la construcción del atracadero, aplica el criterio de depreciar el equipo en un 20 % anual, es decir, considera la depreciación total del equipo en un lapso de 5 años, generalizando esta vida útil para todo tipo de equipo. Para cubrir el efecto inflacionario y la obsolescencia del equipo, se considera un valor de rescate al término de su vida útil (5 años), equivalente a un 20 % de su valor de adquisición.

Los cargos que integran los costos horarios, se agrupan en -- gastos fijos y gastos por consumos.

Los cargos fijos son aquellos gastos que gravan el costo horario del equipo, independientemente de que éste se encuentre operando o inactivo, y se integran con los siguientes conceptos:

- Depreciación. Es la disminución del valor del equipo como consecuencia de su desgaste durante su vida económica.
- Inversión. Es la utilidad del capital, invertido a una tasa de interés.
- Seguro. Protección del capital, invertido a una tasa de interés.
- Mantenimiento. Reparaciones menores y mayores que garantizan el funcionamiento del equipo.

Los cargos por consumos, son los gastos destinados al pago de los elementos indispensables para el funcionamiento del equipo, como son los combustibles (gasolina y diesel), lubricantes y grasas, y neumáticos.

En este caso particular, el contratista no incluyó los gastos por operación del equipo en los costos horarios, ya que los consideró en los análisis básicos o preliminares.

Para cada máquina se determinaron los costos horarios, uno para el equipo activo y el restante para el equipo inactivo, esto es razonable, puesto que el equipo no sufre el mismo desgaste cuando está parado que cuando está trabajando. Algunas compañías consideran el costo horario del equipo inactivo como el 100 % de los cargos fijos, pero el contratista a cargo del muelle No. 4 ha estimado un porcentaje por cada concepto de los que integran el costo ho

rario del equipo activo.

A continuación, se muestran algunos ejemplos del cálculo de los costos horarios determinados por el contratista, de acuerdo a su propio criterio:

COSTO HORARIO No. 1. Camión plataforma con winche de 5 Ton..

Datos Generales:

- Precio de adquisición	\$ 94'810,528.00
- Precio de equipo adicional	\$ 0.00
- Precio de llantas	\$ 2'536,885.00
- Valor inicial de la máquina	\$ 92'273,643.00
- Fecha de cotización	Nov./87
- Vida económica	10,000 Hrs.
- Horas por año	2,000 Hrs.
- Valor de rescate	20.00 %
- Motor	Diesel
- Potencia de operación	112 HP
- Tasa de interés (i)	34.71 %
- Seguro (s)	2.00 %

CARGOS FIJOS:

$$a) \text{ Depreciación. } D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{\$92'273,643.00 - \$18'454,728.60}{10,000 \text{ Hrs.}}$$

$$D = \$7,381.89 \quad \text{Activo}$$

$$D = (\$7,381.89)(15.00\%) = \$1,107.28 \quad \text{Inactivo}$$

b) Inversión.

$$I = \frac{Va + Vr}{2 \text{ Ha}} (i) = \frac{\$92'273,643.00 + \$18'454,728.60}{4,000 \text{ Hrs.}} (0.3471)$$

$$I = \$9,608.45 \quad \text{Activo}$$

$$I = (\$9,608.45)(100.00\%) = \$9,608.45 \quad \text{Inactivo}$$

c) Seguros.

$$S = \frac{Va + Vr}{2 \text{ Ha}} (s) = \frac{\$92'273,643.00 + \$18'454,728.60}{4,000 \text{ Hrs.}} (0.0200)$$

$$S = \$ 553.64 \quad \text{Activo}$$

$$S = (\$ 553.64)(100.00\%) = \$ 553.54 \quad \text{Inactivo}$$

d) Mantenimiento.

$$M = K \cdot D = (0.750)(\$7,381.89)$$

$$M = \$5,536.42 \quad \text{Activo}$$

$$M = (\$5,536.42)(15.00\%) = \$ 830.46 \quad \text{Inactivo}$$

Suma Cargos Pijos:	Activo	Inactivo
	\$23,080.40	\$12,099.83

CARGOS POR CONSUMOS:

a) Combustible.

(Diesel)

$$E = P \cdot HP \cdot C = (0.1514)(112.00 \text{ HP})(\$ 230.52)$$

$$E = \$3,908.86 \quad \text{Activo}$$

$$E = (\$3,908.86)(5.00\%) = \$ 195.44 \quad \text{Inactivo}$$

b) Lubricante.

$$C = \left[\frac{c}{100 \text{ Hrs.}} + (P \cdot HP) \right] (P)$$

$$C = \left[\frac{5.00 \text{ Lt.}}{100 \text{ Hrs.}} + (0.0035)(112.00 \text{ HP}) \right] (\$1,328.00)$$

$$C = \$ 586.98 \quad \text{Activo}$$

$$C = (\$ 586.98)(5.00\%) = \$ 29.35 \quad \text{Inactivo}$$

c) Llantas.

$$L1 = \frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Económica}} = \frac{\$2,536,885.00}{2,000 \text{ Hr.}}$$

$$L1 = \$1,268.44 \quad \text{Activo}$$

$$L1 = (\$1,268.44)(15.00\%) = \$ 190.27 \quad \text{Inactivo}$$

Suma Cargos por Consumos:	Activo	Inactivo
	\$5,764.30	\$ 415.06

COSTO HORARIO SIN OPERACION:

Activo	Inactivo
\$28,844.70	\$12,514.89

COSTO HORARIO No. 29. Martillo piloteador DELMAG D-36.

