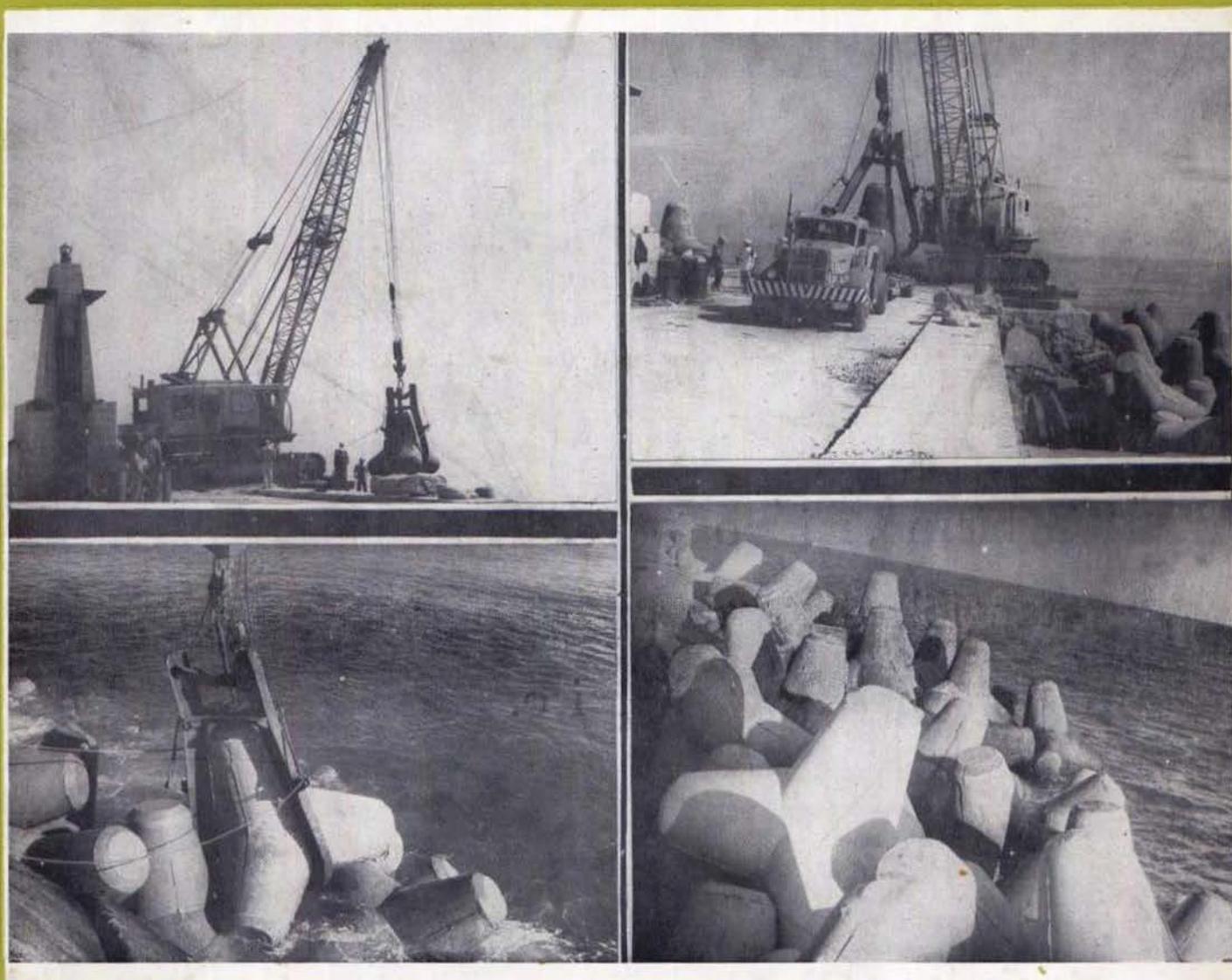


REVISTA  
TECNICA

# OBRAS MARITIMAS

PUBLICACION MENSUAL ESPECIALIZADA



Núms. 37 y 38  
NOVIEMBRE-DICIEMBRE  
1959  
Año IV

constructora  
**O M S A**  
**S. A.**

Cordialmente saludamos al C. Presidente  
de la República Lic.

**ADOLFO LOPEZ MATEOS**

y le felicitamos con motivo de su primer año de  
Gobierno, mismo que se ha traducido en un  
tangibile deseo de progreso y bienestar, de  
México.



Av. Cuauhtémoc 130-501

Tels. 12-47-76 y 10-05-40

MEXICO, D. F.

REVISTA  
TECNICA

# OBRAS MARITIMAS

Publicación Mensual Especializada.

Autorizada como Correspondencia de 2a. Clase en la Administración de Correos Número Uno, con registro 23384 del 21 de agosto de 1956.

OFICINAS GENERALES

Callejón de la Igualdad 13 - 1

Apartado Postal No. 2671

Teléfono 18-59-89

NUMS. 37 y 38

Noviembre-Diciembre 1959

AÑO IV

*Director General*  
Ing. ROBERTO MENDOZA FRANCO  
*Gerente*  
Ing. FRANCISCO RÍOS CANO  
*Administrador*  
ALBERTO CARRANZA MENDOZA  
*Jefe de Redacción*  
Ing. ROBERTO BUSTAMANTE AHUMADA

*Publicidad*  
Ing. PABLO SANDOVAL MACEDO  
JORGE ZERMEÑO HERRERA

*Fotografía*  
Ing. JORGE BELLOC TAMAYO  
Ing. JORGE BECERRIL NÚÑEZ

*Director de Edición*  
Prof. MIGUEL HUERTA GONZÁLEZ

*Asesor Jurídico*  
Lic. JUAN LAGOS OROPEZA

*Gerente fundador*  
Ing. JOSÉ SÁNCHEZ MEJORADA

## CUERPO DE REDACTORES

Ing. Francisco J. Berzunza V.  
Ing. Manuel Coria Treviño  
Ing. Humberto Cos Maldonado  
Ing. Manuel Díaz Marta  
Ing. Julio Dueso Landaida  
Lic. Julieta García Olivera  
Ing. Luis Hernández Aguilar  
Ing. Alfredo Manly Mc. Aadoo  
Dr. José A. Merino y Coronado  
Ing. Daniel Ocampo Singüenza  
Ing. Sadot Ocampo  
Ing. Héctor Manuel Paz Puglia  
Ing. Melchor Rodríguez Caballero  
Ing. Samuel Ruiz  
Lic. Marco Antonio Rodríguez Macedo

## COLABORADORES

Ing. Pedro Castellanos López  
Ing. Félix Colinas Villoslada  
Ing. Angel Chong Reneau  
Ing. Fernando Dublán Carranza  
Ing. Alberto J. Flores  
Ing. Luis Huerta Carrillo  
Ing. Héctor Jiménez Cházaro  
Ing. José Alfonso Marín  
Ing. Alberto J. Pawling, Jr.  
Ing. Ricardo Palacios Molinet  
Ing. Jesús Sánchez Hernández  
Ing. Eugenio Urtusástegui

## REPRESENTANTES

En Munich, Alemania  
Ing. Jorge Fleischmann B.  
En Habana, Cuba  
Domingo González Oviedo  
En Centro América  
Ing. Rogelio Pardo

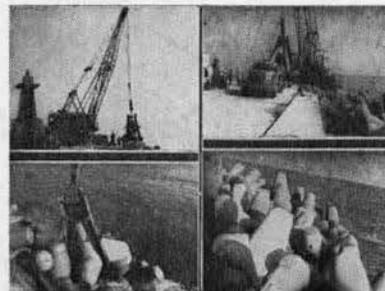
Precio por ejemplar ..... \$ 5.00  
Suscripción anual ..... „ 50.00

Impresa en los Talleres de IMPRENTA Y  
OFFSET "POLICROMIA", por Editorial  
"OBRAS MARÍTIMAS", S. DE R. L. Céd.  
Emp. 22310 Socio de la H. Cámara Na-  
cional de Comercio de la Ciudad de  
México con credencial No. 14505.

## Sumario:

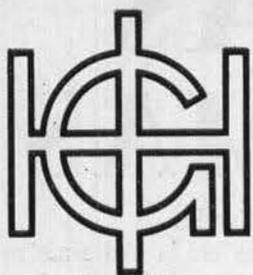
CARACTER GENERAL DE LAS CORRIENTES MARITIMAS. Por J.W. Johnson y R.L. Wiegel .....	4
ESTUDIO SOBRE DUQUES DE ALBA. Por el Ing. Rubén Alvarez Tostado .....	14
INTRODUCCION A LA PLANEACION REGIONAL. Por el Ing. Sergio de la Peña .....	23
PRESION DE LAS OLAS ROMPIENTES SOBRE ESTRUCTURAS MARITIMAS CON PAREDES VERTICALES. Por E. Plakida. (Traducción del Ing. Héctor M. Paz Puglia) .....	31
SECCION DE PUERTOS LIBRES: ¿QUE ES UN PUERTO LIBRE? A cargo del Ing. Jesús Sánchez Hernández .....	33
ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LA BANDA ESTE DEL MUELLE-PATIO DE GUAYMAS, SON. (Continuación). Por el Ing. Samuel Ruiz García .....	37
NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA EL ESTUDIO, PROYECTO Y EJECUCION DE OBRAS PORTUARIAS, MARITIMAS Y FLUVIALES. (Continuación). Consejo Técnico Consultivo de la Secretaría de Marina .....	45
INGENIERIA DE DRAGADOS. (Continuación). Por. J. Lester Simon, B.S. T.N. C.E. (Traducción de los Ings. Roberto Mendoza Franco y Manuel Ramos Magaña) .....	53

## NUESTRA PORTADA



*Composición fotográfica, del proceso de colocación de tetrapodos de concreto, de 16 toneladas, en la protección del morro de la escollera Norte, en el puerto de Tampico, Tamaulipas. Obra que ejecuta el Gremio Unido de Alijadores del citado puerto.*

PUBLICACION MENSUAL ESPECIALIZADA

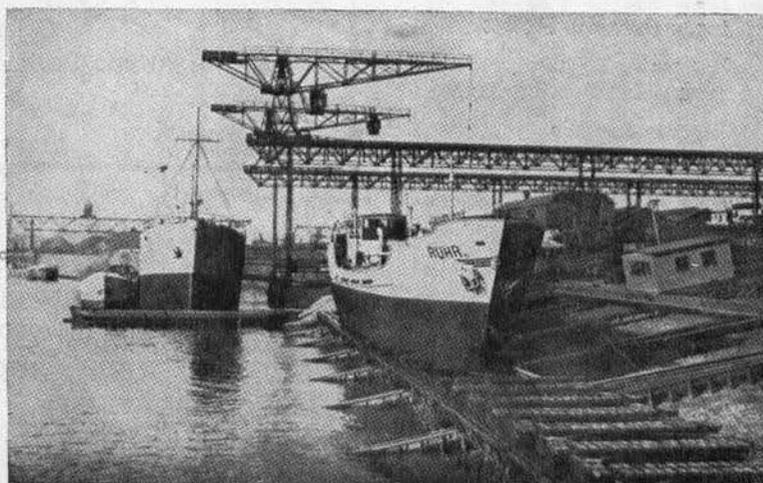


# GUTEHOFFNUNGSHÜTTE

STERKRADE A.G. — WERK WALSUM

VARADEROS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES  
PARA TODA CLASE DE EMBARCACIONES

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS  
**BACH Y DORSCH, S. A.**  
Av. Rep. del Salvador No. 31  
Tels.: 21-67-04 y 18-69-52  
Apartado 7468 México 1, D. F.



## AGENCIAS MARITIMAS DEL PACIFICO, S. A. Agentes de Vapores

Gante No. 4 Despacho 306

México, D. F.

Dirección cablegráfica en todas las oficinas:

**A M M S A**

Oficina Principal: Gante 4, México, D. F.

Sucursales en: Ensenada, B. C.

Mazatlán, Sin. - Guaymas, Son.

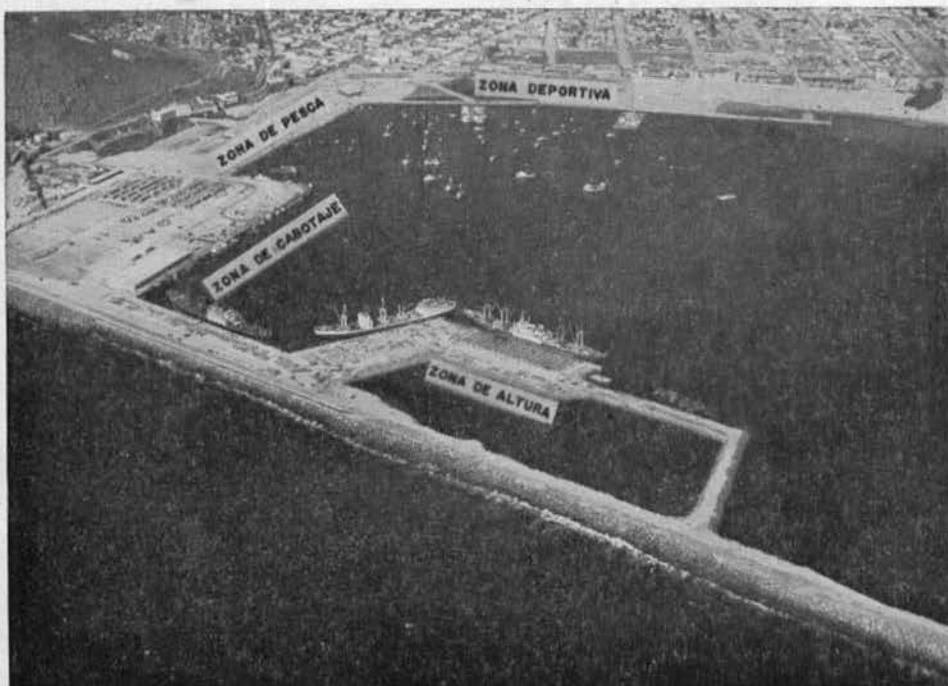
Manzanillo, Col. - Hermosillo, Son.

Acapulco, Gro. y Salina Cruz, Oax.

# OBRAS PORTUARIAS

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.

GUAYMAS, SONORA.



## OFICINAS GENERALES

Paseo de la Reforma  
122 - 6o. Piso  
Teléfono 46-52-15  
México, D. F.

DIVISION SONORA  
Apartado Postal 335  
Teléfono 1-65  
Guaymas, Sonora

DIVISION ENSENADA  
Gastélum No. 51  
Teléfonos: 4-84 y 7-27  
Ensenada, B. C.

# CHAPULTEPEC, S. A.

## INGENIEROS CONSTRUCTORES

(Antes: Clark y Mansilla, S. A.)

# CARACTER GENERAL

de las

# CORRIENTES MARITIMAS

por

J. W. JOHNSON

y

R. L. WIEGEL

## PROEMIO

*En el mes de septiembre de 1958, la Comisión de Control de Contaminación de Aguas Regionales del Estado de California, E.E. U.U., publicó un estudio sobre corrientes marítimas titulado INVESTIGATION OF CURRENT MEASUREMENT IN ESTUARINE AND COASTAL WATERS, hecho por el ingeniero civil J. W. Johnson, profesor de Ingeniería Hidráulica de la Universidad de California y por el señor R. L. Wiegel.*

*Hemos considerado que este estudio tiene mucha importancia para las personas e ingenieros dedicados a los problemas marítimos, por lo que a partir de este número de la Revista, se iniciará la publicación del estudio mencionado, previo permiso del ingeniero J. W. Johnson, quien gentilmente ha dado su autorización para la reproducción.*

## INTRODUCCION

En la planeación, diseño, operación y mantenimiento de los trabajos de ingeniería de la costa, el Ingeniero debe disponer de ciertas informaciones básicas para ayudarse en sus diferentes decisiones. Un ejemplo importante de esos trabajos costeros es el desagüe submarino que se usa prácticamente en todas las ciudades costeras para desalojar las aguas negras. En el Estado de California de los EE. UU. de Norteamérica solamente, más de 125 comunidades vierten sus aguas negras, y desperdicios en algunos casos, por medio de desagües submarinos.

La Comisión de Control de Contaminación de Aguas Regionales del Estado de California es responsable del control de contaminación de todas las aguas del Estado, incluyendo aguas costeras y de esteros. Con esta responsabilidad e igualmente con el reconocimiento de una mayor necesidad de información sobre aspectos técnicos y económicos para disponer de las aguas negras y desperdicios por medio de desagües submarinos, la Comisión para el Control de la Contaminación de Aguas del Estado, en el año de 1955 autorizó a A. E. Pearson, Ingeniero Sanitario Consultor, para dirigir un proyecto exploratorio sobre este problema. El resultado de este estudio fué el reportaje, "Una Investigación de la Eficacia del Desagüe Submarino para Aguas Negras

y Desperdicios", que está en la Publicación N° 14 de la Comisión de Control. Este reportaje cubrió con gran detalle factores tales como (a) fisiografía del desagüe submarino, (b) criterio de la salud pública, (c) viabilidad de la bacteria de aguas negras en agua de mar, (d) sobrevivencia de las bacterias de enfermedades entéricas y organismos indicadores en crustáceos, (e) efecto en la fauna marina, (f) mecánica de dispersión, (g) factores oceanográficos, (h) construcción, (i) operación y mantenimiento, (j) consideraciones para disponer de desperdicios, (k) consideraciones para diseño especial, y (l) conclusiones y recomendaciones.

Una de las conclusiones de este estudio hecho por el Dr. Pearson y sus asociados fué:

El problema de más grande importancia práctica en el diseño racional de una instalación submarina de desagüe se refiere a orientar y resolver adecuadamente el sistema de circulación en el área cerca de la playa y en la proximidad al sitio de desagüe. Se necesita información mayor y más precisa de la que se dispone actualmente, referente a las velocidades horizontal y vertical características del sistema vecino a la playa, no únicamente en un solo punto sino preferentemente en varios puntos del área. Se necesitan las medidas.

no únicamente en o cerca de la superficie, sino también simultáneamente a varias profundidades. Si se toman datos de esta clase durante suficientes intervalos de tiempo, esto permitirá resolver el sistema circulatorio, e igualmente permitirá hacer una separación parcial de las corrientes de marea y de las que no son producidas por esta causa.

Con este reconocimiento de la importancia de los patrones actuales en aguas costeras y de esteros, para la disposición de desagües submarinos, la Comisión de Control de Contaminación de Aguas del Estado entró en tratos con J. W. Johnson el 15 de marzo de 1958, y autorizó una investigación, cuyo objetivo era analizar y evaluar los potentes sistemas existentes para medir las corrientes en aguas costeras y de esteros, pues tales corrientes tienen relación con el movimiento, transporte y dispersión de la descarga de aguas negras. Este objetivo intentaba llevar a la formulación de recomendaciones para la aplicación o desarrollo de equipo continuo o semi-continuo para registrar la fuerza de las corrientes y medir las direcciones de ellas a múltiples profundidades.

#### Alcance de la Investigación

Los aspectos específicos de la investigación según se plantean en el contrato incluían, pero no necesariamente se limitaban a, lo siguiente:

A.—Revista de Literatura correspondiente.

- (a) Medidores.
- (b) Sistemas registradores y/o de transmisión.
- (c) Datos sobre sistemas de resolución.

B.—Consideración de problemas relacionados con las formaciones de olas de vientos, de marejada y de marea.

- (a) Efecto de ola de vientos.
- (b) Efecto de marejada.
- (c) Efecto de cambios de mareas.
- (d) Efecto de otros factores tales como
  - (1) Medición de los elementos de las corrientes.
  - (2) Tipos de sistema de amarre.
  - (3) Otros.

C.—Evaluación de la función de los sistemas existentes y propuestos para conocer la dirección de corrientes con respecto a:

- (a) Condiciones de exposición.
  - (1) Profundidades.
  - (2) Olas de vientos.
  - (3) Marejadas.
  - (4) Mareas.
  - (5) Otros.
- (b) Fuerza de corrientes.
  - (1) Clase de medidas.
  - (2) Precisión.
- (c) Dirección de corrientes.
  - (1) Precisión.

Las corrientes marítimas han sido extensamente estudiadas por los oceanógrafos durante muchos años. Los primeros trabajos en este campo parece que se refieren principalmente a los grandes movimientos de masas de agua en los océanos. En años recientes, contándose con más recursos para investigar y con el invento y perfeccionamiento de los nuevos instrumentos para proseguir los estudios oceanográficos, ha sido obtenida una considerable información sobre las características de las corrientes marítimas en aguas pro-

- (d) Tiempo de registro.
  - (1) Fuerza de corrientes.
  - (2) Dirección de corrientes.
- (e) Mantenimiento.
  - (1) Atención de operaciones.
  - (2) Mecánica y/o eléctrica.

D.—Solución de datos.

- (a) Personal necesario para interpretación de datos.
- (b) Cálculo del personal necesario para conocer la variación de corrientes a cada metro de profundidad, con observaciones mensuales.

E.—Cálculo del costo.

- (a) Instrumentos básicos para medición de corrientes, \$/unidad.
- (b) Estación de atraque.
- (c) Componentes de registro y/o de transmisión y recibido.

F.—Conclusiones y recomendaciones.

G.—Preparación de un reportaje final sobre la investigación.

Este reportaje presenta los diferentes aspectos de las medidas de corrientes en aguas de la costa y esteros. La organización del reportaje consiste en una clasificación y revista de los diferentes tipos de corrientes que ocurren en tales aguas, una clasificación de métodos para detección de corrientes, una discusión en detalle del desarrollo de los instrumentos para medición y registro de corrientes, los métodos y resúmenes de datos de costo y las conclusiones y recomendaciones.

