

OBRAS
MARTINAS

Cap. Nov. Ing. M. N.
MARIO LAVALLE ARGUDIN

OBRAS MARITIMAS.

F017600

OBRAS MARITIMAS.

Consideraciones Generales.

Se da el nombre de "Obras Marítimas" a las construcciones y trabajos que tienen como fin el facilitar a los barcos su arribada.

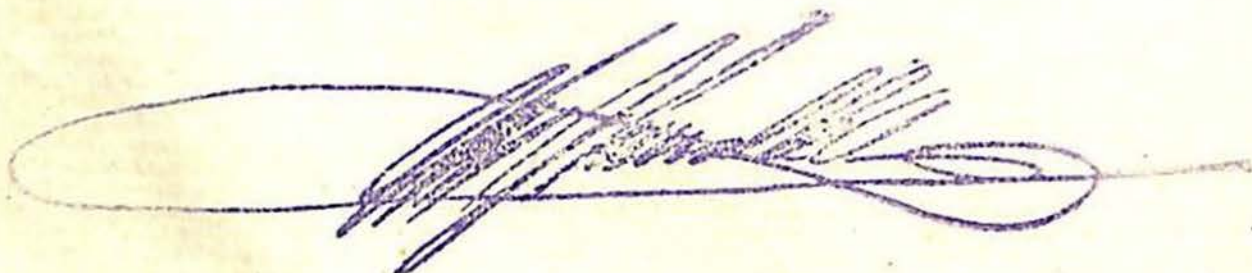
Estas obras están concentradas especialmente en los "Puertos" pero pueden extenderse fuera de ellos y a lo largo de las costas y sobre el curso de los ríos navegables, entre los lugares habitables.

En especial, las obras marítimas localizadas fuera de los puertos, se refieren a la seguridad de la navegación y sus principales representantes son las obras de señalamiento de las costas.

PUERTOS.

1.- Objeto y clasificación.- a.- Objeto de los puertos. b.- Obras exteriores y obras interiores.- c.- Clasificación de los puertos.- Clasificaciones antiguas. --
Clasificación actual.- Hinterland.

Los puertos son resultados naturales de la navegación.-



Son los lugares donde el transporte marítimo se transforma en terrestre. Durante mucho tiempo los puertos se limitaron a tener las condiciones indispensables para dar abrigo a los barcos tanto contra los elementos naturales como contra los enemigos del país a que pertenecían, sin tener intervención sino en mínima parte la técnica de la construcción. Por esto estaban situados en bahías bien protegidas naturalmente ó sobre ríos, en lugares lo más alejados posible del mar. Las dimensiones de los barcos, por otra parte, no requiriendo sino pequeñas profundidades, hacían fácilmente accesibles los puertos en esas condiciones, a través de barras y por pasos estrechos.

En la actualidad los puertos se ven esencialmente desde el punto de vista de la manutención de las mercancías y aprovisionamiento de los barcos, esto es, dándoles plenamente su papel como punto de liga entre los transportes de tierra y mar. Por otra parte, las embarcaciones han aumentado en dimensiones a tal grado que difícilmente se encuentran lugares naturalmente adecuados para desempeñar ese papel y deben por lo tanto adaptarse por medio de obras más o menos importantes. Las condiciones de seguridad contra los elementos naturales cuando formaban el fin predominante del puerto daban origen a la denominación de Puertos de Refugio, pero en realidad la función del puerto propiamente dicho no es llenada por esos lugares por lo que esa categoría no es de considerarse ya sino desde un punto de vista ilustrativo.

Las obras necesarias para el acondicionamiento de los puertos se dividen en dos categorías:

- a).- Obras exteriores
- b).- Obras interiores.

Las obras exteriores son las estructuras necesarias para dar protección al puerto contra los elementos naturales, en especial el oleaje.

Las obras interiores son las que dan facilidades a los -- barcos para su carga, descarga, reparación y aprovisionamiento.

Según su situación se dividen los puertos en marítimos -- cuando están directamente frente al mar y fluviales cuando se encuentran a la orilla de un río, más o menos cercanos al mar. Tampico es un puerto fluvial sobre el Pánuco, Veracruz es un -- puerto marítimo. Los puertos en lagunas y estuarios sujetos -- en su mayoría al régimen marítimo pueden llamarse marítimos no obstante que tienen algunas características de los fluviales -- como lo son el estar sujetos al régimen de un río, en cierto -- modo.

Según las condiciones físicas se acostumbra dividir los -- puertos en naturales y artificiales, se llamaba un puerto NATU-- RAL, cuando no tenía obras exteriores, y ARTIFICIAL cuando las -- tenía.

En realidad los primeros no son sino lugares más o menos -- adaptables a puerto, pero siempre requieren un complemento de obras interiores artificiales para su servicio. Las obras in-- teriores son siempre necesarias y son esenciales pues sin -- ellas no hay puerto propiamente dicho, por lo tanto esa divi-- sión es poco connotativa y en realidad sólo se refiere a una -- necesidad más o menos grande de obras exteriores.

De acuerdo con su objeto predominante los puertos se divi-- den actualmente en:

- 1o.- Puertos de comercio general
- 2o.- Puertos especializados
- 3o.- Puertos de escala
- 4o.- Puertos militares.

Los puertos de comercio general tienen por papel primor -- dial producir en las mejores condiciones posibles de rapidez, seguridad y economía, el transbordo de las mercancías entre -- los barcos y el muelle, camión, wagón o chalán. Los barcos --

cargan y descargan la totalidad o la mayoría de su tonelaje - y esos movimientos constituyen la operación principal para la cuál el puerto está destinado.

Para estos puertos es muy conveniente se encuentren lo -- más cerca posible de los centros de abastecimiento y produc -- ción, en estas condiciones muchas veces conviene localizarlos en los ríos aguas arriba a una distancia considerable del -- mar, lo cuál, por otra parte, abarata el transporte, toda vez que el marítimo y fluvial es mucho menos oneroso que el te -- rrestre. En esos casos para el movimiento rápido de pasaje -- ros y ciertas mercancías se establece cerca del mar un segun -- do puerto llamado por los franceses "Port de vitesse", lite -- ralmente "Puerto de velocidad" donde pueden llegar los más -- grandes paquebotes, esencialmente sus características son -- grandes profundidades y desarrollo de muelles a fin de que -- las embarcaciones puedan rápidamente y en cualquier tiempo to -- mar su lugar y desembarcar y descargar. En los puertos suje -- tos a fluctuaciones de marea muy pronunciadas se tiende a -- formar dársenas de media marea, amplias, la estructura de -- esas dársenas se estudiará cuando se trate de las obras inte -- riores en particular.

Los Puertos especializados son puertos comerciales en -- los cuáles la gran mayoría de la mercancía que se maneja es -- de una sola clase. Los principales son los de pesca, los pe -- troleros y los carboneros.

Los de pesca tienen organizaciones diversas según se tra -- te de pescado fresco o salado. La manutención del pescado -- fresco debe ser sumamente rápida pues se descompone con faci -- lidad y es carga de mucho valor (de \$ 1 000.00 a \$ 3 000.00 -- tonelada) además el puerto debe poder proveer hielo en pro -- porción de una tonelada por tonelada de pescado. Si se trata de pescado salado es la sal el producto de importancia para -- el abastecimiento del puerto.

Los puertos petroleros deben tener sistemas de bombeo, - conducción y abastecimiento del petróleo que sale o entra, -- los puertos de carbón, nitratos (en Chile) o minerales deben - estar provistos de aparatos especiales para la rápida manu-- tención de esos materiales que se cargan y descargan a granel, esto es, sin estar empacados.

Los puertos de escala son aquellos que se encuentran sobre las grandes líneas de navegación y en las cuales las embarcaciones se detienen sólo para desembarque y embarque de una parte de sus pasajeros y carga o descarga de alguna mercancía. En estos puertos es necesario proveer a un mínimo de pérdida de tiempo para las embarcaciones, y las instalaciones necesarias para completar sus aprovisionamientos en caso necesario. Generalmente en estos puertos las embarcaciones no atracan y los movimientos se hacen con barcos pequeños y chalanes.

Los puertos militares no requieren en general sistemas de ataque, la manutención y movimientos son hechos por chalanes. La rapidez de los movimientos es secundaria. En estos puertos los barcos se mantienen en general fondeados en la rada que debe ser extensa y amplia y fácilmente comunicada con el mar. Las instalaciones de tierra están compuestas de talleres y diques de reparación y arsenales. Su situación es escogida estratégicamente y no tiene nada que ver con las condiciones especiales del "Hinterland", que no es necesario que exista.

Se dá el nombre de "Hinterland" a la zona de país servida por el puerto, esta zona es la determinante de la importancia y carácter de aquel. Los puertos de comercio general tienen un "Hinterland" que abarca zonas de producción y consumo de elementos variados e importantes. Los especializados están en general cercanos a las zonas de producción de la mercancía que mueven.

En general un puerto comercial importante, en realidad - está dividido en secciones especializadas y aún en una sección militar, siendo sólo en raras ocasiones cuando está totalmente definida y existe como única una de sus características. Así, en México, Veracruz, siendo un Puerto de comercio general, tiene una sección de pesca, y Tampico que es petrolero, tiene un muelle el fiscal, destinado a Comercio General, incluyendo en él al petróleo; La Habana, por último, es un puerto de escala y de comercio general a la vez.

Tan importantes como las estructuras portuarias son las comunicaciones del frente marítimo con el Hinterland, pues son las determinantes de la capacidad de movimiento del puerto y de su importancia, mientras mejor comunicado tierra adentro esté un puerto, mayores beneficios proporciona. Esas comunicaciones se hacen esencialmente por Ferrocarril, para traslados locales, por carreteras.

2.- Embarcaciones.

A).- Evolución de la arquitectura naval.

Hasta hace aproximadamente un siglo, el único material empleado en las construcciones navales era la madera. En la actualidad no se usa sino para barcos pequeños, especialmente para los pesqueros, construyéndose los mayores de fierro y acero.

Los primeros cascos metálicos se construyeron en 1840, de fierro, y desde 1870, se han substituido este material por el acero, usándose casi exclusivamente por la marina de comercio el acero dulce de 40 Kg/mm² de resistencia a la ruptura y alargamiento del 20 al 22%. A veces se usan los aceros semi duros o los al manganeso.

B).- Clasificación por su modo de propulsión y su destino.

La propulsión de las embarcaciones se hace por medio del viento o de un motor mecánico. En este último caso la energía puede ser suministrada por vapor de agua por expansión o en turbinas o por petróleo o sus derivados en motores de combustión interna.

Aquellos que usan el viento se denominan veleros, en la actualidad son poco numerosos ya y sirven casi exclusivamente a la pesca, aunque aún hay algunos costeros y otros que se dedican al transporte de mercancías de bajo precio (nitratos, guanos y minerales de nickel).

Los veleros están provistos de lienzos extensos que reciben el nombre de velas sobre las que actúa el viento. Las velas pueden ser cuadradas (rectangulares) o triangulares. Además por un modo de suspensión las cuadradas a veces reciben el nombre de áuricas y las triangulares de latinas. (Fig. 61 A B C y D). Las piezas de madera horizontales o inclinadas que reciben a las velas se denominan vergas y están suspendidas de postes verticales o algo inclinados hacia atrás que se denominan mástiles. Estos son de 1 a 6. El principal en la porción delantera se denomina de mesana, el central palo mayor y el de atrás de artimón. Además en el extremo delantero hay uno inclinado que lleva el nombre de bau prés.

En la navegación a la vela el impulso viene en la dirección del viento que pega en el velamen, descomponiéndose en un vector paralelo, inútil y otro perpendicular a la vela, que es el activo. Este vector a su vez se descompone en uno según la dirección del buque y otro perpendicular, este último se denomina "deriva" y su acción se corrige con el timón. -Fig. 62.

La dirección más ventajosa es cuando el viento forma con la ruta un ángulo de 12 cuartos pues con 14 y 16 unas velas cubren parte de las otras y nulifican su acción. El menor ángulo con que puede avanzar directamente un barco es de 6 -

cuartos. Las velas se colocan siempre en la bisectriz del ángulo formado por la dirección del viento y la ruta. Si aquél va en contra o sólo se forma un ángulo de menos de 60 cuartos, el barco avanza por bordadas, esto es, en una línea en zig-zag para presentar un ángulo suficiente al viento. Fig. 63.

Los veleros alcanzan una velocidad en buenas condiciones hasta de 16 nudos y en general están provistos de un motor auxiliar para moverse durante las calmas y para los movimientos dentro de los puertos.

Con estos motores avanzan a razón de 6 a 8 nudos.

De Nueva York a Inglaterra hacen 19 días. De Londres a China 80 y de San Francisco a los puertos de la Manca, 180 días.

Los barcos de vapor también van provistos de mástiles que sirven como aparatos elevadores para la manutención de las mercancías y que se denominan mástiles de carga.

Estos mástiles están tomando cada vez mayor importancia toda vez que independizan al barco de los elementos del puerto y los puede suplir o ayudar, con beneficio de la rapidez de las maniobras.

Los barcos de vapor constituyen en la actualidad la casi totalidad de los destinados al transporte de viajeros y una gran mayoría de los "Cargos" o sean los destinados casi exclusivamente a mercancías, sin embargo parece que se tiende a desplazar ese modo de propulsión por la de motores de combustión interna.

Las calderas de los barcos producen vapor a 15 y hasta 20 Kg/cm². de presión, los motores son de triple o de cuádruple expansión y consumen de 600 a 800 gramos de carbón por

caballo-hora, el peso de las máquinas es de 150 Kg. por caballo en los barcos comerciales. Una buena proporción de estos barcos son movidos por turbinas que son mucho menos pesadas -- que los motores y dan mayor manejabilidad a las embarcaciones. El movimiento de los barcos de vapor se hace por hélices (propelas) en la parte trasera, pueden ser una sola o varias, hasta 6.

En los barcos modernos, por último, se utiliza un sistema eléctrico denominado turbo-eléctrico que consiste en la producción de vapor que se utiliza en mover turbinas que a su vez accionan generadores y éstos, motores eléctricos. Esta aparente complicación disminuye las transmisiones y multiplicaciones mecánicas y da una mucho mayor manejabilidad al barco, así como hace su movimiento más silencioso.

El combustible más usado hasta antes de la guerra de 1914 fué el carbón de piedra, actualmente se usa en gran mayoría el petróleo. En los países no productores de petróleo y sí de carbón (Europa) se usa a veces sistema mixto, que permite quemar indistintamente carbón o petróleo.

Los barcos de vapor se distinguen anteponiendo a su nombre las iniciales S.S. (Steam Ship) y los de motor de combustión interna M.S. (Motor Ship).

De acuerdo con sus destinos los barcos se dividen en:

- 1o.- Pescadores.
- 2o.- Carga.
- 3o.- Paquebots.
- 4o.- Guerra.

Los barcos pescadores son los que se dedican a esa industria, son en general pequeños y hay muchos veleros entre ellos.

Los de carga pueden ser de cabotaje o de altura según se dediquen a travesías de una u otra clase, los hay de itinerario fijo, o que se mueven de acuerdo con las mercancías que ocasionalmente contratan, estos últimos se denominan "tramps". Pueden ser para mercancías en general o especializados como los petroleros y los de transporte de minerales y cereales. Estos últimos se distinguen en que en los primeros las máquinas y departamentos para tripulación, etc, están en el centro y en los segundos las primeras están en la parte de atrás y en los últimos en la de adelante, dejando el centro para las bodegas que se hacen amplias y sin muchas divisiones. Estos barcos en general tienen un cierto número de camarotes para pasajeros, pero en mínima cantidad.

Los paquebotes son destinados especialmente al transporte de pasajeros, aunque también reciban cierta cantidad de carga. Los barcos más grandes construídos son de esta categoría.

Los barcos de guerra son destinados exclusivamente a la defensa de un país, de acuerdo con su tipo se clasifican entre otros de la siguiente manera: Acorazados.-Cruceiros.- Porta-Aviones.- Destroyers y Torpederos y Submarinos. En general están provistos de corazas de acero, artillería y calas para municiones y combustible y departamento para transporte de tropas y tripulación.

c).- Estructuras de las embarcaciones.

Un barco desde el punto de vista de su estructura, resistente se considera como una viga hueca flotante que lleva una carga determinada y está sujeta a momentos de flexión y esfuerzos cortantes variables al paso de las olas, esquemáticamente la figura 64 representa estos esfuerzos.

La parte principal de las embarcaciones es el casco, y está formado esencialmente por una pieza horizontal que se

denomina quilla y piezas verticales llamadas "cuadernas" que forman una especie de esqueleto en el cuál la quilla sería la columna vertebral y las cuadernas, las costillas. En los barcos modernos la sección media es prácticamente rectangular. Este esqueleto está reforzado por piezas horizontales y diagonales hasta el forro exterior del barco. Transversalmente las cuadernas opuestas están reunidas por vigas curvas con la convexidad hacia arriba llamadas baos y que aseguran la resistencia transversal. Sobre estas vigas hay pisos llamados puentes. Los puentes se comunican con el interior del barco y entre sí por aberturas denominadas "escotillas" Fig. 65 y 66.

La bodega principal interior se denomina "cala". Sobre el puente superior hay otras estructuras llamadas "castillos".

La parte de adelante de los barcos se denomina "proa", la de atrás, "popa", "estribor" el lado derecho y "babor" el izquierdo, considerados de atrás adelante, el largo máximo entre la popa y la proa "eslora", la anchura máxima de babor a estribor "manga", la altura del casco "puntal", la profundidad a que llega "calado" o "tirante", la altura a que sube desde el agua "altura de borda", "línea de flotación" la línea a que llega el agua sobre el casco.

Esta línea se marca en los barcos con dos signos: el primero indica la línea que marca el calado para fines de registro de la Agencia "Bureau Veritas", internacional, el segundo marca diferentes calados admisibles en diversas zonas oceánicas. Fig. 67.

La línea superior es en el agua dulce, la siguiente en aguas tropicales, después aguas de estío, después de invierno y la última en el atlántico norte.

El calado es menor a proa que a popa y este último es el que se define como el calado de la embarcación. La eslora se cuenta sobre la cubierta que es el puente que cierra el casco.

También se cuentan largos del barco, a la altura de la línea de la flotación y en la quilla, pero la eslora es el único largo útil en la relación con las obras portuarias.

La relación entre las tres dimensiones de los barcos, es en cierto modo fija, la eslora a la manga de 1:3 a 1:5 en los barcos de madera, de 1:7 a 1:8 en los de carga y de 1:2 a 1:10 en los paquebots.

El calado a la manga es generalmente de 0.55, en los paquebots de 0.40 y en los acorazados de línea, de 0.32.

La relación entre el calado y la eslora es fundamentalmente para la resistencia en los esfuerzos (Claro y peralte de una viga) es de 0.05 a 0.07 en los barcos de carga y 0.04 a 0.03 en los paquebots.

Se llaman "obra viva" todas las estructuras debajo de la línea de flotación a barco calado y "obra muerta" las que están encima de esta línea.

El mantenimiento del barco sobre su ruta se logra por el timón, que es una paleta que gira alrededor de un eje vertical y que según su inclinación produce una resistencia que hace al barco desviarse hacia el lado en que el timón se encuentra. Primitivamente se accionaba con una barra fija al eje vertical, esto hace que en la terminología marina aún se diga barra a babor y barra a estribor cuando se quiere ordenar un giro hacia estribor o hacia babor respectivamente, dada la colocación del timón con respecto a esa barra, sin embargo tiende a suprimirse esa expresión sustituyéndola por la de "timón a babor" ó "a estribor".

El tamaño de los barcos puede varuarse en toneladas de 1 000 Kg. de acuerdo con su peso. Este peso equivale al volumen de agua que desplaza y se llama tonelaje de desplaza

miento, así se mide el tamaño de los barcos de guerra. Existen dos tonelajes de desplazamiento, el tonelaje bruto y el neto, el bruto es el peso del agua desplazada por el barco cuando se encuentra cargado y el neto la diferencia entre el desplazamiento bruto y el del barco descargado, esto es, el peso de la carga.

Sin embargo en los barcos mercantes hay que especificar que se trata de tonelaje en peso, que es el desplazamiento o en volumen.

El tonelaje en volumen varía con las legislaciones de los diferentes países, en Inglaterra, que en general da las reglas en cuestión de navegación, la unidad es de 100 pies cúbicos, o sean 2.83 m³.

El tonelaje en volumen bruto corresponde al volumen del navío comprendiendo las superestructuras.

El tonelaje en volumen neto es el anterior menos el volumen de las estructuras inútiles para el transporte de mercancías y pasajeros, esto es, el volumen útil.

El tonelaje legal es el neto de arqueo más los espacios destinados a las máquinas y el combustible, esto es, un intermedio entre las dos anteriores.

Las tarifas, impuestos y derechos de puerto se calculan de acuerdo con esos tonelajes.

En español se denominan toneladas tanto las desplazamientos como las de volumen, esto es una confusión, en Francia a esta última unidad se denomina toneles, así pues, se dice, un barco de 10,000 toneles o de 10,000 toneladas, según el caso. El tonelaje de desplazamiento neto generalmente es un número mayor que el volumen neto. En los "cargos" medianos el tonelaje en peso es aproximadamente el doble del neto en volumen.

La tonelada de fleteo es una medida convencional a la vez de peso y volumen. En principio es el peso de un metro cúbico de agua (1 000 Kgs), pero algunas mercancías pesan menos por metro cúbico, son las voluminosas, otras en cambio pesan más. Las diferentes reglamentaciones fijan el peso de la tonelada de cada clase de mercancías y varía entre 150 y 1 000 kilos y de acuerdo con ese peso es la tarifa del fleteo.

d).- Dimensiones usuales en los barcos.

Las dimensiones usuales de los barcos de acuerdo con su destino son:

BARCOS DE PESCA.

Denominación.	Eslora m.	Manga m.	Calado m.	Tonelaje (Toneles).	Pten. motriz C.V.
Sardineros	12 a 13	4 a 4.5	2	5 a 25	Veleros
Atuneros	17 a 20	5.5 a 6.5	3 a 4	40 a 75	"
Goletas	28	7	3 a 4.5	"	"
Salmoneros	45	-	5	"	"
Balleneros	45 a 80	7 a 10	4 a 4.5	400 " 500	700 a 1 000

BARCOS DE CARGA

Denominación	Eslora m.	Manga m.	Calado m.	Tonelaje Ton. Net.	P. motriz C.V.	Velocid. Nudos.
Veleros	80 a 130	13 a 17	6 a 8.5	4 a 8 000		7 a 12
Cargos M.	110	15	6.90	6 000	2 400	11
"	118	15.70	7.60	8 000	3 600	11
"	134	18.30	8.40	10 000	4 000	12.5
Petroleros	123	16	7.65	8 000	3 100	11.5
"	130	17.50	7.95	10 000	2.850	11
"	167	21	9.35	15 000	4 300	12

Denominación	Eslora m.	Manga m.	Calado m.	Desplaza- miento. Tons.	Potencia C. V.	Velocidad nudos.
Líneas de Amé- rica del Sur.						
Augustus	216.50	25.20	9.15	-	25 000	19 a 20
Id. Mixtos.						
Rochambeau.	163	19.40	8.18	17.300	12 500	17
Compiègne	146	18.07	8.58	16 137	50 000	18
Líneas E.U.A.						
Europa						
Ile de France	241	28	9.75	41 000	52 000	23.5
Magestic	291.50	30.50	11.73	64.000	66.000	24
Aquitania	275	29.05	10.36	49 400	60 000	23
Brémen	285			51 655		26
Normandie	319			60 000	160 000	30
Queen Mary	415			73 000		30

BARCOS DE GUERRA

Tipo	Desplaza- miento	Eslora	Manga	Calado	Potencia	Velocidad
<u>Acorazados.</u>						
Nelson	30 000 p. propio	227	34	9.6	45 000	23
Hood	40 000 cargado					
Bretagne	45 200 "	275	34	10	74 400	31
	32 000 "	205	30	10	75 000	25

PARCOS DE GUERRA

Tipo	Desplazamiento.	Eslora	Manga	Calado	Potencia	Velocidad.
<u>Cruceros.</u>						
Duquesne	10 000 y 13 000	200	20.50	6	120 000	34
Kent.	10 000 y 14 000	203	22	6	80 000	31.5
<u>Porta-aviones.</u>						
Hermes.	11 000	195	27.50	6.10	40 000	25
Furious	22 000	252	29	8	90 000	31
<u>Destroyers.</u>						
Tigre F.	2 600	134	11.60	4.80	52 000	36
Amazone I.	1 330	100	10.15	3.10	35 000	37
<u>Submarinos.</u>						
Pasteur	1 560/2 000	98	9.80	5	6 000/2 000	18.0
L.	.960/1 150	76	7.60	5.60	2 400/1 600	17.10.5

El Ingeniero americano Corthell en el Congreso Internacional de navegación de 1900 basándose en el desarrollo de la navegación hasta esa época hizo diagramas y fórmulas que pretendían preveer las dimensiones en el futuro, así determinaba que en 1923 la más grande embarcación tendría 33 m. de largo. Ahora bien, el Mauretania construido en 1907, ya tenía este largo, esto - - hace ver que no es posible hacer previsiones en esta materia y su estudio. -

hoy puramente documental, le valió al Ing. Corthell el apodo-
do "Poeta de la navegación".

Ante el crecimiento continuo de las dimensiones de las
embarcaciones, y el problema que representan en los puertos,
toda vez que el calado aumenta también constantemente, se ha
pretendido en diversas ocasiones, limitar aquél crecimiento,
con tratados y reglamentaciones internacionales, pero siem-
pre se han rechazado tales iniciativas estimándose que no
son las dimensiones de los barcos las que deben limitarse en
consideración a la de los puertos, sino que estos deben cons-
tantemente adaptarse a aquellos y a las obras marítimas de-
ben hacerse con la mayor amplitud posible en previsión de
crecimientos futuros.

Sin embargo, como en la práctica esto resulta sumamente
oneroso, tal vez que el costo de las obras portuarias aumen-
ta con el cubo de las profundidades según se ha demostrado
con estadísticas, ya en la actualidad se nota la tendencia a
limitar el calado de las embarcaciones a un máximo de 12 m.-
cosa que, por otro lado, ha dado lugar a reducir la propor-
ción de ese calado a la eslora, con demérito de las proposi-
ciones así en los grandes trasatlánticos modernos estas pro-
porciones, es apenas de 0.03 como ya se dijo.

e).- La navegación desde el punto de vista comercial se
clasifica en diversas maneras de acuerdo con las leyes y re-
glamentos de cada país, pero en general se distinguen tres
clases:

- 1o.- Navegación de altura
- 2o.- Navegación de cabotaje internacional.
- 3o.- Navegación de cabotaje

La primera comprende las rutas oceánicas internaciona-
les, su característica primordial es que las embarcaciones
navegan principalmente en Alta Mar, dándose este nombre a la

SECRETARIA DE MARINA
DIRECCION DE HISTORIA
Y CULTURA MARITIMA
BIBLIOTECA CENTRAL

región marítima que está fuera de la vista de las costas.

La navegación de cabotaje es aquella que se hace a la vista de las costas en casi su totalidad, es internacional cuando los puntos extremos de la ruta se encuentran en países diferentes o tocan países diferentes en su ruta. Es local cuando todos los puntos de la ruta se encuentran en un mismo País.

También se suelen definir de cabotaje cuando las embarcaciones no salen de las aguas nacionales, pero este sentido es muy restringido, las aguas nacionales comprendiendo unos 9.5 Km. de anchura a lo largo de las costas solamente y estas son visibles desde distancias mucho mayores de acuerdo con su elevación sobre el mar y la altura del observador sobre éste, teóricamente esta diferencia está dada por la fórmula:

$$D = 3850 (\sqrt{H} + \sqrt{h})$$

donde D es la distancia de visibilidad en Kilómetros, H es la altura del punto dominante de la costa y h la del observador sobre el mar, ambas en metros.

En general las cerranías de gran altura se encuentran alejadas de la costa y esta está formada por pequeñas elevaciones, así, si esas elevaciones fueran de 100 metros y h de 10, D sería de 50 Km. Sin embargo, esa distancia disminuye generalmente por la falta de transparencia de la atmósfera y las condiciones meteorológicas del momento.

Las dimensiones de las embarcaciones tienen relación con la categoría de la navegación a que se destinan siendo las mayores de cada tipo las destinadas a la navegación de altura y las menores al cabotaje local.

Al llegar a los puertos los barcos no pueden navegar a la velocidad ni maniobrar con la comodidad que en alta mar. Los veleros actualmente se mueven dentro de los puertos con sus

motores auxiliares cuando los tienen, los barcos de motor, relativamente pequeños, pueden moverse con sus medios propios, pero los grandes trasatlánticos y los veleros sin motor, deben ser remolcados y acomodados por barcos especiales llamados por su objeto "remolcadores", en Nueva York, en vez de jalar los barcos, son empujados por los remolcadores.

Cuando un puerto se abre directamente al mar, es necesaria una cierta distancia para que los barcos que entran puedan perder su velocidad sin peligro de colisiones, en general se estiman necesarios 1 000 m. para esto. El radio mínimo de las curvas en los canales de entrada y en los ríos navegables se estima que es de 900 m. cuando no hay oleajes ni corriente intensa y de 1 500 a 2 000 m. en caso contrario.

Dentro de los puertos los barcos pueden ir directamente al muelle o necesitan esperar su turno o inspecciones aduanal y sanitaria. En este último caso fondean, esto es se detienen en medio de la rada, antepuerto o dársena y por medio de sus anclas se sostienen. Las anclas son instrumentos de hierro formados de una barra y dos brazos armados de puntas y se bajan con cadenas.- Fig. No. 68.

Las anclas pueden ser simples, rígidas o articuladas, estas últimas que también se llaman de mar para algunos tipos, tienen una articulación que permite desprenderlas con facilidad al levantarlas, en los barcos chicos se usan a veces anclas con varias series de puntas llamadas razones y en las lanchas, un simple peso llamado sumergidor, éstos dos tipos se utilizan principalmente para fondear boyas y rastrear cadenas u objetos en el fondo. Los razones también pueden amarrarse a boyas ancladas permanentemente, las boyas son aparatos flotadores pintados de colores, generalmente de rojo y blanco, con anillos donde se amarran los cables de los barcos.

Cuando un barco llega al muelle, se dice que atraca, generalmente se acerca diagonalmente y se arrojan los cables a

tierra, primero un cable delgado provisto de un peso en el extremo para hacerlo fácilmente arrojadizo y en el otro extremo el cable grueso de amarre, este cable va provisto de una ancha preparada que se introduce en la bita, que es un pequeño poste de fierro fijo en el muelle, o se amarra esta con varias vueltas y el barco con sus malacates tira de los cables y se acerca al muelle.

f).- Conclusiones en relación con las obras marítimas.

No es posible preveer cuáles serán las dimensiones futuras de los barcos, pero de acuerdo con la experiencia parece indicado que seguirán aumentando como medio de competencia entre las empresas navieras y las potencias guerreras. Sin embargo dado que no es posible emplear indefinidamente los puertos existentes que presentan incalculables intereses creados y cuya modificación sería onerosísima, es también de pensarse que el aumento, si bien necesario en cuanto al calado, será en especial en cuanto a las otras dimensiones, por lo tanto debe preveerse un aumento razonable y procurar que posibles extensiones posteriores no invaliden la obra que se hace. Como guía de este criterio, se puede establecer la siguiente tabla que presenta las dimensiones deseables de los barcos en función de las condiciones de los puertos existentes, en cuanto pueden relacionarse con la República Mexicana.

Designación.	Dimensiones extremas actuales. (Excluyendo algunos excepcionales).			Dimensiones deseables.		
	Eslora	Manga	Calado	Eslr.	Manga	Calado
Paquebotes, travesías						
de altura de	291.39	30.68	11.76	305	36	12.50
a	171.83	19.50	7.42	180	23	9
Barcos de						
carga Gral.	144.77	18.48	8.89	160	21	10
Petroleros.	169.06	22.93	10.00	180	24	12

En la actualidad los puertos de la clase mexicana tienen un calado que se procura mantener en 10 m., debe tenderse a ser elevado a 12 m. por lo menos, si se prevé un futuro activo.

Las estructuras y elementos de comunicación de tierra -- así como los medios de manutención de las mercancías son tan importantes como las obras portuarias propiamente dichas, -- pues la rápida carga y descarga de los barcos hace crecer en razón directa la utilidad de los puertos.

3.- Radas.

a).- Su objeto, clasificación: abiertas, cerradas.

Se denominan "radas" a los espacios más o menos protegidos contra los oleajes donde pueden fondear las embarcaciones.

Las radas pueden ser simples lugares frente a la, costas, sin real protección, donde los barcos fondean haciéndose las comunicaciones entre ellos y tierra por medio de lanchones y chalanes que llegan y encallan en la playa en cada viaje. Este procedimiento es rudimentario y sólo se sigue -- cuando la importancia del puerto es mínima.

Si esa importancia crece se establecen desembarcaderos donde los lanchones atracan y desde los cuáles es más rápida y fácil su carga y descarga.

Estos desembarcaderos son en forma generalmente de muelles de madera perpendiculares a la playa y se avanzan poco en el mar. Cuando crece aún más la importancia del puerto, -- se construyen viaductos que llegan a plataformas más o menos extensas a las que atracan los barcos directamente, estas -- estructuras se denominan "Wharves" y generalmente son de -- estructuras de fierro o concreto armado. Actualmente se construye uno de este último material frente al Puerto de --

Progreso, Yuc. Esas radas se denominan abiertas o foráneas y no prestan refugio a las embarcaciones durante los temporales, por lo que son de poca utilidad. Fig. 69.

Cuando las radas se encuentran naturalmente protegidas, se denominan cerradas. En este caso se encuentran las establecidas en bahías, estuarios y lagunas. Fig. 70

Pero generalmente las condiciones naturales no bastan para proteger en forma completamente adecuada a las embarcaciones y, en el caso de las radas cerradas, la entrada debe también acondicionarse con frecuencia.

Para ésto se emplean estructuras denominadas rompeolas o diques. Estas denominaciones corresponden comunmente a estructuras que parten de la costa y van mar adentro, el último, sin embargo, debe reservarse a estructuras aisladas en el mar y que forman verdaderos islotes artificiales. Con estas estructuras se forman bahías artificiales o se completan las naturales y se proveen de entradas. Figs. 71, 72 y 73.

Las radas cerradas son la forma más simple de un puerto pero también existen como parte exterior de los puertos de importancia, para los cuáles forman una primera estructura de despacho rápido de las embarcaciones de escala y de espera, al abrigo de los elementos, de los que van a entrar al puerto, los puertos provistos de radas cerradas, tienen sobre los que no lo están, la ventaja de una capacidad de aceptación de embarcaciones mucho más grandes y una mayor facilidad de despacho en las de escala.

Las radas para ser totalmente útiles, deben de tener fondo suficiente para recibir las mayores embarcaciones que visiten el puerto a cualquier altura de marea. Están protegidas contra los vientos y el oleaje del mar, ser amplias en relación con la intensidad del tráfico y ser fácilmente accesibles aún en condiciones difíciles atmosféricas.

El primer punto depende esencialmente de las condiciones naturales de la rada. La protección puede hacerse completa con las obras ya descritas.

El fondo de la rada para ser útil, debe ser de arena o de limo compacto. Los fondos rocosos y de limo suelto no son convenientes, pues hacen que las anclas se muevan, ese movimiento se denomina en términos marinos "garrear".

b).- Dimensiones de las radas.

La amplitud puede estimarse con las siguientes consideraciones:

Al fondear una embarcación, larga las anclas de proa, una o dos con una longitud de cadena de tres a seis veces la profundidad de la rada de acuerdo con la tenacidad que presente el ancla, esto es, sea que el fondo sea arenoso o rocoso. Como las embarcaciones fondeadas cambian constantemente de posición, alrededor del ancla, por efecto de las variaciones del viento, cada embarcación requerirá un espacio encerrado en un círculo de radio aproximadamente igual a su eslora más la cadena del ancla, Fig. 72, y para una utilización completa de la rada, las anclas deben estar en los vértices de triángulos equiláteros con los lados iguales a ese radio. Fig. 72, así pues, las distancias en fila serán $L + C \div \sqrt{3}$ llamando L la eslora, C la cadena. La distancia entre las hileras será $\frac{D}{\sqrt{3}}$ en fila cabrán:

$$N = \frac{F}{L + C \div \sqrt{3}} - 1$$

barcos siendo F la longitud de la línea considerada y en hilera

$$N = \frac{2H}{D \sqrt{3}} - 1$$

siendo H la longitud de la hilera considerada, a ésto se debe descontar el espacio necesario para la entrada y salida de la rada que en general puede estimarse como un canal de la anchura de la entrada y que vaya hasta la del puerto o hasta el fondo de la rada.

En la Fig. 73 están indicados con círculos las anclas en el fondeadero de una mitad de la rada representada. En la misma forma se pueden establecer en la otra posición.

La entrada a las radas tiene una gran importancia para el servicio de éstas. En general se pueden establecer las siguientes condiciones:

1o.- Debe estar lo más adentro del mar posible para encontrar buena profundidad.

2o.- Debe estar directamente frente a la dirección de las olas. Siendo los dispositivos interiores los que deben proveer a la tranquilidad de las aguas en la rada.

3o.- Debe haber suficiente extensión en la rada frente a la entrada para que los barcos puedan parar al entrar con su velocidad de travesía en tiempo malo. Los vapores pueden dar máquina atrás acortando el espacio necesario pero su mayor longitud respecto a los veleros contrapesa esa condición, en general se estima que son necesarios de 600 a 1 000 m. libres, frente a la entrada.

La entrada debe proteger la rada contra los azolves. Esto también indica la necesidad de que avance mar adentro, sin embargo las corrientes litorales en ese caso pueden producir resacas a la entrada que si bien mantienen los fondos, son peligrosos, para la navegación, por lo que debe ser en este caso entrada más amplia que en caso de no existir esas corrientes.

La anchura de la entrada desde el punto de vista de la

tección debería ser mínima, y desde el punto de vista de la facilidad de las maniobras máximas. Es por lo tanto necesario un término medio, en general se consideran convenientes anchuras de 100 a 250 m. de acuerdo con las condiciones locales.

4.- Ante - puertos.

a).- Definición y objeto.

Cuando dentro de una rada natural existe una primera subdivisión artificial sin llegar al puerto propiamente dicho, se denomina ante-puerto.

Esta estructura es en realidad un intermedio entre las obras exteriores y las interiores y es, en especial, útil en los puertos sujetos a mareas de gran amplitud los cuáles deben cerrarse a marea baja. Los ante-puertos se encuentran abiertos en todo tiempo pero a diferencia de las radas, están totalmente abrigados y a veces tienen estructuras de atraque para las embarcaciones. En los ante-puertos sujetos a mareas de mucha amplitud y que en marea baja no tienen suficiente calado para algunas embarcaciones, frente a los muelles y malecones, se dragan cavidades que permiten mantener en flotación a los barcos durante las mareas bajas, para salir del ante-puerto en marea alta. En los mares con marea reducida pueden los puertos estar formados exclusivamente por el ante-puerto y a la tendencia moderna es construir puertos de esta especie, es decir in puertos ni dársenas cerradas. En Europa, sin embargo, dadas las condiciones de amplitud de las mareas y el poco calado de los puertos ya establecidos, se siguen usando estructuras mas elaboradas y éstas el ante-puerto no es sino un lugar donde los barcos se estacionan antes de entrar a las dársenas.

En este caso, la longitud del ante-puerto, es sólo la indispensable para que los barcos lleguen a él con la velocidad de travesía, paren, como se dijo para las radas.

Los ante-puertos deben estar en prolongación del canal de entrada y permitir el movimiento en línea recta entre la rada o el mar y el puerto propiamente dicho.

b).- Dimensiones.

En 1873 una Comisión Italiana que dió las reglas para el establecimiento racional de los puertos dió la siguiente fórmula para la superficie de los ante-puertos.

$$Za = 3.4 N L M$$

- donde ZA = superficie del ante-puerto
L = la eslora media de los barcos que visitan el pto.
M = la manga de esos barcos.
= un coeficiente de seguridad mayor que la unidad. Puede, en casos medios de intensidad de tráfico, hacerse igual a 1.
N = al número de barcos que se estima estarán al mismo tiempo en el ante-puerto.

La anchura del ante-puerto debe ser suficiente para:

- 1o.- Las maniobras de los barcos que entran y salen.
- 2o.- Para amarrar los barcos que no llegan a tiempo para entrar al puerto.
- 3o.- Para reducir la altura de las olas que entran y producir una superficie tranquila.

Para esto último Stevenson dió la fórmula siguiente:

$$x = H \left(\sqrt{b/B} - 0.027 \sqrt[4]{D} \left(1 + \sqrt{b/B} \right) \right)$$

donde:

- x- la altura reducida de la ola en mts.
- H- la altura de las olas en la entrada, en mts.
- b- la anchura de la entrada en mts.
- D- distancia entre la entrada y el punto considerado - en mts.
- E- Anchura del antepuerto en ese punto. Esta anchura - se mide sobre el arco de círculo trazado con el centro en el centro de la entrada y el radio D. en mts.

Esta fórmula sólo es aplicable estrictamente cuando la profundidad del ante-puerto es uniforme o cuando menos sin cambios bruscos.

La razón $\frac{x}{H}$ fué llamada por Stevenson la potencia reductora del ante-puerto.

Una forma característica que indica las tres divisiones: Rada, ante-puerto y puerto, se encuentra en Salina Cruz, Oax, representado en la Fig. 74.

5.- Puertos.

a).- Su objeto.- Partes de que pueden estar formados, - clasificación según las condiciones de la playa en que se encuentran.

Los puertos propiamente dichos son los lugares destinados a la carga de los barcos y a su abrigo.

Pueden estar precedidos de rada o de ante-puerto o de ambos, pueden también estar formados por un baso abierto artificial directamente al mar como un ante-puerto, por ejemplo, Veracruz, o pueden estar sobre un río que desemboque directamente al mar, sin rada cerrada ni ante-puerto, como Tampico.

Los puertos como estructura característica están equipa-

dos con muelles y malecones que permiten el atraque de los barcos y éstos pueden permanecer indefinidamente en él sin temor a las mareas.

Para esto están equipados con malecones y muelles, esclusas, dársenas y vasos, y diques de carenar.

Se da el nombre de malecón a una estructura paralela a la costa e íntimamente ligada a ella en toda su longitud, está formado generalmente por un muro que soporta un relleno que forma plataforma y a lo largo del cuál pueden atracar los barcos. Un muelle es una estructura similar a la anterior pero que no está íntimamente unida a la playa sino por uno o varios puntos. Puede ser paralela, perpendicular o diagonal respecto a la playa y recibir barcos en dos costados o en uno solo.

Dársena es el lugar ocupado por los barcos atracados a los muelles o malecones, esto es, en general, el pacio entre dos muelles paralelos, o un muelle y un malecón. Vaso es una dársena extensa donde pueden fondear los barcos y evolucionar dentro del puerto.

Las dársenas y vasos pueden estar abiertos directamente hacia el ante-puerto, o separados de él por puertas en estructuras llamadas esclusas.

Esta última disposición se usa en el caso de los puertos en mares de mareas de mucha amplitud en los cuáles a marea baja no sería posible que permanecieran las embardaciones de algún calado.

De acuerdo con esta característica los puertos pueden dividirse en puertos en mares sin marea y puertos en mares con marea importante. Sin embargo la condición determinante es la profundidad en las dársenas y vasos a marea baja, puede el puerto no tener esclusas, si la profundidad es suficiente a marea baja.

Los diques de carenar son estructuras que permiten la reparación de las embarcaciones y son de diversas clases, se llaman secos, los diques en forma de dársenas de que puede retirarse toda el agua, flotantes los que son en forma de embarcación que recibe a la por reparar y la elevan, etc.

En los puertos, además, se encuentran las instalaciones necesarias para la carga y descarga de los barcos (grúas especialmente) para guardar las mercancías (almacenes) y para desalojarlos (F.F.C.C. y Calzadas). Estas instalaciones forman el sector terrestre de las instalaciones portuarias y las completan a fin de que el conjunto pueda llenar sus funciones de liga entre los transportes terrestres y marítimos.

La división del puerto y el ante-puerto es necesaria para dar una clara idea de sus funciones, sin embargo en general se agloba con el nombre de PUERTO al conjunto de ante-puerto y puerto, desde la entrada de la rada o mar hasta las dársenas interiores, y en esta forma se considerarán salvo especificación expresa en lo siguiente:

La protección de los puertos se obtiene con diques y rompe-las, en la forma ya reseñada para los ante-puertos y deben distinguirse dos condiciones diversas:

a) Si el puerto está en costa estable, esto es, no sujeta a aluviones.

b) Si el puerto está en costa no estable, esto es, sujeta a luviones, o sean arénosos, de cantos o mixtos.

b).- Puertos en playas estables.

Los puertos en playas estables, esto es, en general, en costas rocosas en que el peligro de azolvamiento de la entrada no existe, deben tener las siguientes condiciones:

- 1o.- Permitir una organización interior nacional y económica y su desenvolvimiento ulterior.
- 2o.- Constituir un buen abrigo.
- 3o.- Hacer la navegación fácil en todo tiempo.
- 4o.- Ser de una realización fácil y económica y permitir ampliaciones posteriores.

En las costas rocosas, los dragados y excavaciones son muy onerosos, además la cinta litoral es en general estrecha y da pocas facilidades a las instalaciones de tierra y a las comunicaciones con el interior. Por lo tanto comúnmente se establecen estas instalaciones en terraplenes ganados al mar, con pilares de sostenimiento y dársenas y vasos frente a esos terraplenes. Las obras de defensa estarán frente a esos vasos y en general, por lo que precede, serán paralelas a la costa, a una distancia suficiente para permitir las maniobras y evoluciones de las embarcaciones, entre ellas y los muelles. Esta disposición está esquematizada en la Fig. 75 y las ampliaciones posteriores son facilidades de conseguir prolongando las estructuras a lo largo de la costa formando un rosario de vasos.

Cuando la costa forma un entrante algo pronunciado, las obras de protección pueden hacerse por medio de rompeolas que formen una bahía artificial, Fig. No. 76, A a E. En este caso la ampliación del puerto es un problema más difícil y muchas veces costoso, pues, por una parte, es antieconómico hacer obras muy extensas para un puerto de poco movimiento, pero por otra parte, una bahía artificial muy pequeña forzosamente será un serio obstáculo para el futuro crecimiento.

Las obras exteriores deben proteger al puerto contra las tempestades, así pues deben hacerse particularmente robustas, ya que deben resistir y romper toda la energía de las olas del mar abierto.

Si el puerto se encuentra en una bahía, las obras pueden estar constituidas con un rompeolas único, que parta de la costa en un extremo y deje un paso en el otro, entre él y la costa, esto obliga a que ese paso sea particularmente amplio ya que obliga a las embarcaciones a acercarse mucho a la costa. Fig. 76 A.

La bahía puede estar cerrada por dos rompeolas que dejen entre sus extremos, denominados morros el paso. La entrada puede dejarse franca, Fig. 76 B y D ó hacerse que uno de los rompeolas cubra el otro - siendo más largo, esto último protege más contra los oleajes pero obliga a los barcos a entrar con el viento de atrás y en curva, Fig. 76 E.

La entrada también puede protegerse, frente a los morros, con un dique, esto obliga a los barcos a seguir una ruta sinuosa, y a muy pequeña velocidad, y se emplea sobre todo en puertos militares para evitar la entrada de barcos enemigos a velocidad frande.- Fig. 76 E.

Al localizar estas estructuras, generalmente se evitan las grandes profundidades que encarecen mucho la construcción, escogiendo bajos o arrecifes, deben de evitarse las curvas pronunciadas cuando se usan para la construcción - grúas en viaductos, toda vez que estas máquinas no se pueden hacer circular en curvas de menos de 200 a 300 m. de radio.

Como ejemplo de estos puertos se pueden citar:

Traza paralelo a la costa: Marsella Fig. No.77. De un sólo rompeolas: Colombo antes de su ampliación Fig. No.78.

De dos rompeolas y un dique, Gdynia, Polonia, Fig. 79.- Aunque en este caso el dique sigue el alineamiento del rompeolas. El puerto militar forma la sección interior.

c).- Puertos en playas no estables.

Las entradas en estas playas, además de las condiciones arriba enumeradas requieren proteger en la medida de lo posible al puerto y a las embarcaciones contra los aluviones.

Estos aluviones, por razón de la mayor tranquilidad de las aguas en el puerto tienden a depositarse en él y a su entrada.

Se tiene estudiado que las olas no modifican los fondos abajo de una cierta cota que en el Mediterráneo es de -10.m., a esa cota se le ha llamado a veces Línea Neutra de Gornaglia, con el nombre del Ingeniero Italiano que la determinó en Italia.

El conocimiento de esta línea y el estudio de los vientos dominantes y de las corrientes laterales son de primera necesidad para la localización de un puerto.

En todos los puertos, de esos estudios se determina la existencia de una corriente litoral y de una dirección dominante de los vientos. El establecimiento de un espolón o de un rompe-olas perpendicular a la playa, como más arriba vimos, produce un trastorno en el régimen de los aluviones, con efectos que están esquematizados en la Fig. 80.

Los materiales tomados por la corriente desviada en A, van a depositarse en B y en C al perder velocidad la corriente. Cuando el viento se invierte, también lo hacen los depósitos, predominando en último término los efectos de la resultante.

Estos efectos se sienten en los fondos hasta varias veces la longitud de la obra.

Cuando la estructura no es perpendicular a la costa, si no que está inclinada contra los vientos y los efectos que se acentúan.

Cuando la estructura está inclinada en la misma dirección de los vientos, los efectos se atenúan, pues los remolinos en el extremo son más intensos y los depósitos de menor cuantía. El Depósito se forma lejos del morro, aún puede no formarse, Fig. 81. Las curvas de nivel son rechazadas hacia el mar menos aprisa y menos lejos.

Así pues, es de recomendarse que esas estructuras se hagan diagonales, en el mismo sentido de la resultante de los vientos.

Ahora bien, en los lugares que la acción del viento se invierte según la estación del año, a fin de proteger debidamente el puerto, será necesaria la construcción de una 2a. protección, esas protecciones no defienden en forma absoluta al puerto contra los aluviones, pero la cantidad que entre será relativamente pequeña y salvo en casos excepcionales, podrá ser controlada por dragados periódicos.

Es de notarse que en los espolones ya estudiados, para la defensa de las costas en el caso de los puertos son eficaces pues sólo detienen precariamente, en general, la marcha de los aluviones que tarde o temprano siguen su camino a lo largo de las playas. En las playas formadas exclusivamente por aluvión grueso (cantos rodados) sí pueden tener utilidad los espolones que en muchos casos detienen estas aportaciones sobre las que, además, las corrientes litorales no tienen ningún efecto, pues no tienen velocidad suficiente para mantenerlos en suspensión, como ocurre con las arenas.

Así pues, es de recomendarse el trazado con rompeolas convergentes en las siguientes condiciones:

1o.- Deben iniciarse en las playas oblicuamente y volverse hasta hacerse aproximadamente paralelos a ella, a fin de no reproducir perturbaciones que causen remolinos y cambios bruscos de velocidad en las corrientes litorales.

20.- Por este mismo motivo, se deben evitar los cambios bruscos de dirección en los rompe-olas.

30.- Estas obras se deben avanzar hasta el mar hasta profundidades en que las olas no tengan ya acción, con margen suficiente que tomen en cuenta el azolvamiento exterior de la playa.

40.- En las playas arenosas deberá siempre contarse con la necesidad de dragados en la entrada e inmediatamente fuera de ella. Estos dragados pueden hacerse periódicamente, durante la época de calmas y en algunos casos, deben considerarse la posibilidad de dragar fuera del rompe-olas fosas que detengan la arena durante el período de tempestades a fin de mantener la entrada lo más limpia posible. Esas fosas deberán dragar periódicamente. De todos modos si bien es recomendable esa disposición, de rompeolas convergentes que además de las ventajas anteriormente descritas tienen la de dar una mayor tranquilidad a las aguas en el interior, existe un gran número de puertos con rompeolas paralelos. Especialmente los establecidos primitivamente a la desembocadura de ríos de escasa importancia.

Con la disposición de rompeolas paralelos se pretendían varias cosas:

10.- permitir el remolque desde tierra de las embarcaciones que entran o salen. Esto se ha suprimido completamente con el desarrollo del sistema de remolque con barcos especiales.

20.- Producir una corriente de reflujo que mantuviera las entradas libres de arena. Esto fué posible mientras las embarcaciones tuvieron poco calado, ahora se ha encontrado que no es posible esto por el simple efecto de la corriente del río y los mares, y son necesarios dragados.

En cambio tiene los siguientes inconvenientes.

1o.- No disminuyen la altura de las olas, produciendo una fuerte agitación en el canal de entrada.

2o.- No constituyen ante-puertos, obligando a los barcos a permanecer en la rada o entrar hasta puerto, con los inconvenientes de tránsito.

Estas condiciones han sido sancionadas desde el VI Congreso de Navegación Internacional de 1908, con la siguiente conclusión:

"Los rompeolas paralelos, no constituyendo ante-puertos ni presentando ninguna ventaja especial, desde el punto de vista del mantenimiento de las profundidades, su empleo no es de recomendarse, sino en el caso de la entrada de un puerto situado en una laguna que desembogue en un mar de fuerte marea".

Esta excepción está dada porque la laguna forma un vaso de almacenamiento que hace que las corrientes de reflujo sean muy intensas cuando la amplitud de las mareas es grande y permiten el mantenimiento de las profundidades.

Los puertos de Havre, Fécamp, Dunquerque y Calais, entre los principales, tienen rompe-olas paralelos que forman canales de 100, 70, 120 y 135 m. de ancho respectivamente, anchuras a que ha habido necesidad de llegar después de que las estructuras primitivas no deban más que 32, 40, 70 y 100 m.

En esta clase de estructuras, por último, se acostumbra hacer el rompe-olas colocado hacia el rumbo de los vientos dominantes, más largo que el otro.

Es de notarse que en desembocaduras de ríos de caudal importante y cuando el puerto está río arriba en forma que constituye la última porción de esa corriente un antepuerto

suficiente, la estructura más usada en la de rompeolas paralelos que estudiaremos más adelante.

Por último, el problema de los aluviones se ha pretendido solucionar desde la antigüedad por medio de rompeolas en forma de arquerías que pretendían dar libre curso a los aluviones, através de ellos, a fin de evitar su propósito. Todos los puertos así planeados, han sido fracasos tanto que se producen los azolvamientos no obstante esa disposición, como por la agitación del mar en el interior es considerable, en algún caso se pretendió suprimir ésta haciendo dos estructuras inmediatas en los cuales los claros de una correspondían a los machones de la obra, el efecto fué el azolvamiento rápido.

Es de notarse que aún estructuras que parecen representar poca resistencia como los muelles de madera y los de hierro, en algunos casos producen azolves, como en el muelle La Ventosa, Oax. que se construyó al fondo de la ensenada de este nombre y que en dos o tres años quedó totalmente en tierra, cuando con anterioridad a su construcción la línea de playa se había mantenido prácticamente estable y en la actualidad una vez cubierto todo el saliente artificial, se ha mantenido otra vez sin modificaciones.

Como ejemplo de puertos en playas no estables, se pueden citar:

El puerto de Ymuiden en Holanda, con dos escolleras convergentes, Fig. 81.

El saliente aumentó la velocidad de las corrientes laterales que se encontró ser de 1.5 a 2.5 nudos cerca de los muros. Las curvas 8 y 9 avanzaron de 100 a 150 m. en 40 años, pero la de 12 se ha acercado a la playa. La línea de la playa ha permanecido prácticamente la misma.

La entrada tenía 7.70 m. de prof. que se draga constantemente para mantenerla a 9.70 m. en un canal de 300 m. de ancho a lo largo del antepuerto. El volumen de dragado anualmente es

de cerca de 1 000 000 de metros cúbicos.

La entrada del canal de Suez en Port-Said se estableció con dos rompe-olas convergentes. Fig. 82.

En un principio el dique Oeste sólo tenía 2 500 m. de longitud y la entrada se azolvaba por los aportes de limo que venían del Nilo, se prolongó en otros 2 500 m. y actualmente la profundidad se mantiene sin dragados en 10.50 m. antes de la prolongación, los dragados llegaron en algunos años a 2 921 000 m³.

Como ejemplo de fracaso en puertos de rompe-olas paralelos en playas inestables es notable el de Madras en India, Fig. 83.

Estaba constituido por un recinto prácticamente cuadrado con la entrada en el frente.

El azolvamiento se produjo rápidamente al grado de que fué necesario cerrar la entrada y constituir otra al Norte protegida por un rompe-olas paralelo a la playa, en esta forma se ha mantenido más o menos bien, en el muelle sólo hay unos 5 m. de calado, pero tiene un buen fondeadero de 10 m., los dragados necesarios son relativamente pequeños.

d).- Puertos en ríos y en lagunas.

En las playas no estables debe considerarse el caso especial de los puertos establecidos en ríos de cierta importancia con desembocadura directa al mar. En estos ríos no sólo existe el problema de los aluviones de la costa sino de los depósitos que el río hace a su desembocadura, se deben considerar dos condiciones: cuando el mar no tiene marea sensible o cuando ésta es importante.

En el primer caso la resolución general de este problema se busca en la prolongación del canal del río, mar - -

adentro, hasta encontrar fondos en los que los depósitos del río se hallen a profundidades que no estorben a la navegación y se detengan los aluviones. Esta solución no es casi ningún caso completa y se debe auxiliar con dragados, en especial para las profundidades actualmente requeridas en la navegación.

El sistema empleado en general es el de dos rompeolas paralelos que limitan el canal.- La forma más conveniente de estas obras es la rectilínea perpendicular a la costa o diagonal, cuando la dirección de los vientos reinantes es persistente durante el año. También se han usado rompeolas convergentes, pero son difíciles de establecer en general producen la formación de dos obstáculos, uno a la salida natural del río y otro a la entrada del ante-puerto. Los efectos producidos por estas obras, pueden esquematizarse en la siguiente forma:

Si se pusieran dos rompe-olas cóncavas hacia los vientos reinantes, y más largo el más alejado de ellos, se produciría un banco en el lado opuesto y una fosa principal debida a la corriente del río, esta fosa sería en general profunda pero angosta y difícil de seguir, además amenazaría la estabilidad del rompeolas. Fig. 84.

Si se establecen convexos y más largo el más cercano a los vientos, el río tiende a establecer bancos y a divagar entre ellos.- Fig. 85.

Si se establecen rectilíneos y con los morros alineados, en la dirección de los vientos dominantes, éstos tenderán a tener desembarazada la entrada, pero en todos los casos habrá que recurrir generalmente a dragados.- Fig. 86.

Como ejemplo de puerto en río con rompe-olas paralelo se puede citar Tampico.- Fig. 87.

Está constituido por los 20 últimos kilómetros del río Pánuco, que tiene unos 250 m. de ancho y antes de su mejoramiento de 8 a 9 metros de profundidad.

La velocidad en estiaje es de 20 cms. más o menos.

En mareas vivas la corriente se invierte y va a las lagunas del Chairel y Chijol, que forman almacenamiento que se descarga en los reflujos. La marea tiene amplitud media de 60 cms.

Los rompe-olas se conocen con el nombre de escolleras - debido a que estructuralmente pertenecen a esta clasificación aunque impropriadamente, están distantes 300 m. y tienen 2 Km. de longitud. La barra ha avanzado hacia el mar unos 500 m. pero no ha desaparecido y se mantiene entre las escolleras, lo cual indica que su formación actual se debe principalmente al río, la escollera Norte se encontraba destruída en 700 m. y la Sur en 200 m. hasta su reciente reconstrucción.

La corriente litoral va de Sur a Norte y ha depositado arenas contra la escollera Sur, haciendo avanzar la playa, aunque no ha puesto en peligro la extremidad de la escollera por lo que parece que los movimientos de aluviones litorales son relativamente poco importantes.

Al construirse las escolleras la barra sólo dejaba de 3 a 4 metros de agua pero poco después hubo una creciente extraordinaria que arrastró más de 700 000 m³ de azolves dejando el paso en 8.25 m. sobre la barra.

Dragados posteriores la han hecho descender a 10 m. pero las avenidas actualmente vuelven a formar la barra a 6 y 7 m. de profundidad, por lo que hay que mantener un dragado periódico para conservar las condiciones del puerto.

Como ejemplo de puerto en río con rompeolas convergentes pude citarse el de West-Port en Nueva Zelandia, sobre el río Buller. En este caso la amplitud de la marea es grande, 2.90 m. y el caudal del río pequeño. Los rompe-olas tienen 800 m. de separación en su extremo de tierra y 240 en su boca. Fig. 88.

Las arenas avanzaron rápidamente en ambos lados, al principio, pero al llegar a una cierta profundidad se detuvieron. Una corriente litoral mantiene libre la entrada y no hubo que hacer sino un dragado inicial de unos 300 000 m³. El río no presenta barra.

Cuando el río forma un delta la recomendación general es que se busque establecer la entrada del puerto en un brazo secundario pues se estima que el agua en él irá menos cargada de azolves que en el principal y aún se dice que en ríos en que la desembocadura dé frente a los vientos dominantes, el fondo del mar es plano, las materias del arrastre fluvial son densas y no existe corriente litoral, la única solución es producir un delta artificial excavando un canal lateral que desemboque lejos de la zona de influencia de esos materiales, sin embargo es de considerarse muy atentamente el problema que en especial se presente pues en general el romper el equilibrio y régimen de un río desviando una parte más o menos importante de su caudal por un brazo secundario o artificial produce efectos contrarios a los deseables no lográndose la libertad de desembocadura que se esperaba, así en el Danubio, se escogió el brazo menor de los dos porque desemboca ese río al Mar Negro, se construyeron dos escolleras convergentes y sólo se logró el azolvamiento de la playa Sur y un extenso banco frente a la desembocadura en lugares donde antes de las obras se tenían fondos suficientes, requiriéndose el dragado de un largo canal a través de ellos para libertar el paso. Antes de esto se pretendió mantener un canal lateral en esos bancos, en 1922, sin ningún resultado efectivo.

Otro caso es la desembocadura del Grijalva en México, se pretendió dar entrada al puerto de Frontera con un canal lateral que diera un calado de 6 m. (Fig.89).

Este canal prácticamente desapareció a los primeros años de construido y produjo un mayor azolvamiento en la barra de la desembocadura principal.

En términos generales puede decirse que estas soluciones son malas y es preferible procurar mejorar la desembocadura principal de los ríos, salvo en casos especiales.

Cuando el mar tiene mareas de fuerte amplitud en general se puede contar con la fuerza de la corriente de reflujo para libertad aunque sea en parte a la entrada de su barra. En el caso de estuarios profundos las obras sólo tienen por objeto limitar el canal de acceso y hacerlo estable pues en las condiciones naturales tiende a divagar.

En los puertos establecidos en lagunas, el problema es análogo a los anteriores pero es de notarse que las aguas que salen de las lagunas en general están libres de materias en suspensión que ya se han decantado en el vaso. Las obras deben tender a acrecentar la corriente en la entrada, esto es en especial posible en los mares con marea de gran amplitud. En general el problema se resuelve con dos rompeolas rectilíneos y paralelos o ligeramente convergentes cuando es posible.

La característica de los puertos en laguna es que pueden mantenerse relativamente limpios por las corrientes de reflujo y se han tratado de imitar en algunos puertos europeos con vasos artificiales cerrados por esclusas que se abren cuando la marea ya ha bajado y con la corriente producida se limpia el puerto.- Sin embargo, el costo de las instalaciones y la dificultad del manejo, las grandes extensiones de terrenos que se utilizan, la agitación de la corriente produce y que es inevitable pues su acción es tanto mayor cuanto mayor es su velocidad, son otros tantos inconvenientes de este sistema, que está cayendo un completo desuso.

d).- Obras interiores.

Después de las obras de protección vienen las interiores.

Estas también pueden dividirse según la naturaleza del suelo en que se deben hacer, de la siguiente manera:

1o.- Puertos en costa rocosa y abrupta donde no se dispone sino de una faja estrecha para las estructuras de tierra.

2o.- Puertos en terreno suelto excavados atrás de la línea de la playa.

3o.- Puertos marítimos fluviales.

Puertos en costa rocosa.- Se deben establecer tras el dique paralelo a la playa y que para ser económicamente factible no debe cimentarse a más de 20 ó 30 m. de profundidad, por lo que los muelles deberán ser lo más cortos posibles, 150 ó 200 m. cuando más. Al extremo de las dársenas se establecerán lugares más espaciosos para que los barcos puedan dar vuelta (CIABOGAS). Los muelles pueden ser de largo distinto entre ellos.

Por último, el ancho de los muelles deberá ser relativamente grande, de 120 a 130 m. para permitir el establecimiento de almacenes en ellos, y de preferencia serán oblicuos, para que las vías férreas puedan entrar fácilmente a ellos sin extenderse tierra adentro. Uno de los extremos de los muelles generalmente se corta en diagonal en unos 10 m. para establecer una escalera, que así es accesible aún con barcos acoderados en el muelle. - Fig. 90.

Cuando el puerto se establece en playas bajas y sueltas, generalmente el trazado está limitado por las condiciones de construcciones ya existentes y topografía. Se debe pues trazar la red de dársenas de manera a utilizar lo mejor posible la superficie disponible, que puede ser de una forma cualquiera.

Las dársenas se disponen oblicuamente en relación a la ruta de los barcos. En forma semejante a la reseñada más arriba. También se pueden establecer en el fondo de las dársenas, escaleras. La longitud de los muelles puede ser mucho más considerable, de 1 000 a 1 200 m. Su ancho debe ser cuando menos de 150 a 200 m. y generalmente se hacen más anchos en la base que en el extremo ya que el tráfico es mayor en aquel punto.

Las más usuales disposiciones de las dársenas son: en tridente, como los Tilbury y Docks de Londres. Fig. 91 A, en peine, cuando las dársenas son más de tres y los muelles -- forman dientes paralelos, digitales o en racimo. Fig. 91-B.

Stevenson propuso una distribución ideal representada en la Fig. 92, las embarcaciones se mueven en cada una de las escotaduras de los muelles, sin embargo, los movimientos parece serán difíciles y no es de recomendarse sino como lineamiento general.

El ancho de las cárdenas en general será de 180 a 250 m.

Cuando la porción disponible de terrenos no es suficiente al desarrollo del puerto, se gana terreno al mar con rellenos y dragados.

En los puertos en ríos los muelles pueden estar directamente sobre el canal del río o en dársenas excavadas en sus riberas. Fig. 93. La entrada de los vasos y dársenas en este caso debe ser oblicua en relación a la corriente con un ángulo entre 20° y 41° .

Las dársenas se colocan en las riberas cóncavas donde están las mayores profundidades. En las riberas convexas se tendría el pelibro de tener que dragar frecuentemente.

Además de las estructuras de atraque, carga y descarga, los puertos están provistos de los elementos necesarios para la reparación de los barcos, de que se hablará más adelante.

II.- Obras exteriores de los puertos.

1).- Diques, Rompeolas y Escolleras. - a) Generalidades. Partes de que se componen, según el mar en que se constru--

yan, según su construcción.

Ya se definió lo que se entiende por Diques, Rompeolas y Escolleras, palabras primitivamente sinónimas según ya se dijo.

Se ha acostumbrado a clasificar estas estructuras en rompeolas en mares de marea importante y rompeolas en mares sin marea, sin embargo, esta clasificación no es correcta porque no determina ninguna diferencia fundamental en su estructura ni en los procedimientos de construcción, por otra parte, existen infinidad de casos en mares con mareas poro importantes pero aún considerables que no cabrían en esa división, por lo que debe desecharse.

La clasificación mejor es la que se deriva de la forma en que están construídas estas estructuras.

En general se dividen en dos partes, la superestructura que es aquella que está sobre el nivel de marea baja y la infra estructura que es la que está debajo de ese nivel.

De acuerdo con la forma de construcción de la infraestructura los rompeolas se dividen en:

Rompeolas con infraestructura de enrocamiento.
" " " " " mampostería.
" " " " Mixta.

En los primeros la infraestructura está constituída por un pedraplen de roca o de blocks artificiales que toma bajo la acción del agua en talud de equilibrio y que emerge hasta un nivel en el cuál se puede mampostear la superestructura fuera del agua.

Los segundos son aquellos de que la infraestructura forma un Block único, mamposteadado, de paramentos prácticamente verticales, que baja hasta el terreno natural donde reposa.

Los terceros están formados en esta última manera, excepto en que el muro no descansa directamente sobre el fondo natural sino sobre un pedraplén que sólo llega hasta cierta altura bajo el nivel de las aguas bajas.

En todos los tipos la superestructura está formada por un grueso muro mamposteado sobre el que puede haber circulación y que en general tiene un parapeto del lado del mar. Su corona domina de varios metros la altura de las altas aguas.

La construcción de los rompeolas exige un abastecimiento de grandes cantidades de materiales y movimiento de grandes pesos. Estas operaciones exigen un equipo muy potente y numeroso que dá a estos trabajos una fisonomía particular y, por lo que en general en México son obras de Estado.

a).- Enrocamientos.

Pueden estar formados de bloques naturales o de concreto, o de ambos materiales. En general hay economía en emplear piedra natural cuando existe una cantera cercana o accesible, y aún a veces desde considerables distancias, como sucedió en Port-Said en que la pedrera estaba a 200 Kms.

El peso individual de esos bloques naturales es generalmente de 10 a 20 toneladas para los más expuestos, pero a veces se han empleado de 30, 50 y aún 75 toneladas, como en Génova.

Estos bloques pueden tener cualquier forma pero se evita generalmente los muy planos que se rompen con facilidad. Su peso vol. no debe ser menos de 2 200 Kg/m³. y puede subir a 2 800 Kg/m³.

Cuando no existe posibilidad de usar estos bloques naturales, se fabrican artificiales, de concreto o mampostería.

Tienen las siguientes desventajas:

- 1o.- Son más costosos
- 2o.- Son menos densos.
- 3o.- Son muchas veces atacados químicamente por el agua del mar.

Como ventajas tienen:

- 1o.- La de poderse hacer tan grandes como se quiera.
- 2o.- La de poderse hacer de un mismo tamaño y peso.

Estas dos condiciones facilitan mucho su movimiento y manejo en relación a los naturales.

En general en la actualidad sólo se hacen bloques de concreto y ya no de mampostería.

Los bloques artificiales se han hecho de 5 a 50 m.³, el tamaño usual siendo de 10 a 20 m³. El peso vol. de los bloques es de 2 000 a 2 200 Kg/m³.

Resistencia de los enrocamientos.

En un bloque la resistencia a su desalojamiento es proporcional a su volumen y a su densidad y puede expresarse:

$$R_1 = K L^3 d$$

donde "K" es una constante, L³, el volumen y "d" la densidad. Si el bloque está sumergido la fórmula será:

$$R_2 = K' L^3 (d - 1)$$

El esfuerzo del agua para desalojar el bloque será proporcional a la superficie de acción y podrá expresarse:

$$R_3 = K'' L^2$$

De estas consideraciones se deduce:

1o.- Es conveniente colocar el bloque de manera que presente su cara menor al oleaje, su puesta en el lugar, por lo tanto, no es una operación indiferente.

2o.- La relación entre la resistencia y el esfuerzo es proporcional a la dimensión lineal del bloque y a su densidad dentro del agua pue:

$$\frac{R_2}{R_3} = \frac{K'}{K''} L (d - 1)$$

Para que el bloque no se mueva se deberá tener:

$$\frac{R_2}{R_3} > 1$$

Es preciso notar la importancia que tiene la densidad del material usado pues para tener la misma relación R_2/R_3 en dos bloques de diferente densidad, se debe tener:

$$L (d-1) = L_1 (d_1-1) \text{ y } L = \frac{d-1}{d-1} L$$

Para dos bloques, de 2 000 y 2 700 Kg/m³. la relación entre sus dimensiones lineales será:

$$\frac{d-1}{d-1} = \frac{2.7-1}{2-1} = 1.7$$

y el volumen estará en la relación:

$$1 : 1.7^3 \text{ ó } 1 : 5$$

ésto es 5 veces mayor para el menos denso.

El peso en el aire estará en la relación:

$$5 \times \frac{2}{2.7} = 3.7$$

una diferencia en densidad de sólo 1.35 a 1.

Cuando los bloques no están aislados, su resistencia es mucho mayor, por transmitirse los esfuerzos de uno a otro. En un rompeolas los más expuestos son los bloques del paramento de mar afuera, son estos pues los que se hacen de mayores dimensiones.

El perfil de un pedraplén de bloques de dimensiones medias toma diferentes pendientes de equilibrio de acuerdo con la acción de las olas sobre él. Del lado del mar y con la acción de las más fuertes marejadas tomará una pendiente de 1:5 a 1:10 hasta profundidades que pueden variar de 5 a 10 m.; abajo de ese nivel, el talud se mantendrá de 1:1 a 1:2, del lado del puerto y del canal, el talud será de 1:1 a 1:1.5 el talud expuesto a la acción de las olas será pues, el que debe defenderse con bloques más grandes.

En un mar sin mareas los bloques de 5 toneladas dejarán de ser movidos a unos 7 m. de profundidad, los de 500 Kg. a 10 m. la arena continuará a moverse a los 25 mts.

Así pues habrá una cierta profundidad a que los bloques de cierto peso comenzarán a ser removidos, esta profundidad se denomina el nivel crítico. Este nivel crítico será más alto para un mismo material, del lado del puerto que del lado del mar y teóricamente puede establecerse el perfil de rompeolas indicado en la Fig. 94.

Estos niveles críticos deben estudiarse en obras próximas o en estructuras semejantes ya construídas.

Hay interés en aprovechar los bloques que se obtienen de las canteras en su mayor parte; para eso se ha encontrado que se obtienen en una cantera los siguientes porcentajes:

Piedras removidas a pala	15%
Piedra de 3 a 100 Kg. a mano	32%
Bloques de 100 a 1 300 Kg. mov. con grúa .	24%
Bloques de 1 300 a 3 900 Kg.	15%
Bloques de más de 3 900 Kg.	14 %

La piedra de 3 a 100 Kg. sólo es utilizable en profundidades mayores de 10 m.

Es conveniente hacer la selección en la cantera y que llegue la piedra ya por categorías a la obra.

El graduar el material da un porcentaje de huecos menor que el poner piedra de un tamaño uniforme, pero hay que procurar que en una misma capa no haya piedras que tengan una diferencia de volumen mayor de 1 a 3 y que capas sucesivas no lo tengan tampoco pues entonces las piedras pequeñas podrán pasar por los huecos de las grandes y se perderá material por efecto de las olas, que extraerán el material pequeño.

Por otra parte el colocar piedra uniforme tiene la desventaja de dar una proporción muy grande de huecos (hasta de un 40 %) que puede producir oleaje y azolves del lado del puerto.

Por último la colocación estricta por capas y por graduaciones es muy difícil en las condiciones prácticas de trabajo y técnicamente inútil, por lo tanto basta procurar una graduación ruda y buscar la protección eficaz de la porción peligrosa con bloques de gran tamaño.

Los rompeolas únicamente formados por bloques naturales

son poco utilizados y cuando se hacen, los que forman la defensa exterior son encuadrados formando paralelepípedos de grandes dimensiones que son una obra costosa. En general esta defensa se hace con bloques artificiales de concreto.

Estos bloques artificiales pueden colocarse al volteo o acomodados. Para ellos se deja una berma en el enrocamiento generalmente a la cota -6, a -9, esta berma es de 8 a 15 m. de anchura (Marsella 8, a 6 de prof., Orán 9, a 9 de prof).

Las dimensiones usuales son:

10 m ³ .	3.10 x 2.20 x 1.50.
20 "	4.00 x 2.50 x 2.00
40 "	5.50 x 2.90 x 2.50

Teóricamente estos bloques deben presentar su cara menor al oleaje, esto sólo es practicable cuando se acomodan con grúas.

En algunos puertos se han usado bloques de mampostería o concreto de cal, pero no son aconsejables en la técnica usual.

Los enrocamientos de rompeolas se asientan en el fondo y por los movimientos que les transmiten las olas, por esto las superestructuras se hacen en tramos de 6 a 10 m. separados por juntas secas.

Los bloques se colocan en capas de 1 a 3 bloques y en algunos casos toda la parte superior de la superestructura está hecha de estos bloques.

La superestructura en los mares de mareas poco sensibles está formada por un muro de mampostería y se termina por una ampliación llamada morro donde va una luz. La altura de la superestructura debe ser de 2 a 3 m. sobre el nivel medio del mar y ancho mínimo de 4 m. A veces se coloca del lado del mar un parapeto de 2 a 2.50 m. de altura y 2 a 3 m. de ancho.

Para evitar dislocaciones se debe tener en cuenta el no asentar la superestructura sobre materiales de diferente calidad.

La estructura se junta con mortero de cemento tan bajo como el mar lo permita, en general 0.50 m. arriba del nivel medio, después de conformar la infraestructura a ese nivel. La plataforma formada por ella debe ser más ancha que la superestructura. Fig. 95. como se dijo más arriba.

Por último, sobre la cara al mar de la superestructura se coloca el enrocamiento de bloques artificiales de defensa que prolongan el paramento de la infraestructura arriba del nivel medio.

En los mares de marca importante la disposición de la misma, el nivel a que se desplanta es la de las mareas bajas de aguas muertas, a fin de poder trabajar durante marea baja constantemente. Como la altura del muro es entonces considerable y con la alta marea viva se produce una fuerte resaca, la berna de desplante debe estar formada con bloques muy pesados y ser muy ancha debiendo preverse siempre la necesidad de reparaciones después de las grandes tormentas.

La superestructura ayuda mucho a mantener los enrocamientos y muchas de estas estructuras han sido destruidas por insuficiencia o falta de aquella.

Algunos ejemplos de rompeolas son las siguientes:

Marsella, Fig. 96.

Bloque de 14 m³. a razón de 6.8 por metro.

1 300 Kgs.

100 a 1 300 K.

3 a 100 K.

Orán, Fig. 97.

- A Bloques artificiales de 15 m³.
- B Enrocamiento de 2000 a 10 000 Kgs.
- B de 100 a 2 000 Kgs.
- E menos de 1 000.

Casablanca, Fig. 98.

Una variante de este sistema es aquel en que los bloques artificiales de defensa se colocan acomodados hasta cierto punto. Un ejemplo es el rompeolas de Golliera en Génova, Fig. 99.

Los bloques se llevaron a su lugar con grúas flotantes y la primera fila de bloques se colocó con buzos.

En Boloña se protegió todo el paramento hacia el mar con bloques artificiales, Fig. 100.

Un último tipo de rompeolas de enrocamiento que se usa en mares de poca violencia y a profundidades cortas, de 6 a 10 m. es el formado por dos filas de pilotes de madera con una inclinación de 5 a 1, unidos al nivel del mar con atraques de madera. El espacio intermedio se llena con enrocamiento, que es más grueso en el ext. y menos en el interior. Fig. 101.

De la superficie del mar hacia arriba se construye la superestructura de mampostería. Este procedimiento es usado frecuentemente en Alemania. *No puede estimarse como una construcción definitiva* pues la porción de los pilotes sujeta a las oscilaciones de la marea se destruye con cierta rapidez. Para su reparación se cortan los pilotes y se sustituye una parte de enrocamiento de mampostería, lo que significa la reposición total de la superestructura.

b).- Los rompeolas de muro tienen la ventaja sobre los de enrocamiento que el esfuerzo de las olas puede ser única-

mente estático como ondas de oscilación pero deben estar protegidos contra la resaca, por esto se usan casi exclusivamente en fondos rocosos. Necesitan un volumen mucho menor de materiales que los de enrocamiento, pero su construcción es más costosa por tenerse que trabajar bajo el agua. Pueden estar formadas de tres maneras:

1o.- Bloques de concreto acomodados y unidos entre sí por sacos de concreto o concreto introducido entre ellos, o simplemente arrimados.

2o.- Bloques de concreto monolíticos huecos acomodados y sin más liga entre ellos que el cuatrapeo de sus juntas o con concreto en ellas.

3o.- Sacos de concreto acomodados y concreto colado en el lugar.

4o.- Mampostería o concreto construídos con campanas de buzo.

Como dique del primer tipo puede citarse el de Folkestone. Fig. 102, sobre fondo rocoso construído con bloques de 16 a 20 toneladas, cuatrapeadas para romper las juntas del aparejo. Están unidos entre ellos por llaves formadas por concreto en sacos introducidos en cavidades entre ellos.

Se construyó con un puente de servicio de madera a 6 m. sobre la B.M. con dos grúas de 30 tons. que manobraban dos campanas de buzo para 4 hombres cada una, de 3.60 x 3 m. de planta y 1.80 m. de altura, que pesaban 26 tons. en el aire y 4 sumergidas. Con estas campanas se excavó el fondo de 3 a 4 m. en arena hasta un fondo resistente y se niveló la cimentación.

Otra modalidad del primer tipo es el de bloques que son bajados con grúas y acomodados por buzos. Como rompeolas de

esta estructura puede citarse el de Douvres, Fig. 103, los bloques desde el fondo hasta el nivel de la marea baja, fueron colocados sin mortero, se coló un corazón de concreto en su centro; desde la B.M. hacia arriba los bloques se pusieron hacia arriba con mortero de cemento con los paramentos revestidos con granito y un bloque de concreto que forma la base de la superestructura. Los bloques eran de 0.90 a 3.40 m³.

Como rompeolas construídas con bloques flotantes (Caissons) se puede citar Zeebrügge, Bélgica, Fig. 104.