Datos Generales:

- Precio de adquisición	\$ 257'875,760.00
- Precio de equipo adicional	\$ 0.00
- Precio de llantas	\$ 0.00
- Valor inicial de la máquina	\$ 257'875,760.00
- Fecha de cotización	Nov./87
- Vida económica	20,000 Hrs.
- Horas por año	2,500 Hrs.
- Valor de rescate	20.00 %
- Motor	Diesel
- Potencia de operación	-----
- Tasa de interés (i)	34.71 %
- Seguro (s)	2.00 %

CARGOS FIJOS:

$$a) \text{ Depreciación. } D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{\$257'875,760.00 - \$1'575,152.00}{20,000 \text{ Hrs.}}$$

$$D = \$10,315.03 \quad \text{Activo}$$

$$D = (\$10,315.03)(15.00\%) = \$1,547.25 \quad \text{Inactivo}$$

b) Inversión.

$$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} (i) = \frac{\$257'875,760.00 + \$1'575,152.00}{5,000 \text{ Hrs.}} (0.3471)$$

$$I = \$21,482.08 \quad \text{Activo}$$

$$I = (\$21,482.08)(100.00\%) = \$21,482.08 \quad \text{Inactivo}$$

c) Seguros.

$$S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} (s) = \frac{\$257'875,760.00 + \$1'575,152.00}{5,000 \text{ Hrs.}} (0.0200)$$

$$S = \$1,237.80 \quad \text{Activo}$$

$$S = (\$1,237.80)(100.00\%) = \$1,237.80 \quad \text{Inactivo}$$

d) Mantenimiento.

$$M = K D = (1.00)(\$10,315.03)$$

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO HORARIO	
		ACTIVO	INACTIVO
2.Soldadora diesel 300 Ampe.	Hora	\$ 5,592.24	\$ 2,376.00
3.Equipo oxicorte	Hora	\$ 328.88	\$ 128.60
4.Camioneta P-350 3 Ton.	Hora	\$ 8,244.13	\$ 2,492.97
5.Camión redillas P-600 6-8 Ton.	Hora	\$ 20,700.39	\$ 7,327.43
6.Dobladora de varilla C-52	Hora	\$ 8,681.22	\$ 4,009.71
7.Cortadora de varilla C-50	Hora	\$ 5,375.00	\$ 2,343.59
8.Compresor portátil 325 Pcm.	Hora	\$ 9,443.74	\$ 3,602.53
9.Sopleteadora de arena sand-blast B4-B150	Hora	\$ 707.41	\$ 288.30
10.Secadora automática de humedad	Hora	\$ 211.61	\$ 114.92
11.Compresor de 100 Pcm.	Hora	\$ 6,988.60	\$ 2,626.42
12.Pistola y accesorios	Hora	\$ 137.49	\$ 74.67
13.Grúa Hid. Autoprop. c/Neum. ---- HTC-50W 50 Ton.	Hora	\$121,914.10	\$ 74,751.15
14.Taladro eléctrico RDM-28X	Hora	\$ 499.72	\$ 200.72
15.Camioneta pick-up P-150 3/4 Ton.	Hora	\$ 5,954.93	\$ 2,030.84
16.Polipasto	Hora	\$ 182.26	\$ 94.47
17.Prensa trequeladora 10 Ton.	Hora	\$ 5,546.86	\$ 3,012.44
18.Biseladora y cortadora de 356 -- mm a 457 mm	Hora	\$ 2,090.76	\$ 1,164.04
19.Biseladora y cortadora de 500 -- mm a 610 mm	Hora	\$ 2,466.59	\$ 1,373.29
20.Biseladora y cortadora de 203 -- mm a 305 mm	Hora	\$ 1,714.93	\$ 954.79
21.Biseladora y cortadora de 102 -- mm a 152 mm	Hora	\$ 1,339.09	\$ 745.55
22.Equipo profesional de buceo	Hora	\$ 1,528.58	\$ 671.63
23.Lancha con motor fuera de borda	Hora	\$ 4,198.73	\$ 900.69
24.Plataforma de 30 Ton.	Hora	\$ 9,402.81	\$ 3,847.08
25.Tractocamión White 4964	Hora	\$ 27,100.29	\$ 8,964.25
26.Pontón Plexifloat cuadrafloat	Hora	\$ 3,883.71	\$ 2,312.64
27.Grúa sobre orugas LS-418	Hora	\$191,227.00	\$ 99,716.47
28.Grúa sobre orugas LS-518	Hora	\$230,172.90	\$131,838.70
29.Martillo piloteador Deimag D-36	Hora	\$ 43,349.94	\$ 25,814.38
30.Planta de luz 150 kw	Hora	\$ 12,159.71	\$ 4,527.73

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO HORARIO	
		ACTIVO	INACTIVO
31. Vibrador K-8	Hora	\$ 1,688.07	\$ 631.06
32. Compresor portátil SP 600 Pcm.	Hora	\$ 13,821.28	\$ 5,757.11
33. Biseladora manual	Hora	\$ 499.72	\$ 200.72
34. Grúa sobre orugas LS-108	Hora	\$ 83,330.83	\$ 41,501.92
35. Equipo de zancos elevadores	Hora	\$ 52,565.73	\$ 31,422.41
36. Pontón Flexifloat duofloat	Hora	\$ 1,875.34	\$ 1,116.71
37. Esmeriladora	Hora	\$ 499.72	\$ 200.72
38. Grúa sobre orugas LS-118	Hora	\$ 93,226.96	\$ 46,260.81
39. Bomba para concreto Whiteman -- P-60-D	Hora	\$ 48,783.64	\$ 23,826.04

6.1.2 Análisis básicos.

Los costos básicos o preliminares se integran con los gastos de material, mano de obra y equipo, necesarios para la realización de un subproducto. Su clasificación como preliminares tiene como objetivo reunir bajo un mismo rango los elementos que formarán parte de un gran número de productos, por así decirlo. Se incluyen en esta clasificación los costos que intervienen en uno o en varios costos finales, que directamente pasarán a integrar los precios unitarios.

En seguida, se mostrará el cálculo de algunos básicos determinados por el contratista que construirá el muelle No. 4:

ANALISIS BASICO No. 10. Biselado en tuberías de acero al carbón.