#### Procedimiento de Investigación

La primera fase de esta investigación fue un estudio bibliotecario algo detallado concerniente a medida de corrientes y problemas relacionados. Este estudio dio la información sobre los diferentes métodos, procedimientos y equipo empleado con anterioridad para medición de corrientes, y también dio noticias sobre las diferentes personas y agencias que actualmente se dedican a tales trabajos. Con esta última información disponible, se hicieron visitas personales a varias instituciones oceanográficas, laboratorios hidráulicos, etc., para discutir en detalle los diferentes aspectos de medición de corrientes. Estas visitas fueron de especial valor ya que con ellas no solamente se obtuvo información sobre las limitaciones en el uso de varios instrumentos que no siempre se mencionan en las publicaciones que describen dichos instrumentos. Tales visitas personales también fueron de gran valor para dar información sobre detalles de los procedimientos y costos, que generalmente no se pueden obtener en las publicaciones. La información obtenida tanto por la revisión de la literatura como en las entrevistas personales, se muestra en detalle en el reportaje citado.

fundas y en aguas superficiales. El examen de diversas especulaciones sobre corrientes (Sverdrup, et al., -942; Robson, 1955), indican que las corrientes oceánicas pueden ser convenientemente divididas en varios grupos (figura 1) cuyo resumen es el siguiente:

- 1) Corrientes que están relacionadas con la distribución de las densidades del agua en el mar.
- 2) Corrientes causadas por el empuje directo del viento sobre la superficie del mar.

3) Corrientes de marea y corrientes asociadas con flujos o movimientos internos (internal waves).

4) Corrientes y movimientos inducidos por la acción de gravedad de las olas superficiales, y

5) Corrientes locales causadas por la entrada de agua dulce en la desembocadura de los ríos al mar.

Un examen general de estos diversos tipos de corrientes, se expone a continuación:

## 1) CORRIENTES RELACIONADAS CON LA DIFERENCIA DE DENSIDAD DE LAS AGUAS EN LOS OCEANOS

A este tipo de corrientes pertenecen las corrientes más importantes de los océanos tales como la "Gulf Stream", la "Kuroshio", las Corrientes Ecuatoriales, etc., como se muestra en la figura 2. Estas corrientes transportan volúmenes muy grandes de agua, por ejemplo, se estima que la corriente Kuroshio tiene un gasto de 20 000 000 m<sup>3</sup>/seg (veinte millones de metros cúbicos por segundo) y que la corriente Gulf Stream fluye a través del Estrecho de Florida con un gasto de 26 000 000 m<sup>3</sup>/seg (veintiséis millones de metros cúbicos por segundo). Las trayectorias generales de estas importantes corrientes en la superficie, han sido determinadas por las observaciones hechas desde los barcos. En la zona más honda de la superficie, la velocidad y dirección de la corriente han sido determinadas con el empleo de medidores de corriente, operados desde los barcos anclados. Un ejemplo que muestra cómo pueden variar la velocidad y la dirección de una corriente, con la profundidad, en agua relativamente honda, se muestra en la figura 3 y ha sido obtenido de las observaciones de Snodgrass (1958).

El promedio trimestral de los datos sobre dirección y empuje de las corrientes, recopilado de las observaciones hechas desde los barcos a través de los años, se hace figurar en las cartas de navegación de los pilotos, que edita todos los meses la Oficina Hidrográfica de la marina de los E.E. U.U.

El carácter de este reporte no permite hacer una exposición de la teoría hidrodinámica de las grandes corrientes oceánicas. A este respecto se recomienda al lector consultar las publicaciones sobre los trabajos de: Smith (1936), Sverdrup et al (1942) y Saint-Guilly (1957) para estos informes. Es sin embargo, de interés reconocer que el flujo líquido ocurre en la dirección en la cual decrece la presión del fluido, esto es, en la dirección del gradiente (o declive) de la presión. Este declive puede ser causado por diferencia de densidad en el agua del mar y esta última puede ser a su vez originada por diferencia de temperaturas o por diferencia de salinidad, o por ambas a la vez.

Generalmente la densidad del agua del mar en la zona superficial, depende más de la temperatura que de la salinidad. De la medición de la salinidad y temperatura en distintas profundidades, de la consi-

deración de la fuerza de desviación causada por la rotación de la tierra (Fuerza de Coriolis) y de la aplicación de la teoría hidrodinámica, se ha derivado un método que se ha impuesto como el procedimiento "standard" en la oceanografía física y que permite medir las corrientes en "hojas patrón de registro". Se ha obtenido una excelente concordancia en numerosos casos, entre las corrientes medidas por este método y las corrientes observadas.

Las diversas grandes corrientes oceánicas del mundo han sido expuestas con detalle por Sverdrup et al (1942), pero el interés primordial de este reporte se concentra en las corrientes del Océano Pacífico del Norte y especialmente en la Corriente de California (Marmer 1921). La Corriente de California, que es una extensión de la Corriente Aleutiana (figura 2), es una ancha y lenta corriente que se mueve hacia el sudeste con un gasto total cercano a 10 000 000 m<sup>3</sup>/seg (diez millones de metros cúbicos por segundo), sin alcanzar grandes velocidades, excepto dentro de los remolinos locales. Un concepto sobre la anchura de esta corriente y sobre los efectos que la configuración del fondo submarino causan al movimiento se puede obtener de la figura 4, que muestra la trayectoria de "drogues" (anclas flotantes), las cuales son localizadas en su curso por medio del radar durante varios días (Jennings y Schwartzlove, 1958). El efecto de división de trayectorias observado en la corriente se debe indudablemente a la presencia del Davidson Sea Mount (Montaña marina Davidson), aun cuando la cima de esta obstrucción submarina está a una profundidad de más de 700 fathoms (1 280 metros).

La Corriente de California a lo largo de la costa de California, se dirige hacia el Sur durante la mayor parte del año (Reid et al, 1958), pero en Invierno, desde mediados de noviembre hasta mediados de febrero, aparece un flujo cercano a la orilla, dirigido hacia el Norte, llamado "Corriente Davidson" (Sverdrup, et al, 1942). Este intervalo de tiempo es llamado "el período de la Corriente de Davidson". El agua de esta corriente costera tiene una temperatura relativamente alta y uniforme desde la superficie hasta una profundidad cercana a 80 pies (24.4 mts.). Hacia fines de febrero, la corriente de California nuevamente se extiende hasta la costa y bajo la acción de los vientos Noreste predominantes, ocurren ciertas modificaciones en la corriente que se tratan en la siguiente sección relativa al efecto de los empujes del viento.

## 2) CORRIENTES CAUSADAS POR EL EMPUJE DEL VIENTO

El efecto del viento al soplar sobre el océano equivale a ejercer una fuerza sobre la superficie del agua (que causa un ligero empuje del viento . . . .). El movimiento del agua motivado por el empuje del viento tiende a su vez a alterar la distribución de la

densidad, lo cual conduce a la generación de las corrientes correspondientes.

Ekman (1902) examinó teóricamente el problema del empuje del viento (aguas profundas) obrando sobre las áreas superficiales de mares profundos, considerando únicamente las fuerzas de fricción y las fuerzas de desviación originadas por la rotación de la tierra (fuerzas de Coriolis) y suponiendo constante la viscosidad en el remanso causado por el viento, concluye que en el Hemisferio Norte, el empuje resultante del viento en la superficie y de la fuerza de desviación citada, obra en una dirección a

45° a la derecha de la dirección del viento. Para puntos situados abajo de la superficie, la velocidad de la corriente disminuye con la profundidad y también hay variaciones en la dirección. La representación esquemática hecha por Ekman para una corriente debida al viento, se muestra en la figura 5, donde se hacen figurar la disminución de velocidad y el cambio de dirección, a intervalos regulares de profundidad. Proyectados en un plano horizontal los puntos finales de los vectores forman una espiral logarítmica, comúnmente llamada la "Espiral de Ekman". El valor promedio de la deflección superficial en una corriente

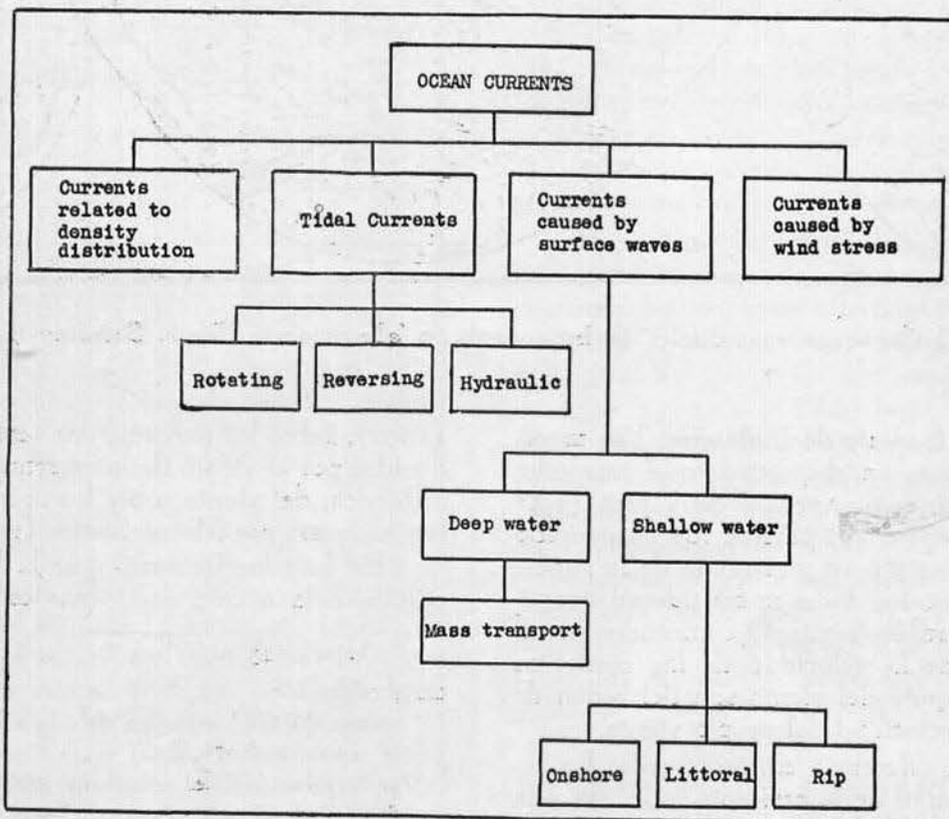


FIGURA 1.—Clasificación de corrientes oceánicas.

causada por el viento, con respecto al viento mismo, ha sido medida por Krummel (1911), Bowden (1953) y otros y se ha considerado que el resultado de estas mediciones difiere muy poco del valor teórico de 45° propuesto por Ekman (1902); sin embargo, se han hecho relativamente pocas mediciones sistemáticas de las corrientes marinas motivadas por el viento. El estudio más comprensivo se debe a Stommel (1954) en el cual las medidas de estas corrientes fueron hechas con intervalos de varios meses en la vecindad de las Islas Bermudas. Se encontró que la velocidad superficial de las corrientes inducidas por el viento eran del orden de 1/20 a 1/30 de la velocidad del propio viento. La dirección de la (deriva o corriente) varió considerablemente (algunos grandes remolinos probablemente jugaron un papel importante en esta variación); sin embargo, generalmente la direc-

ción de la corriente tuvo una desviación entre 30° y 60° a la derecha de la dirección del viento.

No es posible determinar partiendo de las investigaciones de Stommel, la distribución (variación) de la velocidad con la profundidad. Las medidas de velocidad fueron hechas con el empleo de una balsa (raft) sumergida cuyo empuje fue controlado por una ancla flotante (drogue) suspendida a profundidades que variaron entre 120 y 550 pies (37 y 162 mts) de manera que las velocidades superficiales reportadas por el (Stommel) se referían en realidad a cualquier corriente existente a la profundidad de la "drogue". Las mediciones de las corrientes fueron hechas a unos pocos pies bajo la superficie.

Carruthers, et al (1951) reporta medidas del empuje del viento hechas en el (North Goodwen Light

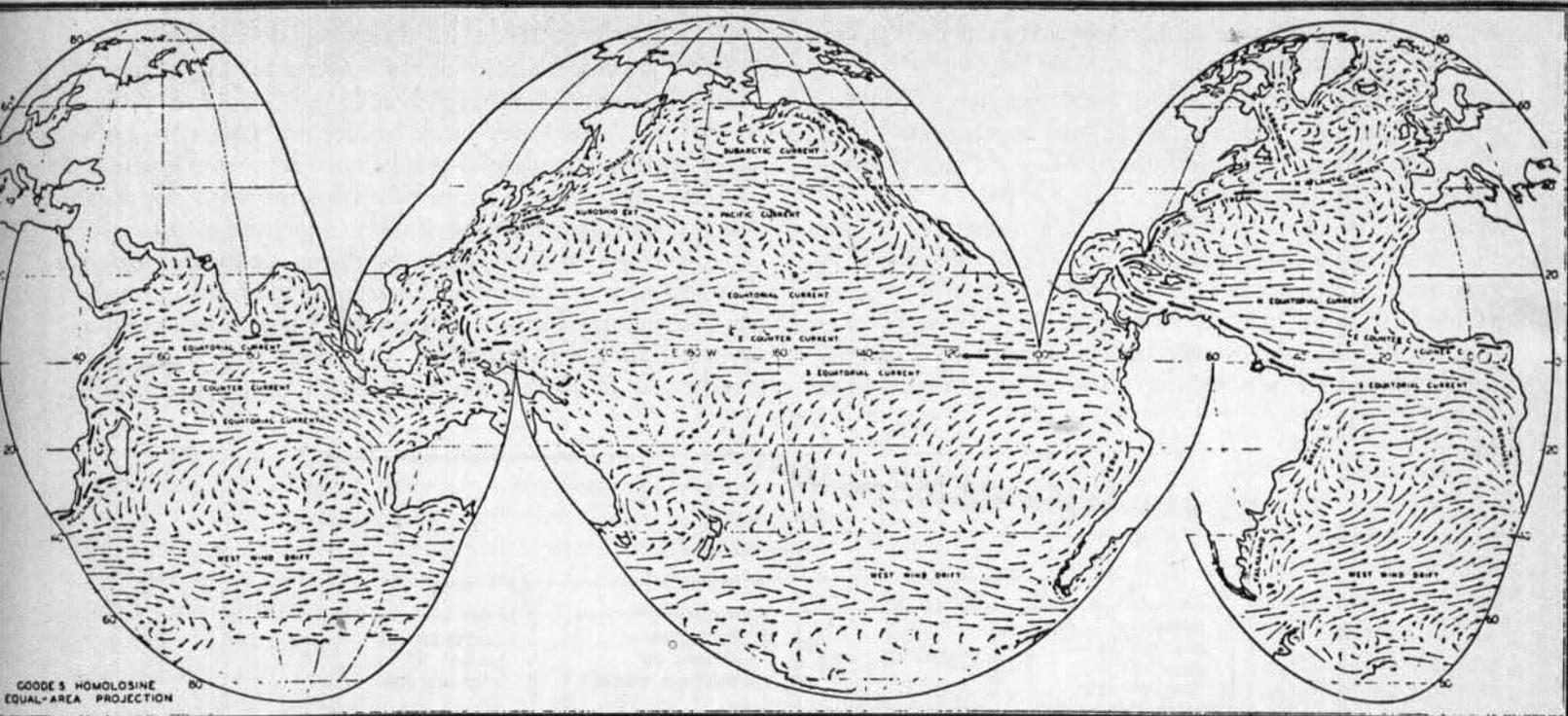


FIGURA 2 Corrientes superficiales de los océanos en febrero-marzo (Según Sverdrup-1942)

Vessel) en la costa Sudeste de Inglaterra. Las medidas fueron hechas con un dispositivo que promedia velocidad en una distancia vertical de 5 pies (1.51 mts), el cual (dispositivo) al parecer fue suspendido con su extremo a unos 5 ó 10 pies abajo de la superficie del mar. Aunque los datos se consideran irregulares (had considerable scatter) Canuthers et al (1951) concluye que la velocidad de las corrientes inducidas por el empuje del viento son del orden de 1/45 a 1/50 de la velocidad del propio viento.

La razón de la diferencia existente entre las relaciones de la velocidad de la corriente inducida y la velocidad del viento, obtenidas por los 2 sistemas de medición (Stomel y Carruthers), puede radicar en el hecho de que las mediciones de Stomel fueron hechas cerca de la superficie y que la velocidad de la corriente inducida por el viento decrece muy rápidamente con la profundidad, en unos pocos pies.

Es sorprendente el hecho de que casi no se han hecho mediciones de la distribución o variación de las velocidades con respecto a la profundidad, en este tipo de corrientes, en mar abierto. La razón de esta falta de mediciones (datos) aparentemente radica en la dificultad para obtener esta información. Algunos datos obtenidos por Vine et al (1954), en el área entre Cuba y Jamaica, de los cuales se puede establecer bien el empuje del viento consignan la velocidad en la zona inmediata a la superficie de 1.4 nudos, la cual disminuye a cerca de 0.2 nudos a una profundidad de 600 pies (183 mts) bajo la superficie. Otros estudios de interés de este problema en general, son las mediciones hechas por Longard y Banks

(1952), sobre los movimientos verticales del agua, inducidos por el viento de las cercanías de Halifax, y la influencia del viento sobre las mareas rotatorias como fue expuesto por Mandelbaum (1957).

En la superficie del mar la velocidad del agua debida a la acción del viento es aproximadamente:

$$V = 0.013 w / \sqrt{\sin \Phi} \dots\dots\dots (1)$$

en donde:

v = velocidad del agua debida a la acción del viento en metros/segundo.

w = velocidad del viento en metros/segundo.

$\Phi$  = Latitud.

En el Hemisferio Norte el movimiento total debido al viento tiene un ángulo de desviación a la derecha de la dirección del viento. Este movimiento depende únicamente de la fuerza del viento y de la latitud y, como se ha expuesto, puede desarrollarse solamente en mar abierto, en regiones donde el viento sopla con velocidad y dirección constantes, sobre áreas muy amplias. Cerca de las costas, sin embargo, ocurren ciertas modificaciones y el efecto secundario del viento resulta importante. (Ver anotaciones pág. 5). Por ejemplo, considérese un viento en el Hemisferio Norte que sopla paralelamente a la costa, estando ésta última a mano derecha de un observador que mira en la dirección en que sopla el viento (Figura 6-A). Aceptando que la densidad del agua de mar aumenta con la profundidad (en primer lugar porque la temperatura disminuye con la profundidad), el efecto directo del viento causa un transporte del agua superficial caliente y poco densa hacia la costa (Figura

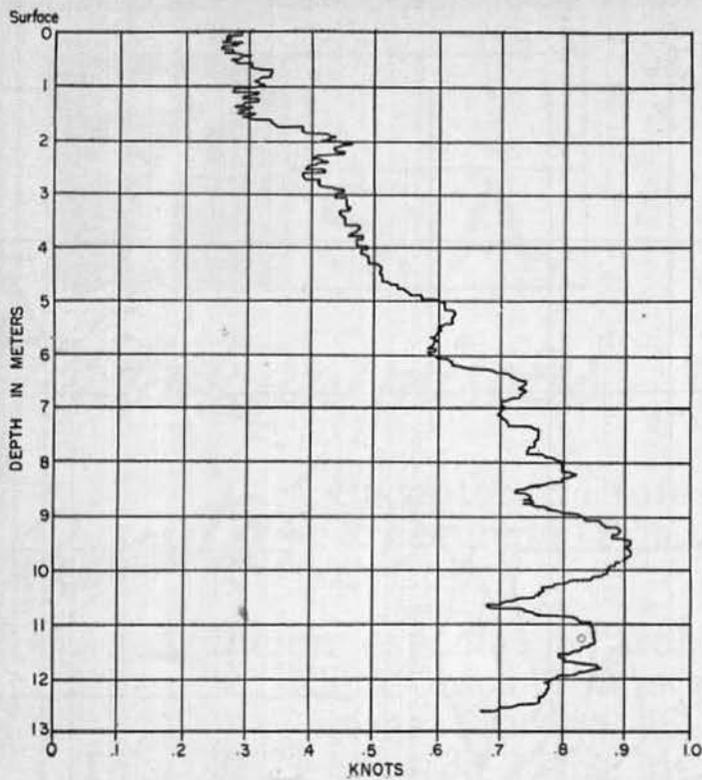


FIGURA 3.—Ejemplo de la variación de velocidad de la corriente con la profundidad. Obtenido con un medidor Snodgrass en el Océano Pacífico, en Agosto 23 de 1957 (Cortesía de J. M. Snodgrass).

6-A). Debido a que la costa representa una obstrucción a este flujo, el agua caliente y poco densa se acumula contra la costa (Figura 6-C) y a cierta distancia de la costa, el agua más densa y más fría de la subsuperficie debe subir para reemplazar a la que ha sido transportada contra la costa. La distribución de la densidad consecuentemente se altera y como un efecto secundario, se forma una corriente que fluye en la dirección del viento o paralelamente a la costa. Se puede alcanzar un estado de equilibrio (Figuras 6-b, 6-c), dependiendo de la fuerza del viento y de la rapidez con que se calienta el agua que sube a la superficie.

Si la costa está situada a la izquierda de la dirección del viento (figura 6-d), el agua superficial caliente y menos densa es transportada de la costa hacia mar adentro y es reemplazada por el agua fría y más densa de la subsuperficie (figura 6-f). Este proceso de flujo ascendente del agua es designado en inglés con el término "upwelling"; es causado por la tendencia a equilibrar la distribución de densidades alterada y da lugar a una corriente que fluye en la dirección del viento (figura 6-e). El fenómeno de flujo ascendente del agua "upwelling", como se ilustra en las figuras 6-d, 6-e y 6-f, es típico de la costa de California donde los vientos noroeste predominantes, durante el período de febrero a fines de julio, causan un desalojamiento de las capas superficiales provocando la sustitución de esta capa superficial con agua de

relativamente baja temperatura procedente de profundidades que probablemente no exceden a 1,000 pies (305 mts.). El período en el cual ocurre este fenómeno es llamado período de "upwelling" (Reit et al 1958). Los registros de temperatura superficial durante este período, muestran que en la costa las temperaturas más bajas regularmente ocurren en ciertas localidades separadas por regiones donde la temperatura superficial es más alta. La figura 7 muestra un diagrama preparado por (Sverdrup, et al 1942), de temperaturas superficiales en función de la latitud, para la costa del Pacífico, desde La Jolla, Cal., hasta la desembocadura del río Columbia.