La infraestructura se hizo con caissons de estructura metálica cubierta con concreto que se botaron al agua y llevaron hasta su lugar, hundiéndolos al vaciar concreto en ellos, a marea baja. Sobre ellos se hizo, de concreto, la superestructura, en el lugar. El rompeolas tiene 2 000 m. de largo y los monolitos flotantes 9 x 10 x 25 m. y pesaban 25 toneladas vacíos y de 40 a 50 toneladas llenos. Al estarse construyendo ese rompeolas la resaca produjo una erosión intensa en el fondo que era arcillosa y hubo necesidad de rellenar la excavación con enrocamiento convirtiéndolo en realidad en rompeolas de tipo mixto, en gran parte de su longitud.

Del tercer tipo pueden citarse los rompeolas de Newhaven. Están sobre sacos de concreto de 100 tons. que forman el basamento y el resto es de concreto colado parcialmente bajo el agua, este procedimiento es muy objetable pues el concreto no fraguó en forma perfecta bajo el agua y, sobre todo, hay lavados del cemento que empobrecen la mezcla, en la actualidad se estima necesario *el no hacer colados bajo el agua*. El tiempo entre la marea baja y la alta no basta para asegurar que no haya esos lavados, Fig. 105.

Del tiempo de mamposterías bajo el agua pueden citarse los rompeolas de Saint-Nazaire, están construídos sobre roca, con mampostería don mortero de cemento. Se hicieron por medio de una campaña de buzo para cada rompeolas. Fig. 106.

c).- Diques mixtos. - Estos tienen reunidas las características de los dos anteriores. Hay todas las porciones, desde un muro apoyado en un enrocamiento que sólo forma una regularización del suelo hasta otro que solamente baja un poco del nivel del mar, abajo del cuál se encuentra un enrocamiento importante. Estos diques tienen el peligro de socavaciones por resaca y, además, asentamientos fuertes del enrocamiento, por lo que deben estar adecuadamente protegidos contra los primeros y previstos los segundos con juntas de acomodamiento.

El tipo en que los bloques forman la parte superior de la infraestructura, acomodados en forma de mampostería seca, corresponde el rompeolas de Agha en Algeria representado en la Fig. 107.

Este rompeolas se encuentra muy expuesto, en 1921 se destruyeron aproximadamente 50 m. de la superestructura.

La planta de los bloques acomodados, juntas cuatrapeadas, verticalmente en cada fila, se muestra en la Fig. 107.

Otro rompeolas de este tipo es el de Nápoles, Fig. 108. No está expuesto directamente a las olas del mar abierto y se construyó con muchas precauciones.

La parte profunda está constituida por un enrocamiento de piedra graduada, antes de construir la porción con bloques, se dejaron pasar dos años. Los bloques se arrimaron lo más juntos posible y se reunieron los del paramento exterior con uñas de fierro. Entre cada dos hiladas de bloques se dejó pasar un invierno. El volumen de los bloques es de 20 a 25 m³.

Para no tener que aumentar mucho la potencia de los aparatos elevadores, en la actualidad se usan los bloques celulares:

En Savona, Italia, Fig. 109, sobre el enrocamiento que llega a -8.50, se arrimaron bloques celulares, verticalmente, de manera que correspondieran sus huecos formando pozos, que después se llenaron con concreto.

Así se obtiene un muro compacto pero que puede seguir los movimientos de acomodamiento del enrocamiento. La superestructura se hizo de concreto y uno a los diversos bloques celulares. Esa superestructura se hizo considerable tiempo después. Los bloques celulares de Savona, Fig. 110, pesaban 100 toneladas antes de ser rellenos. Se pusieron en pilas de 5, después de llenados daban una masa de 500 m³. Son de concreto simple.

En el dique de Victor Manuel III en Génova, los bloques son de concreto armado, Fig. 111.

Por último otro tipo de esots rompeolas es el de Barcelona, con una infraestructura de enrocamiento hasta menos 9 y de esa cota a la 12, de caissons celulares coronados por una superestructura de mampostería, la defensa se hizo con grandes bloques artificiales de 35 m³., sin embargo este rompeolas falló, atribuyéndose a la relativa debilidad del encofrado y la superestructura. Fig. 112.

- A, grandes bloques artificiales 35 m³.
- F, 800 m³.
- B y C, material fino y mediano.

En mares de poco oleaje se usan rompeolas de enhuacalados de madera. Estos se preparan en tierra con dos cuadrículas de piezas de madera entre las que se prensan enfaginados de ramas y se amarran. Fig. 113.

Se botan al agua por planos inclinados o se construyen a marera baja en la playa para que al subir la marea floten, se llevan hasta el lugar y se lastran con piedra hasta sumergirlos, después se protegen los lados, uno o los dos, con enrocamientos, se han usado extensamente en EUA pero no pueden consi-

derarse si no como obras provisionales, se recomienda no lle-
guen los enfagnados a ser descubiertos por el agua para evi-
tar su rápida podredumbre. Especialmente están adaptados pa-
ra lagos.

d).- Las proporciones usuales para los bloques de con-
creto usados en estas obras han sido:

1.-	de mortero	2	de grava	(Marsella)
2	"	"	"	(Havre)
3	"	"	"	(Cette).

El mortero tiene de 350 a 550 Kgs. de cemento por me-
tro cúbico.

Otros ejemplos de proporcionamiento se tienen en la -
siguiente tabla:

POR m3.

	Cherbourg	Havre	Casablanca.
Cemento	236	263	205 Kg.
arena	0.52	0.52	0.45 m3.
grava	0.78	0.78	0.90 "

El agua de fraguado es la necesaria, según experien-
cias para un fc de 35 a 40 Kg/cm.2.

Para la fabricación de los bloques se instalan parios
provistos de vías ferreas y aparatos elevadores generalmen-
te de tipo de grúa Goliath. El suelo del patio se prepara -
con pavimento de concreto (300 Kgm. de cemento por metro -
cúbico) y los bloques se cuelan en formas de madera. El --
iso se impermeabiliza con chapopote a fin de que no se - -
pierda agua de colado por absorción, la superficie del pa--
tio debe ser de 2 a 3 veces la ocupada por los bloques y el
número de moldes debe ser 3.3 del número que se pretenda -

colar en un día, 1.0 para colado, 1.0 para los bloques en --
fraguado inicial, 1.0 para desencofrado y armado y el resto --
para reparaciones, esto es 0.3.

Para mover los bloques se pueden dejar dos orificios en su eje, en forma de rectángulo y que lleguen a unas cavida--
des inferiores que se refuerzan con soleras de fierro que --
tienen un orificio que corresponde a los del bloque. Para mo--
verlos se introducen barras de fierro con un gancho en T en --
él y basta darles un movimiento de 90° para que esos ganchos --
se apoyen en las placas y el bloque pueda ser levantado. A --
fin de que los momentos flexionantes sean mínimos los orifi--
cios deben estar entre ellos a una distancia igual a .58 de --
la longitud total del bloque. En vez de este impositivo pue--
den establecerse ranuras en tres de las caras del bloque pa--
ra pasar cables o cadenas, estas ranuras tienen de 18 a 25 --
cms. de profundidad y se preparan en los moldes con formas --
de madera.

El tiempo de fraguado antes de remover los formes es de --
dos a tres días; el de fraguado y curado de 2 a 3 meses. En --
climas muy cálidos se puede reducir a 45 días, aunque sin --
que sea recomendable esto.

El transporte entre el patio de fabricación y la obra --
se hace en plataformas de F.C. Para bloque de 40 tons. como --
máximo se puede emplear el material rodante normal para vía --
ancha, en caso de ser bloque más pesado se necesita equipo es--
pecial.

La colocación de los bloques se puede hacer de 4 maneras:

- 1o.- Con grúa de pluma inclinada o con grúa titán.
- 2o.- Con chalanes.
- 3o.- Con grúas flotantes.
- 4o.- Bloques en forma de cajas flotantes.

Con las grúas colocadas en la porción ya construída del --
rompeolas o en viaductos prov., se tiene la ventaja de una --

sola maniobra. Cuando los bloques son relativamente pequeños, hasta 40 tons. y deben colocarse relativamente cerca, hasta 15 o 18 m. se pueden utilizar grúas de pluma inclinada. Cuando el peso es mayor o la distancia más grande, hasta 40 m. y 100 a 110 tons. se deben usar grúas Titán, estas grúas tienen la pluma horizontal con movimiento sobre un eje vertical, estos aparatos pesan de 200 a 450 tons. y se desalojan de 2 a 4 vías paralelas (4 a 8 rieles). Son aparatos muy costosos y las vías deben tener curvas de no menos de 200 a 250 m. de radio para permitir su paso.

Dado el costo de estos aparatos, cuando no son accesibles se utiliza el procedimiento de chalanes. Los tres procedimientos principales son:

Con chalanes especiales sin fondo en su centro y en los cuáles se acomodan los bloques que se sostienen con cadenas y ganchos y una vez llevados sobre el lugar que deben ocupar se sueltan. Fig. 115-A.

También se pueden emplear chalanes ordinarios, de dos en dos, unidos por vigas que sostienen a los bloques, Fig. 115-B, por último Fig. 115-C, también se han usado chalanes con planos inclinados de rodillos en su cubierta sobre los que se coloca el bloque que es soltado en el momento oportuno.

Estos sistemas tienen el inconveniente de necesitar varias maniobras, pues deben cargarse con una grúa que pasa los bloques del F.C. al chalán, el transporte de éste hasta el lugar y la colocación del bloque. Además, requieren, excepto para el último sistema, de 4 a 5 m. de agua por lo que sólo pueden emplearse en los mares de fuerte marea o para la infraestructura hasta ese nivel; además los bloques sólo quedan colocados rudamente en el lugar que se les asigna y esto produce casi siempre pérdidas de material.

Para obviar estas dificultades se emplean grúas flotantes que pueden ser de pluma diagonal o en cantiliver. En este último caso se traslada el bloque por medio de un carro que corre sobre el puente de la grúa. Fig. A y B.

Es de citarse también el procedimiento de colocar los bloques a volteo desde un viaducto de ferrocarril y las plataformas basculantes, este procedimiento no puede asegurar la colocación de los bloques en un lugar.

El procedimiento de bloques flotantes tiene su principal dificultad en su puesta a flote, lo que hace que se tengan que construir en diques de carena o de lanzamiento costosos y cuya instalación sólo es soportada cuando el número de bloques es muy crecido.

Para el cálculo de estos bloques debe tenerse en cuenta:

1o.- El peso del cuerpo flotante debe ser inferior al del agua que desalojaría si estuviera totalmente sumergido.

2o.- Se denomina centro de carena el centro de gravedad del agua desalojada por el cuerpo flotante y es el punto de aplicación del empuje del agua.

3o.- El centro de carena y el de gravedad del cuerpo flotante deben estar sobre la misma vertical.

4o.- El metacentro debe estar sobre el centro de gravedad dándose el nombre de metacentro al punto donde la recta que pasa por los centros de carena y de gravedad, cuando el cuerpo está en equilibrio, corta a la vertical, del nuevo centro de carena cuando el cuerpo se inclina.

En la Fig. No. 117 tendremos:

- G = centro de gravedad.
P = centro de carena en equilibrio.
P' = centro de carena al inclinarse el cuerpo.
M = Metacentro.

Quando se llena la condición 4, el par formado por el empuje y por el peso tiende a volver al cuerpo a la condición de equilibrio, cuando nó, tiende a volcarlo.

La distancia $\overline{PM} = m$ es igual a: $m = \frac{I}{V}$ donde I es el momento de inercia de la sección del cuerpo flotante en la línea de flotación, en relación a un eje perpendicular a la figura y que pasa por la intersección del agua con la vertical del centro de gravedad, y V es el volumen del agua desalojada.

Quando el centro de carena queda sobre el de gravedad la condición 4a. arriba anunciada está evidentemente llenada, esto sucede cuando el bloque se lastra sea haciendo más grueso el fondo o lastrándolo con agua o arena. Estos bloques cuando son muy grandes se hacen celulares, esto es, divididos en su interior por paredes verticales a fin de darles mayor solidez, el lastrado en este caso se puede hacer en sólo algunas divisiones hasta encontrar las condiciones de flotabilidad deseadas.

En los barcos la distancia del metacentro sobre el centro de gravedad va de 1.20 a 0.70 m.

Estos bloques se utilizan especialmente para las defensas en los coronamientos, infraestructuras mixtas y rompeolas de muro, donde pueden rellenarse de concreto, en seco.

La colocación de los enrocamientos naturales se hace por los mismos medios que los artificiales, los bloques -

profundidades hasta de 10 a 15 m., a profundidades mayores, el tiempo de trabajo se debe reducir a veces hasta a unos cuantos minutos en razón de la presión del agua y la ascensión debe ser muy lenta para evitar accidentes por la descompresión.

Cuando es necesario emplear morteros, se utilizan los aparatos denominados campanas de buzo. Estos son aparatos costosos y de difícil manejo, están formados en general de una cámara con dos compartimientos, el superior, que puede cerrarse, y el inferior, sin piso, que se denomina la cámara de trabajo, de la superior parten uno o varias chimeneas que emergen del agua. El piso superior puede estar reducido a la parte inferior de las chimeneas de acceso, lo cual es el caso más general. Otras veces la campana es cilíndrica, lo cual, si le da mayor solidez, la hace menos útil para trabajos en que debe hacerse por tramos la construcción dejando el menor espacio posible entre ellos.

Esas campanas en general constituyen una embarcación autónoma con todos los aditamentos necesarios. En la Fig. 120 A es la cámara de trabajo, B la esclusa y E la chimenea de entrada.

La campana se sumerge estando la compuerta de A cerrada los trabajadores bajan a B con sus materiales y se cierran. Se expulsa el agua de A con aire comprimido y se aumenta la presión en B hasta igualarla a la de A, se abre A y los trabajadores descienden. A medida que el trabajo progresa la campana se levanta con los malacates del barco. El espacio comprendido entre dos macizos de mampostería se retaca con sacos de concreto posteriormente. Este sistema ha dado muchas dificultades y ha producido con frecuencia trastornos posteriormente a la terminación de la obra porque esas ranuras son muy abiertas y difíciles de convertir en estancas.

Las campanas de grandes dimensiones no pueden estar --

mayores uno a uno y los más pequeños se llevan dentro de cajas movibles que se cargan en las plataformas y después son tomadas y volcadas por las grúas. También se pueden emplear lanchones de fondo movable que se abre sobre el lugar donde se va a depositar el material, este último sistema es el más adecuado para un trabajo activo y permite cubrir rápidamente los materiales menos gruesos con los de los paramentos exteriores, los perfiles teóricos no se siguen estrictamente sino que están sujetos a las condiciones de trabajo.

También puede emplearse en caso de disponer de ellos, de barcos con tolvas que se abren en el momento oportuno, estos barcos no se construyen en general especialmente para esto sino como dragas, y pueden utilizarse en los enrocamientos y pueden llevar un considerable número de toneladas de material, 200 a 500, pero no pueden emplearse sino mientras el enrocamiento no llega a menos de 3 a 4 metros del nivel del mar.

También se usan chalanes basculantes, aunque de menor capacidad y mayor dificultad de maniobra que los de tolva. Fig. 119.

Por último también se usa la colocación con vagonetas basculares desde un puente de servicio, este procedimiento es útil en especial para la porción inmediata a la superficie toda vez que el puente queda protegido en cierto modo por el enrocamiento inferior, pues una de las dificultades principales es su posible destrucción.

Para el trabajo en mamposterías y colados hechos en el lugar se utilizan, cuando las mamposterías son sin mortero, esto es, que los bloques se acomodan simplemente unos junto a otros, buzos provistos de escafandras. El aparato consiste esencialmente de un casco que se cierra sobre el pecho en un collar de cuero y en el cual se mantiene el aire por medio de una compresora, que sirve para dar el aire necesario a la respiración. El traje no es esencial y se usa especialmente para evitar pérdida de calor del cuerpo en mares fríos, los buzos experimentados pueden permanecer varias horas debajo del agua a

suspendidas de un barco, entonces se construyen los llamados caissons flotantes que tienen sobre la cámara de trabajo una de suspensión formada por flotadores que sea que se llenen de agua o de aire, hacen descender en chalanes independien--tes. Otro sistema consiste en apoyar el caisson en gatos -- hidráulicos apoyados sea en el fondo, sea frecuentemente en chalanes acostados al caisson.

2o.- Escolleras.

a).- Definición, objeto, escolleras altas, escolleras bajas, y escolleras discontinuas.

Las escolleras son estructuras semejantes a los rompeolas pero no están destinadas a proteger al puerto contra los oleajes sino a delimitar el canal de entrada a los puertos. Una clara diferencia entre los rompeolas y las escolleras se encuentra por ejemplo en el Puerto de Bicerta en Tunicia, -- los rompeolas limitan la rada cerrada artificial, las escolleras limitan el canal de entrada al puerto moderno. Fg.121.

Su objeto principal es mantener las profundidades en -- ese canal, que en general la tiene mayor que el antepuerto o la rada cerrada donde se encuentra.

b).- Escolleras altas y bajas, continuas y discontinuas.

Las escolleras están constituidas en gral. por un enrocamiento que no pasa del nivel de las mareas bajas y tiene un coronamiento arredondeado p/no oponer obstáculo al rompimiento de las olas, cuando ese enrocamiento forma la totalidad de la estructura se denomina escollera baja, en gral. sobre esa escollera baja se establecía un puente de madera que servía para las maniobras de salida de los barcos de vela, ese puente en los puertos de importancia se sustituía por uno de mampostería c/machones y claros, construyendo una escollera disconti

na, si en vez de esta estructura se forma un muro continuo como en los rompeolas, se denominan escolleras continuas de todos modos, cuando la parte superior de la escollera permanece sobre el agua siempre, se denominan escolleras altas. A veces esas escolleras se prolongan a través de los antepuertos o de las lagunas desde la entrada de la rada hasta la parte del puerto, como el de Túnez (La Goulette) Fig. 122 en este caso generalmente a la larga se atierran las superficies exteriores ganándolas al mar, y constituyendo las escolleras verdaderas estructuras de contención de tierras.

En los puertos donde el canal de acceso es estrecho las escolleras están formadas por muros de bloques y de mampostería colocada por medio de campana de buzo o escafrandras, cuando el canal es ancho pueden estar formadas por enrocamiento. Ambas estructuras son similares a las descritas para los rompeolas.

c).- Las escolleras altas antiguas se constituían sobre las bajas casi exclusivamente de madera en forma de viaductos Fig. 123, estos puentes deben hacerse de mucha solidez, pues deben resistir frecuentemente los choques de los barcos.

Estas estructuras se hacen lo más independientes posible de la infraestructura a fin de permitir su reparación sin dañar a aquella.

La pasarela superior está en general de 2 a 3 m. sobre las altas aguas. La poca solidez y duración de estos puentes ha hecho que en la actualidad se hagan de concreto armado cuando son necesarios, su ejemplo es la escollera de Calais, Fig. 124, tiene 330 m. de largo y se cimentó sobre caissons perdidos, de concreto, descendidos a cotas de -5 a -8; la infraestructura es de mampostería, la superestructura de concreto armado.

Las escolleras de muro continuo son semejantes a los rompeolas y sólo se diferencian en su superestructura que tiene dos parapetos en vez del único que estos tienen hacia el mar.

d).- Para las escolleras bajas se usa mucho el sistema de enfaginados haciéndolos cada vez más angostos y cargándolos con piedra o arena. De este tipo son las escolleras Hock en Holanda tienen 2 000 m. y 2 300 m. de largo. Están formadas de enfaginados lastrados con piedra que forman capas de un metro aproximadamente de espesor y fijados con pilotes de fresno. Los enfaginados están colocados de manera que forman taludes de 1 : 1 y 1.25 : 1, el lastre es de 500 Kgn. por metro cuadrado. En marea alta, balizas y luces indican la localización de la escollera, Fig. 125.

Otro procedimiento es el de formar dos pilas de enfaginados que llegan hasta el nivel de las mareas bajas y rellenar el intermedio con arena de dragados.

Por último, otro procedimiento es formar un montículo de arena y protegerlo con enfaginados del lado más expuesto como se hizo en otra sección del mismo puerto de Hock Fig. 126. En este trabajo se protegió primero el fondo con un colchón de enfaginado "A", se colocó arena protegiéndola del lado más expuesto, al llegar el invierno se suspendió el trabajo protegiendo toda la estructura con el enfaginado "B" y se continuó la obra posteriormente en la misma forma, la superficie de enfaginados hundida en cada marea era de 1 000 m². aproximadamente. El coronamiento está protegido por un zampeado de basalto retenido con estacones que lo atraviesan. Los taludes, están cubiertos con una capa de enrocamiento.

III.- OBRAS INTERIORES.

1o.- Malecones.

a).- Definición, dimensiones y sobrecargas.

El malecón es una estructura paralela a la costa o ribera, dentro de la bahía, dársena o río, esto es, en el interior del puerto y que sirve para proteger la playa, para el atraque de las embarcaciones y para la carga y descarga de éstas.

La longitud de estos muros depende forzosamente de la importancia del puerto y de sus condiciones especiales topográficas. En general, en puertos de primera clase o de altura los malecones deben tener como longitud mínima la necesaria para que un barco de los mayores que llegan al puerto al atracar tenga protegidos sus dos extremos, esto es, la longitud del malecón debe exceder a la del mayor barco, en 10 ó 15 m.

Es imposible prever las longitudes a que llegarán las embarcaciones en el futuro, todas las reglas que se han intentado se han visto frustradas por la práctica, excediendo con mucho las dimensiones de los barcos construídos a las previstas por esas reglas, en plazos muy cortos, por lo tanto no se puede expresar con seguridad durante cuanto tiempo será útil una cierta longitud. En la actualidad ya se requieren longitudes de 400 m. para los barcos mayores. La anchura de las obras del malecón depende casi exclusivamente de las condiciones de la costa o ribera en que deba construirse y del calado que deba darse al frente del muro.

En una bahía extensa donde pueda avanzarse dentro de ella cuando sea necesario para encontrar las condiciones de profundidad pedidas, será esta condición la que determine el alineamiento del malecón y la anchura de su plataforma. En la Fig. No. 127 si el calado buscado debe ser de 5 m. el malecón será del ancho AC si la profundidad debe ser 10 m. el ancho será BC.

En los ríos existe otra limitación: el escurrimiento libre de las aguas. Se establece un canal mínimo de escurri-

miento para evitar que con estrechamientos mayores se modifique desfavorablemente el régimen de la corriente, con depósitos o socavaciones y que por otra parte no se estorbe la navegación. Hasta la línea AD, Fig. 128 se pueden construir muro de malecón, sin embargo, si la anchura del río es considerable, se puede avanzar con estructuras que permitan el paso de las aguas a través de ellas, hasta otra línea más hacia el centro del canal representada en la Fig. por BF. Estas condiciones son especiales para cada caso.

La anchura útil se estima de 12 a 15 m. para malecones que se van a usar para el manejo de poca carga, para malecones comerciales de importancia, la anchura debe ser de 45 m. (barcos de 10 000 Tons) Una regla usual para la superficie útil de los malecones es de 1.44 m². por tonelada de los barcos servidos. Estas anchuras son las que deben reservarse para el movimiento de los malecones, la extensión de la obra hacia tierra, como ya se dijo, rellenos y plataforma, estará dada por las condiciones topográficas del lugar. La altura de los malecones se hace en general de 2 m. arriba de la marea alta máxima.

b).- Los malecones se dividen en:

1o.- Malecones de muro.

2o.- Malecones de pilotes.

3o.- Malecones mixtos.

1o.- Los malecones de muro están formados por un muro, generalmente de bloques de concreto o mampostería ciclópea y raramente de concreto armado que descansa en un fondo resistente, roca, detrás del cuál hay un relleno que descansa en el muro y cuya superficie pavimentada es la plataforma del malecón. El muro puede ser continuo o estar formado de pilastras unidas en la parte superior don la plataforma, este tipo se denomina discontinuo.

2.- Los malecones de pilotes están formados por pilotes que trabajan como columnas en caso de llegar a terreno resistente o por fricción si no lo alcanzan. Estos pilotes están, en general, contraventeados en la porción que ya no es alcanzada por las aguas y tienen en la parte superior una serie de vigas y polines y una plataforma de madera. El sostenimiento del terreno de la ribera puede hacerse en dos formas:

1o.- Por talud natural, Fig. 129 A, este sistema se usa cuando el talud natural de la playa o ribera es estable y se encuentra suficientemente lejos de la línea marcada como máximo avance del malecón.

II.- Ataguía posterior. Se usa generalmente cuando aunque el material sea estable, no se encuentra suficiente profundidad en el alineamiento fijado y hay necesidad de dragar, se usa también cuando es necesario dejar paso al agua a través de la estructura y cuando, en muelles de madera, no existen animales marinos destructores (Teredo navalis y Broca) o se protege, creosotando o enchapopotando la madera. Fig. 129B.

III.- Por ataguía de frente, cuando no hay suficiente profundidad y no hay necesidad de dejar paso a través al agua pero, por otra parte, es necesario proteger la estructura contra el Teredo. Fig. 130.

3.- Malecones Mixtos.- Están cimentados sobre pilotes que llegan aproximadamente al nivel de la marea baja y sobre los cuales se desplanta un muro de mampostería. Al nivel de la cabeza de los pilotes hay una plataforma que soporta un relleno hasta el nivel de la corona del muro, Fig. 131. Sirve de intermedio entre el tipo de muro y el de pilotes cuando se necesita dejar paso al agua.

c).- Estabilidad de los malecones.

1o.- Cimentación por superficie.- La cimentación por --

superficie se usa cuando el subsuelo resistente está a poca profundidad bajo el fondo, 3 m. como máximo generalmente en muros de primer orden, en malecones de muro, y cuando esa superficie se encuentra lejana del fondo, pero accesible a los pilotes, 3 a 15 m. generalmente, con malecones de este tipo o mixtos.

En los malecones de muro, una vez descubierta la capa resistente por medio de dragados y buzos se coloca una cama de sacos de cemento o enrocamiento acomodado con buzos hasta formar una superficie unida (Fig. 132) con inclinación de 1 : 10 hacia abajo y hacia tierra, DA', generalmente.

Sobre esa cama se desplanta el muro con bloques de concreto o mampostería, cuando se puede trabajar en seco por algún procedimiento, pero siendo el sistema general el de bloques el paramento CD se hace con inclinación 1 : 10, esto es, perpendicular a DA, hasta el nivel de la MAM y después hasta el coronamiento, vertical.

El pie del muro hacia el mar cuando hay peligro de erosiones se protege con piedra volteada hasta una cota que deje libre la plataforma del calado necesario, en puertos de primer orden de 10 m. a 12 m. a marea baja, aunque hay que hacer notar que los modernos transatlánticos tienden a aumentar esta dimensión a 13 m.

Por la parte posterior se coloca contra el muro un talud de piedra suelta (rip-rap) que sirve para hacer la presión del relleno menor como se verá después, en caso de que el relleno se haga con material coherente y compacto, con ángulo de reposo grande, no hay necesidad de usar rip-rap.

La corona de estos muros se hace generalmente de 1 m. de grueso y está chapeada con bloques de piedra dura preferentemente granito, del cuál el más estimado es el de Noruega, del cuál se hicieron los malecones de Salina Cruz. Atras de ese chapeo

y abajo de un metro desde el coronamiento el muro se hace, hasta el nivel de la marea alta con mampostería de 2a. o concreto colado en el lugar. Para absorber los asentamientos se acostumbra dejar juntas de acomodamiento verticales en estos muros, cada 20 m. aproximadamente, que a veces se calafatean posteriormente, sin que esto sea indispensable.

Los bloques de concreto desde el nivel del mar hasta la base general y de acuerdo con la importancia del muro se hacen paralelepípedos, de una altura igual aproximadamente a la mitad de la longitud y un ancho un poco mayor, el peso es de 13 a 72 toneladas métricas y considerándole un peso volumétrico al concreto de 2.200 Kg/m³. las dimensiones límites serían de 2.5 x 1.25 x 2 m. para los menores y 4.50 x 2.25 x 3.50 m. para los mayores, aproximadamente, se hacen de caras planas, pero a veces y cuando se requiere una mayor cohesión, con estrías cóncavas que corresponden a las de los bloques adyacentes dejando canales verticales que se rellenan con concreto posteriormente.

Para mover los bloques se dejan en su cara superior concavidades donde queda prisionera una agarradora de fierro por la que se penden ganchos y cadenas.

Estos bloques se cuelan en la playa y se mueven en plataformas de ferrocarril. La grúa utilizada para la carga es generalmente del tipo llamado "goliath", que es un puente de estructura metálica montado en trucks y sobre el cuál corre un carro con el malacate de elevación. Fig. 133.

Se transporta el bloque hasta un viaducto provisional inmediato al lugar donde se deba colocar y se baja y se coloca con una grúa en general del tipo "Titán" formada por una viga metálica horizontal apoyada en cantiliver sobre una columna que corre sobre trucks en el viaducto, tiene un movimiento de rotación y un sistema de elevación de los bloques que le permiten tomarlos de la plataforma y hacerlos descender a su lugar. Fig. 133-B.

Estos bloques se colocan generalmente en forma horizontal en sus aristas largas y se cuatrapean, Fig. A 134, para formar el paramento del mar con cierta inclinación hacia tierra como arriba se dice. Sin embargo, últimamente se está acostumbrando colocarlos en cierta inclinación, con esta disposición se pretende disminuir los efectos de los asentamientos pues cada bloque hace efecto de cuña y se acomoda automáticamente al ceder la cimentación. Estos muros se completan en su parte alta con el muro de mampostería de que ya se habló, Fig. 134.

El paramento hacia tierra se hace escalonado de acuerdo con los tamaños y las dimensiones de los bloques, pero es de notarse que en una obra es conveniente que todos los bloques sean de la misma dimensión, por economía en la fabricación y standardización del manejo, colocándolos sea en varias hileras a tizón o al hilo, para dar los diferentes gruesos requeridos en el muro.

Para el cálculo de la estabilidad de estas estructuras, se considera que la presión del agua hasta la altura de la marea media se ejerce en ambos paramentos, toda vez que siempre se encuentra sumergido en agua el relleno a partir de ese nivel hacia abajo. Debe también considerarse que los materiales sumergidos pierden peso y su ángulo de reposo decrece.

Se considera como sección resistente la comprendida entre el paramento del mar al nivel de la corona, una horizontal que pase por el ángulo inferior y exterior del pie del muro y una vertical elevada desde la intersección de esa horizontal con el paramento interior del muro, en la figura 132 ABCD. El peso por metro lineal de muro, se calcula tomando separadamente el de cada porción de material distinto dentro del agua o en seco, en la figura sería:

Concreto dentro del agua 12-D-A. 1-2-3-4-5-6-K-12.

Mampostería fuera del agua K-12-C-Q-8-7-K.

Relleno de rip-rap en el agua L-2-3-4-5-6-K-10-1.

Rip-Rap fuera del agua K-7-8-13-12-11-10-K.

Relleno de tierra fuera del agua 11,12,13,Q-B-11.

Puede haber también relleno de tierra dentro del agua, según el diseño que se adopte, o no haber rip-rap.

Calculados estos pesos, se determina el centro de gravedad de cada una de las figuras y se componen los pesos para encontrar la vertical de acción de los componentes y se suman para encontrar su intensidad GL.

La presión del relleno se calcula determinando primero la cuña del material que obra sobre la vertical AB y que es compuesta del triángulo de rip-rap A-M-11 despreciando la pequeña porción de mampostería y el pequeño triángulo de la parte superior que no tienen importancia, la línea AM -- tiene una inclinación con la vertical igual a $45^\circ - \theta/2$ siendo θ el ángulo de reposo del rip-rap dentro del agua. El triángulo M,14, N, de tierra dentro del agua, MN tiene una inclinación $45 - \theta_2/2$, siendo θ_2 el ángulo de reposo del material dentro del agua. El trapecio 10, N, O, B, siendo NO con la inclinación $45 - \theta_3/2$ y θ_3 la correspondiente al material seco y por último, el rectángulo O, B, P, T, que es la carga viva. Esta carga viva se considera en los malecones de 3 500 Kg/m² generalmente. La suma de los pesos así encontrados en un funicular J. H, I, se representa a escala con la vertical HJ, desde J se levanta una línea con la inclinación AM y la horizontal HI representa la presión ejercida sobre el muro, esta presión se puede calcular si el procedimiento gráfico no satisface, pues se conocen tres elementos del triángulo JHI. El centro de presiones, esto es el punto donde está aplicado HI se considera sobre AB a .4 de la altura del muro, esto es un poco más arriba que en los muros con presión hidrostática de un solo lado y

en los que está a $1/3$ h.

La presión así obtenida se compone con el peso resistente, según sus líneas de acción obteniéndose GS como resultante, que debe caer dentro del tercio medio de la base.

Para considerar el muro estable y económico el coeficiente de seguridad de volcamiento tiene que aproximarse a 2.5 - siendo la diferencia en más.

Este coeficiente es la relación entre las distancias DF y FE, esto es, entre donde el peso resistente corta a la base considerada, y el tajón del muro y la distancia en que el peso resistente corta a esa base donde la resultante también la corta.

Los datos generalmente usados en estos proyectos pueden resumirse en la siguiente forma:

Peso, ángulo de reposo y talud de varios materiales.

MATERIAL	Talud Mat.		Angulo reposo		P e s o en m3.		
	Seco	en agua	Seco	en agua	Seco	Agua	Dul. A. Sal
Grava y arcilla	1.33 : 1	3 : 1	36°53'	18°26'	1 600	1 040	
" " arena	1.33 : 1	3 : 1	36°53'	18°26'	1 600	1 040	
Arena	1.5 : 1	2 : 1	33°41'	26°34'	1 440	960	
Grava arena y arcilla	1.33 : 1	3 : 1	36°53'	18°26'	1 600	1 040	
Arcilla compacta	1.75 : 1	3.5 : 1	29°44'	15°57'	1 600	1 280	
Grava	1.33 : 1	2 : 1	36°53'	26°34'	1 600	960	
Tierra	1.5 : 1	2.5 : 1	33°41'	15°57'	1 600	1 120	
Roca alterada suave	1.33 : 1	1 : 1	36°53'	45°00'	1 600	1 040	
Roca alterada dura (rip-rap)	1 : 1	1 : 1	45°00'	45°00'	1 600	1 040	
Mampostería cemento (granito, riolita)					2 640	1 640	1 616
Areniscas, calizas					2 240	1 240	1 216
Mamp. 2a. granito riolita					2 480	1 480	1 456
" 2a. areniscas.					2 080	1 080	1 056
Mamp. seca, granito, riolita.					2 080	1 080	1 056
" " areniscas, calizas.					1 760	760	746
Concreto simple.					2 320	1 320	1 296
" ciclópeo					2 480	1 480	1 456

El agua del mar pesa 1 024 Kg. por m3 aproximadamente.

En caso de muros discontinuos el procedimiento es el mismo formando columnas o machones entre los que el material de relleno se mantiene con su talud natural, ese material es generalmente piedra volteada.

Cuando la capa resistente no es accesible directamente por dragado, se utiliza la cimentación por pilotes que lleguen a ella, cada pilote trabaja como columna.

Los pilotes son cuerpos aproximadamente cilíndricos, de sección octagonal o cuadrada, alargados, con punta en su extremo.

Los más usados son los de madera, que son aproximadamente cilíndricos; generalmente de 15 cm. pero preferiblemente no menos de 20 cm. de diámetro, en su extremo delgado y hasta 43 cm. pero preferentemente no más de 35 cm. en su extremo grueso. La cabeza está generalmente endurecida a fuego y se protege sea con un anillo de metal o con una pieza de fundición, contra los golpes del martinete.

Los pilotes de concreto pueden ser hasta de 50 cm. por lado, los cuadrados, armados, y no se usan de una longitud de más de 26 m.

El cálculo puede hacerse con las fórmulas de Euler, de Rankine o de la línea recta. Recordaremos la de Rankine que es de fácil aplicación, la fórmula es:

$$\frac{P}{A} = \frac{S}{\phi \left(\frac{e}{r} \right)^2}$$

donde P es la carga, A el área de la sección y S la fatiga de seguridad. ϕ un coeficiente que varía con el material y el modo de apoya (empotrado de los dos extremos redondos), E la longitud del pilote no soportada, r el radio de giración, dándose en kilos las presiones en cm. y cm², las distancias y áreas.

Los pilotes se pueden considerar como con un extremo redondo y el otro empotrado, Fig. 135 a, o con los dos redondos Fig. 135 b, no es conveniente tomar los dos extremos como empotrados.

ϕ será

Material	ϕ a	ϕ b	S
Madera	$\frac{1.95}{3\ 000}$	$\frac{4}{3\ 000}$	9 Kg/cm ²
Concreto	$\frac{1.95}{3\ 000}$	$\frac{4}{3\ 000}$	14 Kg/cm ²

$r = \frac{d}{4}$ para los pilotes de madera y redondos o exagonales (aproximadamente) de concreto.

$r = .2887 d$ para los cuadrados de concreto.

Los pilotes de concreto se arman, pero ese armado no influye en la resistencia a la compresión porque en el extremo el concreto es simple y de él depende la resistencia del pilote.

Los pilotes pueden, en esta clase de construcciones, ponerse tan cerca como sea necesario, cuando no están creosotados, se puede llevarse hasta 18 Kg/cm². pero es de tenerse en cuenta que la protección es prácticamente indispensable en estos trabajos para hacerlos durar el promedio de 10 años. Si se les asigna, el creosotado disminuye la resistencia en un 20%.

2. Cimentación por fricción.

En este caso, cuando los pilotes se clavan con martinete de caída libre, la fórmula que da su resistencia es:

$$P = \frac{6.56 Wh}{.27 S + 1}$$

en que W es el peso del martinete en Kg., h es la caída en metros, S es lo que descendió el pilote en el último golpe y P es el peso que el pilote puede soportar.

Generalmente el último golpe se considera como S es igual o menor de 2 cm. siempre que no haya rebote importante, si lo hay es que la caída es muy grande o el peso muy pequeño y deben modificarse esas condiciones.

Esta fórmula es empírica y sólo da una idea aproximada de la resistencia.

Anteriormente se acostumbraba clavar una serie de pilotes alrededor de un punto cercano, esta práctica es indebida pues rompe las condiciones de cohesión del subsuelo y hace que los pilotes centrales no puedan recibir sino una porción muy pequeña de la carga en comparación con un pilote aislado. La distancia mínima entre dos pilotes debe ser de 1 m. y es preferible que sea mayor.

Los esfuerzos que estas cimentaciones son capaces de resistir varían con el terreno, por lo que es necesario poner pilotes de prueba antes de **emprender un proyecto definitivo**.

Generalmente se limita el peso por soportar en cada pilote a 20 toneladas en los de madera y 50 en los de concreto.

La ventaja esencial de la madera es su baratura, la de concreto su duración.

3) Tablicstacas.

En términos generales el cálculo de los esfuerzos en las

tablicstacas y la profundidad a que deben llegar es la siguiente:

$$P_1 = W_1 + W_2 + W_3$$

$$P_2 = W_4$$

donde

P_1 y P_2 = Empujes

W_1 = peso del prisma de relleno en seco.

W_2 = id. en agua.

W_3 = sobrecarga

W_4 = prisma relleno exterior



tomando momentos en relación a A.

$$\frac{2}{3} P_1 (a + x) = P_2 (a + \frac{2}{3}x)$$

la única incógnita es x, resolviendo la ecuación

$$x = \frac{3P_2a - 2P_1a}{2P_1 - 2P_2}$$

Llamando T la tensión en A, $T = P_1 - P_2$

SECRETARIA DE HACIENDA
DIRECCION DE ECONOMIA
BIBLIOTECA CENTRAL

La presión hidráulica no se considera por estimarse el tabliestacado como permeable.

Esta tensión puede tomarse directamente con un tirante anclado o recibirse en forma de compresión por un pilote inclinado. Fig. 137.

Las uniones en piezas de madera deben hacerse en forma de que dependan de las secciones y colocación de los cortes de la madera y no de placas o tornillos metálicos. Estos, de usarse, deben ir bien protegidos y si es posible ser galvanizados.

Cargas vivas en los malecones de pilotes: sobre la plataforma se considera el 100% de la carga viva, en términos generales 3 000 Kg/m², por plataforma se entienden los tablonnes y los polines y vigas. En cabezales y trabes, el 80% de la carga y en las columnas y pilotes el 75% de esa carga.

El peso propio se considera en un 100% para cada estructura.

d).- Accesorios de los malecones.

Escalas.

Para un embarque y desembarque de pasajeros y mercancías en pequeña cantidad se usan escaleras de dos tipos, escala marina y escalera común.

La escala marinera está formada por dos montantes, generalmente de solera de fierro, y escalones de fierro redondo, la anchura típica es de 0.40 m., el peralte de 0.30 m. se alojan en huecos del muro, pues no deben sobresalir y es preferible que tampoco salgas hasta la plataforma sino que sólo un primer escalón se fije en ella en la forma indicada en la figura No. 138, en los malecones de madera se colocan escalas

de este mismo material, generalmente sólo en los extremos - en las caras perpendiculares el frente principal. Las escalas bajan hasta el nivel de las más bajas aguas.

Las escaleras se hacen con una inclinación máxima de 3 a 2, no deben sobresalir del plano general del muro y deben subir en el mismo sentido de la corriente, si la hay. También se usan escaleras de sólo 30 cm. de ancho, en este caso deben llevar un pasamanos de tubo de fierro en el lado del muro.

Las escaleras y escalas se colocan según las necesidades, siendo la distancia tipo 30 m.

Para amarrar los barcos se usan las bitas, los cabrestantes y los arganeos. Las bitas son pequeñas columnas o ganchos de fierro fundido anclados en la plataforma del malecón pueden tener dos posiciones, dentro de la plataforma y en la guarnición de ésta, en el primer caso generalmente se prolongan bajo el piso de 1 m. a 1.30, tienen unos 0.35 m. de diámetro y 90 cm. de altura libre, en la base para dar mejor anclaje tienen una base plana hasta de un metro por lado, - - otras formas se anclan con pernos.

Quando están en la guarnición se anclan con tirantes. -
Fig. 140 A y B.

Hay muchos tipos, los principales están ilustrados en las dos figuras arriba indicadas y la 141 A.

Los arganeos son argollas de fierro colocadas en nichos en el paramento del muro. Fig. 141 B.

Se colocan arganeos y bitas cada 25 o 30 m., con un mínimo de 12 m. en malecones de pesca. El cabrestante es un bita con una polea en su parte superior, para maniobras, Fig. 141 B, a veces con motor propio.

e).- Procedimientos de construcción.

lo.- Al aire libre.

La construcción de los malecones difiere fundamentalmente cuando se debe hacer en un lugar cubierto por el agua y cuando se hace en un lugar seco.

En seco se hacen cuando se van a excavar dársenas y vasos en la costa o en la ribera de un río, en el agua cuando se va a ganar terreno al mar o al río.

Los procedimientos de construcción en tierra no difieren de los de las obras generales de Ingeniería Civil. Existen sin embargo algunos procedimientos característicos de las obras marítimas, uno de ellos es el trabajo "a la marea", esto es, cuando el lugar donde se debe levantar el malecón no es descubierto durante la marea baja, en este caso se tiene que suspender el trabajo al subir ésta, las mamposterías se cubren con un aplanado de cemento fraguado rápido que se quita antes de emprender otra vez el trabajo en las partes que deben continuarse. Este procedimiento no es posible sino en las costas sujetas a mareas de gran amplitud. En América únicamente en la bahía de Fundy (Nueva Escocia) y en el estrecho de Magallanes.

En general se debe hacer una excavación para llegar al terreno firme, esa excavación cuando se hace en arena, que es el caso común, requiere para mantenerse taludes muy tendidos que en general no son económicos; para limitar las excavaciones se ademan, generalmente con madera, pero en estas obras aún cuando se hagan a cierta distancia del mar o río, debe preverse siempre la necesidad de bombear el agua que llegue a ellas por filtración, se debe contar pues con un importante equipo de bombeo, actualmente de centrífugas. Existen equipos especiales para este objeto y formados por una red de tubos verticales clavados en el suelo alrededor de la excavación.

y por los cuales se bombea el agua. En climas fríos se usa también el procedimiento de congelar el agua subsuperficial formando una pantalla de hielo alrededor de la excavación, por un sistema frigorífico introducido en el terreno, ese sistema no es usable en México. El sistema común es el de bombas que achican el agua directamente de la excavación, en el fondo de la cuál se conserva un canal para coleccionar el agua y llevarla a los tubos de succión de las bombas.

Cuando el trabajo debe hacerse en lugares siempre cubiertos por el agua se usa el procedimiento de encofrados hechos generalmente por dos tablistacados rellenos de material terroso, el preferible es la arcilla pero en las cercanías del mar en general este material es escaso y se usa arena y limo, en este caso el grueso del muro debe ser considerable.

Los materiales deben ser cuidadosamente limpiados evitando queden ramas, que faciliten el paso del agua. Es aconsejable dragar primero el fondo para quitar el limo fino que es un obstáculo a la impermeabilidad del encofrado.

Estos encofrados se hacen de muy diversas maneras, los principales tipos se pueden describir de la siguiente manera:

Encofrado Cherbourg. Fig. 142. Este encofrado es muy sencillo y puede retener hasta unos 3 m. de agua y originalmente se construyó a la marea. Consiste en dos filas de postes con que sostienen tablonces horizontales y que están unidos entre ellos con tirantes y travesaños, entre esas paredes se coloca arcilla mezclada con heno, en capas de 25 cm. regadas y apisonadas.

En Dublin se usó un sistema similar pero las dos paredes estaban más cercanas y eran de igual altura con separadores metálicos. Fig. 143.

Los postes se reemplazaron por pilotes hincados con martinete.

A veces esos encofrados se pueden hacer como verdaderos diques provisionales de bordo de arena y tierra que se revisan con arcilla y un zampeado seco, este tipo se usó para la construcción de la esclusa de Freycinet en Dunkerque, Fig. 144.

20.- El procedimiento con aire comprimido con campanas de buzo es semejante al indicado para los rompeolas, como ejemplo notable de esta forma se puede citar el del vaso de Pinede en Marsella. El malecón fué de dos tipos según tenía que cimentarse en terreno firme o en terreno móvil. Fig. 146 A y B. La Fig. 145 muestra el trabajo con la campana de buzo, las juntas de construcción entre cada tramo se rellenaron con concreto. La campana se apoyaba directamente en el fondo y se iba levantando con gatos.

30.- Los muros con bloques artificiales o naturales acomodados se hacen colocándolos con grúas tipo Titán, el parámetro al mar se hace vertical o generalmente, para hacerlo inclinado, se van colocando los bloques formando escalones o bien sobre una cimentación inclinada, lo cuál no tiene el inconveniente de las salientes, por último pueden colocarse con una cara inclinada, se colocan en pilas verticales, o en hileras horizontales, el primer procedimiento tiene la ventaja de permitir asentamientos parciales de la estructura que no dañan el resto, pero puede ser peligroso para la superestructura, también pueden colocarse inclinados, como ejemplos de estos tipos pueden darse el de la dársena de Marrot en Barcelona, Fig. 147, Casablanca y Sfax, Fig. 148 y Fig. 149 A y B.

40.- El método de pozos indios se ha usado muy extensamente con la construcción de estos muros. Consiste en enterrar una forma hueca, generalmente de concreto o mampostería, que tiene una zapata cortante en su parte inferior y que desciende por su propio peso al sacar el material del fondo por su interior, la excavación se hace a mano, con draga o hidráulicamente. Este procedimiento se usa especialmente en fondos de limo o arenas escurridizas. En Inglaterra se acostumbra hacer la zapata de madera o fierro, actualmente se hace de

concreto con un refuerzo de fierro en el filo cortante, sin embargo no es necesario ésto y basta el excavar suficiente-
mente para que la forma descienda aunque su base sea plana. Una vez descendido el monolito hasta la profundidad conveniente, se rellena de concreto, como ejemplo puede citarse, -
Lowestoft en Inglaterra donde la cimentación se hizo con --
bloques monolíticos en tronco de pirámide con zapata de ma-
dera y fierro de 7 m. de altura por 5.50 x 3.20 de base infe-
rior y 4.90 x 2.60 de base superior. Se colocaban dos al hi-
lo y una a tizón para formar el muro. Fig. 150.

Otro malecón construido en esta forma es el Dalmanquai
de Hamburgo, semejante al anterior.

El malecón de Salina Cruz es también un ejemplo nota-
ble de ese procedimiento (ver descripción más adelante).

Un tipo especial es el del malecón de Cessrock, Glasgow,
está formado por anillos en forma de tres círculos unidos -
que se iban bajando y superponiendo en la forma indicada en
la Fig. 152. El primero formaba la zapata y para hundirlos se
cargaron de anillos de fundición hasta 600 tons., se llegó
así a la cota 18 se rellenaron los pozos con concreto en --
que se colocaron rieles verticales para unir los cilindros.
En algunas partes se agregó del lado de tierra una fila de
cilindros ya no triples sino dobles para aumentar el grueso
del muro. La superestructura tiene varias retenidas que la
unen a muertos de concreto y que la ayudan a sostener el pe-
so del relleno.

Al ejecutar los trabajos de esta índole con caissons -
rectangulares se ha encontrado conveniente se coloquen al-
ternados para después volver a llenar en su segundo trabajo
los huecos.

50.- Otro tipo es el de malecones hechos con bloques -
monolíticos flotantes semejantes en principio a los estudia-
dos para los rompeolas. Como ejemplo puede citarse el de --

Rotterdam sobre la Mosa. Los bloques tenían 40m. de longitud y 9.60 m. de ancho en la base, ampliada en forma de zapata con saliente de 1.30 m. de cada lado, cada monolito está dividido en 20 compartimientos de dos hileras de 10. Los monolitos se construyeron hasta la altura de 5.80 en una fosa con el piso a -3.50 el tirante necesario a su flotación era entonces de 3.80 por lo que se dejaba entrar el agua a la fosa y a marea alta flotaban y eran sacados al río donde se terminaba su construcción a 10 m. de altura, con lo cual tenían un tirante de 7.50 m. Eran remolcados hasta su lugar y se hundían lastrándolos con agua los bloques tenían ramuras y salientes que los unían de inmediato a ellos y facilitaban su puesta en el lugar después se bombeaba el agua de cuatro en cuatro compartimientos, llenando los dos de adelante con concreto y los dos de atrás con arena. Un procedimiento análogo se empleó en el malecón de Madrague en Marsella y en un proyecto para Río de Janeiro.

f).- Tipos discontinuos.- Todos estos procedimientos son aplicables para los muros de malecón de tipo discontinuo éste es de pilastras con bóvedas que sostienen la plataforma sin que sea necesario repetirlos, sólo se citará como ejemplo el de la dársena de Morot en Barcelona, Fg. 153 con puesto de bloques, acomodados en forma de pilastra y una plataforma de concreto armado con nervaduras. Los intermedios de la pilastra están llenados por un enrocamiento que sostiene la tierra del relleno.

2o.- Muelles (Piers)

a).- Generalidades, Definición, objeto.

Los muelles como los malecones, Piers y Quays respectivamente en inglés, son estructuras para el atraque de los barcos su carga y descarga, el despacho y recepción de las mercancías de tierra adentro y su almacenamiento temporal.

Los malecones, ya estudiados, son atracaderos parale-

los a la orilla y que están unidos a ésta por terraplenes o plataformas en toda su longitud y en general no se encuentran sobre ellos los almacenes y demás estructuras de tierra, sino que éstos se encuentran en el terreno firme natural, inmediato, o sobre el relleno en algunos casos.

Los muelles son atracaderos unidos a la costa sólo por un extremo o por pasarelas (aproxches) la posición de la estructura puede ser paralela a la costa, diagonal a ella o perpendicular, Fig. 134 A, B. y C.

Los paralelos a la costa se utilizan en especial en ríos y bahías estrechas donde no es posible avanzar mucho aguas adentro. Los diagonales, en los ríos de fuerte corriente de marea, facilitándose la entrada en marea alta y la salida en marea baja. En general la práctica americana recomienda los muelles perpendiculares.

Para acceso de vías férreas en los paralelos a la costa se usan aproxches en curva como el indicado en la Fig. 134 A. En planta los muelles tienden a ser en sí, simplemente rectangulares, sin embargo en los paralelos a la playa, cuando el aproxche es único y de importancia se denominan muelles en T, Fig. 135. Se usan especialmente cuando la pendiente del fondo es pequeña y se debe avanzar hacia el mar para obtener calado suficiente para las embarcaciones, además en algunos casos permiten el atracar a los barcos en el paramento interior, protegiéndolos, y aumentando su longitud útil, también se denominan con L cuando el aproxche une al muelle en uno de sus extremos y no en el centro.

Cuando un muelle se construye en playa abierta y es de considerable longitud recibe el nombre de Warf. Está en general formado de un viaducto que llega a la playa y una plataforma final donde acostan los barcos, las dimensiones de esa plataforma son las generales de los muelles. Fig. 136.

b).- Dimensiones de los muelles.- Los muelles deben --

ser cuando menos de suficiente longitud para recibir el barco más largo que sea probable llegue a él, más una cierta longitud, 5 m. mínimo, para protegerlo contra colisiones.

Los muelles que deben servir de desembarcadero pero no en forma importante para carga y descarga de mercancías pueden tener un ancho de 12 a 15 m. Para muelles comerciales medios que reciban barcos de 10 000 Tons. el ancho recomendado es de 45 m. y cuando deba recibir barcos de ambos lados, 90 m. a 105 m., estas anchuras son óptimas pero en la práctica rara vez se ha llegado a ellas aún en puertos de importancia.

El ancho de los muelles debe estar directamente ligado a la carga que se acumula en él durante las maniobras de carga, descarga y transporte.

Para estiba a mano (colocación de la mercancía sobre el muelle o en las bodegas) la altura económica es de 1.50 m. y se necesitan 1.70 m. para una tonelada de carga como promedio, así pues, la superficie de muelle necesaria será de 1.13 m² por tonelada. Un muelle para un barco de 10 000 tons. deberá tener pues, un ancho de 45 m., un largo de 222 m. Con estiba mecánica, esa superficie puede disminuirse hasta la mitad. También puede disminuirse formando dos plataformas de carga, una tres metros arriba de la otra, en este caso una plataforma se usa para las mercancías de salida y la obra para las llegadas.

El espacio comprendido entre dos muelles paralelos, se llama dársena, en inglés "slip", debe tener suficiente anchura para recibir a dos barcos y para los movimientos de éstos la manga (anchura) máxima de los barcos modernos, excepto para los grandes trasatlánticos, no pasa de 32 m., las dársenas para estos barcos deben tener pues 100 m.

La profundidad del agua a lo largo de los muelles e inmediatamente contra ellos debe ser lo suficiente para el calado de los barcos que atraquen a él, pues las formas de éstos, cuando son de acero, es prácticamente rectangular. Fig. 157. En

los muelles de mampostería se acostumbra tener separados a los barcos con defensas y los muros tienen alguna inclinación hacia adentro (1 : 10).

En muelles en puertos de primera clase (Nueva York) etc se ha establecido que esa profundidad debe ser de 12 m. sin embargo, algunos trasatlánticos tienen ese calado a carga plena por lo que es seguro se tenderá a aumentar la profundidad frente a los muelles. En México se considera como profundidad a marea baja en los puertos de la categoría, Tampico, Veracruz, Puerto México y Salina Cruz, 10 m.

Las dimensiones de algunos muelles americanos son:

Lugar	Largo.	Ancho	Dársena.
Baltimore	180 a 430	61	45 a 50
Boston	235	73	61 a 76
N.Y. (Chelsea)	250	39	75
S. Brooklyn	450 a 540	45	75

c).- Cargas.- La carga viva con que se calculan los muelles va de 1 220 a 5 860 Kg/m², el primer número se usa para muelles de tráfico ligero, el último para carga pesada: fierro estructural, maquinaria, etc., en muelles comerciales se acostumbra usar 2 440 Kg/m², la carga viva se considera de 100% en la plataforma y sus miembros inmediatos, para las trabes inferiores 80% y para los pilotes o columnas el 75% - además en cada caso el 100 % del peso muerto soportado.

d).- Estructuras.- Los muelles tienen estructuras semejantes a los Malecones, aunque se usan poco los muros de mampostería. En los Warves se usan frecuentemente estructuras de fierro, las Figs. 156 y 158 muestran un esquema del viaducto del Wharf de Kotonou que tiene 236 m. de largo.

Cuando la profundidad es muy grande, en los muelles de cimentación de pilotes para que la longitud sin soportar no sea excesiva o cuando no se pueden hincar suficientemente, se acostumbra formar un terraplén de piedra quebrada entre el em-pilotado, después de colocar éste y antes de la plataforma, Fig. 159, con este procedimiento se registran asentamientos fuertes en la estructura, en el Central Pier de N.Y. hubo hasta de 0.60 m. También se ha usado el concreto armado en los muelles para dos sistemas, el de columnas y trabes y el de armaduras. El primero como su nombre lo indica está formado por una serie de columnas con trabes que las unen y sobre éstas una losa, generalmente con nervaduras, Fig. 160.

Las de armadura son en general del tipo indicado en la Fig. 161. La construcción con concreto armado en el mar debe ser hecha con precauciones a fin de proteger el refuerzo contra la oxidación. Para esto los recubrimientos deben ser cuando menos de 7.5 cm. y el concreto lo menos poroso posible. También se recomienda la protección con chapopote o algún otro impermeabilizante en el exterior.

Otro tipo es el llamado de cilindros de concreto, este procedimiento consiste en bajar cilindros de fierro con el procedimiento de pozo indio excavando en el interior del cilindro hasta llegar a la profundidad deseada, después si el subsuelo no es lo suficientemente resistente, se clavan pilotes en el interior y por último se llena el cilindro con concreto. Ese concreto nunca debe colarse en el agua. Este procedimiento se ha usado en Bostos, y Tampico con buenos resultados. Fig. 162.

Otro tipo de atracadero es el llamado "duque de Alba", es un muelle reducido a un mínimum y compuesto de un haz de pilotes generalmente de madera, hincados sea verticalmente sea inclinados alrededor de un punto. Fig. 163. También se construyen de concreto y a veces sustituyen a la línea continua del muelle.

También se usan para amarrar los barcos mientras se deso

cupa un lugar en el muelle.

En los muelles los accesorios son los mismos que los estudiados en los malecones.

3o.- Equipo de los muelles y malecones.

a).- Generalidades, Muelles de pasajeros, muelles de carga.

La función de los muelles y malecones no se completa si no tiene los dispositivos necesarios para facilitar y expedir el embarque y desembarque a este respecto pueden dividirse en muelles de pasajeros, muelles de carga y, caso general muelles mixtos.

b).- Embarcaderos de pasajeros. Estaciones marítimas - Ferry Boats.

Los paquebotes, y aún los barcos de carga y mixtos de grandes y regulares dimensiones están provistos de escalas que se inclinan más o menos de acuerdo con la diferencia de altura del muelle en relación a la cubierta, que siempre es más alta, este medio de desembarque no requiere ningún dispositivo especial en el puerto.

Los barcos pequeños quedan generalmente con su cubierta bajo del nivel del malecón o del muelle y el acceso de los pasajeros se hace por las escaleras fijas ya descritas. En los malecones especialmente diseñados para este fin, las escaleras llegan sólo hasta cierto nivel abajo del malecón y se prolonga por una rampa que baja hasta el nivel de la cubierta, esa rampa se hace con una pendiente no mayor de 10% y en algunos casos se suprime la escalera y la rampa llega al nivel del malecón. Los barcos se colocan de acuerdo con su altura a borda y la marea, a lo largo de la rampa en el lugar en que está éste al nivel de su cubierta.

En los mares de mareas de mucha amplitud se establecen embarcaderos flotantes formados por pontones y una plataforma, que pueden ser de madera o metálicos, y que se unen a la plataforma del muelle por escalas y rampas movibles. Otras veces son verdaderos muelles flotantes unidos a tierra con una rampa en su extremo como en Birkenhend (Inglaterra) en el llamado embardadero de Woodside (Fig. 164).

En este caso la marea baja la pasarela reposa en un plano inclinado en el fondo y sólo flota el desembarcadero propiamente dicho que forma un muelle en T.

Las Estaciones Marítimas son edificios similares a los de las redes ferroviarias o aéreas. Deben construirse en la vecindad inmediata del muelle y ser apropiados para las diversas operaciones de embarque y desembarque que son principalmente:

- 1o.- Registro y pesada de los equipajes.
- 2o.- Servicio de equipajes de camarote.
- 3o.- Inspección de pasaportes.
- 4o.- Inspección sanitaria.

Debe dar a los pasajeros un abrigo espacioso contra la intemperia y en lo que sea posible la separación de las clases, especialmente en las salas de espera.

En México no se han construido edificios con estos fines, en los puertos más importantes se suplen con los edificios de las Aduanas, que deben tener además de los departamentos arriba indicados los propios del despacho del resto de los asuntos fiscales.

Un sistema muy conveniente es el adoptado en algunos puertos europeos. En éstos el edificio se encuentra sobre el muelle o especialmente, un malecón y consta de dos pisos, el inferior sirve de Estación de Ferrocarril y el superior de piso de embarque y desembarque, éste se hace por un pórtico rodante

con puente. Fig. 165.

Una clase especial de estas estaciones es la de Ferry - Boats. Estas son para barcos especialmente acondicionados para recibir trenes de F.C. sin necesidad de transborde de pasajeros. Las vías de tierra llegan hasta un puente levadizo que forma la unión entre ellas y las del barco y se adapta a la diferencia de altura entre unos y otras. En México se proyecta un sistema de esta clase para ligar el ferrocarril del sureste al del Istmo a través del río Coatzacoalcos.

c).- Muelles de Carga.- Las maniobras de las mercancías se dividen en carga y descarga en tierra, esto es de y a los camiones, carros de Ferrocarril o simplemente afuera del muelle. Alijo, que es el transporte entre tierra y el barco, y estiba y desestiba que es un movimiento a bordo del barco, los obreros que hacen esos trabajos son, sucesivamente, cargadores, alijadores y estibadores. El movimiento más importante desde el punto de vista del equipo del muelle es el Alijo. Este puede hacerse de las siguientes maneras:

1o.- A mano o con accesorios de mano.

2o.- Con grúas.

3o.- con Transportadores mecánicos.

1o.- El alijo a mano se hace por un plano inclinado que va del barco al muelle, sobre los hombros de los obreros y con carretillas del tipo denominado "diablos", este sistema es rudimentario y poco eficiente, siempre se usa en combinación con los aparatos elevadores propios de la embarcación y es de notarse que la tendencia de los puertos americanos es atenerse a este equipo extraño al muelle. Los barcos modernos están provistos, siempre de cuando menos dos mástiles de carga, la potencia de cada mástil no es mayor de 2 a 3 toneladas, en general, sin embargo, en los barcos de carga ma

vores son de 10 a 20 toneladas. El rendimiento del desembarco con mástiles de carga es cuando más de 100 tons. por mástil - por día de 12 horas. El rendimiento de la descarga a mano depende absolutamente del número de trabajadores y la organización del trabajo.

2o.- Con grúas propias del muelle. El mecanismo común es de grúas rodantes que se pueden desalojar sobre el muelle para colocarse cerca de las escotillas de los barcos.

Los tipos esenciales son: grúas de carro, de piló de pórtico y de medio pórtico.

Las de carro tienen la pluma derecha o curva, esta última disposición es conveniente para la descarga de barcos de alto bordo. Fig. 166 A y B. Tienen el inconveniente de que el gruero tiene poca visibilidad toda vez que las operaciones en el puente están fuera de su vista. Son en general de poca potencia.

Las grúas de pilón tienen la caseta de control sobre una base alta. Cuando esa base permite el paso bajo ella de un tren, se denominan grúas de pórtico. De este modo son las de Salina Cruz. Tienen cuatro movimientos: uno horizontal total de aparato sobre su vía, otro particular horizontal de la caseta y la pluma, otro de inclinación de la pluma y otro de ascenso y descenso de los cables. Fig. 167.

Las grúas de medio pórtico son las que tienen un riel al nivel del muelle y el otro más elevado, sobre el techo del almacén. Tienen la ventaja de que ocupan menos espacio del muelle. De este tipo son algunas del Havre y de Liverpool. Fig. 168.

El número de grúas se estima generalmente el necesario para cubrir con cada máquina de 25 a 50 metros. En Salina --

Cruz hay 18 grúas para 1 000 metros de muelle, esto es, una cada 50 m., no contando los tramos extremos. La altura de la polea de la cabeza de la pluma es de 14 a 20 m. su alcance horizontal es de 9 a 11 m. y aún mayores en algunos casos. La potencia de las grúas es de 1 500 a 3000 Kg. en su máximo alcance en términos generales. Para pesos superiores se pueden reunir dos de ellas. En algunos puertos existe una grúa fija con potencia hasta de 20 tons. para cargas excepcionalmente pesadas. La velocidad del movimiento es en elevación de 1 a 1.20 m/seg., para las pequeñas cargas puede aumentar hasta 2 m. La velocidad de orientación, esto es de rotación del extremo de la pluma es de 2 a 3.50 m/seg. La velocidad de traslación de las grúas sobre sus rieles es de 0.20 a 0.40 m/seg. La velocidad de elevación de la flecha en total es de 2 minutos en promedio. La fuerza motriz es en general de electricidad.

En el tipo de pilón, a veces se usa un dispositivo de fuerza hidráulica para los movimientos. El Movimiento sobre los rieles en general se hace por medios propios de la grúa y a veces por tracción con locomotoras.

Las condiciones generales en estos aparatos son:

Potencia	Tipo	Alt. de la polea	Alc.	peso tot.
2 000	Pórtico de vía de	5.05 m.	14 m.	15.30 m. 34.5 t.
3 000	Id.	4.57 m.	18 m.	17 44.5

El alijo se expedita en algunos puertos con grúas flotantes, en general del tipo de caseta baja y de condiciones análogas a las de muelle.

Las mercancías a granel se mueven sea con las mismas -

grúas provistas de recipientes o de conchas de draga, por canales o por bandas continuas, en los puertos especializados estas instalaciones tienen un gran desarrollo.

Por último los materiales líquidos especialmente el petróleo, requieren instalaciones de plantas de bombeo en el muelle y plantas de calefacción pues el petróleo crudo sólo puede ser bombeado a una temperatura de 40° a 50°. Los barcos tanques están provistos de bombas pero en algunos países los reglamentos exigen que el barco apague sus fuegos al entrar al puerto, por lo que son necesarias instalaciones, cuando menos de calderas para mover las bombas de vapor del barco o grupos de bombeo completos.

Con mercancías diversas el peso que se alija en cada operación es generalmente de 500 Kg. y se hacen de 20 a 30 operaciones por hora. El rendimiento por día de 8 horas es de 50 a 100 tons. por grúa. Un promedio de trabajo anual puede establecerse en 1 000 a 1 500 horas por grúa.

d).- Almacenes.- Cuando las mercancías no pasan directamente de un medio de transporte a otro, lo cual es el caso general al requerir inspecciones fiscales, clasificaciones, etc. se establecen almacenes para su resguardo temporal. Estos almacenes deben estar inmediatos al frente del mar, sea a lo largo de los malecones o sobre los muelles; de todos modos, se debe proveer a la posibilidad de un transporte inmediato entre el barco y los FF.CC. dejando una o varias vías entre los almacenes y el barco.

La anchura de los almacenes está limitada por la del muelle y la circunstancia arriba mencionada. Cuando se tiene libertad para establecer los hangares en la dimensión que se estime conveniente, se considera que esa anchura debe ser de no menos de 35.50 m. En caso de que la mayor parte de las mercancías expedidas deban almacenarse temporalmente, esta anchura debe hacerse considerablemente mayor, de 120 a 150 m.

En el piso de los almacenes se hace generalmente 0.80 m. más alto que el de la vía del F.C. o los andenes de carga de los camiones a fin de facilitar esa carga. Del lado del muelle puede ser el mismo nivel de éste.

La estructura se hace generalmente con paredes de mampostería y techos de teja sobre armaduras. Se busca haya pocos apoyos intermedios para facilitar el movimiento interior. También puede construirse con concreto armado.

Generalmente son de un sólo piso pero cuando no hay espacio suficiente se hacen de dos o más pisos.

En México los puertos mejor equipados a este respecto son los de Coatzacoalcos y Salina Cruz.

Coatzacoalcos tiene 7 almacenes de 126 m. de largo y 32.50 de anchura formados en dos crujías con columnas de fierro. Las armaduras son de fierro y el techo es de teja marselesa. La cimentación se hizo sobre pilotes y gualdras de madera. Los muros en la actualidad están cubiertos con tabique. Cada bodega tiene capacidad para 15 000 Tons. teóricamente.

Salina Cruz tiene 6 bodegas de este mismo tipo de las cuales tres están en buenas condiciones, tienen dos vías en cada frente. El piso está al nivel del muelle de la dársena y 0.80 metros más alto que las vías frente al antepuerto. Fig. 169.

Como tipo de almacén de dos pisos puede citarse al de Filadelfia, tiene 102.50 m. de anchura en cinco crujías de 7.68 m. Tiene una vía a cada lado por su exterior y tres en la crujía inmediata y un largo de 270 m. Fig. 170.

Como hangar de varios pisos se debe citar al de Stettin, (Alemania) tiene un sótano, un piso bajo y cuatro pisos altos. Dos vías del lado del puerto y tres del lado de tierra. Tiene 210 m. de largo y 37.50 m. de ancho los pisos su

superiores. Las sobrecargas son de 2 500 Kg/m². en el sótano y en el piso bajo y 1 200 Kg/m². en los superiores y tienen una capacidad de 65 000 toneladas teóricas. Fig. 171.

Como hangar de concreto se puede citar el del Vaso Wilson en Marsella, que es de dos pisos, el piso alto para una sobrecarga de 2 500 Kg/m². y la azotea para 500 Kg/m²., el ancho es de 36.90, cinco crujías, cuatro de 7.20 y una central de 10.80 para el paso de camiones. Todo el piso está 0.80 sobre el exterior.

También se utilizan hangares de madera, puede citarse el de Hamburgo (Aderhaven) de un sólo piso con 48.45 de anchura y tres crujías, la central de 12.20 m. de altura.

El cuadro siguiente muestra las dimensiones de algunos hangares:

Bremerhaven	23.8	62	4.40	madera	1 piso	
Marsella	"	39.90	5.40	concreto	2 pisos	11.10
Filadelfia	270	102.50	-	metálic.	2 "	7.00
Havre	365	84	5 a 5.7	"	1 "	18.50
Hamburgo	28 a 70	48.45	4.60	madera	1 "	15
Burdeos	120	47.35	4.30	Concreto	1 "	11.15
Salina Cruz	120	32.50	-	Metálic.	1 "	-

Capacidad de los hangares.- No se puede afectar al depósito de mercancías la totalidad de la superficie de los almacenes, un tercio aproximadamente se debe destinar a la circulación. La estiba a mano sólo permite una altura de 1.50 m., si se hace mecánicamente se puede llegar a 3 m. La densidad media de las mercancías puede considerarse de .7, por lo tanto la fatiga por metro cuadrado será de 1 050 a 2 100 Kg.

Un almacén de Salina Cruz tiene 32.5 x 126 m, esto es 4 095 m², totales y 2 730 m. netos. Considerando una altura de almacenaje de 3 m. y peso de -- 2 100 Kg. La capacidad resulta de 5 733 Tons. La capacidad oficial de 15 000 Tons. sólo se explica reduciendo a un mínimun los pasillos (10% y aumentando la densidad de 1.4 aproximadamente, esto sólo puede obtenerse con mercancía uniforme pesada, como en el caso del azúcar que fué la principal mercancía almacenada al iniciarse las actividades del ferrocarril del Istmo pero no es justificable para mercancías varias.

El tráfico anual de los almacenes por metro cuadrado en un puerto activo es aproximadamente de 400 a 450 Tons.

El puerto de Salina con sus seis almacenes tiene capacidad para $450 \times 6 \times 2730 = 7371000$ Tons. siete millones y medio de toneladas aproximadamente, esto implica la renovación del almacenaje cada 36 horas aproximadamente, en promedio.

Algunos almacenes tienen condiciones especiales: tolvas para mercancías a granel y locales refrigerados, especialmente para pescado.

40.- Esclusas marítimas.

a) Generalidades, su objeto, forma, puertas, funcionamiento, tipos: simple, de cárcamo, de media marca, múltiples.

En los puertos sujetos a mareas de mucha amplitud, las dársenas están comunicadas al antepuerto, mar o río, por una esclusa. Este nombre designa, un pasadizo estrecho, de la anchura estrictamente suficiente para el paso de las embarcaciones y que puede cerrarse con puertas que aseguran la constancia del nivel del agua en la dársena.

La esclusa se coloca, en cuanto es posible, en la parte más abrigada del antepuerto para que las evoluciones de los barcos no sean estorbadas por los vientos, olas y corrientes.

El pasillo está limitado por muros y zampeado en el fondo. Las puertas generalmente son de dos hojas que se cierran formando un ángulo hacia la dársena en el centro de la esclusa, también se usan de una sola hoja, pivotantes o corredizas.

Las puertas se abren durante la pleamar y se cierran cuando se inicia el reflujo, durante ese período se hace la entrada y salida de los barcos, quedando el puerto cerrado en el resto del tiempo.

Esos períodos serán más o menos largos de acuerdo con la profundidad de la dársena y la amplitud de la marea. Fig. 172.

Las puertas al abrirse se colocan en entrantes de dos muros llamados tras-dos, además el piso en que arrastran -- las puertas es más bajo que el general de la esclusa y las puertas al cerrarse se apoyan en un sardincl; la altura de ese sardincl sobre el fondo se hace generalmente 60 cms., la puerta apoya en 30 cms. y está levantada sobre el fondo -- otros 30 cms. a fin de que su movimiento no sea estorbado -- por los depósitos, que sólo se quitan de vez en cuando.

El espesor de las puertas de madera es en general $1/10$ de su largo, en Francia se usan preferentemente puertas rectilíneas, en Inglaterra, curvas. Cuando al cerrarse forman un elemento de cilindro, se hacen de manera de que la flecha del arco sea $1/3$ del ancho. En las puertas en ojiva la flecha se hace de $1/7$. Fig. 173.

Las esclusas pueden ser simples, que son las que -- hacen comunicar directamente la dársena con el antepuerto y pueden tener un sólo par de puertas pero a veces tienen -- otro, en el mismo sentido, que sirve en caso de reparación -- de la primera, en otros casos se coloca cerca del extremo -- del ante puerto otro u otros dos pares de puertas con el ángulo dirigido en sentido contrario, a fin de evitar que al subir la marea la fuerza de la corriente abra las primeras -- puertas. Las que tienen el vértice hacia la dársena se llaman puertas de reflujo y las contrarias puertas de flujo.

Las esclusas simples tienen el inconveniente de que -- deben permanecer abiertas un tiempo bastante largo para el movimiento de los barcos, el antepuerto pierde agua, se forman corrientes fuertes en la esclusa y los barcos no pueden salir y entrar en cualquier tiempo.

res de las puertas de reflujó tienen espacio suficiente para alojar un barco, así pues, si quiere entran cuando la marea está baja, se abre el par de puertas hacia el antepuerto, permaneciendo cerrado el de la dársena, entra el barco al cárcamo, se cierra la puerta y se establece por gravedad el nivel en ese lugar igual al de la dársena, por conductos -- llamados acueductos, controlados por compuertas, una vez obtenido ese nivel se abren las puertas de reflujó y el barco entra. Para salir, la operación es inversa, no perdiendo la dársena sino el agua necesaria para subir el nivel de la esclusa que es relativamente poco importante y se recupera -- con las mareas altas o por corrientes de tierra. Fig. 174. Sin embargo en todos los puertos se limita el número de esclusas debiendo quedar fuera con frecuencia los barcos.

A veces se aumenta el cárcamo para alojar varios barcos pequeños a la vez y no tener que ejecutar sino una esclusa común. En Cardiff el cárcamo tiene 36 m. de ancho y las -- puertas 16.50 metros.

Cuando el cárcamo aumenta hasta convertirse en una verdadera dársena que tenga capacidad para varios barcos grandes, recibe el nombre de vaso de media marea, esto permite, cuando el reflujó está en un punto medio que los barcos entren en él y se alojen durante la marea baja, cosa que no pueden hacer en las esclusas ordinarias que los obligan a permanecer en el mar hasta la marea alta. La salida también se facilita toda vez que los barcos pequeños pueden salir del puerto a la dársena de media marea durante la marea baja y de ésta al mar durante el flujo, aún antes de que cuando se abren las puertas del puerto, las dársenas de media marea se dragan a una profundidad mayor que el antepuerto y el puerto a fin de proteger a los barcos de fuerte calado que se refugian en ella, sin entorpecer la apertura de las puertas a media marea.

Algunos puertos se han comunicado con el mar con va

rias esclusas paralelas inmediatas, unas de cárcamo y otras simples, para facilitar el tránsito en el puerto. En Manchester hay tres esclusas inmediatas, una de 45 m. de largo y 9 m. de ancho, otra de 106 m. por 15 m. y otra de 183 m. por 25 m., la profundidad está en relación con la anchura para permitir la entrada de barcos de diferentes tamaños -- sin exceso de pérdida de agua en las dársenas, como sucede cuando entran en una esclusa única y grande.

b).- Dimensiones de las esclusas.

La longitud de las esclusas simples está regida por la longitud de las puertas y su protección, en rigor basta el espacio para el funcionamiento de las puertas, pero generalmente se forma una cámara de entrada y una de salida para lograr un canal tranquilo y de corriente uniforme.

La anchura de las esclusas tiene que estar en proporción con los barcos que frecuentan el puerto, van de 13 a 35 m. siendo las dimensiones más comunes de 26 a 30 m.

La profundidad del agua en el momento de abrirse las compuertas también debe estar en relación con el calado de los barcos, las esclusas antiguas en pocos casos tenían profundidades de más de 8 m. en la actualidad se considera necesaria una de 9.60 m. para puertos mediano y hasta de 12.60 m. en los de primera, para barcos de 12 m. de calado, pues se estima que se necesita un margen de 0.60 m. para evitar golpes de la quilla en el fondo. En caso de esclusas en aguas excepcionales tranquilas ese margen puede hacerse bajar a 0.30 m. La altura de los muros laterales en la porción de entrada debe ser tal que la corona se mantenga por encima de las máximas aguas, no sólo de mareas sino de oleajes. En el tramo de salida a la dársena los muros no necesitan sino proteger las altas aguas de marea.

En las esclusas de puertas rectas la longitud de la hoja será, Fig. 175:

$$\text{para } \alpha = 60^\circ \quad L = a$$

$$\text{para } S = \frac{a}{5} \quad L = .538 a$$

este último valor es el común. Además, el trasdós debe tener holgura para permitir la fácil salida del agua, esta holgura es generalmente de 50 cms., por último entre el trasdós y los extremos de la esclusa se debe dejar una longitud de 5 m. por lo menos, por lo tanto la longitud mínima en esclusas simples será de:

$$L = 10.50 \div L$$

Para el tamaño normal de 28 m. de ancho y $S = \frac{a}{5}$ la longitud será de:

$$L = .538 \times 28 \div 10.50 = 25.50 \text{ m.}$$

Es conveniente dejar cerca de los dos extremos de la esclusa ranuras para insertar agujas para la reparación de las puertas, en este caso entre la puerta y los extremos se deben dejar 15 m. y la longitud en el ejemplo anterior será:

$$L = 15.00 \div 30.50 = 45.50 \text{ m.}$$

Si hay varias puertas es necesario dejar 5 m. entre ellas así es que una esclusa simple puede llegar a tener:

$$.538 \times 28 \times 3 \div 1.50 \div 10 \div 30 = 86.61 \text{ m.}$$

Las esclusas de cárcamo tendrán las mismas dimensiones arriba estimadas excepto en la correspondiente a la distancia entre las puertas de reflujos que en vez de 5.00 m. deberá ser la necesaria para alojar a los barcos, en una esclusa de 28 m.

En las esclusas de puertas rectas la longitud de la hoja será, Fig. 175:

$$\text{para } \alpha = 60^\circ \quad L = a$$

$$\text{para } S = \frac{a}{5} \quad L = .538 a$$

este último valor es el común. Además, el trasdós debe tener holgura para permitir la fácil salida del agua, esta holgura es generalmente de 50 cms., por último entre el trasdós y los extremos de la esclusa se debe dejar una longitud de 5 m. por lo menos, por lo tanto la longitud mínima en esclusas simples será de:

$$L = 10.50 \pm L$$

Para el tamaño normal de 28 m. de ancho y $S = \frac{a}{5}$ la longitud será de:

$$L = .538 \times 28 \pm 10.50 = 25.50 \text{ m.}$$

Es conveniente dejar cerca de los dos extremos de la esclusa ranuras para insertar agujas para la reparación de las puertas, en este caso entre la puerta y los extremos se deben dejar 15 m. y la longitud en el ejemplo anterior será:

$$L = 15.00 \pm 30.50 = 45.50 \text{ m.}$$

Si hay varias puertas es necesario dejar 5 m. entre ellas así es que una esclusa simple puede llegar a tener:

$$.538 \times 28 \times 3 \pm 1.50 \pm 10 \pm 30 = 86.61 \text{ m.}$$

Las esclusas de cárcamo tendrán las mismas dimensiones arriba estimadas excepto en la correspondiente a la distancia entre las puertas de refluo que en vez de 5.00 m. deberá ser la necesaria para alojar a los barcos, en una esclusa de 28 m.

como en el ejemplo, se podrán recibir barcos de 26 m. de manga, que tendrán de eslora (Ver tabla de la página 220) de 216 m. aproximadamente, más 5 m. a cada extremo darán 226 m. para la longitud máxima de esa esclusa en el cárcamo.

c).- Detalles de construcción de las diversas partes de la esclusa.