I) Para diámetro de 24" y 1" de espesor.

a) Materiales:

Oxígeno	\$ 3,408.00/M3	x 0.610 M3/Bis	=	\$2,078.88/Bis
Acetileno	\$11,818.00/Kg	x 0.063 Kg/Bis	=	<u>\$ 744.53/Bis</u>
CARGO			=	\$2,823.41/Bis

b) Mano de obra:

1.00 Operario la.	x	\$19,577.00/Tno = \$19,577.00/Tno
1.00 Aydte. Op. cabo 3a.	x	\$14,507.00/Tno = \$14,507.00/Tno
0.20 Obrero general	x	\$14,220.00/Tno = <u>\$ 2,844.00/Tno</u>
		Parcial 1 = \$36,928.00/Tno
3.00 % Herr. y equipo de Seg.		<u>\$ 1,107.84/Tno</u>
		Parcial 2 = \$38,035.84/Tno

$$\text{CARGO} = \frac{\$38,035.84/\text{Tno}}{4.00 \text{ Bis/Tno}} = \$9,508.96/\text{Bis}$$

c) Maquinaria:

Equipo de oxicorte	\$ 328.88/Hr
Biseladora manual	<u>\$ 499.72/Hr</u>
Parcial =	\$ 828.60/Hr

$$\text{CARGO} = \frac{\$ 828.60/\text{Hr}}{0.50 \text{ Bis/Hr}} = \$1,657.20/\text{Bis}$$

II) Para diámetro de 30" y 1" de espesor.

a) Materiales:

Oxígeno	\$ 3,408.00/M3	x	0.770 M3/Bis =	\$2,624.16/Bis
Acetileno	\$11,818.00/Kg	x	0.080 Kg/Bis =	<u>\$ 945.44/Bis</u>
			CARGO =	\$3,569.60/Bis

b) Mano de obra:

1.00 Operario de la.	x	\$19,577.00/Tno = \$19,577.00/Tno
1.00 Aydte. Op. cabo 3a.	x	\$14,507.00/Tno = \$14,507.00/Tno
0.20 Obrero general	x	\$14,220.00/Tno = <u>\$ 2,844.00/Tno</u>
		Parcial 1 = \$36,928.00/Tno
3.00 % Herr. y equipo de Seg.		<u>\$ 1,107.84/Tno</u>
		Parcial 2 = \$38,035.84/Tno

$$\text{CARGO} = \frac{\$38,035.84/\text{Tno}}{2.50 \text{ Bis/Tno}} = \$15,214.34/\text{Bis}$$

c) Maquinaria:

Equipo de oxicorte	\$ 328.88/Hr
Biseladora manual	<u>\$ 499.72/Hr</u>

Parcial = \$ 328.60/Hr

$$\text{CARGO} = \frac{\$ 828.60/\text{Hr}}{2.50 \text{ Bis/Hr}} = \$2,672.90/\text{Bis}$$

III) Para diámetro de 36" y 1 1/2" de espesor.

a) Materiales:

Oxígeno	\$ 3,408.00/M3	x	1.250 M3/Bis	=	\$4,260.00/Bis
Acetileno	\$11,818.00/Kg	x	0.126 Kg/Bis	=	<u>\$1,489.07/Bis</u>
			CARGO =		\$5,749.07/Bis

b) Mano de obra:

1.00 Operario de la.	x	\$19,577.00/Tno	=	\$19,577.00/Tno
1.00 Ayde. Op. cabo 3a.	x	\$14,507.00/Tno	=	\$14,507.00/Tno
0.20 Obrero general	x	\$14,220.00/Tno	=	<u>\$ 2,844.00/Tno</u>
			Parcial 1 =	\$36,928.00/Tno
3.00 % Herr. y equipo de Seg.				<u>\$ 1,107.84/Tno</u>
			Parcial 2 =	\$38,035.84/Tno

$$\text{CARGO} = \frac{\$38,035.84/\text{Tno}}{1.50 \text{ Bis/Tno}} = \$25,357.23/\text{Bis}$$

c) Maquinaria:

Equipo de oxicorte	\$ 328.88/Hr
Biseladora manual	<u>\$ 499.72/Hr</u>
Parcial =	\$ 828.60/Hr

$$\text{CARGO} = \frac{\$ 828.60/\text{Hr}}{0.19 \text{ Bis/Hr}} = \$4,361.05/\text{Bis}$$

RESUMEN:

Costo Directo por bisel en diámetro de 24" = \$ 13,989.57/Bis
 Costo Directo por bisel en diámetro de 30" = \$ 21,456.84/Bis
 Costo Directo por bisel en diámetro de 36" = \$ 35,467.35/Bis

ANÁLISIS BÁSICO No. 13. Recubrimiento en pilotes.

I) Actividades incluidas.

- 1) Costo de aplicación de RP-4 en pilotes.
- 2) Costo de aplicación de RA-20 en pilotes.

II) Análisis.

1. Costo de aplicación de RP-4 en pilotes.

A) Materiales:

Recubrimiento primario inorgánico de zinc RP-4 \$3,451.72/Lt

$$\text{CARGO} = \frac{\$3,451.72/\text{Lt}}{4.50 \text{ M}^2/\text{Lt}} = \$ 767.05/\text{M}^2$$

B) Mano de obra:

1.00 Operario de la. x \$17,483.00/Tno = \$17,483.00/Tno

1.00 Ayde. Op. cabo 3a. x \$14,436.00/Tno = \$14,436.00/Tno

0.10 Cabo de oficios x \$20,953.00/Tno = \$ 2,095.30/Tno

Parcial 1 = \$34,014.30/Tno

3.00 % Harr. y equipo de Seg. \$ 1,020.43/Tno

Parcial 2 = \$35,034.73/Tno

$$\text{CARGO} = \frac{\$35,034.73/\text{Tno}}{30.00 \text{ M}^2/\text{Tno}} = \$1,167.82/\text{M}^2$$

C) Maquinaria:

Compresor portátil 100 Pcm. \$6,988.60/Hr x 6.40 Hr/Tno
= \$44,727.04/Tno

Pistola y accesorios \$ 137.49/Hr x 6.40 Hr/Tno
= \$ 879.94/Tno

Parcial = \$45,606.98/Tno

$$\text{CARGO} = \frac{\$45,606.98/\text{Tno}}{30.00 \text{ M}^2/\text{Tno}} = \$1,520.23/\text{M}^2$$

COSTO DIRECTO = \$ 3,455.10/M²

2. Costo de aplicación de RA-20 en pilotes.

A) Materiales:

Esmalte alquídico brillante RA-20 \$7,731.00/Lt

$$\text{CARGO} = \frac{\$7,731.00/\text{Lt}}{8.00 \text{ M}^2/\text{Lt}} = \$ 966.38/\text{M}^2$$

B) Mano de obra:

1.00 Operario de la.	x	\$17,483.00/Tno	=	\$17,483.00/Tno
1.00 Aydte. Op. cabo ja.	x	\$14,436.00/Tno	=	\$14,436.00/Tno
0.10 Cabo de oficios	x	\$20,953.00/Tno	=	<u>\$ 2,095.30/Tno</u>
				Parcial 1 = \$34,014.30/Tno
3.00 \times Herr. y equipo de Seg.				<u>\$ 1,020.43/Tno</u>
				Parcial 2 = \$35,034.73/Tno

$$\text{CARGO} = \frac{\$35,034.73/\text{Tno}}{30.00 \text{ M}^2/\text{Tno}} = \$1,167.82/\text{M}^2$$

C) Maquinaria:

Compresor portátil 100 Pcm.	\$6,988.60/Hr	x	6.40 Hr/Tno	
				= \$44,727.04/Tno
Pistola y accesorios	\$ 137.49/Hr	x	6.40 Hr/Tno	
				= <u>\$ 879.94/Tno</u>
				Parcial = \$45,606.98/Tno

$$\text{CARGO} = \frac{\$45,606.98/\text{Tno}}{30.00 \text{ M}^2/\text{Tno}} = \$1,520.23/\text{M}^2$$

COSTO DIRECTO = \$ 3,654.43/M²

Aplicación de recubrimiento en pilotes.

De acuerdo con la minuta de visita de concurso, se hacen las siguientes consideraciones:

- Recubrimiento RP-4 aplicado sólo en 1/3 del pilote.
- Recubrimiento RA-20 aplicado sólo en 1/3 del pilote.
- Dado que el recubrimiento RE-32 no puede aplicarse antes de efectuar la hinca, no se considera incluido en la fabricación de los pilotes, sino en el concepto No. 48.

En la relación siguiente, se indican las superficies por recubrir de cada pilote, de acuerdo con la longitud total de las piezas:

SUPERFICIES POR RECUBRIR

CONCEPTO (No.)	DIAMETRO (Pulg.)	LONGITUD DEL PILOTE (Mts.)	AREA POR RECUBRIR (M2/Pza)	COSTO/M2	COSTO/ML
13	30	39.35	31.40	\$7,109.53	\$5,673.17
49	30	39.55	31.56	\$7,109.53	\$5,763.24
37	36	38.10	36.48	\$7,109.53	\$6,807.24
85	24	40.00	25.53	\$7,109.53	\$4,537.66
125	30	40.30	32.16	\$7,109.53	\$5,673.51
144	24	39.60	25.28	\$7,109.53	\$4,538.61

En los análisis básicos anteriores y en los precios unitarios que se verán posteriormente, resaltan los cargos de mano de obra, ésto se debe a que PEMEX considera como empleados suyos a los trabajadores de campo de la obra, y por tal motivo "obliga" al contratista a cubrir todas las prestaciones a que tienen derecho los empleados de la empresa parastatal; y como es conocido, los trabajadores de PEMEX tienen prestaciones muy superiores a las de otras compañías públicas y privadas, de ahí que la mano de obra resulte tan elevada en obras contratadas por Petróleos Mexicanos.

A continuación, se especifican los análisis básicos, que posteriormente se considerarán en la determinación de los precios unitarios:

RELACION DE BASICOS

No.	DESCRIPCION	COSTO DIRECTO
1.	Características de pilotes	-----
2.	Preparación de patio de fabricación	\$ 347.57/M
3.	Carga en almacén PEMEX, acarreo y descarga en patio de fabricación	
	Para diámetro de 24"	\$ 3,312.92/M
	Para diámetro de 30"	\$ 3,345.31/M
	Para diámetro de 36"	\$ 4,608.33/M
4.	Soldadura a tope en pilotes	
	Para diámetro de 24"	\$ 157,432.93/Jta.

No.	DESCRIPCION	COSTO DIRECTO
	Para diámetro de 30"	\$ 281,451.00/Jta.
	Para diámetro de 36"	\$ 380,990.37/Jta.
5.	Suministro de acero de refuerzo fy = 2,300 Kg/cm ²	\$ 670,536.43/Ton.
6.	Suministro de acero de refuerzo fy = 4,000 Kg/cm ²	\$ 604,824.12/Ton.
7.	Construcción de apoyos para alineación de tubería	
	Para diámetro de 24"	\$ 278.56/M
	Para diámetro de 30"	\$ 354.38/M
	Para diámetro de 36"	\$ 600.22/M
8.	Cimbra en apoyos de tubería para alineación	\$ 11,731.58/M ²
9.	Corte en extremo plano en tuberías - de acero al carbón	
	Cargo por corte en diámetro de 24"	\$ 9,241.76/Corte
	Cargo por corte en diámetro de 30"	\$ 13,736.32/Corte
	Cargo por corte en diámetro de 36"	\$ 26,082.51/Corte
10.	Biselado en tuberías	
	Cargo por biselado en diámetro 24"	\$ 13,989.57/Biselado
	Cargo por biselado en diámetro 30"	\$ 21,456.84/Biselado
	Cargo por biselado en diámetro 36"	\$ 39,467.35/Biselado
11.	Suministro, fabricación y colocación de elementos de apoyo en pilotes	\$ 98,960.30/Apoyo
12.	Limpieza con chorro de arena comercial en pilotes	\$ 1,591.12/M ²
13.	Recubrimiento de pilotes	
	Aplicación de RI-4	\$ 3,455.10/M ²
	Aplicación de RA-20	\$ 3,654.43/M ²
14.	Balsa de trabajo 3.50 x 3.50 Mts.	\$ 773,968.34/Balsa
15.	Equipo para movimiento de pilotes	\$ 7,203.11/M
16.	Fabricación de escantillón para hincado de pilotes	\$ 46'418,102.84/Pieza
17.	Armado, desarmado y adaptación de -- chalanes	\$ 11'042,998.04/lote
18.	Acarreo marítimo de pilotes	\$ 9,120.23/M
19.	Manejo e hincado de pilotes	\$ 6'633,115.64/Día
20.	Plote México, D.P.-Salina Cruz, Oax.	\$ 42,586.68/Ton.
21.	Inspección radiográfica	\$ 958.48/M
22.	Apuntalamiento provisional pilotes	\$ 978.02/M