Este diagrama evidencia el hecho de que, en regiones de intenso flujo ascendente de agua (upwelling), cerca de Puerto Arguello y en Blunts Reef, las temperaturas de primavera son más bajas que las temperaturas de invierno. En regiones donde el "upwelling" es menos intenso, las temperaturas de primavera son más altas que las de invierno.

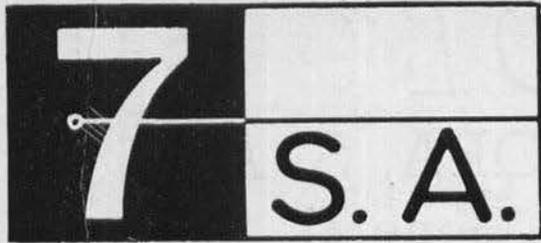
Hacia fines de verano la acción del "upwelling" cesa gradualmente y el proceso más o menos regular de corrientes fluyendo alternativamente del mar a la costa o de la costa al mar, se interrumpe y da lugar a una cantidad de remolinos irregulares que pueden llevar el agua de la costa lejos, hacia mar adentro. Otros remolinos llevan las aguas oceánicas contra la costa, en las regiones situadas entre dos centros de "upwelling". El período comprendido de fines de julio a mediados de noviembre es conocido como "período oceánico". Durante éste se desarrolla gradualmente una contracorriente en las capas superficiales, la cual se convierte en la "Corriente Davidson", durante los meses de Invierno, como se ha expuesto antes.

### (3) CORRIENTES DE MAREAS

Las fuerzas de atracción sobre las aguas, ejercidas por la Luna y el Sol causan las mareas en los océanos, las cuales a su vez originan corrientes marítimas. Estos empujes de marea, combinados con ciertas características topográficas dan lugar a tres clases de corrientes de marea:

- a) Del tipo rotatorio, ilustrado por corrientes en mar abierto y cerca de las costas;
- b) Del tipo rectilíneo o reversible, ilustrado por corrientes que ocurren en la mayor parte de las veces, en masas semicofinadas de mar, tales como en partes de la Bahía de San Francisco, Cal; y
- c) Del tipo hidráulico, ilustrado por las corrientes que ocurren en los pasos estrechos que conectan dos cuerpos de mar. A través de estos estrechos fluyen las masas de agua provocadas por las diferentes alturas de mareas en





**Sociedad  
Industrial de  
Electricidad  
Telecomunicaciones y  
Electrónica, S. A.**

*Radiotransmisores*

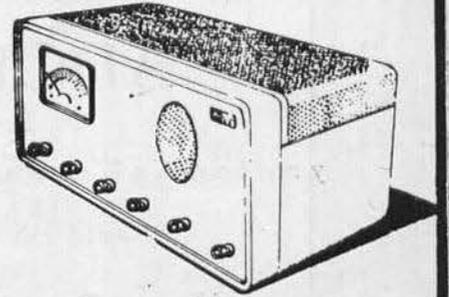
Proyectos, Fabricación, Instalación, Mantenimiento

*Presenta:* Receptores Profesionales de Frecuencia Fija, Control a Cristal

Atención especial a problemas de Electrónica Industrial

Rosas Moreno 46-A

Tels.: 35-21-87 y 35-25-62. México 4, D. F.



\*

\* \*

# ICONSA

INGENIEROS Y CONTRATISTAS, S. A.

Construcciones en General

*Saludamos respetuosamente al Sr. Presidente de la República Lic. Don*

**ADOLFO LOPEZ MATEOS**

*y le felicitamos cordialmente, por su atinada gestión gubernamental, que hoy cumple un año y que ha llevado al país sobre caminos firmes para el logro de su bienestar y progreso.*

*Diciembre 1o. de 1959.*

ING. ALBERTO FRANCO S.  
GERENTE GENERAL

Darwin No. 102  
México 5, D. F.

Teléfonos:

28-55-84, 28-55-91 y 25-20-87

# "TREBOL"

CIA. CONSTRUCTORA, S. A.

Construcciones en General

OBRAS PORTUARIAS

CAMINOS — EDIFICIOS

Respetuosamente felicitamos en su primer año de Gobierno al Señor Licenciado Don

**ADOLFO LOPEZ MATEOS**

Presidente de los Estados Unidos Mexicanos

y nos unimos a la aprobación unánime de su labor por las realidades logradas en este período

Diciembre 1o. de 1959

Ing. Francisco Rodríguez Cano — Gerente

13 de Septiembre No. 25

TACUBAYA, D. F.

Tels. 15-44-16 y 15-19-86

## GREMIO UNIDO DE ALIJADORES, S. C. DE R. L.

*Con todo respeto nos unimos al regocijo general de la ciudadanía de México,  
para felicitar calurosamente al Señor Licenciado Don*

**ADOLFO LOPEZ MATEOS**

*en el primer año de Gobierno al frente de los destinos del país, aprovechamos la  
oportunidad para poner nuestra energía, equipo y técnica para seguir adelante en  
la ardua tarea del impulso al Progreso Marítimo de México.*

*1o. de Diciembre de 1959.*

**Francisco G. Martínez**

Gerente General

Oficinas en Tampico, Tamps.

Edificio Isauro Alfaro

Oficinas en México, D. F.

Bolívar 31, Despacho 13

*La Revista Técnica "OBRAS MARITIMAS" felicita muy cordialmente a la compañía constructora*

**ICONSA**

INGENIEROS Y CONTRATISTAS, S. A.

*Con motivo del X aniversario de actividades al servicio de la construcción y progreso de México.*

*México, D. F. Diciembre de 1959.*

**Constructora "MALTA", S. A.**

Construcciones en General

**OBRAS PORTUARIAS**

*Con el respeto debido felicitamos al señor Licenciado Don*

**ADOLFO LOPEZ MATEOS**

*Presidente de los Estados Unidos Mexicanos,*

*con motivo del primer año de Gobierno en cuya gestión se ha podido constatar el firme paso de México hacia la meta más alta de progreso.*

*Diciembre 10. de 1959.*

Viaducto Miguel Alemán No. 63 Bis      Teléfono 15-35-40  
Tacubaya, D. F.

# ESTUDIO SOBRE DUQUES DE ALBA

Ing. Rubén Alvarez Tostado

## CAPÍTULO I

### 1.—ANTECEDENTES HISTORICOS

La región conocida con el nombre de Países Bajos, habitada al Norte por frisonos, francos y sajones, y al Sur por valones y flamencos; hombres dados a la vida del mar y a la industria y comercio, estaba repartida en 17 pequeños Estados casi todos autónomos, con unas 350 ciudades, muchas de ellas amuralladas y ricas como las mejores de Europa, y desde las cuales como un punto estratégico, podían los Reyes de España influir sobre todas las naciones civilizadas.

Se recordará que al morir don Felipe el Hermoso y al ser declarada la incapacidad para gobernar de su esposa doña Juana la Loca, el hijo primogénito de éstos Carlos I de España y V de Alemania, debía reunir la herencia de 4 casas europeas: la de Austria, la de Borgoña, la de Castilla y la de Aragón aparte de la herencia de Carlos el Temerario.

De sus abuelos paternos había heredado:

Los Países Bajos, Artois, Flandes y el Franco Condado; el Archiducado de Austria, Estiria, Carniola y el Tirol.

De sus abuelos maternos:

El Reino de Aragón, Cerdeña y los Reinos de Sicilia y Nápoles; el Reino de Castilla y América.

De la herencia de Carlos el Temerario que eran los Países Bajos, Flandes, Artois y el Franco Condado, región que era centro a donde confluían las riquezas de Borgoña, Inglaterra, Alemania y Francia, lo era también de todas las nuevas ideas.

En esta época el catolicismo que había perdido una mitad de Europa, trató de defenderse y opuso a la flexibilidad de las opiniones protestantes, la rígi-

da fijeza de sus dogmas, confirmados en el Concilio de Trento (1545-1563).

Además, para combatir las doctrinas protestantes se creó una orden o compañía sometida a las voluntades del Papa y que oponía al espíritu de independencia el de la absoluta obediencia; esa fue la "Compañía de Jesús", fundada por el español Ignacio de Loyola, milicia de que dispuso la Santa Sede.

Por desgracia el clero no se contentó con las armas morales. Habiendo en todos los Países Bajos sólo 3 Obispados, pues la mayor parte de sus parroquias dependían de obispos alemanes; Carlos V quiso darle prelados propios en número suficiente, y dictó leyes para reprimir la herejía. La aplicación de estas reformas fue el primer pretexto de algunos nobles flamencos, y en especial de Guillermo de Orange, príncipe de Nassau llamado el Taciturno y los condes de Egmont y Horn para rebelarse contra Felipe II sucesor de Carlos V.

En 1566 estalló la revolución, verdadero huracán iconoclasta, que a duras penas logró reprimir la gobernadora de los Países Bajos, Margarita de Parma, hermana de Felipe II.

Para dominar la revuelta Felipe II envió a Fernando Alvarez de Toledo, *Duque de Alba* uno de sus más crueles capitanes, quien de 1568 a 1572 inundó de sangre las provincias flamencas y holandesas. Instituyó inmediatamente un tribunal llamado "Consejo de los Desórdenes", y apellidado "Tribunal de Sangre" para buscar a los herejes y a los amigos de éstos. El Tribunal hizo ejecutar en un lapso de 3 meses a 1,800 personas. Perekieron en el cadalso los condes

de Egmont y Horn. Este Tribunal haciendo lujo de crueldad inventó tormentos terribles para hacer confesar a los reos, o para darles las penas de muerte más horribles, entre las cuales idearon un sistema de pilotes de madera hincados a cierta distancia de la playa y cuya parte superior sobresalía apenas de la superficie del agua. En este dispositivo y con la marea baja se ataba con ligaduras a los reos, dejando el cuerpo sumergido y la cabeza fuera de la superficie; a medida que iba subiendo dicha marea les iba cubriendo la cara totalmente hasta que morían por asfixia.

Es probable que este tipo de tormento se ideara desde tiempos remotos, pues también los normandos lo usaron cuando hacía incursiones al norte de Francia y a los Países Bajos.

De una forma o de otra estos dispositivos puestos en el mar, sirvieron más tarde para atracar o amarrar embarcaciones, siendo de máxima utilidad y bajo costo y se les dio el nombre de Duques de Alba, ya que se emplearon durante la estancia de éste en los Países Bajos.

Con el tiempo trascendió su utilidad y hoy por hoy se construyen en todo el mundo, con métodos modernísimos, y habiendo evolucionado grandemente su construcción y utilidad.

## 2.—GENERALIDADES

Se han venido observando las ventajas e importancia que tienen los Duques de Alba al tratar de obras portuarias:

Los Duques de Alba se pueden asimilar a las obras de atraque que es la forma en que desempeñan su principal función, aunque también se utilizan para el amarre, para protección de atracaderos livianos, de diques flotantes y de puentes giratorios; se usan también para alargar un muelle en terraplén, para guiar los barcos a la entrada de esclusas (Holanda y Bélgica), para proteger un canal artificial, para soportar un siniestro en los muelles, etc., etc.

En la construcción de Duques de Alba se emplean materiales diversos, desde los de madera, que son los más primitivos, pero que se siguen usando con eficacia hoy en día, hasta los de concreto y acero que son de los que se han obtenido mejores resultados.

En este tipo de construcciones se presenta gran dificultad en el cálculo, ya que se trata de macizos clavados a una gran distancia razonable de las playas y aislados, estando expuestos a los efectos del viento y de las aguas, aparte de las fuerzas ejercidas sobre éstos por el navío que atraque o amarre en ellos; razón por la cual se debe evitar tener una rigidez excesiva, principalmente cuando se trata de Duques de Alba de atraque.

Los Duques de Alba se dividen según el material de que están hechos en:

Duques de Alba de madera, de concreto y de acero.

Los Duques de Alba de madera no necesitan de un cálculo especial, sino hay que seguir determinadas especificaciones obtenidas por la experiencia para su construcción y son más o menos las siguientes, según los fines para que se empleen; pueden tener: 1.20, 1.82, 2.40, 3.65, 4.85, 7.30 m. de sección; los más grandes representan hasta 95m<sup>3</sup> de madera. En Hamburgo se han dado las siguientes reglas:

Duques de Alba de 3 a 5 pilotes para chalanes.

Duques de Alba de 12 pilotes para navíos de 10,000 toneladas.

Duques de Alba de 16 pilotes para navíos de 20,000 toneladas.

Duques de Alba de 24 pilotes para navíos de 50,000 toneladas.

Los pilotes deben tener como máximo de profundidad de hincada de 5 a 6 metros, sin contar la arcilla blanda. Deben ser más inclinados hacia la periferia que al centro hasta en 5/1 y 6/1.

Estos Duques de Alba de madera están constituidos por haces de pilotes (3 a 24) en número proporcional al esfuerzo a soportar, unidos en 2 ó 3 niveles por cinturas metálicas rígidas o flexibles (cables); cadenas colgantes permiten agarrarlos.

La construcción en madera es más elástica que la de concreto. Para el amarre se le exige una resistencia de 20 a 100 toneladas.

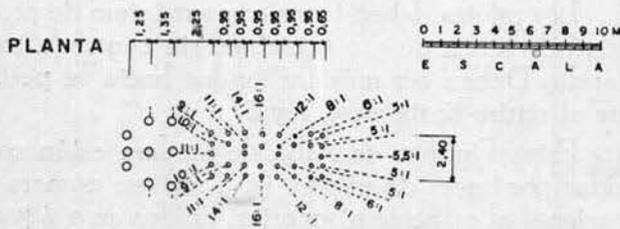
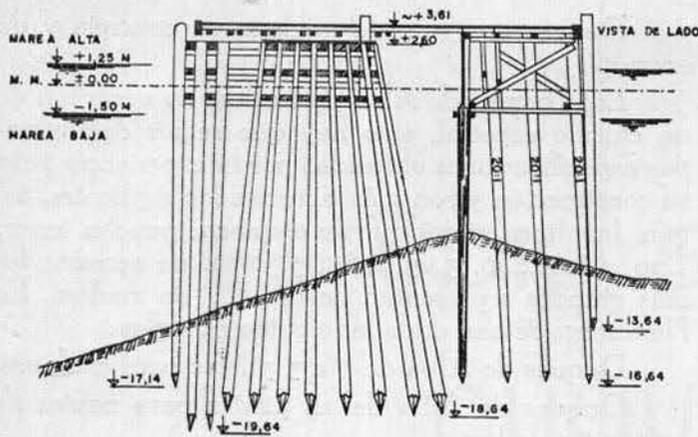
El esfuerzo de arranque se calcula en una tonelada por metro cuadrado de pilote en las capas arcillosas y una tonelada y media para arena fina.

Los de concreto están constituidos por un bloque de concreto sostenido por pilotes unidos entre sí (el bloque que representa la cabeza, se une a los pilotes por goznes especiales para darle cierta elasticidad a ésta, permaneciendo rígidos los pilotes), para obtener mayor eficacia en el atraque y amarre. Representan máxima economía comparados con un atracadero (muelle). Sobre la cabeza se colocan las defensas en la zona de anclaje que más convenga.

Los Duques de Alba de acero están constituidos por una pared de tablaestaca (red celular de perfiles metálicos) y rellena de tierra, arena, grava o combinando algunas de éstas.

Este tipo de Duques de Alba se realiza yuxtaponiendo haces de cajones de tablaestaca o bien en recintos rellenos de arena o de tierra buena. Se unen a diferentes niveles por grandes pernos o tirantes metálicos.

Ciertas obras comprenden hasta 25 cajones (caissons). Con el relleno apropiado de arena o grava se obtiene una gran masa de inercia sin perjudicar la elasticidad del sistema. La arena en contacto con el acero, forma una capa protectora que impide la destrucción prematura por la herrumbre.



DUQUES DE ALBA EN MADERA

FIG 1

En el Duque de Alba terminado, se colocan en la forma más conveniente los accesorios para el anclaje de barcos y las defensas.

Vale la pena ver, aunque sea de paso, las diferencias que presenta la repartición de tensiones de amarre centradas o excéntricas, sobre los diversos pilotes metálicos con relación a que la obra resista o no a la torsión, según el reporte del ingeniero alemán F. Müller (Reg.-Baurst. Wassvebaumt Kiel-Holtenau) que obtuvo los resultados después de varios ensayos hechos bajo su vigilancia.

En resumen, los ensayos muestran que el Duque de Alba "resistente a la torsión", conserva casi completamente su capacidad de trabajo en el caso de tensión excéntrica, mientras que en el mismo caso el Duque de Alba "no resiste a la torsión" pierde alrededor de 1/3 de su capacidad de trabajo.

La eficacia del Duque de Alba "resistente a la torsión" desde el punto de vista de la capacidad de trabajo (capacidad de absorción de la carga viva), puede ser valuada en un 50% más en relación con el Duque de Alba "no resistente a la torsión".

Los Duques de Alba con travesaños de unión, de madera muy resistente a la torsión, no aprovechan más que un 60% de su capacidad de trabajo a causa de la rigidez que crean los travesaños en el sentido longitudinal.

La superioridad del Duque de Alba "resistente a la torsión" es de 66% con relación al Duque de Alba con travesaños de madera.

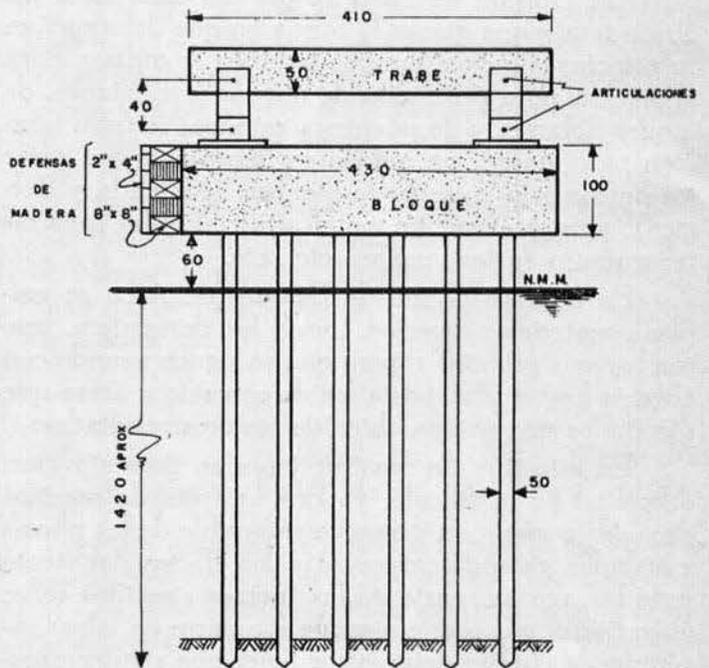
Los Duques de Alba "resistentes a la torsión" y aquellos con travesaños de madera bajo la acción de una carga excéntrica de 20 toneladas, no difieren en su deformación angular más que una pequeñísima fracción de grado. En cambio este mismo ángulo alcanza alrededor de 7 grados en un Duque de Alba "no resistente a la torsión".

El Duque de Alba "resistente a la torsión" representa un real progreso con relación al Duque de Alba "no resistente a la torsión". Este progreso es más grande todavía con relación a los Duques de Alba con travesaños de madera.

### 3.—DESCRIPCION DE LOS DIVERSOS TIPOS DE DUQUES DE ALBA Y SU UTILIDAD

PROTECCION DE MALECONES, MUELLES Y NAVIOS.—Se han aplicado en diversas partes del mundo (Hamburgo principalmente), como medios de protección de malecones y navios los siguientes dispositivos:

- a).—Pilotes de atraque.
- b).—Montantes de atraque.
- c).—Duques de Alba.
- d).—Colchones de atraque.
- e).—Amortizadores de choque (con partes móviles para la absorción de la fuerza viva y la recepción de la fuerza de impacto).



CORTE VERTICAL DE UN DUQUE DE ALBA EN ENSENADA, B.C. (ATACADERO DE PEMEX)

FIG. 2

Todos estos son medios para detener las acciones de las fuerzas (incluyendo los efectos del viento y de las corrientes), transmitidas al malecón durante el atraque de un barco o los dispositivos de amarre y defensas, cuando el navío se encuentra amarrado.

Como el caso particular que nos ocupa son los Duques de Alba, hablaremos acerca de su función para este efecto.

Por razón de economía se puede proteger un malecón con dispositivos obtenidos con Duques de Alba de 3 a 4 pilotes, distantes unos 25 ó 30 metros, alternando montantes de atraque de 8 a 10 metros, para el atraque de las embarcaciones del servicio del puerto. Los "montantes de atraque" son además indispensables para la protección de las escaleras de enganche delante del muro.

Los Duques de Alba son muy útiles y necesarios en los sitios en que se debe conservar una cierta distancia entre el barco y el paramento del muro, del malecón o muelle, para proteger los pórticos de levante; así como las grúas móviles que siempre tendrán un contacto involuntario con el barco.

En Cuxhaven, Alemania, se establecieron bajo el antiguo Steubenhöft, Duques de Alba que deben recibir los choques de los grandes paquebots que entran en el puerto, con el mínimo posible de fuerza de impacto. Además, las presiones de viento o de corrientes que ejerce el barco amarrado, se conducen al suelo después que las partes solicitadas de la obra han podido por su flexión, transmitírselas a un espolón pasivo erigido allá en el lugar del malecón.

Según el reporte de L. Descans, ingeniero principal honorario de Puentes y Calzadas de Bruselas, y de L. Kesel, ingeniero Director Técnico del puerto de Amberes, los diversos tipos de Duques de Alba y su utilidad, deben considerarse en la siguiente forma:

Sin entrar en el cálculo de los esfuerzos desarrollados por el contacto de un barco con una obra de atraque o de defensa, analizamos a continuación algunos de los dispositivos que han sido adoptados, bien para permitir a una obra resistir a un esfuerzo estático determinado (tensión de un amarre o empuje de un navío lanzado por el viento o por las corrientes), bien para permitirle absorber la fuerza viva de un abordaje en velocidad con el menor peligro de averías, tanto para la obra como para el navío. Describiremos más especialmente los dispositivos realizados en los puertos marítimos belgas.