Las puertas de las esclusas están formadas por un marco y una serie de manguetes horizontales y verticales. La rigidez se obtiene con una pieza diagonal en las puertas de madera y uno o dos forros. Están sostenidas y giran sobre un pivote sobre una pieza generalmente de piedra en las puertas de madera y de fierro en las metálicas. La parte superior del eje de rotación está sostenida por un collarín o chumacera. Fig. 176.

En las puertas de madera las piezas son de escuadría rectangular apernadas y con herrajes. Las piezas más fuertes deben ser las horizontales que se forman generalmente con varias secciones. Fig. 177 A y B.

Las piezas de rotación y de apoyo a veces son de madera aún en las puertas de metal a fin de permitir una junta estanca. En caso de hacerse de fierro, tienen generalmente un empaque de madera. El pivote de rotación se hace excéntrico en la pieza a fin de que ésta se apoye en toda su longitud al cerrarse y se desprenda al abrirse la puerta. Fig. 178. La entalladura en que se apoya esta pieza generalmente es de piedra cortada lo mismo que el sardinell. En algunos casos el sardinell se protege con una pieza de madera, pero este procedimiento es inconveniente por ser fácilmente deteriorada esa pieza y de difícil sustitución. El movimiento de las puertas se hace generalmente por tracción por medio de malacates que se alojan en el interior de los muros y que accionan cables en un sentido o en otro de acuerdo con el movimiento que deban imprimir. Fig. No. 179.

Los cables o cadenas de acción se encuentran cercanos al fondo a fin de no interceptar la entrada de las embarcaciones.

Hay un tipo especial de puertas cuando son de una sola hoja que se constituye con un casco flotante para quitar peso en la maniobra. Ese tipo es poco usado Fig. 180 y corresponde a la esclusa del Canal de Tancarville.

Para la defensa de las esclusas contra los golpes de los barcos se usan diversos dispositivos. En el caso de Panamá a lo largo de las paredes laterales hay vigas de madera soportadas por cadenas y apoyadas en resortes que absorben los choques, para defender las puertas se usa una cadena que reposa en canales que bajan por las paredes y pasan de un lado a otro por el fondo. Cuando hay peligro de que un barco choque contra las puertas cerradas, se recoge esa cadena atravesándola por medio de malacates. Al recibir el choque los malacates ceden poco a poco deteniendo al barco. En Panamá la carrera del barco arrastrando a la cadena es de 21 m. aproximadamente y en ese espacio la cadena puede detener un barco de:

5 000	toneladas	a 5 nudos	$\frac{1}{2}$
10 000	"	a 4 nudos	$\frac{2}{3}$
60 000	"	a 1 nudo.	

En la esclusa de Gatun, en el mismo canal de Panamá, la carrera posible es de 90 m. Estas cadenas se denominan en inglés "Fenderchains".

e).- Accesorios y Puentes de servicio.

Las esclusas deben estar provistas de bitas y arganeos que sirven para el amarre de los barcos y su movimiento, toda vez que por lo estrecho de las puertas no pueden moverse con sus hélices y lo hacen halando sobre cables, también se utiliza el remolque desde tierra, con tractor y motovías, pero esto especialmente en las esclusas sobre canales interiores, tam-

bién se acostumbra iluminar artificialmente los muros y en caso de los vasos de media marca pueden estar provistos de todas las instalaciones necesarias para completar el alijo de los barcos o hacer la de los de escala sin que entren al puerto propiamente dicho, también son útiles escalas que bajen por los muros.

Una estructura especialmente interesante es la de los puentes de servicio y de comunicación entre un muro y el otro de las esclusas. En general se procura que estas no intercepten las comunicaciones generales del puerto pero a veces es necesario que ferrocarriles y caminos crucen las esclusas, en estos casos se colocan puentes levadizos, pivotes o rodantes, de estructura metálica y movidos generalmente con energía eléctrica.

Para el servicio de peatones basta por lo común la pasarela que se encuentra casi siempre sobre las puertas, de las cuáles alguna está siempre cerrada, estas pasarelas no tienen estructura especial, generalmente están provistas de barandales a ambos lados y son de pequeña anchura.

Cuando se trata de pasos de ferrocarril o carretera el problema se vuelve importante, el puente móvil o paso a nivel es el principal procedimiento para restablecer la comunicación entre las dos riberas de la esclusa. En este caso se localizan los puentes fuera del cárcamo, sobre las secciones de entrada y salida para poder mantenerlos cerrados el mayor tiempo posible. También puede recurrirse al túnel subterráneo o paso inferior o al viaducto elevado o paso superior, sin embargo, el procedimiento más común es el del puente móvil. Estas estructuras pueden clasificarse como:

- 1o.- Puentes giratorios.
- 2o.- Puentes rodantes.
- 3o.- Puentes basculantes.
- 4o.- Puentes levadizos.
- 5o.- Puentes transbordadores.

Los cuatro primeros tipos están normalmente cerrados y sólo se abren para el paso de las embarcaciones, el 5o. está normalmente abierto y no constituye una vía continua terrestre, en general se usa sólo en río y no es esclusa, por lo que sólo se cita aquí, lo mismo que los pasos inferiores y superiores que para las dimensiones relativamente pequeñas del ancho de las esclusas son casi siempre antieconómicos y se usan en ríos o estuarios de gran anchura.

Cualquiera que sea el sistema del puente móvil en sí se reduce a una viga armada que se desplaza para abrir o cerrar el paso, durante este movimiento el centro de gravedad de la porción móvil debe desalojarse en un plano horizontal a fin de que el mecanismo no tenga que vencer sino las resistencias pasivas y en caso de ruptura de ese mecanismo el puente tienda a quedar en la posición que tenga cuando el accidente ocurra.

Los tableros y armaduras de los puentes móviles se estudian y calculan de acuerdo con los mismos principios que los fijos cuando se encuentran en posición de servicio que es cuando se ejercen sobre ellos las sobrecargas del tránsito de vehículos, en esta posición los puntos de apoyo pueden estar formados por los mismos que servirán de pivote al movimiento o por calzas fijas convenientemente distribuidas. Al estar en posición de movimiento el peso propio del puente se lleva sobre los órganos de rotación o translación y la viga se encuentra en cantiliver y se producen flechas que es necesario tener en cuenta para la posibilidad de su movimiento y colocación sobre las calzas. Las vigas maestras en estos puentes están unidas a piezas especiales que llevan todo el peso a los ejes de rotación, elemento que los diferencia de los puentes fijos.

Como el peso propio es de gran importancia, en estos puentes se usa casi exclusivamente el fierro estructural y aún en los destinados al tránsito de vehículos se excluyen los pavimentos de materiales posados, las plataformas de rodamiento más usadas son de madera en estos casos, en gral. se emplean

un sistema de largueros espaciados, colocados en sentido longitudinal sobre las piezas de la estructura metálica y separados, sobre los cuáles se coloca una plataforma de piezas transversales que forman una superficie unida. Los largueros tienen en general de 8 a 12 m. de espesor y el piso de 6 a 8 cm. Como el piso se gasta rápidamente, unos dos años, a veces se establece sobre él una cubierta de lámina, que puede durar hasta 25 años, en Europa se usa también revestir los tableros con cables de henequén usados, enchapopotados y clavados a los tableros, que son de bajo costo y durables.

Los puentes tienen en general una o dos banquetas laterales y un arroyo, las primeras de 0.75 a 1.20 m. de ancho y el arroyo de 2.00 a 2.50 m. cuando es para un sólo vehículo y de 4.60 a 5.50 m. cuando es para dos. A veces se establecen las banquetas en cantiliver fuera de la estructura, para disminuir el claro entre las armaduras. Cuando hay vía de F.C. puede ésta ocupar exclusivamente el puente, lo cuál es anti-económico o dejar paso para camiones a uno o a los dos lados.

Puentes giratorios.- Estos puentes pueden ser sobre las esclusas, de una sola trabe o de dos.

Los de dos tienen las desventajas de: 1o.- Necesitar personal y aparatos de maniobra en los dos lados; 2o.- Cuando está cerrado, cada una de las vigas se mantiene en cantiliver, en cambio los de una sola trabe se apoyan en puntos fijos en sus dos extremos; 3o.- La maniobra debe hacerse por partes, primero una mitad y después la otra, lo que la hace más tardada; por último, 4o.- Los elementos de rotación son muy costosos por lo que hay conveniencia en reducirlos.

Sin embargo, cuando los claros son grandes, de más de 40 m. o el espacio falta, la economía o la conveniencia están de parte de las dos trabes, Fig. 162.

Estos puentes se abren siempre hacia la esclusa para evitar los choques con los barcos, que llegan a una cierta velocidad menos controlable que la de los que salen del cárcamo, la línea de unión de las dos trabes no es recta sino que es circular, cóncava en una trabe y convexa en la otra, siendo ésta la que se mueve primero para abrir o unir el puente.

Las dos trabes se hacen solidarias con una muesca en los puentes chicos y con tornillos en los grandes para evitar desniveles entre la trabe cargada, durante el tránsito de los vehículos.

El peso de estas estructuras es de 2 a 3 toneladas por metro de claro para las carreteras o de F.C. de una sola vía y de 8 a 10 toneladas para los de doble vía.

Como ejemplo puede citarse el de la esclusa de Saint-Nazaire que tiene 30 m. de claro total, una vía de 2.20 m. con dos banquetas laterales de 0.76 m. construido en 1907. Fig. 183.

Los puentes de una sola trabe son prácticamente iguales a una de las trabes de los de dos en cuando a sistema, en el cálculo varían pues aquellos al estar cerrados siguen funcionando como cantilivers y estos como apoyados en sus dos extremos y sólo como cantilivers al moverse.

Cuando el puente de trabe única está cerrado se apoya en general en tres puntos; los dos extremos de la estructura y en el coronamiento del muro sobre el que gira, punto que en general es diverso del de rotación cuando gira descarga sobre el pivote.

Para separarlos de las calzas hay dos procedimientos, el de elevación vertical y el de basculamiento. En el primero el pivote está constituido por un sistema de gato hidráulico que eleva toda la estructura lo suficiente para separarla de las calzas. Los pesos deben estar cuidadosamente reparados alrededor de ese eje para evitar torsiones y esfuerzos excéntricos.

El 2o. método más elaborado pero más fácil mecánicamente es el de basculamiento, estos puentes cuando están cerrados reposan en los tres mismos puntos de calza de los de elevación vertical, para moverlo primero se hace bascular alrededor de la calza del extremo libre (3 en la Fig. 184) por medio de un gato hidráulico cerca de 1, se retiran las calzas 1 y 2 que se sustituyen por las ruedas del sistema de rodamiento unas llamadas de "pivote" y otras de "culata" Fig.D, según sostengan el puente en la línea de aquél o en el extremo de ésta, y se hace el movimiento, esta maniobra está esquematizada en la Fig. 184, A, B y C, D.

Los puentes se maniobran generalmente con motores eléctricos y los aparatos elevadores son del tipo de tornillo o hidráulicos pero todos los puentes rodantes tienen dispositivos que permiten moverlos a mano en caso necesario.

El tiempo necesario para maniobra de abrir un puente - va de dos minutos o un poco menos, a un poco más de 6 minutos, en general. El trabajo necesario es de 900 a 1 000 kilogrametros por tonelada en promedio.

Ejemplos de puentes giratorios de una trabe:

Puente	Claro	Larg. Tot.	Ancho	Peso.
Calais	21	47.13	5.20	282
Bordeaux	25.75	54.40	10.60	563
Havre	30	53.02	6.10	309
Saint - Nazaire	34.50	59.55	-	525
Dieppe	40	79.90	-	769

Puentes rodantes.- Se emplean cuando no se tiene espacio para la rotación de la estructura que como se ve en la tabla anterior es considerablemente larga (de 50 a 70 m). - lo que requiere un espacio a lo largo de los muros de las -

cámaras de ontrada de las esclusas. La estructura de estos puentes es semejante a la de los giratorios pero en vez de voltear alrededor de un pivote se deslizan paralelamente a su posición de cerrados. Fg.185, la posición de maniobra se obtiene como en los descritos, por elevación o basculamiento. Son más caros que los giratorios y requieren de 3 a 4 veces más potencia, se usan, como ya se expresen caso de no tener se lugar suficiente para colocar uno de aquellos, se prefieren los de elevación vertical toda vez que mantienen el puente horizontal en todas sus posiciones y hacen más sencillo aunque más costoso el sistema de elevación.

Puentes basculantes.- Se denominan así los que giran alrededor de un eje horizontal, los hay de dos traveses y de una. En los antiguos la culata lastrada estaba en la misma dirección del tablero y se escondía en un pozo al abrirse el puente, en la actualidad se usan los tipos llamados de Strauss y Scherser. Ambos están diseñados para no tener que conservar los pozos de culata de los antiguos, en el Strauss el contrapeso está unido a la trabe por un sistema de bielas articuladas, Fg. 186 A y B. Los puentes Scherzer son de estructura rígida, giran sobre sectores colocados delante del contrapeso, Fg.186 C y D, el movimiento se hace por medio de una cremallera. En el puente de Salina Cruz hay dos puentes Scherzer de dos traveses cada uno, para un claro de 30 m, al cerrarse se apoyan y acuñan sus dos mitades, son para el paso de una vía de escantillón normal, la caseta de maniobras está en el puente mismo, sobre el sector de giración; unen los dos tramos del malecón a través de la entrada a la dársena que en este caso no tiene puertas por tratarse de un puerto sin áreas de gran amplitud.

Estos puentes presentan sobre los giratorios las ventajas de necesitar un menor contrapeso, la culata se reduce prácticamente al sistema de sostén del contrapeso. Son menos voluminosos, no ocupan ni el gran círculo de los giratorios ni la extensión de los rodantes. Pueden maniobrarse sólo en parte cuando la altura de la arboleda de los barcos no quiere su apertura completa, estas ventajas hacen que en forma casi absoluta se prefieren actualmente a otros.

Puentes levadizos.- Están formados por dos torres colocadas en los muros de la esclusa y un tablero que puede elevarse entre ellos manteniéndose horizontal, Fig. 187.

El equilibrio se obtiene con contrapesos que bajan y suben ligados al tablero a través de poleas. Este sistema se emplea rara vez debido a la gran altura que deben tener las torres pues la arboladura de los transatlánticos y los veleros modernos fácilmente llegarán a tener 60 y 65 metros de altura, en Chicago hay uno de estos puentes para un claro de 42 m. con altura de 54 m.

f).- Maniobra de las esclusas.- La maniobra de las esclusas se hace pasando el agua por gravedad de la dársena a la esclusa y de ésta al antepuerto en las de cárcamo y en los vasos de media marea, este paso se hace en conductos cerrados, a presión, que se denominan acueductos, alojados en el interior de los muros laterales. Las salidas a la dársena y al antepuerto se hacen fuera de las cámaras de entrada y salida, en los muros de cabeza de la estructura, la salida al cárcamo se hace por una serie de orificios comunicados con el acueducto. Estos orificios se colocan en los dos lados, frente a frente y lo más bajo posible para evitar -- produzcan turbulencias y hagan chocar las corrientes contra el casco. En algunas esclusas esas entradas se han puesto en el fondo, como en el canal de Panamá. El control de las aguas se hace por compuertas colocadas a través del acueducto a la altura de la cámara de puertas. A veces se colocan salidas de agua en el trasdós a fin de limpiar los azolves que puedan arrastrar las puertas. Los acueductos se calculan para que la velocidad vertical de las embarcaciones sea de 0.45 a 0.48 por minuto, sin embargo en Panamá se ha admitido una velocidad de 0.90 m. por minuto.

Una esclusada, esto es, la operación completa del paso

de un barco por una esclusa de 180 m. de largo y 24 m. de ancho con un desnivel de 4 m. (En el Havre) se puede resumir de la siguiente manera:

Entrada del barco al cárcamo	6 minutos
Cierre de las puertas y amarre	2 minutos
Llenar el cárcamo	11 minutos
Apertura de las puertas	2 minutos
Salida del barco	6 minutos
<hr/>	
TOTAL	27 minutos

Entrada al cárcamo de un barco que sale	6 minutos
Amarre del barco y cierre de las puertas ..,.....	2 minutos
Vaciado del cárcamo	11 minutos
Apertura de las puertas	2 minutos
Salida del barco	6 minutos
<hr/>	
TOTAL	27 minutos

RESUMEN

Maniobra de entrada	27 minutos
Maniobra de salida	27 minutos
<hr/>	
Tiempo útil	54 minutos
Pérdidas de tiempo	8 minutos
<hr/>	
TOTAL	62 minutos.

Cuando no sale ningún barco, este tiempo se reduce a 50 minutos, lo que hace menos eficaz la maniobra.

de una esclusa.

Una esclusa para su cálculo se divide en cuatro partes diversas:

- 1o.- Muros laterales, exteriores y de cárcamo.
- 2o.- Zampeado, exterior y de cárcamo.
- 3o.- Puertas.
- 4o.- Acueductos.

En esclusas pequeñas se acostumbra considerar como una sola estructura los dos muros y el zampeado, esto tiene muchos inconvenientes pues hace hacer a éste inútilmente resistente a fin de igualar las fatigas en toda la superficie cargada. En la actualidad se considera conveniente el estimar separadamente los muros y el fondo.

Los muros laterales del cárcamo se tratan como muros del malecón. No requieren ser estancos y antes bien favorece a su estabilidad el hacerlos con juntas abiertas. El fondo del cárcamo puede no estar íntimamente ligado a los muros y la subpresión en este caso será igual únicamente a la diferencia de profundidades de sus dos caras. Si se hace solidario de los muros y éstos son suficientemente estancos, para mantener un nivel de agua superior en su cara posterior, la subpresión en el fondo puede llegar a ser igual a la diferencia máxima de mareas más el grueso del fondo, disminuida por la longitud del paso de filtración. Esto también se producirá cuando los muros de cabeza no forman barraje suficiente al agua. En este caso se debe calcular el fondo como viga empotrada en los dos apoyos y con carga uniforme igual a la subpresión.

Los muros y el piso de las cámaras exteriores si deben ser estancos a fin de no hacer perder el agua á la dársena y al cárcamo. Para esto debe establecerse un dentellón que en muchos casos se hace de pilotes o tablicstacados hasta -

una capa resistente e impermeable o hasta una profundidad en que el paso de filtración hace las pérdidas de agua insignificantes. La subpresión bajo el piso será simplemente y como máximo la diferencia de profundidades de sus caras.

En los muros la subpresión dependerá de las condiciones del subsuelo y del relleno, que generalmente se encontrará más o menos saturado de agua.

La presión hidrostática sobre las puertas irá creciendo desde el nivel de la marea alta al de la baja y será constante de ese lugar al fondo. Fig. 188.

Por metro lineal de puerta la presión en D-E será:

$$P_1 = 500 h^2$$

en B.-C sera:

$$P_2 = 1\ 000 Hd$$

suponiendo $h = 5$, $d = 5$ y $a = 4$

Además la anchura de la esclusa de 30 m.

$$P_1 = 500 \times 25 = 12\ 500 \text{ Kgs.}$$

$$P_2 = 1\ 000 \times 25 = 25\ 000 \text{ ''}$$

La presión total $P = 37\ 500$ por metro de anchura.

En un lado de la esclusa será $37\ 500 \times 15 = 562.5 \text{ Tons.}$

Suponiendo el muro de 10 m. de espesor hasta B, 5 hasta D y 3 de D a A, la sección será de 75 m². bajo el agua y --- 12.00 m² fuera de ella, el peso por metro lineal será de:

$$\begin{array}{r} 75 \text{ m}^3 \quad \times \quad 1 \quad 100 \quad = \quad 82.5 \\ 12 \quad " \quad \times \quad 2 \quad 100 \quad = \quad 25.2 \\ \hline 107.7 \text{ Tons.} \end{array}$$

El punto de aplicación de la presión estará a:

$$\frac{1.67 \div 2.50 \times 12 \quad 500}{37 \quad 500} = 1.42; \quad 1.42 \div 2.50 = 3.92$$

Suponiendo un muro de 15 m. de largo, la resultante pasará fuera del centro de gravedad a:

$$\frac{562.5 \times 3.92}{1 \quad 613} = 1.47$$

$$1.47 \div 2 = 8.97$$

el tercio medio termina a 20.00 m. luego el muro será estable, por este concepto.

Quando la puerta es de dos batientes la presión hidráulica se descompone en dos fuerzas perpendiculares al batiente, una en el poste de rotación y otra en el extremo opuesto en el eje de la esclusa. Esta última fuerza se compone con la del otro batiente para dar una fuerza paralela al eje del canal R₁, Fig. 189. Esta a su vez se puede descomponer en dos a lo largo de las puertas, R₂. Esta a su vez se compone con la presión en el eje de rotación para dar la presión total en el muro, R₃.

Como $P_1 = \frac{Pt}{2}$ fácilmente se vé que R₃ es:

$$R_3 = \frac{Pt}{2 \operatorname{sen} \alpha} \quad \text{llamando } \alpha \text{ al ángulo}$$

que las puertas forman con la perpendicular al eje de la esclusa.

Pues por construcción EF es igual a AI y paralela a ella y AB es igual a EH, también paralelas, por lo tanto los triángulos AIB y EFG son iguales a sus ángulos EGF = ABI y como BI es paralela a EJ pues la altura del triángulo isósceles ABC cuya base AC es perpendicular a EJ como resultante de las fuerzas AD y AI, esos ángulos EGF Y ABI serán iguales al AEJ.

La resultante final puede, por último descomponerse en dos, una paralela al muro y otra perpendicular que habrá que absorber con el peso del muro haciendo que la resultante caiga dentro del tercio medio de la base, tanto transversal como longitudinalmente. Los valores de estas expresiones serán:

$$R_4 = R_3 \operatorname{sen} (90^\circ - 2\alpha) = R_3 \cos 2\alpha$$

$$R_5 = R_3 \cos (90^\circ - 2\alpha) = R_3 \operatorname{sen} 2\alpha$$

o bien:

$$R_4 = \frac{Pt \cos 2\alpha}{2 \operatorname{sen} \alpha}$$

$$R_5 = \frac{Pt \operatorname{sen} 2\alpha}{2 \operatorname{sen} \alpha}$$

$$R_4 = \text{paralelo al paramento}$$

$$R_5 = \text{perpendicular al paramento}$$

Las hojas de las puertas están sujetas, además de (1o.) las cargas hidrostáticas; a (2o.) su peso propio; (3o.) la tracción de los cables o cadenas de maniobra y (4o) los golpes al cerrarse. Estos golpes se pueden producir especialmente cuando la diferencia de nivel entre el antepuerto y la esclusa es pequeño y el oleaje es susceptible de invertir ese desnivel y abrir las puertas, para evitar eso en algunos casos se colocan puertas de flujo o llenante como ya se dijo y en otros, se colocan otras puertas sin forros que se apoyan en las principales e impiden que éstas sean abiertas. Estas segundas puertas se esconden en el trasdós al abrirse las principales Fig. 190. A fin de hacer menor el peso de la puerta sobre su pivote se establecen en la parte inferior de ella dos compartimientos, uno que se mantiene constantemente lleno de agua y otro de aire, esto acerca del centro de gravedad del conjunto al pivote, el resto de la puerta se llena de agua libremente de acuerdo con el nivel en el cárcamo. -- Fig. 191.

El esfuerzo en los puntos de apoyo puede calcularse suponiendo que el peso en el pivote debe ser igual a la diferencia entre el de la puerta y el empuje del agua. Fig. 192,

$$R = P - E$$

la distancia a que esta resultante obra será:

$$r = \frac{P \cdot p - E \cdot e}{R}$$

llamando R == resultante.
P == peso de la puerta.
E == empuje.
r == distancia a que obra R a partir del eje de rotación.
p == id a que obra P
e == id a que obra E

Los esfuerzos horizontales en el pivote y el collarín se pueden determinar tomando momentos de R en relación a cada uno de estos puntos y serán iguales y de sentido contrario en cada punto. Debe procurarse que siempre sea tracción en el collarín. Fig. 192.

El cálculo de las piezas de armadura de la puerta dependen del sistema que se emplee, Fig. 193 A y B, puede ser de piezas horizontales o piezas verticales resistentes o de un sistema mixto que es el usado comunmente en las puertas metálicas.

En el caso de las piezas horizontales, estas trabajan como vigas con carga uniforme que vá disminuyendo de pieza en pieza, el marco se considera apoyado en toda su longitud en sus piezas verticales.

En el caso de piezas verticales, se consideran como vigas con carga decreciente, el marco apoyado en los mismos lados descritos y el superior con cargas concentradas en cada una de las uniones de las piezas verticales; el inferior como una solera totalmente apoyada.

Cuando el sistema es mixto se consideran como piezas principales, en general, las verticales, con pesos concentrados en sus uniones con las horizontales y pesos repartidos en toda su longitud y decrecientes de acuerdo con las cargas. Las horizontales pueden considerarse como tramos independientes entre cada una de las verticales o como continuas según el diseño que se adopte.

Por último, puede establecerse como una retícula de marcos rígidos con distribución de momentos.

Las recomendaciones que se dan para este diseño, son:

1o.- Disponer un pequeño número de trabas horizontales, fuertes y rígidas mejor que muchas débiles.

20.- Colocar equidistantes las trabes horizontales prefiriendo hacerlas más fuertes de acuerdo en su carga, excepto en puertas sujetas a grandes variaciones de marea en que es preferible ponerlas más juntas en la parte baja.

30.- Hacer los montantes verticales fuertes y rígidos.

Los acueductos se deben calcular considerando como carga variable los desniveles entre el interior y el exterior de la esclusa; al disminuir el desnivel, esto es, en la parte final de la operación, el escurrimiento será mucho más lento.

La superficie de los orificios de salida del agua al cárcamo se puede calcular con la fórmula:

$$a = \frac{2A}{Ct} \sqrt{\frac{h}{2g}}$$

donde a = orificios de salida en m²
 A = superficie del agua en el cárcamo, no descontando la ocupada por él o los barcos que se encuentren en él.
 C = un coeficiente que se puede tomar como .6
 t = el tiempo necesario a la operación en segundos.
 h = desnivel inicial entre el interior y el exterior del cárcamo en metros.
 g = la aceleración de la gravedad en m/seg.
 t = debe conducir a una velocidad de elevación de .40 a .90 por minuto; esto es, se puede hacer igual a:

$$t = \frac{h}{v} \quad \text{siendo } .40 \leq v \leq .90$$

a se divide entre el número de orificios que se coloquen pa-

ra obtener la sección de cada uno.

La descarga al iniciarse la operación será:

$$Q = C^a \sqrt{2gh}$$

Generalmente se colocan dos acueductos, la descarga al iniciarse la operación será, por ejemplo, haciendo $h = 3$ y $a = .088 \text{ m}^2$.

$$Q = C^a \sqrt{2gh} = .6 \times .088 \sqrt{3} \times 4.427 = .56 \text{ m}^3/\text{s}.$$

por orificio y suponiendo 100 de un lado se obtendrá un gas to de $56 \text{ m}^3/\text{s}$ y la velocidad $\frac{.56}{.088} = 6.36 \text{ m/s}$.

perfectamente admisibles pues aún suponiendo el choque contra el casco de los barcos, éstos soportarán sin ningún perjuicio velocidades de 10 m.p.s. en travesía, pero además, los orificios descargan dentro de una masa de agua que reduce su velocidad rápidamente.

La sección de acueducto para ese gasto de $56 \text{ m}^3/\text{s}$ será; toda vez que las pérdidas de entrada etc., son insignificantes en relación al diámetro, si se hacen los conductos sin aristas vivas y con curvas de diámetro grande:

$$d = \left(10.29 \text{ m}^2 \frac{10^2}{h} \right)^{3/16}$$

En el caso señalado como ejemplo se puede hacer $n = .016$ y $L = 200 \text{ m}$. así pues:

$$d = \left(10.29 \times .016^2 \frac{200 \times 56^2}{3} \right)^{3/16} = 3.16 \text{ m}.$$

Las compuertas de control en general no se hacen tan grandes como el acueducto sino que éste se divide por partidores que son cerrados por compuertas relativamente pequeñas.

el acueducto mismo se hace generalmente con fondo plano, paredes verticales y bóveda de medio punto, arredondeando las esquinas inferiores, pero también puede ser hecho circular, con transiciones en las cámaras de compuertas y uno debajo de cada muro lateral por lo que la mitad de la descarga corresponderá a cada acueducto, su sección se calcula como tubo forzado, con las fórmulas comunes hidráulicas, en función de las pérdidas de entrada, codos, reducciones, fricción, etc. en caso necesario.

Las compuertas intercaladas en los acueductos, generalmente cerca de las bocas de entrada y salida de la dársena y del antepuerto, pueden ser deslizantes, pivotantes o rodantes. A veces también las ramas de los acueductos principales están controladas por compuertas de acción rápida. Las compuertas principales de las esclusas del canal de Panamá son verticales, rodantes, de 5.00 x 2.40 m., con peso de once toneladas, accionadas por tornillos sin fin y su movimiento dura un minuto, la carga puede llegar a 22.80 m. y la potencia es en C. V., 0.035 de esa carga; los ramales se cierran con válvulas cilíndricas que se mueven en 10 segundos.

En algunas esclusas el cierre se hace con compuertas pivotantes Fig. 194 con dos batientes en ángulo recto, de longitud desigual. Se mantiene la misma carga en la cámara B, que en la C, comunicada con la dársena para llenar el cárcamo se abre la pequeña compuerta A y se deja salir el agua de B, la mayor presión en C contra el batiente grande hace pivotar la compuerta y se establece la comunicación con el cárcamo. Cuando el nivel en la dársena y el cárcamo es el mismo se puede volver a su posición sin esfuerzo la compuerta cerrando la comunicación con la dársena y la compuerta A para mantener la carga B y se abre la compuerta del antepuerto.

Las corrientes producidas en los acueductos se utilizan a veces para limpiar los arrastres de las puertas con conductos que desembocan en la cámara de las puertas como ya se dijo.

En las esclusas pequeñas y de construcción antigua no se colocaban acueductos sino que las puertas estaban provistas de compuertas que directamente permitían el paso del agua del cárcamo y a él, esta disposición debilita las puertas y hace lentas las operaciones por la imposibilidad de dar a esas compuertas una gran sección.

h).- Ejemplos de esclusas.- En los canales artificiales las esclusas son verdaderas escaleras para embarcaciones. Las esclusas marítimas tienen el papel más humilde de simples puertas, como ejemplo puede citarse la de Trystram en Dunkerque, del tipo de cárcamo con una compuerta intermedia que permite hacer esclusas pequeñas cuando el barco por entrar es también pequeño. Esta esclusa está construída como un todo homogéneo entre las cámaras de entrada y salida. Tiene 25 m. de anchura en el cárcamo, 176.50 m. de largo entre puertas y se puede dividir en dos, uno de 106.80 y otro de 69.70 m. de largo. El fondo está a la cota -5 las altas aguas vivas llegan a la cota 5.90 y los muros a la 8.00, tiene un acueducto en cada muro que se cierra por compuertas pivotantes y se abren al cárcamo por 8 conductos cada uno. Fig. 195.

Se construyó excavando hasta la cota -9 en el cárcamo y -11 en las cámaras de entrada y salida sobre 6 300 pilotes de 5 metros y entre las cabezas se coló concreto con un espesor de 2 a 3.20 m. cubierto con mampostería de tabique con un pavimento de piedras de talla en las cámaras de las puertas y empedrado común en el resto. El espesor total del fondo es de 4 a 5.30 m. Los muros son de mampostería. Los acueductos tienen una sección de 9.50 m² en total.

La esclusa de Bremerhaven, Alemania, está formada por dos cámaras de puertas que forman represa y el cárcamo con estructura independiente, sin fondo, con un muro de malecón mixto, infraestructura de pilotes y superestructura de mampostería que aloja a los acueductos. El largo útil es de 215 metros, la anchura de las entradas 22 m. la profundidad suficiente para barcos de 9.50 m. de tirante a marea alta de aguas

muertas. El fondo está formado por una capa de arcilla "initu" la anchura del cárcamo es de 45 m. lo que hace de esta esclusa un verdadero vaso de media marea, la cabeza hacia el antepuerto es más importante, con dos puertas, la de la dársena tiene una sola puerta corrediza, Fig. 196.

Otros ejemplos de esclusas son:

Lugar	Largo	Ancho	Profundidad.
El havre	257 m.	30 m.	10.60
Bremerhaven	215	28	10.50
Tilbury	210	24	12.15
Barry	---	--	12.30
Cardiff	---	24	9.40
Hull	---	26	9.00
Liverpool	---	27	8.80
Barrow	215	30	9.00

Los procedimientos de construcción de las esclusas son semejantes a los ya detallados para los muros de los muelles y a los que más adelante se describen para los diques secos.



50.- CAREÑEROS y ASTILLEROS

SECRETARIA DE MARINA
OFICINA DE INGENIERIA
BIBLIOTECA CENTRAL

a).- Definición, objeto, clasificación. La porción de los puertos destinada a la construcción y reparación de los barcos se denomina astillero, si se trata de construcciones civiles y arsenal si de militares.

La estructura primordial de estas instalaciones es la destinada a soportar y contener el barco durante la construcción o reparación del casco y los elementos p/llevarlo al agua.

(botarlo) o sacarlo de ella para su reparación. A la acción de reparar el casco de un buque se le llama "carenar" y a la estructura "carenero".

Para sacar el agua y poner en ella a los barcos se usan varios procedimientos.

- a).- Varaderos y plataformas de marea
- b).- Planos inclinados.
- c).- Elevadores y diques flotantes.
- d).- Diques secos.

a).- Los varaderos son el más simple carenero y constituyen asimismo el más primitivo. En efecto, en las playas con gran amplitud de marea, basta acercarse a marea alta lo más posible el barco a la playa en un lugar bien protegido del oleaje y amarrarlo a tierra. Al bajar la marea la quilla toca el fondo y el barco se inclina hasta recostarse en la playa. Se hace entonces el trabajo en un costado y con ayuda de las mareas se vuelve a flote y se invierte para completar el trabajo por la otra banda.

Este procedimiento sólo se utiliza para barcos pequeños, en la forma rudimentaria indicada no requiere obras especiales y únicamente se emplea, cuando no hay otra forma, en los puertos no equipados.

Una modificación de este sistema es la llamada "plataforma de marea" que consiste en un zanjeado o plataforma sobre pilotes un poco arriba de la marea baja. El barco se coloca sobre ella a marea alta, es amarrado y recibido y a marea baja queda al descubierto. Este método, como el anterior está sujeto a trabajo "a la marea", esto es, debe suspenderse a marea alta y sólo se usa para barcos pequeños.

La plataforma no es un piso continuo sino que está formada por piezas transversales separadas entre sí, por lo que

también se denominan "rejjas careneras". Deben establecerse en aguas muy tranquilas porque con cualquier oleaje talonarían los barcos en forma peligrosa contra la plataforma en el momento de vararse, las dimensiones de las plataformas de Bolonia y de Dieppe son respectivamente:

Largo	100 m.	80 m.
Ancho	12 "	10.90 m.
Altura del agua	2.80 a	5.55 "
sobre los picaderos	4.65	6.70

A veces los barcos además de apoyarse en la plataforma, lo hacen en un atracadero longitudinal provisto de defensas de tramo en tramo que mantienen el casco lo suficientemente alejado del muro del malecón para el trabajo, además de los amarres ordinarios, se amarran las puntas de los mástiles o bitas colocadas bastante atrás sobre el terraplén, para evitar que el viento voltee al barco. En la plataforma de Dieppe que puede servir de ejemplo de esas estructuras, los pilotes forman una cuadrícula de 1.20 m. de separación transversal y 2.50 m. longitudinal. La plataforma está formada por piezas horizontales de 30 x 35 apoyadas sobre las filas transversales de pilotes, por pares, dejando el espacio entre ellas libre, excepto en la porción exterior donde hay un piso para maniobras. El barco se mantiene separado del malecón por torres de madera que están cada 20 m., fig. 197.

b).- Los planos inclinados o grada carenera son un dispositivo casi exclusivamente usado para la construcción de barcos pero también para reparación de los de tonelaje medio.

Para la construcción, sirve aún para las mayores embarcaciones.

El plano Inclinado está formado por un viaducto con pendiente hacia el mar y que entra en éste hasta una profundidad

mayor que el calado de los barcos para los cuales se hace, y sale a tierra. La longitud de ese viaducto es de tres a cuatro veces la eslora del barco mayor que pueda recibir, de las cuales dos se encuentran bajo el agua y se llaman antegrada. A veces para facilitar la botadura se hacen con dos pendientes, siendo mayor la de la antegrada, otras veces se hace en forma de camino de curva vertical, convexa hacia arriba.

Las gradas de reparación generalmente se hacen para barcos no mayores de 5 000 toneladas, esta limitación está dada porque en las gradas de construcción el movimiento del barco se hace por gravedad, en cambio en las de reparación es necesario subirlo por medios mecánicos, además, sólo se construye fuera del agua el casco y los otros elementos de obra viva necesarios para obtener su flotación y todos los elementos que es posible dejar para su colocación posterior se colocan ya estando el barco a flote (máquinas, compartimientos, equipo, castillos, etc) en cambio para la reparación debe elevarse el barco totalmente equipado y en algunos casos hasta con cierta carga.

La pendiente de las gradas se hace de 1 : 13 a 1 : 25, siendo la más frecuente 1 : 20. Las grandes pequeñas se cimentan generalmente sobre pilotes, las grandes, de construcción se hacen con infraestructuras de mampostería.

Gradas de reparación.- En estas gradas generalmente se colocan de 2 a 4 vías de acero o fierro sobre largueros que a su vez descansan en travesaños llamados muertos, y éstos sobre los pilotes de cimentación.

Sobre esas vías corre una plataforma llamada cuna con largueros que corresponden a las vías, travesaños, otros largueros y una serie de piezas que se llama "picaderos" y que reciben a la quilla y en los barcos de formas rectangulares, especialmente los de guerra, las contraquillas, siendo por lo tanto en número de 1 o tres filas de picaderos. Estas plata-

formas se mueven sobre rodillos colocados entre las vías y sus piezas longitudinales inferiores. En algunas gradas la cuna tiene estructuras laterales, verticales, que sirven de andamios de maniobras y para colocar contrapuntas que sostienen lateralmente el barco y se llaman "escoras". Cuando estas formas laterales no existen, las escoras van de la plataforma de la cuna al costado del barco, diagonalmente.

Las cunas están provistas de dispositivos que evitan, cuando se rompan los cables de tracción, el barco vuelva al agua. La potencia necesaria para subir el barco en su cuna es en C.V. de 3.3 a 7.5% del peso de la embarcación y esa potencia necesaria será en C.V. de 8.3 a 12.5% de esos pesos en toneladas. Cuando no se dispone de espacio para colocar estas gradas longitudinalmente, se ponen paralelas a la playa, el barco se sube de costado. Esto disminuye su longitud, sin embargo, como el esfuerzo es proporcional a la pendiente, para obtener la misma velocidad, se debe recurrir a una potencia mucho mayor. Los americanos e ingleses dan a estas estructuras el nombre de "Marine Railways".

Las cunas se hacen bien para que el barco quede horizontal, bien para que siga la inclinación general de la grada.

Gradas de construcción. - Se distinguen de las de reparación en que la cuna no está formada por una estructura permanente, independiente de la embarcación, sino que está formada simplemente por dos piezas longitudinales sólidamente unidas al casco y que siguen su forma, estas piezas, que son de madera, reposan sobre las vías y éstas sobre los muertos. Para la operación de botar un barco se colocan materias lubricantes entre la cuna y la vía y se hace deslizar la embarcación, como ejemplo de estas operaciones se puede citar, como notable, la botadura del Normandic.

La cala más grande existente en el astillero de penhoet sobre el Loira donde se construyó el "Ille de France" sólo -

permitía la construcción de barcos hasta de 250 m. El Normantirante debería tener 313 m. además al botarlo tendría 6.50 m. de frente y frente a esa grada había a 500 m. un bajo que sólo tenía 5.50 m. de fondo en las mayores mareas altas.

Se requirió pues construir un astillero especial. Se hizo, ganando al mar terreno, por medio de enrocamientos y arena colocada hidráulicamente, después se colocó un tablicstaca central doble y se excavó el espacio interior hasta la roca firme donde se desplantó la manpastería. Se hizo con arcos en una pendiente de 5% comenzaron los trabajos en octubre de 1929, en julio de 1930 se tenían hechos 200 m. y se comenzó a construir el barco sobre ella. Se montaron 8 grúas de 50 m. de altura con peso de 130 tons. de pot.; en abril de 1931 la grada tenía 300 m. y se pudo hacer todo el barco, continuando la construcción de la antegrada.

Para el lanzamiento de una masa de un poco más de 30 000 toneladas, el 29 de octubre de 1932 se emplearon 43 000 Kg. de cabo, 1 100 Kg. de jabón y 2 500 Kg. de manteca de cerdo con un costo de \$ 15,000.00.

Se emplearon 600 hombres. La presión sobre los rieles se hizo no pasar de 2 a 3 Kg. por centímetro cuadrado para no explotar las materias grasas.

La cuna pesaba sola 1 215 toneladas, 31 715 tons. por botar, la velocidad de lanzamiento se debió hacer no mayor de 10 nudos o sean 5.50 m/s. En el momento en que comenzó a flotar la parte avante de la cuna soportó un peso de 8 millones de kilogramos. El barco una vez terminado pesó 75 000 toneladas.

Durante la construcción el casco se soportó con los picaderos y las escoras, después se colocaron los rieles, Fig. 199A y sobre ellos las cunas, Fig. 199 B.

Se quitaron los picaderos y el casco quedó listo para la botadura. Para impedir el movimiento se tenía una serie de dis

positivos de dos clases, unos formados, Fig. 199 C, por tornapuntas apoyados en escotaduras de las cunas y mantenidos por soportes, y camas mecánicas también en escotaduras de la cuna y mantenidas por gatos hidráulicos. Al iniciarse la maniobra de la botadura se sacaron con marro los soportes de los tornapuntas y se fué aminorando la presión dentro de los gatos hasta libertar las camas y éstas a la cuna.

Las gradas de reparación no requieren accesorios especiales además de los andamios de reparación y aún éstos muchas veces son suplidos con andamios colgantes de la borda denominados guindolas, los movimientos de piezas pesadas se hacen con los medios propios de los barcos, en general.

Las gradas de construcción están equipadas especialmente por grúas de tipo de pilón, de base muy alta, hasta 35 y 40 metros a fin de levantar fácilmente las piezas que deben pasar sobre la cubierta de los barcos, que pueden llegar a tener un puntal hasta de 30 m.

Ambas gradas deben tener fácil comunicación con los talleres mecánicos y con los elementos de transporte de materiales con los que se completa el conjunto del astillero. En las gradas antiguas, destinadas a la construcción de embarcaciones de madera, era preciso prolongar la estancia de los barcos un cierto tiempo a fin de obtener el secado completo de los materiales, por esto se cubrían con techos, en general de dos aguas y se provechaban las columbas para establecer pasarelas de trabajo a varias alturas y aparatos elevadores. En las gradas modernas y debido a la imposición de construcciones metálicas, ese techo ya no es necesario.

En los grandes astilleros se colocan varias gradas paralelas e inmediatas, sirviendo las grúas intermedias para la construcción de dos embarcaciones.

Métodos de construcción. - Como ya se indicó más arri-

permitía la construcción de barcos hasta de 250 m. El Normandie debería tener 313 m. además al botarlo tendría 6.50 m. de tirante y frente a esa grada había a 500 m. un bajo que sólo tenía 5.50 m. de fondo en las mayores mareas altas.

Se requirió pues construir un astillero especial. Se hizo, ganando al mar terreno, por medio de enrocamientos y arena colocada hidráulicamente, después se colocó un tablicstaca central doble y se excavó el espacio interior hasta la roca firme donde se desplantó la mampostería. Se hizo con arcos en una pendiente de 5% comenzaron los trabajos en octubre de 1929, en julio de 1930 se tenían hechos 200 m. y se comenzó a construir el barco sobre ella. Se montaron 8 grúas de 50 m. de altura con peso de 130 tons. de peso; en abril de 1931 la grada tenía 300 m. y se pudo hacer todo el barco, continuando la construcción de la antegrada.

Para el lanzamiento de una masa de un poco más de 30 000 toneladas, el 29 de octubre de 1932 se emplearon 43 000 Kg. de cabo, 1 100 Kg. de jabón y 2 500 Kg. de manteca de cerdo con un costo de \$ 15,000.00.

Se emplearon 600 hombres. La presión sobre los rieles se hizo no pasar de 2 a 3 Kg. por centímetro cuadrado para no expulsar las materias grasas.

La cuna pesaba sola 1 215 toneladas, 31 715 tons. por botar, la velocidad de lanzamiento se debió hacer no mayor de 10 nudos o sean 5.50 m/s. En el momento en que comenzó a flotar la parte avante de la cuna soportó un peso de 8 millones de kilogramos. El barco una vez terminado pesó 75 000 toneladas.

Durante la construcción el casco se soportó con los picaderos y las escoras, después se colocaron los rieles, Fig. 199 A y sobre ellos las cunas, Fig. 199 B.

Se quitaron los picaderos y el casco quedó listo para la botadura. Para impedir el novimiento se tenía una serie de di-

positivos de dos clases, unos formados, Fig. 199 C, por tornapuntas apoyados en escotaduras de las cunas y mantenidos por soportes, y camas mecánicas también en escotaduras de la cuna y mantenidas por gatos hidráulicos. Al iniciarse la maniobra de la botadura se sacaron con marro los soportes de los tornapuntas y se fué aminorando la presión dentro de los gatos hasta libertar las camas y éstas a la cuna.

Las gradas de reparación no requieren accesorios especiales además de los andamios de reparación y aún éstos muchas veces son suplidos con andamios colgantes de la borda denominados guindolas, los movimientos de piezas pesadas se hacen con los medios propios de los barcos, en general.

Las gradas de construcción están equipadas especialmente por grúas de tipo de pilón, de base muy alta, hasta 35 y 40 metros a fin de levantar fácilmente las piezas que deben pasar sobre la cubierta de los barcos, que pueden llegar a tener un puntal hasta de 30 m.

Ambas gradas deben tener fácil comunicación con los talleres mecánicos y con los elementos de transporte de materiales con los que se completa el conjunto del astillero. En las gradas antiguas, destinadas a la construcción de embarcaciones de madera, era preciso prolongar la estancia de los barcos un cierto tiempo a fin de obtener el secado completo de los materiales, por esto se cubrían con techos, en general de dos aguas y se provechaban las columbas para establecer pasarelas de trabajo a varias alturas y aparatos elevadores. En las gradas modernas y debido a la imposición de construcciones metálicas, ese techo ya no es necesario.

En los grandes astilleros se colocan varias gradas paralelas e inmediatas, sirviendo las grúas intermedias para la construcción de dos embarcaciones.

Métodos de construcción. - Como ya se indicó más arriba

ba las gradas generalmente están apoyadas en pilotes, debido a que por su cercanía al mar en la mayoría de los casos se colocan en terrenos poco resistentes, sin embargo cuando se puede llegar al terreno firme, como en el caso descrito de Saint Nazaire, se construyen formando cimentaciones por superficie, Fig. 200. En el primer caso a veces, sobre los pilotes se establece una plataforma de mampostería que recibe en su paramento superior los muertos y los picaderos. Esa plataforma otras veces, especialmente en las gradas pequeñas, se hace horizontal, dando la inclinación con enhuacalados de piezas de madera en forma de varias series de muertos y largueros. Figs 201 A y B.

Los picaderos son colocados en las gradas de construcción en forma que puedan desprenderse antes del lanzamiento y ser retirados, esto se obtiene con piezas en cuña. Fig. 202.

c).- Elevadores.- Este procedimiento es poco usado, consiste en plataformas unidas a tierra por columnas, que se sumergen y después por fuerza mecánica, con sistema de prensa hidráulica u otro, se hacen subir con el barco mismo, también son llamados diques semi-flotantes, si la plataforma está constituida por un recipiente estanco con flotadores que pueden ser lastrados con agua o vaciado a voluntad. Fig. 203.

d).- Cuando esta plataforma no se une a la playa, sino que es independiente, se denomina dique flotante. Está constituido de dos paredes y un fondo formando compartimientos estancos, se sumerge lastrándolo con agua, el barco entra y se bombea el agua saliendo toda la estructura, Fig. 204.

El tipo más antiguo de dique flotante remonta al siglo XVIII y estaba constituido por una especie de casco de barco de fondo plano, dobles paredes de madera y en una de sus extremidades una puerta semejante a las de las esclusas. Con esta puerta abierta al dique se sumergía casi hasta su borda, sostenido únicamente por la flotabilidad de su material y dobles paredes huecas y estancas, entraba el barco por carenar, se cerraban las puertas y se extraía el agua interior. Este tipo

perfeccionado, se usa aún para barcos pequeños, pero tiende a desaparecer.

El modelo común de dique flotante en la actualidad es el metálico, formado por un pontón de fondo rectangular o con las extremidades alargadas y dos pontones laterales.

Estos diques deben tener suficiente resistencia para que la flotabilidad de los muros y fondo soporte el peso del barco como carga concentrada en las líneas de picaderos su propio peso y el peso de su maquinaria de bombeo. Para recibir el barco el dique se sumerge casi en su totalidad, para evitar accidentes se colocan compartimientos estancos, de seguridad, que no pueden ser nunca llenados de agua. Al ser levantado un barco y en razón de que el desplazamiento de los muros del dique es mucho menor que el del barco, a igual altura, es necesario abatir el nivel interior a mayor altura que aquella en que va levantando el barco, al llevarse el bombeo al pontón de fondo el desplazamiento de éste siendo mayor que el del barco, la relación se invierte y a un menor descenso interior del nivel del lastre corresponde un ascenso mayor de la estructura. La Posición más desfavorable desde el punto de vista de las presiones hidrostáticas es aquella en que se ha extraído toda el agua de las paredes, Fig. 205.

Los esfuerzos debidos a la carga son de análisis laboriosos toda vez que los barcos tienen sus pesos repartidos en forma desigual no sólo a lo largo de su quilla sino de un barco a otro y además también son más o menos flexibles, esto es, que transmitirán esas cargas de diversas maneras a los picaderos. Por otra parte los barcos están diseñados para que su estructura apoyada en la quilla lleve esos pesos sin necesidad de un soporte rígido sino con la reacción móvil y variante del agua, de acuerdo con los tirantes que el oleaje produzca a lo largo del casco, por lo que según este punto de vista parece no requerirse una rigidez absoluta en el

dique y en esto se apoyan los sistemas de dique seccionales de que después se hablará.

Sin embargo, el someter el barco a empujes diversos a lo largo de su quilla puede traer trastornos en su estabilidad y aún accidentes, por lo que en la actualidad se prefieren hacer los diques rígidos. Esto complica algo su cálculo pero los hace más seguros. En ese cálculo se deben considerar las variadas condiciones de carga, así un barco largo y que desborde del dique a ambos lados dará un momento flexionante menor que uno corto y pesado colocado en el centro del dique y cuyo momento, para ser disminuído, requerirá se lastren las secciones extremas del dique. Fig. 206 A, B y C. Esto hace indispensable el dividir el dique en varios compartimentos que pueden ser llenados y vaciados independientemente. Para la estabilidad del dique se usan las fórmulas de centro de carena comunes a todos los cuerpos flotantes, combinando las condiciones del dique y de los barcos y las diferentes posiciones en que pueda encontrarse.

El trabajo efectuado al levantar el dique también está ligado al centro de carena con la siguiente fórmula:

$$E = DC - D'C'$$

donde E es el trabajo en kilográmetros; D es los desplazamientos del barco y del dique sumados al iniciarse la elevación en kilogramos; C es la profundidad bajo la superficie del agua del centro de carena en metros; D' es los desplazamientos al terminarse el movimiento y C' la profundidad del nuevo centro de carena. La potencia de la planta de bombeo, en relación con el volumen por extraer y la altura de bombeo, en general se considera que el tiempo necesario para levantar su dique debe ser de una hora y media.

Los diques flotantes se construyen para barcos de 10 000 a 20 000 toneladas, sin embargo, se han construído algunos hasta para 40 000 toneladas (Kiel).

Las características generales de un dique flotante pueden estimarse aproximadamente conociendo el tipo de barcos a que está destinado en la siguiente forma: de acuerdo con el Congreso Internaciones de Navegación de Filadelfia:

- 1o.- El largo del dique será 0.9 de la eslora del mayor barco a que esté destinado.
- 2o.- El ancho de la plataforma, la manga del barco más 2.50 m.
- 3o.- El grueso de cada una de las paredes laterales será 0.45 del tirante.
- 4o.- La altura mínima del pontón de fondo 0.6 del tirante del barco (neto bastaría 0.57 pero se aumenta de 0.6 para suplir el peso de las divisiones y piezas de estructura interiores del pontón).
- 5o.- La altura mínima de los muros laterales será el tirante del barco más la altura de los picaderos, generalmente 1.30 m. más un bordo libre que generalmente contiene un puente de servicio y una parte del puente de seguridad, esto es, unos 3 m.

Por ejemplo:

Los barcos pueden reducirse a varios tipos tomando el calado como base así, los tres tipos principales de barcos de carga y mixtos son:

Tipo	Eslora	Manga	Calado	Coefficiente de desplazamiento
I	20.64	2.40	1	0.6
II	22.40	3.20	1	0.5
III	18	3	1	0.65

Así un barco de tipo II, de 8 m. de calado tendrá:

Calado	8 m.
Manga	25.6 m.
Eslora	179.2 m.

Desplazamiento $8 \times 25.6 \times 179.2 \times 0.5$ 18 900 Tons.

Un dique flotante para este barco tendrá:

- 1).- Largo $179.2 \times 0.9 = 161.08$
- 2).- Ancho útil $25.6 \div 2.50 = 28.10$ m.
- 3).- Grueso de las paredes $2 \times 8 \times 0.45 = 7.20$
Ancho total del dique $= 35.30$ m.
- 4).- Grueso del fondo $8 \times 0.6 = 4.80$ m.
- 5).- Altura de las paredes, $8 \div 1.30 \div 3.00 = 12.30$ m.

Para operar estos diques se requiere una profundidad igual al tirante del barco más grande que pueda alojar, más el grueso del fondo, más la altura de los picaderos más un margen entre los picaderos y el barco cuando entre, ese margen no debe bajar en lugares tranquilos y de fondo más o menos plano, de 1.00 m. así pues, en el ejemplo anterior se requeriría:

$$8 \div 1.30 \div 4.00 \div 1.00 = 16.10 \text{ m.}$$

Esta gran profundidad (el ejemplo es un término medio de los diques existentes) es una de las principales limitaciones al uso de estas estructuras y una de sus desventajas en relación a otros sistemas, especialmente el de dique seco que después se estudiará. Generalmente para obviar esta dificultad se establecen fosas dragadas para alojar los diques flotantes, pero la formación y sobre todo el mantenimiento de estas grandes profundidades son muy costosos.

Sin embargo los diques flotantes se usan con cierta amplitud en razón de su relativo bajo costo de instalación, de Doll-

50.000 a Doll. 80.00 en estructuras de madera y de Doll. --
70.00 a Doll. 100.00 de acero, por tonelada de capacidad, la --
rapidez de su construcción, unos cuantos meses en condiciones --
normales y, por último, porque pueden ser construídos en as- --
tilleros especializados, a distancias considerables del lu- --
gar en que deben ser usados, se han construído en E.U. para --
uso en las Filipinas, por ejemplo, y pueden por lo tanto --
equiparse con ellos puertos relativamente de pocos recursos --
naturales en cuanto a industrias navieras.

Los diques flotantes se construyeron en el pasado exclu- --
sivamente de madera. En el presente se siguen construyendo --
de este material algunos pequeños, pero en general se ha --
adoptado la construcción metálica, que de mayores rigideces --
y permanencia, y menor volumen y calado, sin embargo es de --
notarse que hay aún algunos de madera con una edad de más de --
60 años y que han necesitado pocas reparaciones. Los diques --
de madera requieren material desflemado y cuando están en ma- --
res habitados por destructores de madera es necesario que --
sean creosotados y aún, revestidos exteriormente por láminas --
metálicas, generalmente de cobre. Los diques metálicos deben --
pintarse periódicamente.

Para la limpieza y reparación ocasional de estos diques --
y debido a su pequeño calado cuando no están cargados (1.50- --
a 2.00 m), en los mares con alguna amplitud de marea se --
varan y se reparan a la marea, cuando esto no es posible, --
como en reparaciones del fondo, se escora el dique, esto es --
se lastra en un costado más que en otro y se inclina trans- --
versalmente y se repara el costado y la porción del fondo --
descubierta, se invierte el lastrado y se termina la opera- --
ción. Los diques de pequeñas dimensiones pueden ser repara- --
dos en gradas, en caso de contarse con ese medio. En los --
puertos en que existen diques flotantes en general no hay --
diques secos, y además, debido a la gran anchura de aquellos --
no es posible introducirlos en éstos. Además en los diques --
de grandes dimensiones todos estos procedimientos son peli- --
grosos y pueden ocasionar accidentes por lo que se ha busca- --
do la manera de carenar los diques con otros sistemas. Los --

sistemas ideados han dado origen a los llamados diques auto--carenadores "selfdocking". El primero y más antiguo es el de dividir el dique en secciones transversales cada una de una longitud inferior al ancho útil del dique, Fig. 207, para poder colocar y subir cada sección en otra. Este procedimiento tiene el inconveniente de no dar una estructura rígida longitudinalmente, para evitar eso se han ideado los procedimientos de Rennie, Clark y de la Maryland Steel Co. especialmente, consisten en hacer los muros de una sola estructura rígida y el fondo de diversas secciones. En el tipo Rennie cada pontón del fondo puede quitarse y subirse sobre el resto del dique por ser menos largo que el ancho de éste. En el tipo de Clark no hay necesidad de sacar de su lugar los pontones inferiores sino que pueden deslizarse verticalmente hacia arriba, en secciones extremas que pueden soportar a la central para su reparación y pueden ser sostenidas por ella, a su tiempo; éste forma el tipo intermedio entre los dos anteriores que se distinguen porque el de Clark utiliza toda la altura de la estructura como peralte de la viga resistente y el de Rennie sólo la porción sobre el fondo, pero por otra parte, este puede totalmente ser reparado en su posición normal y el de Clark para la carena de la parte baja de sus muros debe ser escorado.

Como dique auto-carenante existe, además y entre otros muchos, el tipo más reciente, más sencillo y al parecer más conveniente, el Cunningham, de tres secciones apernadas en toda su junta de unión que forman una estructura rígida cuando están unidas y pueden carenarse colocando en el centro la sección por reparar sumergiendo las otras dos, apernando las tres y subiendo después toda la estructura, Fig. 209 tienen la ventaja de que el centro de la estructura, que es el que debe soportar mayores esfuerzos, es rígido.

El sistema de bombeo se provee por grupos bombamotor sea en una sola instalación sea con una en cada muro lateral y un sistema de tubería, que con válvulas se controlan para achi--car o llevar el agua a cada sección independientemente.

Otro sistema de diques flotantes usado en Europa aunque no extensamente, es el de los diques llamados "Gigogne" este nombre se dá popularmente a una mujer con muchos hijos de acuerdo con un cuento infantil francés, y que se ha traducido aproximadamente con el nombre de "dique nodriza". - Consiste en un dique totalmente equipado y de grandes dimensiones que puede recibir otros más pequeños, hasta cinco -- que a su vez reciben a los barcos por carenar. Los diques pequeños no tienen bombas, sino únicamente compuertas para admisión y expulsión del agua, una vez que ha recibido su barco el dique pequeño, es elevado por la "Gigogne" se expulsa el agua del lastre y queda a flote con el barco que se carena, mientras tanto, puede otro barco ocupar un segundo dique secundario con el mismo procedimiento. Este sistema muy elaborado y costoso, no es de aconsejarse.

Por último, otro sistema de dique flotante es el llamado de Von Klitzing, para barcos de 1 000 a 5 000 toneladas, salvo alguna excepción, está formado por 6 pontones, tres a lo largo del dique y dos en su parte media, a los lados, que forman elementos de muro. El resto está formado por estructuras sin forro ni compartimientos para flotación. Los soportes están mejor repartidos en relación a las cargas -- que en los diques comunes, pero requieren un mayor calado y un grueso de muros también mayor, no son desmontables ni auto-carenantes, por lo que no son aconsejables.- Fig. 210.

En México, poseíamos un dique flotante en Veracruz, desgraciadamente zozobró hace unos 20 años sin que fuera posible salvarlo, y en la actualidad parece todavía forma un escollo en la bahía frente a San Juan de Ulúa.

Los más grandes diques flotantes construídos hasta la fecha son:

Lugar	Capacidad	Largo	Ancho interior.
Kiel	40 000 tons.	200 m.	27 m.
Hamburgo (1)	35 000 "	219.50 m.	33 m.
Puerto Victoria	32 000 "	207.25 m.	34.55 m.
Portsmouth	32 000 "	207.25 m.	34.55 m.
Montreal	25 000 "	183 m.	30.50 m.
Hamburgo (2)	25 000 "	160 m.	33 m.
Cavite (Filipinas)	20 000 "	200 m.	30.40 m.
Pola	22 500 "	664.20 m.	29.50 m.

El peso de estas estructuras puede estimarse en un .45 del mayor barco que son capaces de recibir.

d).- Diques secos.- Descripción general, funcionamiento.

Los diques secos son vasos generalmente excavados en las inmediaciones de las dársenas o ante-puertos, con una entrada que puede cerrarse con puertas o pontones y con medios que permiten vaciarlos totalmente.

Estando abierta la entrada se introduce el barco por carenar, se cierra esa entrada y se extrae el agua, asegurando al barco sobre una o tres líneas de picaderos y con tornapuntas. El barco ya en seco se procede a su reparación y una vez terminada ésta, se admite agua en el dique hasta hacer flotar el barco y cuando el nivel interior es igualado al exterior, se abren las entradas y el barco sale.

Los diques en general se mantienen vacíos a fin de poder adaptar los picaderos a la forma de la embarcación que debe carenarse. Una vez hecha esa adaptación, se llena y se admite el barco, para vaciar nuevamente el cárcamo, por lo tanto se considera en cada trabajo de carena que se debe vaciar y llenar dos veces el dique.

Este sistema de carenación es el más completo y eficaz

corresponden a él las reparaciones de los mayores barcos --
construidos, tiene la ventaja de una mayor posibilidad de ca-
pacidad en relación con los otros métodos, su permanencia y --
bajo costo de conservación, pues los únicos elementos que --
requieren un cuidado constante son el aparato de cierre y la
maquinaria de bombeo; en cambio, tiene en su contra su alto-
costo de construcción especialmente en suelos poco resistent-
tes.

La forma general se asemeja a la de las esclusas de cár-
camo, sin embargo, tiene con ellas diferencias fundamenta- -
les:

1o.- No tiene sino una sola entrada, pues aunque se --
han construido de dos, una al antepuerto y otra a la dársena,
se tiene experimentado que en vez de alguna ventaja no se ha
obtenido sino una compliación en el funcionamiento y un ma--
yor costo en el mantenimiento.

2o.- Sus aparatos de desagüe requieren potencia mecáni-
ca, en la mayoría de los casos, toda vez que requiriéndose --
un drenado total, únicamente en los puertos en mares de gran
amplitud de marea puede confiarse a la gravedad este traba--
jo y aún así, se necesita un bombeo de conservación ya que --
en general los aparatos de cierre no son completamente estan-
cos. Las esclusas por el contrario nunca se vacían totalmen-
te y el movimiento del agua se hace por gravedad.

3o.- Los diques secos se colocan, en lo posible, en la
porción más abrigada y apartada de las dársenas o los ante--
puertos, aunque se procura que su acceso sea fácil. En gene-
ral, pues, no hay problema de oleaje contra sus puertas.

4o.- Sus muros laterales están escalonados hacia el in-
terior del cárcamo y en general son verticales en el paramen-
to opuesto, en disposición contraria a la de las Esclusas. --
Aquello se requiere para facilidad del torna-junteo de los -

barcos y su reparación, de la forma de distribución de esos escalones se derivan los dos tipos principales de diques secos, al llamado "Francés" en el cual los escalones son en corto número y amplios, para formar pasillos de trabajo, y el "Inglés" en que estos escalones son numerosos y angostos. Se defiende la primera solución con la facilidad de circulación de los trabajadores y el segundo con la mayor facilidad de adaptación de las piezas de sostén a diversos tipos y tamaños de embarcaciones. En general parece que habría que estudiar una solución que diera las dos facilidades en lo posible, y que forma el tipo "Americano".

Una modificación al plan general de estos diques consiste en proveerlos de una puerta intermedia que permite alojar dos barcos o bien sólo utilizar una parte cuando la eslora del barco lo amerita, en general se ha encontrado con la experiencia esta disposición es poco práctica porque se obliga al barco que ocupa la sección del fondo a permanecer en el dique durante toda la reparación del que ocupa el frente y aunque se coloquen de preferencia los que requieren mayores reparaciones en el primero, el manejo del dique puede complicarse y hacerse ineficaz con las esperas y retardos de los barcos que deban entrar o salir; para evitar estas complicaciones se ha preferido en la actualidad la misma solución que en las esclusas, esto es, los diques múltiples que consisten en varios cárcamos independientes e inmediatos, de diversas dimensiones, en Norfolk, Virginia, E.U.A. hay cuatro diques, uno de 310 m. otro de 220 m. y dos de 140 m. a diferentes alturas y con diferentes anchos.

Un dique seco está formado especialmente de la esclusa de entrada, análoga a una esclusa simple, y del cárcamo, estrecho y alargado de manera de seguir más o menos la forma de las más grandes embarcaciones para las que se haya previsto el dique, las dimensiones que caracterizan a los diques son el largo útil, contando entre el paramento interior de la puerta y la vertical levantada del pie del muro del fondo, el ancho, que generalmente se cuenta sobre el piso de la esclusa de entrada y la altura de agua, que es la altura a marea alta de aguas vivas sobre ese fondo. las

dimensiones de algunos diques secos son:

Lugar	Largo	ancho.	Altura agua	Cupo M ³	Observa ciones.
Nantes					Sobre el
Marsella	200 m.	28	12.70		Loira.
Dunkerque	200	25	9.00	60 000	
Havre	202	21	7.90	-	
Brest	350	30	15.85	233 000	
Tolón	250	36	16.00	140 000	
Bremerhaven	422	36	-	-	
Nori. Olk 4o.	260	34.50	11.56	-	Alto de
Salina Cruz	312	33.40	15.70	-	muros.
	180	30.00	10.50	-	

Disposición de planta.- La forma general en planta, de los diques secos es rectangular, sin embargo en muchos de ellos el muro del fondo no se hace recto sino trapezoidal, circular, en ojiva y aún en ángulo agudo, esto tiene por objeto seguir más de cerca la forma de los barcos y no hacer que quede la porción de la proa, que siempre entra la primera, muy alejada de los muros. El dique cuarto de Norfolk, E. U. A., es circular en su extremo, los 1 y 2 de ese mismo puerto, trapezoidales, en Brest Francia, dos gemelos, en la entrada tiene las mismas disposiciones de detalles que las ya estudiadas para las esclusas. En general tiene una sola puerta que comúnmente es de tipo de pontón o barco - puerta - que más adelante se estudiará, presenta los sardinelos, trasdos y ranuras semejantes a las entradas en el extremo exterior de la cámara que permiten cerrar el dique con el mismo barco - puerta en caso de que deba alojarse alguna embarcación extraordinariamente larga o para hacer reparaciones y limpieza en el sitio ordinario de cierre.

Disposición en sección transversal.-

La sección transversal de un dique presenta la estructu-

ra de fondo y dos paredes laterales, es más ancho en el coronamiento de los muros que en el fondo para permitir la iluminación y la ventilación de todo el casco, sin embargo con la luz artificial y las pinturas rápidamente secantes actuales se tiende a disminuir este ensanchamiento para hacer menor el cupo de agua y evitar puentes de trabajo y ademes muy largos. El tipo francés logra esto por gradadas, 2, 3 o 4 cuando más, de 1 m. a 1.50 m. de ancho; el tipo Inglés las multiplica haciéndolas verdaderas escaleras de 0.40 a 0.60 de peralte y de 0.35 m. de huella. Como antes se dijo este último sistema permite poner los puntales horizontales ya que se tienen que apoyar a la altura de los puentes y la altura de estos varía en cada embarcación, pero dificulta el movimiento de los trabajadores. En algunos diques (Gladstone) las gradadas están sustituidas por balcones en saliente sobre un muro prácticamente vertical pero esto da complicaciones inútiles. En todos los tipos en la parte inferior se colocan varias gradadas pequeñas que aumentan la anchura de los muros y los acercan al casco. El fondo tiene bombeo con pendiente hacia los dos lados para que el agua escurra a dos conductos de drenaje longitudinales. En los diques antiguos se ponía un sólo conducto de drenaje en el centro, bajo la línea de picaderos, esto tenía el objeto de hacer el fondo en forma de un arco invertido para contrarrestar las subpresiones, acercarse a la forma arredondeada de los barcos de madera y dar facilidades para sacar los pernos que fijaban la pieza llamada contra quilla, que se ponía bajo la quilla para proteger a ésta y soportar el desgaste y uso; esos pernos tenían de 1 m. a 1.50 m. de largo y requerían por lo tanto la existencia de un canal debajo de ellos para poder ser retirados toda vez que los picaderos que se hacían con piezas de madera se perqueñas tenían que trabajar a la flexión. En los muros hay escaleras paralelas al eje mayor del dique y en general se evita sean en zig-zag para permitir el descenso de piezas largas y facilitar el movimiento de los trabajadores. Estas escaleras se hacen comunmente de 0.20 m. de peralte

0.30 m. de huella. El ancho es de 1.00 m. a 1.50 m.

Para bajar y subir piezas largas se establecen deslizaderas, éstas son perpendiculares al eje mayor y en forma de planos inclinados con una pendiente de 3 de base por 2 de altura, a ambos lados de las cuales se establecen escaleras, en general están cubiertas de bóvedas para no interrumpir las gradas. Se hacen estos conductos de 2 m. de altura y 2 m. de anchura, en general. Esta disposición es costosa y muchas veces se suprimen encomendando el movimiento a deslizaderas que siguen el paramento exterior de los muros interrumpiendo las gradas y sobre las cuales se establece la circulación con pasarelas levadizas, como en este caso la pendiente es mucho mayor, es indispensable la ayuda de un cabrestante en la parte alta para el movimiento de las piezas pesadas, estos cabrestantes pueden ser los propios de los barcos en reparación y no haber en el dique sino poleas para transportar el movimiento. Otras veces se suprimen las deslizaderas y todo el movimiento se hace con grúas potentes de suficiente alcance para que estando colocadas en el coronamiento del muro puedan llevar las piezas al fondo librando las gradas.

En su sección longitudinal el dique presenta la cámara de entrada, que es generalmente más alta que el fondo del cárcamo, cubriendo en altura a los picaderos, el fondo de ese cárcamo que se hace horizontal en su mayor longitud, a veces se le dá una ligera pendiente hacia la entrada, de .005, lo cuál no es incompatible con la forma de los barcos que tienen un mayor calado de popa que a proa pero esa disposición trae una complicación constructiva innecesaria, toda vez que basta dar pendiente a los conductos laterales de desagüe y los picaderos se disponen en forma que reciben correctamente a la embarcación en toda su longitud.

El movimiento del agua se hace por acueductos análogos-

a los de las esclusas pero que no abren directamente al exterior sino que forman cárcamos y conductos de succión para plantas de bombeo que son las encargadas de vaciar el dique, el llenado se hace en general por gravedad por esos mismos acueductos o por compuertas y conductos especiales.

En los barcos antiguos el timón estaba unido a un eje vertical que subía a través de un pozo por la popa de la embarcación hasta la barra de maniobra, para desarmar el timón y después de haber quitado la barra, tenían que hacerse descender la paleta y su eje verticalmente de 3 a 4 m., para permitir esto, se establecía en el extremo de la línea de pascaderos, cerca de la puerta, un foso de esa profundidad llamado "Pozo de Timón". Este pozo siempre era un punto débil, cuando menos desde el punto de vista del drenaje. En los barcos modernos la paleta del timón está unida al eje con renaches que pueden ser botados y quitada esa paleta, sacando después por arriba el eje, esto hace innecesario el pozo de Timón, por esto en los diques modernos en general se suprime esa estructura.

Principios para el cálculo de un dique seco:

Las fuerzas a que está sujeto un dique deben estudiarse para diversos estados:

- 1o.- Vacío y sin ocupar.
- 2o.- Vacío y con un barco.
- 3o.- Lleno.
- 4o.- En construcción.

Consideraremos una tajada limitada por tres planos verticales, dos perpendiculares al eje mayor y otro según esto. Fig. 211.

En el primer caso el dique está sujeto a:

Fuerzas exteriores:

- a).- Empuje del relleno exterior "E".

- b).- Subpresión hidrostática en la cimentación "S".
- c).- Reacción del terreno "T".

Fuerzas interiores:

- d).- Reacción de la otra mitad del dique R, que por simetría será horizontal.
- e).- Peso propio de los muros y el fondo, P_m y P_f .

P_m y P_f se conocen a priori, de acuerdo con el anteproyecto que se formule.

E es un empuje horizontal que puede calcularse con una cierta aproximación de acuerdo con los principios indicados para los muros de malecón.

S es más difícil, en general no corresponde a la altura del agua en el exterior especialmente cuando ésta varía, es diferente porque el terreno sea más o menos permeable, por que el zampeado se adhiera fuertemente al fondo o porque el agua que impregna el terreno encuentre un dren a un nivel inferior.

Se debería pues determinarla experimentalmente en cada caso, pero esto es difícil. En general no corresponde a la totalidad de la presión hidrostática pues sólo sería si la estructura estuviera sobre una película líquida continua.

Las subpresiones que se emplean para el cálculo van de 0 a 1 de la presión hidrostática total.

0 cuando la cimentación es impermeable y la estructura se adhiere a ella, este caso es difícil de encontrar.

0.25 para una estructura de buen concreto sobre roca sana y compacta o material compacto e impermeable.

0.50 buen concreto sobre roca medianamente porosa o mate

rial mediante permeable.

1.00 buen concreto sobre roca muy porosa o material muy permeable.

La reacción T del terreno es también difícil de conocer. En un terreno incomprensible se desarrollarán reacciones en cada punto proporcionales a las cargas, en un terreno muy comprensible se desarrollará una reacción uniforme en toda la cimentación, en un terreno intermedio la repartición de las reacciones dependerán considerablemente del modo de construcción; si se establece en el fondo del dique una plataforma de cimentación y sobre ella se construyen los muros, el peso se transmitirá prácticamente en forma uniforme al suelo y éste desarrollará también reacciones uniformes. Si se construyen primero los muros y después el fondo, las reacciones serán mayores bajo aquellos, por último, si la losa de no es suficientemente rígida, también las reacciones serán mayores bajo los muros.

Las fuerzas analizadas deben satisfacer las siguientes ecuaciones de equilibrio:

$$R = E$$

$$P_m + P_f = f + T$$

Igualando a cero los momentos de todas estas fuerzas en relación a un punto cualquiera del plano de figura, se obtiene una tercera ecuación de equilibrio. Tomando el punto 0. intersección del eje longitudinal y el plano de cimentación:

$$Ee - Rr + P_m p_m + P_f p_f - Ss - Tt = 0$$

De estas ecuaciones se pueden determinar T y R y la posición de esta última.

T debe ser inferior a la fatiga máxima admisible en el suelo y para el material del fondo.

R debe estar dentro del tercio medio de grueso del fondo y si no lo está habrá que estimarse una porción de ese fondo como trabajando a la tensión y repartirla en el resto, debiendo ser inferior a la fatiga máxima admitida para el material.

Cuando la esclusa está vacía pero con un barco en su interior, a las fuerzas indicadas se agrega B, el peso de ese barco sobre los picaderos, sea una sola línea, lo cuál es el caso más desfavorable sea en tres líneas, en este último caso se consideran $\frac{5}{8}$ del peso del barco en la línea central y $\frac{3}{16}$ en cada una de las laterales, para barcos de guerra ese peso puede subir hasta 200 toneladas por metro lineal de picaderos. Este peso no es uniforme en toda la longitud pero se considera siempre como si lo fuera.

Cuando la esclusa está llena de agua, a los esfuerzos considerados en el primer caso se deben agregar las cargas hidrostáticas H_1 y H_2 que son las presiones sobre los muros y el fondo, las ecuaciones resultantes son semejantes a las indicadas.

Por último, es necesario en caso de cimentaciones en terrenos poco firmes considerar varios estados durante la construcción toda vez que las subpresiones cuando no están completamente cargada la cimentación puede ocasionar accidentes.

Procedimientos de construcción. - Los diques secos por los materiales de que están contruídos se pueden clasificar en:

- 10.- Diques secos de madera.
- 20.- " " mampostería.
- 30.- " " concreto.
- 40.- " " mixtos.

Según su cimentación pueden clasificarse en:

- 1o.- Cimentados por superficie.
- 2o.- " " sobre pilotes.

Por último según su forma de resistencia a las subpresiones, pueden dividirse en:

- 1o.- Resistentes por peso propio.
- 2o.- " " fricción.
- 3o.- Mixtos.

Los diques de madera tienen la ventaja de ser poco costosos y de construcción rápida, pero tienen en contra su poca duración. Es obvio que se emplean en lugares poco resistentes y son cimentados y resisten las subpresiones por fricción, esto es, por medio de pilotes. En general, se establece un tabliestacado y varias filas de pilotes alrededor de toda la construcción, Fig. 212 I, A y A'.

So hace la excavación, Fig. 272 II, se clavan los pilotes de los taludes y del fondo, Fig. 212 III y un segundo tabliestacado B y B' por último, se hace un recubrimiento de arcilla entre las cabezas de los pilotes y otro de concreto en el fondo, Fig. 212 IV. La cámara de entrada se establece de mampostería dentro del tabliestacado en seco, desarmando después la porción restante. En estos diques la subpresión es absorbida por la resistencia a la fricción del empilotado, en general se establece que esa subpresión no debe ser superior al peso de la tierra encerrada entre los pilotes, aún cuando se encuentre para ésta una resistencia mayor individual.

Los diques de mampostería y de concreto se construyen con métodos semejantes, para los dos materiales, a los ya estudiados para los malecones, pero en general en aquellos se puede hacer la construcción en seco y al aire libre,

tableciendo encofrados sea perimetrales, para hacer la excavación en total antes de construir los muros, sea dejando el centro para ser excavado al último y hacer los muros primero este último método se llama inglés y tiene la desventaja de que en terrenos comprensibles no reparte uniformemente las cargas. También se ha empleado el método de caissons flotantes en que cada elemento forma una porción del fondo y el desplante de los muros el resto del volumen necesario para la flotación se dá en forma que se desarman una vez puesta la sección en su lugar, y se empacan las juntas, Fig. 213 A primera etapa, B segunda etapa.

Generalmente cuando no se encuentra roca, se colocan pilotes en el fondo y se descarga sobre ellos la estructura, tanto para disminuir la fatiga del terreno como para que ayuden a soportar las subpresiones y no tener que hacer las mamposterías del fondo muy gruesas. En los casos excepcionales de que se tenga un subsuelo rocoso impermeable, basta naturalmente un recubrimiento como en el dique de Lamiron en Brest, Fig. 214, o en Cherbourg, la subpresión es eliminada por drenes más bajos que el fondo del dique.

Aparatos de cierre. - Los diques secos se pueden cerrar con puertas semejantes a las ya estudiadas para las esclusas de navegación, existe, sin embargo, una forma particular de cierre para los diques, debido a que las perforaciones de abrir y cerrar no requieren la rapidez de las de navegación, son los barcos puertas.

El tras-dós en este caso es sustituido por ranuras que dejan una abertura de entrada trapezoidal, Fig. 215. El barco puerta cuando está en su lugar está lastrado con agua y por la forma de cuña de las ranuras en que encaja, forma un cierre estanco, para abrir el dique se bombea el agua del barco puerta y éste se levanta y flota; siendo remolcado fuera.

La inclinación de las ranuras es gral. de $1/3$ a $1/4$ y -

tienen una profundidad de 0.40 m. la ranura del fondo se hace de 0.75 m. más o menos.

Como esto hace necesaria una anchura muy grande de la puerta en la parte alta y requiere un movimiento vertical muy amplio, 1.30 m. más o menos, se ha ideado un sistema de rotación, en este caso el barco cierra por presión hidráulica contra sus tras-dos como en las esclusas de navegación y sólo se levanta lo necesario para flotar, para esto se cortan los muros hacia el exterior de manera a permitir la rotación del barco, éste no está fijo en ninguno de sus extremos y una vez flotando se saca del lugar para permitir la entrada del barco por carenar.

Estos barcos puertas se construyen casi exclusivamente de metal, los datos necesarios para el proyecto de un barco puerta son:

- 1o.- Dimensiones de la esclusa de entrada.
- 2o.- Carga por soportar cuando esté en su lugar y dimensiones del puente en caso de que deba soportar alguno.
- 3o.- Tirante mínimo que debe tener para poder ser maniobrado.

Hay dos clases de barcos-puertas, los de líneas de flotación constante y los de línea de flotación variable.

Los primeros son más antiguos y más numerosos.

Los segundos son más modernos y más convenientes porque son auto-carenantes.