6.1.3 Costo indirecto.

Como se mencionó anteriormente, el costo indirecto se integra con la suma de gastos técnicos y administrativos indispensables en la ejecución de cualquier tipo de obra; estos gastos incluyen alquileres, seguros, materiales de consumo, traslados de personal a la obra, flotes, construcciones provisionales, financiamiento, entre otros. En la obra que nos ocupa, el contratista desglosó sus indirectos de la forma siguiente:

CONCEPTO	INDIRECTOS SOBRE DIRECTOS (%)
1. Administración central	4.50
2. Administración de campo	7.64
3. Dirección, supervisión y control de campo	6.80
4. Transporte de personal técnico y administrativo de campo	0.60
5. Financiamiento	3.77
6. Seguros y finanzas	1.00
7. Impuestos	1.10
8. Responsabilidad laboral	0.59
9. Otros (especificar)	<u>0.00</u>
	26.00

La UTILIDAD, incluyendo el Impuesto Sobre la Renta, será de - 5.00 % del valor del costo directo más el indirecto (C.D. + C.I..)

Otro concepto que hay que considerar en el cálculo de los precios unitarios es el de cargos adicionales, entre los que se incluye la cooperación al sindicato. El importe de estos cargos será de 2.041 % de la suma de los costos directo e indirecto más las utilidades (C.D. + C.I. + U..)

6.1.4 Precios unitarios.

Al principio de este capítulo, se explicó la manera como se integrarán los precios unitarios, para ilustrar ésto, a continua--

ción se determinarán dos de los precios unitarios, que permitirán precisar el importe total de la obra.

PRECIOS UNITARIOS No. 8, 29, 81 y 102. Habilitado y colocación de acero de refuerzo. Acero $f_y = 4,000 \text{ Kg/cm}^2$ de 19 mm de diámetro (No. 6.)

I) Especificaciones: Las indicadas en el catálogo.

II) Medición y pago: Por tonelada.

III) Cantidad de obra:

CONCEPTO	CANTIDAD EN TONS.
No. 8 Pacarela P/vehículos y tuberías	225.773
No. 29 Apoyo P/tuberías	11.942
No. 81 Plataforma de operaciones	119.475
No. 102 Apoyo de garzas y casetas de control	<u>3.140</u>
	Total: 360.330

IV) Actividades incluidas:

1. Suministro de material.
2. Carga y entengado.
3. Habilitado y colocación.

V) Análisis:

1. Suministro de material.

Del análisis básico No. 6:

Acero de refuerzo	\$604,824.12/Ton	x	1.00 Ton/Ton	= \$504,824.12/Ton
Traslapes	\$604,824.12/Ton	x	0.05 Ton/Ton	= \$ 30,241.21/Ton
Cortes y desperdicio	\$604,824.12/Ton	x	0.03 Ton/Ton	= \$ 18,144.72/Ton
Alambre recocido	\$ 823.78/Eq.	x	30.00 Kg/Ton	= <u>\$ 24,711.40/Ton</u>
				CARGO = \$677,923.45/Ton

2. Carga y entengado.

Mano de obra:

1.00 Cabo de la.	x	\$15,432.00/Tno	=	\$ 15,432.00/Tno
10.00 Obrero general	x	\$14,220.00/Tno	=	<u>\$142,200.00/Tno</u>
				Parcial 1 = \$157,362.00/Tno
3.00 % Herr. y equipo de Seg.				<u>\$ 4,728.96/Tno</u>
				Parcial 2 = \$162,360.96/Tno

$$\text{CARGO} = \frac{\$162,360.96/\text{Tno}}{35.00 \text{ Ton/Tno}} = \$4,638.88/\text{Ton}$$

3. Habilitado y colocación.

A) Mano de obra:

0.10 Cabo de oficios	x	\$20,953.00/Tno	=	\$ 2,095.30/Tno
1.00 Operario de la.	x	\$17,483.00/Tno	=	\$17,483.00/Tno
1.00 Ayde. de Op.	x	\$14,436.00/Tno	=	<u>\$14,436.00/Tno</u>
				Parcial 1 = \$34,014.30/Tno
3.00 % Herr. y equipo de Seg.				<u>\$ 1,320.43/Tno</u>
				Parcial 2 = \$35,034.73/Tno

$$\text{CARGO} = \frac{\$35,034.73/\text{Tno}}{0.275 \text{ Ton/Tno}} = \$127,399.01/\text{Ton}$$

B) Equipo:

Dobladora de varilla C-52		\$ 8,681.22/Hr
Certadora de varilla C-50		<u>\$ 5,375.00/Hr</u>
		Parcial = \$14,056.22/Hr

$$\text{CARGO} = \frac{\$14,056.22/\text{Hr}}{1.00 \text{ Ton/Hr}} = \$14,056.22/\text{Ton}$$