El problema propuesto se puede subdividir en tres cuestiones relativas respectivamente, a saber:

10.—El atraque y el amarre de un navío a un malecón o a Duques de Alba dispuestos en la rada o en la dársena, tratando de inmovilizar el navío para la carga o descarga de su cargamento;

20.—La colisión accidental, pero muy frecuente entre un navío y las obras guías que jalonan un canal de anchura estrictamente limitada, o dispositivos de

defensa que protegen obras de arte, tales como puentes, cabezas de esclusas, etc.:

30.—La detención y el mantenimiento de un navío en una posición estrictamente definida, tal como la de un barco transbordador o Ferry al cual se le viene a unir una pasarela, por la cual los vagones del ferrocarril, los camiones o los autos cargados sobre el puente del navío pueden ganar los terraplenes del puerto.

### 1.—"ATRAQUE Y AMARRE DE UN NAVIO A UN MUELLE O A UN PUNTO FIJO DE CARGA"

Los antiguos malecones eran frecuentemente construcciones macizas resistiendo por su peso solamente, a las diversas acciones que los soliciten, comprendiendo por una parte los empujes de los rellenos del terraplén aumentados por las cargas de las vías férreas y de los caminos de rodamiento de las grúas; y, por otra parte, las acciones que resultan del atraque y del mantenimiento de los navíos, según que se trate de una toma de contacto más o menos brutal o de una tensión sobre un órgano de amarre sólidamente anclada a las mamposterías del muro.

Desde hace tiempo, la construcción de muros sobre pilas se ha desarrollado ampliamente. Entre las pilas, el empuje de las tierras no actúa más que sobre una obra de altura reducida, establecida en el vértice de un talud de enrocamiento que cubre un viaducto de bóvedas o de viguerías de concreto. Las pilas del viaducto soportan las cargas verticales de una parte del terraplén y experimenta los efectos de los esfuerzos de atraque y de amarre. Llevando todavía un poco más lejos la "especialización" de las partes del muro y su adaptación a una sollicitación especial bien definida, se llega a obras formadas de tres partes completamente independientes la una de la otra: un dispositivo de sostenimiento de tierras, una estacada llevando la vía de rodamiento de las grúas y Duques de Alba aislados, sólo expuestos a los esfuerzos de atraque y de amarre.

En las regiones especializadas de los puertos, se encuentran puestos de atraque reservados a los *Petroleros* o Pier (muelle largo normales a la orilla), reservados al servicio de los elevadores rodantes de granos. Estos puestos comprenden en el límite de aguas profundas de la dársena, pilas llevando bitas y dispositivos de atraque, reunidas por un tablero y ligados a la orilla por una o varias pasarelas. La Figura 4 muestra por ejemplo, en cortes verticales y en planta, uno de los puestos de atraque de la nueva dársena petrolera en el puerto de Amberes.

Se puede decir que, en general, en los malecones o puestos de atraque modernos, los esfuerzos que resultan del contacto de un navío son concentrados sobre partes especiales de la obra que constituyen de

hecho, Duques de Alba independientes, simplemente accesibles por el tablero del malecón.

Cuando está sometido a la tracción de una amarra, un Duque de Alba debe resistir sin una deformación demasiado grande a esfuerzo estático del orden del 60 a 100 toneladas, para el servicio de navíos de 10,000 a 15,000 toneladas.

Cuando es abordado más o menos brutalmente, un Duque de Alba debe absorber una cierta fuerza viva sin desarrollar una fuerza de impacto demasiado grande, susceptible de causar averías al navío. La pequeñez relativa de esta fuerza de impacto exige una deformación relativamente grande, para dar el trabajo necesario para frenar al navío que aborda.

Los dos géneros de resistencia descritos antes, no pueden encontrarse reunidos en una sola obra. Los Duques de Alba deben ser clasificados en dos tipos bien distintos:

10.—El Duque de Alba "de amarre", muy resistente a los esfuerzos estáticos y relativamente poco flexible;

20.—El Duque de Alba "de choque", capaz de absorber una fuerza viva importante flexándose notablemente bajo un esfuerzo bastante moderado.

habría resistido el mismo choque más que flexándose bajo un esfuerzo de 215 toneladas, después de una deformación de 21 cms. solamente.

La condición de resistencia a esfuerzos de amarre es primordial para un muro de malecón. Las grandes deformaciones no son aquí ya compatibles con la buena estabilidad del Duque de Alba en enlaces con el tablero del muelle. Son pues Duques de Alba relativamente rígidos los que se incorporan en un puesto de atraque. El amortiguamiento de la fuerza viva en un atraque brutal, será asegurado por el aplastamiento de montantes de atraque o mejor, por uno u otro de los múltiples amortiguadores de resortes o de frenos hidráulicos que se han probado sobre diversas obras con resultados satisfactorios.

No citaremos sino como recordatorio, los Duques de Alba de madera, cuya vida es corta y además presentan el inconveniente de estarse reparando frecuentemente y los Duques de Alba de pilotes y vigas de concreto, que se fisuran muy fácilmente y cuyas reparaciones siempre difíciles son a menudo imperfectas.

Un macizo de concreto bien cimentado sobre el suelo, puede constituir un Duque de Alba "de ama-

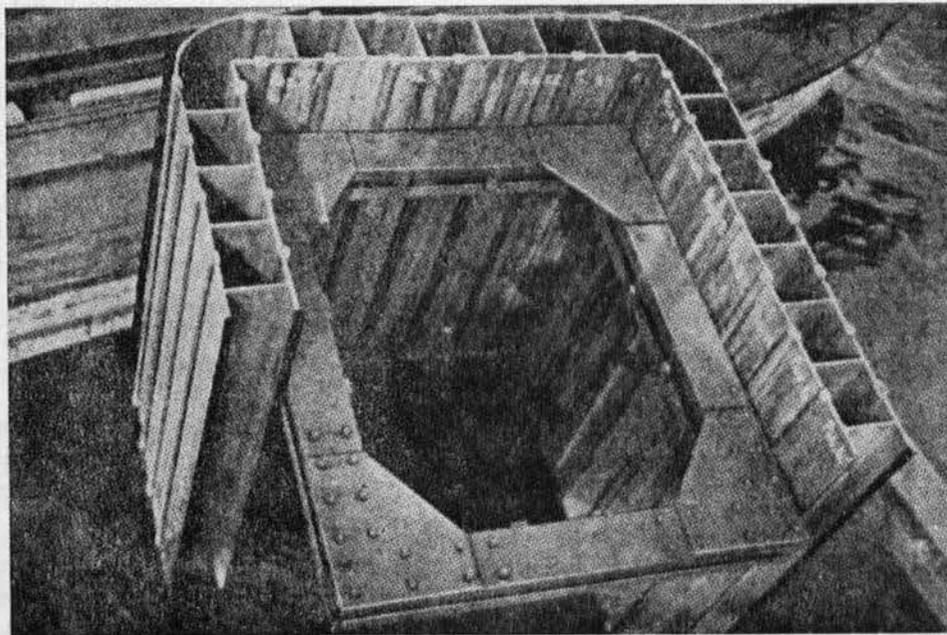


FIGURA 3.—Un Duque de Alba en construcción, hecho en tablaestacas metálicas PEINE.

Los estudios comparativos relativos a las condiciones de atraque de un navío de 5,000 toneladas, abordando un Duque de Alba de frente, a la velocidad de 0.30 m/seg., nos han mostrado que un Duque de Alba de tipo flexible "de choque", podía absorber la fuerza viva correspondiente de 23 toneladas metros, deformándose 87.5 cms. sin que la fuerza de impacto pase de un máximo de 51 toneladas. Por el contrario, un Duque de Alba del tipo rígido de "amarre", no

re", tal es el caso, sobre todo de las pilas, en los puestos de atraque de la dársena petrolera de Amberes (Fig. 4). Estas pilas están constituidas por macizos de concreto, con una sección aproximada de 11.00 x 4.75 metros y una altura de 15.75 metros y cuya cabeza o tope está a una distancia de 1.50 metros de su cara superior, encontrándose ella misma a 2 metros por encima del nivel normal del agua, el Duque de Alba está revestido de un encofrado, constituido por

tablaestacas metálicas Belval de tipo BZ-IPR de una longitud total de 18.50 metros, de los cuales 6.25 metros son de hinca. La colocación del concreto en obra se hace por la parte de abajo del agua en el cofre por medio del procedimiento "col crete".

Tales macizos de hormigón no ofrecen más que una débil resistencia a las acciones dinámicas. Deben necesariamente ser protegidas por defensas o amortiguadores eficaces (1).

Se puede, sin intervención del concreto, sino con ayuda de tablaestacas metálicas solamente, realizar obras más económicas y menos rígidas, capaces de una resistencia suficiente a los grandes esfuerzos estáticos de amarre.

En la Fig. 5, se muestran los cortes horizontal y vertical de una viga hueca realizada con tablaestacas metálicas, cuyo recinto rectangular, de 2.60 x 3.60 metros, está simplemente relleno de arena (2). Esta viga vertical resiste a una tensión horizontal en la bita originada por el empuje pasivo y el contraempuje de las tierras sobre las partes enterradas de la pared (3).

La viga presenta juntas verticales continuas a la derecha de cada broche de las tablaestacas. Tiende a producirse deslizamientos en ciertas partes de estas juntas bajo el efecto del esfuerzo cortante solicitante. Para asegurar la participación de toda la sección de la viga en un conjunto de trabajo a flexión, es necesario establecer sólidos cuadros de contraventeo que se opongan a todo deslizamiento relativo de una parte de la sección con respecto a la otra. En la obra de la

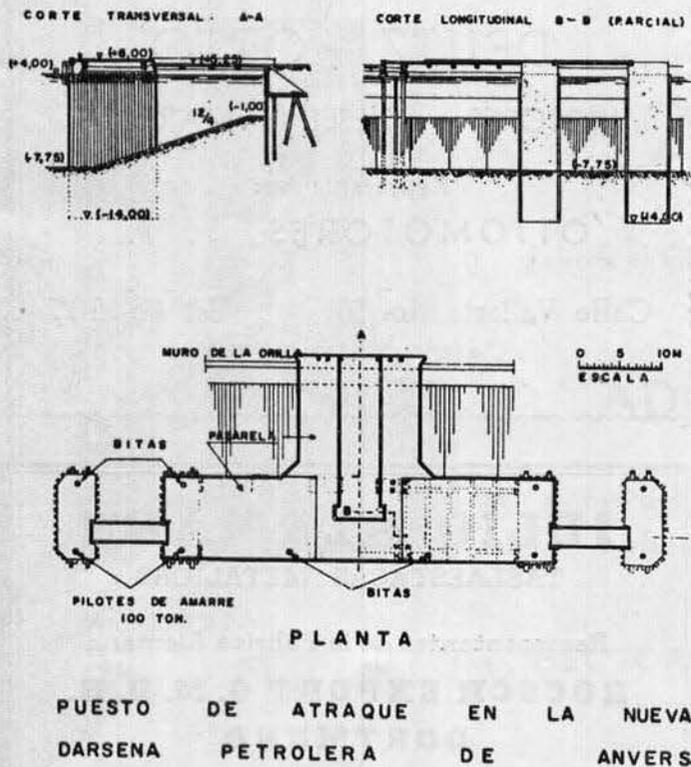
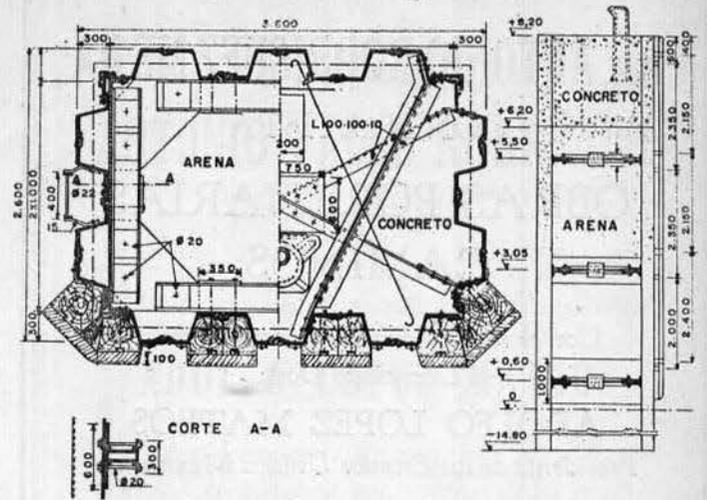


Fig. 4.



DETALLES CONSTRUCTIVOS DE UN DUQUE DE ALBA CONSTITUIDO POR 20 ELEMENTOS DE TABLAESTACAS BELVAL.

Fig. 5

Fig. 5, se han establecido 3 cuadros de los cuales el inferior al nivel más bajo posible, es particularmente solicitado.

Como sucede en los silos, el relleno de arena confinado en el recinto de las tablaestacas, solicita a éstas a flexión transversal por sus empujes.

La masa de arena constituye también una viga "de tierra" alojada en el interior de la viga metálica. El módulo del material tierra es muy débil quizá del

orden  $\frac{1}{10,000}$  con relación a la elasticidad del acero.

No obstante su sección relativamente grande, la viga "tierra" no tiene más que una rigidez despreciable con respecto a la de la viga metálica, excluyéndose, bien entendido, toda tendencia a desplazamiento en sus juntas. Los momentos aplicados a la obra no están equilibrados más que por tensiones internas de la viga metálica de sección rectangular hueca.

Las obras definidas por los cortes de la figura 5, son Duques de Alba "de amarre" y jalonan los canales de acceso a la exclusiva marítima de Zeebrugge. La fotografía de la figura 6, muestra las diversas fases de su construcción, a saber: un montaje sobre la orilla en posición horizontal, un transporte sobre pontón, una suspensión con grúa flotante seguida de la erección sobre los fondos fangosos del puerto y la hinca en las capas de arena resistente del subsuelo. Las tablaestacas utilizadas son del tipo Belval BZ-IV-N50 y tienen una longitud total de 23 metros, de los cuales 8.30 metros son de hinca.

El complejo atracadero de Ferrys en Zeebrugge (Fig. 10), lleva Duques de Alba de atraque con tablaestacas del tipo Z formando vigas huecas y rellenas de arena de 4.61 x 7.59 m.

(Continuará)

**Ing. ANTONIO RODRIGUEZ MEJIA**

CONTRATISTA

**OBRAS PORTUARIAS  
CAMINOS**

*Con el respeto debido, felicito al señor  
Licenciado Don*

**ADOLFO LOPEZ MATEOS**

*Presidente de los Estados Unidos Mexicanos,*

*con motivo del primer año de Gobierno en cuya  
gestión se ha podido constatar el firme paso de  
México hacia metas altas de Progreso.*

*Diciembre 10. de 1959.*

Oficinas Generales:

CALLE 20 No 162 Cd. VICTORIA, TAMPS.

Oficinas en México, D. F.:

V. CARRANZA No. 49

TEL. 18-18-60

**GABRIEL MILLAN RAMIREZ**

CONTRATISTA

**Felicita con todo respeto al Sr. Pre-  
sidente de la República LIC. ADOLFO  
LOPEZ MATEOS y a las Autoridades  
de la Secretaría de Marina por el  
progreso logrado en el primer año  
de Gobierno.**

México D. F. Diciembre de 1959.

**CHRISTIANI & NIELSEN  
DE MEXICO, S. A. C. V.**



**OBRAS MARITIMAS  
EN TODO EL MUNDO**

Av. F. I. Madero No. 16

Despacho 701-2-3

Teléfono 10-35-40

México, D. F.

**DEUTZ - OTTO**

**MOTORES DIESEL MARINOS**

Representantes:

**OTTOMOTORES, S. A.**

Calle Vallarta No. 9

Tel 46-51-17

MEXICO 1, D. F.

**JULIO HERMANN**

TABLAESTACAS METALICAS

Representantes de la Fábrica Alemana

**HOCSCH EXPORT G. M. B. H.**

**DORTMUND**

Córdoba 188

Tel. 28-77-75

México 7, D. F.



## Construcciones en General

Saludamos al Señor Presidente de la  
República Lic. Don

### ADOLFO LOPEZ MATEOS

con motivo de su primer año de Gobierno  
y le felicitamos por el empeño tenaz  
puesto para ll var a nuestro país  
por senderos progresistas.

Diciembre 10. de 1959.

**ING. JULIO JEFFREY**  
GERENTE

Dinamarca 60

México 6, D. F.

INGENIERO  
**ANTONIO VALLE RODRIGUEZ**  
CONTRATISTA

*Felicita respetuosamente al C. Licenciado*

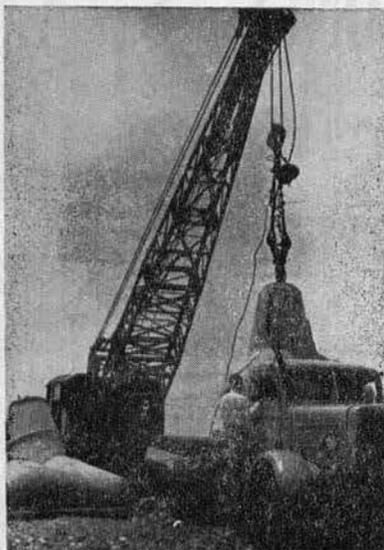
### ADOLFO LOPEZ MATEOS

*Presidente constitucional de los Estados  
Unidos Mexicanos, con motivo de su primer  
año de Gobierno mismo que ha dado un  
impulso al progreso Marítimo de México.*

*Diciembre de 1959.*



DIAZ MIRON Y MALIBRAN VERACRUZ, VER.



CONSTRUCTORA  
**AZTLAN, S. A.**

Felicita al Gobierno de la República, dignamente dirigido por el  
señor Licenciado Don

### ADOLFO LOPEZ MATEOS

con motivo del primer año de gestión gubernamental, atinada, discreta  
y efectiva para el impulso del Progreso de México.

**ING. HECTOR POINSOT REYES**  
PRESIDENTE

TLACOTALPAN No. 6-B DESP. 201

MEXICO, D. F.

TELEFONOS: 14-05-27 Y 14-10-53

C O R T E S I A  
D E  
**COMERCIAL GUIBE,**  
**S. A.**

●  
**J. BENITO GUITIAN LOPEZ**  
Gerente:

Bahía de Santa Bárbara 193  
México, D. F. Tel. 25-52-59

**GUDIÑO Y BALLESTER**  
INGENIEROS CIVILES

◆  
Se complacen en felicitar respetuosamente al Señor  
Presidente de la República Licenciado Don

**ADOLFO LOPEZ MATEOS**

con motivo del primer año de Gobierno en el que se  
realizó una labor de efectivo beneficio  
y Progreso de México

Diciembre de 1959

Félix Cuevas No. 929 Tel. 24-77-60  
México, D. F.

**CIA. GENERAL DE CONSTRUCCIONES, S. A.**  
Obras Portuarias

— FERROCARRILES — CAMINOS — CONSTRUCCIONES —

Respetuosamente felicitamos al Señor Licenciado Don

**ADOLFO LOPEZ MATEOS**

Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, con motivo  
del primer año de Gobierno, en el que demostró su tenaz esfuerzo  
para lograr el bienestar de nuestra Patria.

Diciembre 10. de 1959.

Insurgentes No. 544-302

Teléfonos: 14-62-84  
14-62-85

México, D. F.

# INTRODUCCION A LA

# PLANEACION

## REGIONAL

Ing. SERGIO DE LA PEÑA

Son muchos los trabajos de investigación científica y técnica efectuados por profesionistas mexicanos en establecimientos de enseñanza superior en el extranjero; algunos de estos trabajos son tesis presentadas para obtener el grado académico correspondiente. Hay, entre ellos, valioso material de orientación y consulta para los estudios sobre planeación y desarrollo económico e industrial que ocupan la atención del Departamento de Investigaciones Industriales del Banco de México, S. A.

Uno de dichos textos es el que se ofrece en la presente publicación, elaborado por el Ingeniero Sergio de la Peña, becario de la Administración de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas en el Institute of Social Studies, de la Haya.

Precisamente el Ingeniero de la Peña dedicó su actividad como becario al estudio de los problemas

de planeación regional en Holanda, tema sugestivo y de actualidad y trascendencia si se considera la trayectoria que sigue la economía de nuestra época. El autor describe no sólo los múltiples aspectos de la planeación regional que pudo captar en el curso de su investigación sino que hace referencia a las aportaciones que sobre el tema han hecho otros profesionistas y ofrece asimismo una bibliografía sobre la materia.

Por entender que se trata de un documento de utilidad, el Departamento de Investigaciones Industriales lo publica inspirado por el deseo de facilitar la tarea de los economistas e ingenieros a quienes tal cuestión interesa, haciendo constar, sin embargo, que las opiniones formuladas en este trabajo son de la exclusiva responsabilidad de su autor.

## I. INTRODUCCION

### 1-a. Un poco de historia.

La historia del desarrollo de la civilización muestra al hombre en su lucha por la existencia obligado siempre a planear sus actividades para sobrevivir ya sea individualmente o en comunidad (la vida colectiva está formada por la adición de las actividades individuales de sus miembros). La planeación no es una actividad nueva sino una de las maneras más antiguas de hacer efectiva la evolución humana.

Desde sus orígenes, el hombre vive sujeto a todas las vicisitudes de los elementos naturales. Así, incluso en las condiciones más elementales, el hombre se siente impelido a prever el futuro, a prevenirse para hacer frente a los cambios de las estaciones y a los fenómenos atmosféricos que los mismos llevan

consigo, así como a las emigraciones y a un sin fin de circunstancias adversas, las cuales le sirven sin embargo para recoger experiencias que cristalizan en conocimientos básicos como las nuevas herramientas y la conservación del fuego.

El control de los elementos naturales se intentó en un nivel metafísico, a través de la creación de dioses que derrotarían a dichos elementos en su mismo mundo, o sea con la misma personalidad sobrenatural de que se suponía dotados a los elementos. Algunas veces se optó por adorar directamente a éstos para apaciguar sus dañinos excesos, ayudados por sacrificios y complicadas ceremonias.