Los primeros están formados por un compartimiento es tanco A en la Fig. 216 que forma un cuerpo flotante, lastreado en su parte inferior con fierro o concreto y con una caja "B" también estanca a la que se puede introducir agua. El casco A está coronado por una forma C compuesta de otro.

cajón estanco con aberturas controlables en ambas paredes. - cuando B está vacío de agua, el pontón flota y se hace que la línea de flotación sea muy cercana al puente divisorio - entre A y C (unos 0.20 m. más o menos) se introduce agua en B y el pontón se sumerge, las válvulas en C. están abiertas, por lo que el agua cubre libremente el casco, el volumen -- desplazado queda prácticamente constante y basta una pequeña cantidad de agua en B para romper el equilibrio. Una vez en su lugar el pontón se cierran las válvulas de C hacia el cárcamo y se vacía éste, vaciándose también B, esto último tiene por objeto que al llenarse el cárcamo cuando está cerca de establecerse en el nivel exterior, el barco puerta -- por virtud de su flotabilidad se levante, esta elevación si no se toman precauciones, es brusca y puede causar transtornos en el dique al entrar por debajo de la puerta una cantidad de agua considerable, para evitarlo se cierran las comunicaciones de C hasta que el nivel es ya el mismo rigurosamente afuera y adentro y se abren después, el agua entonces puede ser expulsada de C por la fuerza ascensional de la -- puerta y ésta emerge hasta su línea de flotación. Este sistema no requiere bombeo sino que el juego de los niveles exteriores e interiores permite el movimiento de la puerta.

El sistema de línea de flotación variable consiste en un simple casco lastrado con fierro o concreto en su quilla, para ponerlo en posición se admite agua en él hasta hundirlo I y II Fg.217, se vacía el dique y se procede a la reparación del barco, después, antes de llenar el dique, se extrae el agua del barco puerta hasta no dejar sino la necesaria - p/darle la flotabilidad requerida y se termina el llenado - del dique. Al llegar el agua interior al mismo nivel de la exterior el barco flota. La línea de flotación no es sino -- función del agua que se mantenga como lastre y puede levantarse la puerta tan poco o tanto como sea menester para las maniobras. Tiene este sistema la característica de que si -- fué levantada la puerta en marea alta y se debe cerrar en -- marea baja, puede no bastar la elevación primero dada p/volverlo a colocar en sus ranuras y en este caso hay que sacar

parte del agua de lastre con bombas. Los equipos de bombeo generalmente son centrífugas seccionadas con motores eléctricos alimentados desde tierra con cables conectables. Para repararlo se puede escorar hasta que emerja la quilla sin dejar de flotar ni peligro de volcamiento, por juego de lastres.

La estabilidad de estos barcos puertos se ha hecho en mucho depender de las formas de las embarcaciones, con puentes, modernas, quilla, etc. Sin embargo, en la práctica moderna se tiende a dar preferencia a la consideración de la estructura en su posición de cerrada y soportando agua sólo por uno de sus lados, lo cual se asemeja más a una puerta que a un barco, siendo sus condiciones en flotación realmente secundarias. El tipo así obtenido es el llamado de caja, con líneas rectas y contraventeo que asemeja la estructura más a la de un puente que a la de un barco, sin embargo, en los ferros sí se sigue la práctica naval haciendo en general las juntas en traslape y no con cubre-junta, de acuerdo con esa práctica. La figura 218 muestra un ejemplo de esta clase de barcos-puerta modernos de línea de flotación variable, en sección transversal. El puente superior sirve de paso cuando la puerta está cerrada, el primer puente recibe el motor eléctrico que acciona la bomba, el segundo es un puente intermedio y de seguridad, es decir, que divide en dos porciones independientes y estancas el barco, el tercer puente recibe la forma centrífuga y con el cuarto puede ser inundado, en la parte baja está el lastre permanentemente de concreto. Se tiene acceso a todos los puentes por escalas marinas y escotillas que pueden ser cerradas.

Acueductos y máquinas de agotamiento. El agotamiento del agua de los diques se hace por medio de plantas de bombeo suficientemente potentes para vaciarlo en 1.5 a 2.5 horas cuando más. Se debe proveer cuando menos dos grupos bomba-motor para evitar suspensión de trabajo durante las reparaciones de uno. Estos grupos en general por sus gran-

des dimensiones no pueden agotar totalmente el agua del dique pues cuando ésta no llega sino a unos 0.50 m. del fondo las bombas aspiran aire aunque se coloquen suficientemente abajo del piso, por la poca velocidad con que el agua llega a los tubos de succión, por lo tanto se instalan otras bombas chicas, auxiliares, que son las que se encargan de agotar el agua. La energía empleada es comunmente la electricidad y el sistema de bombas el centrífugo.

Las bombas deben diseñarse para una variación de carga muy grande pues al principio del agotamiento la carga es 0 para llevar a su máximo al estar prácticamente vacío el dique la eficiencia menor de debe bajar de 50 %.

El llenado de los diques se hace por compuertas que abren al exterior sea a través de la puerta en caso de cierrres de batientes sea por acueductos especiales a través de los muros laterales en el caso de Barcos-Puertas. La operación debe hacerse en una hora más o menos.

El agua sale del dique por una serie de orificios colocados en el fondo de los canales longitudinales de desagüe y vuelve a él generalmente por uno o dos conductos cercanos al fondo y a las puertas.

Los acueductos de llenado se calculan en la forma ya indicada para las esclusas de navegación. A veces se disponen como en las citadas esclusas, una serie de orificios a lo largo del cárcamo para evitar fuertes corrientes contra el casco, sin embargo, esta disposición no es indispensable, toda vez que colocándo las salinas cerca de la puerta no chocan directamente el agua contra el barco, por otra parte, las embarcaciones tienen suficiente resistencia aún para corrientes de 10 m. por segundo que es velocidad común de las olas contra el casco en alta mar. Los acueductos deben disponerse en formas arredondeadas para evitar vibraciones en las mamposterías, otro sistema de llenado es con sifones

peligrosa para el zanjeado del dique, si no se toman precauciones. El agua de llenado debe ser limpia, libre de materias en suspensión, a fin de no tener que hacer limpiezas en el cárcamo y para evitar que las bombas de agotamiento succionen materias sólidas que las dañen, por lo que la entrada de los acueductos del lado del puerto se debe hacer lo más arriba posible pero siempre suficientemente abajo de la marea baja máxima para que no se arrastre aire que disminuya la eficiencia de los conductos y produzca vibraciones.

Los acueductos de vaciado generalmente toman nacimiento en los extremos de los canales de drenaje, esta disposición sin embargo, no es de recomendarse porque produce corrientes en el fondo y puede ocasionar la succión de aire por las bombas. Es preferible establecer acueductos colectores longitudinales que reciban el agua por varias bocas abiertas a los canales de drenaje. Esos conductos se colocan suficientemente abajo del piso del dique y llegan a un pozo de succión de donde las extraen las bombas. Otras veces se forman cárcamos independientes para cada bomba abiertos sobre el dique directamente, el cálculo debe hacerse para que el tiempo de desagüe sea el indicado de 1.5 a 2.5 horas.

Cuando se encuentran dos diques inmediatos, puede servir un solo equipo de bombeo para los dos. Un ejemplo de disposición de bombas puede verse en la Fig., 219.

Accesorios de los diques secos. - El principal e indispensable accesorio de los diques secos, es la línea de picaderos.

En los diques antiguos éstos se formaban simplemente por bloques de madera en la forma descrita para las gradas de carena, esto es, una pieza que reposa sobre el fondo de la cala y es el picadero propiamente dicho, otra superior

que recibe la quilla y otra u otras dos intermedias en forma de cuñas que sirven para poder desmontarlas cuando se requiere la reparación de una porción de la quilla y para corregir su posición una vez recibido el barco. En las formas modernas se han reemplazado los picaderos de madera por piezas de fierro fundido, Fig. 220, con la misma disposición en tres piezas. En este caso el falso picadero tiene en su parte superior una pieza de madera que es la que se gasta y reemplaza periódicamente. Como estos picaderos de fierro fundido son caros ya que deben tener una altura de 1.00 a 1.30 m. se reemplazan con macizos de concreto simple, de piedra labrada o de concreto armado, en este caso son simples paralelepípedos y en su parte superior se pone el falso picadero y la cuña, generalmente estos sí metálicos. En los diques para las grandes trasatlánticos modernos que requieren una gran resistencia se emplean picaderos de acero moldeado.

La presión a que deben estar sujetos los picaderos puede ser en los barcos regulares de 180 a 200 toneladas por metro lineal de quilla, para los grandes paquebotes puede subir hasta 500 a 600 toneladas por metro lineal bajo las máquinas.

Sobre los muros se colocan bitas y cabrestantes como en los malecones, en la parte baja de los muros, arganeos y además a lo largo de la arista del coronamiento de los muros se coloca en general una guarnición, en francés "Hilloire", de fierro fundido con pequeñas bitas, que sirve tanto para el amarre de cables delgados como para evitar la caída de herramientas y objetos al interior del dique, Fig. 221.

Por último, algunos diques están provistos de grúas, éstas son del tipo titán, sobre vías, las características típicas de estas grúas son:

Capacidad	Alcance	Peso	Altura.
10 Tons.	57 m.	39 Ton.	25 m.
4 "	13 "	39 "	17.4 m.

Costo de los diques secos:- El costo de algunos diques secos modernos ha sido:

Lugar	Estruc.	Largo m.	Cost.tot. Dlrs.	Costo/m Dlrs	Costo/Ton Dlrs
Filadelfia	Madera	152.50	549000.00	3601.00	126.00
Nueva York	"	204.00	555000.00	2740.00	76.50
Balboa	Mamp.	335.00	2795000.00	8320.00	114.00
Quebec, Can	"	363.00	3000000.00	8200.00	121.00

III.- Mantenimiento de las profundidades en los puertos y su entrada.

1o.- Necesidad de mantener e incrementar esas profundidades. Procedimientos para lograrlo.

Como se tiene previsto más arriba, en las playas inestables los aluviones tienden a contornear las obras de defensa exteriores y a formar barras a través de las entradas de los puertos, por otra parte, cuando el puerto se encuentra en un río de tipo de barra, ésta es un obstáculo siempre amenazante para la navegación, en los ríos de tipo de estuario los bancos se forman en el fondo y hacen variar los canales de navegación. Los procedimientos de defensa y encauzamiento disminuyen esos efectos y aún en ciertos casos favorecen los hacen desaparecer pero en la inmensa mayoría de los casos no son suficientes esas obras y pronto o tarde se presenta la necesidad de luchar nuevamente contra las barras y los bancos. Además, la necesidad creciente de proporcionar entrada a barcos cada vez de mayor calado obliga a aumentar la profundidad en los puertos, aún en aquellos que naturalmente eran suficientes.

Los procedimientos usados para mantener o incrementar las profundidades se dividen en dos grandes grupos:

a).- Los golpes de agua.

b).- Los dragados.

a).- Los golpes de agua se derivan de la observación de los ríos y pasos de lagunas en que la corriente de reflújo es intensa, en los cuales en general no se presenta el fenómeno de la barra, por lo que se ha procurado imitar esa disposición de la naturaleza o mejorarla cuando se presente.

Como ejemplo de mejoramiento se puede citar el puerto de Venecia: la laguna tenía cinco pasos de poca profundidad de los cuales tres tendían a desaparecer y dos a persistir. A principios del siglo pasado los franceses mejoraron el paso llamado Malamocco, con dos escolleras convergentes al principio y paralelas después, que redujeron la sección de escurrimiento y aumentaron su intensidad llevando la profundidad a 8.50 m., a fines de ese mismo siglo se mejoró la entrada del Lido con dos rompeolas convergentes que tuvieron el mismo resultado, pero la profundidad obtenida no es suficiente ya, y se tiene que mantener una mayor con dragados.

El sistema artificial que imita esta disposición, consiste en vasos, generalmente dragados, cerrados por una puerta que se abre sobre el canal de entrada del puerto. A marca alta se llenan y se cierra la puerta, para abrirla cuando la marea está en su punto más bajo, produciendo una fuerte corriente en el canal que desaloja los azolves. Este procedimiento es oneroso, de difícil funcionamiento y no siempre dá resultados completamente satisfactorios.

En Boloña el vaso de almacenamiento para el golpe de agua estaba formado por el lecho del río con un volumen de 1 600 000 m³. para una altura de 6.25 m. El agua salía por dos portillos de 6 metros de ancho cada uno, los canales de salida estaban zampeados para evitar erosiones en ellos,

este mampeado tenía una longitud de 70 m. e igual anchura.

Las puertas de esos vasos están constituídas en general por un sólo batiente con el eje de rotación no en un extremo sino a su tercera parte, Fig. 222, estas puertas deben permitir una apertura violenta, en el sistema de un batiente se hace girar la pieza A libertando la puerta y la mayor presión sobre el lado mayor abre la puerta, el cierre se hace cuando los niveles exterior e interior se igualan y no tiene dificultad, sin embargo algunas veces no es menester dejar salir todo el agua, en ese caso se abren compuertas en la porción más larga de la hoja y entonces la presión en la porción más corta es la mayor y la hoja se cierra, se afianza con la pieza A y se cierran las compuertas.

En Ostende en 1907 se instaló un sistema con un vaso de 80 Has. con 5 compuertas de 5 metros de ancho cada una. El volumen extraído era de 1 000 000 m³, con una velocidad de 2m. p. s., con ello se limpiaba el puerto de lodos arrastrados por el Escaut.

El fondo de las puertas de entrada se coloca generalmente a un nivel sobre 0, sin embargo, en Ostende, se colocó a -4, con el fin de profundizar hasta esa cota el canal, lo cual se obtuvo.

En Honfleur el vaso puede admitir hasta 700 000 m³. y sale por 4 compuertas de 5 m. cada una. Este vaso tiene la particularidad de que alimentándose con aguas del Sena, muy cargadas de detritus, para evitar su azolvamiento, se dispuso un sistema que permite sólo recibir las aguas superficiales.

Una modificación a ese sistema consiste en hacer el vaciado de los vasos con sifones. Además, para facilitar la remoción se acostumbra arar los fondos, también se acostumbra colocar piedras, pilotes o pirámides de mampostería en el fondo del canal de entrada para que los remolinos cau-

este mampeado tenía una longitud de 70 m. e igual anchura.

Las puertas de esos vasos están constituidas en general por un sólo batiente con el eje de rotación no en un extremo sino a su tercera parte, Fig. 222, estas puertas deben permitir una apertura violenta, en el sistema de un batiente se hace girar la pieza A libertando la puerta y la mayor presión sobre el lado mayor abre la puerta, el cierre se hace cuando los niveles exterior e interior se igualan y no tiene dificultad, sin embargo algunas veces no es menester dejar salir todo el agua, en ese caso se abren compuertas en la porción más larga de la hoja y entonces la presión en la porción más corta es la mayor y la hoja se cierra, se afianza con la pieza A y se cierran las compuertas.

En Ostende en 1907 se instaló un sistema con un vaso de 80 Has. con 5 compuertas de 5 metros de ancho cada una. El volumen extraído era de 1 000 000 m³, con una velocidad de 2m. p. s., con ello se limpiaba el puerto de lodos arrastrados por el Escaut.

El fondo de las puertas de entrada se coloca generalmente a un nivel sobre 0, sin embargo, en Ostende, se colocó a -4, con el fin de profundizar hasta esa cota el canal, lo cual se obtuvo.

En Honfleur el vaso puede admitir hasta 700 000 m³. y sale por 4 compuertas de 5 m. cada una. Este vaso tiene la particularidad de que alimentándose con aguas del Sena, muy cargadas de detritus, para evitar su azolvamiento, se dispuso un sistema que permite sólo recibir las aguas superficiales.

Una modificación a ese sistema consiste en hacer el fondo de los vasos con sifones. Además, para facilitar la remoción se acostumbra arar los fondos, también se acostumbra colocar piedras, pilotes o pirámides de mampostería en el fondo del canal de entrada para que los remolinos ca

palas mecánicas o excavadoras de granada, pero no siendo --
estos aparatos propios de los trabajos de puertos y vías --
navegables no es necesario describirlos en detalle aquí.

Las dragas de pontón están constituidas en su sistema --
de flotación por un chalán de fondo plano, con uno e dos --
puentes sobre la cubierta, sin medio propio de propulsión, --
aunque con ciertas disposiciones que le permiten avanzar. --
Se usan especialmente dentro de ante-puertos y dársenas y --
en los ríos, no pueden trabajar en el mar abierto y en ge --
neral no tienen tolvas, esto es, lugares propios para de --
positar los materiales dragados, sino que los llevan a tie --
rra por tuberías flotantes o a chalanes especiales que des --
pués son remolcados.

Estas dragas se mueven por medio de anclas y pilotes --
Fig. 223: dos pilotes a popa que se clavan alternativamente --
te y las anclas a proa largando una y halando la otra hacen --
recorrer a la herramienta de ataque una línea en zig-zag --
curvo a lo largo del espacio por dragar, para esto se clava --
el pilote B y se levanta A., se recoge el cable del ancla --
D' y el cortador va de C a C', se clava el pilote A en A' y --
se cobra el cable D yendo la herramienta hacia C" y así su --
cesivamente, cuando el ángulo formado por las anclas no bas --
ta ya, se recogen con una lancha y se llevan a tirar más --
adelante. Para los traslados de la draga fuera de trabajo --
se usan remolcadores si el trayecto es largo, o por pasos --
cobrando sobre anclas fondeadas a proa con auxilio de una --
lancha, si el trayecto es corto.

Otro sistema es el de emplear seis anclas, dos a estri --
bor, dos a babor, una a proa y otra a popa, Fig. 224, las --
anclas de los costados sirven para mover la draga en senti --
do transversal y las de proa a popa para el movimiento lon --
gitudinal.

Este sistema no sólo se usa en las dragas de chalán, sino especialmente en las de barco cuando tienen que trabajar fondeadas o tienen herramientas que no se adaptan al trabajo en mar con oleaje, como las de rosario.

En estas dragas el ancla de proa sirve para contrarrestar la reacción de los cangilones, las tres de atrás sirven esencialmente para mantener la orientación del barco.

Las dragas de barco tienen el aspecto exterior de una embarcación cualquiera y puede navegar con medios propios, en inglés se les dá el nombre de "sea-going", ésto es, que pueden ir al mar. Requieren en general un calado mayor que las de chalán y también en general tienen tolvas propias que ocupan las calas si bien también hay algunas que se limitan a tener chalanes que ellas mismas remolcan, estas dragas son especiales para trabajar en la entrada de los puertos y fuera de ellos.

Según el aparato de dragado las más antiguas son las de rosario, consisten en una cadena con cangilones que se bajan por popa, proa o por uno de los costados hasta tocar fondo. Son de poco rendimiento en fondos sueltos y prestan alguna utilidad en los rocosos. Las hay de tolva y sin tolvas las primeras tienen el inconveniente de tener que suspender el trabajo cada vez que sus tolvas se llenan y amarrarse y desamarrarse de sus anclas, lo cuál hace perder el tiempo, en cambio las que no tienen tolva requieren un equipo más considerable y estorboso con sus chalanes y remolcadores.

La tabla siguiente dá ejemplos de estas dragas, cuyo tipo por otra parte, está en desuso por la extremada complicación y relativa facilidad de ruptura de la cadena de cangilones.

Nombre de la draga	Panamá	Suez	Ki. 1
Eslora	81.90 m.	44.50 m.	49.67 m.
Manga	13.17 "	7.50 "	9.20 "
Puntal	5.92 "	3.15 "	3.70 "
Tirante con carga	4.72 "	1.50 "	2.40 "
Tipo de propulsión	Propulsión propia.	Sin propulsión.	Sin propulsión.
Capacidad de los cangilones	1 m ³ (2 Jgo).	0.6 m ³ .	0.875 m ³ .
Rendimiento horario	900 m ³ .	320 "	600 "
Capacidad de la Tolva	1 200 Ton.	Sin tolva.	Sin tolva
Profundidad máxima de dragado.	15 m.	11 m.	14 m.

Otro ejemplo de estas dragas puede ser el número 5 del Havre, Fig. 225.

Eslora	52.30 m.
Manga	11.00 "
Puntal	4.40 "
Tirante	1.15 "

Potencia máquina dragadora	250 HP
Potencia máquina propulsora	550 HP
Capacidad de los cangilones	55 m ³ .
Rendimiento horario:	250 a 700 m ³ .
Velocidad en marcha:	7 nudos.
Precio 1 000 000.00 de francos.	
Año 1906.	

En la construcción del puerto de Veracruz se emplearon, entre otras, dos dragas de este tipo con capacidad de 1 200 Tons. en las tolvas.

Las dragas de pala o de cuchara (dipper dredges) son esencialmente de tipo de chalán, no pueden funcionar en aguas agitadas, no son portadoras, esto es, no tienen tolvas, la maquinaria está construída por una pluma "A" en la Fig. 226 diagonal sobre la proa del chalán, que tiene movimiento horizontal para cargar el chalán que se coloca a un costado de la draga, esa pluma está sostenida por una horquilla vertical B y cables. En el extremo de la pluma hay una polea por la que pasa un cable que va a un malacate en el chalán y a la cuchara en el otro extremo, el mango de la cuchara tiene movimiento sobre su punto de apoyo en la pluma tanto de rotación como de traslación, la cuchara tiene fondo movable y controlable a fin de ser vaciada en el chalán, tiene también dientes para formar las piedras del fondo y remover los fondos sueltos para mayor facilidad en su trabajo. Fig. 227.

Las cucharas tienen capacidades de 4 a 12 m³. como dimensiones características de estas dragas se pueden dar las siguientes:

Eslora	33 m.	Potencia	400 HP
Manga	12 m.	Cuchara	4.5 m ³ .
Puntal	3.60 m.	Costo	100 000.00 Dll.

Sus rendimientos para fondos sueltos es menor que las de cangilones, 180 a 200 m³ por hora, pero son más útiles que aquellas para fondos rocosos (disgregados con minas) y para taludes de canales. Su eficiencia disminuye rápidamente con la profundidad, siendo su límite de trabajo unos 10 m.

Las dragas de concha de almeja o de granada son esencialmente semejantes pues únicamente se diferencian en el sistema de la cuchara que está formada en aquellas, por dos elementos únicamente y en éstas por una serie en forma de ga

jos de naranja, Fig. 228 B y C.

En ambas, esas cucharas están suspendidas de cables a plumas de grúas con caseta baja, Fig. 228 A.

Pueden ser de chalán o de barco con tolvas, en este caso un solo barco puede tener varias grúas con sus conchas respectivas. Tienen la ventaja sobre las ya descritas de poder trabajar en aguas relativamente agitadas y en toda clase de terrenos (siempre que la roca se haya disgregado con anticipación por medio de minas) su instalación y funcionamiento es relativamente bajo. Las características típicas de estas dragas son:

	1 concha	3 conchas	4 conchas
Eslora	38 m.	55 m.	60 m.
Manga	8	10.40	11
Tirante	4	3.97	5.20
Tolva	300 T.	750 T.	1 000 T.
Profundidad de dragado	7.50	7.50	7.50
Rendimiento horario.	80 T.	700 T.	800 T.

Dragas de succión.

Este tipo de draga es el más adecuado para trabajos de mantenimiento de las profundidades, las de pala y granada se avienen mejor a los trabajos de dragado anexos a las construcciones marítimas, aunque también suelen usarse en mantenimiento de profundidades cuando los volúmenes por extraer son cortos.

Las dragas de succión en cuando a su mecanismo están formadas por una bomba centrífuga en general de gran rendimiento y que tiene como característica un amplio juego en

tre su rotor y su envoltura para permitir el paso fácil de pedruscos hasta de unos 20 cms.

La energía para mover esta bomba está dada en general por un motor que en caso de ser draga con propulsión propia, puede ser el mismo que mueve las hélices, o diverso cuando la draga está equipada para trabajar en travesía, como lo son las más modernas.

El tubo de succión de la bomba sale del casco y baja hasta el fondo por dragas y en su extremo está provisto sea de una cuchara, sea de un cortador, este último está formado por una armadura de hojas de acero que giran y remueven el fondo frente a la boca del tubo de succión. Fig. 229. Este cortador algunas veces y cuando se trata de fondos de materiales aglomerados pero fácilmente disgregables (arcillas y arenas arcillosas) se sustituyen con chorros de agua a presión de 2 a 3 atmósferas que salen por tuberías repartidas alrededor de la boca del tubo de succión.

Entre el tubo de succión y la bomba se establece una cámara provista de una rejilla para detener los materiales sólidos mayores que los que la bomba pueda admitir, cuando ese recipiente que se llama "caja de piedras" se llena, la presión en la bomba disminuye, y se detiene el dragado para limpiar la caja.

Las dragas de succión pueden ser de tolvas o de chalán. Las de tolvas, tipo Sea-going, pueden trabajar con oleaje hasta de 1 a 2 m. de altura, de acuerdo con las dimensiones de la embarcación. Pueden tener un tubo de succión, Fig. 230 A, dos y hasta cuatro, Fig. 230 C, esos tubos pueden estar a proa, a popa, Fig. 230 A, en los costados, Fig. 230 B, en la quilla Fig. 230 D. Esos tubos pueden ser inclinados arriba abajo hacia atrás o hacia adelante, cuando son hacia adelante, van excavando, cuando para atrás, arrastrando, los primeros aunque parecen más eficientes, tienen la desventaja de no adaptarse bien al trabajo en marcha cuando el

oleaje es algo fuerte, por lo que pierden tiempo útil. En general se estima que el sistema preferible es un sólo tubo de succión a una borda inclinado hacia atrás, Fig. 230 B., para las dragas "Sea - going" porque en la de varios tubos es difícil hacer trabajar a todos con el mismo rendimiento y se adaptan menos a los oleajes, lo mismo sucede con el tubo de succión en la quilla que no tiene la flexibilidad necesaria pues generalmente se adapta en su longitud para una cierta profundidad y el variarla es laborioso. El tubo de popa exige un casco de estructura elaborada y de difícil carena.

La unión entre el tubo de succión y la bomba se hace con un codo elástico, generalmente de manguera de hule.

En las dragas de chalán el tipo que parece más recomendable es el de tubo de succión a proa con cortador; las "Sea - going" no tienen cortador, en general.

En la actualidad México posee varias dragas, entre otras la "Tampico" y la "Coatzacoalcos" de tipo Sea going, una de tubo de succión a popa y otra en la quilla, es de lanzarse que se hayan escogido estos tipos en vez del de tubo en un costado.

En el dragado del puerto de Tampico en los años de 1924 a 1926 se usaron con muy buen éxito tres dragas, una de chalán y dos "Sea going", con las siguientes características:

(CUADRO EN LA HOJA SIGUIENTE)

Nombre de la draga	Galveston	No. 2 Caucus	St. Hilda
Tipo	Chalán	sea going	sea going
Eslora	34.14 m.	60.96 m.	32.61 m.
Manga	12.80	12.50	8.00
Puntal	3.35	7.00	4.27
Calado	4.27		
Material del casco	madera	madera	acero
Número de rastras	1	2	1
Número de tolvas	0	2	2
Capacidad de ellas	0	747 m ³	411 m ³ .
Diámetro del tubo de succión	0.56 m.	0.457 m.	0.508 m.
Id. de descarga ...	0.54 m.		
Máxima profundidad de dragado	13.11	12.19 m.	12.19 m.
Mínima profundidad de dragado	2.44 m.	5.49 m.	5.49 m.
Potencia de las calderas	700 HP.	1 450 HP.	1 250 HP.
Potencia de los motores	500 HP.	725 HP.	550 HP.

El rendimiento de las Caucus y St. Hilda era de una tolva cada 30 a 40 minutos, dependiendo su rendimiento diario del estado del mar y de la lejanía del lugar de descarga.

El gasto de descarga de la Galveston No. 2 era de 560 -- lbs/s. para 10 a 20 % de materias sólidas o sean 200 a 400 -- m³. de arena por hora.

La Sta. Hilda naufragó entre las escolleras del Pánuco, -- la Galveston No. 2 fué desmantelada en Tampico y la Caucus -- fué retirada en 1925 por la Compañía contratista del dragado.

La Galveston No. 2 se usó para el dragado entre el --

arranque de las escolleras y el muelle final, y las otras dos entre las escolleras una vez hecho el dragado inicial - la Sta. Hilda bastó para el mantenimiento de la profundidad.

En Salina Cruz, operó con éxito en 1935 - 1936 la draga Minnesota de tipo de chalán semejante a la Galveston No. 2 pero siendo el material muy suelto, para dar mayor potencia a la bomba se suprimió el cortador.

El sistema de dragado en marcha, llamado americano, se hace a una velocidad de 2 a 3 nudos, siendo más eficaz el que se hace contra la corriente.

El sistema europeo se hace con la draga anclada excavando un pozo profundo que arrastra hacia él la arena circundante. En general se estima que es preferible el sistema americano salvo en dragados en la base de muros o en dársenas donde la draga no tiene facilidad de evolución o hay peligro de que dañe las estructuras.

El tipo de draga de succión, que es el más empleado actualmente, tiene en su contra el pequeño rendimiento relativo de material sólido en relación con el extraído; además, su eficiencia disminuye en razón directa del grueso del material, para una misma draga a 1 100 m³. de arenas finas extraídas corresponden 800 m³ de arenas gruesas; a 500 m³. de arena limpia, sólo 110 m³. de arenas arcillosas y 30 m³. de arcilla dura (sin cortador). En cambio para las dragas de cangilones la eficiencia aumenta con el grueso del material así a 200 m³ de grava no aglomerada corresponden 130 m³ de lodo y 90 m³ de arena fina.

Para aumentar la eficiencia de la succión se ha ideado un sistema consistente en la inyección en la boca del tubo de succión, hacia adentro y en todo el perímetro del tubo, de agua a presión que forma una película que lubrica el tubo, y disminuye las fricciones, con este sistema se ha logrado elevar la eficiencia mecánica de las bombas de 50 a 90%, sin

embargo, este sistema no se ha generalizado.

El movimiento de las dragas de succión de chalán se hace con el mismo sistema de pilotes y anclas ya descrito.

c).- Transporte y utilización de los detritus.

Los productos del dragado en general son arrojados en el mar a profundidades considerables y donde no haya peligro de que vuelvan al puerto, para esto las dragas portantes, estas, tienen tolvas propias, suspenden su trabajo cuando éstas se llenan y van a arrojar el material fuera del puerto, en general como el producto de dragado, especialmente en los aparatos de succión, tiene un porcentaje muy considerable de agua, se hace una decantación en la tolva que está provista de vertedores de demasías amplios, esto es, aún cuando aparentemente la tolva esté llena y derrame agua por esos vertedores, se sigue dragando hasta que los detritus sólidos lleguen a la altura requerida, en esta operación se pierde algo de materia sólida que es arrastrada por el agua que sale por los vertedores y, por otra parte, queda líquido en la tolva,

En las dragas de cangilones se tiene el mismo efecto, en las de granada, almeja y cuchara al sacar el recipiente del agua, escurre una gran cantidad de líquido que arrastra el material más fino, pues nunca cierran herméticamente esos aparatos, lo cual causa también pérdida de eficiencia.

Una vez llenas las tolvas propias o los chalanes tolva, en caso de ser dragas no-portantes, se llevan los detritus al lugar donde se van a arrojar y se abren las compuertas que tanto esos chalanes como las dragas portantes tienen y se cierran una vez que ha salido todo el material sólido. Al cerrarse quedan las tolvas llenas de agua hasta la línea de flotación, agua que sale por los vertedores al ser nuevamente llenadas de detritus de dragado.

La distancia de transporte es muy variable, de 2 a 10 Km. y depende de las condiciones de las corrientes y marcas locales.

El sistema de chalanes, Fig. 231, tiene la ventaja de que cuando son en número y de capacidad suficientes, hacen el trabajo continuo, además son en general de adquisición más económica, en cambio su mantenimiento y operación son más costosos y no aguantan la agitación del mar que pueden soportar las dragas sea-going que son más marineras, por lo que pueden hacer perder tiempo de dragado. Cuando el material es arcilloso las paredes de la tolva deben ser casi verticales, sin embargo hay que evitar que la descarga sea violenta para no imprimir sacudidas peligrosas a la embarcación.

Las tolvas tienen al nivel de los vertederos trabes horizontales en la disposición de los baos de los barcos que sirven no sólo para rigidez del casco sino para evitar que con la oscilación del barco se formen olas peligrosas en el interior, estas piezas se llaman por eso rompeolas y en las dragas son superficiales únicamente para permitir la decantación, pues de prolongarse hasta abajo como en las cisternas de los petroleros, las corrientes interiores al llenado impedirán esa decantación.

Además de las dragas portantes y los chalanes, hay barcos sisternas con propulsión propia que hacen el papel de los chalanes con las ventajas de ser más marineros, pero que son más caros. La capacidad límite económica de chalanes y barcos sisternas es de 400 m³. aproximadamente.

Las dimensiones características de uno de esos barcos, son:

Eslora	.....	47	m.
Manga	.....	7.50	m.
Puntal	.....	3.10	m.

Calado sin carga	2.20 m.
" con carga	2.75 m.
Desplazamiento	696 Tons.
Potencia de máquinas	350 HP.
Capacidad de las tolvas	275 m ³ .
Velocidad de travesía	8 nudos.
Precio antes de la guerra de 1914	280 000.00 francos.

En algunos casos es conveniente utilizar los detritus para elevar la superficie de terrenos bajos y pantanosos, o hacer los rellenos detrás de muros de malecón o de defensa. En este caso se usan sistemas de transporte continuos entre las dragas y esos lugares o un transbordo entre los chalanes tolvas y la playa. Este último procedimiento es caro pero se debe usar cuando el dragado se hace lejos del lugar de utilización y en mar más o menos agitado. El primero se emplea cuando el dragado es cercano y en aguas tranquilas, generalmente en combinación con dragas de pontón.

En el caso de chalanes que deban ser descargados en la playa se usan elevadores, en general de cangilones, que toman los detritus de los chalanes y los elevan hasta un canalón donde se mezclan con agua a presión y son transportados hasta el lugar donde van a ser vertidos, esa distancia no debe ser mayor, generalmente, de 100 m.; para distancias mayores se deben emplear tuberías a presión o trenes de wagonetas. La pendiente de los canalones debe ser de 4 a 5 % para arena fina y de 8% para arcilla, el agua necesaria es de 2 a 3 volúmenes por 1 de material sólido.

El elevador de cangilones puede estar instalado entre dos muelles o pontones que pueden recibir en su espacio intermedio al chalán, Fig. 232.

Cuando es posible, se establecen en vez de canalones, correas transportadoras que no requieren agua pero sí energía mecánica y son de un costo de instalación mucho mayor.

El sistema más moderno consiste en el transporte a presión en tuberías cerradas, sea desde la draga, en caso de ser en aguas tranquilas, sea desde la orilla en caso contrario.

En el primero, la misma bomba que constituye la draga de succión inyecta los detritus a una tubería, generalmente de 0.60 m. de diámetro, de fierro, con juntas formadas por anillos de hule con abrazaderas de metal y con flotadores cada dos tramos cuando menos. Esos flotadores están constituidos por cilindros herméticamente cerrados unidos con piezas de madera y cinchos de fierro sobre los que reposa la tubería unida a ellos también por cinchos, Fig. 233. Con este sistema se hizo el dragado de Salina Cruz en 1939 y de Tampico en 1924 - 26 en este último se aprovecho el material dragado para elevar el nivel de los llamados barrios del Cascajal, el Golfo y el Chairel, en dragados anteriores toda la porción de Tampico conocida por el Mercado Bajo, donde está éste, las estaciones del F.C. y varios parques, se formó con este medio. Para el relleno de esos terrenos se hizo necesaria la construcción de bordos y en ciertos casos el cálculo del volumen por llenar, para lo primero se hace un levantamiento topográfico minucioso del terreno para conocer las cotas actuales y proyectar las del relleno y la altura de los bordos. Los bordos se hacen tomando la tierra inmediatamente fuera de ellos. Formando así una pequeña zanja alrededor del terreno por relleno, que sirve de dren para el agua que se filtre através de los bordos, el agua que sirve para arrastrar el material por la tubería desaparece por absorción, escurriendo sub-superficial y evaporación, pudiendo hacerse así rellenos hasta de 3 a 4 m. generalmente en capas de 0.20 a 0.30 m. entre llenado y llenado, elevando los bordos a medida que es necesario.

Quando la tubería es demasiado larga para la potencia de la bomba, se colocan pasos de bombeo intermedios consistentes en chalanes provistos de bombas que reciben el agua cargada de material en suspensión y la mandan más adelante,

este sistema se empleó en Suez. Cuando no se puede instalar tubería desde la draga, el segundo chalán toma los detritus de los pontones y los inyecta en la tubería de tierra. En este caso se debe agregar el agua que se perdió al llenar los chalanes. Con una sola bomba se logra llevar los detritus a 1000 m. aproximadamente y 6 m. de altura, con dragas del tipo de la Galveston # 2 ya descrita. Los rollenos hidráulicos reciben también el nombre de entarquinamientos.

Quando los fondos están constituidos por roca desintegrada o blanda pueden ser atacados por draga directamente. En Tampico en la llamada curva del Humo, se encontró un banco de piedra que pudo ser removido con ayuda del cortador de la Galveston # 2.

2.- Desrocamientos.

Quando la roca es fija y dura, es necesario disgregarla antes de que sea extraída por los aparatos arriba descritos, para esto se usan dos procedimientos:

- a).- La percusión.
- b).- Los explosivos.

a).- La percusión consiste en golpes dados a la roca por medio de un martinete, la pieza de percusión está formada por una barra de acero de un peso de 1 000 Kg. por metro, con una cabeza en ojiva, Fig. Núm. 2, de acero nickel.

El peso del percusor es generalmente hasta de 20 toneladas y se deja caer de 2 a 3 m. El martinete está colocado sobre un pontón, generalmente fuera de la borda pero a veces en el interior, la disposición de tracción y suspensión es igual a la de los martinotes de caída libre para el clavado de pilotes, bajo el nivel del agua la guía está constituida por un tubo de acero con empaques interiores de madera, Fig. 235.

Las dimensiones típicas de estos aparatos son:

Dimensiones del chalán:	# 1	# 2
Eslora	28.00 m.	32 m.
Manga	7.30 "	10 "
Puntal	2.13 "	2.50 m.
Peso del percusor	10 Tons.	22 Tons.
Profundidad máxima ...	18 m.	21 m.

Para la disgregación del fondo por este medio y después de un sondeo cuidadoso y referenciado conveniente en tierra, se coloca el chalán sobre el sitio elegido y se amarra sólidamente, se da un cierto número de golpes, generalmente de 5 a 15 y se mueve el pontón de 1.50 a 2 m., repitiendo la operación, en el primer paso se procura quitar las crestas rocosas igualando en lo posible la superficie del fondo, esto se logra golpeando más los lugares más altos que los más bajos, después una draga, generalmente de granada, quita la porción rota. El segundo paso es ya más regular, generalmente cada paso interesa una profundidad de 1 m. de roca cuando más. El rendimiento de estas máquinas es sumamente variable de acuerdo con la dureza y tenacidad de la roca, puede ser desde una decena de metros cúbicos al día hasta un centenar de ellos en el mismo tiempo.

Para que el trabajo sea efectivo es necesario que los golpes sean dados siempre en el mismo lugar antes de mover el pontón, si el oleaje habitual es de 0.50 a 1.00 m. es necesario emplear un pontón con apoyos, estos son cuatro pilotes colocados cerca de los ángulos del pontón y que pueden bajarse a voluntad hasta el fondo, una vez apoyados en éste y por medio de malacates, sirven para levantar el pontón haciendo salir su línea normal de flotación unos 0.50 m. arriba del agua.

b).- El segundo procedimiento o sea el de los explosivos es el común en cuanto a la disposición de las susten-

cias detonantes, generalmente dinamita, de los trabajos de excavación en roca, el agua no influye en la dinamita si se toman las precauciones y la clase adecuadas, haciéndose detonar con fulminantes eléctricos a larga distancia con conductores aislados a prueba de agua, pero lo que sí forma un sistema especial es la preparación de los barrenos pues si bien en algunos casos pueden hacerse con buzos provistos de escafandras, barrenas y marros (que deben ser más pesados que lo normal para ser manejados dentro del agua) en general se hacen por medio de perforadoras montadas en pontones.

Estas perforadoras son comúnmente de percusión, con guías de tubo, los barrenos deben hacerse llegar hasta un poco más abajo de la plantilla que se desee. El pontón está provisto de pilotes en forma ya indicada para los percusores, las máquinas perforadoras son generalmente de vapor y análogas a las usadas en las canteras. El pontón, a veces, tiene una serie de agujeros que corresponden a los diferentes taldros por hacer y se va desplazando la perforadora sobre el pontón; a veces hay varias perforadoras sobre un mismo chalan, cuando son perforadoras por simple peso, este se hace de 1 500 a 2 000 Kg. Los barrenos se hacen con separaciones de 1.25 m. a 2.50 m. según la clase de la roca y se emplean 800 gramos de dinamita por metro cúbico como promedio (roca calcarea).

Se pueden improvisar estos aparatos, Fig. 236, con bases de madera formadas por barriles vacíos y una plataforma, la energía necesaria para los martinets puede ser dada por un motor de explosión o por una caldera de vapor instalada en un chalán independiente.

30.- Estimación de los volúmenes dragados.

La estimación de los volúmenes dragados se hace en las siguientes formas:

Por tiempo de operación: En las dragas de succión, ---

con descarga continua a veces se estipula el pago del trabajo en función del rendimiento conocido de la bomba, para eso se toman muestras periódicas, cada hora por ejemplo, de la descarga de la tubería, con una probeta unida a un mango y tomando especímenes del centro del chorro y de su perímetro, uno abajo y el otro arriba, dejando decantar y midiendo el volumen del desimento, que da el porcentaje de la descarga conocida de la bomba para el período entre dos muestras, este procedimiento exige una constante vigilancia. Y no es conveniente en términos generales pues produce fuertes errores. El gasto total de la bomba puede medirse en función de la parábola del chorro de la descarga y el área del tubo.

El segundo procedimiento es por medición de las tolvas. Para esto se cubican previamente las tolvas de la draga, del barco portante o de los chalanes y se forman tablas para diversas alturas, cuando en el trabajo se considera llena una tolva se mide, en general, la altura entre el nivel del material y la cubierta o una marca especial y en función de esa medida se conoce el volumen. Como queda siempre un fuerte volumen de agua, se aplica una reducción que depende de la clase de material y puede ser de 18 a 22 % para dragados en arena y 28 a 33 % para arcilla y turba. Otro método es emplear medidores especiales después de experimentos, como ejemplo de este experimento se puede citar la forma en que se medían las tolvadas en la draga Cancus; se usaba una barra de hierro cuadrada, de 2.5 cm. de lado, marcada cada 10 cms. con una base de madera de 20 cms. por lado. La barra tenía 2.5 m. de largo y para hacer la medida se la dejaba sumergir verticalmente hasta donde el peso lo permitía tomando esa profundidad como nivel del material sólido.

Este método es el más efectivo para dragados de conservación pero no puede ser usado en caso de bombeos directos.

El tercer método es el de diferencia de sondeos, es correcto cuando no hay aportes nuevos durante el trabajo, como en una bahía protegida o en un río durante el estiaje, en una barra de rápida formación o en un río en tiempo de avenida es impracticable pues parte cuando menos del material desalojado se repono por los efectos naturales y no aparece como trabajo hecho. El método consiste en efectuar un sondeo preliminar en el lugar por dragar y otro una vez efectuado el trabajo o periódicamente, cada 15 días o cada mes, dibujar los perfiles que se hacen coincidir con secciones cada 10 ó cada 20 m. superponiendo los sondeos antes y después de dragar y midiendo las superficies dragadas en cada sección, sea con planímetro sea por pequeños trapecios o por triángulos. La fórmula que dá el volumen dragado puede ser la de áreas medias, la del prismoide o la de áreas medias con corrección prismoidal. En general para las estimaciones de dragado basta la de áreas medias:

$$V = L (A_1 / 2 + A_2 + A_3 + \dots + A_{n-1} + A_n / 2)$$

Donde V es el volumen total dragado, L la equidistancia de las secciones y A las superficies dragadas en cada una. A₁ y A_n pueden ser 0 ó bien el 0 estar a una L menor, en este caso, la fórmula se modificaría en los términos correspondientes quedando:

$$V = L'A_1/2 + L(A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_{n-1} + A_n/2) + L_n A_n/2$$

Sin embargo, como las secciones se toman equidistantes, se acostumbra tomar como origen aquella en que no aparece trabajo hecho, suponiendo que éste comienza en ella.

Los volúmenes externos se asimilan a una cuña, lo cuál es suficiente para la aproximación requerida.

Los dragados no pueden hacerse exactamente hasta una cota dada, la tolerancia que generalmente se especifica es de 0.30 m. esta tolerancia se dá bajo la cota de contrato, esto es, suponiendo que se deba dragar a la cota -10, se computarán todos los volúmenes extraídos hasta la cota -10.30 debiendo no quedar ningún punto en el área recibida arriba de la cota -10, lo dragado bajo la cota -10.30 no se computará.

Para la pleneación de los dragados se establecen planos de sondeos generales y en ellos se proyectan las áreas por dragar, en general canales de entrada, ciabogas (lugares para evolución de las embarcaciones) o fosos de marea, a estos dragados proyectados se les asignan taludes hasta unirlos al fondo natural. Estos taludes deberán estar de acuerdo con las clases de material que los forme, en Tampico los taludes se proyectaron 1:6 y el canal de entrada de 100 m. de anchura como primera etapa y de 200 m. como definitiva, entre las escolleras se hizo de 200 m. desde un principio la profundidad a M.B.M. fué de -10 m.

e).- Los costos del dragado son muy variados y en México, el precio general de contratos es de \$ 0.60 a \$ 0.80 el metro cúbico, el primer número corresponde a dragados en lugares abrigados y el segundo a sujetos a oleaje.

En general las dragas trabajan unos 20 días al mes ocupando el resto en reparaciones, movimientos y días feriados.

TERCERA PARTE.

SEÑALAMIENTO DE LAS COSTAS Y DE LOS PUERTOS.

I.- Generalidades.

1o.- Objeto del señalamiento de las costas y puertos.

Cuando una embarcación después de una travesía en altamar llega a la vista de una costa, es necesario que la identifique para rectificar o ratificar su rumbo, la navegación por costina, en efecto, produce errores considerables y pueden haber pasado varios días desde la última observación astronómica. De día la forma muchas veces característica de la costa basta a los marineros para reconocer el sitio en que se encuentran; de noche es necesario colocar a su alcance señales luminosas fácilmente identificables que los informen de su posición.

A medida que se acercan, después de haber reconocido su rumbo, requieren estar prevenidos contra los escollos, bajos y cabos que pueden constituir un serio peligro, pues la navegación cercana a la costa es considerada como más alcañoría que la de la alta mar por los peligros de encalfo y destrucción que puede encontrar una nave.

Por último, al llegar al puerto de destino o pasar entre los escollos inmediatos a su punto de recalada, es necesario que los pasos y obstáculos se hagan notables a fin de poder llevar a cabo la navegación sin onstáculos.

Lo anterior hace necesario el señalamiento de las costas, puertos y pasos, para lo cual se establecen señales que de noche se hacen luminosas y llevan el nombre genérico de faros y son indispensables para los efectos de orientación y demarcación de las costas y para el señalamiento de pasos en las inmediaciones de los puertos y de ejes de canales de entrada.

Estas señales se forman con dispositivos claramente visibles y de formas y colores característicos y diversos tanto de noche como de día.

En los casos en que es necesario tener la seguridad de que la señal es sensible en todo tiempo, no bastan las caracte-

terísticas visibles, toda vez que en el mar es frecuente la niebla en algunas épocas y este fenómeno llega a anular los alcances luminosos, se recurre entonces a señales sonoras - campanas o sirenas, sin embargo, estas señales son de poco alcance e inseguras por lo que últimamente se han desarrollado otros métodos, el más extendido es el de los radio faros que son estaciones emisoras especiales que radían señales sólo captables desde cierto ángulo o cuya proveniencia, en dirección, es conocible con aparatos de a bordo. Otro sistema de señalamiento eléctrico consiste en cables submarinos tendidos a lo largo de los canales de navegación y que influyen en aparatos colocados en los barcos permitiendo saber cuando la embarcación se acerca a ellos, cuando los sigue o cuando se aparta de ellos, por la intensidad de sus efectos.

20.- Reseña histórica.

Este problema es tan antiguo como la navegación misma, las señales primitivas estaban confinadas a dispositivos de fogatas que de noche eran visibles por su luminosidad y de día por el humo producido. Se tienen noticias de señales establecidas hasta 5 000 años antes de nuestra era y ha quedado el recuerdo en descripciones hechas por escritores y viajeros de la antigüedad. Desgraciadamente esas descripciones en general son en mucha parte fabulosas y cuando se refieren a un mismo faro enormemente discrepantes, de todos modos puede establecerse que los faros de la antigüedad, hasta el derrumbamiento del poderío de Roma consistían en torres más o menos elevadas, de planta cuadrada, poligonal ó circular con varios cuerpos cada vez de menor espesor y coronadas con una plataforma donde se encendía un fuego de leña. De día el humo era la primera señal visible desde el mar, de noche el fuego guiaba a los navegantes, entre los faros de que se tiene recuerdo se debe citar el de Alejandría, Fig. 237, establecido en la isla de Faros, de donde se deriva el nombre actualmente genérico de estas estructuras y que se ha generalizado a focos luminosos muy diversos

como los de los automóviles. A esta torre que mereció el ser clasificada entre las siete maravillas del mundo antiguo, se le atribuyen alturas muy variadas, de 25 a 600 m. Su alcance también se hace ir de 34 a 100 millas marinas por lo que ni aproximadamente se puede conjeturar qué dimensiones tenía, en cambio se conoce el nombre del constructor: Sócrates de Gnido; el faraón que lo ordenó: Ptolomeo Filadelfo y el año de construcción: 270 A.C., era según parece de mármol blanco.

Otro faro notable y éste sí mejor conocido toda vez que subsistió hasta el siglo XVI, era la llamada Turrís Ardens (Torre ardiente) de Boloña, señalaba este puerto de la antigua Galia, era de construcción romana y fijaba un puerto de invasión contra Inglaterra. Lo ordenó el Emperador Calígula, era octogonal de planta, tenía 70 m. más o menos de perímetro inferior y doce cuerpos que dejaban pasadizos exteriores de unos 0.50 m. de anchura, la altura era de 70 m. más o menos también y se encontraba en un promontorio de unos 30 m. de altura, quedó en desuso a la caída del poderío romano, fué restaurado en 810 por Carlomagno y después en 1540 por los ingleses que se habían apoderado de Boloña, en 1644 se derrumbó por erosión del mar en el terreno que lo soportaba, Fig. 238.

En la edad media parece que no siguieron su desarrollo normal los sistemas de señalamiento marítimo y sin embargo en esta época se inició la diferenciación de las señales para su identificación, esta diferenciación se hacía variando el combustible, lo que daba diferentes aspecto del fuego y del humo: leña verde, leña seca y carbón, naturalmente que estos sistemas sumamente rudimentarios tenían muy poco alcance e inconvenientes fundamentales como el que durante las tormentas se apagaban, precisamente cuando más necesarios eran.

Mucho tiempo después, ya en pleno siglo XVIII, por 1720, se sustituyó ese método con el de un haz de velas colocadas dentro de un fanal con vidrios por todos lados, de muy pequeño alcance. En el mismo siglo, por 1780 se sustituyeron las

velas por lámparas de aceite y se instalaron detrás de ellas reflectores de metal pulido, Como esto hacía que sólo fuera visible la luz en un sector, se multiplicaron las lámparas y los reflectores. El faro de Cordouan, en Francia, tenía 90 lámparas. Este sistema era muy poco potente, daba poca luz y mucho humo. En 1783, el ingeniero francés Teulére, discurrió reemplazar los reflectores esféricos por reflectores parabólicos, colocando la llama de las lámparas que ya eran de aceite, en su foco, además discurrió montar el haz de lámparas en un armazón giratorio que se movía con un mecanismo de relojería haciendo recorrer a la luz todo el horizonte, este fue el principio de los faros de destellos. Cada unidad de lámpara y reflector del aparato así diseñado se llamó Fotóforo, Fig. 239. El antiguo faro de Veracruz tenía un aparato de esta naturaleza que aún existe en el museo de la Secretaría de Marina. Estos aparatos se usaban la reflexión se llaman catóptricos.

En 1823, Agustín Juan Fresnel, ingeniero francés, mejoró las antiguas lámparas de mecha plana aplicando a los faros la lámpara Carcel mejorada, esta lámpara utiliza varias mechas circulares concéntricas y aún se usa en muchos faros, además dió un paso fundamental al crear los aparatos ópticos modernos de los faros llamados dióptricos y catadióptricos, esto es, los que emplean la refracción y reflexión combinadas, estos aparatos están compuestos de un tambor de lentes y anillos prismáticos que refractan la luz del foco y la dirigen hacia el horizonte, evitando en lo posible la pérdida por difusión, más adelante se hablará en detalle de estos aparatos.

30.- Distribución del señalamiento de las costas.

Lo que interesa antes que todo es el señalar a los marinos su aproximación a la costa a una distancia tan grande como sea posible. La disposición ideal sería aque-

lla que hiciera imposible el acercarse a tierra sin percibir cuando menos uno de esos faros, en 1825 la Comisión Francesa de Faros fijó ese criterio nacional en los siguientes términos:

"Señalar la cercanía de la costa, tan lejos como sea - - útil por medio de faros suficientemente diferenciados para - - caracterizar netamente las posiciones que ocupan y colocados - - de tal suerte que el navegante no pueda recalar sin tener - - cuando menos uno a la vista en el estado normal de la atmósfera, después, colocar entre ellos luces de apariencias variables cuyos alcances se regulen de acuerdo con las distancias a las que interese verlas y puedan dirigir en toda seguridad - - hasta la entrada del puerto."

De acuerdo con este principio se estableció en Francia una cintura luminosa ininterrumpida para las condiciones medias de la atmósfera, esto es durante un 50% en los días del año. En 1882 el Ingeniero Emilio Allard propuso elevar la visibilidad de estos faros a los 10/12 del año y para esto se equiparon con aparatos de arco eléctrico 46 de los faros entonces existentes, pero en 1886 una comisión náutica nombrada para estudiar los resultados obtenidos, concluyó en la inutilidad de este gasto, el navegante, en efecto, no recala absolutamente al azar y por lo tanto es conveniente cubrir con fuegos potentes únicamente una cierta longitud de costas a ambos lados de las principales rutas marítimas, en esta forma se limitaron a 13 los puertos de las costas francesas señalados por faros potentes reforzados con todos los progresos de la ciencia, con intensidades de 1 500 000 Car - - puntos que puede ser duplicada en caso de bruma, en los otros - - sidades de la navegación y así se cuenta en Francia con una veintena de fuegos de rocalada de 20 000 a 90 000 Car - - grosos, para señalar los puntos menos frecuentados y los peli

A fin de no producir confusiones, luces iguales no deben ponerse a menos de 100 a 120 millas, a menos de que alguna de ellas esté dentro del horizonte iluminado por otro que con su percepción lo identifique, esa distancia se ha fijado en vista de que por mucha desviación que un barco sufra durante la navegación, nunca se desconoce su posición en -- más de esa magnitud, con los elementos actuales de localización, aún después de varios días de no poderse hacer observaciones astronómicas.

4o.- Clasificación de las señales.

a).- Por su objeto.

El primer elemento para clasificar los faros, está constituido por la función a que están destinados de acuerdo con las consideraciones anteriores, en esta forma se clasifican en tres categorías:

Faros de gran recalada.

Faros intermedios.

Faros de situación.

Los de gran recalada son aquellos que indican los puntos donde concurren gran número de líneas de navegación y son los de mayor alcance.

Los intermedios son faros que están en lugares a uno y otro lado de los de gran recalada y en los puntos de recalada de menor importancia.

Los faros de situación son aquellos, de menor alcance, aún, que marcan peligros y demás condiciones necesarias para el barco que ya está cercano a la costa, estos últimos, tienen una sub-clasificación que los divide en luces marítimas interiores y exteriores según su disposición con respecto a la rada.

b).-Por su disposición y modo de vigilancia.

Las señales luminosas en general están constituidas de un basamento o torre y un terrcón o linterna forada por cristales y cubierta de una cúpula dentro de la cuál están el aparato óptico y el foco luminoso. Estas señales, por otra parte, pueden estar establecidas en tierra firme o en dispositivos flotantes, este último procedimiento se usa exclusivamente para faros intermedios y de situación.

Las señales según lo anterior se clasifican como:

Faros y barcos - faros.

Fanales y barcos - fanales.

Balizas luminosas y boyas luminosas.

Los faros son las señales cuya linterna tiene dimensiones suficientes para que el guardafaros permanezca dentro de ellas durante el servicio.

Estas dos categorías están permanentemente atendidas por personal especialmente señalado para cada una de ellas.

Las balizas luminosas son luces sin guardian, dotadas con aparatos que procuran su autonomía pero están sujetos por su misma naturaleza a sufrir interrupciones, por lo que los marinos no deben confiarse de manera absoluta a las indicaciones de estas señales.

Las boyas luminosas son balizas flotantes fondeadas.

c).- De acuerdo con la forma de ser percibida la luz, las señales luminosas se distinguen en luces fijas, óctos, etc., que se ven constantemente cuando se está dentro de su alcance, pueden ser de horizonte cuando se ven desde cualquier dirección o de sector cuando unicamente se ven desde una porción o varias porciones determinada del horizonte.

Si la luz tiene intermitencias cortas se denomina de ocultaciones.

Si la luz sólo se enciende en períodos cortos predominando el tiempo de apagado, se denomina de destellos.

La luz puede ser blanca, verde o roja, siendo estos los únicos colores admitidos actualmente en los faros por que son los que absorben menos intensidad del foco, sin embargo, en general y salvo una absoluta necesidad se elimina aún el verde. El rojo tiene la particularidad de que su intensidad es mayor que la de la luz blanca en la niebla debido probablemente a la abundancia de rayos infrarrojos que no son detenidos por ese fenómeno, la luz blanca, por otra parte, se ve rojiza en la niebla debido a que es únicamente la porción del espectro cercana al rojo e infra-rojo la que logra pasar la niebla. La diferenciación, sin embargo, de las luces blanca y roja es posible, en especial cuando se ven dos faros de esos colores simultáneamente por la notable diversidad de intensidad de la coloración entre uno y otro. En general en los pasos las balizas y boyas que deben dejarse a estribor viniendo de alta mar, son rojas y las de babor blancas o verdes, más adelante se verán en detalle las características usadas y la forma de producirlas.

d).- Por último, de acuerdo con la intensidad lumínica los faros se dividen en órdenes, actualmente esos órdenes se distinguen por la distancia focal de los tambores ópticos, y varían en cada país con reglamentos especiales, en general se establecen seis órdenes, y en México se distinguen por dos elementos:

La distancia focal, que en los aparatos de refracción es el radio del tambor óptico y la distancia vertical entre el plano focal y la tangente horizontal a la cúpula de la linterna, Fig. 240, los seis órdenes se definen así:

Orden	1o.	2o.	3o.	4o.	5o.	6o.
Distancia focal	m. 0.92	m. 0.70	m. 0.373	m. 0.25	m. 0.183	m. 0.15
Altura de la tg.	2.82	2.35	1.97	1.97	1.85	0.90

Los faros de recalada deben ser de los órdenes 1o. y 2o. los intermedios no es indispensable que sean de 1o. y 2o. orden, basta que sean de 3o. y 4o. y aún pueden ser de 5o. ó 6o. siempre que no sean fijos. Los faros de posición pueden ser de los órdenes 3o. a 6o., siendo bastante en general que sean de los órdenes 5o. y 6o.

5o.- Alcance de las señales.

El alcance de las señales varía en función de 3 elementos:

Altura de la señal sobre el mar.

Intensidad del foco luminoso.

Transparencia de la atmósfera.

Estos tres elementos se combinan y no pueden considerarse en la realidad como independientes, sin embargo se acostumbra tomarlos en cuenta en cierto modo que producen tres conceptos distintos de acuerdo con el elemento que se haga predominar y que son los siguientes:

a).- Alcance geográfico, que es la mayor distancia a la que puede ser visto un faro por un observador que se encuentra a una cierta altura sobre el mar, en razón de la altura de la luz, la curvatura de la tierra y la refracción de la atmósfera, suponiendo el haz luminoso reducido a una línea y aquella completamente clara.

b).-- Alcance luminoso que es la mayor distancia que puede ser visto un faro por un observador que se encuentre a una cierta altura sobre el mar, en razón de la intensidad del foco y su altura, considerando los efectos de difusión y de reflexión atmosférica, este alcance es generalmente mayor en forma considerable que el geográfico, pues puede verse pasar en el cielo la claridad o el haz luminoso mucho antes de poder percibir el foco que los produce.

c).-- Alcance efectivo, es la distancia a que puede ser percibido el faro en diferentes condiciones de transparencia de la atmósfera. Este alcance puede ser igual al luminoso pero en función del número de días en que puede ser percibido el foco a las diferentes distancias, es generalmente y como promedio menor que el geográfico.

De todos modos, de las definiciones anteriores se encuentra que en realidad esos alcances no son sino diferentes formas de apreciar el alcance del faro pues pueden también definirse en la siguiente forma:

El alcance geográfico es la mayor distancia a que puede ser percibido el faro directa o indirectamente.

El alcance luminoso es la mayor distancia a que puede ser percibido el faro directamente.

Los alcances efectivos son las distancias a que puede ser percibido el faro en distintas condiciones atmosféricas.

El alcance efectivo no se ha satisfactoriamente podido reducir a fórmulas generales, pues evidentemente está en relación con la potencia visual del observador, que puede incrementarse considerablemente con aparatos ópticos como telescopios, etc. y además varía considerablemente con las condiciones de la atmósfera, en México no se ha tabulado convenientemente, en Francia cada faro se caracteriza con

dos alcances efectivos, uno aquel para el cual el faro es visible un 50 % del tiempo y otro en que es visible un 90 % a simple vista y con agudeza visual normal, el primero de estos datos corresponde un estado claro y medio de la atmósfera y otro a los estados claro, medio y ligeramente brumoso.

El alcance luminoso no es en realidad sino un alcance efectivo para una condición óptima de visibilidad, ésta puede no ser de un tiempo completamente despejado sino ser ayudada por nubes altas que reflejen la luz del faro. Como para el alcance efectivo, se ha renunciado a establecer fórmulas generales sustituyéndolas con series de observaciones para cada tipo de estructura en los diversos litorales.

Esas observaciones se reducen a gráficas, en las que las coordenadas pueden hacerse iguales a la intensidad del foco en cientos de cárcels y el alcance observado en millas marinas, siendo una línea para cada altura de fero sobre el mar, un ejemplo de estas curvas es la Fig. 241, que corresponde a altura de 22 m. muy usada en México para luces intermedias, esa curva se formó uniendo los alcances tabulados para lo señales, es de notarse que de las principales una queda fuera de la línea, sea por imperfección de los aparatos o por error de las observaciones que fijaron ese alcance en México corresponde a 1/12 del año, esto es, que solamente serán visibles las señales a esas distancias durante un día cada doce, lo cuál hace completamente ideales esos números. En Francia, como arriba se dijo, se emplean visibilidades de 1/2 y 9/10 que forzosamente dan alcances mucho menores, como está indicado en la Fig. 242, donde también se vé que están consideradas las condiciones especiales de cada litoral.

El alcance geográfico sí se ha podido reducir a la fórmula general, sin embargo, en ella interviene un coeficiente θ fijado por observación, en la Fig. 243, sea AF un faro de al

tura H, C un observador situado a la altura $BC = h$ entre los rayos luminosos que salen del faro habrá uno que sea tangente a la superficie del mar, en E ese rayo no será rectilíneo sino curvo, pues atraviesa medios de diversa densidad y transparencia, describe una curva determinada por fenómenos de refracción, toca el mar en E y sube después, desde E hacia D, esa línea será el lugar geométrico de los alcances geográficos del faro. Ese alcance se define en función de la altura del observador y es igual a AE para esa altura igual a 0, que es la usada actualmente en Francia, en México se define para $h = 6$ m.

Para el cálculo de estos alcances se admite que la desviación "r" debida a la refracción es proporcional al ángulo "v" comprendido entre las verticales de los puntos que se consideran, esto es:

$$r = v/n.$$

La constante n es pues el factor por el que se deben multiplicar el radio de la tierra, en la región considerada, para encontrar el radio del arco del círculo al que se asimila la trayectoria luminosa.

- Si se llama
- R el radio de la tierra en metros,
 - H la altura del foco luminoso, en m.
 - h la del observador en metros.
 - D el alcance geográfico en mts.

se tendrá:

$$D = \sqrt{R} \sqrt{2m/m-1} \quad (\sqrt{H} + \sqrt{h})$$

Generalmente R se hace igual a 6 366.953 metros y m. a 10 lo que hace la fórmula:

$$D = 3\,760 \quad (\sqrt{H} + \sqrt{h})$$

Durante mucho tiempo se empleó para m el valor 6.25 --
que dá para la fórmula el valor:

$$D = 3850 (\sqrt{H} + \sqrt{h})$$

y esta fórmula ha sido empleada para calcular los alcances --
geográficos de los faros en México, así, en las torres de --
22 metros citadas más arriba y para

$$D = 3850 (\sqrt{22} + \sqrt{6})$$

$$D = 3850 (4.69 + 2.45) = 27\,489 \text{ m. ó sean } - -$$
$$= 14.8 \text{ millas} = 15 \text{ millas, valor que figura } -$$

en las tablas oficiales.

En realidad el coeficiente m es variable dentro de lími --
tes muy extensos; de 3 a 60, no sólomente por la localidad --
sino por el clima y la estación del año, se ha observado que --
la refracción es más pequeña en invierno, por consecuencia, --
el alcance geográfico pasa por un minimum en esa estación. --
Asimismo el alcance geográfico será mayor en los litorales --
tropicales y ecuatoriales que en las latitudes europeas no --
sólo por el clima sino po una R mayor, sin embargo, para --
fines prácticos basta el dato tabulado oficialmente.

De acuerdo con lo anterior parecería conveniente en los --
faros de gran recalada buscar las mayores alturas, sin em--
bargo se ha comprobado que los faros muy altos pierden visi--
bilidad porque entran a la región de la formación de las nu--
es, en cambio, muy bajos, entran en la región de las bru--
es, por lo que se ha establecido que los faros no deben te--
er más de 150 m. sobre el mar, siendo las alturas óptimas --
de 100 a 150 m., en las balizas la altura mínima se ha fija--
de 7 m.

50.-- Señalamiento de peligros y de los pasos.

Las señales marítimas, como antes se dijo, no son únicamente para identificación de puntos de la costa, esta función es cierto que atañe a los de mayor alcance, de recalada e intermedios, pero cuando el barco llega a la inmediata proximidad de la costa requiere no sólo saber dónde se encuentra, sino ser guiado a través de los peligros que pueden esperarlo, esto se obtiene por luces asociadas y por luces de sectores, las primeras sirven para marcar por su posición relativa ciertas líneas, en general ejes de canales de navegación, las segundas al ser visibles sólo dentro de un cierto sector, pueden marcar los peligros o los pasos sea solas o asociadas a otras.

Como ejemplo de esta última disposición puede citarse el señalamiento de los bajos de Anton Lizardo al Sur de Veracruz, Fig. 244, el sistema está formado por dos faros, el de Santiaguillo y el de Anegada de Enmedio, y tres balizas, El Rizo, la Blanca y el Gioté.

Santiaguillo con el arrecife de Anegadilla forma el grupo más saliente de los bajos.

En el faro de Santiaguillo hay dos aparatos de iluminación, el superior, de 4o. orden produce un grupo de dos destellos blancos visibles en todo el horizonte, el aparato inferior, de 1er. orden, tres metros abajo del otro produce dos sectores rojos, uno desde los 3° a los 54° sobre el arrecife de "Cabezo" y otro desde los 85° a los 126° (azimuts a partir del Sur, por el W) sobre el arrecife de Anegada de Afuera.

El faro de Anegada de Enmedio ilumina 180° de horizonte, 4o orden desde los 147° hasta los 220° , blanca fija, desde los 220° a los 260° roja fija sobre los arrecifes de Anegada de Afuera, Santiaguillo y Anegadilla, fija blanca desde los 260° a los 268° para marcar el canal entre Anegadilla y Cabezo, fija roja de los 268° a los 299° sobre el

arrecife de Cabezo, fija blanca desde los 299° a los 327° para marcar el canal entre Cabezo y el Rizo, del lado oscuro - hay un fanal de 6° orden sobre el balcón del faro, que ilumina un sector de 25° desde los 32° a los 57° para marcar el fondeadero de Antón Lizardo. En el arrecife de El Rizo hay una baliza de 4° orden 3 D.B. (destellos blancos), en la Blanca, una de 4° orden f.b. 3 o (fija blanca de 3 ocultaciones), por último, la baliza de El Giote es fija roja.

Los marinos en ruta para evitar los arrecifes de Anegada de Afuera y Cabezo deben no ser simultáneamente los sectores rojos de Santiaguillo e Isla de Enmedio, los triángulos de peligro cubren alrededor de esos arrecifes un margen de 3 cables, esto es 600 m. aproximadamente. (1 cable = 120 brazas, 1 braza 1.6718 m).

Al paso a través de estos bajos, viniendo de Veracruz, esto es desde el noroeste, se hace por medio de las indicaciones de los faros de Santiaguillo y Enmedio, se entra en el Sector Blanco A de Enmedio, si ese sector se convierte en rojo se debe variar el rumbo siguiendo la dirección de esa luz, si la proa se hizo hacia afuera, basta perder el sector rojo de Santiaguillo, donde ya se puede hacer rumbo libremente, si se hizo proa a Enmedio, al perder el sector de Santiaguillo se cambia el rumbo dejando a estribor la luz de Enmedio hasta que se convierta en blanca, para seguir a ésta hacia afuera. Para llegar al fondeadero de Antón Lizardo desde Veracruz, sobre el sector A se mantiene rumbo dentro de la enfilación Blanca-Giote, para esto debe verse la luz de la Blanca a babor de la del Giote, al ver entre ellas la luz del Rizo se hace proa a ella hasta estar dentro del sector del Fanal lateral de Enmedio, las luces de la Blanca y el Giote forman las luces laterales del canal de entrada al fondeadero. Como ejemplo de luces de enfilación se pueden citar las de Tampico, Fig. 245. Son dos balizas, la posterior de 25 m. de altura, es blanca con cuatro ocultaciones, la anterior tiene 14 m. de altura y es blanca con dos ocultaciones, se deben ver en la misma vertical para seguir el eje del canal de entrada entre las escolleras.

II Elementos constitutivos de las señales.

1o.- Dispositivos ópticos.

a).- Aparatos catóptricos.- Estos aparatos como se dijo más arriba, utilizan la reflexión en espejos parabólicos, cayeron completamente en desuso al inventarse los de refracción, se emplearon de dos sistemas: los Teulère ya citados y que estaban formados por la revolución alrededor de su eje de un arco de parábola haciendo pequeños reflectores semejantes a los de los automóviles y a los reflectores de los barcos y para iluminar todo el horizonte requerían multiplicarse o hacerse giratorios para formar destellos, siendo este el origen de esta característica de las luces. El segundo procedimiento se llamó de Bordier - Marcet, y se llamaron siderales, estando formados por la revolución de una parábola alrededor del eje vertical que pasa por su foco, en esta forma se generan dos mantos, uno superior y otro inferior, Fig. 246, con este procedimiento se producían luces de horizonte completo con un solo foco luminoso, pero en la práctica se encontró que daban intensidades muy pequeñas y fué abandonado aún antes de que los Teulère fueran sustituidos por el Sistema Fresnel.

Sin embargo, el sistema catóptico no pasó definitivamente a la historia, un siglo aproximadamente después de su derrota, al finalizar la guerra de 1914 - 1919, se comenzaron a usar de nuevo en combinación con focos de arco eléctrico e incandescencia, pero con una modificación fundamental: los reflectores se hicieron dorados y para encontrar una gran precisión se tallan en el cuerpo de la masa metálica y después son dorados y bruñidos, obteniéndose ópticamente prácticamente inalterables y con una gran exactitud en sus curvaturas, el primer faro de primer orden que se dotó con estos nuevos aparatos fué el de Galitón, en la costa de Tunesia y en la actualidad las casas especialistas los construyen regularmente.

Las ventajas que se alegan en su favor son:

1o.- Ya no tienen el inconveniente de los antiguos reflectores de ser alterados fácilmente por los vapores nitrosos desprendidos del arco eléctrico, el oro y el platino siendo los únicos metales que los resisten.

2o.- Son más sólidos que las ópticas de vidrio.

3o.- Son mucho más ligeros que éstas, lo cual permite alinear todo el sistema de rotación y suspensión, una óptica de 3o orden, sistema Fresnel pesa 380 Kg. más o menos, y de reflectores de 180 Kg.

En realidad la única razón fundamental es la tercera, toda vez que la primera no es precisamente contra las óptimas de cristal y la segunda es controvertible pues si bien éstas son en efecto frágiles, en general no hay motivo de rotura estando bien protegidas y cuidadas y, además, la rotura generalmente se localiza a algún elemento que no invalida el funcionamiento del aparato y es de fácil reposición en el lugar. En cambio un reflector dañado pierde una gran parte de su eficiencia y debe ser enviado a la fábrica para su reparación.

b).- Aparatos diópticos y catadióptricos.

Los aparatos diópticos son los que aprovechan las propiedades de refracción de los cristales, fueron ideados por Fresnel y consisten en lentes plano-convexas que refractan la luz enviando todos los rayos paralelamente a su eje, Fig. 247. La primera dificultad por vencer fué el mucho espesor de los lentes de gran abertura, esa dificultad la subsanó Bordá formando en vez de un lente único un conjunto de anillos de lente alrededor de uno central, esto es, como si se hubiera rebajado el lente único en varios escalones. La segunda dificultad fué que los lentes de grandes aberturas só-

lo refractan los rayos paralelamente a su eje cuando inciden en un ángulo relativamente pequeño, hasta nos 10° y más -- allá dan imágenes borrosas por el fenómeno llamado "aberración de esfericidad", para corregir ésto, Fresnel hizo los escalones exteriores ya no de superficies concéntricas al lente central, sino como elementos de lentes de foco común, con esto logró llevar la amplitud útil a 40° . Por último -- todavía hay una porción de los rayos luminosos que después de esa amplitud se dispersan. Fresnel imaginó lo que él llamó anillos catadióptricos, formados por prismas de refracción total colocados sobre los lentes. Con esta disposición se aprovecha la mayoría de la luz producida, Fig. 248.

Si se hace girar idealmente esa disposición alrededor del eje vertical que pasa por el foco, se obtiene un tambor que dará una luz fija que ilumine todo el horizonte, si a ese tambor se le sobreponen de trecho en trecho fajas verticales opacas y se hace girar, se obtendrá un sistema de ocultaciones, siendo éstas de la característica que se quiere según la disposición equidistante o diversa que se dé a esas pantallas y su anchura, Fig. 250 A.

Si por el contrario se hace girar el dispositivo alrededor de un eje horizontal, se obtiene un lente y anillos circulares que concentrarán el haz luminoso en un solo haz, obteniéndose al moverse ese sistema un destello que recorrerá el horizonte; para obtener varios destellos en menos tiempo del necesario para una vuelta del tambor, se disponen varios lentes uno junto a otro o diversamente separados para obtener la característica buscada, Fig. 250 B.

Los lentes se construyen de varias piezas, siendo una el lente central y otra cada uno de los escalones divididos en sectores, montando todo con armaduras metálicas.

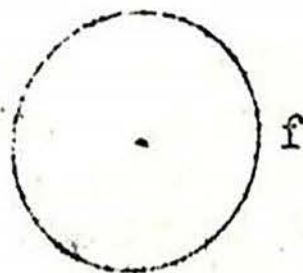
Los colores se producen por interposición de vidrios coloridos, también se han llegado a usar luces combinadas de

colores, como por ejemplo una fija blanca con destellos de color, esto se obtiene haciendo una o varias de las pantallas de que se habló al describir el sistema de ocultaciones, en vez de opacas, de vidrio de color, sin embargo, es recomendable evitar estas complicaciones. En las luces de posición, que sólo necesitan ser visibles a distancias relativamente cortas, se emplea también el sistema de varios focos colocados en forma distintiva, en triángulo, cuadrilátero, etc. Esta disposición se ha empleado también en faros de recalada algunas veces, como en los faros gemelos del Cabo del Havre en Francia pero sólo en forma excepcional. El cristal usado es el llamado de Saint Gobain por la fábrica especializada en ello, tiene una composición de:

Sílico	72.1
Sodio	12.2
Cal	15.7
Aluminio y óxido de fierro	<u>rastros</u>
	100.0 %

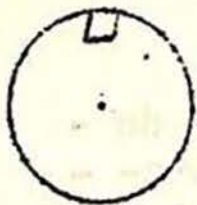
c).-- Las características más usuales así obtenidas y que se usan en la iluminación de las costas mexicanas y si designación abreviada son las siguientes, en que los destellos se caracterizan con mayúsculas y las ocultaciones y fijas con minúsculas.

- Luz fija blanca (f.b.)
- " " roja (f.r.)
- " " verde (f.v.)



La luz fija blanca con una, dos, tres, o cuatro ocultaciones o las similares para rojas o verdes:

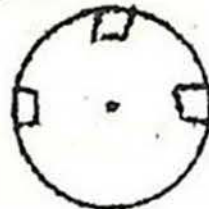
Las ocultaciones en los tres últimos casos se agrupan haciendo el período de luz entre dos grupos francamente mayor que los intermedios; las representaciones son:



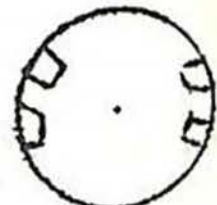
f.b.1 o.



f.b.2. o.



f.b. 3 o.



f.b.4 o.

Luz blanca de un destello.

"

" " " dos destellos

" " " tres destellos

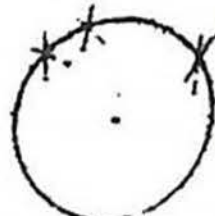
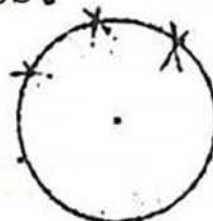
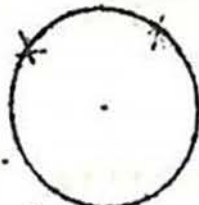
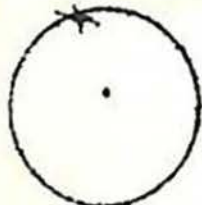
" " " cuatro destellos.

1 D.B.

2 D.B.

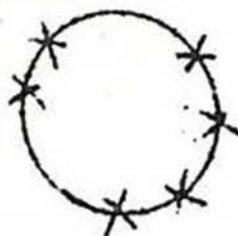
3 D.B.

4 D.B.



Cuando la luz roja, la representación en todos los casos se hace esquemáticamente duplicando el círculo, para la verde no hay representación especial, también se pueden representar todas estas luces multiplicando la característica en el círculo, por ejemplo:

2 D. B.



Cuando el movimiento de la óptica es lento, la atención del observador que está cerca del límite de visibilidad se fatiga y hace en algunos casos difícil la identificación. Además se ha procurado cada vez hacer más potentes los aparatos, para ésto último se tuvieron en cuenta las siguientes leyes de óptica:

1o.- En dos tableros ópticos anulares A y A', Fig. 251, de una misma distancia focal $FA = F'A'$ pero de amplitud de horizonte diferente $\langle \rangle$ B, las potencias lumino

sas son aproximadamente proporcionales a su superficie.

2o.- De dos tableros ópticos A' y A'', anulares, de distancia focal diversa pero de amplitud ϕ de horizonte, igual, las potencias luminosas son también aproximadamente proporcionales a su superficie, por lo tanto para aumentar la potencia luminosa se pueden emplear dos procedimientos:

1o.- Aumentar la distancia focal.

2o.- Aumentar la distancia horizontal.

El primer procedimiento fué el primitivamente empleado - construyéndose ópticas de distancias focales muy grandes, hasta de 1.33 m. esto daba aparatos muy pesados que se llamaron hiperradiantes y eran muy costosos. Fig. 252 A.

El Ingeniero francés Bourdelles, ideó utilizar el segundo procedimiento, esto es, aumentar la amplitud de los tableros, Fig. 252 B, esto dá aparatos mucho más pequeños pero -- forzosamente a igual potencia luminosa, con tableros en menor número que con el primer procedimiento, lo que obliga a usar mucho mayor velocidad de rotación, en un aparato anti-- gundo de 6 tableros, el destello se hacía, por ejemplo, de un segundo con intervalos de 7 segundos y 48 segundos p/la rotación completa del aparato, Fig. 253, para reproducir esa característica en un aparato Bourdelles de 3 tableros, la rotación deberá hacerse en 24 segundos, pero se ha observado también -- que la impresión de brillantez se obtiene tanto más grande -- cuanto más corto es el tiempo de percepción de un destello, hasta un cierto límite, lo cual se explica por la persistencia en la retina que de la sensación que resulta en suma tanto -- mayor cuanto que el ojo, si la misma cantidad de luz hiera en menos -- tiempo difusa, después un pu. o brillante y después luz difusa -- una vez, si es menor la luz será en todo el tpo. de la sensación brillante, si es demasiado corto puede no ser sensible --

parte, experimentalmente pues se ha encontrado que el tiempo óptimo desde este punto de vista es de 0.3 segundos, además, se ha fijado el intervalo entre dos destellos, de 3 segundos a fin de no producir cansancio en el observador, el aparato descrito arriba, para un mejor funcionamiento deberá girar en 9.9 segundos. Estas velocidades han hecho dar a los aparatos el nombre de relámpagos, que en realidad no se diferencian de los destellos sino en sus tiempos, pero están dentro de la misma clasificación.

d).- Mecanismos de movimientos y regulación.