Costo Directo (C.D.)	=	\$ 824,017.57/Ton
Indirectos (I. = 26.00 %)	=	\$ 214,244.57/Ton
Suma 1 (C.D. + I.)	=	\$1,038,262.14/Ton
Utilidad (U. = 5.00 %)	=	\$ 51,913.11/Ton
Suma 2 (C.D. + I. + U.)	=	\$1,090,175.25/Ton
Cargos adicionales (2.041%)	=	<u>\$ 22,250.48/Ton</u>

TOTAL P. U.: \$1,112,425.72/Ton

PRECIO UNITARIO No. 13. Fabricación de pilotes con tubería --
recta de acero al carbón de 762 mm (30") ϕ y 25.4 mm (1") de espe-
sor, que incluye: movimiento, cortes, biseles, uniones con soldadu-
ra (utilizando electrodos E-70), inspección radiográfica, limpieza
con chorro de arena comercial, pinturas RP-4 y RA-20 aplicadas por
aspersión (PEMEX suministra tubería.)

I) Especificaciones: Las indicadas en el catálogo.

II) Medición y pago: Por metro lineal.

III) Cantidad de obra: 6,840.00 Mts..

IV) Actividades incluidas:

1. Preparación del patio de fabricación.
2. Carga en el almacén de PEMEX, acarreo y descarga en el pa-
tio de fabricación.
3. Fabricación de pilotes:
 - i) Soldadura a tope (juntas.)
 - ii) Corte en extremo plano y biselado.
4. Inspección radiográfica.
5. Limpieza con chorro de arena comercial.
6. Aplicación de recubrimientos.
7. Equipo para movimiento de pilotes.
8. Construcción de apoyos para alineación.

V) Análisis:

1. Preparación del patio de fabricación.

Del análisis básico No. 2: CARGO = \$ 347.57/M

2. Carga en el almacén de PEMEX, acarreo y descarga en el patio
de fabricación.

Del análisis básico No. 3: CARGO = \$ 3,435.31/M

3. Fabricación de pilotes.

i) Soldadura a tope.

Del análisis básico No. 4:

$$\text{CARGO} = \frac{\$281,451.00/\text{Jta} \times 3 \text{ Jta}/\text{Pil}}{39.35 \text{ M}/\text{Pil}} = \$21,457.51/\text{M}$$

ii) Corte en extremo plano y biselado.

Del análisis básico No. 9:

$$\text{CARGO} = \frac{\$13,736.32/\text{Cte} \times 0.67 \text{ Cte}/\text{Pil}}{39.35 \text{ M}/\text{Pil}} = \$ 233.88/\text{M}$$

ii') Biselado en pilotes.

Del análisis básico No. 10:

$$\text{CARGO} = \frac{\$21,456.84/\text{Bis} \times 0.17 \text{ Bis}/\text{Pil}}{39.35 \text{ M}/\text{Pil}} = \$ 92.70/\text{M}$$

4. Inspección radiográfica.

Del análisis básico No. 21: CARGO = \$ 958.48/M

5. Limpieza con chorro de arena comercial.

Del análisis básico No. 12: CARGO = \$ 1,269.72/M

6. Aplicación de recubrimientos.

Del análisis básico No. 13: CARGO = \$ 5,673.17/M

7. Equipo para movimiento de pilotes.

Del análisis básico No. 17: CARGO = \$ 7,203.11/M

8. Construcción de apoyos para alineación.

Del análisis básico No. 7: CARGO = \$ 354.38/M

Costo Directo (C.D.)	=	\$41,025.83/M
Indirectos (I. = 26.00 %)	=	\$10,666.72/M
Suma 1 (C.D. + I.)	=	\$51,692.55/M
Utilidad (U. = 5.00 %)	=	\$ 2,584.63/M
Suma 2 (C.D. + I. + U.)	=	\$54,277.17/M
Cargos adicionales (2.041 %)	=	\$ 1,107.80/M

TOTAL P. U.: \$55,384.97/M

En la planeación de esta obra se manejaron un total de 430 --

conceptos para precios unitarios, mismos que una vez agrupados nos permiten conocer el costo de cada uno de los elementos que integran el muelle. En la relación siguiente se indica el valor de cada uno de estos elementos:

RELACION DE COSTOS

ELEMENTO	IMPORTE
Pasarela para vehículos y tuberías	= \$2,735'176,023.55
Diques de amarre tipo I	= \$ 416'425,480.06
Diques de atraque	= \$1,501'416,748.21
Plataforma de operaciones	= \$1,106'513,366.22
Apoyos para tuberías	= \$ 111'746,432.96
Apoyos para garzas, casetas de control y cárcamo de lastres	= \$ 103'416,791.39
Diques de amarre tipo II	= \$ 176'311,572.52
Apoyos de pasarela para peatones	= \$ 111'730,434.37
Pasarela para peatones tramo tipo I	= \$ 5'350,574.87
Pasarela para peatones tramo tipo II	= \$ 20'411,612.54
Pasarela para peatones tramo tipo III	= \$ 31'251,080.50
Pasarela para peatones tramo tipo IV	= \$ 27'050,600.93
Pasarela para peatones tramo tipo V	= \$ 13'606,856.77
Obra civil	= \$1,341'493,458.07
Montaje de equipo	= \$ 4'261,454.69
Instrumentos	= \$ 30'385,478.80
Edificios	= \$ 11'208,365.90
Pavimentación de caminos	= \$ 8'028,478.24
Tuberías	= \$ 344'832,162.65
TOTAL	: \$8,100'616,973.24

Este último valor indica el monto total del contrato, mismo - que estará sujeto a revisiones y actualizaciones, para lo cual se tomará como referencia el Índice Nacional de Precios.

6.2 Programa de Obra.

Un programa de obra tiene como objetivo fundamental determi--

nar con la mayor precisión posible el desarrollo de las actividades en función de dos elementos esenciales para el ingeniero: el TIEMPO y el COSTO de construcción.