El cambio de la vida nómada a la vida agrícola necesitó años o tal vez lustros para realizar la selección de semillas. Se dice que esta actividad fue

desarrollada por una mano femenina, ya que el hombre estaba dedicado totalmente a las actividades de la caza. Con la vida agrícola, se creó una actividad en común más compleja y surgió la organización en tribus, la construcción de poblados, etc. Debido al mismo aumento de valor intrínseco de la tierra, los desastres que periódicamente fustigaban a las comunidades adquirieron mayores proporciones y se inició una labor de planeación de creciente envergadura, primero para prevenir los desastres y luego para construir estructuras protectoras. Así se erigieron las primeras defensas contra inundaciones (diques, casas sobre pilotes, etc.) y obras de irrigación (captación de agua, canales conductores, drenes, etc.). Con el antiguo método del empirismo, se sucedieron las experiencias y, con ellas, la recolección de valiosos conocimientos que servirían para aumentar la productividad de la tierra.

El aumento de la productividad de la tierra estimuló notablemente el crecimiento de la población. La domesticación de animales y la diversificación de cultivos dio una relativa facilidad para la especialización profesional. Los métodos para la edificación de viviendas se vieron influidos por el carácter permanente de los poblados, así como por el intercambio cultural que se intensificó a medida que se fueron abriendo vías de comunicación. Estas vías sirvieron básicamente como medio de dominación mercantil la cual a veces fue precedida de la dominación armada.

Desde el punto de vista de la planeación, la creación de centros urbanos significa un cambio radical. No se ha podido determinar todavía en qué momento un poblado pase a convertirse de centro rural en centro urbano. Sin embargo, se considera centro rural aquel que vive de y para la zona circundante, estando sujeto a la influencia de ésta en su economía, estructura social, arquitectura, costumbres, etc. El centro urbano es el que ejerce influencia sobre la región circundante; es auto-suficiente y su vida interna está determinada por sus actividades artesanales y por sus relaciones con otros centros urbanos.

Antes que se efectuara este cambio, las relaciones hombre-tierra tenían un carácter personal. Las buenas o malas cosechas eran resultado del cuidado y sacrificio que el campesino desarrollara, tal vez la tierra mereciera un reproche por proporcionar alguna mala cosecha, pero no por ello dejaba de ser la "madre tierra".

Con el desarrollo de los centros urbanos, el contacto directo con la tierra fue más complicado, ya que la vida dentro de un mundo de muros y calles no permitía el fácil acceso a la zona rural. Una consecuencia inmediata consistió en considerar a la tierra tan sólo como una fuente de ingresos y no como una personalidad viva. Otra consecuencia importante (y tal vez debida a la anterior) fue el surgimiento de una estratificación social, en la cual el campesino fue a ocupar los últimos lugares.

A medida que el nivel de vida mejoraba en los centros urbanos, la diferencia social entre campesinos y ciudadanos se hizo mayor. En el Imperio Romano, los ciudadanos gozaban de tratamiento especial, esto es, los habitantes de la ciudad (excepto los esclavos desde luego). Solamente en el año 212 D.C. se extendió la calidad de "ciudadano" a todos los habitantes del Imperio (excepto a los esclavos) bajo la "Constitutio Antoniniana".

En los centros urbanos florecieron las artesanías y con el aumento de población se abrieron nuevos campos al cultivo. La agricultura era esencialmente extensiva y se inició el cultivo de tierras en las colinas y faldas de montañas. Por otro lado, la demanda de madera aumentó enormemente con las necesidades de la fundición del hierro. Siendo la madera el único combustible usado, se inició un proceso de deforestación en las zonas más accesibles, lo que dio lugar a que apareciera un fenómeno que convertiría a millones de hectáreas de tierra fértil en desierto: la erosión.

El proceso de erosión es un círculo vicioso que se inicia con una falta de vegetación protectora contra agentes como el viento, el agua, la nieve que arrastran partículas de humus y de otros elementos. Con la disminución del humus, la posibilidad de germinación de las plantas se ve seriamente disminuida, con lo cual el suelo puede seguir siendo erosionado hasta llegar a convertir en infértil el terreno. Cada tipo de suelo, en combinación con las condiciones meteorológicas locales y con la topografía del terreno (drenaje, pendiente, etc.) tiene un cierto poder regenerador de su fertilidad, (contenido de fosfatos, de nitratos, actividad bacteriológica, etc.). Cuando el límite de regeneración es rebasado debido a un cultivo intenso o a una erosión determinada, se inicia un proceso de degeneración que puede llegar a exponer a la superficie a la acción de los agentes erosivos. El proceso de erosión puede ser provocado por el hombre por las siguientes causas: cultivos intensivos, no restauración de los elementos extraídos (mediante la aplicación de fertilizantes); labrado de terrenos en pendientes excesivas; arado siguiendo las pendientes en colinas, etc. La principal causa de erosión no provocada por el hombre es el fuego espontáneo que se registra en época de sequía.

Un segundo efecto de la erosión, adicional a la pérdida de suelos fértiles es la influencia en el ciclo hídrico de la región. La pérdida del humus disminuye la capacidad de retención de la humedad en el suelo y en consecuencia, la cantidad de agua infiltrada al subsuelo. Estos dos fenómenos afectan sensiblemente al ciclo hídrico y a las condiciones ecológicas de la región; ya que, por un lado, con la disminución del agua retenida se afectará el proceso de reproducción vegetal; por otro lado, se aumentará la concentración de agua de lluvia en los ríos portadores, provocando a veces crecientes de graves conse-

cuencias en las riberas, aguas abajo de la zona erosionada (disminución del tiempo de concentración); por último, siendo diferente la cantidad de agua infiltrada en el subsuelo, se afectará el nivel freático y los manantiales servidos por tal agua.

En resumen, la erosión afecta a la región en su ecología, agricultura e hidrología, teniendo como primera consecuencia la disminución de fertilidad del suelo; la segunda consecuencia, mucho más dramática, consiste en la pérdida total de la fertilidad del suelo. Como consecuencias indirectas figuran el aumento de crecientes de los ríos y la influencia en manantiales y niveles freáticos, originados incluso a gran distancia de la zona erosionada.

En la antigüedad, la erosión fue combatida mediante planeaciones a gran escala, empleándose soluciones que datan de siglos, tales como la construcción de terrazas; la restauración de la fertilidad por medio de desperdicios animales y humanos; el cultivo en contorno, etc. Sin embargo hubo muchos fracasos, como los registrados en la cuenca del río Jordán en Israel y Jordania; en el Valle de México, etc.

Las fuentes de energía que se utilizaron fueron sucesivamente: humana, animal, hidráulica y eólica. Cada una de estas fuentes tiene grandes limitaciones para su utilización en gran escala. La energía humana y animal son limitadas en capacidad y en velocidad; la energía hidráulica obliga a la localización de industrias a proximidad de la fuente; la energía eólica está sujeta a cambios estacionales y diarios.

Con la invención de la máquina de vapor se dispuso de gran cantidad de energía a bajo costo y de una cierta libertad en la localización de industrias. Con el mejoramiento de sistemas de transporte, la localización de industrias se convirtió solamente en una cuestión de costos en la que se combinan los recursos humanos (centros de población), recursos materiales (carbón, agua, materia prima) y mercados.

Las consecuencias de la revolución industrial secundada por la teoría de la "libre economía", fueron la creación de grandes zonas industriales en los suburbios de las ciudades. Estas zonas industriales absorbieron una gran cantidad de trabajadores que edificaron grandes concentraciones de viviendas en malas condiciones higiénicas. La población rural disminuyó como consecuencia de la demanda de obreros en las industrias, pero los sueldos de éstos se mantuvieron bajos con el fin de obtener un costo de producción también bajo. La explotación de niños y mujeres en industrias y minas suscitó una ola de protestas, expresión de tensión social. Las soluciones que se idearon para resolver estos nuevos problemas fueron nuevas teorías económicas y filosóficas (socialismo, comunismo), y un reconocimiento de las necesidades de planear con amplia visión.

En la actualidad, la humanidad se enfrenta a las mismas amenazas de la naturaleza que en la antigüedad, como son inundaciones, sequías, etc. que

se repiten con trágicas consecuencias. A los peligros externos se han añadido complicaciones internas, en generadoras de tensión social e individual que se reflejan en un aumento de la delincuencia, de suicidios, de perturbaciones mentales, etc. Subsisten graves problemas de alimentación en muchas áreas del mundo, abarcando desde la dieta mal balanceada hasta la más espantosa miseria. Hay áreas considerables que carecen de servicios sanitarios elementales, en donde las enfermedades endémicas y epidémicas forman parte del ambiente local. Algunos otros problemas que podría enumerar se refieren al alojamiento, al vestido, a la ignorancia, etc.

La sociedad moderna tiene un pasado histórico de civilización y de tecnología que es resultado de miles de experiencias. Sin embargo, hasta ahora se ha recurrido a la planeación parcial, tan sólo como reacción ante el desastre que ha destruido vidas y propiedades. Los esfuerzos individuales han contribuido en forma tan sólo limitada a la solución de los grandes problemas. Solamente mediante el esfuerzo combinado de las diversas comunidades nacionales se podrán llegar a prevenir tanto las amenazas internas como las externas.

El reto está en pie y la solución es: planeación.

#### 1.-b. *Formas de planeación.—Definiciones.*

La planeación se ha desarrollado en el pasado en circunstancias diversas; sin embargo, no existe una definición técnica precisa, universalmente aceptada, de "planeación". Veamos algunos de los conceptos que sobre "planeación" han expuesto diversos autores:

A. Glikson: "Planear significa una preparación mental para la acción".<sup>1</sup>

Darrel Randall: "Planeación puede definirse como la organización de esfuerzos y recursos para proporcionar un beneficio determinado a un grupo social determinado.

El beneficio puede ser simple o complejo, y el grupo beneficiado puede ser un individuo o un gran conglomerado de gente".<sup>2</sup>

S. L. Mansholt: "Planeación es parte de la actividad humana, ya sea individual o de un grupo de individuos, que fijan una meta determinada y que poseen la voluntad e inteligencia necesarias para obtenerla, esto es, la habilidad de hacer sacrificios en aras de algo que ellos consideran de mayor importancia que el sacrificio hecho".<sup>3</sup>

Analizando el acto de planear, se pueden distinguir los pasos siguientes:

a) Un deseo.—En la mente del hombre se desarrolla el deseo de encontrar solución a una situación determinada. Este deseo puede ser provocado como

<sup>1</sup> Regional planning and development, A. Glikson, Leiden 1955.

<sup>2</sup> Darrel Randall, notas de Int. Seminar on Regional planning, The Hague 1957.

<sup>3</sup> Dr. S. L. Mansholt. Ibid.

reacción ante una calamidad, ante una opresión permanente de los factores exteriores o sencillamente ante la posibilidad de una mejora.

b) Una investigación.—Se estudian las posibilidades y limitaciones que concurren para satisfacer el deseo, basándose en una investigación de los recursos y condiciones existentes.

c) Una proyección.—Se proyecta hacia las condiciones futuras, apreciando las repercusiones y ajustes que cada solución impondrá al satisfacer el deseo. La proyección será tan completa como sea posible para evitar cualquier sorpresa.

d) Una política.—Una vez determinada la mejor solución posible, se elige el medio más conveniente para aplicar dicha solución, es decir, se traza una política.

Del estudio de los pasos necesarios para planear se puede deducir una definición general: planear es el acto de proyectar hacia una futura situación, partiendo de la realidad actual y tomando en cuenta las condiciones y consecuencias de su realización, así como las contingencias que pueden surgir.

El amplio campo de la planeación se ha dividido en sectores especializados y es así como surgieron, entre otras, la planeación económica, social, industrial, urbana, regional, etc. De ellas vamos a hacer una somera descripción:

I.—Planeación económica. Algunas veces llamada planeación nacional porque, en general, los métodos y medios de planeación económica se han aplicado en una dimensión nacional por los países que iniciaron esta especialización (Rusia, Holanda, India, etc.). Se puede afirmar que en general, la finalidad de la planeación económica consiste en obtener un incremento del ingreso nacional o una regulación de la balanza de pagos. Hasta ahora, la distribución de ingresos se ha considerado como objetivo secundario, lo mismo que la eficiencia.

El proceso que se sigue para efectuar una planeación económica es esencialmente el antes descrito. Se estudia la estructura económica del país, las condiciones financieras y las relaciones intersectoriales, determinando las posibles tendencias futuras de cada uno de los sectores económicos. La proyección hacia el futuro presenta enormes dificultades, debido a la gran cantidad de elementos especulativos que intervienen. Se han ideado simplificaciones a base de correlaciones analíticas, que han permitido el uso de modelos económicos en el proceso de planeación económica, convirtiéndola en una ciencia casi exacta.

Se distinguen dos tipos de planes económicos, de acuerdo con el período de tiempo en que teóricamente se llegará a los resultados deseados. Los planes a largo plazo se han trazado con un término que varía de 5 a 10 años y su campo de acción es la macro-economía. Con los planes a corto plazo que se fijan para períodos de un año, se proporciona cierta

elasticidad a los planes a largo plazo, permitiéndoles ajustarse a las condiciones variables. Esta elasticidad es valiosa pues las reacciones económicas de los diferentes sectores no son absolutamente controlables.

Con el desarrollo de la planeación económica la sociedad ha podido controlar hasta cierto punto la economía, permitiéndole una visión racional de los efectos que puede causar la aplicación de una política económica.

II.—Planeación social. Esta forma de planeación se considera complementaria de todas las restantes. El proceso de planear es el mismo (deseo, investigación, proyección y trazo de la política a seguir). El campo de acción de planeación social es el mejoramiento de las condiciones de vida de los grupos sociales, tomando en cuenta tanto las relaciones internas del grupo como las relaciones con otros grupos sociales.

Se ha dividido el campo de la planeación en dos secciones principales que son: el desarrollo comunal (micro-planeación) y la planeación (macro-planeación).

Este último tipo de planeación se subdivide en tres secciones diferentes:

a) Socio-psicológica. Incluida en todos los demás tipos de planeación (industrial, económica, física, etc.). La finalidad de esta sección consiste en hacer accesible a la población las intenciones y objetivos de los planes de otros sectores. Con ello se trata de obtener la cooperación de los habitantes en el desarrollo del plan, así como la adaptación a los cambios que se operen.

b) Planeación socio-estructural. Es objeto de esta sección ayudar a la población a adaptarse y a crear nuevas unidades sociales, cuando las originales han sido destruidas. El caso clásico es la desintegración de la familia debido a una industrialización de la sociedad.

c) Planeación de servicios sociales. Estudia la coordinación y aplicación de medidas relacionadas con servicios sociales, tales como educación, servicios médicos, habitación, etc.

III.—Planeación física. Las palabras de A. P. Takes son: "la planeación física puede ser descrita como la actividad que se ocupa de la regulación del diseño y uso de la tierra, tomando en cuenta las reglas científicas, empíricas, y estéticas".

La actividad de planeación física se subdivide en recuperación de tierras y en mejoras de tierras, complementadas por una actividad colonizadora y otra cultural (esencialmente, parte de planeación social). La subdivisión de planeación física en recuperación de tierras y en mejoras de tierras, se ha hecho debido a que los problemas que se presentan requieren un tratamiento esencialmente diferente.

<sup>1</sup> Ch. A. P. Takes Physical Planning in connection with Land Reclamation and Development, Wageningen 1958.

-transporte (tercer elemento económico importante, con implicaciones posteriores).

IV.—Planeación industrial. Algunas veces se ha incluido la planeación industrial en la planeación física; otras en la urbanización o en la planeación regional. Lo más frecuente es que la planeación industrial se efectúe en forma independiente de los anteriores tipos de planeación citados, coordinándola en el plan económico nacional.

Se encuentran diversas clasificaciones de industrias (extractivas, transformación, etc.; ligeras, semipesadas, pesadas; etc.) Para los fines de planeación industrial se ha propuesto la división en industrias básicas e industrias externas (parte de las economías externas). En esta clasificación se tiene la ventaja de que se manejan industrias complementarias.

El proceso de planeación industrial tiene la misma secuencia que todas las formas anteriores de planeación (deseo, investigación, proyección y política). Los ingredientes que maneja la planeación industrial son:

1. Localización.
2. Producción.
3. Financiamiento.

El aspecto sencillo de estos tres elementos resulta engañoso al analizarlos. Para determinar cualquiera de ellos, se necesita consultar y combinar los otros dos (sin contar las presiones externas). En adición a lo anterior, cada elemento contiene un cierto número de incógnitas, que eventualmente pueden hacer fracasar el plan. Así por ejemplo, la localización, de acuerdo con la teoría de Weber, estará determinada por la posición de la materia prima, de la fuente de energía, del centro de mano de obra, disposición de los mercados, etc. Todo ello entrelazado por el medio de transporte (y su costo). Por otro lado, la localización puede verse influida por la necesidad de proporcionar trabajo a una cierta comunidad, en caso de que exista una desocupación (real o parcial).

La planeación industrial está complementada con la planeación social teniendo como finalidad evitar los efectos nocivos que una industrialización produce en una sociedad (desintegración familiar, creación de arrabales, fricciones sociales, etc.)

V.—Planeación urbana. En este tipo de planeación se combinan los elementos esenciales de los centros urbanos (centros de trabajo, habitación, recreación, administración, tráfico, etc.), con la finalidad de obtener la máxima eficiencia y el máximo valor estético.

VI.—Planeación regional. La novedad que presenta este tipo de planeación, consiste en que su finalidad es realizar una planeación integral teniendo como límites la región, en otras palabras, se trata de una forma de planeación que incluye eventualmente todas las formas anteriormente citadas y una coordinación de ellas.

Se define como recuperación de tierras al acto de rescatar tierras que se hallaban inundadas, bien por lagos y mares internos o de zonas adyacentes a tierra firme. Para el planeador físico este tipo de trabajo va acompañado de gran libertad en el diseño, (como es el trazo de carreteras, lotificación, localización de centros urbanos, etc.), puesto que no existen estructuras previas que limiten su iniciativa.

La mejora de tierra es, como se sabe, el conjunto de actividades humanas, encaminadas a aumentar el valor intrínseco de la tierra en forma permanente, o durante un largo período de tiempo. Ejemplos de mejora de tierras son las obras de irrigación, la construcción de medios de comunicación, la reparcelización, etc. La planeación física en el caso de mejoras de tierras presenta grandes limitaciones para el diseño, impuestas por las estructuras físicas, sociales y económicas que existen en la zona. Como ventaja se tiene que la zona presenta al planeador una indicación de las mejores soluciones que se pueden aplicar, basándose en el estudio de las estructuras tradicionales. Esta ventaja es de suma importancia para el planeador, debido a que se tiene una relativa seguridad sobre la bondad de una solución, sobre todo teniendo en cuenta que la planeación física incluye la creación de estructuras que serán definitivas o, por lo menos, de un largo período de duración. Los errores que se cometen en planeación física afectan a las generaciones posteriores con deformaciones estructurales o psico-sociales.

En planeación física no se distinguen planes a corto y a largo plazo, ya que siempre se refieren a largo plazo (en algunos casos el plazo es indefinido). El aspecto agrícola siempre está incluido dentro del campo de acción de planeación física, ya sea como elemento principal de planeación teórica agrícola, que servirá como base para una implementación privada, o como objetivo de la implementación del cuerpo planeador. El último caso es el que se presenta por necesidad en planeación física en lo que concierne a recuperación de tierras.

Las funciones de la planeación física están relacionadas con los siguientes aspectos:

1. Estructuras hidráulicas principales.
2. Lotificación y superficie de propiedades agrícolas.
3. Habitación.
4. Transporte.
5. Recreación y construcción del paisaje.
6. División administrativa.

Una última observación es que las inversiones necesarias en planeación física deben ser coordinadas por el plan económico nacional. Esto es deseable en vista de que las inversiones necesarias son altas e implican la utilización de una gran cantidad de mano de obra (dos elementos económicos importantes). El resultado de las inversiones será un aumento en el pro-

## 2. La planeación regional

### 2-a Definiciones

Según las palabras de Arthur Glikson, la planeación regional es "... el cultivo de la habitabilidad... el propósito de la planeación regional es regular las relaciones entre el hombre y los factores ambientales".<sup>5</sup> El término de "habitabilidad" se usa aquí como la integración de las condiciones externas necesarias para la supervivencia del hombre (tierra, alimento, salud, clima, etc.) y el resultado de una actividad racional del hombre (edificios, estructuras, comunicaciones, habitación, etc.) El concepto de "habitabilidad" es dinámico por definición e inalcanzable por excelencia, ya que representa un proceso evolutivo basado en deseos humanos que siempre se adelantan a la realidad.

Por definición, la planeación regional deberá ser tan amplia como sea posible. En última instancia, el campo de acción de planeación regional debe ir desde la frontera de la intimidad de la familia (como unidad mínima comunal) hasta los límites de las ciencias, todo ello considerado dentro del ámbito de la región.

Se ha escogido la región como dimensión para la planeación integral por las razones siguientes:

A) En la región se encuentran conjuntos de comunicaciones interrelacionadas que determinan un carácter particular en la sociedad;

B) La adición de tendencias y peculiaridades regionales forman el carácter nacional;

C) La región es el justo medio entre la dimensión comunal y la nacional. El hombre no pierde su personalidad frente al cuerpo planeador, cosa que sucede por necesidad en una planeación integral nacional;

D) La planeación integral comunal (o sub-regional) tendría como consecuencia (o condición) la regimentación excesiva de las actividades de la población y se caería en un paternalismo o un totalitarismo de hecho, si no de nombre;

E) Sólo basándose en la planeación regional señalada, se podrá llegar a una planeación nacional integral.

### 2-b El concepto de región

Se han desarrollado definiciones del concepto físico de "región". Para Sir Patrick Geddes (llamado "el padre de la planeación regional") la región ideal estaba constituida por la cuenca de un río debido a que coincide con casi todas las clasificaciones de región. Para E. R. G. Taylor<sup>6</sup> la región se define como "unidad de la superficie terrestre que se distingue por la posesión de alguna característica o propiedad unificadora".

<sup>5</sup> A. Glikson, *Regional planning and development*, Leiden 1955.

<sup>6</sup> E.R.G. Taylor, *Town and Country Planning*, Text Book A.P.R.R. London.

Los diferentes conceptos de región se clasifican según sea el punto de vista geográfico, administrativo, político, social, histórico y económico.

Para la geografía, el carácter unificador que define a una región puede residir en la topografía, geología, hidrología, climatología, tipo de suelos e inclusive, la arquitectura local (rural o urbana) o el tipo de industrias que se encuentran en la localidad.