La rotación de los tambores ópticos se hizo primitivamente haciéndolos rodar alrededor de un eje sobre una vía circular con ruedas gruesas de hierro (Galets), este procedimiento causaba muchas fricciones e impedía grandes velocidades y el mismo Ingeniero Bourdelles ideó colocar la óptica en rotación sobre una cuba de mercurio en forma de corona circular, además en vez de arrastrar el mecanismo con una rueda dentada exterior, Fig. 254 A y B, se hace con un eje central; esto reduce a un mínimo los frotamientos. La energía necesaria para la rotación se obtiene generalmente por un peso que baja con un cable a lo largo del eje de la torre del faro y se sube con un manubrio cuando ha llegado abajo, como en ciertos relojes de pared. Otro sistema es el de cuerda de acero semejante a la de los relojes, esas cuerdas duran de 7 a 12 horas, por último otro procedimiento es el de rotación por medio de un motor eléctrico que recibe corriente de la misma planta que el foco luminoso, cuando éste es eléctrico también.

Los faros tienen dispositivos especiales para que no se interrumpa el movimiento mientras se levanta el peso o se da cuerda. La regulación, toda vez que el peso tendería a acelerar el movimiento, se obtenía con escapes de áncora semejantes a los de los relojes, pero que obligan a movimientos bruscos y a detener una masa considerable cada vez, actualmente es

mente se emplean reguladores centrífugos, Fig. 255. Los contrapesos BB suben al girar el tambor y cuando la velocidad es superior a la que se pretende, se apoyan en los sectores F que no son curvas concéntricas a G sino cuyo centro está entre G y E, el frotamiento hace disminuir la velocidad y los contrapesos bajan, cuando el movimiento cesa las correderas D bajan y hacen contacto en E y suena una alarma.

2o.- Aparatos productores de la luz.

a).- Medición de la luz.

La intensidad de una fuente luminosa se acostumbra medir para fines de iluminación marítima en centenares de lámparas Carcél, esta es 9.6 PYRS o bujías decimales, unidad que a su vez es un 0.05 de VIOLLE o sea de la luz dada en dirección normal por 1 cm². de superficie de platino en su punto de solidificación. En 1909 Inglaterra y E.U. adoptaron el PYR con el nombre de bujía internacional, sin embargo, se ha seguido usando el carcél no sólo en México sino en Francia la cualidad excepcional, tal vez porque su magnitud es más conveniente para la presión de las intensidades normales, además se le ha atribuido un valor aproximado de 10 bujías dándole así una apariencia de múltiplo decimal de aquellas.

El "flujo luminoso" se mide en "lumens" que es el flujo de una fuente luminosa de unidad de intensidad, a través de un ángulo sólido.

Un ángulo sólido, por su parte, es sabido que es el subtendido en el centro de una esfera, por una superficie ésta igual al cuadrado del radio.

En la esfera completa, por ejemplo, cuya superficie es $4\pi r^2$ habrá 4 ángulos sólidos y en la bujía internacional es-

férica habrá pues 4 "lumens".

La "iluminación" se mide en "Lux" que es la luz recibida de una fuente luminosa igual a la unidad, a la unidad de distancia (metro en el sistema métrico - decimal y pie en el inglés, que ha formado una unidad mixta de iluminación con el nombre de Foot candle).

El "Brillo intrínseco" es la intensidad total de una fuente luminosa en cualquier dirección, dividida por su área aparente cuando vista desde esa dirección y se mide en bujías por centímetro cuadrado (o Carcels por cm², en caso de emplearse esta unidad).

La ecuación fundamental que liga a estas unidades es:

$$E = F/S = I/R^2$$

donde E = La unidad de iluminación (lux)
 F = la unidad de flujo luminoso (lumen)
 S = la unidad de superficie (metros cuadrados)
 I = la unidad de intensidad (bujía métrica)
 R = la unidad de distancia (metros)

Esto es:

La iluminación es directamente proporcional a la cantidad de flujo luminoso y a su intensidad e inversamente proporcional a la magnitud de la superficie que lo recibe y al cuadrado de la distancia a que es recibida.

En las señales marítimas no se busca iluminación sino visibilidad únicamente, esa visibilidad está ligada a las características luminosas arriba descritas por las mismas proporcionalidades, pues no es otra cosa que la iluminación de la

tina del observador. la cantidad de flujo luminoso se aumenta concentrándolo con los aparatos ópticos descritos arribá, la intensidad depende del carácter del foco, a este respecto -- los brillos intrínsecos están en la proporción siguiente:

Quemador de petróleo	10 buj/cm ²
Incandescencia por gas	20 buj/cm ²
Incandescencia por petróleo	30 a 40 buj/cm ²
" " acetileno	65 buj/cm ²
" " petróleo con inyección de oxígeno	57 buj/cm ²
" " electricidad	90 buj/cm ²
Arco eléctrico	1 000 buj/cm ²

b).- Aparatos de mechas.

Los aparatos productores de la luz en los sistemas catópticos antiguos fueron lámparas de aceite vegetal o animal de mecha plana, de muy poca luminosidad. Fresnel al introducir los aparatos diópticos también mejoró las lámparas en unión de Aragó adoptando la lámpara Carcél, ella misma mejorada de las Argán, de doble tiro de aire, construyéndolas con mechas circulares concéntricas. Estos aparatos se clasificaron en 6 órdenes de acuerdo con el número y las dimensiones de las mechas en la siguiente forma:

Orden del Faro,	Número de Mechas	Diámetro me- dio de las mechas en milímetros.				Dimensio- nes de la llama.		Intensi- dad lumi- nosa en Carcéls	Consumo de aceite por hora	
		la 2a	3a	4a	Diám.	Alt.	Por lámp.		Por Carcél	
1o	4	22	43	64	85	90	100	23.00	760	33.0
2o	3	24	46	69	--	75	80	15.0	500	33.3
Grande	2	19	39	--	--	45	70	5.0	175	35.0
30 Chico	2	16	32	--	--	38	65	3.0	110	36.7
Grande	1	24	--	--	--	30	45	1.6	60	37.5
4o Chico	1	21	--	--	--	27	37	1.3	50	38.5

La disposición general de los quemadores hace indopendientes unas de otras las mechas, que pueden subir y bajar por medio de cremalleras, la flama está protegida por una bombilla de vidrio que sirve para el tiro del aire. En la Fig. 256 se ve la disposición tipo de estas lámparas Carcél mejoradas por Fresnel. Para la alimentación de estas lámparas y asegurar una completa uniformidad en la intensidad y que en las mechas haya superabundancia de combustible se usa el sistema llamado de nivel constante. Este sistema consiste en un depósito F (Fig. 257) comunicado con el quemador por el tubo H, y otro depósito D que termina en la parte baja en un tubo que entra en el depósito F.

Además hay un tubo A que entra al depósito D hasta su parte superior y en E hasta el nivel del combustible, se cierra la llave E y se llena el depósito D, por el embudo C-B, una vez lleno, se abre E y el combustible no puede salir por la presión atmosférica ejercida en la superficie libre de F. por si escurre el líquido por H, baja el nivel y descubre la boca del tubo A, entra aire a D y sala combustible a F, sube el nivel en ésta y cierra a A suspendiéndose el escurrimiento, con esto se conserva prácticamente constante el nivel en el depósito inferior y con él, la presión en el

quemador también se mantiene constante para reponer el combustible gastado no se necesita apagar el quemador pues basta volverlo por el embudo superior C. Estos depósitos deben estar más altos que el quemador o cuando menos la superficie en F al nivel de las mechas, esto hace que, si se pone en esta última forma no se pueda usar en luces fijas de 360° de horizonte, pero pueden serlo en las de sector y en la de deslucos cuya óptica no cubre todas las caras del tambor óptico y el depósito gira también para estos últimos y las luces de horizonte los depósitos deben quedar más arriba que ese tambor y generalmente en las paredes de las linternas, esto obliga a conexiones por tubos largos.

Las lámparas de mechas se usan aún en algunos faros, por ejemplo en el Faro de Santiaguillo, Veracruz, el aparato inferior que produce los sectores era de mechas en 1923 toda vía; se acostunbran, por otra parte, tener en los faros un equipo de generadores de mechas, de nivel constante, para cubrir emergencias. También se usan en Francia para los aparatos sin guardián, en este caso a las mechas se les forma previamente una costura de carbón en un procedimiento que requiere habilidad y experiencia y, sobre todo, vigilancia durante los primeros días, durando después sin ella varios meses.

e).- Quemadores de acetileno de llama libre.

El acetileno (C_2H_2) es un combustible con densidad de 0.92, muy homogéneo y fácilmente obtenible con la combinación de carburo y agua. Hay dos sistemas de utilizarlo, el sistema Wilson que es el de producción "in situ" con aparatos que dejan caer en el agua de un recipiente, carburo en proporciones fijas, este sistema es peligroso y no obteniéndose el carburo comercial puro, causa frecuentes trastornos, el otro sistema es el de utilizarlo previamente preparado y disuelto en acetona, pues solo es explosivo, además, en los cilindros en que se envasa se coloca alguna sustancia poro-

sa para hacerlo inerte, el acetileno disuelto puede ser comprimido hasta 10 a 15 atmósferas, los cilindros de acetileno no se deben descargar a menos de una atmósfera pues entonces la acetona es arrastrada por el gas y aunque esto no causa ningún efecto en la luz, hace necesario el reponerla con mucha más frecuencia, normalmente se debe reponer sólo después de 5 a 10 cargas de gas. En los cilindros el 80% está ocupado por la substancia porosa, y sólo el 40% es el ocupado por el gas.

Este combustible es muy económico, cerca de 1 a 10 del costo del petróleo en quemador de mecha por unidad de luz y 1 a 2.5 del costo del arco eléctrico por la misma unidad, -- tiene además la ventaja de prestarse a sistemas automáticos -- que no requieren vigilancia y poder dar características de -- destellos sin necesidad de ópticas rotatorias, estos siste -- mas se han desarrollado especialmente por la casa sueca Aga, -- el elemento esencial de ese sistema llamado es, destellador, -- este puede ser simple o complejo. El destellador simple es -- el destinado a la producción de características de un solo -- destello, se compone de un regulador de presión que baja la -- presión del gas, que es de 10 a 15 atmósferas a la de régi -- men del quemador que es de 0.350 Kg/cm²., de ese regulador -- el gas pasa al destellador, este es un mecanismo a base -- de membrana, patentado, que acumula una cierta cantidad de -- gas y la deja seguir al quemador con un ritmo definido y con -- trolable con dos llaves, una regula la duración del destello -- según la cantidad de gas que hace llegar al quemador, la se -- gunda regula la duración de la ocultación según permita que -- esa cantidad se acumule en más o menos tiempo, durante la -- ocultación permanece encendida una pequeña llama llamada -- piloto que sirve para inflamar el gas y que por su parte no -- produce luz apreciable ni gasto de combustible también apre -- ciable. Los quemadores tienen una forma característica en -- V, Fig. 258, y pueden ser únicos o múltiples de acuerdo con -- la intensidad luminosa requerida, la duración de los destel -- los puede ser desde 0.3 segundos a 3.0 segundos y las ocul --

taciones de 10.05 a 0.75 produciendo las diversas combinaciones características que pueden ir desde luz cintilante con 0.3 L-0 ó, que es el tipo de mayor eficiencia, un destello de gran período: 0.3 L-10 ó que es la más cara pero menos que la luz fija que consume el doble de combustible.

El destellador complejo permite producir características de grupos de destellos, tiene tres llaves para gobernar una, el período de luz, otra el de oscuridad entre los destellos y la tercera el de oscuridad entre los grupos, pueden obtenerse así todas las características usadas en el señalamiento marítimo.

d).- Aparatos de incandescencia.

Las lámparas de incandescencia usan gas de petróleo, gas de hulla, gas Pintsch, gas Blau, gas acetileno o electricidad, este último siendo fundamentalmente diverso a los otros se tratará en sección separada.

En la incandescencia por vapor de petróleo y gases, que está extensamente usada, el aparato consiste en un quemador que produce el calor necesario para llevar a la incandescencia un manguito. Esos manguitos estaban originalmente formados por un tejido de algodón impregnado de agua destilada que contenía nitrato de torio y un poco de nitrato de cerio, se quemaban previamente en un quemador especial carbonizándose el algodón y transformando las sales en óxidos guardando su forma por una solución de colodión en que se sumergían previamente, la manipulación de estos manguitos era difícil por su mucha fragilidad, en la actualidad se hacen con tejido de lino o cáñamo, sin colodión, flexibles, que toman su forma al ser quemados en su posición de servicio, con una gran economía. Los manguitos usados en las señales marítimas tienen 30, 55 y 85 mm. según los órdenes de las lámparas los

de 85 mm. se usan en ópticas de 0.50, 0.70 y 0.92 m. de distancia focal.

Los aparatos de incandescencia por petróleo en general tienen la disposición indicada en la figura 259, que es de un quemador Luchaire, A., es un depósito de aire comprimido generalmente a 6 atmósferas, con una bomba de mano. Pues el depósito de combustible en el cuál se regula la presión con la llave R. Con esa presión el petróleo pasa por el tubo T por arriba del manguito donde se calienta y se vaporiza y pasa al quemador, tipo Bunzen, arrastrando al pasar por el orificio E, aire, ese orificio es muy pequeño, 6/10 de milímetro y la admisión de aire se puede graduar separando más o menos el tubo T del quemador. El brillo intrínseco varía de 2 a 4 carcéls por centímetro cuadrado según la presión y se ha llevado a 5.7 carcéls/cm². haciendo la mezcla con oxígeno en vez de aire. Otros aparatos hacen la vaporización en un quemador especial para evitar las sombras que el tubo proyecta al pasar sobre el manguito, de este tipo son los quemadores llamados Pintsch, en los cuáles el manguito cuelga en vez de estar sostenido por una base.

La incandescencia por gases no tiene el inconveniente de la necesidad de esa primera vaporización pues aún los que se mantienen como el Blau en forma líquida en sus recipientes a presión, se fasifican por simple expansión antes de llegar al quemador.

Los gases de hulla, Pintsch y Blau son en general caros y de un rendimiento luminoso inferior al del acetileno por lo que sólo se usan en corta escala, el acetileno por el contrario es sumamente económico, para el alumbrado por incandescencia no se requiere puro, el Ing. sueco Dalen inventó un quemador en el que el acetileno se mezcla con aire en proporciones de 10% de acetileno y 90% de aire y puede asegurar el funcionamiento de manguitos de 20 a 50 mm. pues da 14 000 calorías por quemador normal, con llama azul. A esta

economía se deben agregar la posibilidad de producir características de destellos por el mismo procedimiento descrito para los quemadores de llama libre, además estos aparatos están a veces equipados con un cambiador automático de manguitos en presencia formado por una serie de porta-manguitos que pueden quedar sucesivamente sobre el quemador, el portamanguito tiene una pequeña pieza de madera que hace tope e impide mientras existe, que el portamanguito se mueva, cuando el manguito se rompe, la llama quema esa pieza y el portamanguito se mueve sustituyéndolo otro con manguito nuevo y que no puede pasar adelante por su pieza de madera intacta. El movimiento se hace con un mecanismo de cuerda.

e).- Incandescencia por electricidad.

El sistema de alumbrado de faros con focos eléctricos incandescentes desde luego se presentó como un desideratum pues su facilidad de manejo, su economía, su simplicidad y su limpieza son excepcionales, sin embargo, se presentaban dos dificultades, la primera era la fuente de la energía, en los faros situados en lugares que tienen un buen servicio público, esta dificultad no existe, aunque siempre hay que tener en cuenta la necesidad de que el faro tenga una planta propia o quemadores de petróleo de emergencia. En los faros aislados, la dificultad es grande, toda vez que el mantenimiento y operación de plantas pequeñas generadoras, movidas por motor de gasolina es en cierto modo complicado y caro. La segunda dificultad, mucho más importante es que la disposición común de los filamentos incandescentes, no se presta a una buena concentración y produce en los faros muy diversas intensidades en diversos puntos del horizonte, tan para los destellos, como en las luces fijas, a fin de superar esta dificultad en Holanda y Francia, se construyen focos especiales con dos filamentos independientes en la actualidad gruesas espirales y en ondas según dos planos diagonales a 90° . Los filamentos se conectan en paralelo de manera que aún inutilizándose uno, el otro siga dando servicio aunque la intensidad del faro quede momentáneamente

Reducida a la mitad, la casa francesa especialista en osos--
focos, así como en todo lo relativo a faros, es la Barbier,
Bernard et Turenne y fábrica 3 lámparas especialmente:

300	Carcéls	100 volts.	15 amperes
480	Carcéls	80 "	30 "
800	"	80 "	50 "

con brillos intrínsecos de 50, 75 y 115 Carcéls por cm².

La incandescencia eléctrica permite como el acetilero -
producir características por destellos con interrupciones de
la corriente en vez de rotación de la óptica, así las bali-
zas de afilación del puerto de Tampico, tienen las caracte-
rísticas f.b.2 o y f.b.4 o, con focos de 500 watts y el sis-
tema que produce esas características están formando en --
esencia (Fig. 260) por un cilindro de bronce con dos y cua-
tro estalladuras, según las características, y esas estalla-
duras dejan al descubierto una armadura aislante, el cilin-
dro de bronce está conectado a un polo del cable alimentador,
el otro polo está conectado al foco directamente, el cir-
cuito se cierra por un hilo que va del otro contacto del fo-
co a una carretilla que se apoya en el cilindro. Por último,
este gira lentamente, movido por un pequeño motor eléctrico,
cuando la carretilla está sobre el bronce, el foco se encien-
de, cuando ontra a una estalladura, se apaga.

f).- Iluminación con arco eléctrico.

Este sistema es el que dá mayores brillos intrínsecos, -
los faros más potentes del mundo están equipados con este -
sistema. Sin embargo, como es caro y de manejo delicado, y
-por otra parte se ha comprobado que en vez de grandes inten-
sidades y corta duración de destellos, como son producidos
por estos faros (1500 000 carcéls y 0.1 segundo), con igual
visibilidad se pueden colocar lámparas de petróleo o aceti-
lono, de menor intensidad y mayor duración de destello -

(500 000 carcéls. y 0.3 segundos) se tiende a abandonar este sistema. Se usa corriente alterna, tanto porque así los dos carbonos se gastan uniformemente, cuanto porque la curva de intensidades es simétrica en relación al eje horizontal del aparato pues en la corriente continua esta curva baja hacia el cátodo y hace que se pierda abajo del horizonte sin embargo, es de notarse que con corriente alterna se pierde la mitad del brillo aunque se reparta mejor. Fig. 261.

30.- Linterna o torroón

Los aparatos de iluminación están colocados sobre una torre, en una linterna o torroón formada por una cúpula, una ventana perimetral formada por montantes delgados, y una base llamada mureta.

La ventana tiene cristales y en la actualidad son siempre cilíndricos, en las linternas inglesas se usan manguotes en espiral a fin de no producir sombras, esta disposición parece mucho a los cristales y se ha encontrado es inútil - pues la inevitable difusión de la luz y el gran campo de las ópticas modernas hacen que los montantes verticales no causen eclipses, Fig. 262 A. Una de las causas principales de destrucción de estos cristales lo forman los pájaros que destruidos por la luz se estrellan contra la linterna. Para protegerlos se ha intentado cubrirlos con alambrados pero se ha notado que absorben una gran cantidad de luz.

La cúpula está formada por lámina de cobre, en general en forma de media esfera coronada por una esfera y un paravento. La mureta está formada por láminas a veces de fierro laminado y otras laminado.

Las linternas deben estar ampliamente ventiladas para de lojar los productos de la combustión y abastecer de aire quemadores, para esto en la parte superior, en la mureta, Fig. 263, se colocan ventilas, en general circulares --

con sectores recortados que pueden ser cerrados por una tapa igualmente recortada que se ajusta interiormente. A veces se coloca una doble mureta interior para guiar el aire hacia arriba. El aire sube y sale por una chimenea central que desemboca dentro de la esfera, que a su vez tiene orificios laterales en forma que impidan la entrada a ráfagas. En los aparatos de mecha la chimenea se prolonga hacia abajo hasta cubrir la parte superior de las bombillas, en los aparatos de incandescencia no hay necesidad de esto, esa chimenea lleva el nombre de fumívoro. Fig. 262 B.

Los torreones tienen por el exterior y al nivel de su piso un balcón circular que en general es de estructura metálica piso de plancha de fierro fundido y barandal de tubos o montantes de fierro y carreras de fierro redondo. En las linternas de mayores dimensiones la mureta forma una cámara de servicio completa y a la altura de la óptica hay un piso interior de celosía unido al inferior con una escala de fierro, Fig. 264.

40.- Torres.

a).- Estabilidad.

Las torres en que se asientan las linternas son de diversa construcción de acuerdo, en primer lugar, con el grado de exposición a las olas en que se encuentran.

Aquellas que no están sujetas al choque de las olas deben soportar especialmente presión del viento, para disminuir ésta las torres se hacen generalmente de sección circular u octagonal y sólo en los de muy escasa altura, cuadrada. La presión del viento sobre una superficie cilíndrica se considera como los $\frac{2}{3}$ de la que corresponde al plano diametral normal al viento y se considera en esta forma una presión máxima de 275 Kg/m².

nás metros, en función de esta altura es fácil calcular la velocidad en la base:

$$v = \sqrt{2gh} \text{ y en función de ésta la presión será:}$$

$$P = KSV^2$$

donde P = la presión en Kg.

S = la superficie que soporta el esfuerzo en m².

V = la velocidad del agua en m.p.s.

K = un coeficiente que generalmente se toma como 60.

De todas maneras, las olas actúan sobre todo por golpes y no por presión estática como el viento por lo que es la masa del edificio la que debe contrarrestar esos esfuerzos, para eso las mamposterías deben ser macizas y homogéneas pues se ha observado que las construcciones de mampostería de primera clase (piedra tallada en todas sus caras) son más fácilmente disgregadas que las construídas por materiales pequeños bien aglutinados como el concreto, observación que se ha hecho también en cuanto a la acción de los obuses.

Como ejemplos de faros que han resistido satisfactoriamente en mares muy violentos se pueden citar:

Nombre	Ar-men m	Pierre- noire n.	Eddy Stone n.	Wolf Rock
Altura del foco sobre el mar	28.80	27.50	40.50	33.50
Diámetro al nivel de las marcas altas .	9	10	11	9
Peso total de las mamposterías	2 538 T	2 250 T	4 668 T	3 291 T.

b).- Disposición y distribución.

La disposición interior de los faros está marcada por el sitio donde se elevan, en este sentido pueden clasificarse en:

1o.- Faros en tierra firme con posibilidad de localización separada de los anexos.

2o.- Faros en islotes estrechos pero no batidos directamente por el mar.

3o.- Faros en arrecifes, que pueden velarse en las mareas altas (ser cubiertos por las aguas) o nó, pero batidos directamente por el mar.

En el primer caso la torre consta simplemente de una pared perimetral con un hueco longitudinal en toda su altura, donde se aloja una escalera de caracol iluminada por ventanas de tramo en tramo, esas ventanas se procura repartirlas de manera que haya el menor número posible de una sola vertical y se hacen estrechas y con cierres seguros. El núcleo de la escalera en general es hueco y sirve para el descenso del peso que mueve la óptica. En la parte superior se establece un compartimiento llamado cámara de servicio general -- con un balcón circular exterior, sobre el techo de esta cámara se coloca el torreón. Los almacenes y las habitaciones de los guardafaros están en construcciones independientes de la torre, aunque generalmente inmediatas a ella, Fig. 265 A.

En el segundo caso, en islotes estrechos pero protegidos, los anexos se agrupan alrededor de la torre. Fig. 265 B, para mayor homogeneidad de las estructuras y menos extensión ocupada.

Los faros en lugares expuestos y reducidos tienen la -

misma disposición que los primeros pero el hueco interior es mucho más amplio, formando una serie de cámaras superpuestas unidas por la escalera que en ese caso no es una sola sino en varios tramos, de una a otra cámara, y en ellas se establecen las habitaciones y los almacenes, en estas torres generalmente se construye una plataforma exterior en la base, que sirva para una primera defensa y para atraque de las pequeñas embarcaciones que llegan al faro desde los barcos de aprovisionamiento que por lo común no pueden llegar hasta el faro mismo.

Los anexos de los faros están en relación más con el aislamiento en que se encuentran los faros que con la importancia de la señal, en general están formados por: Almacenes de combustibles, artículos de consumo para el servicio, refacciones y herramientas; Oficina y Archivo; Estación Meteorológica y habitaciones de los guardafaros con almacén de víveres y, en especial, aljibe para agua potable.

De acuerdo con la organización original del servicio mexicano, deben tener un Encargado y dos Guardas, todos los faros de recalada de 1er. orden y los de 2o. aislados, los intermedios de primer orden y de segundo aislados y los de situación de segunda, aislados, deben tener un Encargado y un Guarda los de recalada de 2o. orden no aislados, los intermedios de segundo no aislados y de 3o. aislados, y los de situación de segundo no aislados y de tercero aislados.

Todos los otros faros deben tener un solo Encargado.

Las habitaciones deben pues proporcionarse para esos empleados formando departamentos independientes, en lo posible para cada uno.

En los faros aislados se debe considerar la ventaja para el servicio que consiste en que los empleados tengan su familiaridad con ellos, En los no aislados basta considerar una

habitación completa para el Encargado y una cámara para los guardas durante su servicio.

c).- Materiales de construcción.

Las torres de los faros batidos por el mar se hacen casi exclusivamente de mampostería o concreto.

Las torres de madera se usan en especial para fanales y balizas, están formadas por torres de planta cuadrada o triangular, con contravientos y travesaños y una plataforma donde se instala el torreón. Esa plataforma está unida a tierra por una escala marina y la cimentación se hace, en terrenos firmes, con una base de mampostería y en terrenos débiles empotrando los pies derechos para sostener por fricción la estructura. De este tipo es el fanal que marca la recalada del puerto de La Paz, B.C., es de 60. orden f.b. 2 o. de 8 metros de altura sobre el suelo y 17 sobre el mar. El fanal de recalada de Acapulco, de 40. orden l D.B. es también de madera de ese tipo, de 9 m. sobre el suelo y 115 sobre el mar. Fig. 266.

Las torres de fierro son de cuatro tipos distintivos:

1o.- Las estructuras están formadas por varias columnas de fierro, en general fundido, con una cierta inclinación, apoyadas en una pieza de fierro en la parte superior y ancladas en la inferior, contraventeadas y con trabes horizontales de columna a columna y radiales, en el centro se encuentra una columna de lámina que aloja la escalera, tiene la desventaja de la multiplicidad de sus piezas de mucha superficie y por lo tanto muy sujetas a la oxidación, pues los tensores deben ser de fierro estirado o acero poco resistente a los agentes atmosféricos. El faro de Tampico, uno de los más antiguos de México, es de este tipo llamado Americano, tiene 43 m. de altura sobre el suelo, que está al nivel del mar prácticamente. Fig. 2 A.

2o.- El segundo tipo es de una columna de láminas que aloja la escalera, que también es de hierro, de escalones independientes de fundición. El elemento resistente lo dan -- contrafuertes de fierro fundido en perfil de sólido de igual resistencia. Este tipo es muy compacto, con poca superficie oxidable ya que el fierro fundido es muy resistente a la oxidación. De este tipo es el faro de Punta Jerez, -- Tamps. de construcción francesa, es de 22 m. de altura -- exactamente iguales son los de Cayo Arena y Triángulo. Fig. -- 267 B.

3o.- El tercer tipo es de torres de palastro con escalera interior, formando con ella el elemento resistente, se usa para torres de relativamente poca altura.

4o.- El último tipo es de mástil de fierro con cámara de servicio de palastro en su parte alta y sobre ésta el torreón, de este tipo es el Fanal de Champotón de 12 m. de altura sobre el suelo, 6o. orden f.b. y 14 m. de altura sobre el mar. Fig. 267 D.

En los fanales de poca altura y en las balizas se usan también torres de estructura de fierro cuadrangulares o triangulares sin escalera ni torre central con disposición análoga a las de madera. En las balizas se utilizan torres de fierro fundido, sin cámara de servicio sino con una simple plataforma en la parte superior.

Las torres de mampostería no tienen ninguna disposición especial aparte de las ya indicadas más arriba, las de concreto armado en general tienen perfil de sólidos de igual resistencia, en las de gran altura, un ejemplo de estos faros es el de Nicolaiew en Rusia, tiene 40.30 m. de altura hasta la plataforma del torreón, se calculó como viga tubular empotrada en su base y en cantiliver, el empotramiento fué dado por un maciso de concreto de cimentación que tiene 8.60 m. de diámetro en la base y 6.30 m. en la su--

perficie del suelo, a la altura de la cámara de servicio tiene 2.40 m. de diámetro y ésta es de 4.34 m. de diámetro y 3 de altura. En esta forma los moldes son costosos.

Las torres de poca altura se hacen en general cuadradas o poligonales y de igual sección a fin de abaratar la obra muerta. En México hay cierto número de faros de este material entre los que se pueden citar el Fanal de Tecolula de 16 m. de altura con casa solidaria del mismo material al pie. El Faro de Tonalá del mismo tipo y de 17 m. el de Arcas de 22 metros, etc. Para las balizas se usan torres de concreto simple, macizos de poca altura y de fácil construcción especialmente adaptada a los lugares batidos por el mar.

d) Procedimientos de construcción.

En las torres no batidas por el mar los procedimientos seguidos son los normales en todas las construcciones en tierra, y se emplea a veces un procedimiento mixto formado por pilotes con tornillo o mejor dicho en forma de broca para madera que se encajan por rotación y que trabajan en parte por superficie en las aletas de la broca y por fricción todo a lo largo del pilote, este sistema es poco usado actualmente.

En las torres muy batidas por el mar y en arrecifes que velan aún en marea baja, el problema fundamental es el establecimiento de los primeros trabajos. En primer lugar, se forma un fondeadero para el barco que es la base de abastecimiento y de refugio de los trabajadores, en general se colocan muertos de concreto con cadenas y boyas donde se amarran los barcos. En el escollo se empotra un mástil con una polea en el extremo y que sirve de andamio entre el barco y el escollo para los materiales y los trabajadores, algunos de estos faros han tardado hasta diez años en construirse, como el de Ar-Men en el Medite-

rráneo, En los faros modernos muy expuestos se usa especialmente el concreto simple, en los antiguos se usó la mamposte-
ría de piedra cortada en este sentido es notable el Faro de
Eddytone en Inglaterra, en la bahía de Plymouth. El faro ac-
tual es el tercero que se establece en ese arrecife, el pri-
mero lo edificó Henry Wistanley en 1696, era en forma de pa-
goda china, el 12 de noviembre de 1703 fué arrasado por una
tormenta, muriendo su constructor que en él estaba. El se-
gundo fué de madera, lo hizo John Rudyer, fué una torre tron-
cónica de pared unida y sólidamente fijado a la roca, se
inauguró en julio de 1706 y resistió a furiosas tormentas, pe-
ro en una noche de calma se incendió y desapareció en 1755.-
El tercer faro fué construido por el Ingeniero Smeaton, la
construcción duró del 12 de junio de 1757 al 24 de agosto de
1759 durante ese tiempo sólo se pudo desembarcar en la roca
421 veces durante 112 días, la extrema solidez se obtuvo
haciendo totas las juntas en cola de paloma, con garfios de
fierro y con cubos de mármol como claves que unían una hila-
da con otra, ha resistido perfectamente cerca de dos siglos
de tormentas en las cuales se ve frecuentemente que las olas
lo cubren y envuelven totalmente elevándose a notable altura
sobre él, las formas arredondeadas y falta de salientes brus-
cas han ayudado considerablemente a esa resistencia, Fig. 268 A y B.

50.- Faros y Fanales flotantes.

En los lugares en que no es posible establecer señales
fijas, se utilizan faros y fanales flotantes, éstos son bar-
cos, fondeados, en lugares apropiados; aunque no está reco-
mendado, pueden ser de gran recalada y en ese caso están gene-
ralmente bastante lejos de la costa y deben procurar una su-
ficiente seguridad en la continuidad de señalamiento y un mí-
nimum práctico de alcance geográfico y luminoso, están cons-
tituidos de sólidos cascos de suficiente desplazamiento y un
con personal numeroso. Este sistema es el más costoso y
señalamiento marítimo y sólo se debe usar en casos absoluta-
mente indispensables. El barco debe ser tan estable como sea

posible, la oscilación de los barcos, que llega a 35°, en las bordas, proviene de que los períodos de la oscilación propia del barco y la del mar son los mismos y para disminuir aquella debe alargarse lo más posible su período, para esto los barcos se hacen de fuerte calado con quillas laterales y con lastres exteriores aplicados contra estas quillas, Fig. 269 A. Además, se suspende el aparato óptico en forma que pueda tener un movimiento pendular de acuerdo con el del barco, para procurar que el plano focal sea siempre horizontal. Fig. 269 B. Como ejemplos se pueden citar el La Sandiette, francés, frente a Dunkerque.

Las dimensiones de varios de estos barcos-faro son las siguientes:

Nacionalidad.	Nombre	Eslora	Manga	Puntal.	Calado.	Alt. Focal.
Inglés	Longsand	18.30	7.35	3.66	2.08	9.15
Francés	Talais	18.60	6.10	5.80	1.90	10.00
Inglés	Hooghly	22.80	8.55	3.66	2.08	10.65
Francés	Sandietta	35.00	6.25	5.10	4.55	12.00
Inglés	Marsey	36.00	6.40	3.40	2.90	9.15
Alemán	Fehrmarnbel	41.00	7.50	5.18	3.20	11.15
Holandés	Noord Hinder	42.00	7.15	3.96	3.20	
Alemán	Amrumbank	45.70	8.05	5.48	4.25	

Estos barcos están equipados con velas, timón y aparatos de radio-telegrafía para alguna emergencia.

Como dato informativo se puede citar el faro flotante que se situó en Liverpool en 1869, no estaba constituido por un barco sino por una torre con un cuerpo flotante sumergido en su parte inferior, Fig. 270, la posición vertical estaba asegurada por los anclajes pero no podía soportar la flotación libre y quedó pronto fuera de servicio, tenía 40 m.

de altura focal, el centro de gravedad estaba cerca de 10 m. abajo de la superficie del mar.

60.- Balizas y boyas luminosas.

Las balizas luminosas difieren de los fanales, en que aquellas no tienen personal de guarda constante, por lo tanto sus aparatos de iluminación o bien están constantemente encendidos como en el caso de los quemadores de petróleo, lo cual es caro pero menos que el mantener una guardia especial o bien, en los de gas, se proveen de un dispositivo automático que apaga la luz cuando no es necesaria para volverla a encender cuando vuelve a serlo. Este dispositivo se denomina de válvula solar. El principio en que se basa es muy simple: las radiaciones luminosas del medio ambiente son absorbidas en forma de calor por los cuerpos de manera desigual, para un mismo portal, si éste está pintado de negro la absorción es grande, si por el contrario está pulido y brillante, la absorción es pequeña en razón a la reflexión de esos rayos en esa superficie. El aparato está formado por cuatro columnillas brillantes y una central opaca, las cinco sólidamente unidas, en la base, en forma que al recibir la luz, la columna opaca se dilata longitudinalmente más que las pulidas y el desnivel producido por esa dilatación en el extremo superior obtura una válvula de admisión del gas al quemador, para que los cambios de temperatura independientes de la luz no afecten el sistema se hace que la suma de las superficies de las columnas brillantes sea igual a la de la opaca, este mecanismo está dentro de una pantalla cilíndrica de vidrio. Estas válvulas pueden ser ajustadas en su "sensibilidad" para las condiciones particulares de la señal marítima a que se destinan. Como la bruma disminuye la luz, esa sensibilidad puede ser ajustada para que la señal se encienda cuando la atmósfera haya perdido transparencia en cierto grado. Como para el encendido se necesita la presencia de una llama "piloto" como en los destalladores, la válvula solar está especialmente indicada para alumbrados a gas barato, y se usa generalmente con acetileno, Fig. 271, A y B.

Quando las balizas son flotantes se denominan boyas luminosas, están formadas en general por un cuerpo en forma de pera o cilíndrico que da el elemento flotante, un lastre, generalmente en forma de un hasta debajo del cuerpo flotante y una torrecilla en su parte alta, para la luz. Fig. 272-A, se fondean generalmente con muertos que se sujetan con una cadena. Cuando la falta de profundidad impide el colocar boyas de "cola" como se denominan las descritas, se usan pequeñas embarcaciones de poco calado y de cubierta estrecha como la indicada en la Figura 272 B. El cuerpo de la boya generalmente sirve para depósito de gas o recibe las botellas que lo contienen.

Los aparatos luminosos son semejantes a los de los faros y puede tener ópticas Fresnel, pero a fin de que la inclinación con el oleaje no desvíe el plano focal y queme los maniguillos, se prefieren los quemadores de llama libre, en especial de acetileno.

III.- Señales no luminosas.

1o.- Señales sonoras.

Las señales sonoras se limitan a la demarcación de peligrosos escollos, promontorios, o a veces morros de rompelas y comprenden:

a) Campanas.

b) Silbato.

c) Sirenas.

d) Explosivos.

El alcance de estas señales es de gran irregularidad, efectuándola también la bruma y, sobre todo, el viento.

a).- Las campanas en general están constituidas de una aleación de 78% de cobre y 22% de estaño, las campanas marinas al revés de las de tierra, están inmóviles y las hacen vibrar martillos exteriores que son movidos sea por mecanismo de relojería con cuerda o contrapeso, por motores eléctricos o por motores de gas, de diafragma, en estos el gas sube un diafragma hasta que éste accione una palanca que cierra la válvula de admisión y abre la de escape y éste acciona otra palanca que liberta un resorte y éste acciona al martillo, repitiéndose esto con un ritmo determinado. En las boyas las campanas tocan por el movimiento de las olas, teniendo dispositivos llamados acumulativos en los cuales los pequeños movimientos van sumando su acción hasta que se tiene suficiente energía para hacer tocar la campana, en esta forma se ha logrado que aún en mares muy tranquilos las campanas toquen varias veces por minuto seguido. El alcance de estas campanas es muy corto, a veces menos de dos millas, además se ha observado que hay zonas sordas, por ejemplo, en Isle of Wight, Inglaterra se encontró que una campana sonaba hasta a 10 millas pero no a 2 millas y volvía a ser audible a media milla. Por otra parte la sensación auditiva es causa de muchos errores en cuando a la dirección de que viene la señal, por lo tanto estas campanas se consideran como aviso de peligro inminente pero difícilmente localizable.

Un mejoramiento de este sistema, en cierto modo, es el de las campanas submarinas. El agua es notablemente propicia a la transmisión de sonidos, aprovechando esto, se han establecido algunas señales que en vez de tener la campana en la parte alta la tienen en la baja, o tienen dos, una en cada posición.

Los principales mecanismos son los tripodes fijos al fondo o en boyas, tienen el inconveniente de que para ser percibidas se necesita una instalación especial en los barcos compuesta con dos micrófonos, uno en cada costado y lo más bajo en el casco posible que se comunican con audífonos.

en cubiertas, variando el rumbo del barco y por las diver --
sas intensidades con que se oye en cada audífono se puede --
saber en que dirección viene la señal, estas señales deben --
estar a 4 m. por lo menos bajo la superficie.

b).- Silbatos.- Estos pueden establecerse en los faros --
en combinación con e: apes de presión de gases de vapor, --
en las boyas se usan en combinación con el movimiento de os- --
cilación vertical de éstas haciendo que el aire expulsado --
por el agua pase por el silbato y lo haga sonar, una boya de --
esta clase estaba fondeada sobre el Morro de la escollera --
Norte del puerto de Tampico, ese morro se había perdido al --
destruirse parte de la infraestructura de la escollera. Pue- --
den combinarse con señales luminosas, Fig. 273.

c).- Sirenas.- Las sirenas se usan especialmente en --
los faros y barcos-faro para casos de niebla, son aparatos --
en que se produce un sonido estridente y agudo hasta de 200 --
vibraciones por segundo y se obtiene haciendo pasar una co- --
rriente de aire o vapor a presión a través de una serie de --
perforaciones en un disco que gira rápidamente, en Inglaterra --
se usan de una sola nota, en Norteamérica de dos.

d).- Explosivos.- Se usan en forma de cohetes aéreos --
de cohetones de algodón pólvora o ácido pícrico, quemados a --
intervalos regulares, es de notarse que estas señales, dispa --
radas de una en una con intervalos de minuto son solicita- --
ción de auxilio según el código internacional.

Tanto las campanas como los silbatos y las sirenas se --
usan casi siempre en combinación con luces y para suplirlas --
automáticamente **en caso de bruma**. Los explosivos se usan --
como señal de emergencia las más de las veces.

2o.- Señales ópticas no luminosas.- Estas señales son --
exclusivamente diurnas, sirven para identificar fácilmente --
las marcaciones. Los faros no sólo se identifican de noche --
por su característica luminosa sino de día por su forma --

y color, que figuran en los registros oficiales, las torres se pintan de blanco, blanco con franjas horizontales o verticales rojas, en cuadros rojos y blancos, o torres rojas, en las balizas de enfilación se colocan miras cuadradas o redondas en general pintadas en cuadrantes rojos y blancos, Fig. 274, esas señales se hacen con tiras de madera o metal separadas para permitir el paso del viento y que no causen presiones grandes contra las torres. Las balizas y boyas de posición se distinguen en México en la siguiente forma en relación con el barco que llega al puerto: Señal a babor: negra con un cilindro en la punta. Señal a estribor: roja con un cono en la punta. Bifurcación: fajas horizontales negras y blancas con dos conos unidos por su base, en la punta. Confluencia: fajas horizontales rojas y blancas con dos conos unidos por su punta, en la punta. Peligro aislado: fajas horizontales negras y rojas con una esfera roja en la punta. Boya de naufragio: negra arredondada. Cable: boya de babor estribor o peligro aislado con la palabra CABLE en letras blancas, Fig. 275.

La forma de las boyas, excepto para la de naufragios, es indiferente, Estas señales son de código internacional.

Las boyas y balizas pueden ser a la vez, luminosas, en ese caso las que corresponden a babor son de luz roja y las de estribor de luz blanca o verde, las de peligro aislado pueden ser de luz blanca o roja. Cuando las balizas no son luminosas a veces se instalan en simples postes de acero o de fierro o concreto armado empotrados en el fondo. Las de acero se hacen de acero al cromo, de 0.21 a 0.18 m. de diámetro en la base y 0.07 en la punta, con una mira que por su forma marca la posición como ya se dijo. Los mástiles de madera son de 0.30 a 0.20 m. de diámetro inferior hasta 0.08 en el superior y estas mismas dimensiones se dan a las de concreto armado.

a).- Radio-faros.- El débil e irregular alcance de las señales sonoras en tiempo brumoso ha llevado a buscar otras soluciones, una se ha encontrado parcialmente en las señales eléctricas, los radiofaros emiten señales hertzianas que se reciben en los barcos por medio de radiogoniómetros. La longitud de onda de estas emisiones es de 150 m. de acuerdo con la Convención Internacional de Londres de 1912, con los radiogoniómetros se conoce la procedencia de las señales y puede así dirigirse el barco, existen radiofaros en Brest, Quessant y Sein con alcance de 30 millas más o menos.

La segunda solución es la de los cables submarinos. El procedimiento se inventó por el Ing. Loth y consiste en un cable colocado a lo largo del eje del canal de entrada, este cable recibe una corriente alterna y con receptores especiales colocados a bordo, se encuentra en que dirección está el cable y cuando el barco está sobre él, permiten seguirlo.

Estos procedimientos como el de las campanas submarinas requieren instalaciones a bordo que no se han generalizado y que muchas veces son inaccesibles para barcos pequeños, por lo que tienen hasta ahora una utilidad limitada.

IV.- Estado de Iluminación y Balizamiento de las Costas de la República Mexicana.

El establecimiento del actual sistema de señalamiento de las costas de México se inició en 1909 por el Ing. Francisco Nicolau en forma técnica y racional, el programa que sirvió para ese establecimiento tuvo como principales puntos los siguientes:

- 1o.- Determinar las principales líneas de navegación.
- 2o.- Iluminar los puntos de recalada y de cambio de dirección de esas líneas, con las luces más intensas y más elevadas.

30.- Distribuir en el resto de la costa, entre los faros de recalada, luces de intensidad y alturas medias.

40.- Iluminar con luces pequeñas las entradas de los puertos, las islas, los arrecifes, etc., que estuvieran ya en el horizonte de los grandes faros.

50.- Señalar con sectores rojos los peligros inmediatos a los faros.

60.- Suprimir las luces fijas en los faros de recalada o de situación.

70.- Suprimir como medio de caracterizar las luces, la duración de las ocultaciones.

80.- Adoptar grupos de destellos simples, blancos en las luces de recalada.

90.- Hacer todos los destellos de un aparato, de la misma intensidad.

10.- Caracterizar las luces blancas o rojas como fijas, o con grupos simples de ocultaciones.

11.- Elegir la altura de las torres, de acuerdo con la intensidad de los aparatos ópticos.

12.- Hacer que los arcos de iluminación de los faros corten de 5 a 7 millas fuera del litoral.

13.- Los grupos de destellos de luces inmediatas deben diferir dos o tres unidades si no son de diferente color o no hay circunstancia especial que evite confusión.

14.- Dos luces del mismo carácter deben estar distantes de 100 a 120 millas si alguna de ellas no está dentro del

horizonte iluminado por otro faro.

Como se ve el programa propuesto estuvo de acuerdo en su totalidad con el criterio racional francés posterior a Allard.

El programa no se desarrollo sino para la costa del Golfo y se determinaron como típicos los siguientes alcances:

Altura en metros del foco ...	50	40	30	20	12	6
Alcance en millas	20	18	16	14	12	10

Se consideró que mayores alturas eran innecesarias y muy costosas en las costas bajas del Golfo.

El alcance de 20 millas se fijó para los faros de recalada y éstos en número de 22 como mínimo.

Los intermedios son alcances de 18 a 16 millas, y 14 millas para el resto.

Las características se limitaron a 1, 2, 3 y 4 destellos y las luces fijas correspondientes, así se proyectaron los siguientes faros:

Altura	50	40	30	20	12
Número	22	1	10	25	3

El faro de 40 metros fué el de Tampico por ya existir aunque entonces se consideró de altura excesiva.

Los de 12 metros se proyectaron como flotantes para los bajos del Obispo, Yaculbú y Cabo Catoche, que no llegaron a establecerse.

Sin embargo por limitaciones económicas no se instalaron desde luego estos faros sino que los de recalada se recu

jeron a 20 n. (22 en definitiva) con alcance de 14 millas. - En los casos en que aún no existía torre, se pensó así colocar estos faros en los puntos de recalada y después trasladarlos a los intermedios poco a poco, para lo cual se hicieron torres de fierro y aún de las 22 torres previstas no se hizo sino una parte.

De todos modos, el literal del Golfo está correctamente iluminado, el Caribe y el Pacífico tienen escasas luces, pero sin embargo, las suficientes para considerar las costas de México como una de las mejores iluminadas del mundo.

Para dar a conocer a los marinos las condiciones de la iluminación el Gobierno Federal (antes por la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas y ahora seguramente por la de Marina), publica periódicamente un folleto denominado "Estado de Iluminación y Balizamiento de las Costas de los E. U. Mexicanos". En ese folleto se dan, aparte de una reseña de la Organización del Servicio, algunas tablas útiles para los marinos, características de boyas y balizas y código de señales, las características de todos los faros y la manera de llegar a los puertos, la disposición de esas tablas de características incluye, por ejemplo, para el faro de Punta-Jerez.

Número de orden	.....	1
Nombre y lugar	.....	Punta Jerez, Faro.
Año de la instalación o mejoramiento	.....	1904 - 1909
Posición geográfica	.....	Lat. N. 22°53'41"
"	"	Long. W. 97°45'40"
Intensidad luminosa de carcés	.....	99
Altura de la cúpula sobre el suelo	.....	22 metros
Altura de la luz sobre el mar	...	22 "
Alcance luminoso	.....	65 millas
" geográfico	.....	15 "
Angulo de iluminación (Azt) de ..	.....	176° a 14°

Descripción de la torre y de la casa: Torre cilíndrica - de fierro con contrafuertes, pintada de blanco; casa al pie - del faro por el lado del Sur, pintada también de blanco, con - techo de teja de barro rojo.

Datos complementarios: La costa es baja y arenosa y de - poca vegetación.

El foco luminoso es un manguito incandescente por vapor - de petróleo".

La lista de las señales va siguiendo la costa del Gol - fo de Norte a Sur sigue hasta la frontera de Belice en el - Caribe y sube por el Pacífico de Sur a Norte desde la fron - tera de Guatemala hasta la de E.U. rodeando la Baja Califor - nia.

20.- Código de señales a los marinos.

En los puertos no solamente los peligros permanentes - deben señalarse a los marinos sino los derivados del estado - del tiempo y de la altura de la marea. Esto se hace por lo - común en mástiles denominados semáforos colocados en un pun - to visible del puerto, generalmente en el mismo sitio en -- que se coloca un observatorio para un vigía que debe seña - lar la entrada y salida de los barcos. El asta de las se - ñales debe estar pintada de blanco y rojo alternados por - tramos de 1 m. los gallardetes deben ser triangulares, de - 1.50 m. de base y 3 m. de largo; las banderas, cuadradas, - de 1.5 m. de lado. Las señales nocturnas son linternas col - gadas del asta bandera.

Las señales se clasifican en: de pronóstico y de aviso, - las primeras indican el tiempo probable, las segundas el -- tiempo conocido existente fuera del puerto o de inminente - y segura aparición, como los ciclones de trayectoria ya -- reportada.

Esas señales según el Código mexicano son: Fig.276 A.

Señales de pronóstico:

- N - Negro.
- B - Blanco.
- Z - Azul.
- A - Amarillo.
- R - Rojo.

No hay indicios de que la navegación sea peligrosa. Señal 1

Se esperan vientos débiles ó moderados sin especificar dirección.

Hay probabilidad de que la navegación sea peligrosa para las embarcaciones menores. señal 2

Se esperan vientos algo fuertes del Norte.

señal 3

Id. del Sur.

señal 4

Id. del Este.

señal 3

Id. del Oeste.

señal 6

Se esperan vientos violentos y huracanos del Norte.

Id. Mayores. señal 7

señal 8

Id. del Sur.

Id. del Este.

señal 9

Id. del Oeste.

Peligro para el día siguiente. señal 10

Se espera norte para el día siguiente.

AVISOS DEL MAL TIEMPO FUERA DEL PUERTO.

Señal No. 11

Mal tiempo al N. del Puerto.

12

" " " S. " "

13

" " " E. " "

14

" " " O. " "

15

En los puertos del Golfo: ha empezado Norte en Matamoros.

16

En el Golfo: Ciclón en el mar de las Antillas.

En el pácífico: Ciclón lejano.

17

En el Golfo: Ciclón en el Golfo.
En el Pacífico: Ciclón cercano.

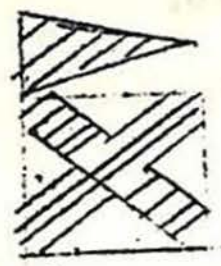
18

Ciclón que pasará inmediato o tocará el Puerto el mismo día.

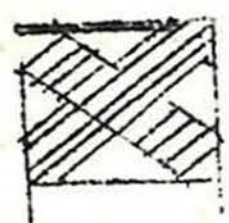
Señal con linternas. Nocturna: la navegación puede ser peligrosa.

Los gallardetes en algunas partes se sustituyen con conos y las banderas con cilindros de tela y armadura metálica, huecos.

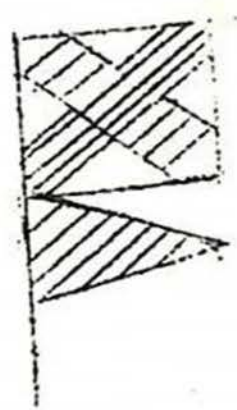
En México no se acostumbra señalar la altura de la mancha por no tener amplitudes considerables, en los puertos en que ésta influye en las posibilidades de entrada de los barcos, se acostumbra las siguientes señales:



Flujo.



Pleamar.



Reflujo.

La altura se marca con dos mástiles a ángulo recto, sobre el vertical, con faroles de noche y esferas de armazón metálica, de día, en el vertical se marcan las alturas en metros completos y en el horizontal con el mismo procedimiento, las fracciones de 25 en 25 cm., por ejemplo: en la forma indicada en la Fig. No. 277.

CUARTA PARTE.

DESCRIPCION DE LOS PRINCIPALES PUERTOS MEXICANOS.

I.- Generalidades.

De los puertos mexicanos no han sido mejorados sino una parte relativamente pequeña, en la actualidad se han intensificado considerablemente las obras. No se darán las descripciones sino de los principales de ellos, dando importancia al punto 1 de vista de la Ingeniería Civil, no se han incluido,

los pequeños puertos de poca importancia.

En las costas mexicanas no hay mareas importantes excepto para el fondo del mar de Cortés, las amplitudes de cada puerto ya se dieron el capítulo de mareas, los vientos reinantes y dominantes y las corrientes, ya se describieron también en los capítulos respectivos por lo que no se repiten esos datos. Para la descripción se seguirá la costa comenzando al Norte del Golfo para terminar en la frontera con Belice y después de la frontera con Guatemala, por el Pacífico hasta la de E.U., los datos de posiciones geográficas, ya se dieron también más arriba y por lo tanto no se repetirán.

II.- Golfo y Caribe.

10.- Matamoros.- Está en la frontera con E.U. y sobre el río Bravo, no es puerto de altura ni tiene obras de ninguna naturaleza. La costa está señalada del lado americano con las luces de Punta Isabel y Brazos de Santiago, el río tiene una barra a 1 a 2 m. de profundidad y solo es navegable un pequeño tramo por embarcaciones pequeñas. El fondeadero fuera de la barra tiene fondo de fango y tiene unos 7m. de calado. La población de Matamoros está a 50 kilómetros de la barra. El comercio se hace por el puerto americano de Brownsville, podría ser un puerto de competencia con aquel pero no hay que contar con el río por las obras de irrigación que tiene un estiaje actualmente muy poco caudal, habría que establecer el puerto en la costa o en una laguna al Sur, sin embargo parece que convendría más comunicar bien con Tampico esa región y concentrar en éste el tráfico.

20.- Tampico.- Sobre el río Pánuco, es el primer Puerto de México en cuanto a tonelaje de exportación, en la desembocadura tiene dos rompeolas (llamados escolleras) paralelos, que arrancando de sus márgenes, corren aproximadamente en dirección N 76 con una longitud de 2 000 m. y una separa --

- - ción de 304 m. hasta 8.50 de profundidad, El Ingeniero-
inglés Dr. Corthell siguiendo los lineamientos de su trabajo
anterior en la boca del Mississipi los construyó con enfajina-
dos cargados con piedra y detritus de cantera. El material --
para los enfajinados se obtuvo localmente, para la obra se --
construyó un F.C. de la ciudad a la Barra y de la playa hacia
el mar, un viaducto de madera con doble vía. Fig. 278.

Los enfajinados se hicieron suspendiendo con cuerdas - --
- - abajo del viaducto piezas transversales de madera, de 8 x
20 cm. de sección y de todo el ancho del enfajinado, sobre es-
sas piezas se colocaron otras longitudinales de 8 x 15 cm. se
paradas 1.50 m. En estas piezas se colocaron verticalmente --
varillas del fierro de 1 cm. de diámetro ($3/8''$) 1.20 a 2.20 --
m. de largo, sobre este entramado de morteros se colocaron --
las ramas que se llevaban en chalanes cuando el mar lo permiti-
ría y por las vías cuando no, se empaquetaron lo más juntas posi-
bles en capas alternadas longitudinales y transversales y des-
pues se colocó otra cuadrícula de piezas de madera iguales a
las inferiores, con palancas que se apoyaban en las varillas --
antes descritas, se aplicaron esfuerzos hasta de 1 500 Kg. y
el enfajinado se comprimió en un 20%; las varillas se dobla-
ban despues para mantener la presión. Se soltaban las cuer-
das y en cada enfajinado " " era de 18 m. de largo se descar-
garon de 6 a 12 carros de piedra quebrada que se llevaban por
trenes hasta sobre las balsas. El hundimiento se hacía en --
unos cuantos momentos. Así se llevó el trabajo en toda la --
longitud de los rompeolas, se completó el enrocamiento dando
un perfil con taludes 2:1 en ambos lados y un remate arre ---
dondeado 1.80 m. arriba del nivel medio de las mareas altas. --
Para la construcción de la escollera Sur, a la cual no tenía --
acceso directo el F.C. se instaló un transbordador con dos --
vías que llevaba seis carros a la vez, de una ribera a la --
otra. Se usaron en 1892, 300 000 m³. más o menos de enfajina-
dos, 270 000 cm³. de enrocamiento y 76 000 metros de pilotes
de pino colocados a través de los enfajinados. En los morros
se usaron bloques de concreto sobre los que se pusieron balli-
zas luminosas.

El procedimiento no dió buenos resultados, los enfagnados cedieron hasta reducirse en volumen a 50% del original y la falta de una superestructura adecuada hizo que las porciones más expuestas, cerca de los morros, desaparecieran y la escollera Norte se perdió en cerca de 500 m. con varias fallas a lo largo. Esto se debe probablemente a que el diseño fué de "Escolleras" nombre que impropiamente se dá a las estructuras comúnmente, en vez de buscar estructuras de "rompeolas" pues si bien su función de encauzamiento las asimila a aquellas, los esfuerzos que soportan son propios de éstos por lo que su diseño en cuanto a resistencia debió corresponder a este último punto de vista. Durante los años de 1937-1938 se reconstruyó la escollera Norte empleando materiales de mayor volumen.

El puerto en su interior tiene una serie de muelles particulares, de madera, a lo largo de las dos riberas del río, especialmente destinados al transporte de petróleo y un muelle federal de comercio general, cuya estructura está formada en la siguiente manera:

La cimentación consta de cuatro hileras de columnas de lámina; de acero, dentro de las cuales se clavaron pilotes en número variable y después se rellenaron de concreto. En la hilera más cercana a la playa, los cilindros tienen 1.52 m. de diámetro interior y están a 5.97 m. uno de otro, tienen de 6 a 12 pilotes que llegan a 6.96 de ese nivel. En la segunda hilera los cilindros tienen 1.83 m. de diámetro y no menos de 10 pilotes, estos llegan a 16.46 m. y los cilindros son de 1.98 m. de diámetro y 1.83 m. respectivamente con no menos de 12 a 10 pilotes, la última está separada de la anterior 7.16 m. los pilotes llegan a 19.81 m. y los tambores a 15.24 m., estas dos últimas hileras están contraventeadas entre la 1a. y 2a. hileras se asientan traveses de 1.08 m. de peralte 0.304 m. de anchura de patin y 5.79 m. de claro con vigas transversales de 0.965 m. de peralte. Las traveses

entre las 2a., 3a. y 4a. son de 1.448 m. de peralte y 0.302m. de anchura de patín, las vigas son de 0.50 m. de peralte espaciadas 0.91 m. entre ellas hay bóvedas guastavinas de ladrillo y sobre todo el piso, una plataforma de madera que forma el piso del muelle, con tablonés de 0.102 x 0.36 m. El muelle tiene, 800 m. de longitud y 16 m. de anchura, está calculado para 5000 KG m²., se estima el tráfico mensual máximo posible en 25 toneladas pero sólo se ha obtenido uno de 25 tons. especialmente por falta de grúas.

A lo largo del muelle corren dos vías de F.C.

Esta estructura fué construída por los F.C. Nacionales (entonces Cía. del F.C. Central) por contrato con el Gobierno en los últimos años del siglo XIX. En 1911 se cubrieron las partes metálicas con concreto.

El señalamiento del puerto está dado por el faro ya descrito, con un aparato óptico antiguo, sobre ruedas, que da destellos lentos, y dos luces en enfilación también descritas ya.

30.- Tuxpan.- El puerto de Tuxpan forma una rada formada con una serie de diques de Alva y boyas con electroductos submarinos que se alimentan desde tierra y que también ya fueron descritos más arriba. El señalamiento se hace con un faro torre de madera de 15 m. de altura de plano focal 120°59'40" N y 97°19'20" W.G. El puerto propiamente dicho está sobre el río de Tuxpan, el calado en la barra es de 1.50m. apenas, en tiempo de crecientes se profundiza hasta 2.70 m. dentro de la barra el río es profundo y limpio, con calado hasta de 7.40 m., es navegable hasta unas 31 millas aguas arriba. La ciudad está a 12 Km. de la barra y tiene un muelle fiscal de madera. Su principal industria es el petróleo.

40.- Veracruz.- El puerto de Veracruz no fué hasta las obras que se iniciaron sino un mal fondeadero apenas protegido

por el Norte: por el arrecife de "La Gallega", pero abierto a los vientos del noroeste, que son los dominantes del lugar. Los barcos tenían que hacerse a la mar al aviso del mal tiempo. En ese año se inició la construcción de las obras que forman el puerto moderno, el proyecto primitivo fué del capitán inglés Eads, modificado más tarde por el ingeniero francés Ethiers, que fué contratista de los trabajos hasta abril de 1887 en que pasó la obra al Sr. Agustín Gerdán, quien a su vez la traspasó a los Sres. Pearson & Son de Londres en 1895 siendo éstos los que dieron fin a las obras hasta el desarrollo que actualmente tienen. Las Obras exteriores fueron Fig. 279.

10.- El llamado dique del N.W. que parte del arrecife de la Caleta en la playa y vá a través de la bahía hasta el de la Gallega, cerrando la antiagua entrada del puerto por el N.

20.- El llamado dique norte que comunica el anterior con San Juan de Ulúa, sobre el arrecife de la Gallega.

30.- El rompeolas del N.E. que se extiende desde el islote de San Juan de Ulúa hasta la entrada o bocana del puerto.

40.- El rompeolas de S.E., que abriga al puerto por el S. extendiéndose desde la entrada del puerto sobre el arrecife de la Lavandera hasta el arrecife de Hornos.

50.- Un muro de protección interior aproximadamente paralelo al rompeolas del S.E. y a un Km. de él.

La bocana tiene 260 m. de ancho y en los morros que la limitan hay balizas luminosas.

545 10.- El dique del N.W. está formado de dos tramos de 540 y 540 m. respectivamente con un ángulo interior de ---

132°24' ligados con un tramo en curva con radio de 80 m. Está formado por un enrocamiento hasta el nivel de la marea baja que se colocó por medio de un viaducto de madera, de pilotes creosotados, de 5 m. de anchura y a 5 m. sobre la baja mar. El enrocamiento se colocó a volteo.

Sobre el enrocamiento se tendieron dos hileras de bloques de concreto de 35 toneladas, por medio de una grúa de esa potencia que se movía sobre una vía de 3.35 m. de escantillón. Se dejaron asentar los bloques y después de dos temporadas de nortes se construyó sobre ellos y en el sitio, una superestructura de concreto hasta la cota \pm 4.25 sobre la marea baja. El enrocamiento en la base tiene 30 m. de espesor.

2o.- El dique del N. fué enteramente de concreto de cal hidráulica de Marsella, hecho en el lugar, tiene sección rectangular y 4 m. de anchura y 500 m. más o menos de longitud.

3o.- El rompeolas del NE, se hizo con un enrocamiento como infraestructura, éste se colocó parte por un viaducto igual al del dique NW. y parte por chalanes. Ese enrocamiento llega a 8 m. de profundidad más o menos y a 3 m. abajo de la marea media se niveló cuidadosamente por buzos y se colocaron sobre él bloques de concreto colado en el lugar, su longitud es de 738 m. y su ancho medio 30 m.

4o.- El rompeolas del S.E., está formado por un enrocamiento con hileras de blocks y coronamiento de concreto en la misma forma que el N.E., se colocaron los bloques con la grúa locomovil de 35 Tons. y otra de 15, sirvió para la formación del enrocamiento. Tiene 913 m. de longitud y ancho medio de 20 m.

5o.- El muro de protección se compone de dos enrocamientos con bloques, entre los que se colocó piedra no se

leccionada, coronándose con concreto puesto en el sitio, tiene 530 m. en su paramento interior y 665 en el exterior.

La porción del puerto entre el muro de protección y el rompeolas S.E. está destinado a puerto de pesca.

Las obras interiores se formaron con un malecón que principia en el dique N.W. y va hasta el muro de protección con algo más de 3 Km. La construcción fué hecha mar adentro a una distancia media de 400 m. de la playa ganándose al mar más de 100 Has. que se terraplenaron con productos de dragado de la bahía y en que se asientan la Aduana, las Oficinas de Correos y Telégrafos, la estación terminal, jardines, etc. El malecón no va en línea recta sino que tiene cuatro quiebres en ángulo recto formando una parte central profunda hacia la playa y dos salientes desiguales siendo el más pronunciado el del sureste.

Perpendicularmente a ese malecón se proyectó construir 12 muelles de madera de los cuales sólo se hicieron 5, los 1, 4, 5, 8 y 9 del plano, los tres primeros para los F.C. de Alvarado, Interoceánico y Mexicano, el 8 para la Aduana (muelle fiscal) y el 9 como muelle de sanidad. El mayor es el que tiene 180 m. de longitud y 22.50 de anchura. Se construyó con pilotes de acero macizo de 15 cms. de diámetro y para 5 tons./m².

Además de estos muelles se construyó uno definitivo de 380 m. de largo y 100 m. de ancho sobre el que se instalaron 8 vías de F.C., cuatro almacenes de mampostería y una dotación de grúas. Los otros muelles no se equiparon con maquinaria.

Para la construcción del malecón se cavó una zanja hasta una profundidad de 12 m. rellenándose con roca hasta los 10 m. abajo de la marea baja, sobre este enrocamiento se colocaron bloques por medio de una grúa de 35 toneladas hasta -

6.50 m. sobre la marca baja. La superestructura se hizo --
con mampostería de 1/a., de granito, con respaldo de concre-
to.

A los lados del muelle fiscal existen dos almacenes --
de 50 x 50 m. con muros de mampostería y techo de armaduras
de fierro.

Se dragó, por último, un canal de 200 m. entre la en-
trada del puerto y el muelle definitivo con una ciaboga am-
plia frente a éste.

El equipo que se utilizó en las obras fué: ..

1 grúa Titán de 35 tons. con radio de 21.33 m. y 40 --
tons. con radio de 10.30 m.

1 grúa de pluma de 35 tons., locomotris.

1 porta blocks Goliath de 50 tons. con claro de --
18.30 m.

1 porta blocks de 35 tons. para cargar los chalañes.

2 grúas flotantes de 35 tons.

1 grúa locomotriz de 15 tons., 2 de 10 tons. y 3 de --
8 tons.

2 dragas de rosario con capacidad de 1.200 tons. en --
las tolvas y 2 dragas de succión con capacidad de 3 000 --
tons. en las tolvas.

1 draga de ponton, de succión.

Una de las dragas Sea-going de succión se construyó --
especialmente para la obra, llevó el nombre de "México" y --
trabajó después en Salina Cruz, era propiedad de los con-
tratantes como todo el equipo, costó \$ 500 000.00.

El costo de las obras hasta Junio de 1905 fue de --
\$ 31 326 949.67.

El señalamiento está dado por un faro de recalada llamada de Benito Juárez en un edificio que se construyó para la Dirección de Faros y que actualmente es ocupado por diversas oficinas; es aparato de 3er. orden con luz blanca de un destello, 43 m. sobre el mar y alcance geográfico de 19 millas, sobre los morros de la bocana hay balizas, una roja y otra verde. En el muro de protección hay una fija roja, en los muelles de sanidad; fiscal y No. 4 hay luces fijas de diversas coloraciones. En el Castillo de San Juan de Ulúa hay arsenal marítimo y un pequeño dique seco.

50.- Alvarado. Está sobre el río Papaloapan, no descargada directamente al mar sino a una laguna que tiene una entrada al mar con barra de 2.50 a 4 metros de calado, el puerto está a 1 1/2 millas de la desembocadura, tiene un faro de luz blanca con una ocultación y con alcance de 15 millas y altura de 25 m. En el puerto hay 5 muelles de madera uno de ellos perteneciente a la Federación, todos abiertos al servicio del público. Tiene un varadero para embarcaciones hasta de 60 toneladas, río arriba está la población de Tlacotalpan hasta donde pueden llegar barcos pequeños.

60.- Puerto México. Es la terminal sobre el Golfo del F.C. de Tehuantepec, está en la margen izquierda del río Coatzacoalcos, su barra tiene un calado de 7 a 8 m. en que se mantiene un canal de 10 mts. por dragado. Pueden subir hasta Minatitlán a 24 millas de la desembocadura, barcos hasta de 5.50 m. de calado y hasta Hidalgotitlán a 48 millas, barcos de 3.28 m. La desembocadura está mejorada con dos escolleras convergentes, la del Este con 1.400 m. y dirección N 330 W y la otra con 1.185 m. y rumbo N 4° E entre los extremos tienen 255 m. pero el canal dragado sólo tiene 100 m. de anchura para 10 m. de calado. La escollera E se ha derrumbado en su extremo y se está reconstruyendo actualmente. El río tiene un caudal normal de unos 2.455 m³/s. que en avenidas sube a 4.650 m³/s. con velocidad hasta de 3.10 m/s el caudal frente al puerto es de 8 a 12 m. con fondos de arena y

arcilla, los taludes de las riberas son escarpados, lo que permite a los barcos pequeños cargar y descargar con tablones desde la orilla.

Originalmente se estimó según proyecto del Ing. E. Lavit que bastaba dragar un canal a través de la barra y se iniciaron los trabajos en 1896 con tres dragas, la Vera cruz de Cangilones con tolva de 400 m³. y la México que trabajó en Veracruz, con tolva de 935 m³. Se dragó un volumen de 578 900 m³. obteniéndose en agosto de 1898 una profundidad de 8.50 pero las tres dragas no pudieron mantener esa profundidad y en octubre de ese año ya sólo era de 7.30 y poco después bajó a 6m., en enero de 1900 era de 4.90, con esto quedó demostrado que no bastaba el dragado. Se consultó a los Ings. ingleses Howkstrom y Dobson, quienes proyectaron las escolleras con el mismo defecto de diseño que las de Tampico. Se hicieron con una anchura en el coronamiento de 4 m. y 74 a 8 m. de profundidad los taludes son 3: 1 al mar y 2: 1 al canal. Están formados por enrocamiento de piedra natural de 25 a 2 000 Kg. con los taludes protegidos por piedras de no menos de 2 000 Kg. hasta 4 m. y de no menos de 5 000 de 4 a 8 m., cerca de los morros la protección se dió con bloques de concreto de 20 toneladas y macizos de concreto sobre los cuales deberían haberse puesto luces, las longitudes proyectadas fueron de 1 395.42 m. para la E y 1 115 para la W los volúmenes fueron:

Escollera E 225 000 m³ enrocamiento y 2 000 m³. concreto.

Escollera W 175 000 m³ enrocamiento y 2 000 m³. concreto.

Después se acordó prolongar más las escolleras hasta darles 1 400 m. a la E y 1 205 a la W.

Las escolleras no produjeron efecto sensible en la barra que se mantuvo en 4.90 m. por lo tanto se volvió a dragar.

gar por la Casa Pearson & Son Ltd. de Londres con las dragas Veracruz, Majestic, México, Britanic de 150 m³. Seahound de 350 m. y Simantous de 300 m³. esta última de cangilones y las dos anteriores de succión. El canal después de los dragados se mantiene entre 7 y 8 m. pero hay necesidad de dragar para obtener los 10.00 necesarios, aunque este dragado es perfectamente factible y económico y se ha proseguido con una sola draga.

La piedra usada fué calcarea de 2.200 a 2.400 Kg/m³. por no haber otra, esta piedra no es de buena calidad pues es fácilmente atacada por el agua.

Las escolleras se construyeron con un viaducto y las piedras se colocaron con una grúa de 20 tons., para la escollera E se usó un Ferry-Boat como en Tampico.

Las obras interiores consisten esencialmente en 9 muelles, 8 de 126 m. de longitud y uno de 190 m. que es el muelle fiscal, por lo que se consideran como frente comercial. La separación entre ellos con una longitud de 1.008 m. La separación entre los muelles es de 48 m., la anchura de los muelles es de 48 m. con dos vías, una para circulación y otra para una serie de vías eléctricas.

Los muelles se construyeron con pilotes de acero macizo de 15 cm. de diámetro de una sola pieza con hélices en los extremos, de fierro fundido de 1.80 m. de diámetro con los que están atornillados en el terreno. Los cabezales también son de fierro fundido, la estructura del tablero de piso está constituido por tablonces de pino de 10 cms. de grueso, se usó primitivamente madera americana "Green Heart" que se supone capaz de resistir el Teredo. Se calcularon los muelles en forma de que cada pilote pudiera soportar un peso de 31 toneladas.

El muelle fiscal es totalmente de madera de esa clase, sobre pilotes creosotados, la cubierta se hizo con cabezales de 30 x 30 cm. que reciben trabes longitudinales de 17 x 30 cm. y sobre éstas el piso de tablones de 10 x 40 cm.

Frente a los 9 muelles se construyeron 9 almacenes de doble crujía de 126 x 35.5 m. El terreno sobre el que se construyeron era esencialmente fangoso, se usó la cimentación por pilotes de madera, sobre los cuales se construyeron macizos de concreto y sobre éstos las columnas metálicas de los almacenes ancladas con pernos a esa base.

La techumbre se hizo de dos aguas con armaduras Polonceau con claros de 16.103m. Las armaduras se prolongan en la parte posterior en un cantiliver que hace un techo de protección a los furgones. Del lado del muelle cada almacén tiene 17 puertas escotilladas en su techo, de 3.50 x 3.24 para que la carga tomada de los barcos sea directamente introducida a los almacenes por el techo. Además tienen una serie de 17 puertas corredizas a ambos lados. El piso se hizo con tablones de madera de 2.076 m. de espesor, sobre soleras.

El señalamiento del puerto está dado por un fanal de 4o. orden 3 D.B. sobre torre de madera de 36 m. de altura focal sobre el mar, 18 millas de alcance geográfico. El eje del canal de entrada entre las escolleras tiene dos balizas de enfilación la anterior f.b. 1o. 4o orden 18 m. sobre la ribera derecha del río. Fig. 280.

7o.- Frontera.- En el fondo de la senda de Campeche está sobre el río Grijalva. Este río como todos los del Golfo es de tipo de barra, el paso en ésta es variable, con un calado de 3.50 m. El puerto se encuentra a 12 Km. de la barra, el río tiene fondo de 5 m. frente al muelle fiscal y hasta 10 m. en su máxima profundidad, en las pozas de sus

meandros, más adentro se encuentra Villahermosa, a 11 Km. de Frontera, saca su principal importancia de ser la capital del Estado de Tabasco, a ella pueden llegar embarcaciones de 2.50 m. únicamente, es el centro de su extenso hinterland con el que está comunicado por una red fluvial importante y varios F.C. locales, con el F.C. del sureste que con un ramal se ligará a esa población seguramente aumentará su importancia. El señalamiento está hecho con un faro de 20. orden, $18^{\circ}27'4''N$ y $91^{\circ}53'14''W$ I D.B. lento, 24 m. sobre el mar y 16 millas de alcance geográfico, el faro está sobre la margen derecha de la desembocadura del río.

A fin de mejorar la entrada en enero de 1912 se inició el dragado de un canal lateral de E. a W. que cortaba la punta del Buey convirtiéndola en Isla, en septiembre del mismo año se terminó el dragado dándole una profundidad de 5.50 m., para conservar esta profundidad se continuaron los trabajos hasta el 21 de septiembre de 1913 en que se suspendieron notándose inmediatamente el azolvamiento de su desembocadura al mar hasta reducirse a 1.50 m.

Los canales laterales son recursos desesperados que se han empleado en ríos sin mares, sin corrientes, en playas con muchos aluviones y de pequeña pendiente, esto es, cuando no parece haber otra forma de mejoramiento, pero la condición esencial para esa solución es que la desembocadura del nuevo canal quede en una región fuera de las condiciones de la boca natural, esto parece evidente pues de repetir las condiciones en que se encuentre esa desembocadura, habrá que esperar indefectiblemente que se repitan los efectos que se tratan de evitar, en el caso del Gijalva parece no se tomó en cuenta esta condición esencial limitándose a buscar que la salida artificial fuera perpendicular a las líneas de nivel, además, se construyó un espolón a la entrada del canal al río, ese espolón alejaba toda posibilidad de que la corriente cooperara en la conservación de la profundidad. En la actualidad se ha aprobado la construc---

ción de escolleras propuesta por el Ing. R. Mendoza Franco y que parecen ser la solución correcta. La dificultad máxima existente para la obra es el aprovisionamiento de material pues las pedreras menos lejanas se encuentran a cerca de 200 km. de la desembocadura, en Tenosique, de donde habrá que llevar la piedra por flotación por el río. Con este problema se liga el mejoramiento de la vía fluvial, a fin de suprimir los bajos y formar un régimen adecuado, la solución probablemente será la de espolones diagonales, de enramadas y pilotes de madera, que regularicen la sección y con ella uniformen el escurrimiento. Fig. 281.

7o.- El Carmen y Campeche.- El primero se encuentra en la isla de ese nombre que cierra hacia el mar la laguna de Términos. Esta laguna es navegable para barcos de poco calado, tiene dos entradas al mar, una por la que pueden entrar barcos hasta de 4 m. y la otra para barcos hasta de 2.50 m. Tiene varios muelles de madera hacia la laguna de los cuales uno es fiscal. El señalamiento se hace con un faro y varias balizas fanales que indican los pasos. A la laguna llegan varios ríos que facilitan el tráfico con el interior. No tiene obras exteriores de mejoramiento. El puerto de Campeche es un simple fondeadero protegido en anfiteatro por carros, dominados por los castillos de San Miguel y San Luis. La ciudad es la única amurallada que actualmente existe en México, el faro está sobre uno de los baluartes, la estiba se hace por trasbordos en lanchones que atracan con marea alta a un muelle de mampostería que a marea baja queda en seco, la marea tiene de 0.90 a 1.50 metros de amplitud únicamente, no tiene obras exteriores ni modernas de mejoramiento. (El Carmen Fig. 282).

8o.- Progreso.- Es el puerto que gobierna a la península de Yucatán y está cercano a la capital, Mérida. Tiene un faro de 2o. orden I D.B. sobre una torre de mampostería de 35 m. sobre el mar y alcance de 12 millas, frente al muelle fiscal. El puerto está formado únicamente por una foránea

a que pueden llegar barcos de cualquier calado siempre que permanezcan a suficiente distancia. Fig. 283.

Tiene varios muelles, el Pino Suárez, de piedra, para embarcaciones hasta de 3.00 m. de calado, el fiscal y el Benito Juárez para embarcaciones de 3 50 m., en la proximidad de estos muelles se encuentran 4 m. de agua y aumenta hasta 8 y 9 m. de 4 a 5 millas mar adentro. En la actualidad se tiene proyectada la construcción de un puerto exterior unido a la plaza con un viaducto, en forma de T, de concreto armado, donde podrán llegar barcos hasta de 10 m. de calado. A esta profundidad el fondo es madreporico. Se tiene terminada la construcción de la rama perpendicular a la playa, de 1000 m. aproximadamente de longitud y que termina en un atracadero con almacenes. En el Caribe no existen actualmente sino fondeaderos sin desarrollo ni facilidades.

III.- Pacífico y Golfo de California.

10.- Salina Cruz, Oax.- Este puerto que es la terminal sobre el Pacífico del Ferrocarril de Tehuantepec, constituyó para su localización un serio problema de ingeniería pues en la costa sur del istmo no hay lugares naturales apropiados para un puerto de altura, pues aunque presenta una serie de bahías, todas ellas son muy abiertas y quedan enteramente expuestas a los vientos del S. y S.O. que soplan intensamente durante el otoño, levantando grandes marejadas. En el invierno los vientos también soplan con gran intensidad pero como son del Norte, esto es, vienen de tierra, no alteran al mar aunque entorpecen la recalada de los barcos. La playa forma una característica meseta costera que separa los grandes fondos de los pequeños inmediatos a tierra, esto forma una ola "tumbo" de gran fuerza a lo largo de la costa, por último, las playas están formadas por aluviones de arena fina que tienen movimiento a lo largo de las costas debido sobre todo a las olas, esto es perpendicularmente a la playa en su mayor amplitud y de va y ven paralelo a ella.

Para el puerto se escogió la bahía de Salina Cruz, inmediata por el Este a la de la Ventosa que formaba el antiguo fondeadero colonial y por el Oeste la del Marqués, que actualmente tiene un cordón litoral arenoso que ha formado un estero interior explotado como salina.

En estas circunstancias se tuvo que formar el puerto en su totalidad con elementos artificiales. Fig. 284 A.

Las Obras exteriores consisten en dos rompeolas convergentes que encierran el ante-puerto, el rompeolas E con una longitud de 986.40 m. y el O. con 647.75 m. son de tipo de enrocamiento que se colocó a fondo perdido desde un viaducto, se preparó la superficie de la cimentación con una capa de enrocamiento natural, sobre el que se colocó otro con pesos unitarios de 25 toneladas, con grúas titanés de vapor de 108 toneladas y 30 m. de alcance máximo, el pedraplén formó un talud de 1:1, Fig. 284 en la parte superior lleva dos hileras de bloques de concreto de 40 tons. con 10 m. de ancho y 2 m. de altura a 5.50 m. del nivel de las bajas aguas sobre esos bloques hay una superestructura de concreto colado en el lugar, de 6 m. de ancho y 2 m. de altura.