En la planeación del proceso constructivo del muelle No. 4, no se realizó un programa basado en una ruta crítica, ya que el desarrollo del proceso constructivo estaría sujeto a factores ajenos al constructor, principalmente el hecho de que el muelle una vez construido no operará inmediatamente, ya que no existen las condiciones para ello: no hay instalaciones en tierra para el transbordo de los productos, y el rompeolas oeste del nuevo puerto petrolero está inconcluso; por estas razones, se puede decir que no habrá premura de tiempo.

Por los motivos mencionados, el contratista se vió obligado a llevar un registro de la obra mediante un sencillo diagrama de barras, que dadas las condiciones existentes permitirá llevar un control bastante aceptable del proceso constructivo; por otro lado, si se hubiera considerado una actividad crítica ésta sería la hinca de pilotes, ya que mientras no haya pilotes hincados, simplemente no se podría construir la superestructura ni realizar el montaje de los elementos que van sobre ésta.

La Fig. 6.1 muestra el programa general, en el que se representan gráficamente las actividades que conforman el proceso de construcción, así como sus tiempos de realización y los recursos económicos desglosados de tal manera que nos permiten conocer los montos mensuales por cada actividad y los totales acumulados de cada mes. Para llevar un control efectivo de la obra, se ha dividido cada renglón de tal modo que se puedan comparar los tiempos y costos planeados con los reales, para así tener un punto de referencia que permita tomar las decisiones correctivas más adecuadas, de acuerdo al desarrollo que vaya teniendo la obra.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al igual que cualquier otra obra de ingeniería, la construcción de un muelle también presenta una serie de dificultades a las que tienen que hacer frente los ingenieros constructores, de ahí la importancia de realizar estudios y análisis que permitan prever las complicaciones futuras para buscarles solución con toda anticipación. Los factores y elementos más sobresalientes del estudio — realizado, se mencionan a continuación:

La precaria situación económica por la que atraviesa nuestro país, no da lugar a errores considerables en cuanto al uso de capitales, de ahí la importancia de la selección de maquinaria, importancia que se acrecenta día con día. Es indispensable que en los estudios de planeación se evalúen todas las alternativas posibles, considerando la gran variedad de máquinas que hay actualmente en el mercado; además, si no se cuenta con el mejor equipo, hay que revisar si es más conveniente rentarlo, o adquirirlo por medio de compra directa, o rentarlo con opción de compra.

Otro inconveniente se presenta cuando la planeación de uso — del equipo no es eficiente, ya que no favorece al contratista el hecho de tener inactivo el equipo, o subutilizándolo en actividades para las que no fue diseñado.

Por otro lado, en lo que se refiere al personal de campo de una construcción, generalmente no está capacitado eficientemente para realizar las tareas que se le asignan, ya que aprende sobre la marcha, además, no es posible destinar demasiado tiempo y dinero para su adiestramiento, ya que se consideran como trabajadores eventuales, que al concluir la obra se desligarán de la empresa que los contrató. Esto implica, que se tenga que calificar y aleccionar la mano de obra para asegurar la utilización del personal más competente en la realización de las diversas tareas de una obra en construcción.

Las visitas a los lugares de construcción, con anterioridad a la entrega de propuestas para los concursos, son de gran importan-

cia, ya que permiten conocer las condiciones del lugar en donde -- trabajará el constructor; de esta manera, se podrán aprovechar de manera eficaz las superficies disponibles, distribuyendo de manera conveniente las zonas destinadas a la instalación de estructuras - provisionales y las áreas para trabajos específicos (almacenamiento y habilitado de acero de refuerzo, fabricación y apilado de pilotes,)

Durante la fabricación de los pilotes, el mayor problema que se presenta, es el relativo a la revisión de las uniones soldadas, pues no es posible que los supervisores verifiquen la correcta aplicación de la soldadura, basándose en normas de calidad aplicables exclusivamente a tuberías que trabajan a presión, por esta razón, habrá que uniformar criterios entre el constructor y los supervisores, para así controlar la aplicación de la soldadura de acuerdo a las normas de calidad correspondientes.

En cuanto al acarreo de pilotes al sitio de hincado, desde un principio se debió prever la posibilidad de no poder utilizar el muelle auxiliar para subir los pilotes al chalán de hincado, así se hubiera evitado la improvisación para botar los pilotes al mar, pues si los pilotes fueran de concreto o de acero de sección I, el método utilizado no sería practicable en estos casos, ya que el empuje ejercido por el agua no sería suficiente para mantener a flote estos elementos, siendo necesaria una cantidad excesiva de flotadores para evitar que se hundan.

En el hincado de los pilotes, también es necesario unificar - criterios en cuanto a cómo considerar "el rebote", para evitar diferencias entre el constructor y los supervisores, que podrían resultar en apreciaciones erróneas, provocando daños a los pilotes y al martillo piloteador.

Por otra parte, si PEMEX hubiera dado prioridad a la construcción de la parte restante del Rompeolas Oeste, se tendrían mejores condiciones durante el hincado de los pilotes, ya que el chalán -- con el equipo de hincado no sufriría directamente los efectos del oleaje provocado por los fuertes vientos, característicos de la zo

na de construcción del muelle, lo que reduciría el tiempo de hincado, puesto que los trabajos se realizarían dentro de un marco de seguridad, agilizando las maniobras del operador de la grúa montada en el chalán de hincado.

Los factores que causarían las mayores molestias durante la construcción de la superestructura están constituidos por la falta de un acceso directo por tierra al muelle, y el hecho de que sólo exista una planta de concreto premezclado para surtir a la obra. La carencia de un acceso que comunique directamente el muelle con tierra firme, impide la utilización de equipo más adecuado para realizar el colado de la superestructura, y sobre todo, obliga a mover y acarrear materiales pesados (viguetas, mordazas, acero de refuerzo, ...) por mar, con ayuda de una balsa, por lo que el acarreo y la colocación de esas piezas se realizará lentamente y en condiciones un tanto riesgosas. Esto se evitaría en gran medida, si desde el comienzo de los trabajos se acondicionara el acceso directo al muelle, para facilitar el acarreo de materiales y la utilización del equipo óptimo que permita realizar los trabajos de la mejor manera posible.