Desde el punto de vista administrativo, la región puede ser diferente de la geográfica, porque la división administrativa es consecuencia de la acción del hombre, influida por intereses particulares, en tanto que la región geográfica está generalmente determinada por la naturaleza. Una región administrativa puede ser parte de una región geográfica, o puede incluir varias de ellas. El valle del Tennessee es un ejemplo característico del primer caso (su superficie se divide entre 7 estados). Una región administrativa que incluye varias regiones geográficas es el Estado de Texas.

En el aspecto político, la división en regiones es bastante más complicada (naturalmente). Existen dos clasificaciones de regiones políticas: a) Desde el punto de vista administrativo (representantes políticos, formación de cámaras y parlamentos, etc.) y b) Desde el punto de vista de tendencias políticas (norte y sur de E.E.U.U., norte de Italia, liberal, sur de Italia, monárquico, etc.)

Las regiones históricas se han formado como resultado de soberanías y dominios seculares. Algunas veces coinciden sus fronteras con las regiones geográficas debido al carácter unificador que éstas imponen en la población. El cambio de fronteras administrativas no afecta en forma inmediata a las regiones históricas (Sarre, Trieste, Berlín, etc.) pero es de esperarse que sean afectadas a largo plazo.

Desde el punto de vista social, las regiones estarán determinadas por las zonas ocupadas por una población con una característica unificadora; esta característica puede ser religión, psicología de la población, tendencias de la sociedad, comportamiento de las comunidades, relaciones inter-familiares reacción de la población ante el mundo externo, costumbres y tradiciones, cultura, lenguaje, etc.

Los diferentes puntos de vista antes descritos, determinan la existencia de regiones que difícilmente coinciden una con otra. Ello obliga al planeador regional a estudiar estos aspectos parciales, para evitar en lo posible el choque de intereses.

El aspecto histórico de la región es particularmente interesante para el planeador; tal aspecto le proporciona una base para las soluciones más eficientes. El estudio minucioso de la historia regional constituye una garantía para el triunfo del plan.

### 2-c Cualidades universales de un plan

Cada plan regional será particular y privativo de la región a que se refiera. Sin embargo, existen ciertas

cualidades que todo plan debe reunir, independientemente de la región o nación que los desarrolle. Estas cualidades universales son:

a) Realismo.—La cualidad de realismo en un plan estará determinada por la posibilidad de poderse llevar a cabo. Esta cualidad es la que distinguirá a un plan de una utopía.

Para obtener la cualidad de realismo, el plan debe basarse en las particularidades locales, especialmente en lo que se refiere a estructuras tradicionales y a tecnologías definidas de las comunidades. Por otro lado, el plan debe tener en cuenta las limitaciones para su realización (escasez de capital, presiones políticas, resistencia social, disposiciones legales, etc.) y basar en ellas el trazado de los programas de trabajo. Sin embargo, debe notarse que todo plan contendrá uno o algunos elementos especulativos.

b) Flexibilidad.—Debe ser lo suficientemente flexible con el fin de adaptarlo a la realidad cuando algunos factores se modifiquen.

c) Dinamismo.—Un plan regional no puede tener un punto final, porque en cuanto se satisfacen algunos deseos, surgen otros formando una cadena ininterrumpida. La cualidad de dinamismo se obtiene a través de una flexibilidad y de la adición constante de planes "externos".

d) Continuidad.—Para que un plan regional sea eficiente necesita tener continuidad en su elaboración, construcción y operación. El proceso de planear requiere un largo tiempo y las estructuras que elabora una vida que se cuenta por lustros. Por ello es necesario dar al plan la mayor continuidad posible.

e) Integridad.—La integridad de un plan coincide en espacio con la característica de que comprenda la totalidad de las actividades humanas de la región (economía, sociología, tecnología, etc.) En tiempo, la integridad del plan se obtiene a través de los programas de trabajo (en todos los aspectos) y del programa de prioridades de inversión.

### 3. La secuencia de planeación.

#### 3-a Pasos en proyectos de desarrollo.

El proceso que se sigue en planeación regional coincide esencialmente con la secuencia propuesta para el desarrollo integral de cuencas de ríos. Se hace referencia a la publicación de N.N.U.U. "Integrated River Basin Development", N. York 1958. En esta publicación se han descrito cuatro pasos esenciales para pasar desde la concepción del plan hasta la terminación de las construcciones necesarias. Con el fin de hacer más detallada la descripción del proceso, se establecen en el mismo los seis pasos esenciales siguientes:

a. Proposición.—La primera proposición sobre un posible plan regional puede originarse en una persona o en un grupo de personas. En realidad no es impor-

tante quién hace la proposición sino la proposición en sí. Si la proposición es lo suficientemente atractiva se pasará al siguiente paso.

b. Investigación y organización preliminar.—Se organiza un grupo reducido de expertos para efectuar una investigación preliminar. El detalle de la investigación es lo estrictamente necesario para determinar las posibilidades de la proposición, así como un presupuesto preliminar. Adelante se describe con mayor detalle este paso.

I) Decisión parlamentaria inicial. Hasta este punto, los gastos necesarios se incluyen en la entrada de "investigaciones y estadísticas". El estudio preliminar se presenta al Parlamento por los canales necesarios para obtener las autorizaciones necesarias y la aprobación del presupuesto para trazar el plan definitivo.

c. Plan detallado.—La Comisión de Planeación traza el plan detallado basándose en las investigaciones minuciosas requeridas. Los aspectos que cubren las investigaciones son los sociales, técnicos, económicos, físicos, etc., con el fin de obtener una visión de la región y poder trazar un plan integral.

El programa de trabajo, así como la determinación de las prioridades de inversión, deben trazarse para cada aspecto del plan. Con la adición de una proyección económica de estructura dinámica se dará al plan las cualidades de integridad y realismo sumamente valiosas. En otro capítulo de este trabajo se intenta una descripción más detallada de estos aspectos.

II) Decisión parlamentaria definitiva. En esta situación, se necesita una segunda y última aprobación parlamentaria la cual otorgará las facultades necesarias para el desarrollo del plan. Esta decisión comprende los siguientes aspectos esenciales:

i) Aspecto legal. Las disposiciones legales que se requieren para llevar a cabo el plan, fijándose en ellas los límites del mismo.

ii) Capital necesario. El presupuesto puede ser objetado si fuera desfavorable la situación financiera del país. Existen dos formas principales de presupuestos: a) total (la suma íntegra se entrega a la Comisión Planeadora) y b) anual, basada en estimaciones. Cada método tiene sus ventajas particulares que serán más valiosas según el caso. En el sistema de presupuesto total, existe dificultad para su rápida aprobación, ya que todo plan incluye cifras elevadas. Sin embargo, una vez aprobado, puede darse gran continuidad al plan. En el sistema de presupuestos anuales, parece fácil la aprobación inicial pero se corre el riesgo de que el contribuyente y el parlamento se cansen y transcurridos algunos años interrumpan el desarrollo del plan.

iii) Aspectos políticos y administrativos del plan. Influyen esencialmente la posición de la Comisión

Planeadora en el Gobierno, su relación con otros Ministerios y con autoridades regionales, etc. Más adelante se examina este punto.

d. Desarrollo.—En esta etapa se construyen las estructuras principales y se adoptan las medidas pertinentes del plan. Como para lograr estructuras eficientes es menester disponer de una administración centralizada y asegurar una continuidad de labores, se establece una comisión especial dotada de las debidas facultades.

e. Operación.—Durante la operación se requiere una estrecha colaboración entre la Comisión de Planeación, la de construcción, las autoridades locales, los servicios ya instituídos (extensión agrícola, brigadas sanitarias, personal educativo, etc.) y la población local. Esta última cooperación se obtiene por medio de la planeación social. Es de particular importancia el traslado de poderes y obligaciones de la comisión de Construcción a las organizaciones que operarán y conservarán las estructuras construídas. Algunas veces las estructuras son regidas por autoridades centrales o locales; otras por organizaciones comunales e inclusive se da el caso de que lo sean por empresas particulares. La decisión en este aspecto está determinada por las condiciones locales y por la tradición.

Hay que subrayar que en la descripción anterior se aceptó implícitamente que el plan regional se lleve a cabo por el gobierno central o por una empresa descentralizada. De hecho, la inmensa mayoría de los planes regionales han sido desarrollados por organizaciones gubernamentales, pero esto no quiere decir que no existan otros tipos de planes. En realidad, se puede encontrar toda una gama de organizaciones planeadoras que van desde los departamentos ministeriales planificadores hasta las empresas privadas con bases lucrativas. Existe, por ejemplo el plan de Ivrea, Italia elaborado por la empresa Olivetti por medio del movimiento "Comunitá" y con bases no lucrativas. Otro caso es el Valle de Hunter, en Australia, planeado por una empresa particular. Pero la esencia del proceso de Planeación no es distinto en el caso de que sean organizaciones gubernamentales o empresas privadas las que lo desarrollen.

La mayoría de los planeadores son partidarios del control gubernamental de la planeación. Esto se debe a un fenómeno de centralización en el que causas y efectos se confunden. Los gobiernos centrales se ven obligados a intervenir en los campos sociales y económicos, con el fin de controlar las relaciones existentes entre los sectores sociales y para proporcionar los servicios necesarios que no pueden ser satisfechos a base de esfuerzos individuales.

#### 4. El organismo planeador.

##### 4-a. Personal técnico.

El organismo planeador constará de una dirección y de personal formado por representantes de di-

ferentes disciplinas. La dirección se encargará de la coordinación del plan, de las relaciones con otros cuerpos o agencias y de los asuntos de administración interna. Es de desear que la selección del personal se efectúe con base en una competencia abierta; sin embargo, existen serias limitaciones para esto sobre todo cuando no existe suficiente número de técnicos en el país o en la región.

De acuerdo con sus diferentes disciplinas, el personal técnico se agrupa en secciones con campos de acción específicos. Es de desear que exista un espíritu de solidaridad entre las diferentes secciones con el fin de obtener un trabajo más efectivo y armonioso. No obstante, los directores del cuerpo planeador no pueden confiar en un espíritu cooperativo que se vea, en cierto modo, afectado por influencias difíciles de controlar (celos profesionales, intereses individuales, presiones políticas etc.) en todo caso se procura evitar los motivos que impidan el desarrollo de dicha cooperación, tanto al crear la administración interna como en el curso de las labores normales. A este respecto se recomienda la creación de una organización interna en la que las diferentes secciones técnicas incluídas tengan la misma jerarquía con lo cual se disminuirán las fricciones y se evitará cualquier competencia indeseable.

El programa de prioridad puede imponer una cierta preferencia temporal en alguna o algunas secciones, pero esta posición no debe ser, en forma alguna, la base para una estratificación administrativa.

Esta afirmación sólo es válida cuando se refiere al órgano de planeación en sí y a sus relaciones internas.

El de construcción o comisión supervisora necesita poderes extraordinarios (lo que implica una posición jerárquica privilegiada) debido a que el carácter de la construcción impone una centralización rígida para poder obtener una alta eficiencia y un control de las inversiones.

En un cuerpo de planeación regional estarán representadas las secciones que demanden las características regionales (determinadas con base en la investigación preliminar), para llevar a cabo el tipo de trabajos que se necesiten desarrollar. En general las secciones serán las siguientes:

i) Sección de ingeniería civil.—Las labores de esta sección comprenden el estudio de las características físicas de la región (topografía, hidrología, geología, mecánica de suelos, materiales de construcción disponibles, recursos minerales, facilidades, etc.) y a proyectar y planear las estructuras necesarias (presas, diques, canales, estaciones de bombeo, carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, puentes, etc.) Se requiere la división de la sección en varias subsecciones que lleven a cabo trabajos específicos, debido a la amplitud del campo de acción.

(Continuará)

# Presión de las Olas Rompientes

## Sobre Estructuras Marítimas

### con Paredes Verticales

POR E. PLAKIDA

*Jefe del laboratorio de oleaje del Instituto Central de Investigación Científica para el transporte fluvial y marítimo de Moscú. Miembro de la A.I.P.C.N.*

*Traducción y arreglo de Héctor M. Paz Puglia, Sección Mexicana de la A.I.P.C.N.*

Atentos a cualquier innovación en los problemas de la Ingeniería Portuaria, exponemos a continuación el método para el cálculo de los valores de la presión de las olas sobre paredes verticales, realizadas por el señor E. Plakida.

Las normas oficiales de la URSS (Gost-3255-1946) contienen las reglas a que debe sujetarse el cálculo antes mencionado. Este método de cálculo de la presión del oleaje rompiente fue recomendado por el Prof. N. Bjonnkovsky en 1940.

En 1954-55 se realizaron en Rusia en su laboratorio especial, investigaciones con el propósito de encontrar valores más precisos sobre la presión de la ola rompiente. Estas investigaciones dieron los siguientes resultados:

1) El máximo de la fuerza resultante de la presión  $R_e$  se alcanza antes que la superficie de la cresta adquiera su máximo frente a la pared vertical. Cuando se alcanza el máximo de Presión  $R_e$  la sobreelevación de la ola en frente a la pared  $Z$  es igual a la altura de la ola rompiente  $2h$ .

2) Podría admitirse que la presión de la ola cerca del fondo  $P_s$  es dos veces menor que la presión en la superficie en reposo  $P$ .

3) La presión máxima  $P$  está situada a  $\frac{1}{3}$  de la altura ( $2h$ ) de la ola, iniciándose desde el nivel de agua en reposo.

4) De acuerdo con el nuevo diagrama, la presión horizontal  $R_e$  disminuye entre un 15 - 20% y la subpresión vertical  $W_e$  disminuye un 50% comparada con las recomendaciones de Normas Oficiales de la URSS. Estas normas fueron puestas recientemente bajo el estudio de un Comité de la Academia de Ciencias y corregidas en 1957 de acuerdo con el resultado de las investigaciones.

El diagrama de presiones se muestra en la fig. 1. Sobre este diagrama se pueden apreciar los símbolos

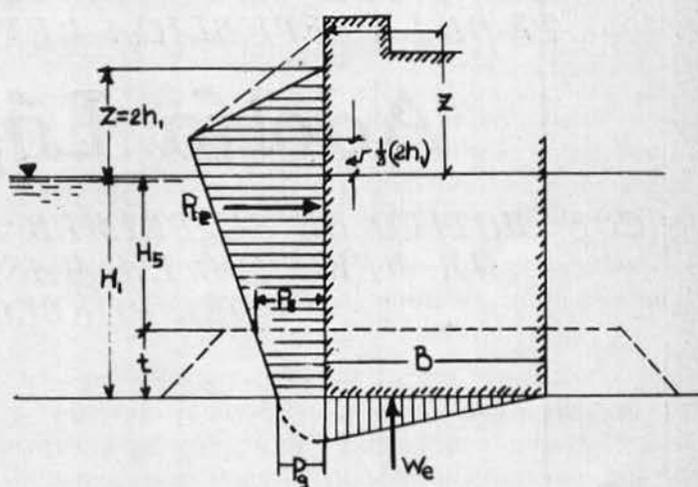


Fig. 1

contenidos en la fórmula. Para poder trazar el diagrama deberán calcularse de acuerdo con la fórmula las siguientes cantidades.

$$P = K \gamma \frac{\mu^2}{2g} \quad (1)$$

Donde:  $\mu = 0.75 C_1 + V_1$

$$C = \sqrt{g H_1}$$

$$v_1 = h_1 \sqrt{\frac{\pi_g}{L_1} \operatorname{cth} \frac{\pi H_1}{L_1}}$$

$$K = 1.7$$

La velocidad en m/seg. de las partículas del agua en el momento del avance de la ola;

Velocidad de propagación de la ola en m/seg.

Velocidad orbital de la ola en m/seg.;

(De acuerdo con Gaillard)

$\gamma$  Peso de la masa de agua en ton/m<sup>3</sup>.

$$P_g = 1/2 P \quad (2)$$

Los valores  $R_e$  y  $W_e$  son iguales a las superficies del diagrama.

Si la pared se coloca sobre un prisma de piedra que se desplante sobre el fondo del mar, la parte inferior del diagrama se corta y disminuye en una superficie igual a la altura del prisma  $t$ ; esta regla es correcta si las dimensiones del prisma de piedra o el prisma de bloques no es muy grande.

La presión de las olas al nivel de la berma puede calcularse de acuerdo con la fórmula:

$$P_s = \frac{P}{2} \left[ 1 + \frac{t}{H_1 + 1/5 (2h_1)} \right] \quad (3)$$

El coeficiente de seguridad contra el deslizamiento del muro en el caso de la ola máxima que pueda ocurrir una vez en 100 años se recomienda que sea de 1.1; para que puedan ocurrir una vez en 20 años 1.5.

# EQUIPOS INDUSTRIALES Y AGRICOLAS, S. A.

## EQUIASA

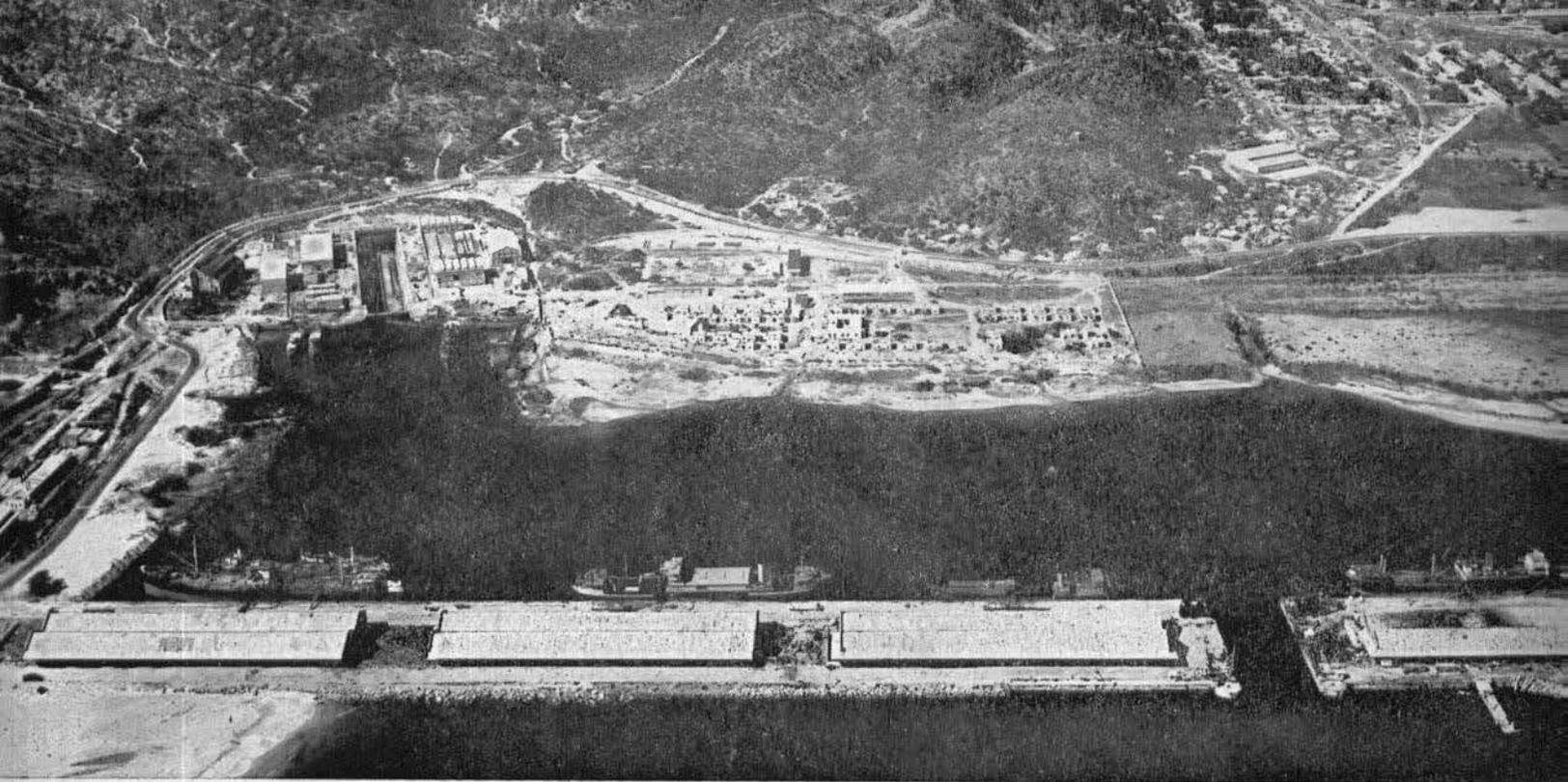


SE PERMITE FELICITAR RESPETUOSAMENTE AL C. PRESIDENTE DE LA REPUBLICA MEXICANA, SEÑOR LICENCIADO

### Adolfo López Mateos

CON MOTIVO DE SU PRIMER AÑO DE GOBIERNO, MISMO QUE HA MERECIDO LA MAS UNANIME APROBACION DEL PUEBLO DE MEXICO.

México, D. F., diciembre de 1959.



# SECCION DE PUERTOS LIBRES MEXICANOS

A cargo del Ing.  
JESUS SANCHEZ HERNANDEZ, en  
colaboración con el cuerpo Técnico  
de P. L. M.

## ¿Que es un Puerto Libre?

En términos generales, un "Puerto Libre" es una zona o terminal de enlace entre los transportes marítimos, terrestres y aéreos, en la cual puede llegar toda clase de mercancía del extranjero, sin intervención ni gravámenes aduanales. Las industrias que se establecen dentro de un Puerto Libre, están exentas del pago de toda clase de impuestos, lo cual se traduce en un desarrollo efectivo de la misma industria.

La materia prima que adquiere en el extranjero la industria establecida dentro del Puerto Libre, al ser transformada y enviada al mercado mundial no sufre impuesto de exportación.

Los Puertos Libres al ser terminales de enlace de transportes, suministran toda clase de facilidades y servicios para los movimientos y operaciones portuarias.

### VENTAJAS DE LOS PUERTOS LIBRES

10.—Como quedó asentado anteriormente, en los Puertos Libres las mercancías extranjeras pueden almacenarse, reempacarse y transformarse para ser enviadas otra vez al extranjero sin intervención aduanal.