Los bloques de concreto son de 24 a 40 toneladas. El patio de bloques tenía 400 m. de largo por 20 m. de ancho con espacio para tres hileras de moldes, que se movían con una grúa Goliath actualmente en uso en Acapulco. La piedra fué de la cantera de la Mixtequilla casi con exclusividad, es caliza, de 2 350 a 2 450 Kg/m³. El rompeolas E se asentó en su morro a 17 metros de profundidad, el W se asentó a unos 10 m. toda vez que se inició la formación de un banco de arena al irse avanzando. La entrada del antepuerto tiene 180m. de anchura y la profundidad máxima original en el eje fué de 17m. El antepuerto tenía una superficie de 80 000 m². dragados a 10m. El morro E. ha sufrido actualmente algo, perdiendo unos 10 m. de su coronamiento pero sin que se desperfecto sea importante y, aparte de él, es notable la

buena forma en que se han conservado estas estructuras, seguramente debido al gran peso unitario de los bloques usados y a la superestructura que se colocó.

Las obras interiores consisten en primer lugar en un muro o malecón que separa el antepuerto de la dársena y que en su parte media deja un canal de 30 m. de anchura. El muro tiene 70 m. de ancho y 1 000 m. de largo. Está formado exteriormente de un enrocamiento e interiormente de un muro de monolitos, este muro fué en su época una obra notable en el mundo, Fig. 285, está compuesto de una serie de bloques monolíticos colocados por el método de pozo indio; los monolitos tienen 13 m. de largo, 6 m. de ancho y 15 m. de profundidad y tiene tres huecos interiores de 2.50 x 2.75 de espesor pues era de 1.25 en las paredes, en la parte inferior tenían una zapata metálica en bisel, los muros se construyeron a medida que eran enterrados, la obra se hizo en la playa, para dragar después la dársena, una vez llegados a 13 m. abajo de la marea alta, se rellenó el fondo con concreto en 2.50 m., arena después por último concreto en 1.50 m. El paramento de los bloques entre las mareas alta y baja se revistió de piedra y sobre los bloques se hizo un coronamiento de mampostería de 2 m. con una guarnición de piedra de granito de Noruega de 0.50 m. de altura. Los monolitos quedaron espaciados 1.12 m. y las juntas se rellenaron de concreto para lo cual se colocaron ataguías de acero hundidas con gatos hidráulicos. El muro tiene 70 monolitos. Los muros del canal de entrada se armaron sobre enrocamiento, con bloques macizos. Los otros lados de la dársena se formaron en talud revestido de piedra.

Sobre el muro de la dársena hay seis almacenes semejantes a los de Coatzacoalcos. El canal de entrada se cruza con dos puentes levadizos con una vía de F. C. cada uno, sistemas Sckerzer, fabricados en Chicago, sus principales dimensiones son:

Claro del Canal	30 m.
Claro del puente	34.14 m.
Largo del puente	37.30 m.
Ancho interior	4.27 m.
Peso por trabe	18 toneladas.
Contrapeso.	150 "

Carga tipo: una locomotora de 4 ejes motrices distantes 1.56 m. c. a. c. con 20 000 Kg. cada uno, seguidos por una carga de 5 953 Kg/m.

En el ángulo N. W. de la dársena se encuentra el dique seco, las dimensiones generales son de 190 x 30 m. los muros y fondo de concreto con 15 cm. de concreto fino en la superficie. Las escaleras y los coronamientos de los muros están revestidos de granito de Noruega. La planta de bombeo está compuesta de 2 bombas centrífugas de 1 m. de diámetro en la succión y 0.60 m. en la descarga con motores eléctricos de 325 H.P. El tiempo de vaciado es de 4 horas para 55 195 m³. La bomba de conservación es de 23 cm. con motor de 25 H.P. La carga máxima de las bombas principales es de 7.60 m. La entrada se cierra con un barco-compuerta de acero, de nivel variable, las ranuras y el sardinel están protegidos por piezas de madera. El puerto cuenta con una planta de energía con generadores Westinghouse con una potencia total de 1 490 K.W. o sea aproximadamente 2 000 H.P. movidos por motores de vapor alimentados por 7 calderas Babcock & Wilcox para 3 346 H.P. que se empleaban en forma alternativa.

El equipo del malecón está formado por 18 grúas eléctricas y 34 cabrestantes. Las grúas tienen capacidad de 3 toneladas, los cabrestantes de 1 Ton.

Este puerto funcionó convenientemente aunque hubo necesidad de mantener un dragado de conservación en la entrada.

Ese dragado lo efectuó la draga México pero retirada ésta, perdió rápidamente profundidad no obstante dragados intermitentes que se hicieron, llegando a cerrarse totalmente el puerto por un banco de arena que subía a través de la bocana en mas de 1.50 m. sobre las altas aguas. En 1935-1936 se hizo un dragado interior logrando limpiar el antepuerto y abrir la entrada con un calado de 7 m. En esta operación se empleó a contrato la draga de succión de chalán Minnessota que trabajó de dentro a fuera, la conservación se ha encomendado a la draga nacional Sea-going "Coatzacoalcos" de relativamente reciente adquisición.

Este puerto se construyó especialmente para el pago de mercancías por el istmo por el F.C. que tiene una longitud de 310 Km. El señalamiento está hecho por un faro y dos luces de enfilación, éstas marcan el eje de la entrada al antepuerto, anteriormente los morros tenían balizas de situación.

20.- Acapulco.- Este puerto es casi tan antiguo como el de Veracruz y por él se efectuaba en tiempo de la colonia el tráfico con Asia, sin embargo, no cuenta con comunicación por F.C., por lo que forzosamente su desarrollo es limitado a pesar de tener un hinterland muy rico, en la actualidad y debido a la carretera que lo une con la capital se ha desarrollado mucho, especialmente como puerto de turismo, la rada de Acapulco forma una bahía natural de primer orden por su amplitud seguridad, calado y facilidades de acceso. Tiene dos entradas, la llamada Boca Grande entre la Punta de Brujas y la isla de la Roqueta, al Sur, con 2 000 m. de anchura y la Boca Chica, al Oeste, entre la península de Acapulco y la isla de la Roqueta con un canal de 300 m. de largo y 250 m. de ancho y profundidades de 15 a 30 metros. La bahía tiene un largo de cerca de 5 000 m. y un ancho de 2 000 m. más o menos. El puerto propiamente dicho se encuentra entre la península y la playa. Fig.286.

Las Obras interiores se componian hasta estos últimos años solamente de un muelle de madera que llegaba (Fiscal) a una profundidad de 4 m. a 4.60 y dos muelles particularmente. En la bahía hay profundidades de 30 a 8 m. El fondeadero de altura tiene 20 a 25 metros y el de cabotaje de 12 m. a 14 m., el fondo es de concha, arena y fango y abajo, a un metro hay un fondo rocalloso. La obra actualmente en construcción es un malecón que irá del actual muelle fiscal hacia el noroeste, en 494.40 m., tiene diferentes profundidades, de 3 m. a 10 m. bajo la baja marea. Está formado por una base de enrocamiento colocado en una zanja dragada en el fondo y de 2.50 m. de profundidad, desbordando 5 m. a ambos lados del muro, éste es de bloques de concreto precolados de tres tipos, los "A", de 3.87 x 1.75 x 2.00 m., los "B" 2.90 x 1.75 x 2.00 m. y los "C" de 2.00 x 2.00 x 1.75 m., además otros especiales para la primera fila, los extremos y las uniones de las varias secciones; sobre estos bloques viene un coronamiento de concreto colado en el lugar y de 1.00 m. de Altura por 2.30 m. de grueso. Este muro se está construyendo a profundidades de 0 a 7 m., después se dragará su frente y se rellenará la parte de atrás con rip-rap y tierra, para unir el extremo profundo del muro con la playa actual está proyectado un enrocamiento con taludes 1 1/2: 1 y 5.00 m. de coronamiento sobre el que seguirá el muro de concreto colado en el lugar con las mismas dimensiones que en el resto, Fig. 287.

Los bloques se están colocando en columnas inclinadas y cuatraperdas horizontales excepto en la parte poco profunda donde son columnas verticales sin cuatraperdo.

El señalamiento del puerto está dado por un fanal situado en la isla de la Roqueta. En los Muelles Fiscal, Fernández y Pacific Mail hay luces rojas.

3o.- Manzanillo.- Manzanillo está bien comunicado con el interior por el F. C. de Guadalajara, con un desarrollo de

355 Km. La bahía es natural y bien protegida de los vientos del Oeste y del Sur. Para protegerlo de los de No. se ha -- construido un rompeolas que avanza en el mar con dirección -- de NE., en dos tramos que forman un ángulo. Su longitud es -- de 460 m. que se tiene proyectado prolongar en 200 m.; cuenta con un malecón de bloques con el que se ganó una considerable superficie de terreno y se subió al nivel de la ciudad.

El área aprovechable para el fondeo es de 80 Has. mas o menos. El calado en el muelle fiscal; que sale perpendicularmente del malecón es de 1.83 a 7.32 m. El fondeadero de los buques de altura es de 15.25 m., la profundidad máxima de la bahía es de 18.30 m. El fondo es de arena y cascajo.

El señalamiento está dado por un faro de 4o. orden.

4o-Mazatlán. Pasa por él el F. C. Sud-Pacífico, que -- corre a lo largo de la costa hacia el Norte, está en proyecto el F. C. de Mazatlán a Durango que le abriría un rico -- hinterland.

El puerto, Fig. 288, está constituido por una bahía de 900 m. de anchura y 2 000 m. de largo, abierta al mar por el Sur y limitada al Oeste por las islas del Crestón y la Azada y el promontorio del cerro del Vigía. Al Este por las islas de los Chivos y la Piedra, al Norte está limitada por una playa arenosa. Fig. 265. A fin de cerrar el puerto existen bordes de piedra que unen la isla del Crestón a la -- playa, por un lado y la isla de los Chivos a la de la Piedra por el otro, además se están construyendo una escollera y un malecón, a lo largo de los cuales se dragará un canal de -- 10.00 m. de profundidad. De todos modos el puerto está expuesto a los vientos del Sur que si son huracanados pueden -- ser peligrosos a las embarcaciones. La escollera se está -- construyendo en forma de un pedraplén de materiales gradua--

dos, Fig. 289, con corona de 6 m., talud al canal de 2 : 1 y a la playa de 1.5 : 1. En el morro los dos taludes son 2 : 1 y la corona es de 20 m. y longitud total de 1 700 m. más o menos. En prolongación a esa escollera se está construyendo el malecón, de bloques precolados del mismo tipo general que el de Acapulco, sobre el terraplén se proyecta una serie de almacenes de estructura de fierro, de tres crujiás con dos vías sobre el malecón y 8 atrás, sobre el muro irán grúas de pórtico. El señalamiento está dado por un faro en el promontorio del Vigía, una vez terminadas las obras, dos balizas señalarán la enfilación del canal de entrada y una estará sobre el morro de la escollera. Para el futuro se proyecta construir un puerto interior al abrigo de los vientos.

50.- Topolobampo, Sin.- Se encuentra en el Golfo de California a él llega la terminal del F. C. Kansas City, México y Oriente que lo debe ligar a Chihuahua y a la frontera pero que aún no se termina, en la actualidad tiene muy poco movimiento a pesar de haberse establecido un depósito de petróleo, porque su barra tiene muy poco calado, cuenta con dos muelles de madera, la población es muy pequeña, sin ningunas facilidades, puede llegar a ser de gran importancia. La bahía es muy extensa, tiene una anchura mínima de 500 m. y una gran profundidad, el fondeadero está a 9 millas de la barra de la entrada que se encuentra entre las puntas de Santa María y de Shelly. En la barra hay de 4.36 a 4.88 m. de calado, en el canal de 6.72 a 27.50 m., en la bahía de 4 a 32 m. en el muelle del F.C. de 4.47 a 5.22 m.

El señalamiento está dado por boyas de babor y estribor sobre el canal. No tiene faro.

60.- Guaymas.- Tambien sobre el Golfo, en la costa de Sonora, está ligado por un ramal a la vía troncal del F.C. Sudpacífico. La bahía natural está perfectamente abrigada y es perfectamente segura, la bocana está al sureste de la

ciudad entre las puntas Baja y el Morrito, estando defendida por la isla de Pájaros, tendida frente a la bocana; la entrada tiene 270 m. de anchura en su paso sur, por el que pueden pasar barcos de gran calado. Los fondos son relativamente pequeños, hasta 6.50 m. pero susceptibles de manejarse porque están formados de tierras que se cree en su mayoría han sido arrastradas de la playa. Como obras interiores tiene un muelle fiscal con calado de 4.20 m. llamado de la Ardilla con 6.69. Además tiene un muro de defensa de la playa, en forma de malecón. El señalamiento está hecho por un fanal en la isla de Pájaros y dos luces de situación, una en el muelle de La Ardilla y otra en el Fiscal. En la actualidad se está reconstruyendo el muelle de la Ardilla que hace algunos años se quemó. Fig. 288.

70.- Sta. Rosalía.-B.C.- Fig.290.- Este puerto fué creado para llenar las necesidades específicas de transporte de las minas de cobre de El Boleo, se construyó por la compañía minera misma, por contrato con el Gobierno, durante el último decenio del siglo pasado, es totalmente artificial y consta de dos rompeolas que encierran al puerto dejando una entrada por el sureste. Los rompeolas se proyectaron de enrocamiento con defensa de bloques de concreto y coronamiento de concreto "in situ", pero durante la ejecución el Gobierno autorizó a la Cía. a que sustituyese la piedra por escoria en el concreto y el coronamiento se llevara a cabo con *escoria incandescente* colada en el lugar, como se hizo. El fondeadero tiene profundidad para barcos hasta de 6 m. aunque al muelle, que es de madera, sólo pueden llegar los de 4.50 m. de calado. Las obras se iniciaron en 1892 y se dieron por terminadas en 1906. El ángulo que el rompeolas N forma es recto y protege al puerto contra los vientos N N W que son los reinantes. El rompeolas sur protege contra los vientos de se rumbo que son los dominantes. La marea media es de 1.50 m. de amplitud, las mareas máximas normales son de 2.00 m. Las corrientes son paralelas a la costa y se invierten con frecuencia, la mayor veloci-

dad observada es de 3 millas por hora. La mayor amplitud -- de las mareas extraordinarias es de 2.50 m. La iluminación -- está dada por dos balizas en los morros de los rompeolas una -- verde y otra roja, aquella tiene una posición de $29^{\circ}19'45''$ N y $112^{\circ}16'17''$ W.

80.- La Paz, B. C.- Fig. 291.- Está sobre una amplia -- bahía protegida del Norte por las islas del Espíritu Santo -- y Partida separadas de la costa por el Canal de San Lorenzo -- el cabo de Arrancacabello protege a la bahía por el E. La -- bahía está dividida en su fondo por una punta arenosa llama -- da el Mogote, de la ensenada de La Paz. El canal natural -- que llega a esa ensenada y que es mantenido probablemente por -- los movimientos de la marea tiene 6 a 7 m. de calado, la -- única obra con que cuenta el puerto es un muelle en T que -- se está renovando actualmente habiéndose construido la rama -- de acceso con columnas y trabes de concreto. El resto -- es una estructura de fierro con piso de madera en mal esta -- do, tiene el puerto además una torre de vigía con un más -- til de señales. El puerto está iluminado por un fanal de -- recalada que ilumina de 0° a 147° , el canal estaba anterior -- mente marcado con boyas que en la actualidad ya no exis -- ten.

90.- Bahía Magdalena.- Es una magnífica bahía muy bien -- protegida y con un gran calado, constituyendo un fondeadero -- ro de primer orden, desgraciadamente está en una región de -- sértica y aislada por lo que todos los elementos, desde el -- agua hasta los combustibles y provisiones deben llevarse -- por mar. En una época se instalaron evaporadores para desa -- lar el agua de mar pero en la actualidad están fuera de uso, -- existe una estación naval militar en la isla Margarita, que -- cierra a la bahía por el Sur, la entrada a la bahía se hace -- entre la punta entrada y la Punta Redonda, el señalamiento -- está hecho por un fanal con dos ocultaciones que ilumina de -- los 204° a los 300° , esto es, hacia el interior de la bahía -- y sobre el fondeadero; cuenta con un pequeño muelle en lo --

que se llamó Puerto Magdalena, Fig. 292.

El último puerto nacional hacia el Norte es el de Ensenada que en la actualidad es sólo un fondeadero.

QUINTA PARTE.

EXPLORACION Y DESARROLLO DE LOS PUERTOS.

I.- Generalidades.

1o.-Función de los puertos en la economía de un país. -
Hinterland local, exclusivo y de competencia. Somera descripción de la distribución de los Hinterlands de los puertos Mexicanos.

El puerto no es meramente un lugar de recalada o un accidente local, es "la puerta del mar" y esa puerta es por donde saldrá la riqueza de mercancías de un país a cambio de otras que no posee y de oro, esto es, es esencialmente un organismo de tránsito, donde los medios de transporte cambian de carácter, pero no son puntos terminales de ese tránsito sino en pequeña parte, esto es cierto hasta para puertos que en sí son centros importantes, pues por ejemplo Nueva York, que es la ciudad mayor del mundo, y por lo tanto absorbe una gran cantidad de mercancías, recibe sin embargo una cantidad inmensamente mayor, en calidad de tránsito, pues por él pasa cerca del 50% del tonelaje que se mueve en todos los puertos de Estados Unidos.

El puerto surte y sirve así una región del país en que se encuentra. Esa región ha recibido universalmente la denominación alemana de Hinterland, que literalmente significa "tierra de adentro".

Esto puede ser de tres clases: 1o.- El Hinterland local, que es aquel formado por la aglomeración inmediata al puerto, la ciudad a que pertenece el frente de mar.- 2o.- El Hinterland propio que es la región, atrás del local, que tiene una salida natural e inmediata en ese puerto, como en Veracruz la Región Industrial de Orizaba, y 3o.- El Hinterland de competencia, que es la región en que las mercancías pueden escoger entre varios puntos de salida y naturalmente irán al que más facilidades les preste. Estos Hinterlands pueden ser actuales o potenciales de acuerdo con que sus comunicaciones con el puerto y las facilidades de éste estén ya desarrolladas o nó, así, la Ciudad de México, para el tráfico del Golfo, está dentro del Hinterland de competencia de los puertos de Tampico, Tuxpan y Veracruz, pero por la falta de comunicación eficiente con los dos primeros y de desarrollo en el segundo, prácticamente ha correspondido hasta ahora al propio del puerto de Veracruz. Los monerables de Durango salen por Tampico y por Brownsville cuando tienen puertos considerablemente más cercanos como Guaymas y Mazatlán, pero no tiene comunicación con éstos, en la Fig. 270, se muestran aproximadamente esos Hinterlands. Los puertos de Salina Cruz y Puerto México en realidad deben su importancia a su posición como puertos de transborde de un mar a otro, mas que a su Hinterland, que es muy reducido, en cuanto al propio y el local. En el esquema se han representado los Hinterlands propios, excepto para Tampico y Brownsville en que para mostrar la competencia de aquel con un puerto extranjero, se ha marcado Durango dentro de ambos. Mexico correspondería a Acapulco si tuviera comunicación de F.C., pero por no tenerla, Manzanillo lo abarca, a pesar de su mucha lejanía, Mérida ejerce monopolio absoluto sobre la península de Yucatán. Topolobampo sólo cuenta con la región de los Mochis y el Fuerte, por falta de comunicación con la altiplanicie, cuando esté terminado el F.C. Kansas City México y Oriente seguramente requerirá un desarrollo en sus Obras mucho mas grande. Punta Peñasco tendrá como

Hinterland a Arizona, con las ventajas y peligros consiguientes pues ya se ha hablado del "Corredor de Arizona", zona libre que lo uniría a ese Estado segregándolo en cierto modo de la República. En la B. C. Sta. Rosalía tiene un Hinterland propio en las minas de El Boleo y La Paz el resto del extremo de la península excepto una pequeña parte que le corresponde a San José del Cabo pero que éste no puede atender por carecer en lo absoluto de obras. En el extremo norte de la península el puerto de Ensenada tiene que luchar con los de San Diego y Los Angeles para la extracción de los productos del territorio Norte de la Baja California.

Siendo pues los puertos la llave de territorios más o menos extensos, tienen para el desarrollo de éstos una importancia vital, el Hinterland local se desarrolla en proporción directa al movimiento en el Puerto, del cual vive y aún en él se pueden desarrollar industrias de transformación que debido al prácticamente nulo transporte en tierra que hacen sus productos o materias primas, compiten con ventaja con las industrias que necesitan llevarlos tierra adentro. En relación al Hinterland propio, tiene los mismos efectos y mientras mejor comunicado esté el puerto con él, más movimiento de riqueza se producirá. En cuanto al Hinterland de competencia, depende de las facilidades que preste el puerto el retenerlo y evitar que se desvíe la corriente de tráfico hacia otro puerto, esa competencia como todas las competencias tiene muchas ventajas para las regiones que pueden optar por varias salidas.

Se debe pues estudiar el Hinterland de un puerto al planear las obras de éstos, para saber el probable volumen del movimiento que tendrá y su importancia, además, en un programa extenso, se debe buscar dar al país las salidas que sean apropiadas, no multiplicando los puertos, sino equipando un número apropiado de éstos y comunicándolos racionalmente con el Hinterland que les corresponda, creando ciertas competencias entre ellos a fin de estimularlos en su actividad.

Como se vé es de importancia fundamental para los puertos el estar bien comunicados con la región que sirven, además esas comunicaciones deben llegar precisamente hasta el frente de mar a fin de evitar en lo posible transbordos, en las obras de puertos se deben incluir pues, los programas de comunicación desde las estaciones locales a los muelles, sea que esas vías sean por cuenta de la Administración de los FF.CC. o dependan del puerto, pero nunca se deben desligar.

2o.- Sistemas de Administración de los Puertos.

El puerto para un servicio eficiente debe funcionar en todos sus aspectos congruentemente y de acuerdo con un plan bien definido, esto ha sido materia de un estudio constante y una larga lucha en todas partes del mundo, los sistemas de administración de los puertos son variados en forma tan grande como los gobiernos mismos de las naciones, pero pueden definirse en una graduación que va desde el puerto con una sola autoridad que abarca todos los aspectos de la explotación hasta una autoridad para cada aspecto de esa vida y que trabajan totalmente independientes una de otra, desde luego se siente que este procedimiento debe dar resultados sumamente deficientes en comparación con el primero. Las principales combinaciones son las siguientes:

- a).- Puerto de propiedad particular.
- b).- Puerto de propiedad pública totalmente concesionado.
- c).- Puerto de propiedad pública particularmente concesionado.
- d).- Puerto de propiedad pública bajo un organismo directorio, único y especial, generalmente honorario.
- e).- Puerto de propiedad pública con administración más o menos centralizada.
- f).- Puerto de propiedad pública administrado oficialmente.

mente por varios organismos yuxtapuestos independientes y sin plan de conjunto.

a).- Como puertos de propiedad privada pueden citarse los de Southampton y Cardiff en Inglaterra y el de Emden en Alemania.

El puerto de Southampton fué construído y es propiedad del ferrocarril "Londres y Southampton" es manejado directamente por esa compañía en la forma en que puede manejar una de sus estaciones, el Gobierno no tiene dentro de esa administración más ingerencia que la que puede tener en cualquier negocio privado, la liga absoluta que existe entre el medio terrestre y el portuario por razón de la identidad de sus manejadores ha producido para este puerto, relativamente moderno, una prosperidad inusitada tanto más cuanto con una amplia visión de futuro se hizo contar con instalaciones capaces de recibir los más grandes barcos actuales, y en especial el mayor dique flotante, para 65,000 toneladas con 40 m. de anchura y 295 m. de largo, compuesto de 7 secciones auto-carentes.

El puerto de Cardiff es propiedad privada de una compañía subsidiaria de la Cía. del Ferrocarril de Cardiff y por lo tanto identificada a los intereses de éste.

El puerto de Emden es propiedad del Sistema Ferroviario Prusiano-Hessiano.

Estas formas de administración han producido no sólo beneficios para las compañías propietarias sino para las localidades y el Estado en general, *sin embargo sólo es posible* en los países donde las Compañías de F. C. son particulares y por lo tanto necesitan competir entre ellas, y, además, hay suficientes puertos públicos cercanos que permiten que una compañía determinada no monopolice el comercio de transportes de toda una región e imponga indefectiblemente sus condiciones a las otras compañías.

En México no es posible que existan puertos marítimos o fluviales particulares porque según su régimen de la propiedad, las playas y las costas en una faja de 20 m. son de propiedad nacional, lo mismo que las aguas territoriales, y no pueden ser enajenadas por el gobierno sino sólo concedido su uso precariamente y con ciertas taxativas.

b).- Los puertos totalmente concesionados difieren de los anteriores en que las obras portuarias son propiedad pública, sea municipal, estatal o nacional, pero para su explotación el Gobierno se desprende de ellas y las da a compañías particulares para su explotación, esta forma de administración tiene su origen en la creación misma de los puertos que en estos casos, en general, son construídos por compañías particulares con garantía de pago de parte del Gobierno quien liquida el adeudo con la concesión de explotación durante un cierto número de años, de 15 a 25 comúnmente. Durante ese tiempo, el Gobierno sólo recibe una parte de las entradas provenientes de la explotación y el resto es aplicado al pago de capital e intereses. La compañía concesionaria generalmente está obligada a entregar todas las estructuras en buen estado pero se estipula que las reparaciones deben hacerse en forma que el concesionario mismo pueda esperar disfrutarlas. En esta forma se han desarrollado los puertos franceses del litoral de Noráfrica especialmente.

Este sistema si bien es de gran utilidad en países nuevos en los cuales las finanzas públicas no bastan para desarrollar el equipo nacional, lo cual retarda, muchas veces por siglos, el desarrollo de la riqueza pública, tiene la desventaja de crear monopolios muchas veces perjudiciales, y que no se puede ya exponer la obra al fracaso que acarrearía un perjuicio público, pues se ha planeado como puerto exclusivo de un Hinterland a veces valioso y es el dinero público el que se perdería. Como ejemplos de puertos así administrados, pueden citarse Túnez, Bicerca, Boune y Sfax, en el primero el Gobierno francés invirtió prácticamente 465 --

del costo y el resto los concesionarios, en el puerto de Biscaya la inversión del Gobierno fué solo de 6 del costo total y en los de Boune y Sfax únicamente invirtió los gastos indirectos de inspección supervisión y fiscalización, siendo el costo directo hecho por los concesionarios.

Otros ejemplos son el puerto de Bruges y su antepuerto de Zeebrugge en Bélgica, concedido a los constructores por 75 años. El puerto de Lisboa, Portugal que se concesionó por 20 años a la compañía Francesa que lo construyó, el puerto de Salónica que será explotado también hasta 1945 por la compañía que los construyó y, por último, los puertos de Sajina Cruz y Puerto México que quedaron manejados por la compañía Parsson and Son. Ltd. de Londres, que los construyó hasta que el Gobierno Federal redimió con ella anticipadamente y en efectivo sus obligaciones y retiró la concesión.

c).- La administración particular de un puerto ha probado ser benéfica en muchos sentidos, sin embargo la concesión total de una instalación portuaria trae consigo el monopolio, para evitar eso en algunos puertos europeos se han concesionado sólo parte de las instalaciones reservando siempre un conjunto de elementos completos, muelle, almacén y careneros para el servicio público.

Un caso notable del desarrollo de esta forma de administración es Hamburgo. Esta ciudad formó durante largos siglos un república de mercaderes, independiente, gobernada por un senado y después por una cámara de burgueses. En 1714, mucho antes que se pensara en teorías de economía dirigida y de Estado y socialización de recursos en el mundo, se decretó en Hamburgo que el Senado tenía autoridad en los asuntos del frente de mar, por medio de un director que después se llamó Wasserbau Director, con este sentido de propiedad pública se establecieron las primeras mejoras y ampliaciones fundamentales, entre otras y desde 1835, la instalación de vías de ferrocarril directamente sobre los muelles

según planos de Charles Vignoles, Ingeniero inglés, en 1858 se determinó en forma drástica que todas las instalaciones portuarias eran de propiedad pública y que las aguas del puerto con los vasos artificiales deberían ser operados por la ciudad, pero una parte de ellos podían ser concesionados a Líneas Navieras que los necesitaran regular y seguramente para su uso exclusivo, pero siempre reservando los elementos suficientes para que otros barcos pudieran descargar, cargar y ser reparados en estructuras de uso público y por turno de llegada. La ciudad para impulsar la industria naviera concesionó también lotes de terreno para este efecto, para períodos de 25 años con derecho a renovación y así la compañía Vulkan construyó el Imperator (Berengania) y la Blohm Voss construyó el Vaterland (Leviattan) el Bismark (Majestic), etc.

La propiedad, operación y control de los almacenes fueron la manzana de la discordia por muchos años. Los almacenes de propiedad privada se encontraban cada vez más ineficaces e insuficientes y se reclamaban cada vez más almacenes públicos, la administración pública de los almacenes, por otra parte, traía consigo la burocratización e inflexibilidad que todos los organismos oficiales llevan consigo, se creó pues un sistema mixto, de concesión a una sola compañía de la cual la ciudad tenía una parte de las acciones, del derecho de construir y manejar los almacenes, por 50 años, esa compañía se llamó Compañía de Almacenes del Puerto Libre de Hamburgo. En México no se ha desarrollado este sistema, únicamente y para cubrir intereses particulares se ha concesionado la ocupación de fracciones de zona federal para el establecimiento de muelles y almacenes dentro de los puertos, en especial el de Tampico, donde las Cías. Petroleras tenían muelles particulares y exclusivos en esta forma.

d).- El siguiente tipo de administración de puerto es el llamado por los ingleses de "Public Trust", este sistema consiste en dar la administración del puerto a un organismo formado en su mayoría por elementos no oficiales y a veces totalmente particulares, con plena autoridad en todos los aspectos. Este sistema es esencialmente inglés. El organismo directivo generalmente está formado por representantes de las principales ramas de intereses en el puerto y los cargos son honorarios.

Una organización típica de este carácter es el del puerto de Mersey, constituido en 1858, está formado de 28 miembros de los cuales sólo 4 son designados por el Gobierno y tiene una completa autonomía tanto administrativa como política y financiera para sus funciones, tienen autorización para concertar préstamos hasta por 800 000 libras.

El puerto de Londres estuvo durante mucho tiempo en manos de varias compañías particulares, en 1908 por el "Port of London Act" se creó la "Autoridad del Puerto", que es un consejo en plenos derechos también y en que está representada la Cámara de Comercio.

En Francia la tendencia legal es a la constitución de esos organismos en forma de Consejos de Puertos Autónomos, formados por 9 a 21 miembros representantes de la Cámara de Comercio, de los F. C., de los obreros del Puerto y de las Autoridades Oficiales tanto locales como generales, el Director es nombrado por el Gobierno, escogido en una terna presentada por el Consejo. El Gobierno no se desprende de la dirección de las obras de mejoramiento y construcción necesarias en el puerto. El Consejo por su parte tiene autonomía financiera para el cobro de derechos y servicios y utilización de los dineros resultantes. Este sistema en Francia no es sino una tendencia auspiciada por el Gobierno, pues en realidad aún los puertos en su mayoría no se manejan autónomamente.

e).- El sistema actual en Francia es el de manejar las instalaciones portuarias de propiedad nacional por medio de diversos organismos burocráticos, desde París, ese sistema no da al Puerto una administración coherente y muchas veces las disposiciones de una oficina duplican o contrarrestan las de otra, los gastos se derivan de asignaciones específicas en el Presupuesto general del País y las entradas van a la Tesorería General, también puede decirse que este sistema centralizado y a la vez difuso ha demostrado ser absolutamente inadecuado y por eso se tiende a sustituirlo.

En Estados Unidos hay tres tipos de organización:

1o.- Administración por un Departamento como rama del Gobierno de la Ciudad y dirigido por un comisionado nombrado por el Alcalde, nombramiento que es político y no técnico por lo que los resultados son malos. Así se gobierna Filadelfia.

2o.- La Comisión de Ciudad, para evitar la política dentro de la Administración de los puertos en algunas ciudades se han establecido comisiones que tratan de asemejarse a los Consejos Ingleses, esto tiene como defecto especial el que no se ha podido dejar fuera a la política y los intereses del Hinterland muchas veces no son tomados en cuenta en la forma debida.

3o.- Por último, en algunos puertos de mayor importancia se forman comisiones nombradas por el Gobernador del Estado por tres años, con carácter de honorarias, como en New Orleans y San Francisco, las facultades financieras de estas comisiones son bastante amplias.

Una modalidad especial de este sistema lo constituye la "New York Port Authority" está formada por un tratado entre los Estados de New York y New Jersey y abarca no sólo la administración sino un plan de desarrollo del puerto, dándole

los créditos y facultades de cobro necesarios para financiar todo el sistema.

f).- En México está representado el sistema último: cada una de las Secretarías de Estado tiene en el Puerto una delegación con diversos nombres, que trabaja en forma absolutamente independiente y a veces antagónica:

La Capitanía del Puerto.

La Aduana.

La Oficina de Hacienda.

La Oficina de Migración, Etc.

Los F.C. aunque de propiedad nacional, tienen, administración autónoma.

El manejo del puerto propiamente dicho, por último, está abandonado casi en lo absoluto a los Sindicatos de Trabajadores:

Sindicato de Estibadores.

Sindicato de Alijadores.

Sindicato de Carretilleros.

Sindicato de Cargadores, Etc.

Quienes trabajan también en general en forma absolutamente incontrolable e irresponsable y muchas veces antagónica, con tarifas aceptadas oficialmente no después de un estudio técnico sino por consideraciones políticas.

Toda obra es manejada en forma absolutamente centralizada y no especial para cada puerto.

Las entradas por derechos, impuestos y servicios entran al Tesoro Nacional y para ser distribuidos según las necesidades generales del Gobierno quien a su vez asigna en su Presupuesto General las partidas que cree conveniente, o que puede, para el servicio y mantenimiento de las obras.

g).- En conclusión, de todas estas formas la más adecuada parece ser:

Régimen de propiedad pública para todas las instalaciones del frente de mar.

Concesión de ciertos elementos no necesarios para el funcionamiento coherente del puerto: astilleros y algunos muelles.

Administración oficial, pero con un organismo directivo único, del puerto como negociación de interés público, que tenga suficiente autonomía para llevar a cabo un programa de conjunto.

3o.- Organización de la Autoridad de un puerto.

Desde ese punto de vista, y sólo como cuadro donde puede amoldarse en detalle la organización de acuerdo con las necesidades y obligaciones que la estructura gubernamental de un país imponga, se puede fijar que el manejo de un puerto debe confiarse a:

Un elemento directivo orientador cualquiera que sea su denominación, que debe orientar, planear e impulsar las actividades, en general sin entrar en detalles.

Una oficina de dirección administrativa que debe ser un elemento de organización y propaganda desde el punto de vista comercial, en inglés se denominaría Gerente de Ventas aunque debe conocer el puerto como obra, su especialidad debe ser el conocerlo como servicio, debe estar a cargo de un comerciante, no de un Ingeniero. Bajo su dirección debe estar la tesorería de las finanzas.

Una oficina de Ingeniería que debe ser responsable de los diseños y de la construcción de las nuevas obras y del mantenimiento de las existencias.

Una oficina de Operación, que en general debe estar dividida en Superintendencia de Marina, Superintendencia de Muelles y Superintendencia de F. C.

Una oficina de Tráfico, dedicada al análisis de tarifas y estadística de tráfico.

Una oficina legal consultiva para la guía legal de todo el organismo y la resolución de los conflictos de este orden que se presentan.

Cada una de estas Oficinas debe tener un Jefe y están supeditados al Director Administrativo que a su vez dependerá de un organismo oficial superior, de la Sría. de Marina por ejemplo, en México, específicamente.

Como elemento decentralizador y unión con los elementos no oficiales debe haber un consejo en que tengan principal parte representantes de las fuerzas vivas del HINTERLAND no nada más del "local" sino del "propio" si es posible, con suficiente influencia para hacer surtir efecto a sus decisiones. De ese consejo debe formar parte el Director General del Puerto y formará propiamente la Autoridad del Puerto.

II.- Funciones de cada rama de la administración del puerto.

lo.- Dirección General.- La oficina directiva tiene a su cargo la coordinación de todos los servicios y la planeación de las labores. Para esto es necesario tener en cuenta que un puerto no difiere esencialmente de un organismo comercial, así pues, puede resumirse la misión directiva en buscar la manera de dar a los usuarios: Tarifas justas, rápido y cuidadoso manejo, ausencia de gastos imprevistos y movimientos y transportes innecesarios, almacenaje excesivo, estadia excesiva de los barcos por lentitud de trámites o dificultades de acceso, atraque y salida, etc.

Además tiene a su cargo la publicidad, esto es el medio de atraer usuarios. Cada una de las otras funciones se logran a través de las diferentes oficinas, ésta última, directamente. La Publicidad, también es semejante a la de una empresa comercial: folletos descriptivos, inserciones en los periódicos, correspondencia directa con los posibles clientes, etc.

2o.- La oficina de Ingeniería debe tener un carácter exclusivamente técnico, su misión es la que se aparta más del sentido comercial de la explotación, pero no por eso debe desconocerlo, antes bien debe ver normadas sus actividades por la finalidad esencial de puerto, para la conservación debe tener una autonomía considerable, para las construcciones nuevas, una vez que el elemento directivo ha reconocido su necesidad, es su misión el estudiarlas y proyectarlas, generalmente sin pasar a la ejecución sin una aprobación del Gobierno General. Una vez aprobadas o modificadas por este, debe construirlas; de que esa construcción se haga adecuadamente y de que la conservación sea constante y eficaz se deriva con mucho la buena marcha y el progreso del puerto.

3o.- La Oficina de Operación tiene a su cargo el manejo de las mercancías, en general se encarga de este manejo a partir del momento en que el barco queda a lo largo de un muelle o fondeado para el alije a chalancos, hasta aquel en que la mercancía sale del puerto en el F. C. o el camión o viceversa, esas operaciones las puede hacer directamente con obreros dependientes de listas de raya de la administración o por medio de contratos o concesiones a empresas o agrupaciones especialistas de cada uno de los movimientos por hacer, en todo caso vigila que esas operaciones se hagan convenientemente. En el curso de este libro se han descrito los movimientos de atraque, estiba y desestiba con los diferentes métodos usados, los almacenes, los aparatos con levadores y las vías de comunicación que sirven para llenar la

misión del puerto y en todos los casos se han dicho las condiciones que deben llenar para un mejor desempeño de su cometido.

Entre las funciones de este departamento está pues como intermedio entre la entrada y la salida de las mercancías -- el de su almacenaje ocasional, para esto puede administrar -- directamente los almacenes del puerto o concesionar ese -- manejo, un sistema de explotación de esos almacenes es el -- llamado de "Almacenes Generales" que en general se hace -- por medio de una compañía semi-Oficial que, por una parte, -- renta sus almacenes para las mercancías de tránsito, y por -- otra, recibe esas mercancías a comisión para su venta y distribución, en esta forma funcionan en México los "Almacenes Generales de Depósito" de la Aduana de Santiago, que centraliza estas actividades en la capital de la República.

4o.- Por último, la oficina de tránsito es la encargada de estudiar y proponer las tarifas y llevar estadísticas que marcan el movimiento y sirven para prever y planear el futuro del puerto.

III.- Movimiento de carga en los puertos.

1o.- Balanza de comercio.- Se da el nombre de balanza de comercio a la relación entre el valor de las mercancías que salen y las que entran por un puerto, la balanza se estima favorable cuando ese factor es mayor que la unidad y -- **desfavorable cuando es menor.**

Factor de carga.- Se da el nombre de factor de carga a la relación entre el tonelaje que entra y el que sale del puerto, cuando ese factor es 1 significa que los barcos que llegan cargados encuentran en el puerto suficiente mercancía para salir también cargados. Los puertos ingleses -- mantienen su factor así por sus exportaciones de carbón que siempre permiten a los barcos no salir en lastre, esta es -- desde el punto de vista del desarrollo de los puertos, la --

condición óptima para los puertos de comercio general, pero muy pocos puertos lo logran. La balanza de comercio y el factor de carga aunque ligados, son en cierto modo independientes y aún a veces opuestos así en los puertos del Pacífico en E. U. existe un notable desequilibrio, las importaciones del Japón en 1925 fueron sólo de 70 000 toneladas y las exportaciones de 1 100 000 toneladas, a pesar de lo cual aquellas tenían un valor de 345 000 000 dólares y éstas sólo de 225 000 000, lo cual significa no sólo un desequilibrio en el puerto sino en la balanza comercial. Para los puertos especializados el factor es muchas veces muy pequeño, las exportaciones estando en una proporción mucho mayor que las importaciones o viceversa, por ejemplo Tampico cuando exportaba petróleo y minerales, en estos puertos su importancia y movimiento ya no están ligados con el factor sino con el volumen de su especialidad.

El factor S/E - salida/entrada para los principales puertos de la República, para los años de 1920-1925, fué como promedio (tráfico de altura):

Golfo.-

Campeche	.08	(puerto de importación general de poca importancia).
Cd. del Car. men.....	1	(balanza compensada)
Coatzacoalcos.....	.73	(puerto de tránsito)
Frontera..	.47	(puerto general con balanza desfavorable).
Progreso..	.45	(Idem)
Tampico...	4.43	(puerto de exportación especializado con comercio general)
Tuxpan.....	72.00	(puerto exclusivamente especializado).
Veracruz...	0.05	(Puerto general de importación con Hinterland comunicado muy importante.)

Pacífico.-

Acapulco.....		(Sin importancia en aquella época como puerto de altura).
Ensenada.....	0.63	(Puerto de comercio general con balanza desfavorable.
Manzanillo.....	0.21	(Puerto de importación)
Magdalena.....	0.17	Idem.
Salina Cruz.....	1.40	(Puerto de tránsito)
Sta. Rosalía.....	1.50	(Puerto de exportación <u>es</u> especializado y de comercio general.)

20.- Eficiencia de los puertos.- Se dá el nombre de factor de eficiencia en los puertos al tonelaje por metro (o por pie) líneal de frente de marmejorado que mueven por año. Ese factor no está en relación con las dimensiones del puerto, así los puertos europeos tienen un factor de eficiencia de 1 500 toneladas y más, por metro línea y Nueva York que es el mayor del mundo tiene sólo una de 450 T/m.

Veracruz tiene un frente mejorado de 1 800 m. su factor fué de 194 T/m. que puede aún aumentar mucho. En Salina Cruz el frente mejorado es de 1 000 m. y el factor resulta de 20 T/m. insignificante y que se explica por el azolvamiento del antepuerto y la falta de Hinterland. Coatzacoalcos con 1000 m. de frente mejorado tiene un coeficiente de 50 T/m. debido a la exportación de plátano, se sustituye el tráfico por el Istmo. En Tampico no puede estimarse el factor en relación a la exportación del petróleo toda vez que la carga de los barcos especializados lo hizo subir enormemente en esa época, si se consideran estrictamente los frentes de muelle, en realidad el frente mejorado se puede considerar prácticamente en ambas márgenes de Pánuco desde el poblado de la Barra a aguas arriba del muelle Fiscal.

En frente de mar no se mide por la longitud en que pueden atracar los barcos con los entrantes y salientes de los muelles, sino por la del frente en que están instalados los atracaderos. Fig. 294.

30.- Movimiento de la carga.- Los barcos deben permanecer el menor tiempo posible atracados a fin de dejar sitios a otros, esto significa que la estiba debe hacerse rápidamente con los elementos ya descritos (grúas, transportadores, etc).

La carga por su parte debe permanecer el menor tiempo posible en los muelles y almacenes y si es posible ser transportada directamente de los barcos a los F.C. y camiones y viceversa, para esto se debe procurar expedir los revisiones lo cual en gran parte es función fiscal de las Aduanas, y por otra parte, las líneas férreas deben hacerse en la forma llamada de circunvalación o, en inglés "cintura" (belt)- esgo es, sin extremos muertos sobre el frente del mar, sino permitir una circulación continua, en Salina Cruz, por ejemplo, las líneas rodean totalmente la dársena con cuatro vías y la estación de carga, propiamente dicha, está fuera del frente marítimo, Veracruz no tiene esta disposición y es la causa de frecuente embotellamiento de mercancías. Nueva York por tener la porción principal de su puerto en una isla, está en condiciones especiales, no tiene línea de circunvalación sino que los transportes desde el puerto a las terminales se hace casi exclusivamente en chalanes, en dos formas - la llamada "por flotación" que son chalanes especiales "ferries" que embarcan tramos de tren y los transportan a Manhattan y por transbordadores propiamente dichos que llevan la carga en ellos mismos, es de notarse que la gran mayoría de los Ferries lleva carga destinada al consumo de Nueva York y los transbordadores la carga de tránsito o sea la del puerto hacia el Hinterland, esto hace de Nueva York un puerto caro en cuanto a tarifas pues éstas deben incluir ese servicio.

IV.- Puertos Francos y Libres.

Se dá el nombre de Puertos Francos o Libres a los Puertos que por Ley gozan de franquicia aduanal en las importaciones, en realidad constituyen una extraterritorialidad aduanal, están constituidos por un área que abarca las instalaciones portuarias y una porción o todo el Hinterland propio, estando separados del resto del país por una barrera aduanal, en general física tanto como legal. Los barcos pueden entrar y descargar sin trabas fiscales y las mercancías pueden ser almacenadas, reempacadas, manufacturadas y reexpedidas sin formalidades aduanales. Hamburgo, en Alemania, es un puerto libre. Se distinguen de los puertos de Comercio libre en que éstos forman parte de un país sin tarifas aduanales en general, como Hong Kong cuando era colonia inglesa separada de China, y en cambio el país en que está el puerto libre puede ser un país proteccionista, esto es, que tenga tarifas aduanales estudiadas para evitar la competencia de artículos extranjeros dentro de él, con los nacionales, pero esas tarifas no rigen en el puerto libre.

Los puertos libres en países de salarios bajos permiten el manufacturar productos a bajo precio y reexpedirlos ya manufacturados incrementando así la riqueza del país al dar a los fabricantes posibilidad de competencia en otros países.

También su labor es de reexpedición y comercio de las mercancías, como en el caso del Ferrocarril de Tehuantepec, en que Salina Cruz y Puerto México están hechos exclusivamente para la reexpedición de mercancías de un océano al otro, en este caso está perfectamente marcada la conveniencia de la zona libre pues aunque existen libertades aduaneras para las mercancías en tránsito, ese tránsito tiene que ser interrumpido y su vigilancia extrema cuando se hace en un puerto aduanal, y en una zona libre puede ser causa de movimientos, subdivisión, comercio, etc. libremente. En

México por Decreto del 24 de Septiembre de 1921 se crearon los puertos libres de Salina Cruz, Puerto México, Rincón Antonio, (no puerto marítimo sino lugar intermedio entre aquellos) y Guaymas, aunque sin resultado entonces, en especial por las condiciones de abandono en que se encontraban las obras de esos puertos, la política general del país que no era propicia a una organización adecuadamente autónoma en ellos y la falta de recursos pecuniarios. En la actualidad la Baja California es zona franca.

La institución de puertos libres ha ganado adeptos entre las naciones, en Italia, Génova, Nápoles y Cerdeña tienen zonas francas y Fiume y Trieste son puertos libres. Inglaterra, Holanda, Bélgica, Francia y Portugal, no han establecido puertos libres, su sistema sólo llega a la instalación de Almacenes Generales donde bajo inspección fiscal se pueden maniobrar, reempacar, mezclar, almacenar y escoger mercancías sin pagar derechos, pero no modificarlas por manufactura.

F I N

Bibliografía.

- Frederic R. Harris. Harbor and River Works.
H. Bénnezit.- Cours de Ports et Travaux Mariti-
mes.
Bryss Cunningham.- The Dock and Harbour Engineering.
" " Principles and Practice of Har-
bour Engineering.
" " Cargo Handling at Ports.
" " Port administration and operation.
Carleton Green.- Warfs and Piers, their design, --
construction and equipment.
F. M. Duplat-Taylor The design, construction and maint-
enance of Docks, Warves and Piers.
Roy S. Mac-Elwee. For development.
" " " " For and Terminal facilities.
" " " " Warf management, Steve dorign and
Storage.
J. de Cordemoy Ports Maritimes.
" " Travaux Maritimes et construction
des ports.
" " Exploitation des Ports.
Baron Quinete de Cours de travaux maritimes.
Rochemont
Levy Salvador et Louis
Prudcn.
A. Guiffart. Travaux maritimes.
Frederic R. Harris. Travaux Maritimes.
F. Lester Simon. Harbor and River Works.
A. Armán Artigas. Dredging engineering.
E. Van Konijneenbourg. Rudimentos de cultura marítima.
W. H. Mc. Cornick L'Architecture Navale depuis ses
origines.
George R. Puttman The modern book of light Houese.
Sentinel of the coasts.

Towsed.-

Juan Gutiérrez.

Legget.

D. W. Johnson.

S. C. O. P.

S. C. O. P.

S. C. O. P.

Anales de la Asociación de
Ingenieros y Arquitectos
de México.

Ing. Angel Peimbert

Ing. Mateo Rojas Zúñiga.

River and Harbor Construction.

Faros y Señales Marítimas.

Geology and Engineering

Shore processes and Shore line
development.

Estado de Iluminación y Baliza-
miento de las costas de los E.U.
M.

Anales, Tom. VI, 1923, Tom. II,
1924

Derrotero de las costas de la Re-
pública Mexicana.

Tomo XV, 1907, Vol. I, No. 1924.
Reseña histórica del F. C. de Te-
huantepec, 1908.

Reseña de las obras del Puerto
de Veracruz, 1905.

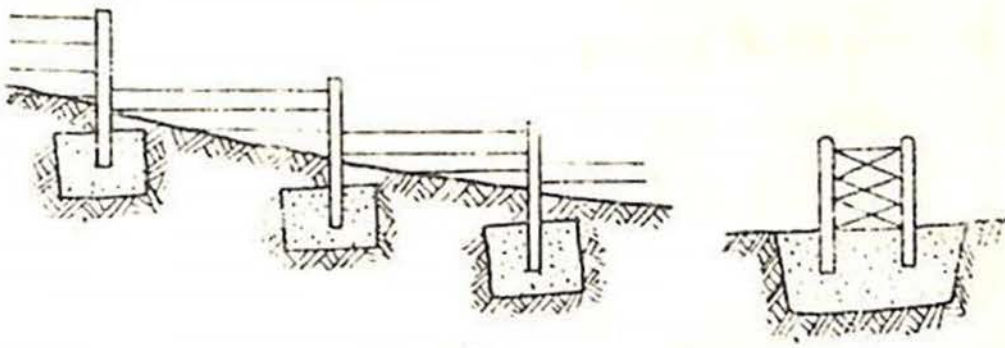


FIG. N°60

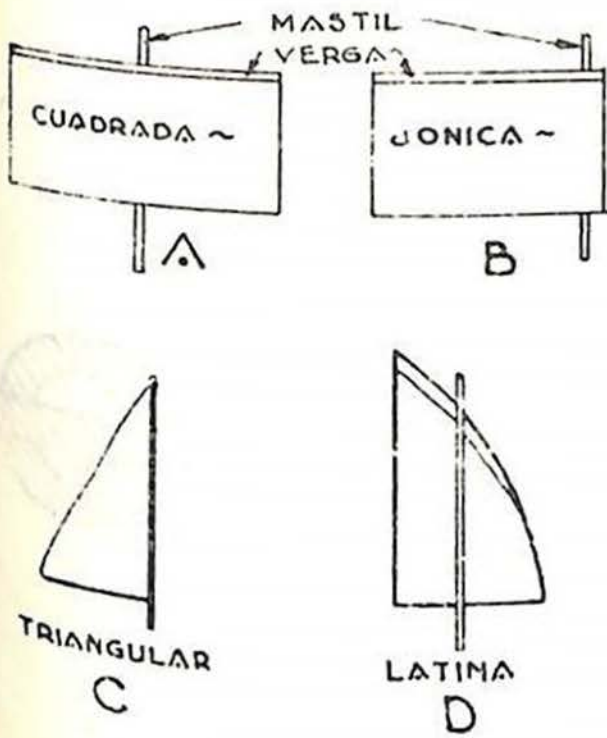


FIG. N°61

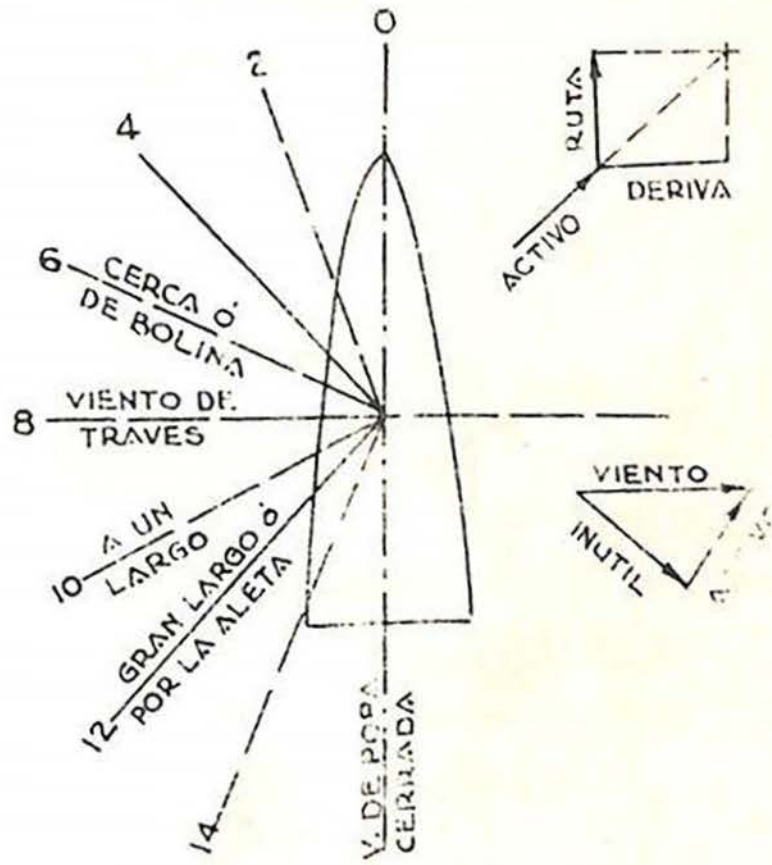


FIG. N°62

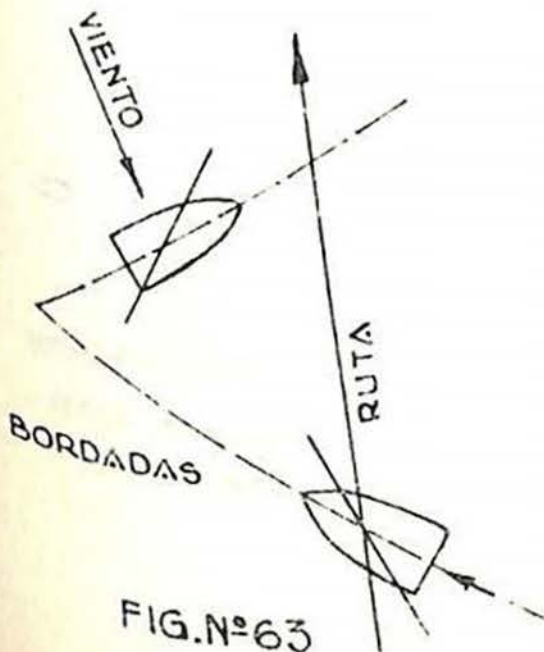


FIG. N°63

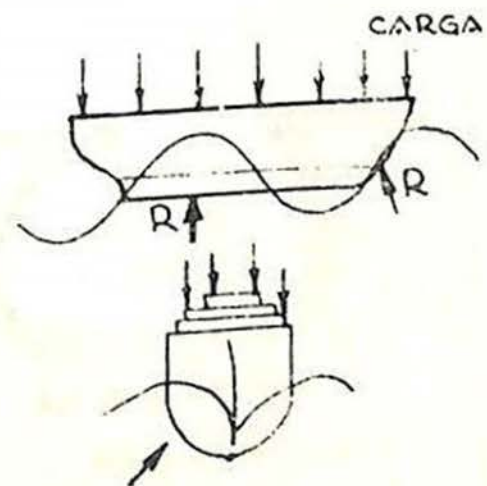


FIG. N°64

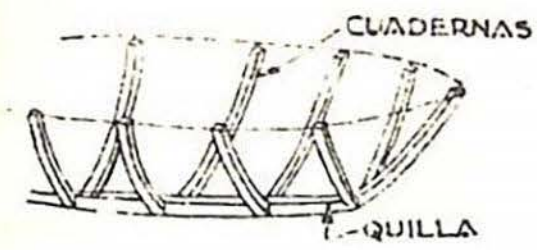


FIG. N°65

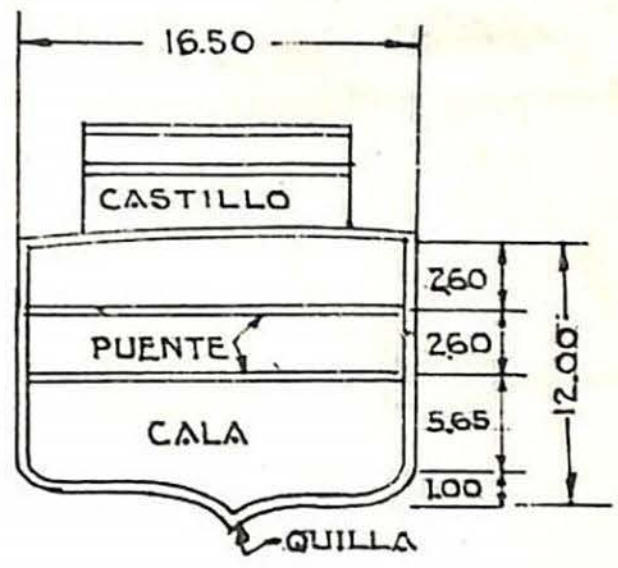


FIG. N°66

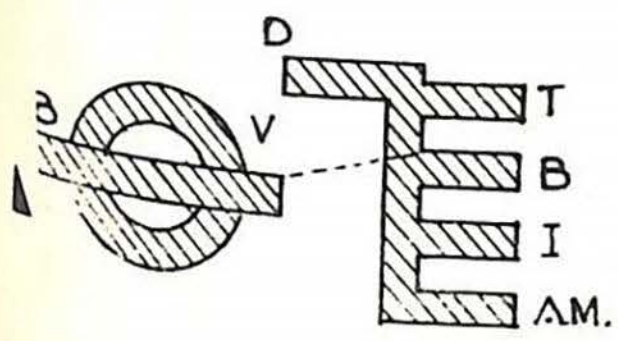


FIG. N°67

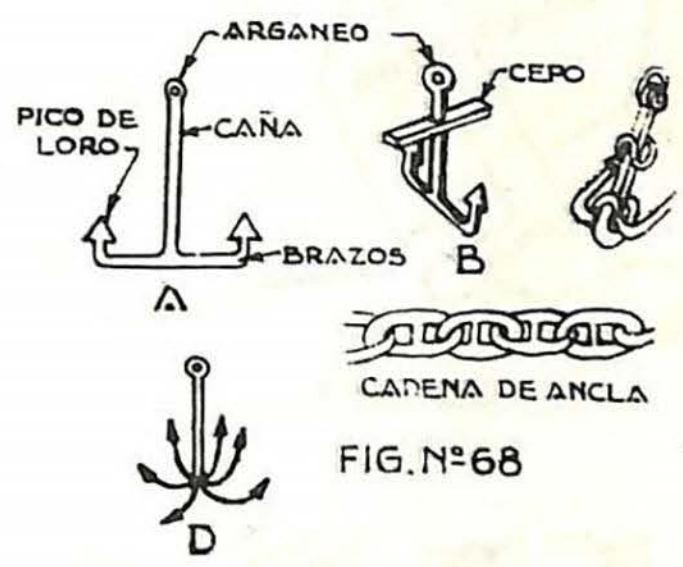


FIG. N°68

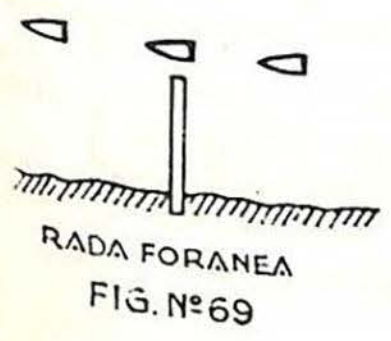


FIG. N°69



FIG. N°70

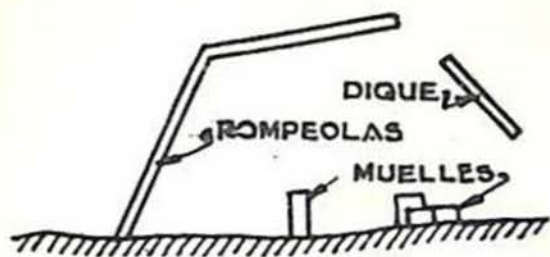


FIG. N° 71

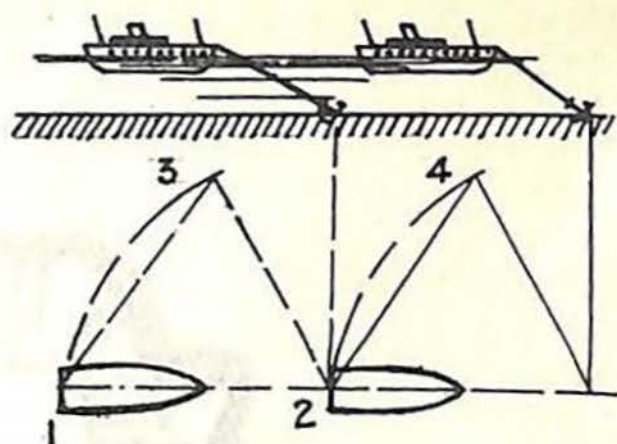


FIG. N° 72

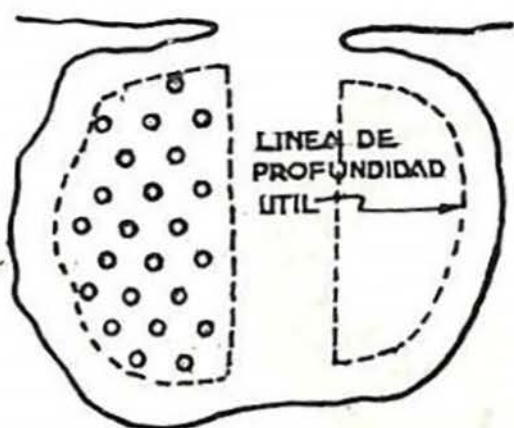


FIG. N° 73

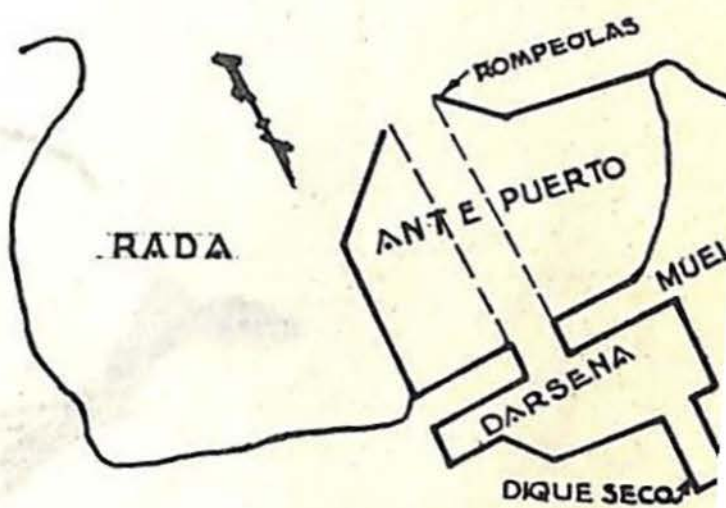


FIG. N° 74



FIG. N° 75

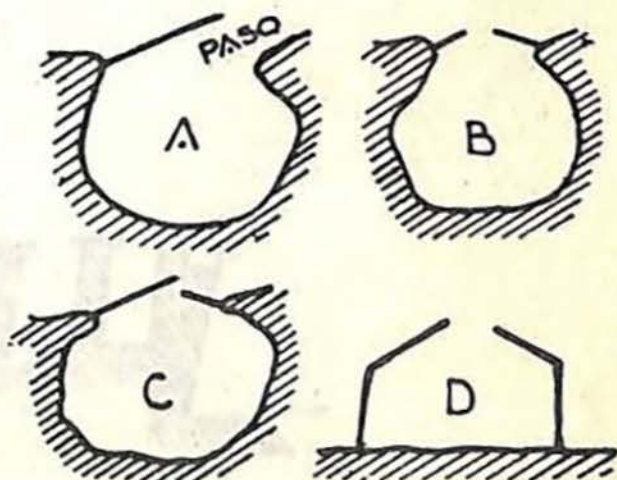
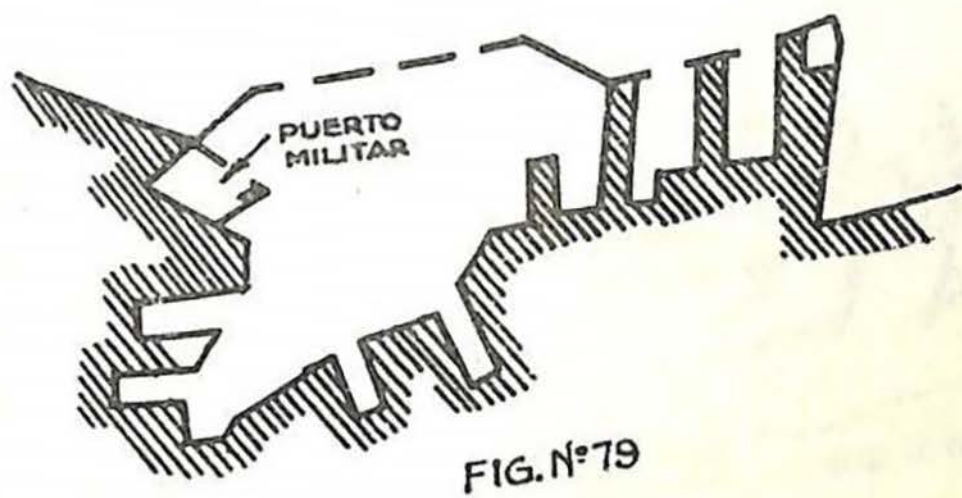
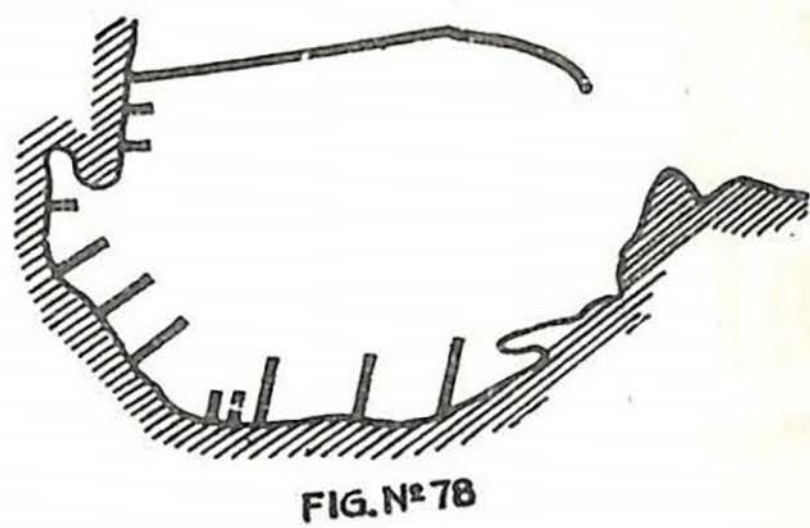
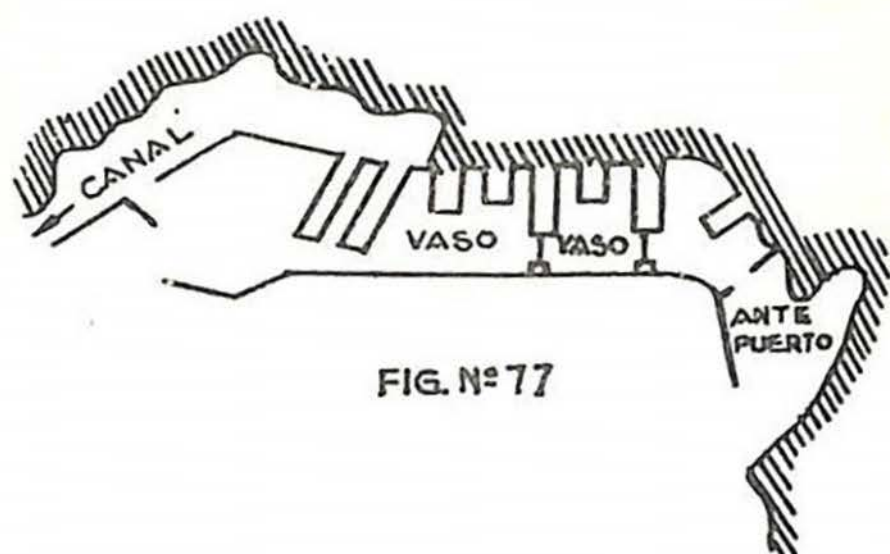


FIG. N° 76



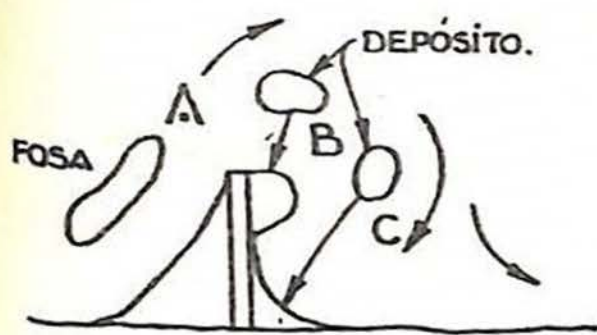


FIG. N° 80

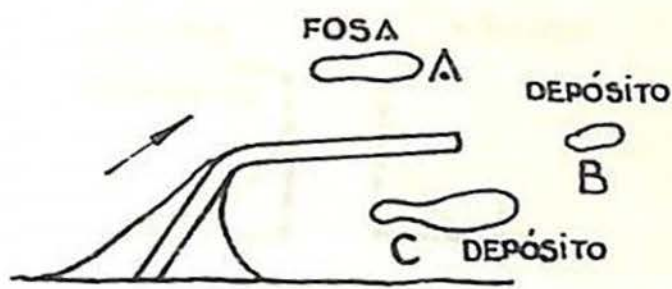


FIG. N° 81 A

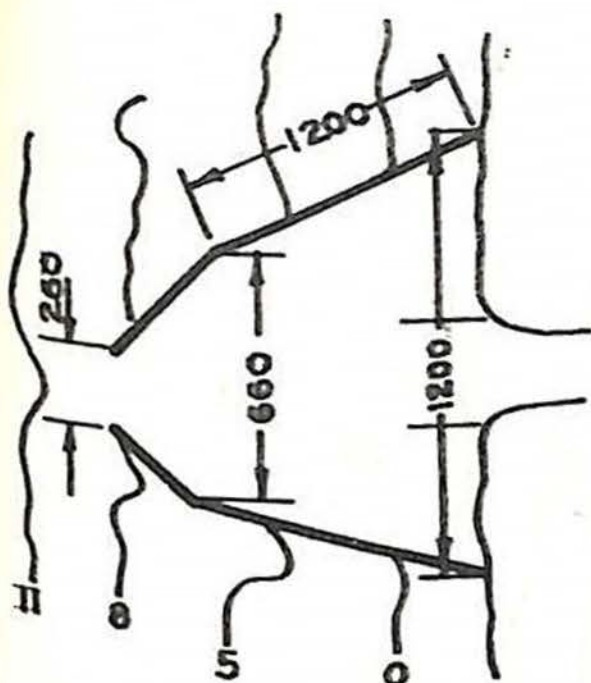


FIG. N° 81

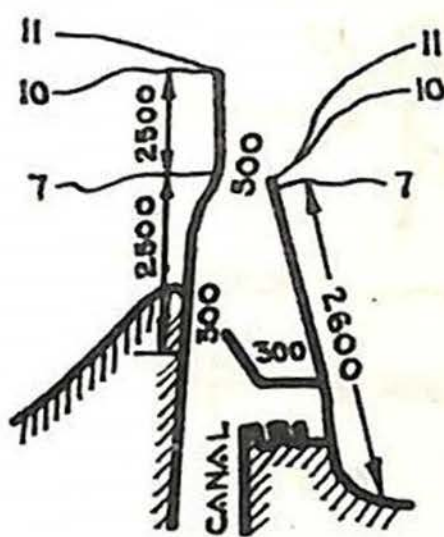


FIG. N° 82

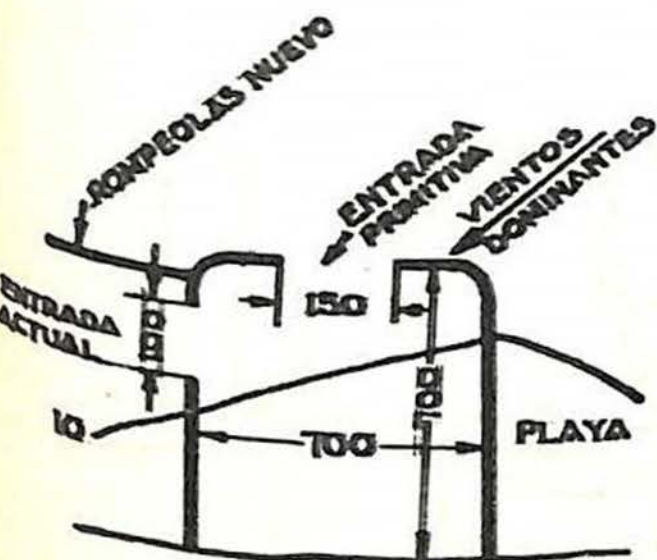


FIG. N° 83

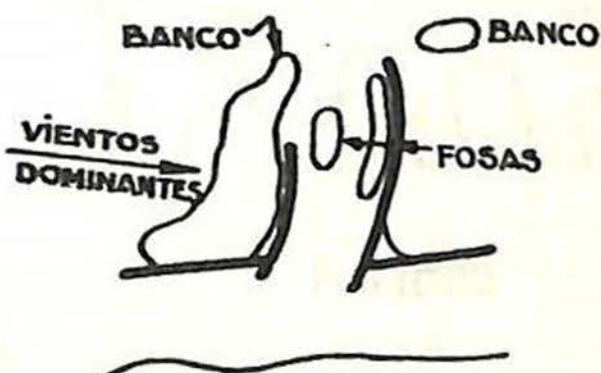


FIG. N° 84



FIG. N° 85

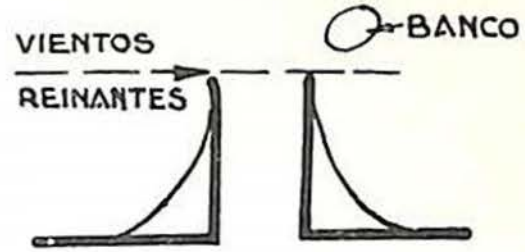


FIG. N° 86

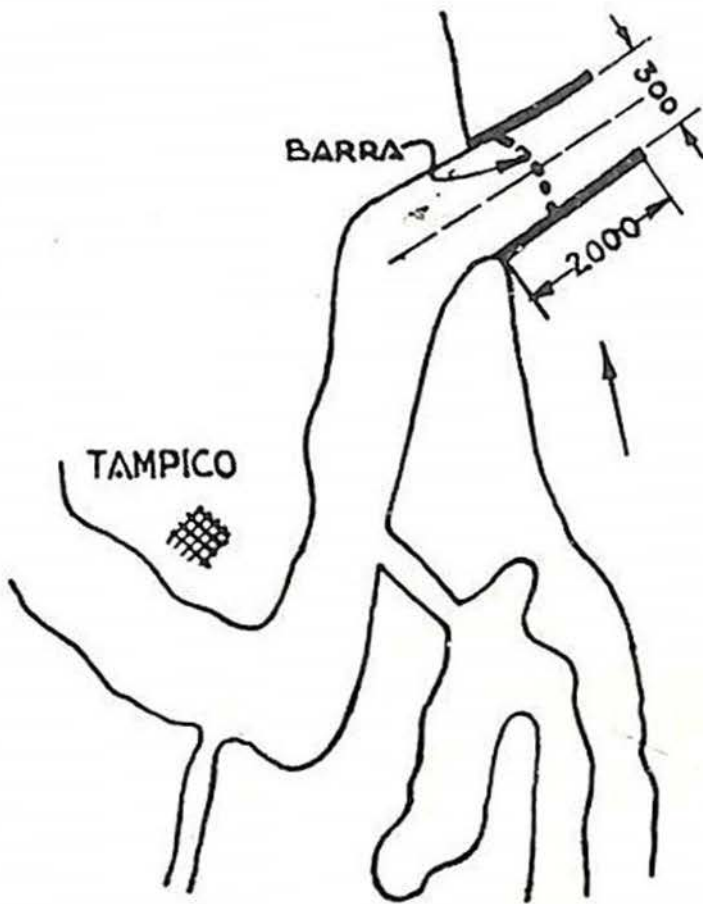


FIG. N° 87

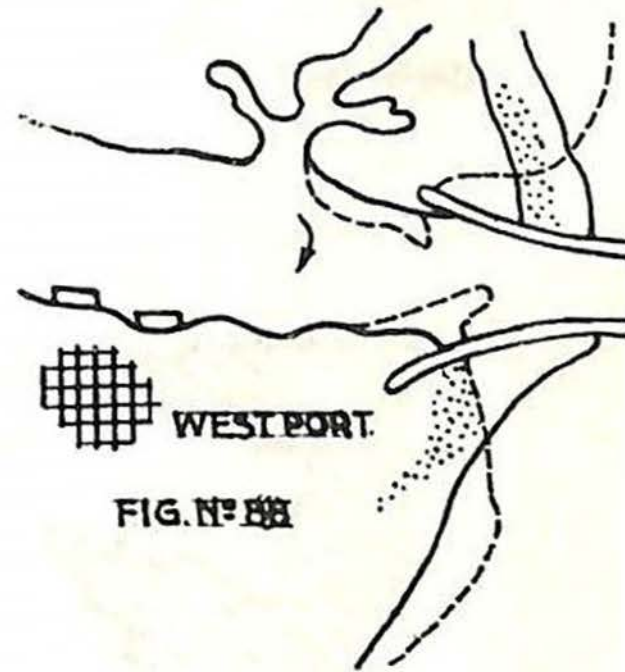


FIG. N° 88

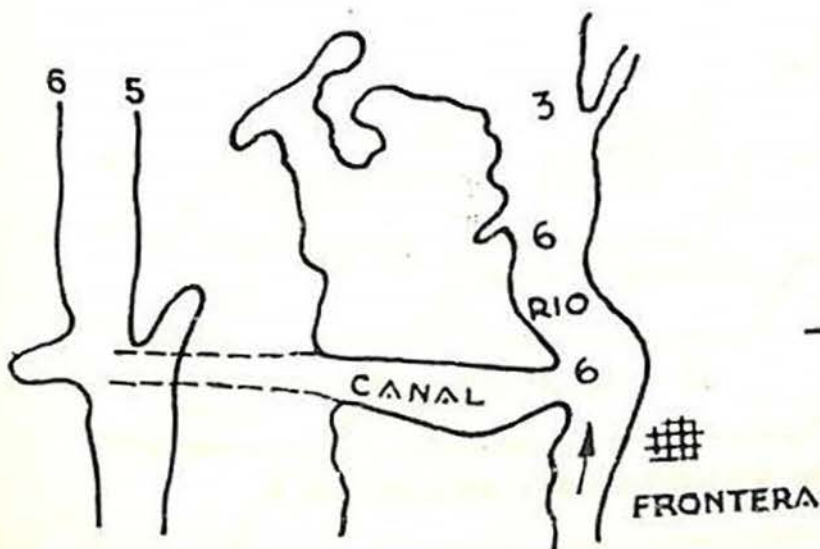


FIG. N° 89

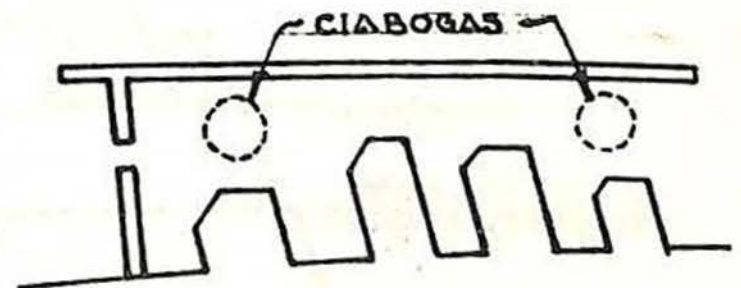


FIG. N° 90

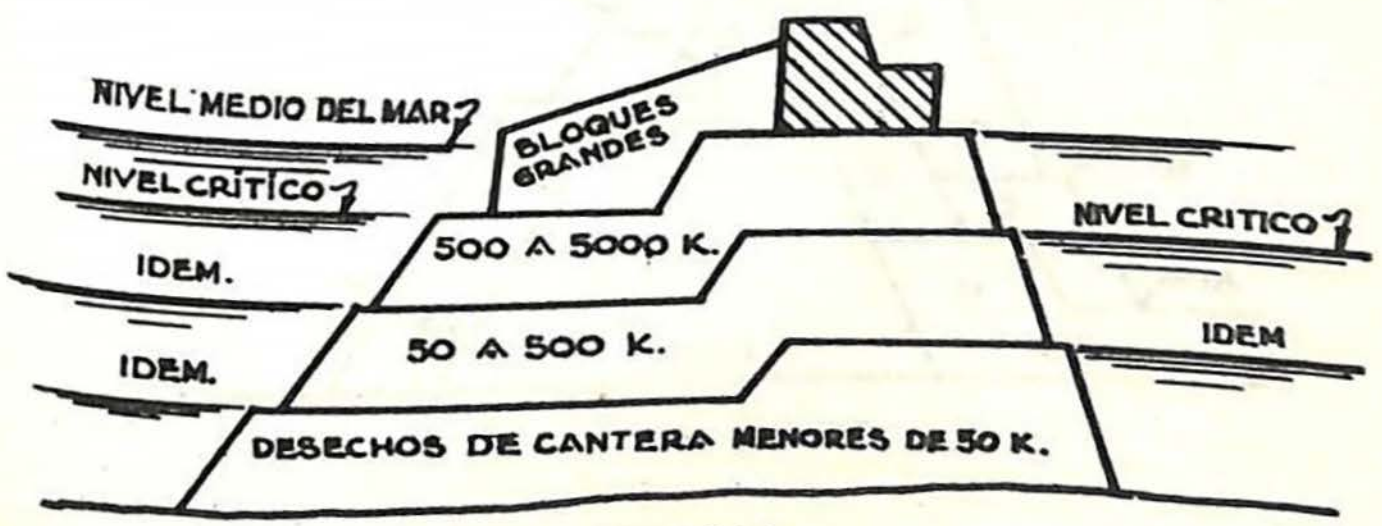
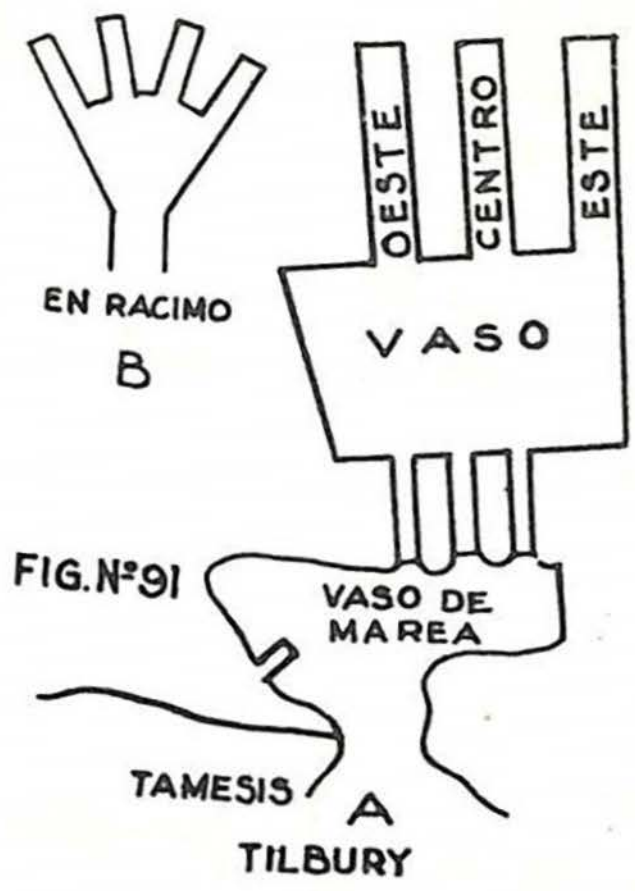