En cuanto a la existencia de una sola planta de concreto premezclado, al no tener competencia, ésta monopoliza el producto, lo que implica que la realización de cualquier colado no dependa del constructor, sino del proveedor de concreto, ya que aquél estará sujeto a que la planta esté en condiciones de suministrarle el producto. Quizás la mejor solución a todo esto, consista en que el contratista elabore el concreto en la obra, ya que los rendimientos esperados para el manejo y vaciado de concreto, permiten que éste se prepare en el mismo sitio de la obra.

Las instalaciones con las que estará equipado el muelle permitirán proporcionar eficientemente servicios elementales a las embarcaciones, pero al alojar el equipo del Centro de Control en la planta baja de los cuartos de control, en la plataforma de operaciones, el manejo por parte del personal encargado de su mantenimiento será un tanto complicado por encontrarse en una zona peli-

grosa. Estos inconvenientes se podrían evitar, ubicando el Centro de Control del Sistema de Fuerza y Alumbrado fuera del muelle, llevando a éste, únicamente las canalizaciones eléctricas de fuerza y alumbrado, y el sistema de la red de tierras; esta modificación — traería consigo un ahorro considerable en la adquisición de materiales, ya que el Centro de Control no deberá ser a prueba de explosión.

Hay que hacer mención de que al proyecto original se le hicieron varias modificaciones, entre otras: se desplazó hacia mar adentro el eje inicial del muelle (el material pétreo del Espigón Cola de Fato se ha desprendido y dificulta de manera importante el hincado de los pilotes); se amplió de uno a cuatro el número de dques de amarre tipo I; se modificó la forma de los soportes para tubería; y se amplió de cuatro a diez el total de apoyos para la pasarela peatonal, además, los elementos de dicha pasarela inicialmente se iban a construir con piezas de acero, pero se decidió — construirlos a base de concreto reforzado; los pilotes de la pasarela para vehículos se iban a fabricar con punta, pero finalmente se optó porque ninguno de los pilotes se fabricara con este aditamento. Este número tan considerable de cambios, permite confirmar que en la medida en que se reduzca o elimine la necesidad de intervenir durante la ejecución de las obras, mediante un adecuado y exhaustivo procedimiento de planeación y programación del proceso — constructivo, se obtendrán resultados más satisfactorios tanto para el cliente como para el contratista, ya que los trabajos se realizarán con un mínimo de modificaciones y correcciones al proyecto original.

Por último, un complejo tradicional para operar petróleo crudo y productos refinados, se compone de cuatro elementos básicos: una serie de tuberías que conectan los campos de producción y/o refinación con la terminal; un conjunto de tanques de gran capacidad para almacenamiento del petróleo y sus derivados, cerca del muelle de carga; un sistema de tuberías para conducir los productos de los tanques de almacenamiento al muelle; y una robusta estructura para el atraque de los buquestanque. Todo esto complementado me---

diante un complejo sistema de bombas, válvulas y controles automáticos para operar el equipo de transbordo de las mercancías. A esto habría que añadir, que el muelle debe estar apropiadamente protegido de las inclemencias del tiempo, para asegurar que se preste un servicio eficiente a las embarcaciones; en Salina Cruz, al parecer Petróleos Mexicanos planea poner en funcionamiento el muelle - No. 4, antes de concluir la construcción del Rompeolas Ceste, lo que ocasionará que las maniobras de atraque de los buques petroleros se tornen difíciles y riesgosas, presentándose la posibilidad de que se dañen las defensas y el muelle mismo, así como el casco de las naves que atraquen. Estas condiciones desfavorables podrían atenuarse con la construcción de la parte inconclusa del Rompeolas Cesta, pero esto sólo dependerá de los planes y proyectos que posea la mencionada empresa paraestatal.

BIBLIOGRAFIA

Comisión Nacional Coordinadora de Puertos. ESTUDIO NACIONAL DE DESARROLLO PORTUARIO-FUERTOS SECUNDARIOS Y NUSVOS PROYECTOS, VI. México, 1974.

Day, David A.. MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCION. México. Limusa, -- 1978.

Hernández de Labra, Fernando. PUERTOS. México. Cementos Guadalajara, 1980.

Merritt, Frederick S.. MANUAL DEL INGENIERO CIVIL, III. México. Mc Graw-Hill, 1984.

Quinn, Alonzo DeP.. DESIGN AND CONSTRUCTION OF PORTS AND MARINE -- STRUCTURES. E.U.. McGraw-Hill, 1972.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. NORMAS PARA CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES-COSTAS Y PUERTOS (Obras Marítimas, Obras Portuarias e Instalaciones.) 3. México, 1984.

OTRAS FUENTES:

Petróleos Mexicanos. ESPRECIFICACIONES PARTICULARES PARA OBRAS PORTUARIAS.

Planos, Especificaciones, Presupuesto y Programa de Obra (CONSTRUCCION DEL MUELLE No. 4 PARA BUQUESTANQUE HASTA DE 60,000 T.P.M. EN EL PUERTO PETROLERO DE SALINA CRUZ, OAXACA.) Empresa: Ingeniería y Puertos S.A. de C.V..

I Curso Internacional de Desarrollo Portuario, Marítimo y Costero. Módulo: Construcción. Ponente: Ing. Ricardo Cárdenas González.

Proyecto y Construcción de Obras Marítimas y Portuarias. Cursos:
 - INSTALACIONES PETROLERAS. Por Mario Rodríguez de la Gala.
 - CONSTRUCCION DE MUELLES. Por Arturo G. Ruiloba de León.
 Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.. 1980.