20.—Dentro de los Puertos Libres pueden desarrollarse toda clase de industrias sin carga alguna de impuestos y sin intervención aduanal.

30.—Nuestros Puertos Libres son lugares donde se efectúan fácilmente las maniobras de carga, descarga, almacenaje y distribución que tanto el comercio nacional como mundial pueden tener en nuestras costas para la distribución más eficaz y estratégica que les convenga a sus productos.

40.—Las actividades de los Puertos Libres nos comunican más intensamente con el extranjero y nos dan mayores facilidades para el aprovisionamiento nacional de productos del exterior así como para la exportación de nuestra propia producción.

50.—En los Puertos Libres funcionan "Almacenes de Depósito" emitiéndose "Certificados de Depósito", los cuales son negociables en cualquier institución bancaria.

60.—En los Puertos Libres se protege a los inversionistas al abrir caminos modernos y eficaces para nuestro comercio, que naturalmente tiene que depender del comercio exterior.

70.—México, por su situación internacional, por su posición estratégica en el Continente americano y entre dos océanos, y por su fuerza de expansión comercial, necesita de los Puertos Libres para incrementar así su propia prosperidad.

80.—Tanto las mercancías que entren a la nación por un Puerto Libre como aquellas que salgan de la misma para el extranjero, pagarán los impuestos de importación o exportación según el caso de que se trate.

## PUERTOS LIBRES EN OPERACION

En la actualidad se encuentran funcionando los Puertos Libres de Puerto México, Ver., (Coatzacoalcos) en el Golfo de México y Salina Cruz, Oax., en el Océano Pacífico; ambos en la región del Istmo de Tehuantepec, contando los dos con amplias comunicaciones, equipo y personal especializado con objeto de poder ofrecer un mejor y eficaz servicio.

## PUERTOS LIBRES EN PREPARACION

TOPOLOBAMPO, SIN. Dada la situación y localización de este importante puerto en el Océano Pacífico, nuestra Institución está elaborando un estudio minucioso de las enormes posibilidades económicas que tiene este puerto, tanto para los intereses de la nación como para el interés del comerciante o industrial.

Al encontrarse Topolobampo, Sin., en la actualidad perfectamente conectado por los diferentes medios de transportes y teniendo una gran zona de influencia económica (Hinterland), no es de dudarse que bajo el amparo de la medida económica de "Puertos Libres" tengamos una terminal de primer orden.

Por lo que respecta al Puerto de Matías Romero, Oax., fue pensado con objeto de tener un Puerto Libre con un clima más benigno para todas aquellas mercancías que, por su naturaleza no puedan soportar el clima tan caluroso como el de los Puertos Libres.

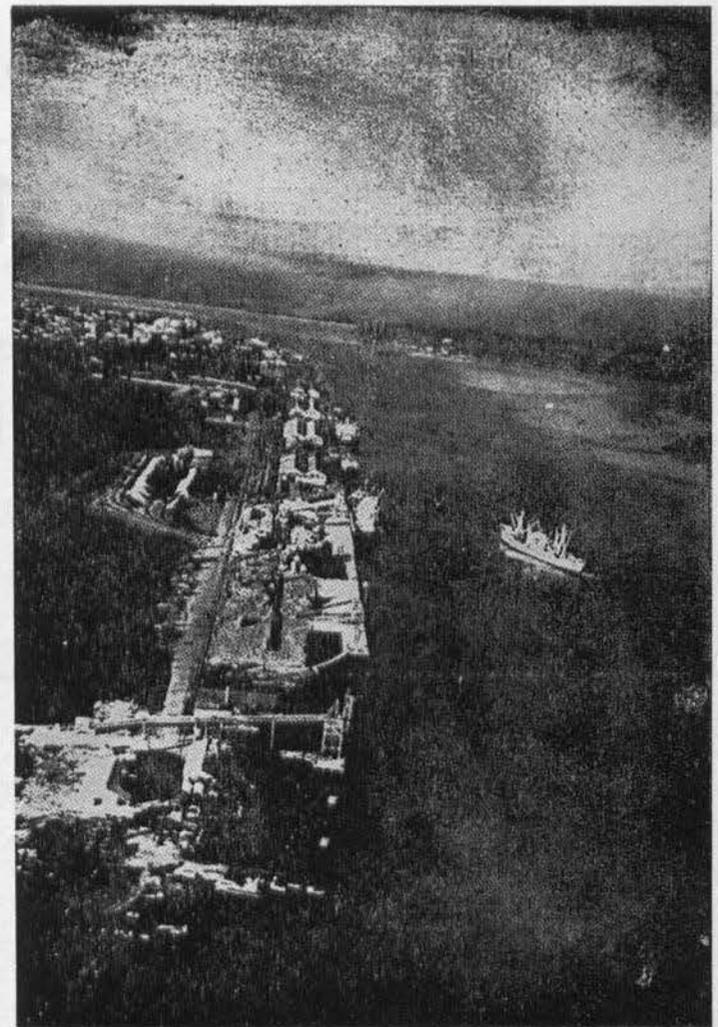
## INSTALACIONES CON QUE CUENTAN LOS PUERTOS LIBRES Y SUS COMUNICACIONES

COATZACOALCOS, VER. Este importante puerto cuenta con tres muelles para tráfico de altura de 15 m. de anchura libres para maniobras con línea de atraque total de 744 m. contando con tres bodegas con capacidad total de almacenaje de 12,000 M<sup>2</sup> para carga blanca. El calado promedio que rige en el frente de atraque de dichos muelles es de 9.30 m., (31 pies).

Existen también 3 muelles más, con la misma línea de atraque destinados al movimiento de azúcar.

AGUA POTABLE. Este servicio es para las industrias establecidas y para las embarcaciones que atraquen en este puerto.

Se cuenta con un tendido de vías satisfactorio, tanto en los muelles como en los patios posteriores a los mismos, así como una carretera central en el puerto



Instalaciones del Puerto Libre de Coatzacoalcos, Ver.

con conexión expedita a la población de Coatzacoalcos, Ver., y a la Carretera Transístmica.

Los muelles y bodegas destinados al tráfico de altura cuentan con el equipo apropiado para las maniobras de carga y descarga.

Siendo el Puerto Libre de Puerto México, Ver., una terminal marítima ventajosamente localizada para el tráfico del Océano Atlántico, y teniendo a escasos 280 Kmts. el Puerto Libre de Salina Cruz, Oax., en el Océano Pacífico, se encuentra perfectamente comunicado por los siguientes sistemas:

A).—CARRETERA TRANSISTMICA.—Esta carretera trazada y construída con especificaciones mo-



Sistema Vial de la zona del Istmo de Tehuantepec.

dernas, de 12 mts. de ancho y 304 Kmts. de longitud proporciona un servicio de primer orden al tráfico interoceánico, además de lo anterior, dicha carretera enlaza puntos interiores de vital importancia en el Istmo de Tehuantepec y al interior del país. Está conectada también con la Carretera Panamericana y Circuito del Golfo y del Caribe.

B).—FERROCARRIL NACIONAL DE TEHUANTEPEC. Este ferrocarril corre de Puerto México, Ver., a Salina Cruz, Oax., siendo de gran importancia por el movimiento portuario de esas dos terminales y por consiguiente para el tráfico interoceánico, enlazando en forma similar a la carretera, puntos importantes en el Istmo, a la vez se encuentra conectado con el Ferrocarril Panamericano y con el ferrocarril procedente de Córdoba, Ver., y con el Ferrocarril del Sureste.

C).—LINEAS AEREAS. Se cuenta con comunicaciones aéreas de carga y pasaje del Centro y del Sureste de la República, cuya terminal está localizada en Minatitlán, Ver., a escasos 35 Kmts. de Puerto México sobre la carretera Transístmica.

SALINA CRUZ, OAX. En este puerto se cuenta con tres muelles de altura con un frente de atraque total de 510 mts. con sus respectivas bodegas con capacidad total de almacenaje de 12,000 M<sup>2</sup>. El calado



Barcos abarloados en los muelles del Puerto Libre de Salina Cruz, Oax., durante la temporada de pesca.

promedio que rige en el frente de atraque de dichos muelles es de 7.50 mts. (25 pies); a todo lo largo de los muelles se encuentran 3 vías de ferrocarril reparadas en los 21 mts. de anchura de los propios muelles.

COMBUSTIBLE. Este servicio se da a las industrias establecidas y a las embarcaciones que atraquen.

AGUA POTABLE. Al igual que lo anterior, este servicio es para las industrias establecidas y a las embarcaciones que atraquen en este puerto.

VARADERO. Se encuentra en construcción con capacidad de 350 Tons. para la reparación de embarcaciones pesqueras.

**TALLER DE CONSTRUCCIONES NAVALES.** En este taller se construyen Lanchas Oceanográficas.

Se tiene fraccionada la Zona Industrial Pesquera en la que se están desplantando en la actualidad diversas industrias.

Los muelles y bodegas destinados al tráfico de altura cuentan con el equipo apropiado para las maniobras de carga y descarga.

## COMUNICACIONES

- a) Carretera transístmica.
- b) Ferrocarril Nacional de Tehuantepec.
- c) Líneas areas con terminal de Ixtepec, Oax., a sólo 42 Kmts. sobre la carretera transístmica.

## COMPAÑÍAS ARRENDATARIAS EN LOS PUERTOS LIBRES

En el Puerto Libre de Puerto México, Ver., se encuentran instaladas, entre otras, las oficinas, almacenes e instalaciones en general de las siguientes compañías:

Cía. Azufrera Panamericana, S. A.

Cía. Industrial del Istmo, S. A.

Cía. Impulsora del Sur, S. A., etc., etc.

Siendo éstas las principales manejadoras de azufre, el cual es exportado por este importantísimo Puerto Libre.

En el Puerto Libre de Salina Cruz, Oax., al igual que en el anterior, tenemos, entre otras, a las siguientes compañías:

Congeladora de Salina Cruz, S. A.

Congeladora Productos del Mar, S. A.

Armadores del Sur, S. A.

Industrias Marítimas, S. A., etc., etc.

Las cuales tienen como principal objeto la pesca y tratamiento del camarón que en estas cosas es sumamente abundante.

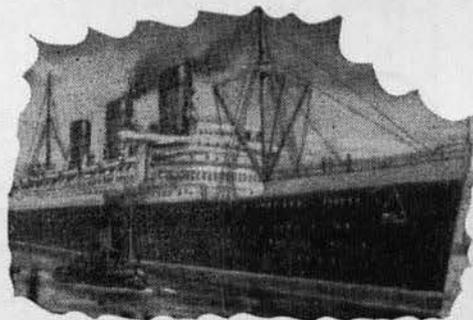
Como se ha podido observar durante la lectura de este breve trabajo, las facilidades que ofrecen los Puertos Libres, las instalaciones con que cuentan, las vías de comunicación y los servicios que prestan, tanto a industriales como a comerciantes, los hacen indispensables para que una nación como es la República Mexicana pueda de esta manera ampliar sus relaciones con el extranjero, que al fin y al cabo, es la principal fuente de ingresos para un país.

Para mayores informes:

Cuernavaca No. 5  
México, D. F.

Superintendencia del Puerto Libre en  
Puerto México, Ver.

Superintendencia del Puerto Libre en  
Salina Cruz, Oax.



# Estudio de la Estabilidad

## de la Banda Este del Muelle Patio

### de Guaymas, Son.

Por el Ing. Civil SAMUEL RUIZ GARCIA

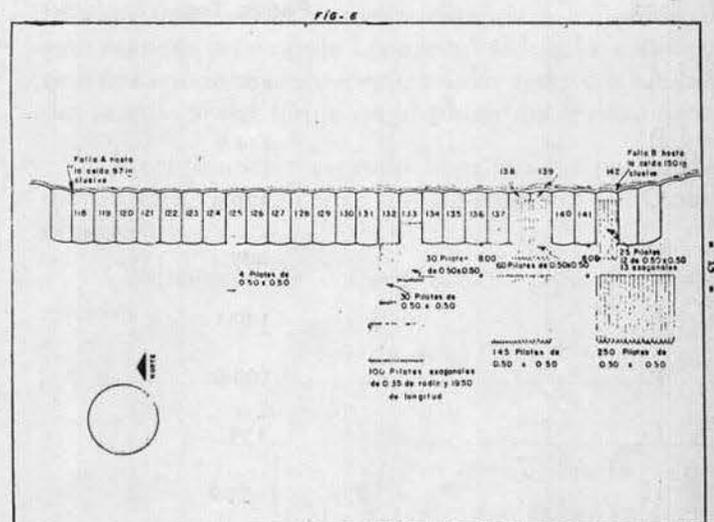
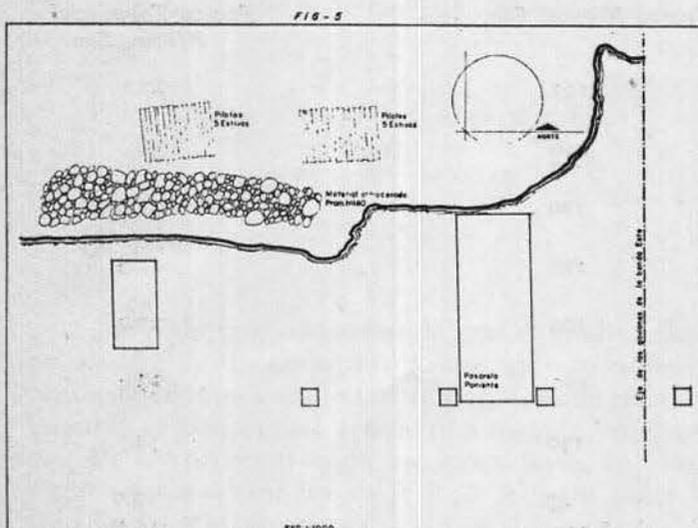
(Continuación)

Por lo anteriormente explicado, fácilmente se comprende la razón que tuvimos en iniciar el estudio encomendado, tratando de precisar de la mejor manera el valor del ángulo de fricción que estaba a discusión. Las condiciones que encontramos en la obra se presentaban de manera excepcional a nuestro propósito, en zonas críticas se habían almacenado pilotes y amontonado material pétreo, producto de la explotación, en cantidades muy considerables tal como se muestra en las figuras números 5 y 6, esta condición provocaba de hecho, solicitaciones superiores a las que quedaría sujeto el muelle en su operación normal, por lo que correspondía a una prueba de carga a escala natural de validez indiscutible. La pared esto es, no se apreciaban deformaciones exageradas esto es, no se apreciaban deformaciones exageradas en el elemento de contención, ni grietas en los rellenos que señalasen un principio de falla.

Considerando en primer lugar el estado de carga indicado en la figura número 5, el cual queda representado por la sección transversal media que aparece en la figura número 7; trazamos uno de los posibles círculos de falla críticos, para determinar las condiciones de estabilidad, admitiendo primeramente que el ángulo de fricción interna del fango fuese nulo, valor éste que se proponía como uno de los probables.

Adjuntamos a continuación, la tabla de cálculos correspondientes y los resultados obtenidos: señalando que los valores considerados fueron:

Relleno de roca arriba del agua	$\gamma = 1.8 \text{ T/M}^3$
Relleno de roca sumergido	$\gamma = 1.2 \text{ T/M}^3$
Piedra almacenada	$\gamma = 1.6 \text{ T/M}^3$
Fango sumergido	$\gamma = 0.6 \text{ T/M}^3$
Pilotes almacenados	$\gamma = 2.4 \text{ T/M}^3$
Cohesión del fango	$c = 1 \text{ T/M}^2$
Angulo de fricción interna del fango	$\varphi = 0^\circ$



Fuerza Ton.	Brazo M	Momento Ton-M	OBSERVACIONES
$F_1 = 17.5 \times 2.5 \times 1.8 =$	7.5	592	Relleno sobre el agua correspondiente al camino de ayuda.
$F_2 = \frac{25 \times 5 \times 1.2}{150} =$	7.5	1125	Relleno sumergido correspondiente al camino de ayuda.
$F_3 = \frac{10 \times 1 \times 1.6}{16}$	10	160	Piedra almacenada.
$F_4 = \frac{29 \times 2 \times 1.8}{104} =$	30.5	3170	Relleno sobre el agua correspondiente al piso general del muelle.
$F_5 = \frac{22 \times 5.5 \times 0.6}{73} =$	30.5	2130	Fango sumergido.
$F_6 = \frac{25 \times 2.5 \times 2.4}{150}$	32.5	4870 $\Sigma$ 12147	Estiba de pilotes.
$\frac{98 \times 1 \times}{98} =$	56	5500	Resistencia al cortante del fango, en la superficie de falla repuesta.

Por lo tanto, el coeficiente de seguridad C. S. resulta igual a:

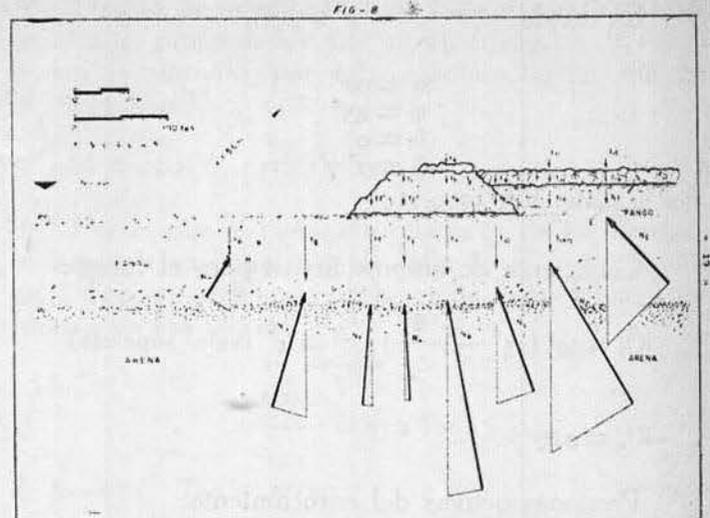
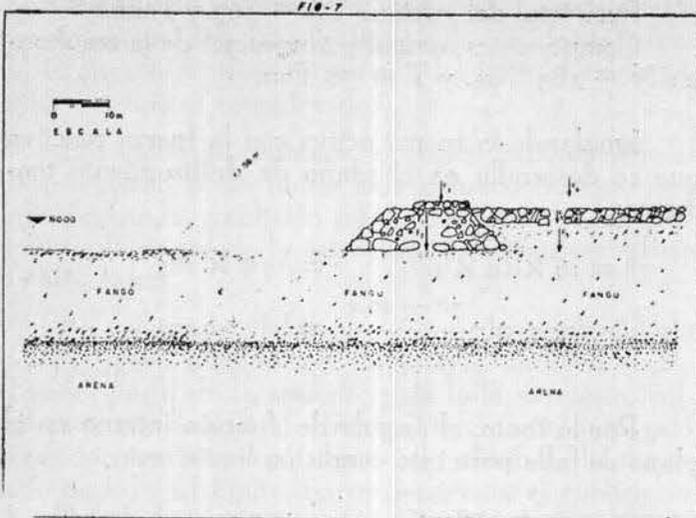
$$C. S. = \frac{5500}{12147} = 0.452$$

A la vista de este resultado se concluye que la estabilidad de la porción analizada no es posible, suponiendo que el fango sólo tiene cohesión. Esto es, si consideramos que la resistencia al esfuerzo cortante del material en el que se asienta el Muelle Patio, la proporciona únicamente la cohesión con un valor aceptado de 1 T/M<sup>2</sup>, al perfil analizado debería haber fallado sin embargo, este perfil ha soportado la sobrecarga considerada por varios meses sin presentar indicios de falla, lo que obliga a pensar que suponer

$\varphi = 0^\circ$  no es condición real, ya que como hemos indicado, esta suposición conduce a resultados que no corresponden con los observados.

Desechado el valor  $\varphi = 0^\circ$ , se consideró probable el valor  $\varphi = 15^\circ$  propuesto en uno de los estudios de Mecánica de Suelos y que se había estimado demasiado alto. Con este valor, se repitió el estudio de estabilidad según se resume en la figura 8 y en la tabla que a continuación aparece:

Zona	Fuerza Ton.	Fuerza Normal Ton.	Fuerza Tangencial P/Fric. Ton.
A	102.0	102	27.2
B	214.0	210	56
C	126.3	120	32
D	207.4	178	47.5
E	140.1	102	27.2
F	109.9	110	29.4
G	135	130	34.7
H	55.2	47	12.6
		$\Sigma$ 999	$\Sigma$ 226.6



Con el resultado calculado en la tabla anterior, podemos expresar:

$$\text{Momento resistente total} = 5500 + 226.6 \times 56 = 20400 \text{ T-M.}$$

Por lo tanto, para este caso, el coeficiente de seguridad valdrá:

$$C. S. = \frac{20400}{12147} = 1.68$$

Valor éste que se considera compatible con las condiciones observadas, sin embargo, aceptamos que el perfil en estudio se encuentra en condiciones límites, esto es, poniéndonos del lado de la seguridad, supongamos que se encuentra a punto de fallar por lo que le correspondería un coeficiente de seguridad  $C. S. = 1$  y deduzcamos el valor del ángulo  $\varphi$  para esta condición.

Por lo tanto, igualando el momento actuante al momento resistente podemos calcular el valor  $\varphi$  deseado.

$$\text{Por lo anterior } 12147 = 5500 + 56 \times \text{tg } \varphi$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{6647}{56000} = 0.119$$

$$\text{De donde: } \varphi = 6^\circ 48'$$

Sin embargo, considerando que el análisis llevado como ha quedado explicado, correspondiese a condiciones francamente favorables, aunque no existe ninguna evidencia que señale una mejoría en el proceso de construcción de la zona estudiada, se estimó prudente considerar un valor  $\varphi = 4^\circ$  para todos los cálculos en que intervenga.

Una segunda prueba de carga, también a escala natural, podemos utilizar para verificar los resultados anteriormente deducidos. Esta es el deslizamiento de los gaviones. Conocidas son las condiciones en que se encontraba esta zona en el momento de la falla, la cual puede quedar representada esquemáticamente en la figura número 9, en la que aparecen reproducidas los diferentes elementos que intervinieron en la construcción.