FIG. N°94

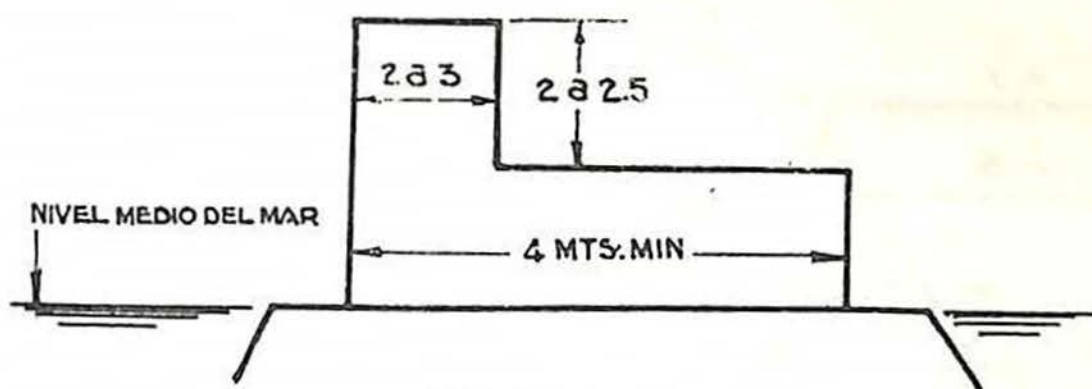


FIG. N° 95

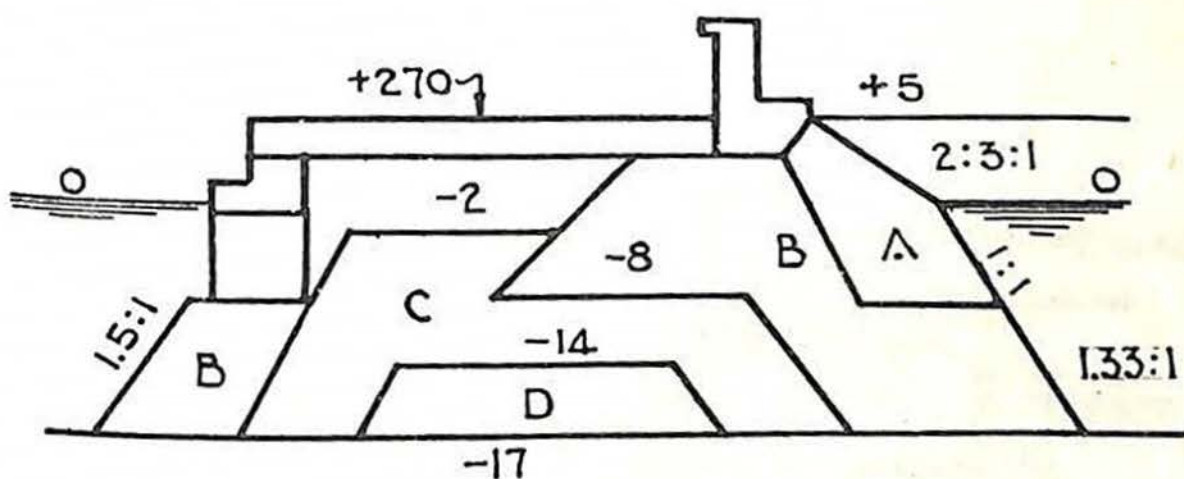


FIG. N° 96

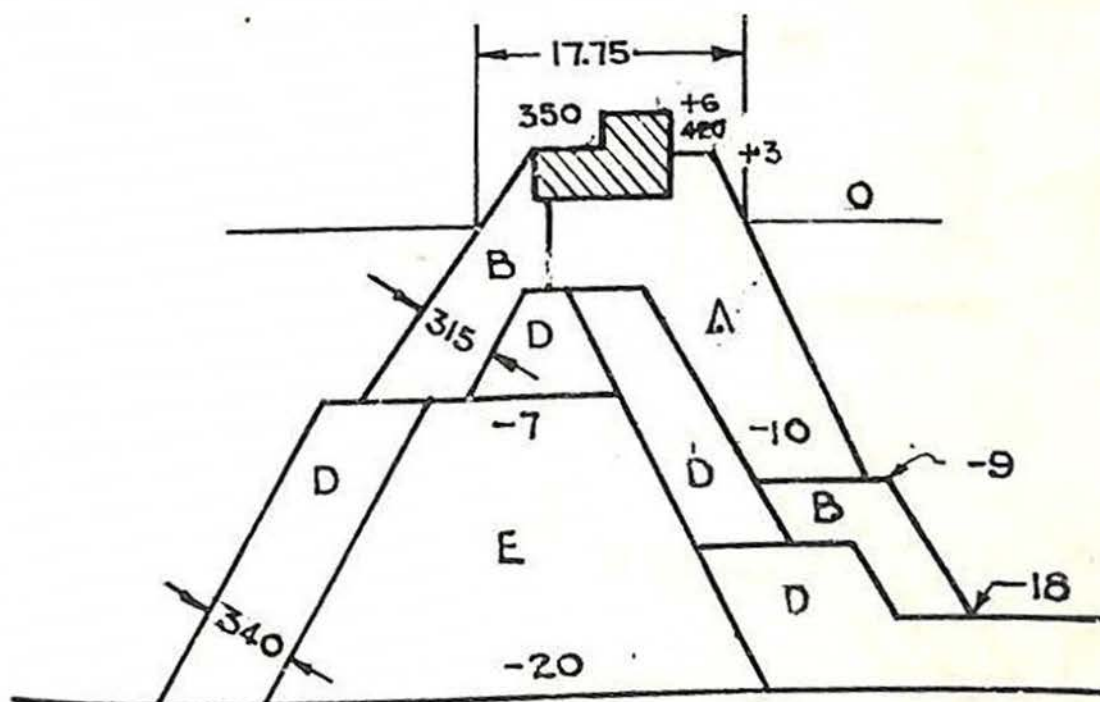


FIG. N° 97

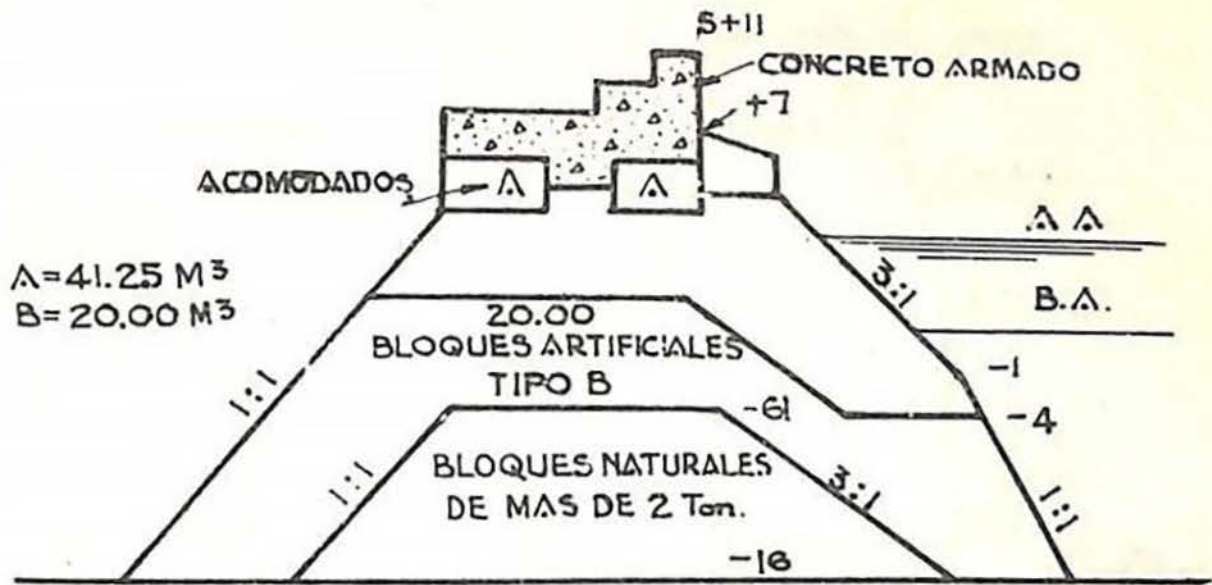


FIG N°98

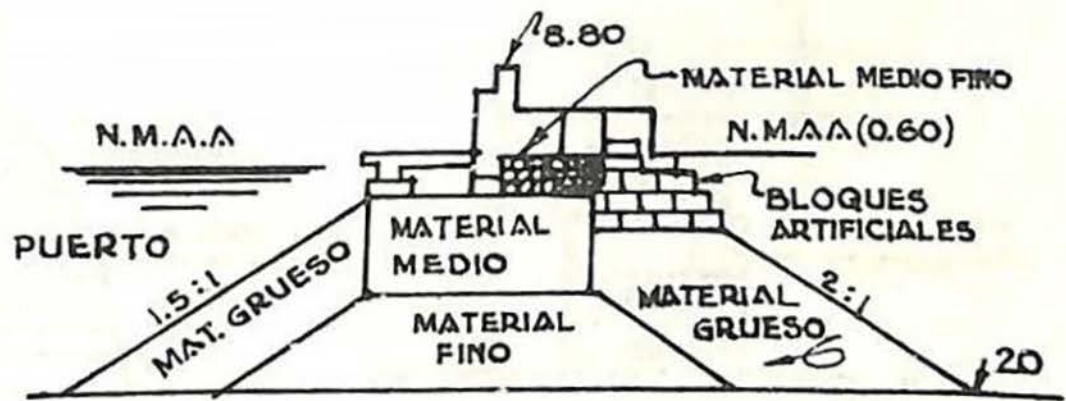


FIG.N°99

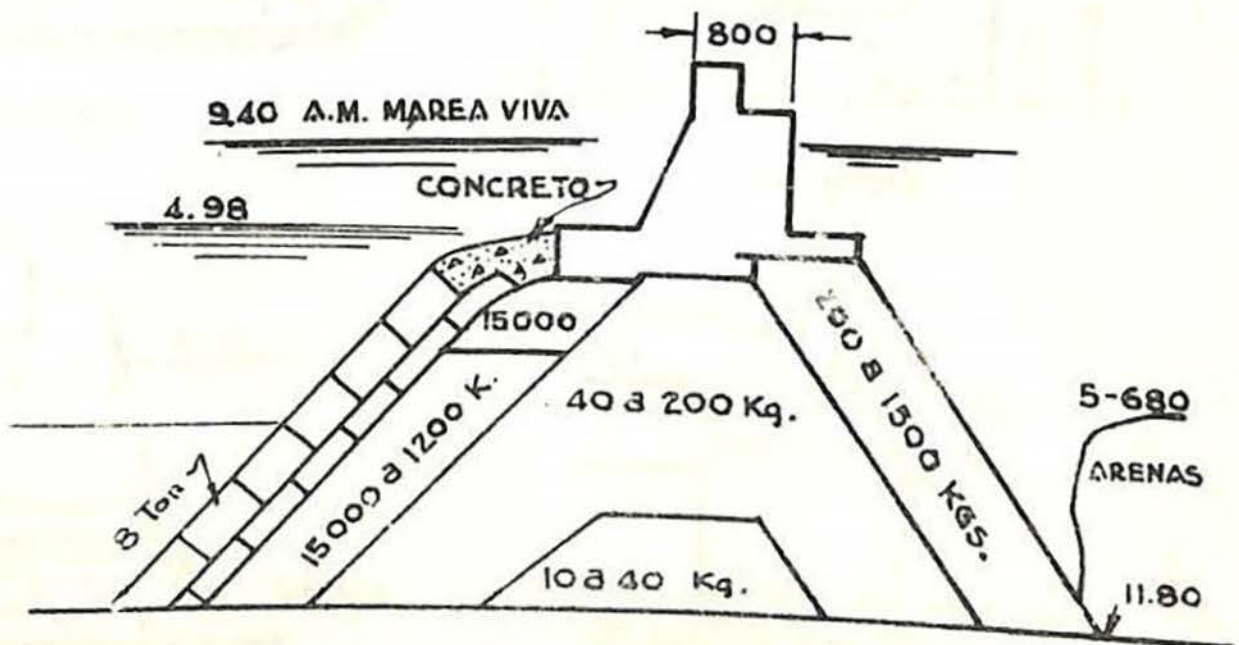
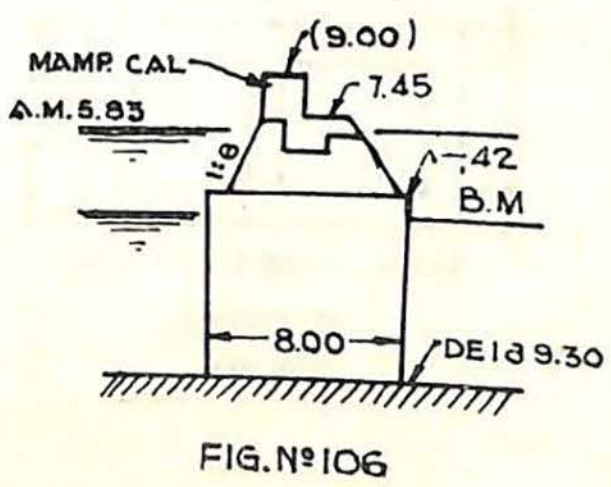
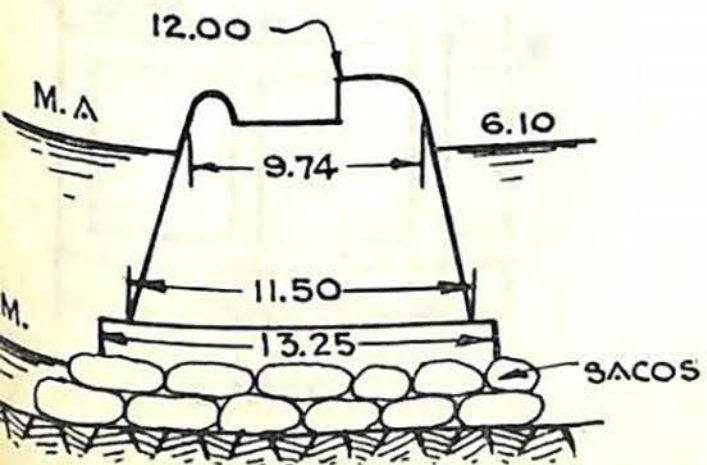
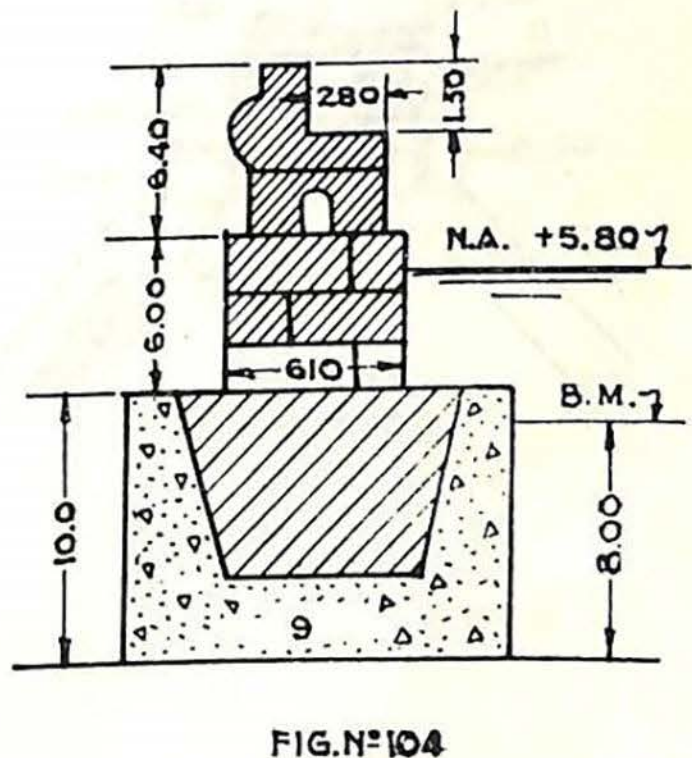
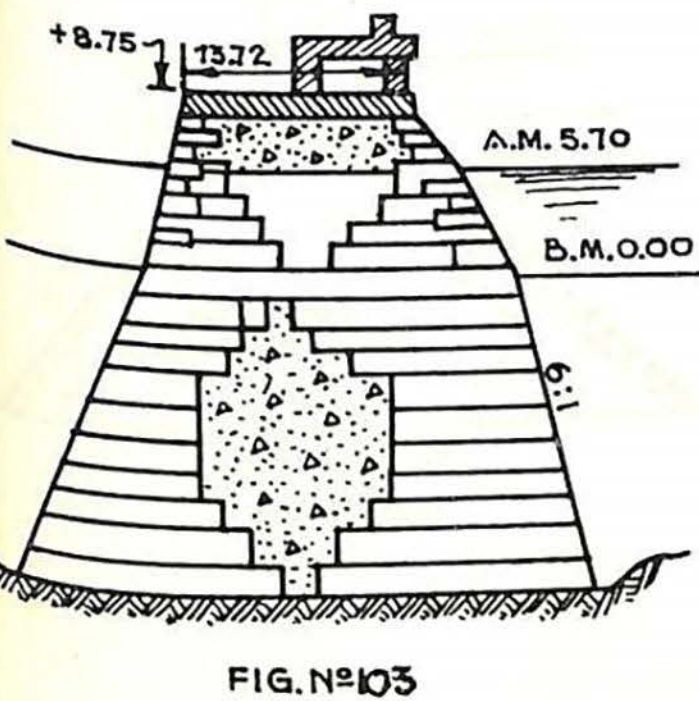
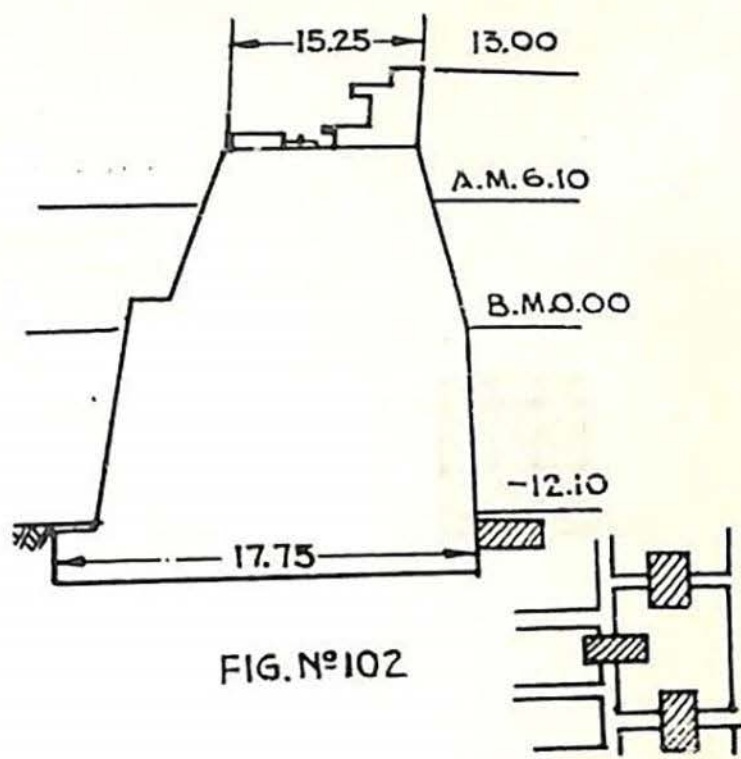
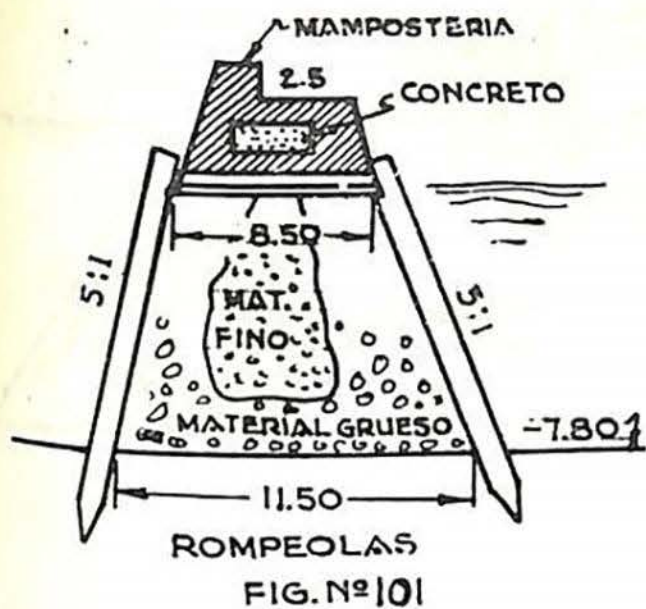


FIG.N°100



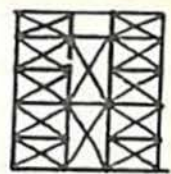
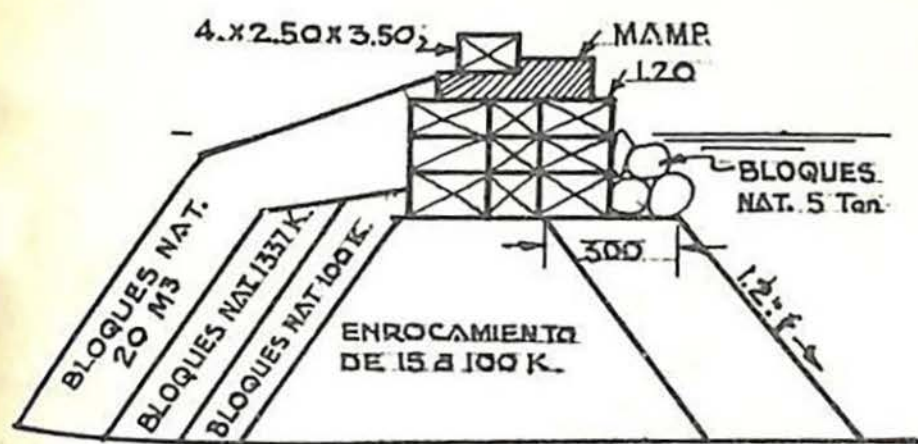
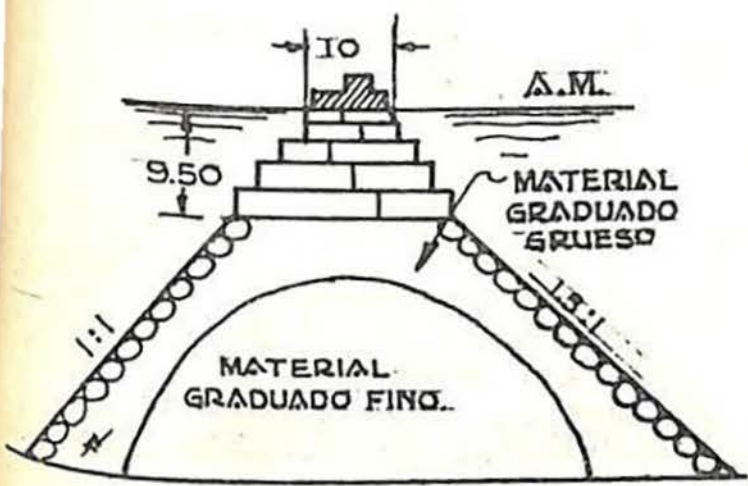


FIG. N° 1077



NAPLES
FIG. N° 108

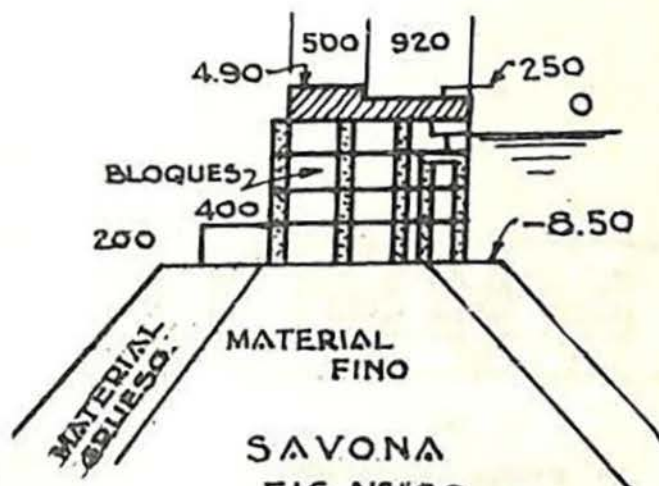


FIG. N° 109

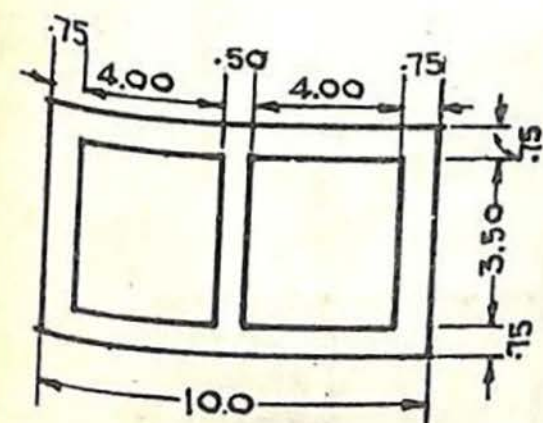
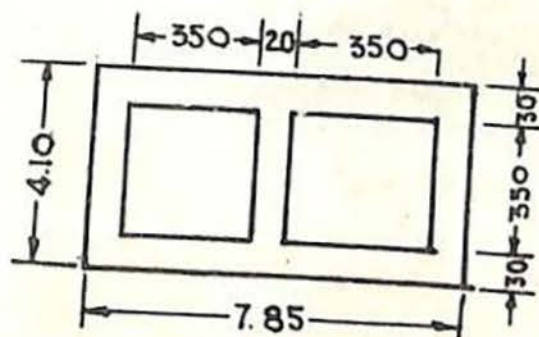


FIG. N° 110



GENOVA
FIG. N° 111

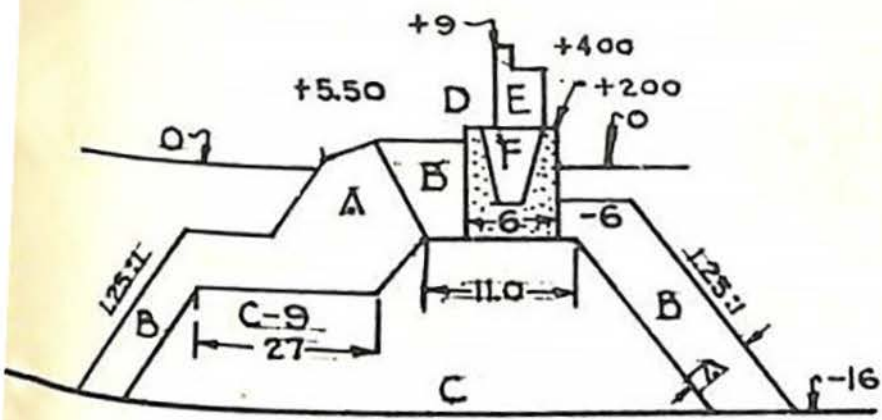


FIG. N° 112

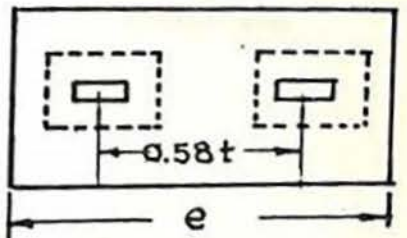
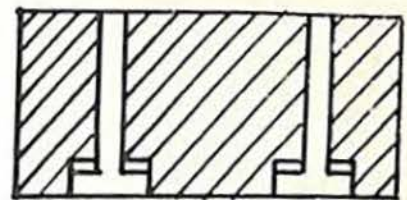


FIG. N° 114

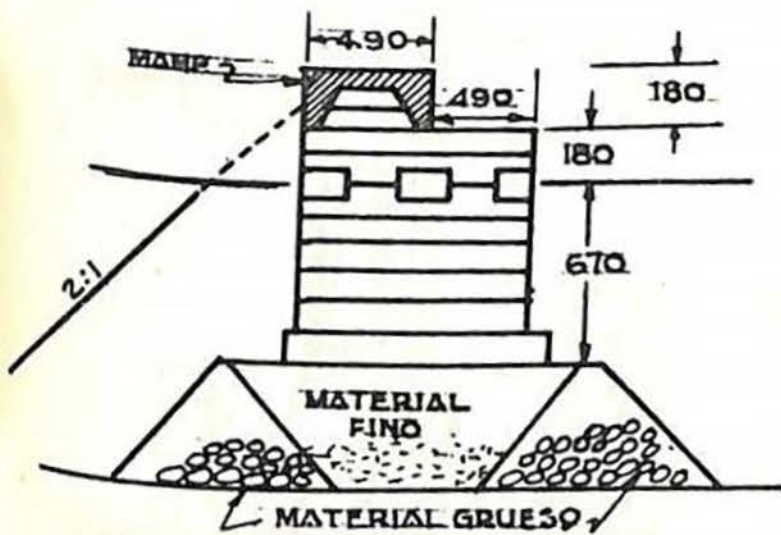
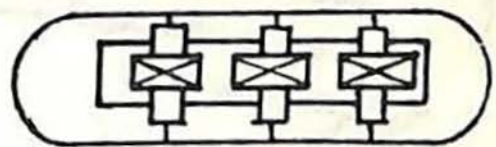
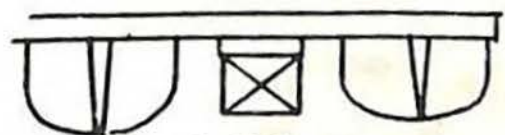


FIG. N° 113

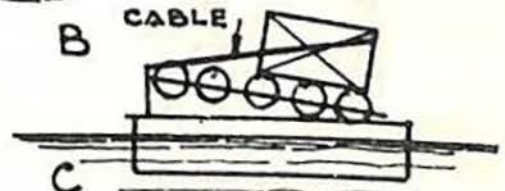


A



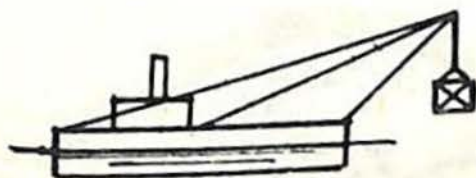
B

CABLE

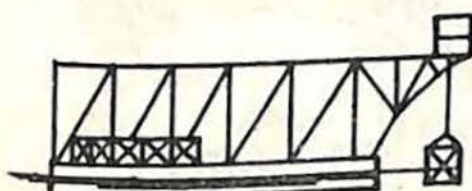


C

FIG. N° 115



A



B

FIG. N° 116

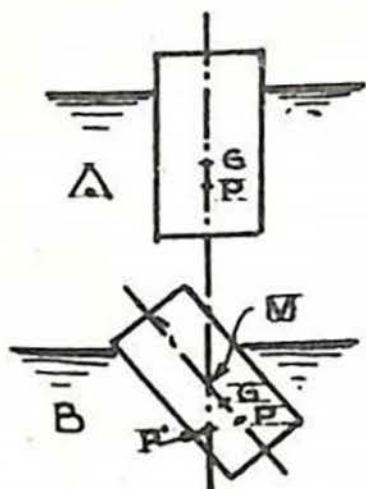


FIG. N° 117

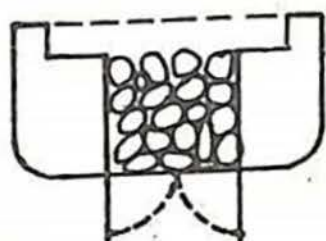


FIG. N° 118

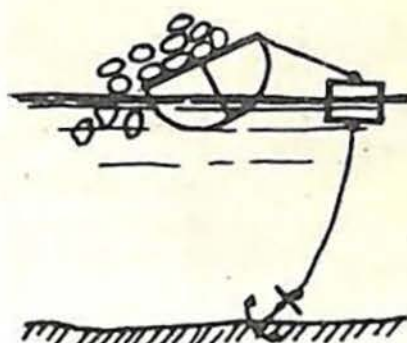


FIG. N° 119

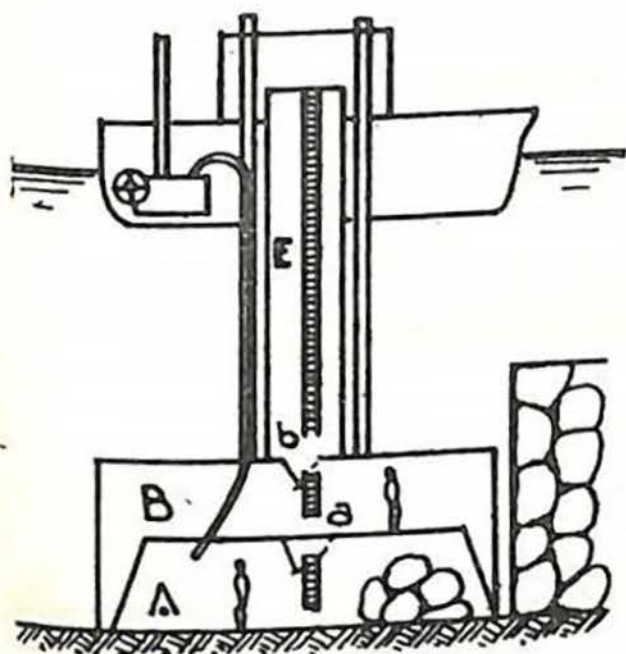


FIG. N° 120

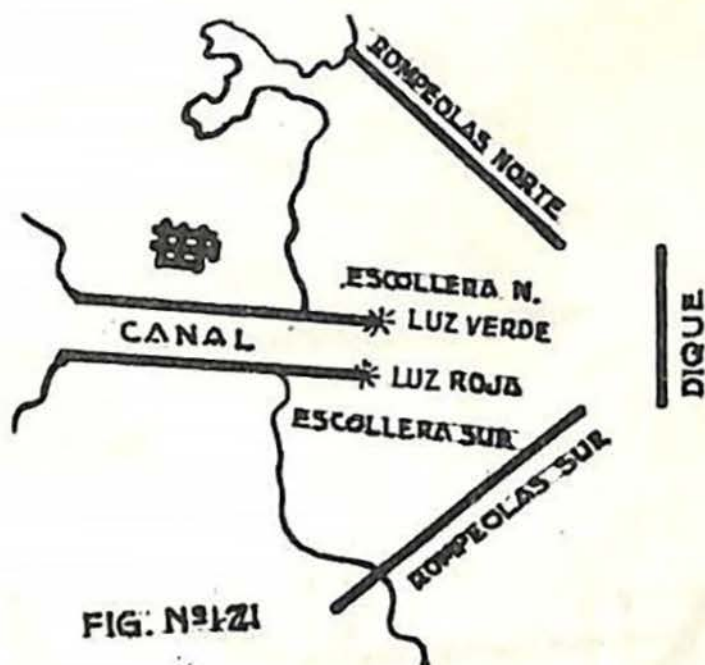


FIG. N° 121

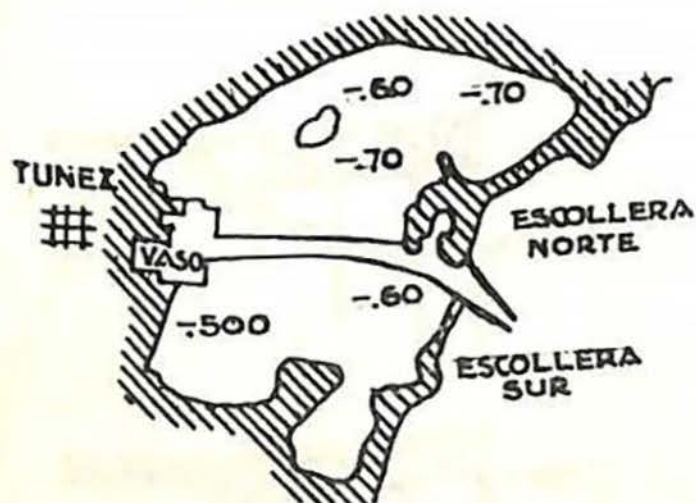


FIG. N° 122

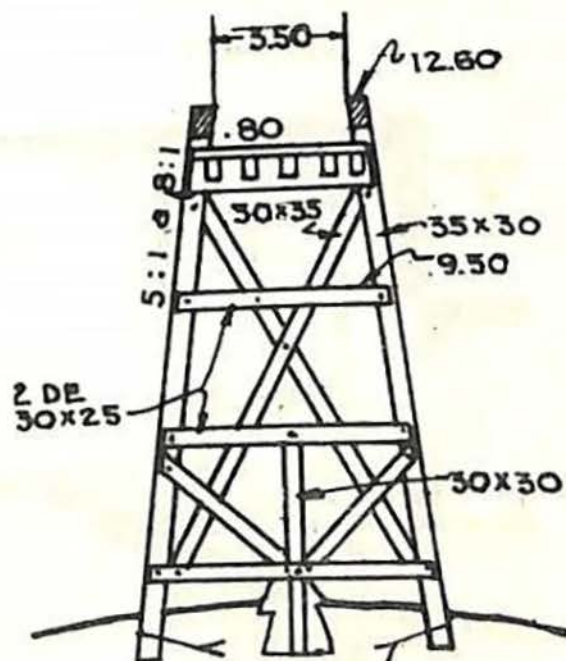


FIG. N° 123

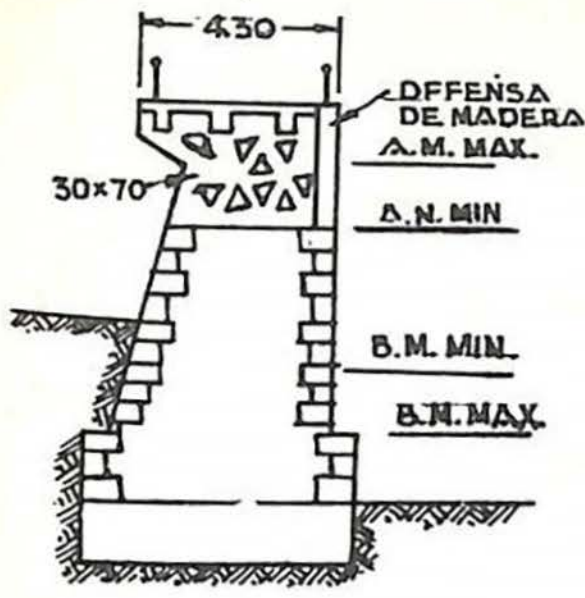


FIG. N° 124

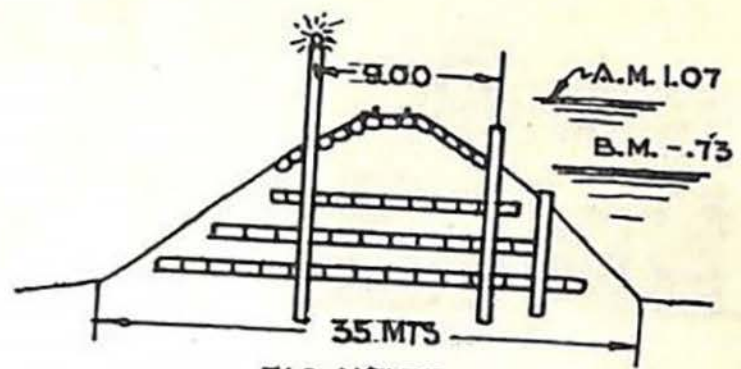
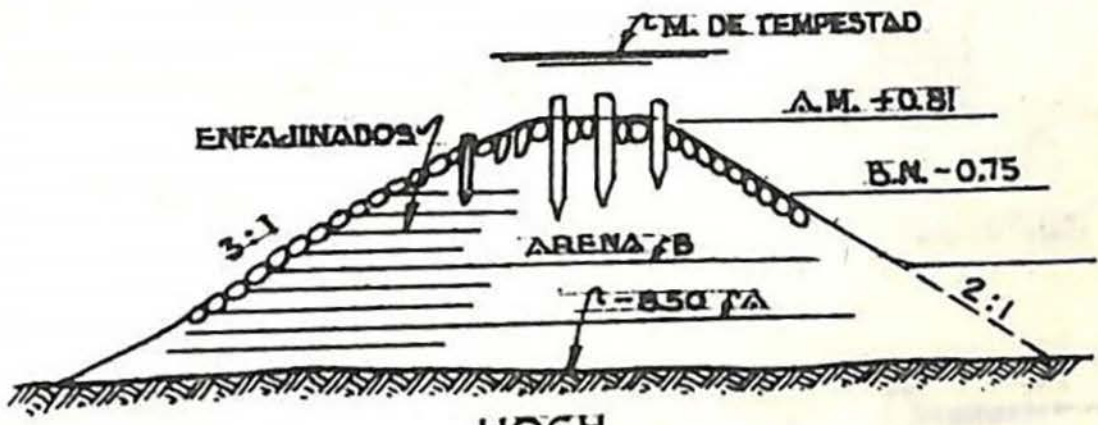


FIG. N° 125



HOCH
FIG. N° 126

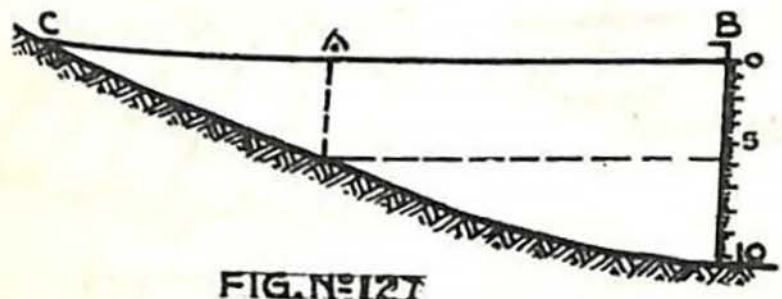


FIG. N° 127

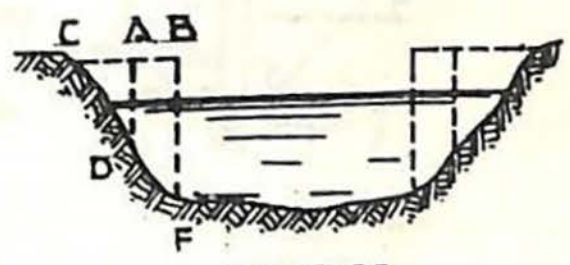
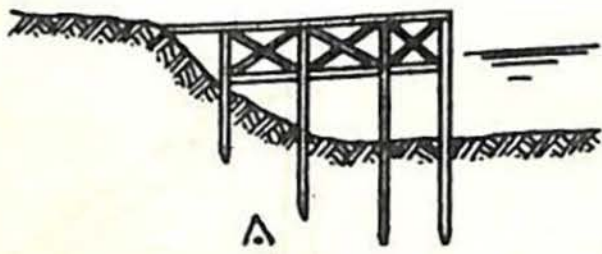


FIG. N° 128



A

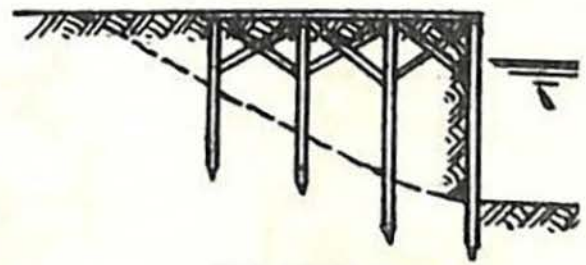
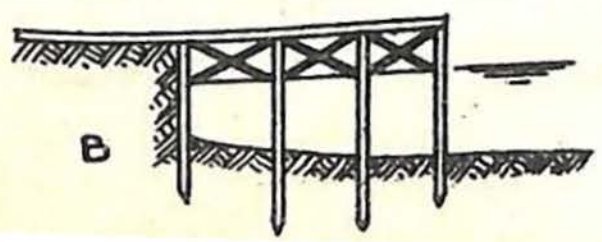


FIG. N° 130



B

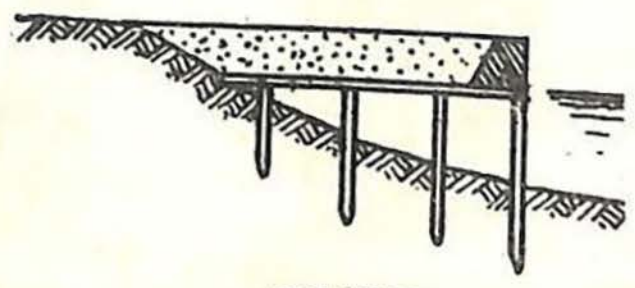


FIG. N° 132

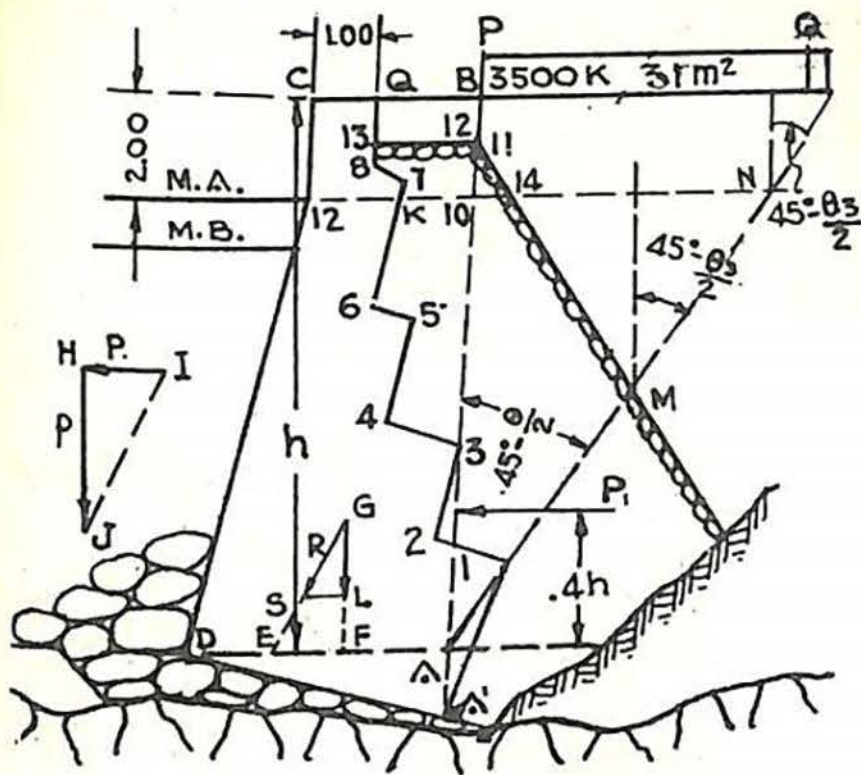
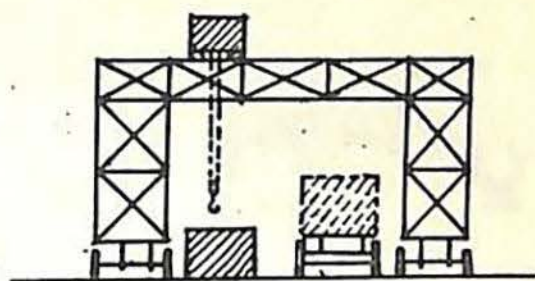
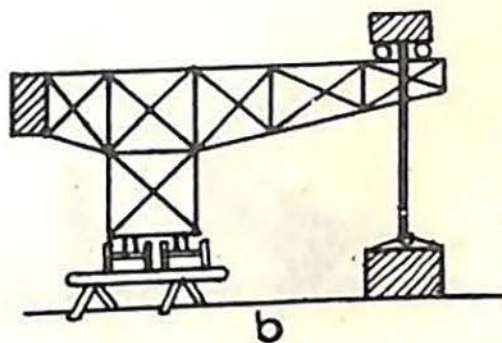


FIG. N°132.



a



b

FIG. N°133

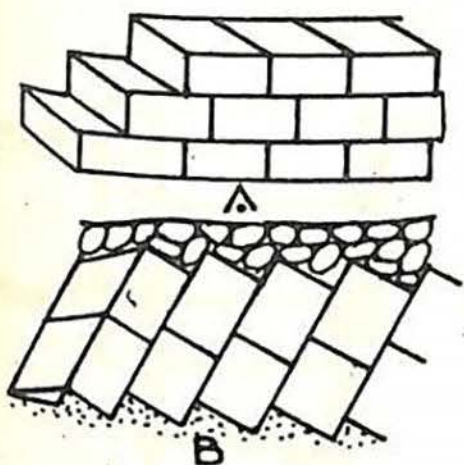


FIG. N°134

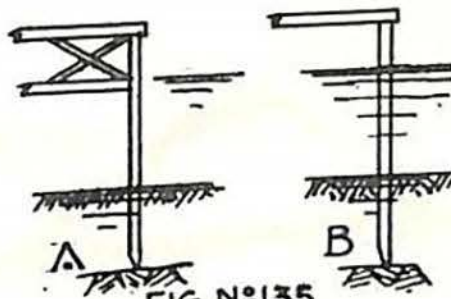


FIG. N°135

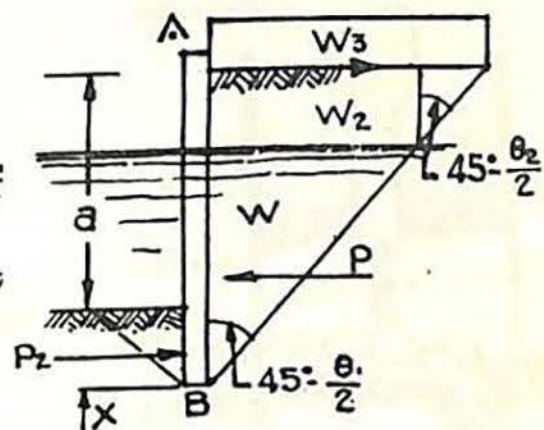


FIG. N°136

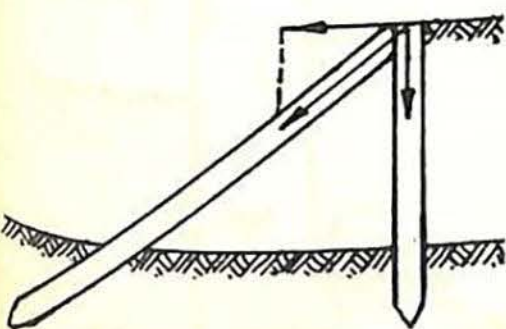


FIG. N°137

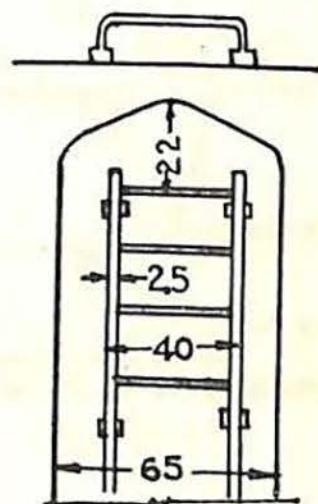
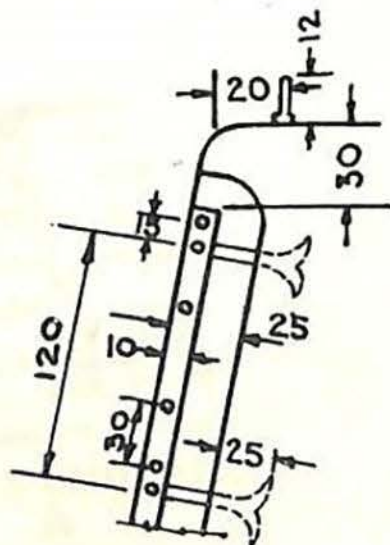


FIG. N°138

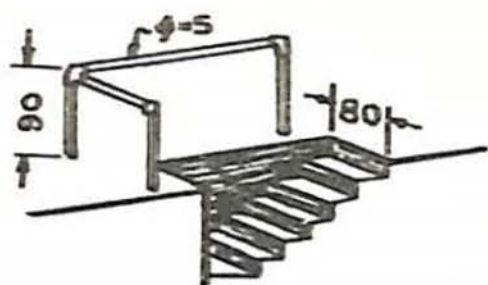


FIG. Nº 139

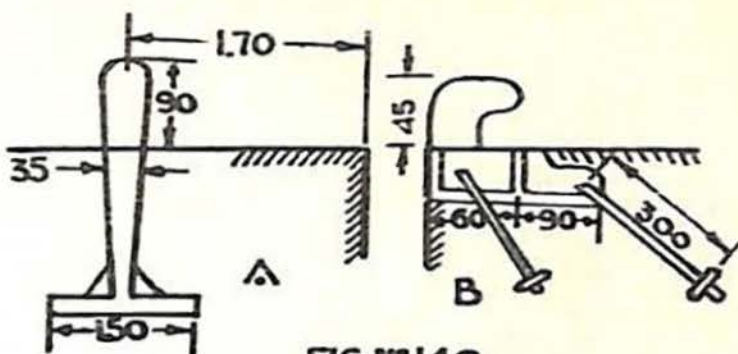


FIG. Nº 140

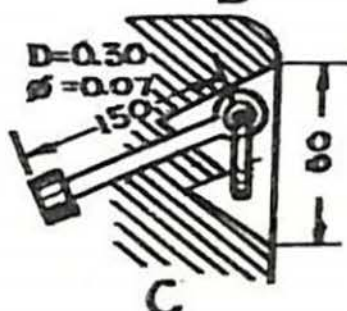
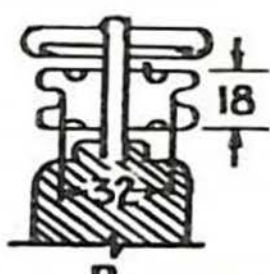
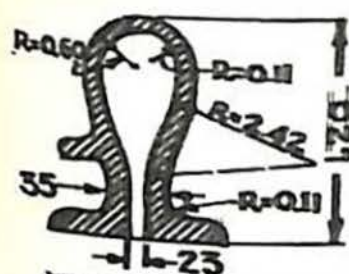


FIG. Nº 141

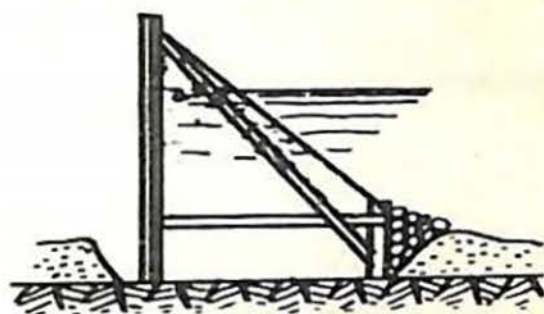


FIG. Nº 142

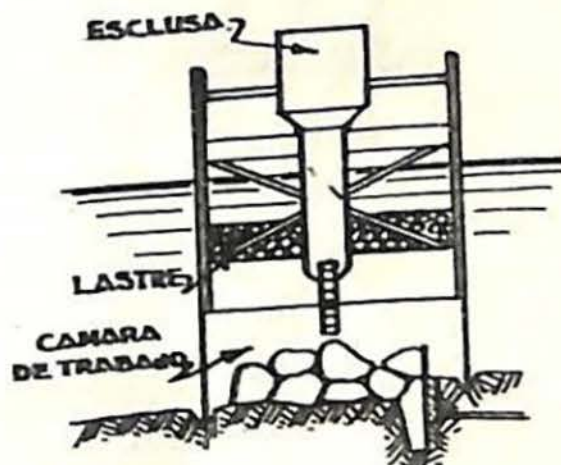
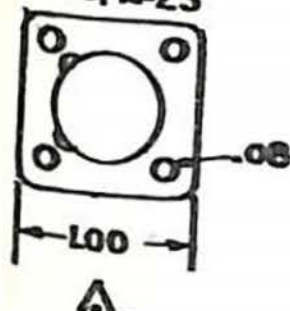


FIG. Nº 145

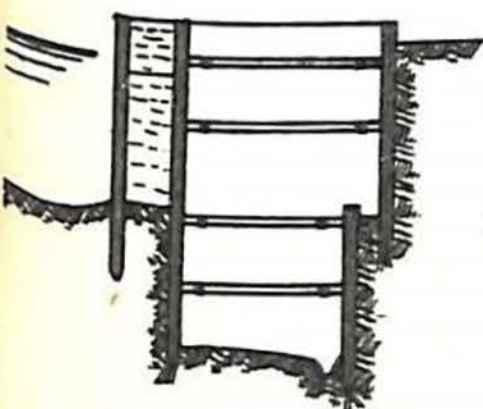


FIG. Nº 143

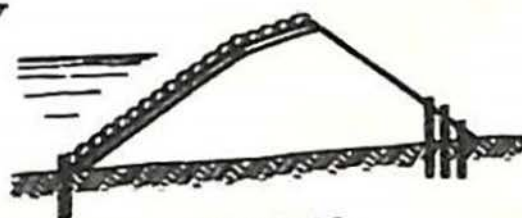


FIG. Nº 144

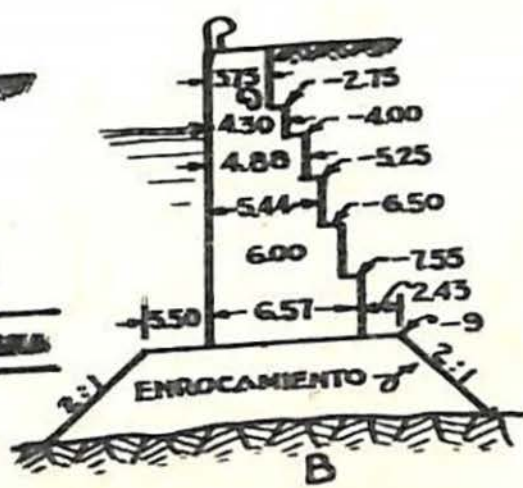
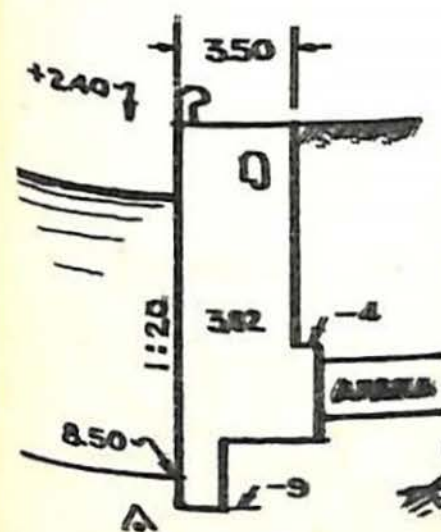
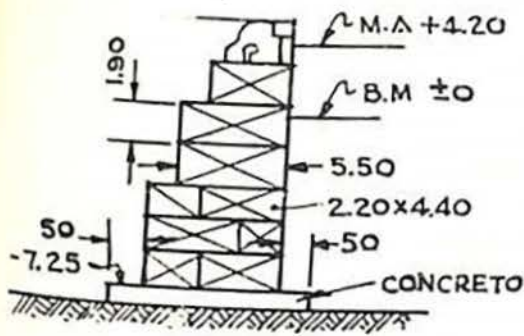


FIG. Nº 146



FIG. Nº 147



PARAMENTO VERTICAL
FIG. N°148

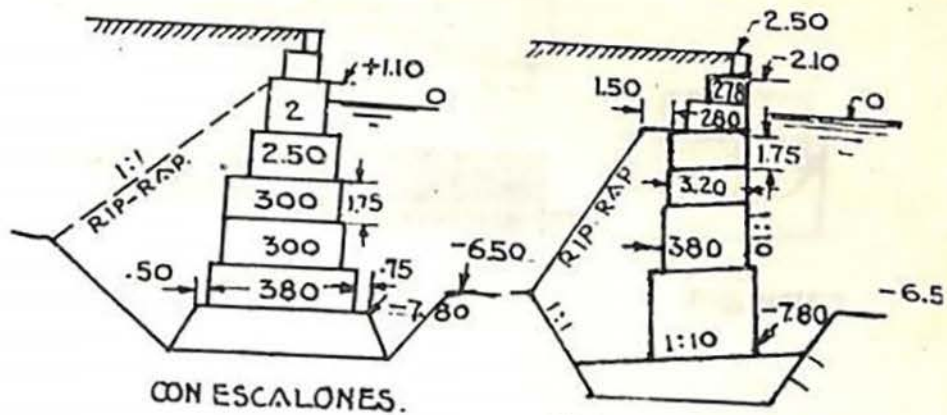


FIG. N°149

CON TALUD DE CIMENTACION

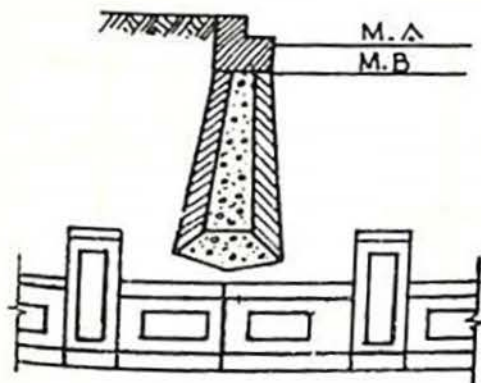


FIG. N°150

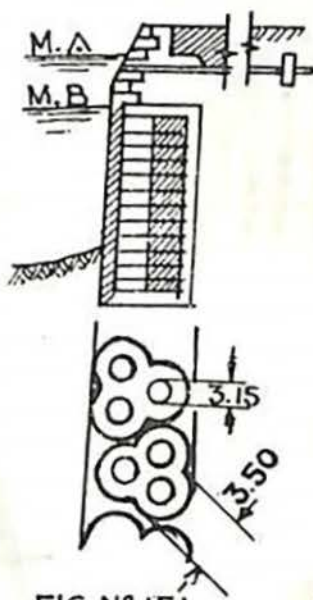


FIG. N°151

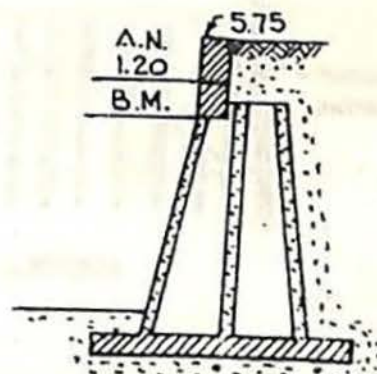


FIG. N°152

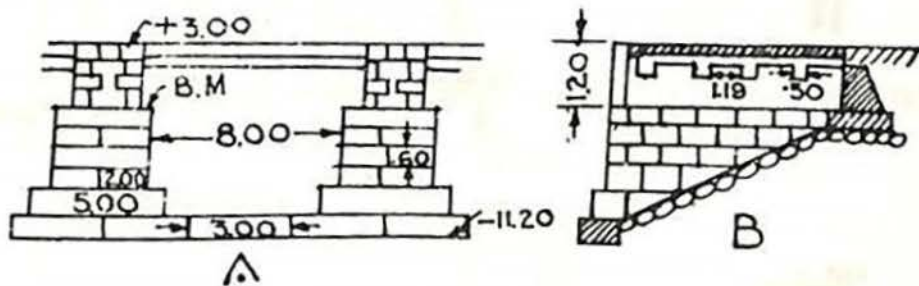


FIG. N°153

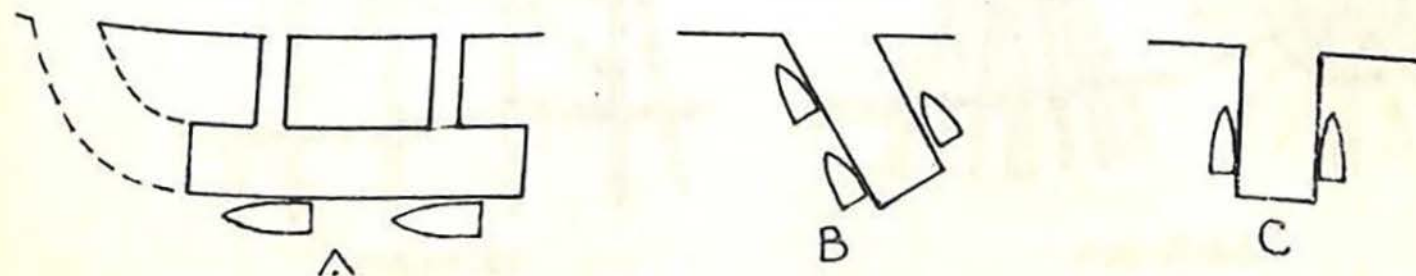


FIG. N°154

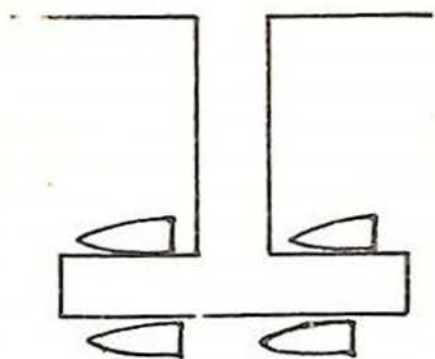


FIG. N°155

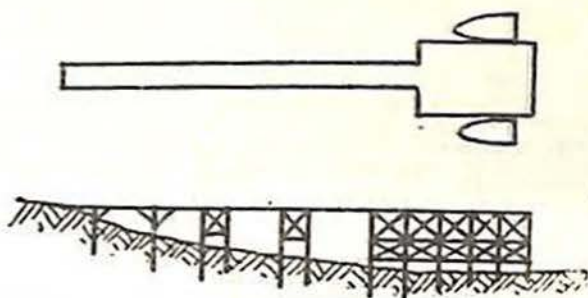


FIG. N°156

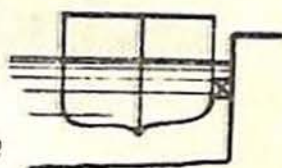


FIG. N°157

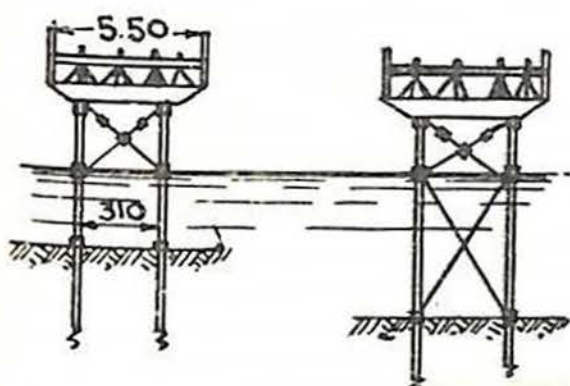


FIG. N°158

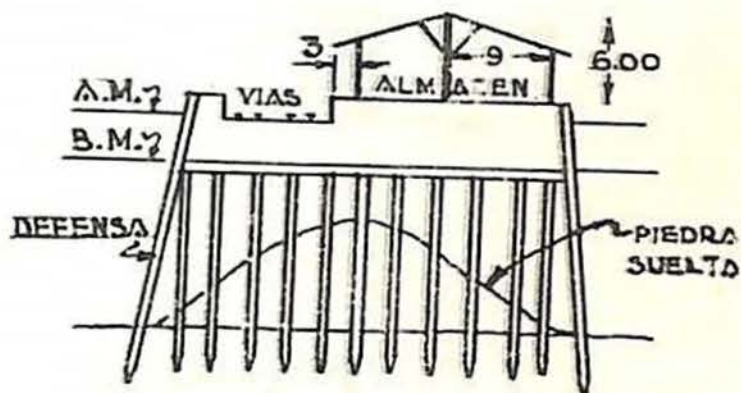


FIG. N°159

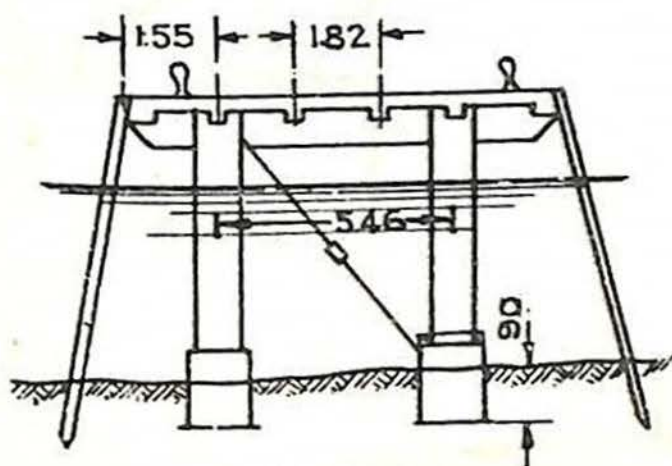


FIG. N°160

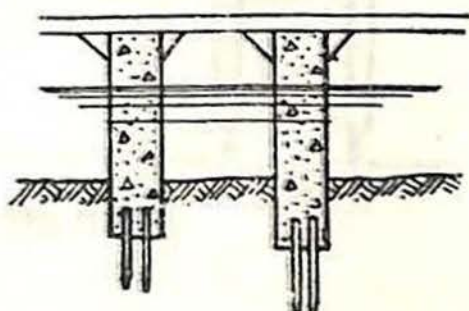


FIG. N°162

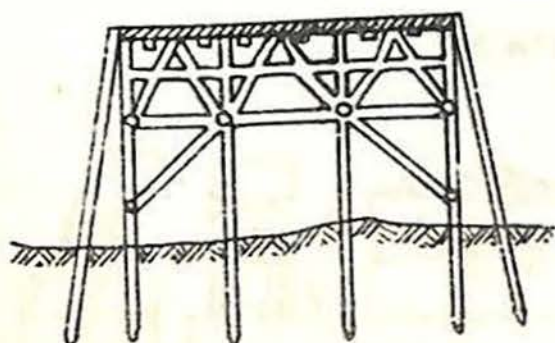


FIG. N°161

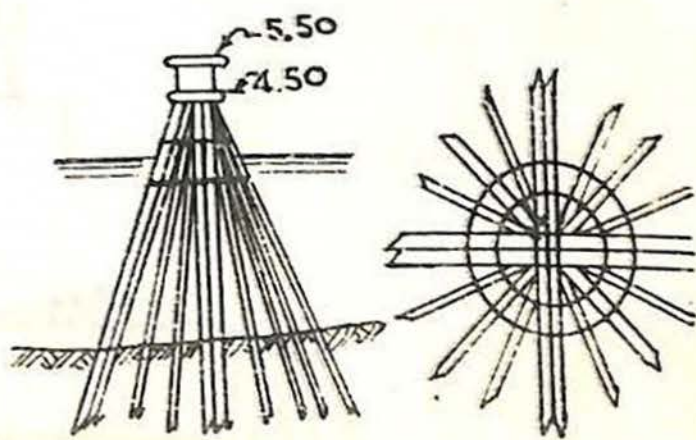


FIG. N°163

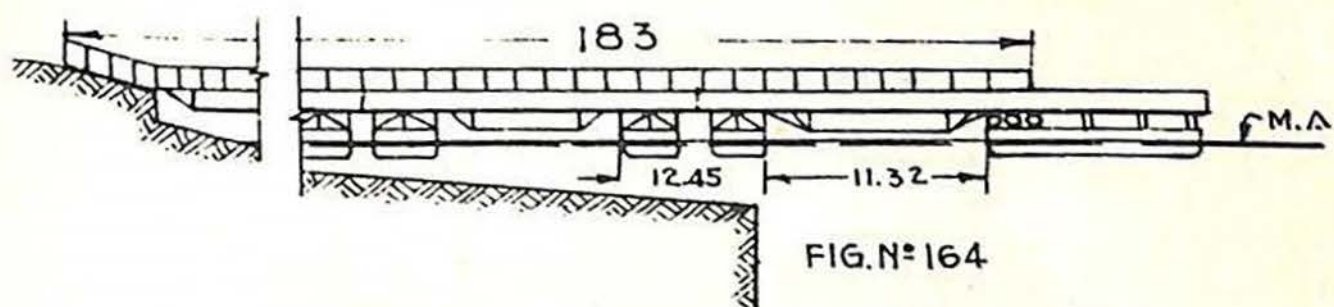


FIG. N° 164

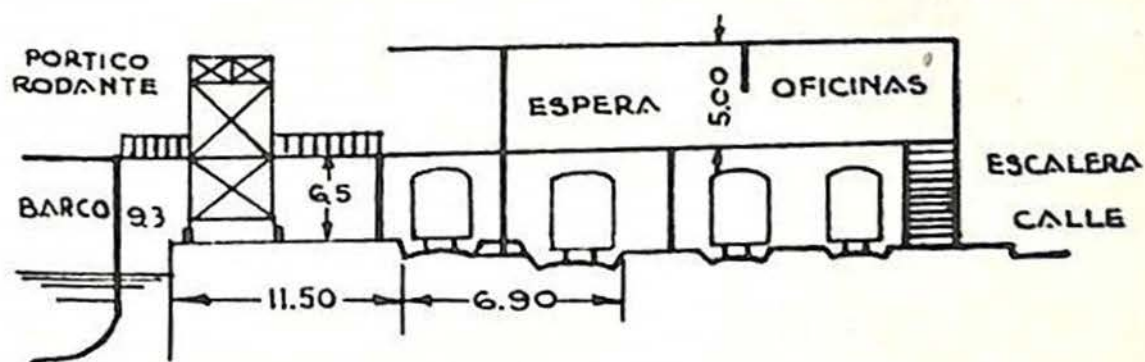


FIG. N° 165

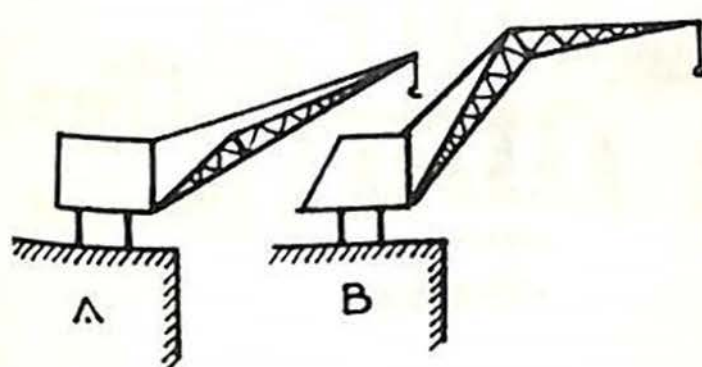


FIG. N° 166

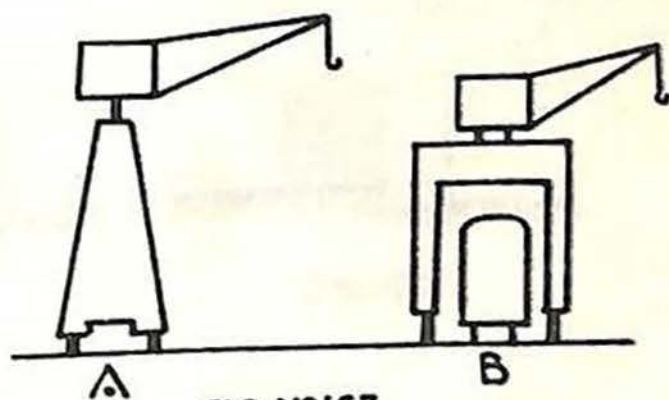


FIG. N° 167

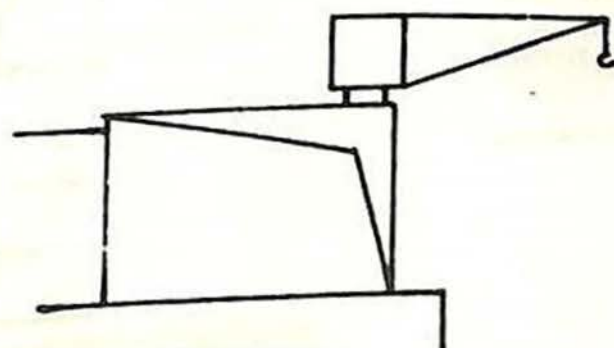


FIG. N° 168

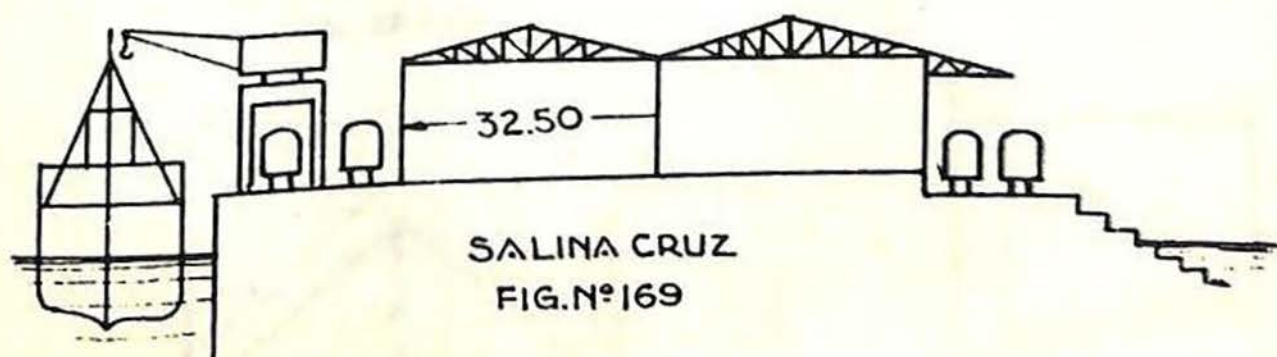
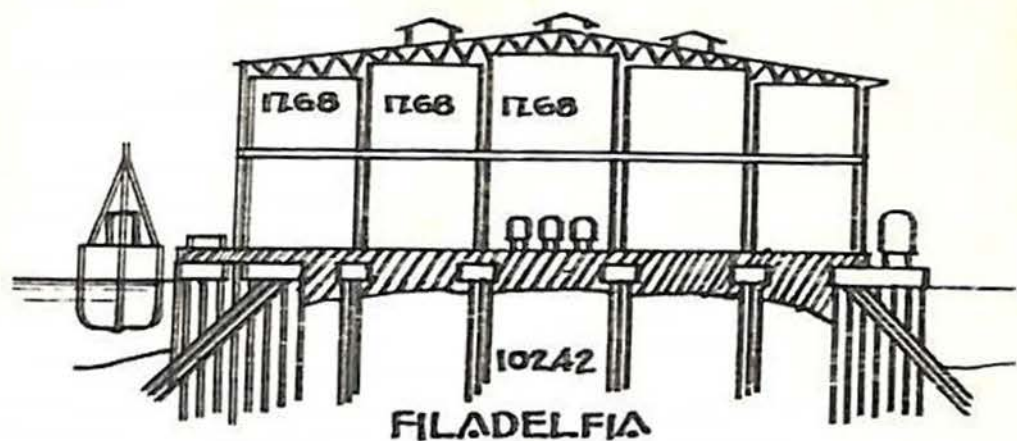
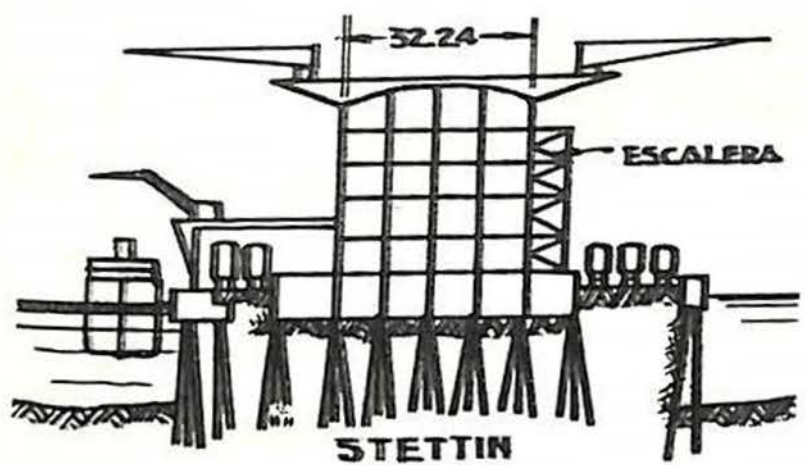


FIG. N° 169



FILADELFIA
FIG. N° 170



STETTIN
FIG. N° 171

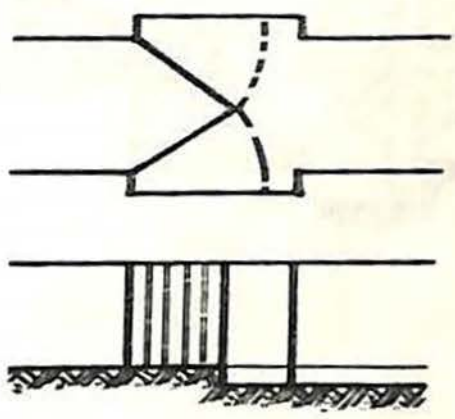


FIG. N° 172

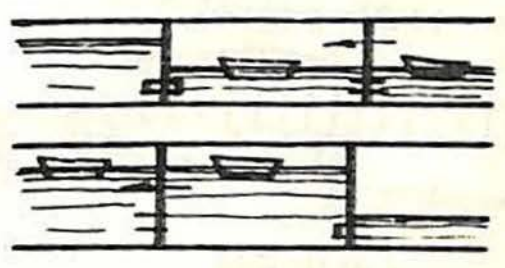
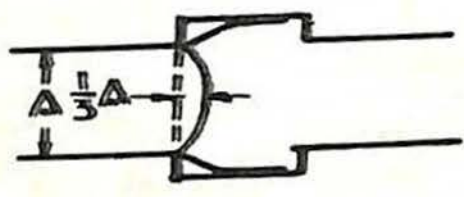


FIG. N° 174

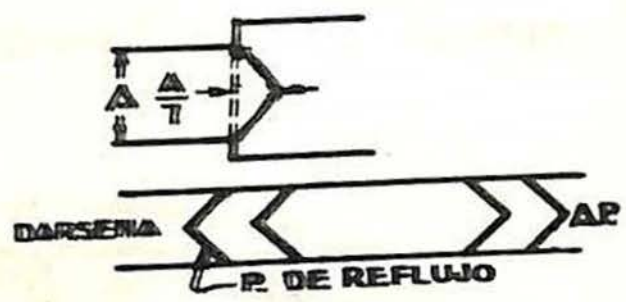
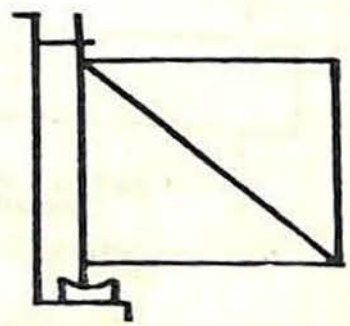
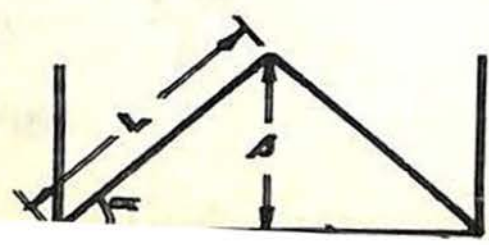
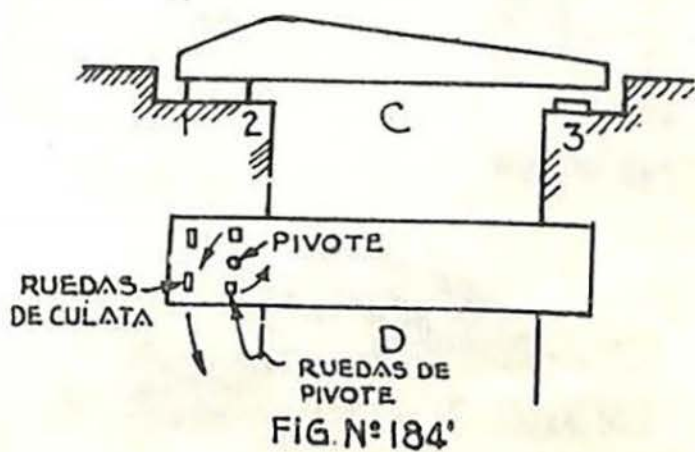
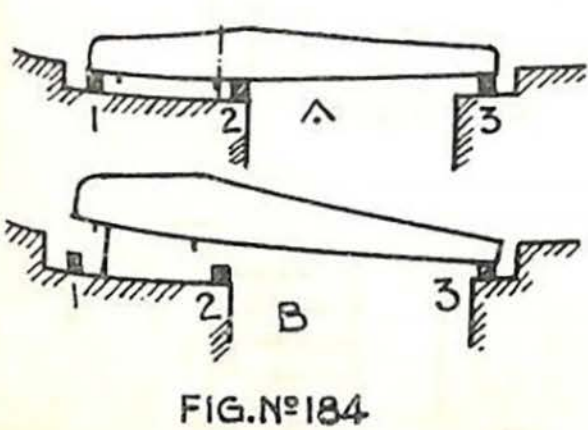
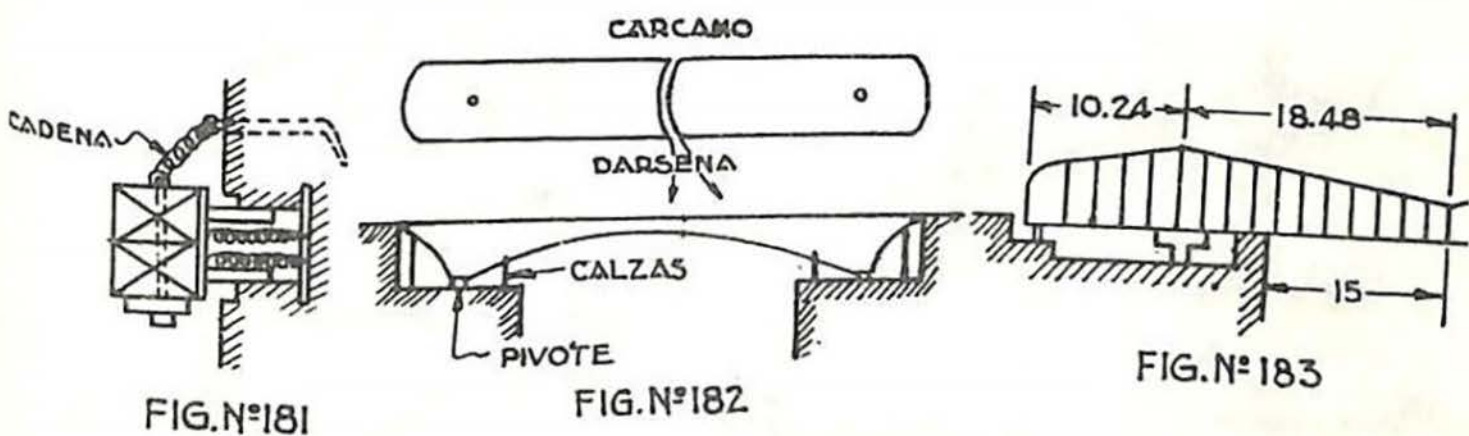
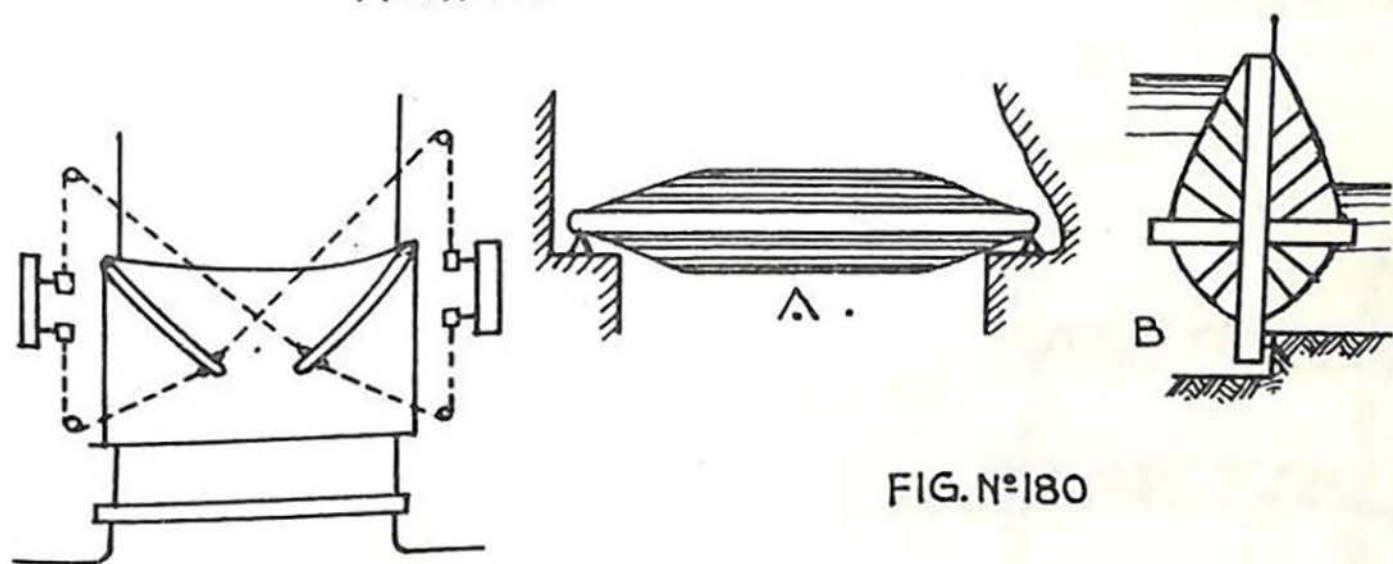
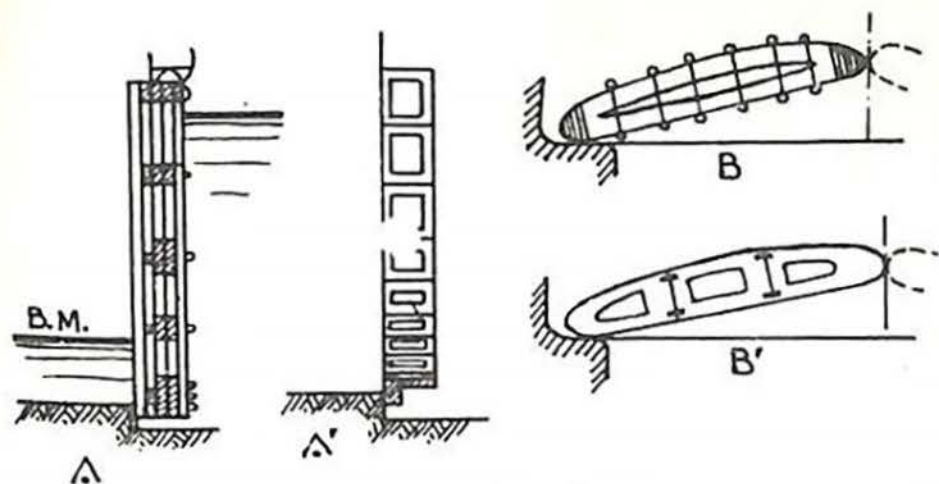


FIG. N° 175





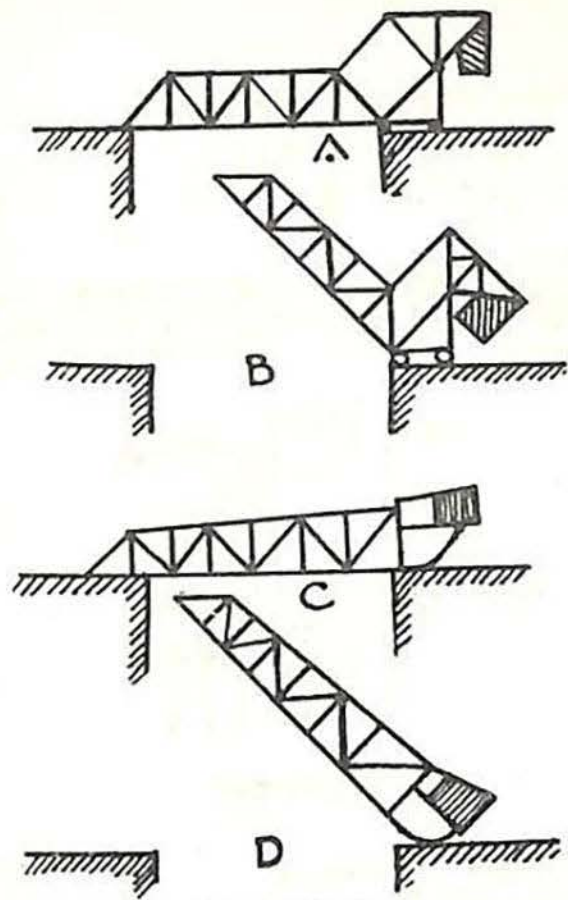


FIG. N°186

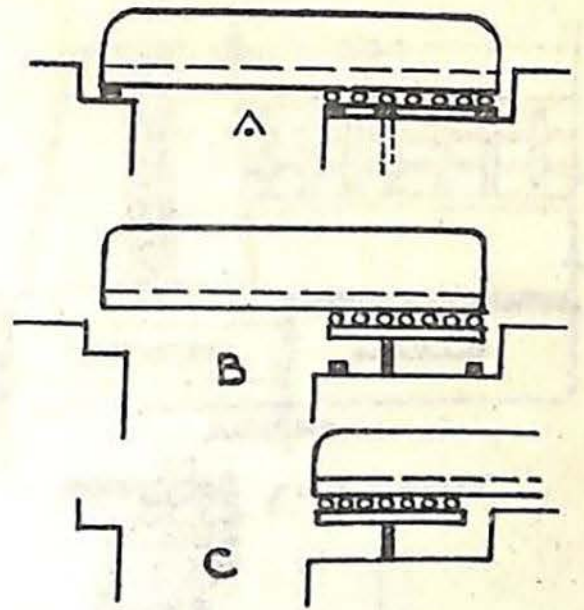


FIG. N°185

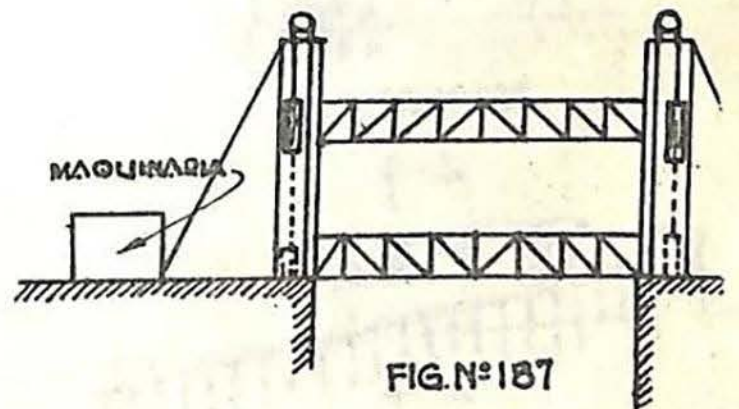


FIG. N°187

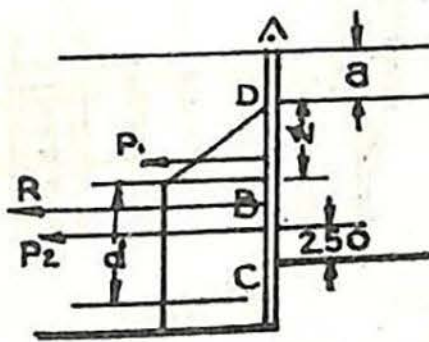


FIG. N°188

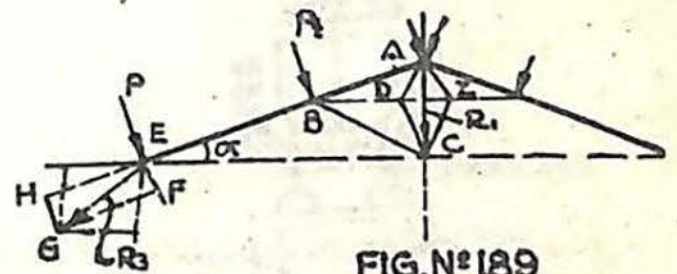


FIG. N°189

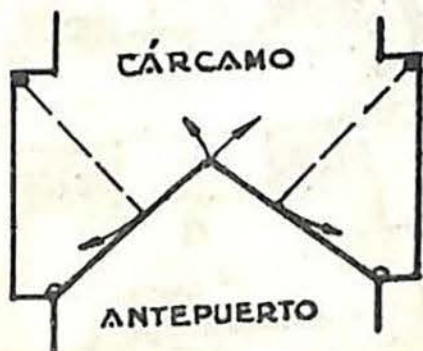


FIG. N°190

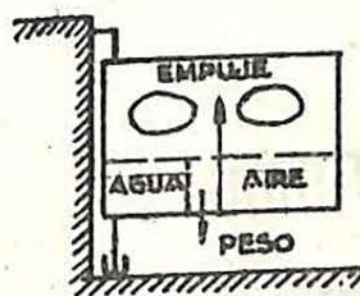


FIG. N°191

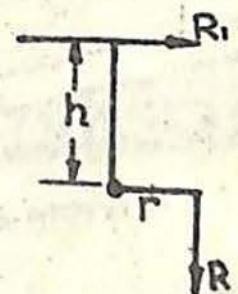
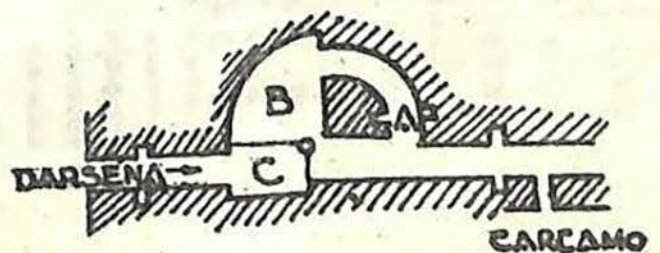
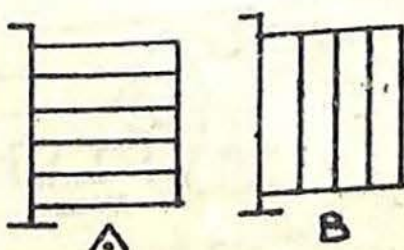


FIG. N°192



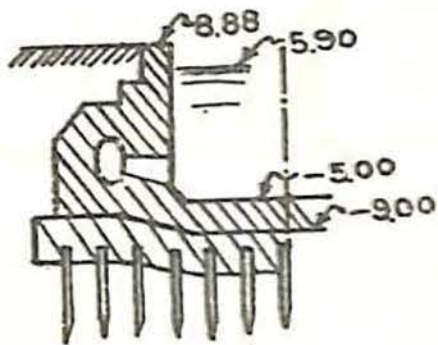
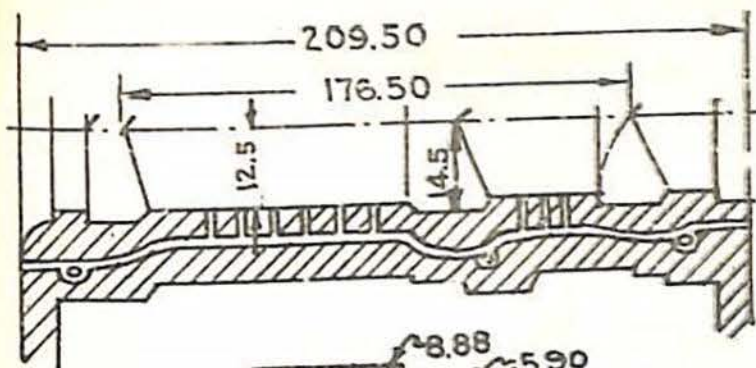


FIG. N°195

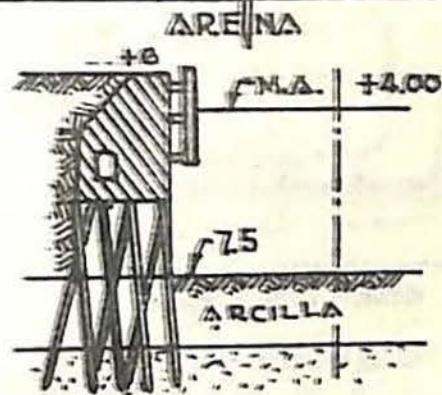
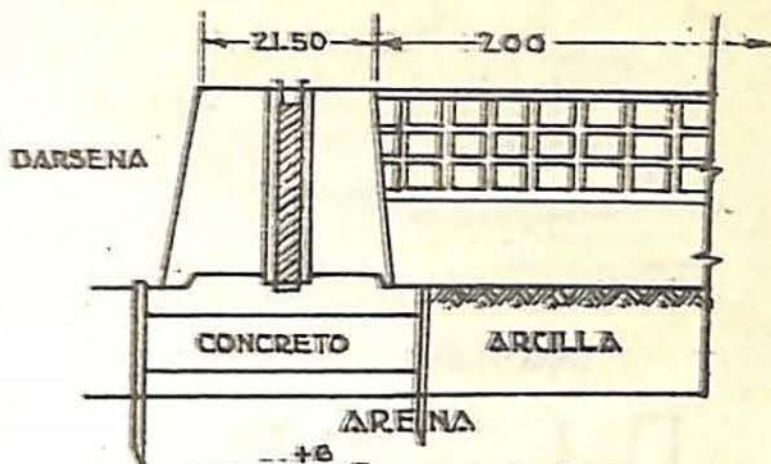


FIG. N°196

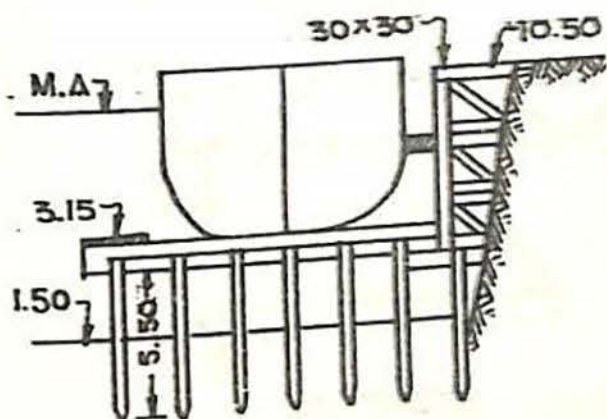


FIG. N°197

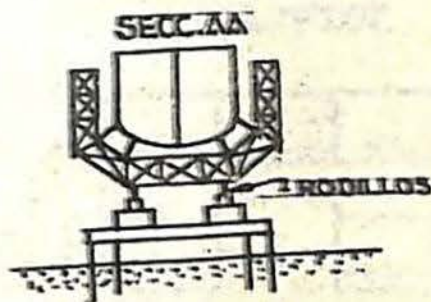
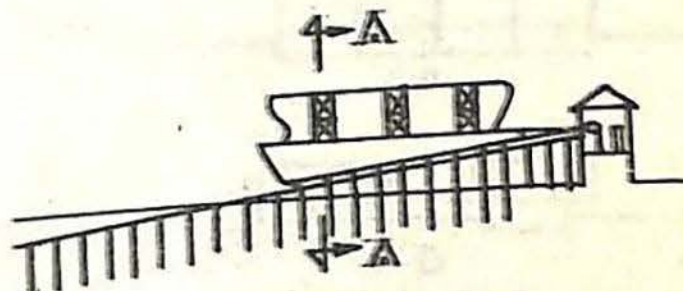


FIG. N°198

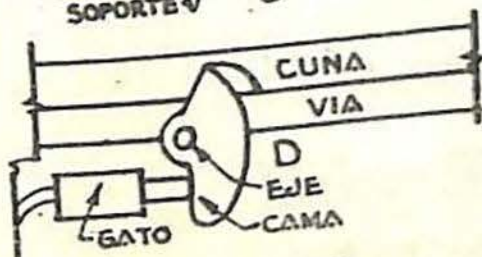
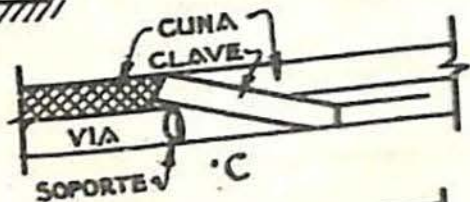
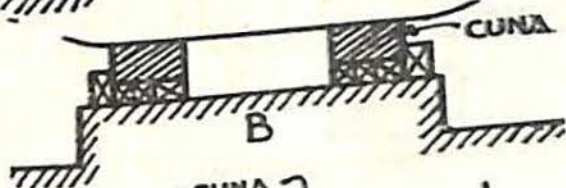
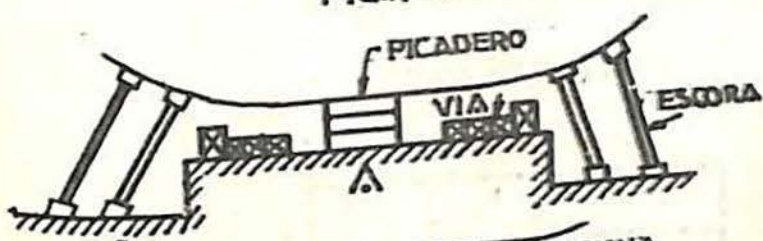


FIG. N°199

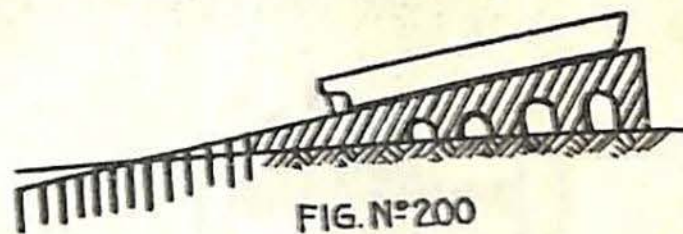


FIG. N°200

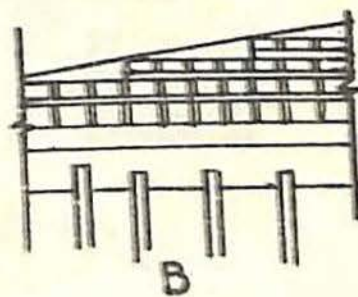
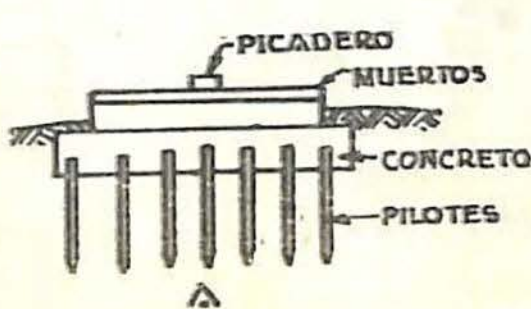


FIG. N°201

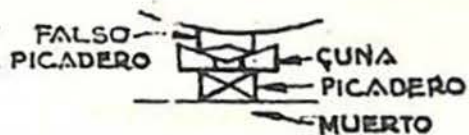


FIG. N° 202

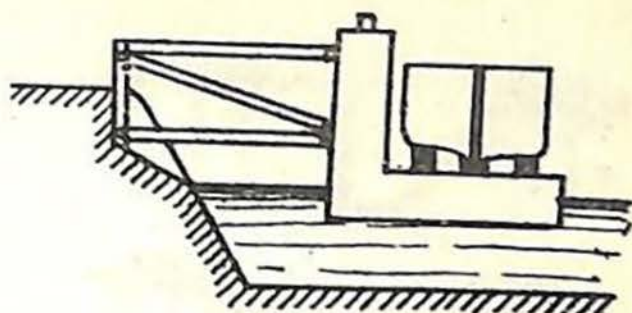


FIG. N° 203

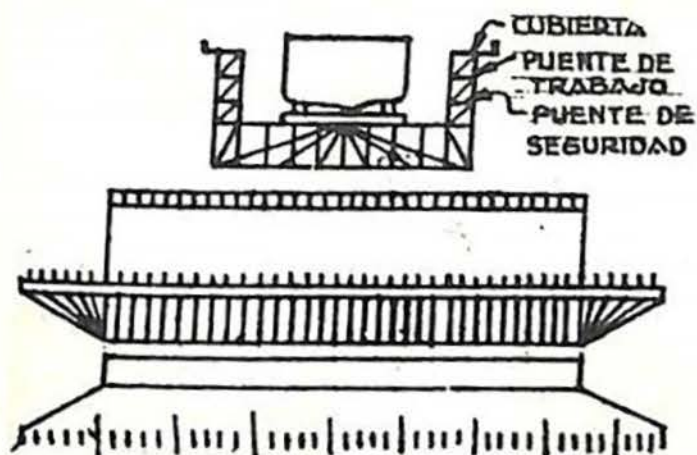


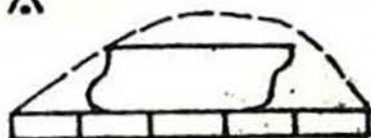
FIG. N° 204



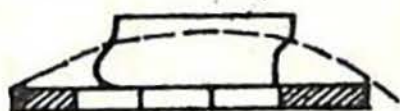
FIG. N° 205



A

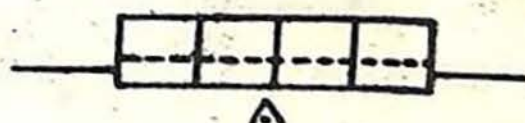


B

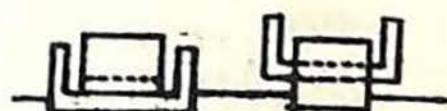


C

FIG. N° 206

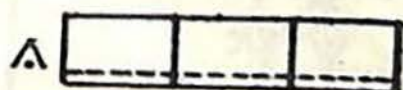


A

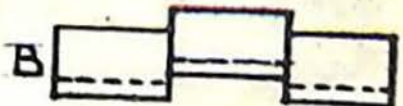


B

FIG. N° 207

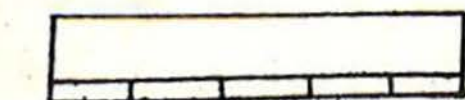


A

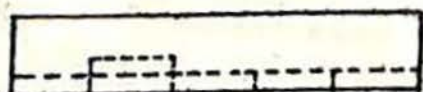


B

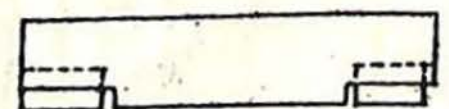
FIG. N° 209



A

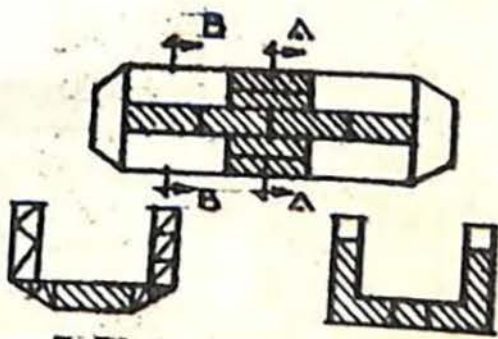


B



C

FIG. N° 208



B-B

A-A

FIG. N° 210

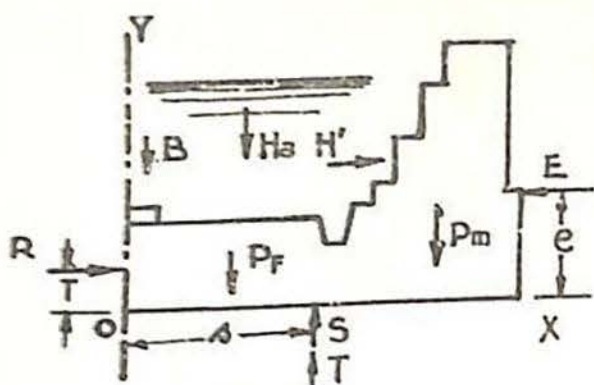


FIG. N°211

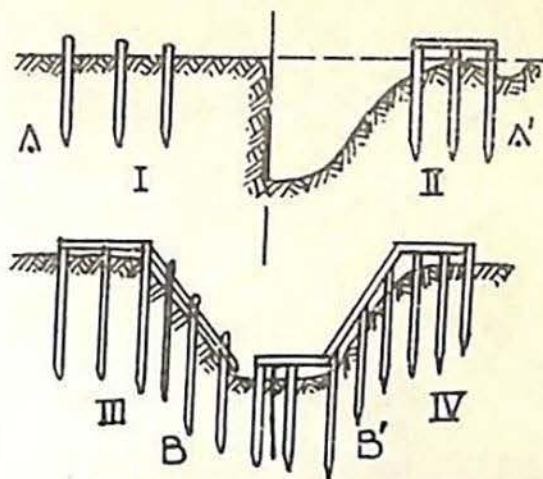


FIG. 212

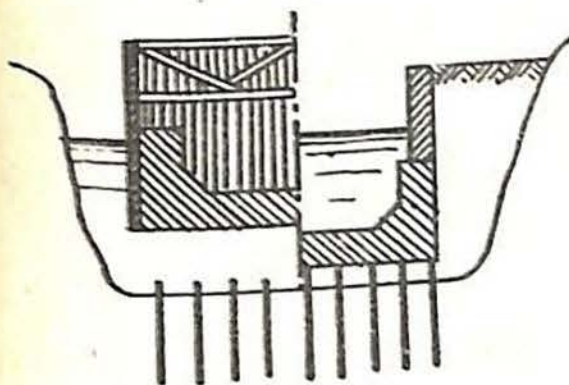


FIG. N°213

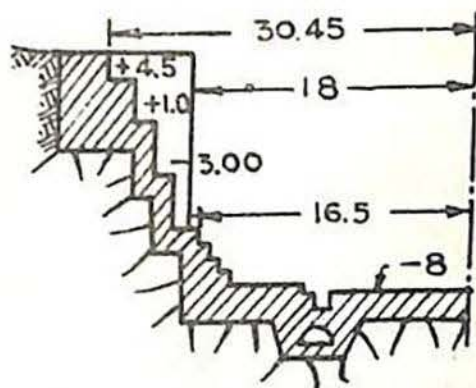


FIG. N°214

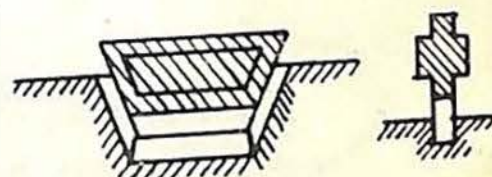


FIG. N°215

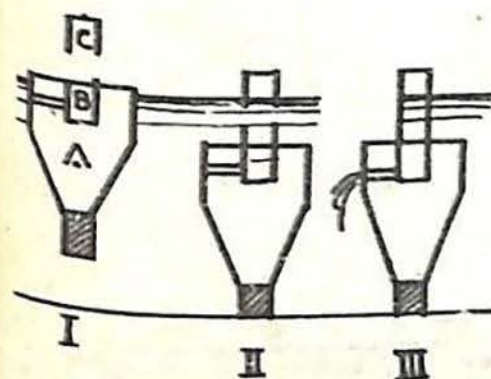


FIG. N°216

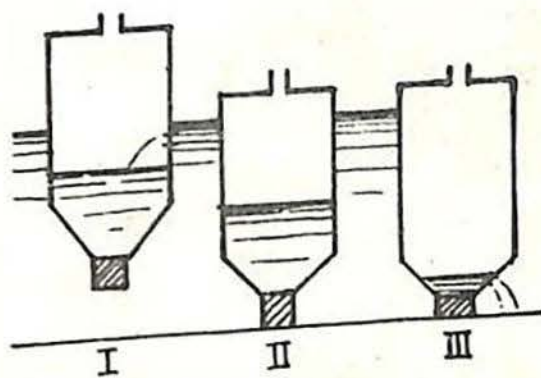


FIG. N°217

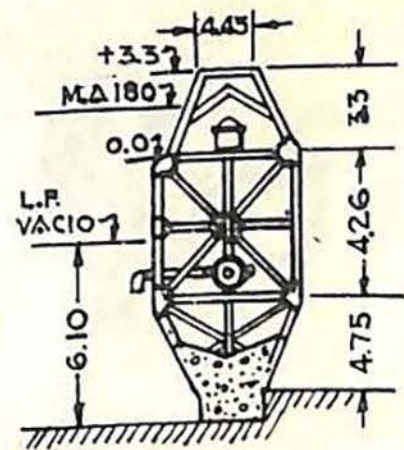


FIG. N°218

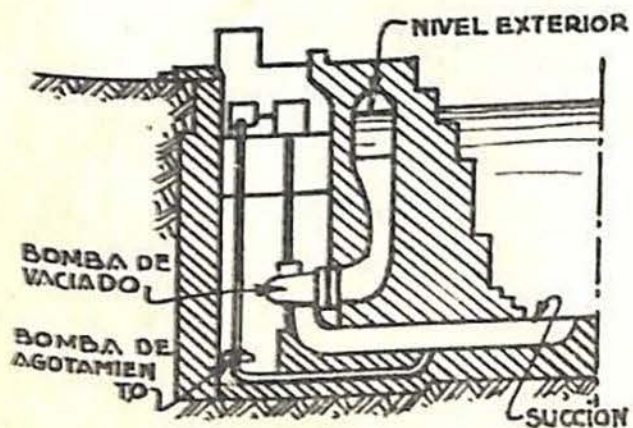


FIG. N°219

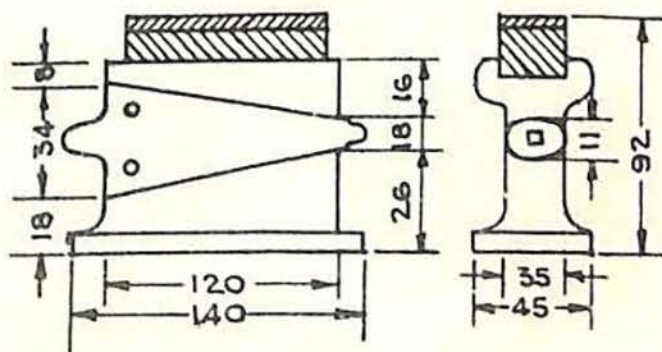


FIG. N°220

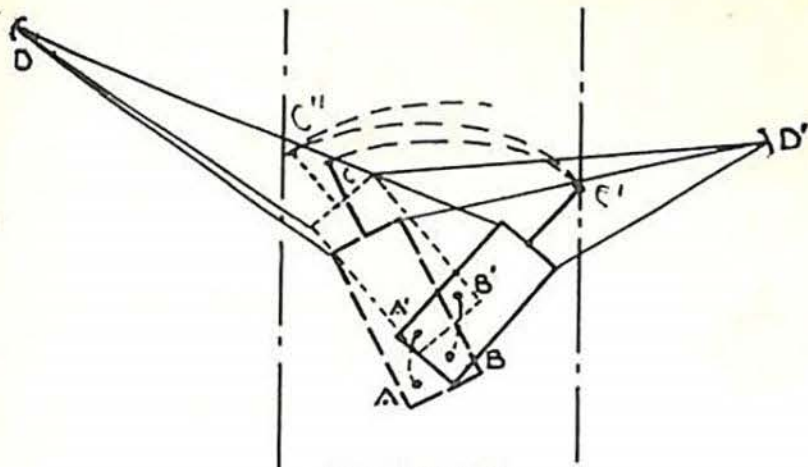


FIG. N° 223

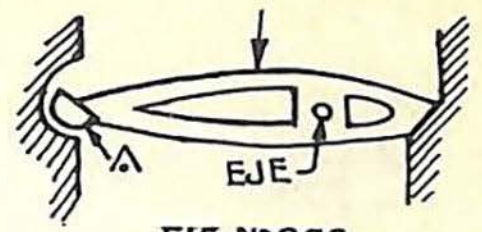


FIG. N° 222

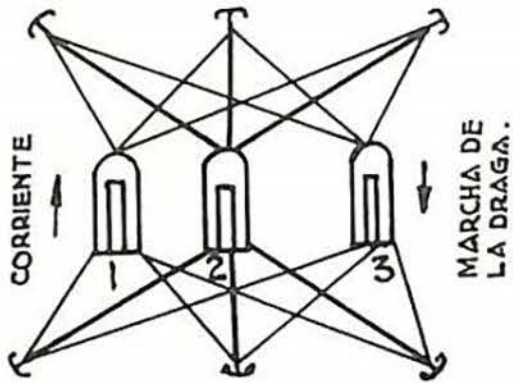


FIG. N° 224

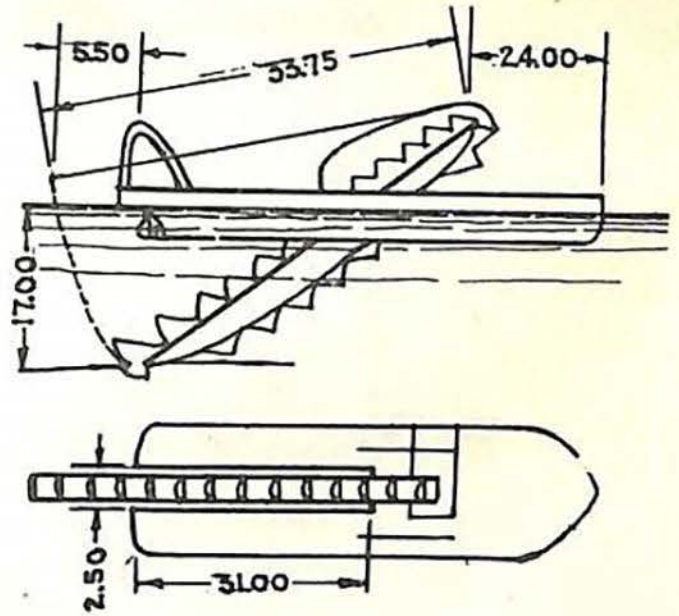


FIG. N° 225

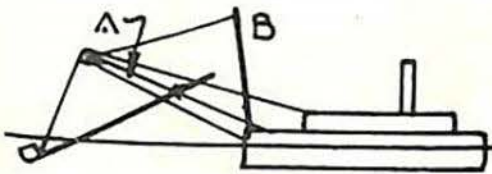


FIG. N° 226



FIG. N° 227



FIG. N° 229

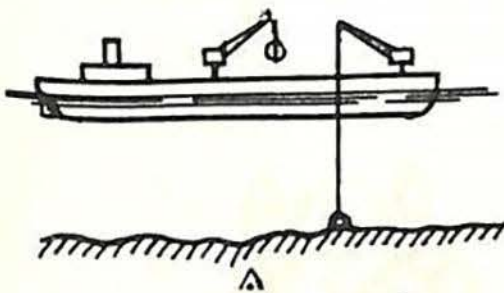


FIG. N° 228

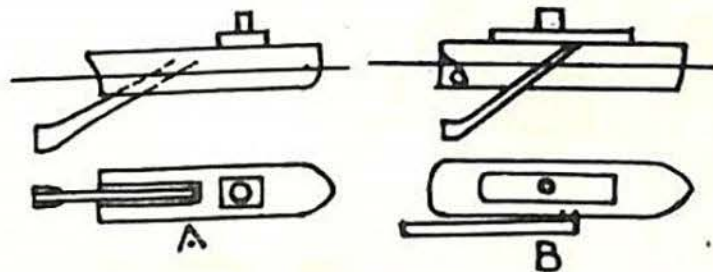


FIG. N° 230

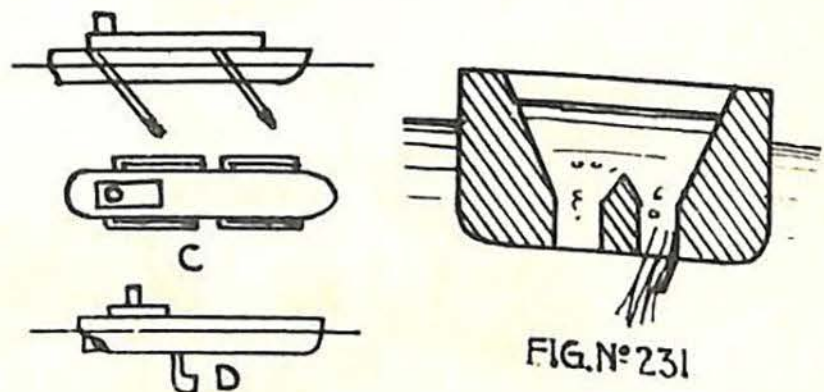
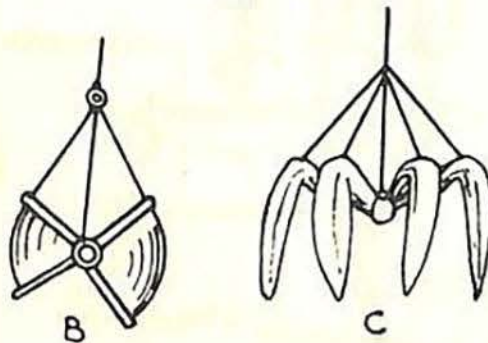


FIG. N° 231

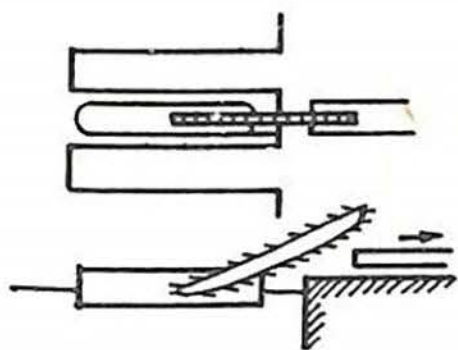


FIG. N° 232

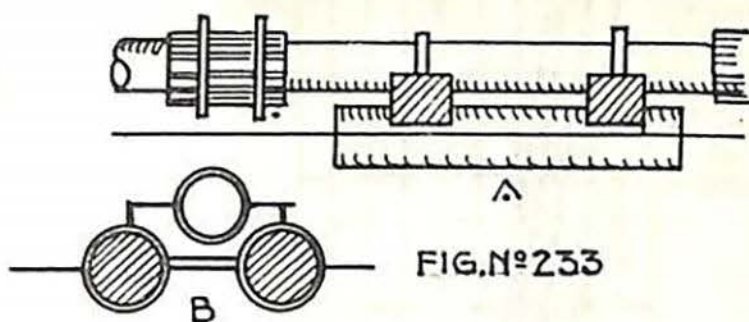


FIG. N° 233

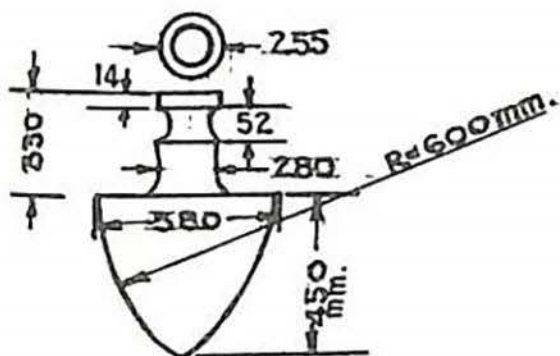


FIG. N° 234

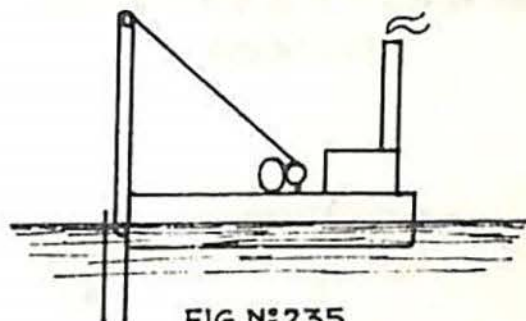


FIG. N° 235

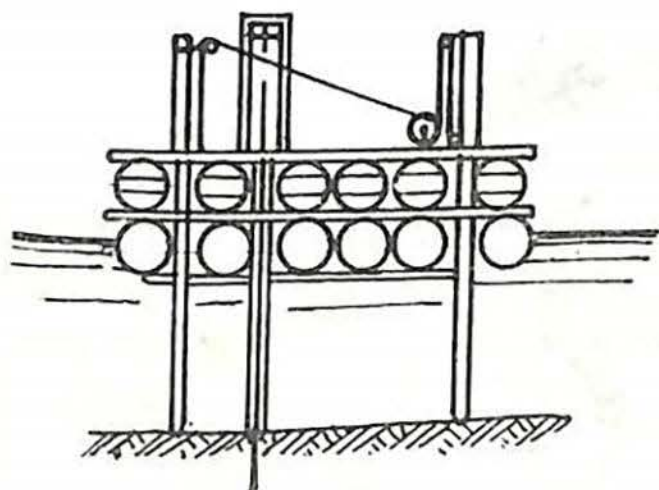


FIG. N° 236



FIG. N° 237

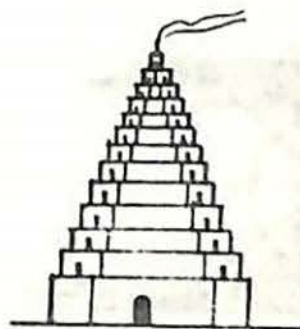


FIG. N° 238

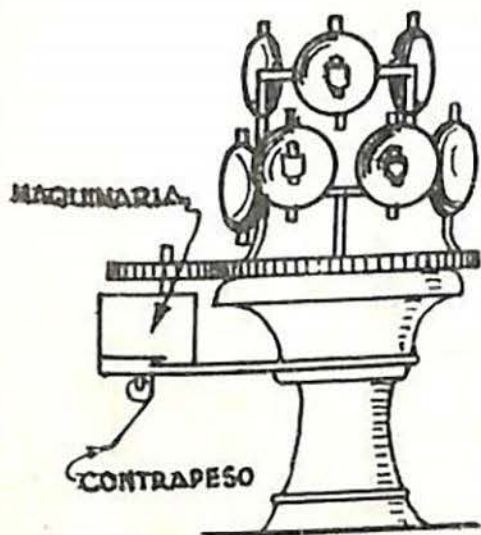


FIG. N° 239

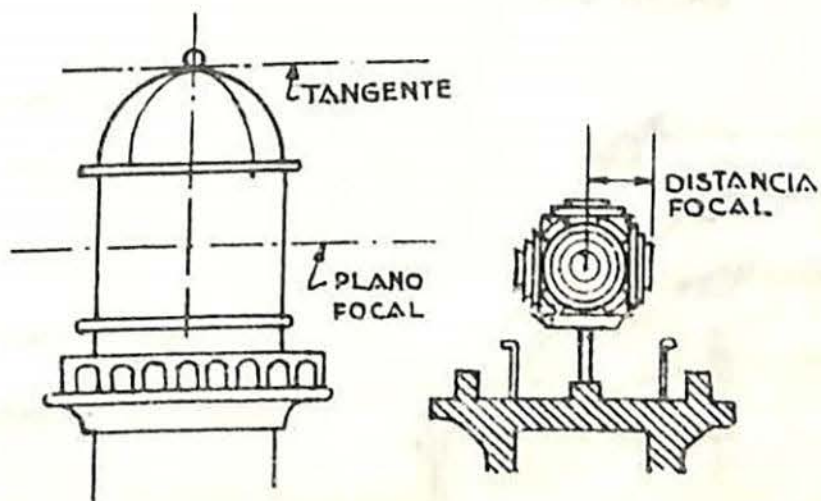


FIG. N° 240

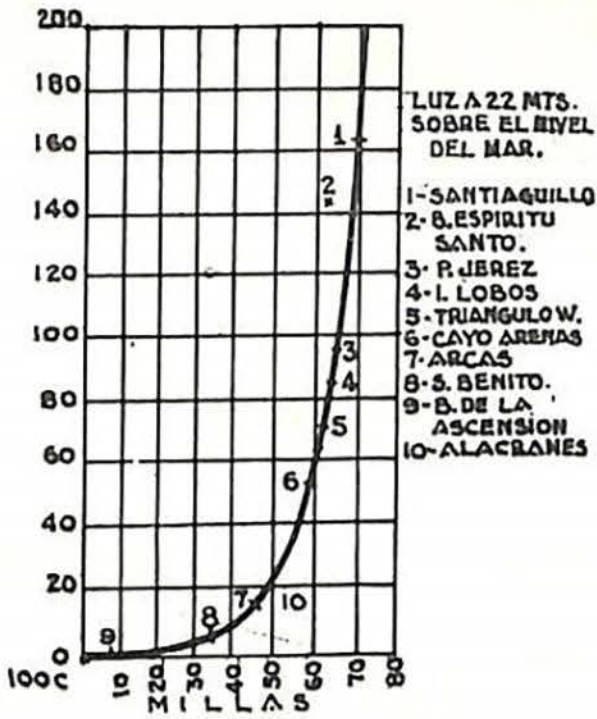


FIG.Nº241

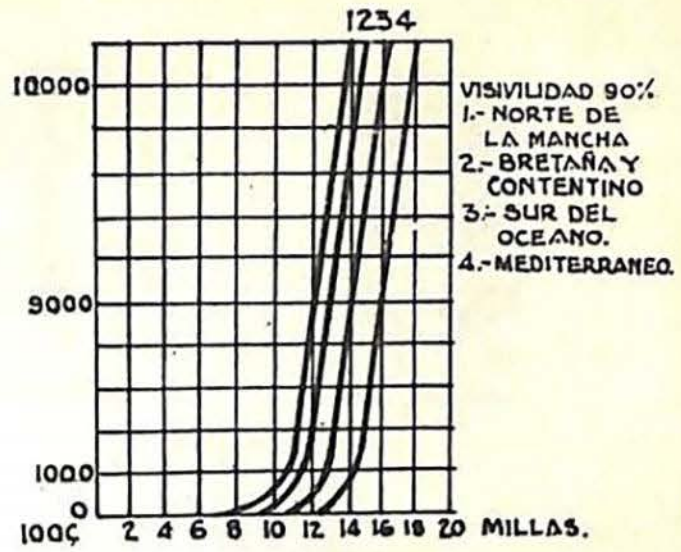


FIG.Nº 242

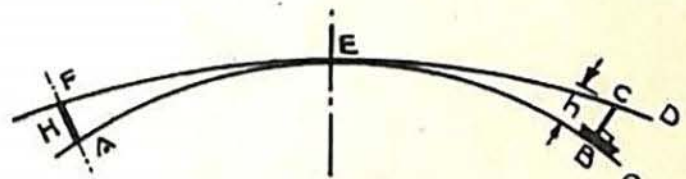


FIG.Nº243

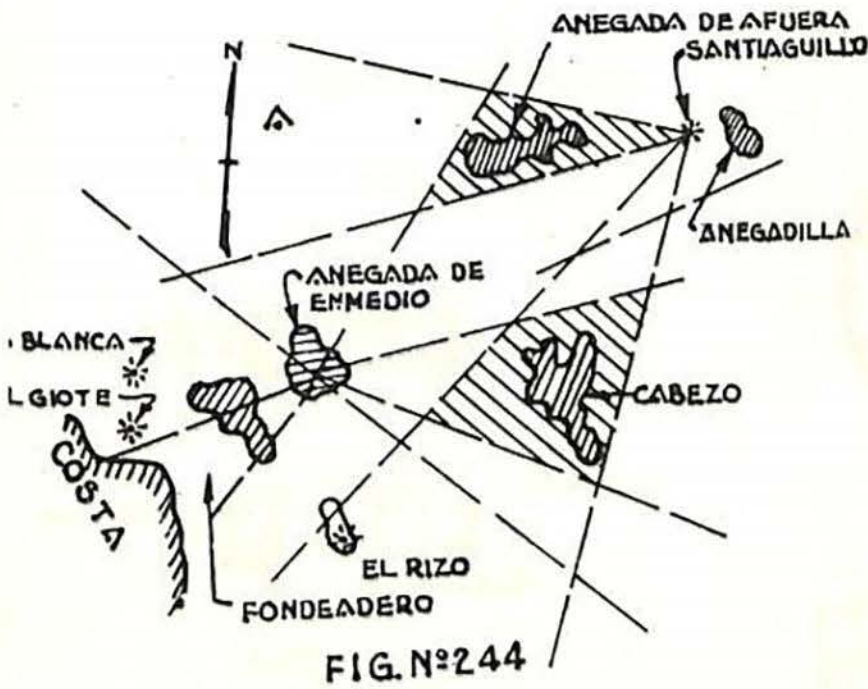


FIG.Nº244

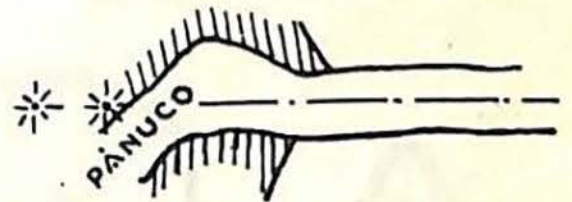


FIG.Nº245

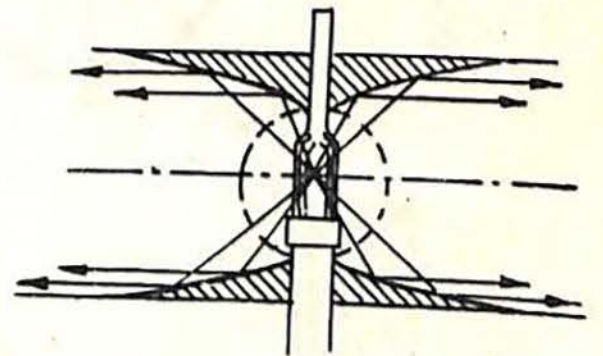


FIG.Nº246

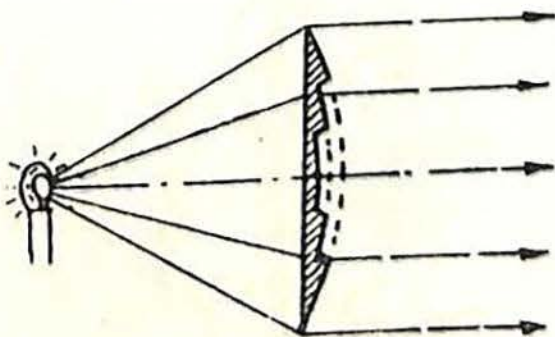


FIG.Nº247

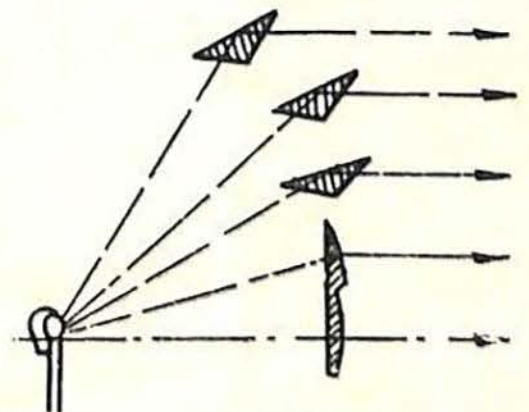
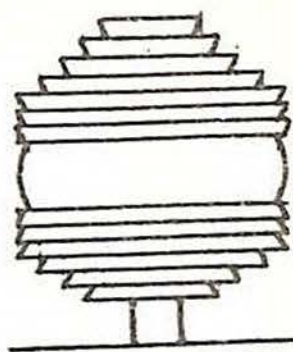
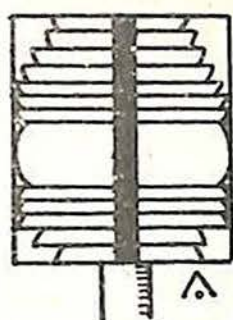


FIG.Nº248



FIJA BLANCA
FIG. N° 249



OCULTACIONES



DESTELLOS.

FIG. N° 250

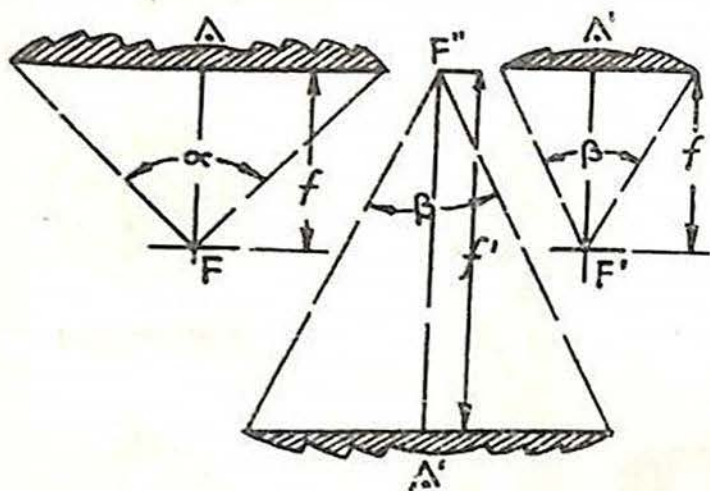


FIG. N° 251

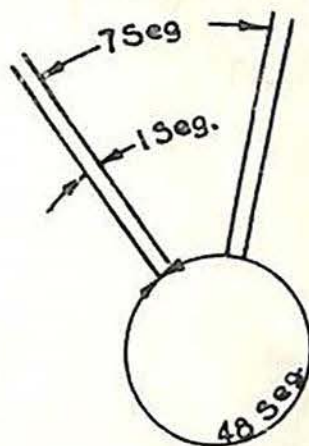


FIG. N° 253



FIG. N° 254

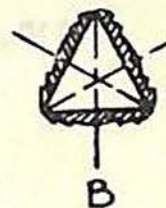
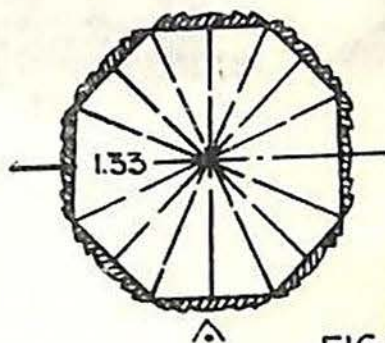


FIG. N° 252

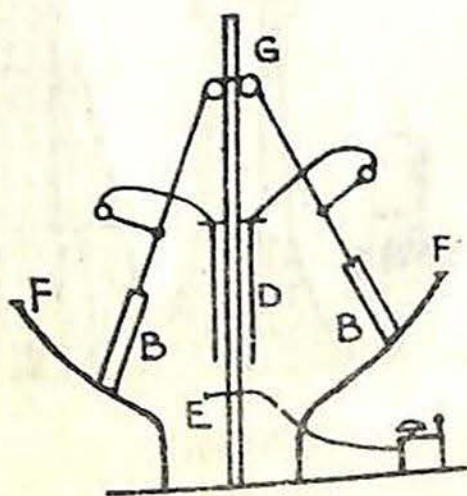


FIG. N° 255

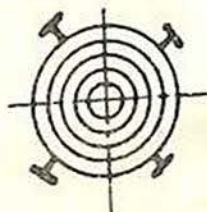
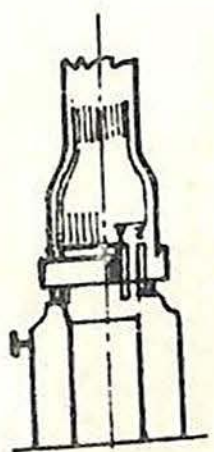


FIG. N° 256

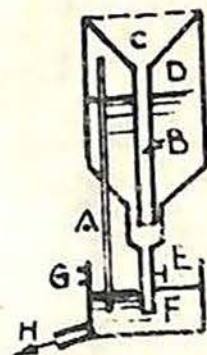


FIG. N° 257



FIG. N° 258

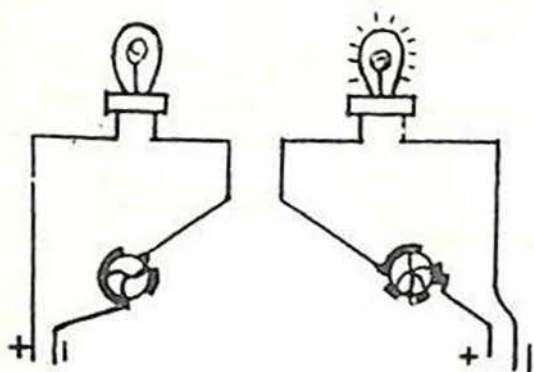


FIG. N° 260

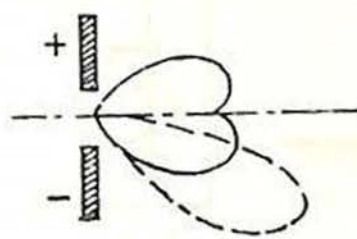


FIG. N° 261

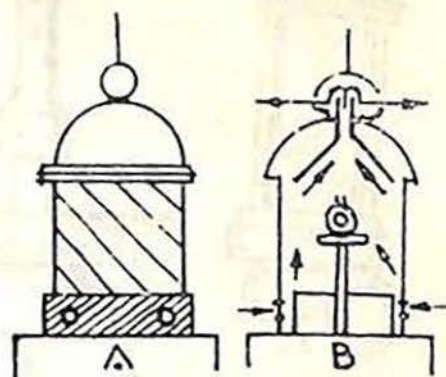


FIG. N° 262



FIG. N° 263

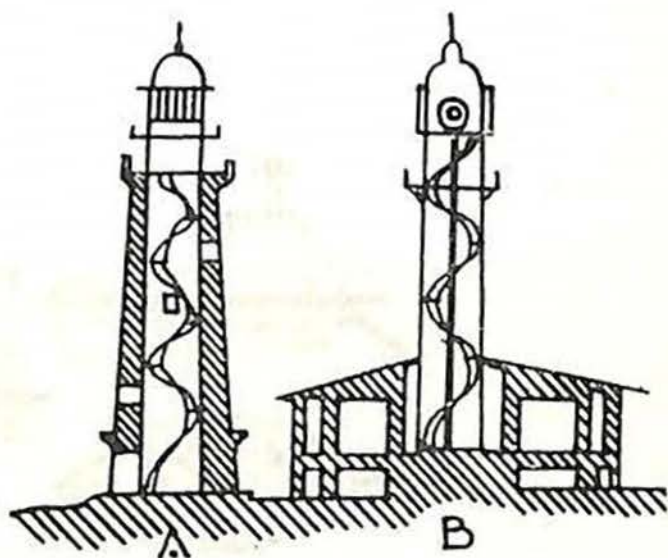


FIG. N° 265

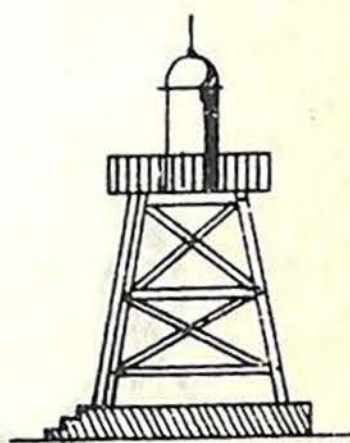


FIG. N° 266

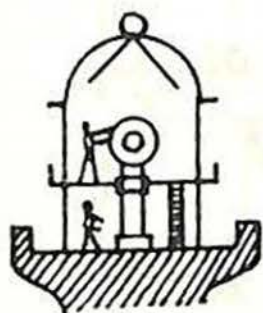


FIG. N° 264

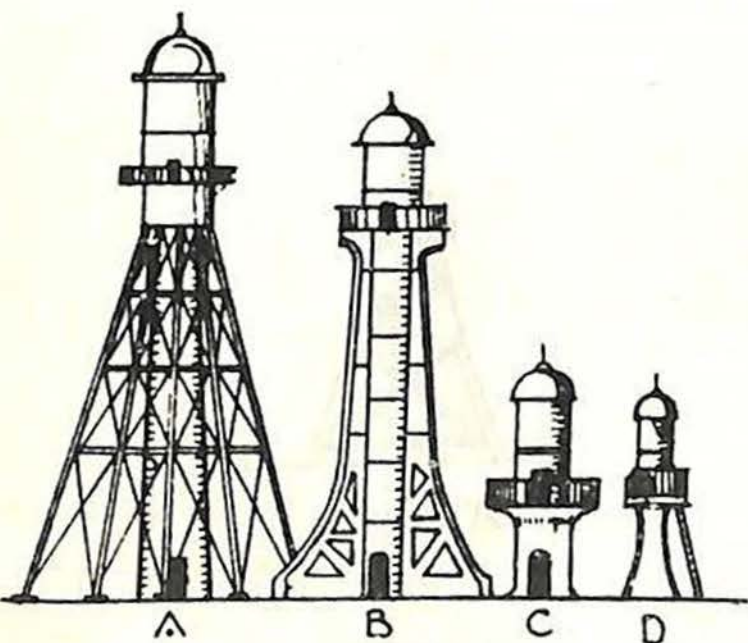


FIG. N° 267



A



B

FIG. N° 268

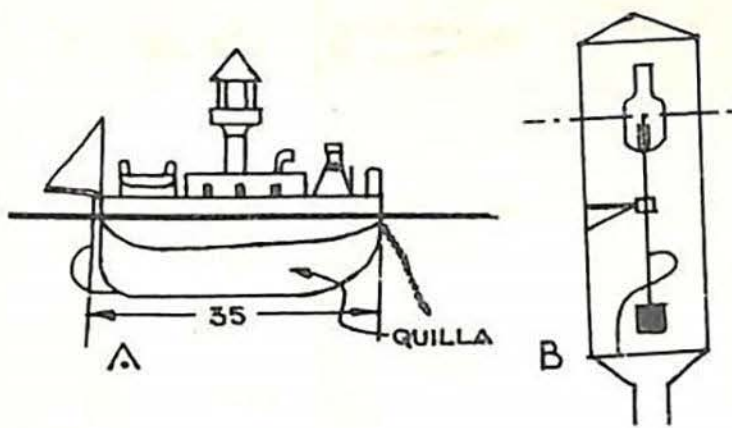


FIG. N°269

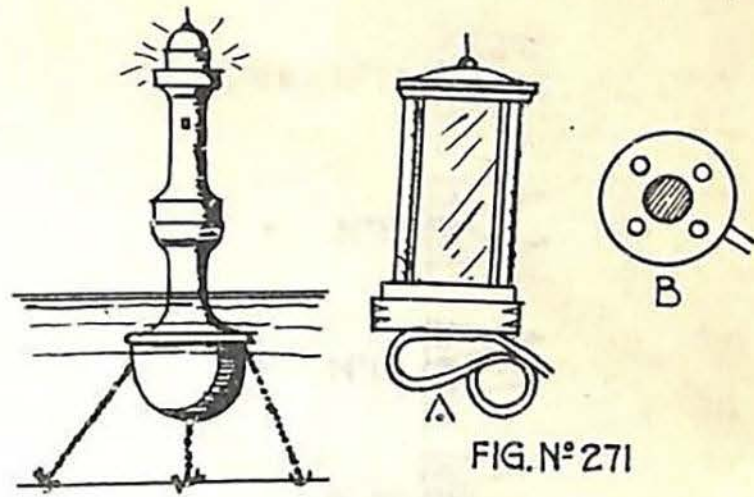


FIG. N°270

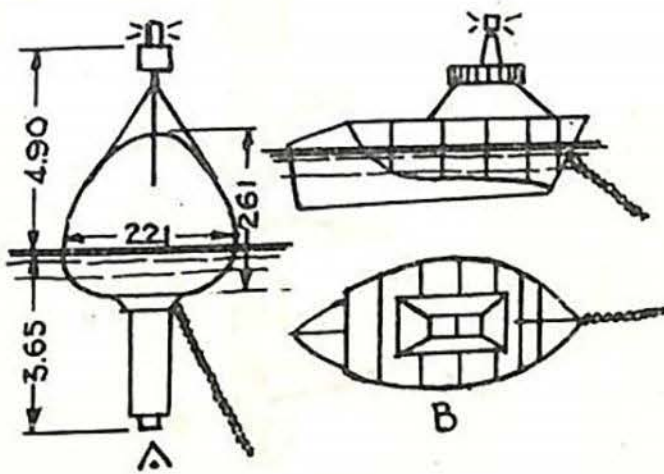


FIG. N°272

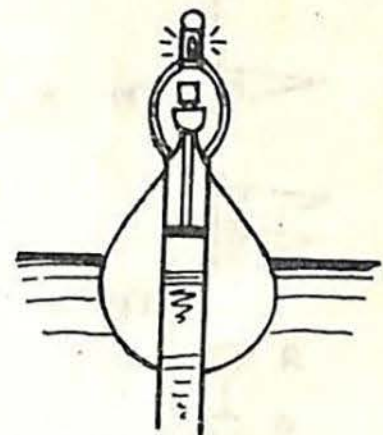


FIG. N°273

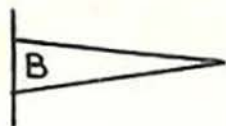


FIG. N°274

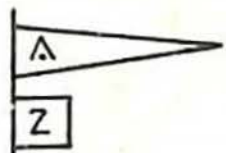


MAR
FIG. N°275

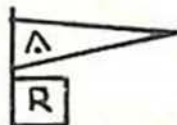
SEÑAL N°1



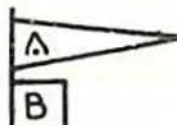
" N°2



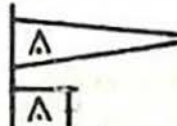
" N°3



" N°4



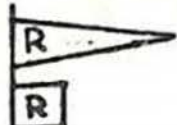
" N°5



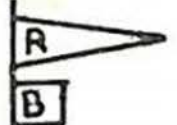
" N°6



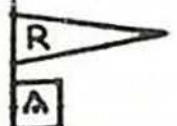
" N°7



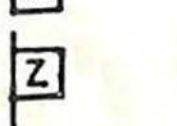
" N°8



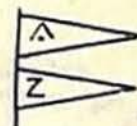
" N°9



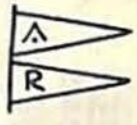
" N°10



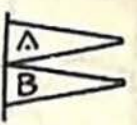
SEÑAL N°11



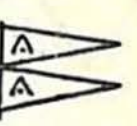
" N°12



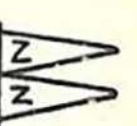
" N°13



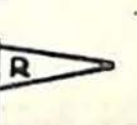
" N°14



" N°15



" N°16



" N°17



" N°18

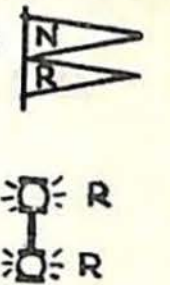
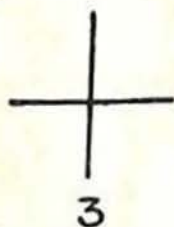
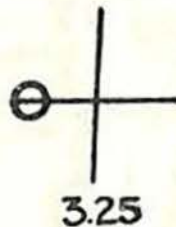


FIG. N°276-A



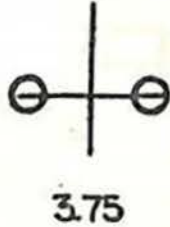
3



3.25



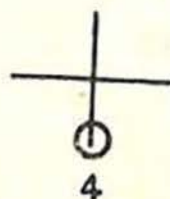
3.50



3.75



5



4



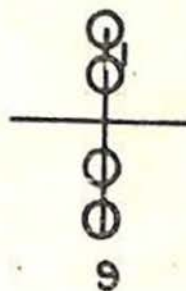
6



7



8



9

FIG. N°277

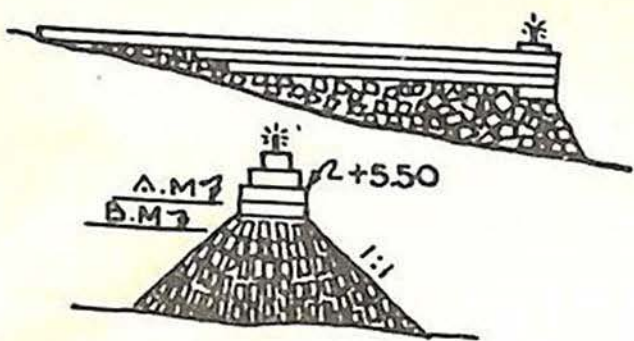


FIG. N° 284

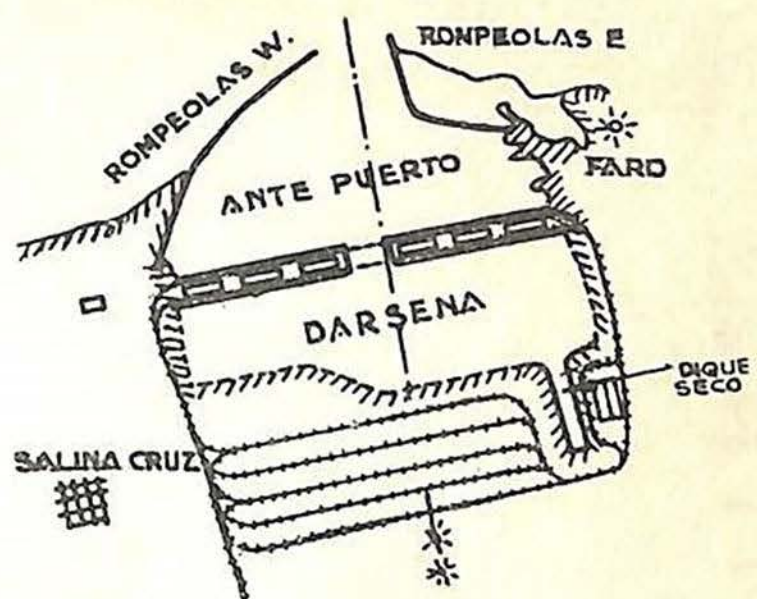


FIG. N° 284-A

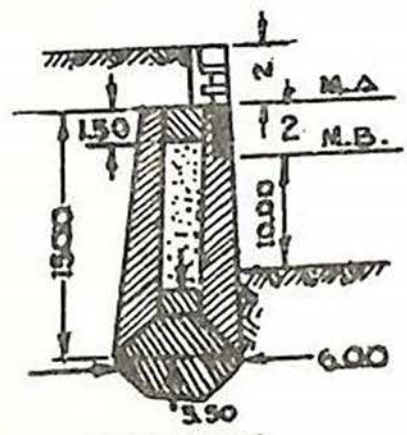


FIG. N° 285



FIG. N° 286

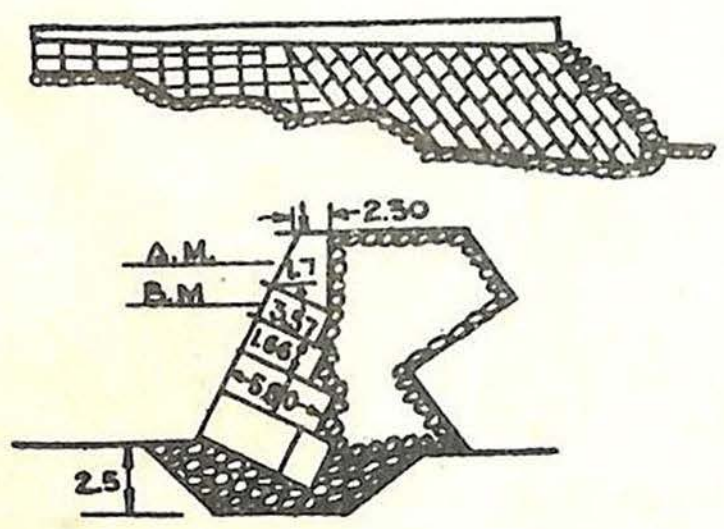


FIG. N° 287

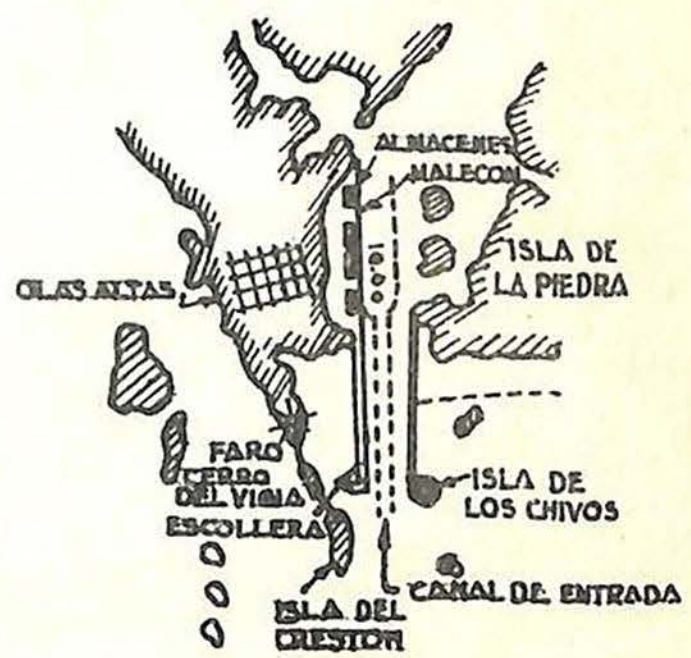


FIG. N° 288