De acuerdo con la descripción expuesta en párrafos anteriores, la falla pudo haber sido provocada por un deslizamiento de los gaviones, suposición ésta que se confirma ya que los primeros síntomas, fueron agrietamientos del relleno en su contacto con la pared posterior de los gaviones. En consecuencia, podemos ver si los valores encontrados reproducen las condiciones observadas.

En un primer cálculo asignémosle al fango los siguientes valores:  $C = 1 \text{ Ton./M}^2$  y  $\varphi = 4^\circ$  y al enrocamiento  $C = 0$  y  $\varphi = 45^\circ$ , para calcular el empuje sobre el gavión.

Obsérvese que hemos tomado un valor alto dentro del rango de valores posibles para el ángulo de fricción interna del enrocamiento para conseguir de esta manera un empuje horizontal reducido, condición que nos conduce a obtener un valor reducido también del ángulo  $\varphi$  del fango en el plano de deslizamiento.

A continuación reproducimos, en sus partes fundamentales, los cálculos correspondientes al análisis propuesto:

Coeficiente de empuje activo para el enrocamiento.

$$KA = \frac{\text{Sen}^2(\alpha + \varphi) \text{Cos } \delta}{\text{Sen } \alpha \text{ Sen}(\alpha - \delta)} \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\varphi - \delta) \text{ Sen}(\varphi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \delta) \text{ Sen}(\alpha + \beta)}} \right]$$

En donde:

$$\begin{aligned} \alpha &= 90^\circ \\ \varphi &= 45^\circ \\ \delta &= 0^\circ \\ \beta &= 7^\circ 7' \end{aligned}$$

Por lo tanto:  $K_A = 0.221$

Coeficiente de empuje activo para el fango:

$$K'_a = \text{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi'}{2} \right); \varphi' = 4^\circ \text{ (valor supuesto)}$$

$$K'_a = 0.87$$

Presiones activas del enrocamiento:

$$p_h = \gamma h k_a$$

Presiones activas del fango:

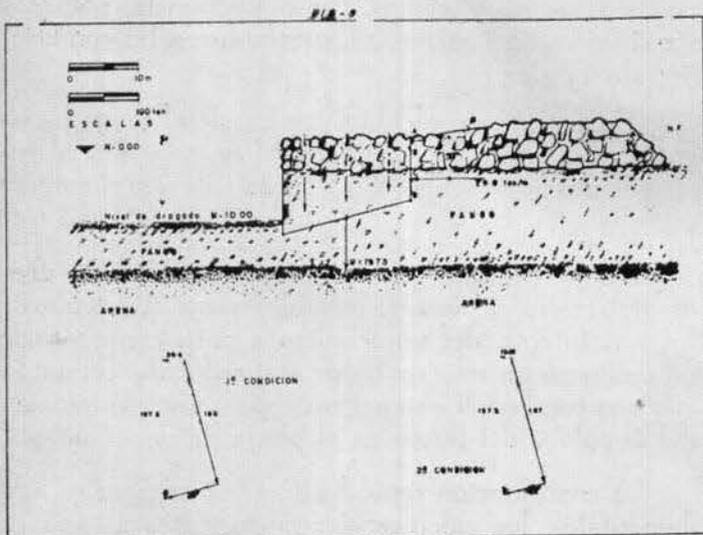
$$p'_h = \gamma h k'_a - z c$$

$$\frac{1}{\sqrt{N\varphi}}$$

En donde:

$$N\varphi = \text{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

Valores de las presiones efectivas en los puntos A, B, C y D de la espalda del gavión.



Punto	Presión vertical	Presión horizontal
A	0	0
B	1.30 + 1.56 = 2.86	1.65
C	1.30 + 5.15 = 6.45	2.44
D	1.30 + 7.85 = 9.15	3.78

Empuje:  $H = 29.6$  Ton.; aplicado a 5.70 Mts. abajo del nivel  $N + 1.30$  Mts.

Peso total del gavión:  $W = 197.3$  Tons.  
Componentes normal y tangencial de la resultante:  $N = 183$  Ton. y  $T = 78$  Ton.

Igualando la fuerza activa con la fuerza reactiva que se desarrolla en el plano de deslizamiento tendremos:

$$78 = 18 \times 0.9 \times 1 = \text{tg} \varphi \times 183$$

$$\text{tg} \varphi = \frac{78 - 16.2}{183} = 0.338$$

Por lo tanto, el ángulo de fricción interna en el plano de falla para esta condición límite sería:

$$\varphi = 18^\circ 40'$$

Es decir, en las condiciones supuestas  $\varphi$  tomaría el valor anterior que es mayor que los  $4^\circ$  supuestos; consideremos como siguiente condición, un valor de  $\varphi = 15^\circ$  para calcular el empuje activo del fango en la espalda del gavión y determinemos, siguiendo el mismo procedimiento el valor que toma esta constante en el plano de falla.

En estas condiciones:

$$K'_a = 0.59$$

Las nuevas presiones activas en los mismos puntos A, B, C y D serían:

Punto	Presión vertical	Presión horizontal
A	0	0
B	2.86	1.65
C	6.45	2.44
D	9.15	3.94

Consideremos en este caso, el empuje pasivo que se desarrolla en el pie del gavión.

$$\begin{aligned} H_p &= \frac{1}{2} \gamma h^2 N\varphi + h (20 \sqrt{N\varphi} + q N\varphi) \\ H_p &= 8.2 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

El empuje total en este caso vale:

$$H = 13.12 \text{ Ton.}$$

Los componentes normal y tangencial de la resultante son:  $N = 187$  Ton. y  $T = 62$  Ton.

Por lo tanto:

$$\text{tg} \varphi = \frac{62 - 16.2}{187} = 0.245$$

$$\varphi = 13^\circ 50'$$

Valor éste muy cercano al de  $15^\circ$  supuesto. En consecuencia, si la falla hubiere sido por deslizamiento, el ángulo de fricción interna del fango tendría un valor cercano al considerado.

Sin embargo, también es lógico suponer que el deslizamiento pudo haber sido consecuencia de una falla profunda, condición ésta posible ya que las grietas tras la pared de la estructura pudieron ser reflejo de esta causa.

La geometría del conjunto queda representada por la figura número 10, en la que también se incluye el perfil de la superficie de falla supuesta, calculemos ese ángulo de fricción interna  $\varphi$  para esta condición, en la que se supone el trabajo de la superficie de falla al límite, en consecuencia el coeficiente de seguridad es  $= 1$ .

Siguiendo el método propuesto por Fellenius, para la resolución del problema, se tiene:

Zona	Peso Total	Componente normal a la superficie de falla.
1	22.9	21.5
2	54.1	52.0
3	109.5	109.0
4	103.1	101.0
5	123.7	118.0
6	84.2	78.0
7	102.6	89.0
8	56.5	45.0

Peso arriba del Nivel de Dragado.	Momento Actuante.
0	
0	
78.0	344
78.0	1040
18.4	2340
82.8	2470
102.6	3770
56.5	2460
	$\Sigma 12424$

$$M_a = M_r \quad 12424 \quad \text{Ton. m.}$$

Momento resistente por cohesión.  
Desarrollo de la superficie de falla 76.5 m.

$$f_c = 76.5 \times 1; N_e = 76.5 \times 69.4 = 5310 \text{ Ton. m.}$$

Momento resistente por fricción.

$$\begin{array}{r} 12424 \\ - 5310 \\ \hline 7114 \text{ Ton. m.} \end{array}$$

Dentro de la superficie de falla existen dos materiales de propiedades mecánicas diferentes, la zona 8 está constituida por enrocamientos, luego siendo  $N = 45 \text{ Ton.}$

$$M = 45 \times 69.4 = 3120 \text{ Ton. m.}$$

Por lo que el momento resistente de las fuerzas que actúan en la sección de falla en el fango es de 3944 Ton. m., debiendo ser la suma de las fuerzas de fricción en esa sección

$$\frac{3904}{69.4} = 57.2 \text{ Ton.}$$

de donde:  $\text{Tan } \varphi = 57.2$

$$\varphi = 5^\circ 50''$$

Valor análogo al encontrado en el estudio de la que hemos llamado primera prueba de carga a escala natural, por lo que se concluye que la falla en la estructura de retención del muelle patio probablemente fue de este tipo.

Por todo lo anterior, creemos que no es posible suponer que el fango tenga un ángulo de fricción interna nulo, y sí en cambio parece lógico asignarle un valor de  $4^\circ$  a esta característica mecánica del citado material.

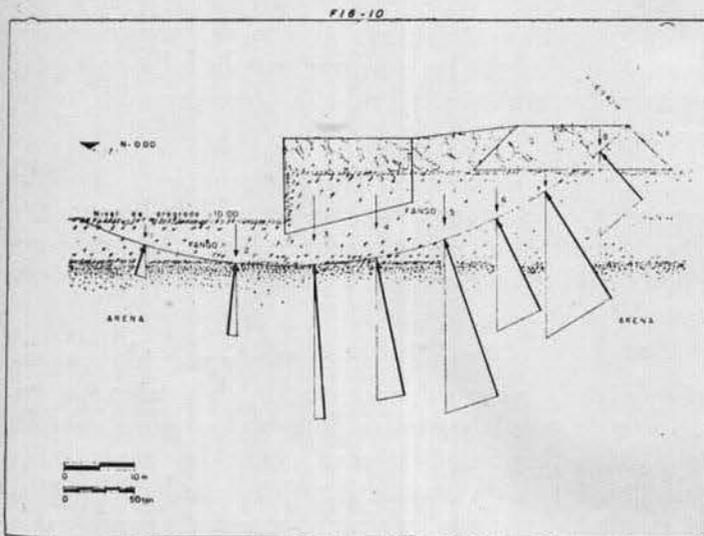
Hemos descrito el procedimiento seguido con algún detalle, por considerar que la determinación en el valor de  $\varphi$  es la parte fundamental en el estudio de estabilidad propuesto. En efecto, consideramos que resultarían inútiles los cálculos mejor llevados, si parten de condiciones falsas que necesariamente conducen a resultados también falsos.

Una vez definidas las características mecánicas del material que hemos llamado fango, podíamos pensar en tratar de resolver los problemas estructurales necesarios. En primer término nos propusimos determinar la estructura que repusiese los gaviones deslizados, en la zona A, estudiando como posibles soluciones al problema, un muelle sobre pilas y otro sobre pilotes, determinando previamente el talud de equilibrio del fango en las condiciones de sobrecarga que le correspondían. Concluido el diseño, estimamos el costo probable de estas dos soluciones.

No obstante que pareciese poco aconsejable reponer la estructura fallada en esta zona por otra constituida también por gaviones, encontramos que la mejor solución al problema era ésta, siempre y cuando se tomasen precauciones en su construcción que eliminasen las condiciones que motivaron la falla y que más adelante discutimos, esta apreciación se vió confirmada al comparar su costo con las otras dos alternativas anteriormente indicadas.

Por lo que se refiere a la zona deslizada que hemos llamado B y que se localiza prácticamente en la esquina Sureste del Muelle Patio, la capa de arena como puede apreciarse en el corte geológico (Figura número 4) alcanza profundidades francamente mayores, razón ésta que nos decidió a proyectar un muelle sobre-pilotes con características semejantes al que con éxito, se había construído en el arranque de la Banda Sur. Para este propósito fue necesario el desmantelamiento de los gaviones deslizados y la limpia de fondo de la zona.

Quedaba finalmente otro punto importante por resolver, éste era determinar las condiciones de estabilidad de los gaviones que no habían sufrido deslizamiento y que constituyen la mayor parte de la pared de atraque de la Banda Este. Dentro de éstos podríamos distinguir 2 tipos principales, aquellos que quedaban en la zona dragada y los que se localizaban en la parte donde no se había efectuado esta operación.



Para que se entienda el criterio de análisis seguido, trataremos de explicar en forma breve, la causa determinante que a nuestro juicio provocó los deslizamientos ya discutidos. Con este fin obsérvese el corte geológico correspondiente a la Banda Este, de su simple inspección puede observarse en forma clara y precisa que en las zonas de falla, el pie de la tablestaca que forma los gaviones respectivos, no alcanzó a apoyarse en la capa de arena, provocando este hecho el deslizamiento de la estructura.

Las tablestacas fueron hincadas al rechazo, procedimiento éste que de ninguna manera es concluyente como se observa en este caso, señalándose la necesidad de contar en trabajos de esta naturaleza, con estudios geológicos, adecuados.

La inspección del corte geológico indicado señala así mismo que el total de los gaviones no deslizados quedan sentados en arena, ocurriéndose dos únicas posibilidades de futuras fallas:

1ª Un deslizamiento profundo.

2ª Un deslizamiento en el plano de apoyo.

Ya que la resistencia estructural y al volteo quedan ampliamente garantizadas.

La primera condición resulta prácticamente imposible de presentarse ya que el círculo de falla tendría forzosamente que penetrar en la capa de arena en que se apoya el gavión desarrollándose en consecuencia fuerzas cortantes resistentes de muy alto valor, quedando como única posibilidad de análisis la segunda antes señalada.

Por lo que se refiere a los gaviones comprendidos entre las dos zonas deslizadas, en los cuales prácticamente se había terminado la operación de dragado, se consideró que quedaban representados por la sección transversal mostrada en la figura número 11; con base en este perfil se hicieron los siguientes análisis que en forma resumida consignamos a continuación:

1er. Análisis, condiciones actuales, presiones activas en los puntos A, B, C y D, en la espalda del gavión.

Punto	Presión vertical	Presión horizontal
A	6	1.03
B	8.86	2.60
C	11.26	7.96
D	12.16	8.75

Empuje  $H = 32.8$  Ton.; localizado a 4.10 mts. abajo del nivel  $N + 1.30$ .

Peso del gavión 131.7 Ton. a 8.37 mts. de la pared frontal.

Componentes normal y tangencial de la resultante  $N = 120$  Tons.,  $T = 63$  Ton.

Coeficiente de seguridad al deslizamiento.

$$C. S. = \frac{120 \times 0.577}{63} = 1.1$$

$$\text{Presión normal} = \frac{120}{1 \times 16.2} = 7.4 \text{ Ton./M}^2$$

Revisión del cortante en el plano neutro.

Fuerza cortante en dicho plano al trabajar el gavión como viga.

$$V = \frac{3}{2} \frac{M}{b} = 1.5 \times \frac{1.90 \times 120}{16.2} = 21.1 \text{ Ton.}$$

Fuerza cortante que puede desarrollarse en el plano neutro.

Presiones activas en los puntos 1, 2, 3 y 4.

Puntos	Presión vertical	Presión horizontal
1	0	0
2	2.6	0.45
3	5.6	0.96
		2.87
4	8.36	5.27

Fuerza cortante resistente del relleno en el plano neutro:  
 $V = 12.79$  Ton.

Fuerza cortante resistente por fricción en los diafragmas  
 $y = 6.23$ .

$$\begin{array}{r} \text{Fuerza cortante resistente total } V = 19.02 \\ \text{C. S.} = 19.02 \\ \hline 21.1 \end{array} = 0.9$$

nor al resto, al ser rellenados, la delgada capa de fango había sido expulsada casi en su totalidad, por lo que podíamos considerarlos totalmente rellenos de enrocamiento, correspondiendo a estas condiciones el segundo análisis, que se consigna a continuación:

2º Análisis, condiciones actuales reales.

Las presiones activas en la espalda del gavión son las mismas del análisis precedente, lo mismo decimos por lo que se refiere al empuje por ellas provocado y a su posición.

Peso del gavión 163 Ton. a 8.72 m. del borde exterior.

Los componentes normal y tangencial de la resultante son:  $N = 150$  Ton. y  $T = 70$  Ton.

Coefficiente de seguridad al deslizamiento.

$$\text{C. S.} = \frac{150 \times 0.577}{70} = 1.24$$

Revisión del cortante en el plano neutro.

Fuerza cortante en dicho plano al trabajar el gavión como viga.

$$V = \frac{3 \times 1.20 \times 150}{2 \times 16.2} = 16.7$$

Fuerza cortante que puede desarrollarse en el plano neutro.

Presiones activas en los puntos 1, 2 y 3.

Puntos	Presión vertical	Presión horizontal
1	0	0
2	2.6	0.45
3	11.1	1.99

Fuerza cortante resistente, del relleno en el plano neutro  $V = 24.64$ .

Fuerza cortante resistente por fricción en los diafragmas  $V = 2.48$ .

Coefficiente de seguridad.

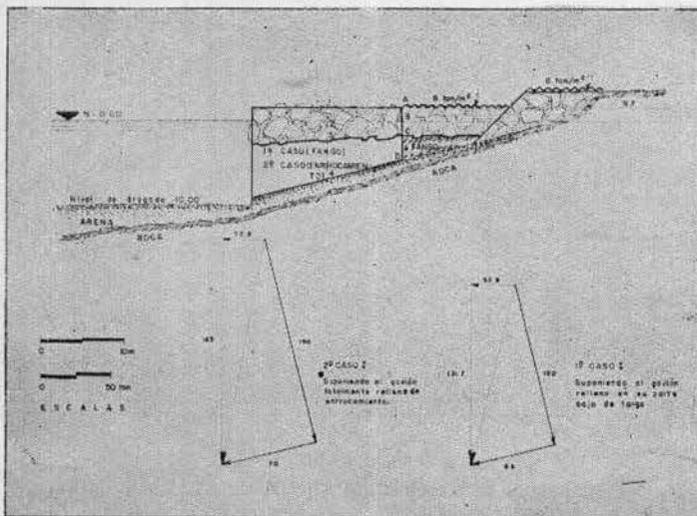
$$\text{C. S.} = \frac{27.12}{16.7} = 1.62$$

Los coeficientes de seguridad obtenidos verifican la estabilidad de los gaviones analizados en sus condiciones actuales.

Como tercera alternativa, consideramos el trabajo del gavión, una vez que el muelle estuviese en operación actuando la sobrecarga de proyecto únicamente en la espalda del gavión, condición que es la más desfavorable (véase figura número 12).

3er. Análisis, Condiciones finales.

Presiones activas en el respaldo del gavión.



Las condiciones de estabilidad del gavión en el estado supuesto son críticas, resultado éste que no concuerda con la observación del comportamiento real de la estructura, ya que al ocurrir los deslizamientos de las dos zonas adyacentes, los estudiados quedaron sujetos a fuerzas muy altas, valor éste calculable si se recuerda que en este tipo de tablestacas el elemento más débil es la grapa, la cual tiene una resistencia mínima a la tensión de 300 tons., por metro lineal. Estas fuerzas hubiesen provocado necesariamente la falla de todos los gaviones de la zona en estudio, hecho que al no ocurrir, puso de manifiesto un elevado grado de estabilidad de este conjunto.

Para aclarar la situación un tanto confusa, consideramos conveniente se procediese de inmediato a sondear el interior de los gaviones, encontrándose que por las características particulares de la zona, los gaviones en ella construídos, de altura notablemente me-

Punto	Presión vertical	Presión horizontal
A	4	0.69
B	9.4	1.62
C	13.3	3.36
D	15.7	3.78
		11.80
E	17.5	13.4

Empuje H = 51.30 localizado a 6.70 abajo del nivel + 4.

Peso del gavión 266 Ton. a 8.75 metros de la pared exterior.

Componentes normal y tangencial de la resultante N = 248 Ton. y T = 106 Tn.

Coeficiente de seguridad al deslizamiento.

$$C. S. = \frac{248 \times 0.577}{106} = 1.35$$

$$\text{Presión normal} = \frac{248}{16.2 \times 1} = 15.3 \text{ Ton. M/2}$$

Revisión del cortante en el plano neutro

Fuerza cortante en dicho plano al trabajar el gavión como viga.

$$V = \frac{3 \times 248 \times 1.3}{2 \times 16.2} = 29.8 \text{ Ton.}$$

Fuerza cortante que puede desarrollarse en el plano neutro.

Presiones activas en los puntos 1, 2 y 3.

Punto	Presión vertical	Presión horizontal
1	0	0
2	8	1.38
3	16.5	2.84

Fuerza cortante resistente del relleno en el plano neutro.

$$V = 45.41 \text{ Ton.}$$

Fuerza cortante resistente por fricción en las juntas de los diafragmas.

$$V = 5.34 \text{ Ton.}$$

Fuerza cortante resistente total

$$V = 48.85 \text{ Ton.}$$

Coeficiente de seguridad.

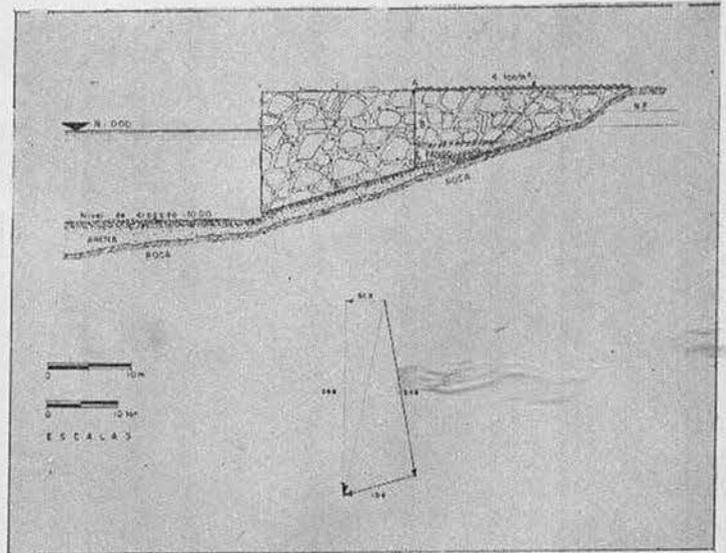
$$C. S. = \frac{48.85}{29.80} = 1.64$$

De los resultados anteriores se concluye que los gaviones de la zona analizada tienen para la condición de trabajo más desfavorable, estando ya en operación el puerto coeficiente de seguridad aceptables.

Por lo que se refiere a los gaviones, que quedaron en la zona no dragada, procedimos en forma enteramente semejante, dividiéndolos en fracciones de las que obteníamos su perfil medio. Para ilustrar el procedimiento seguido, reproducimos en forma sintetizada los cálculos correspondientes a uno de ellos.

Sea por ejemplo, el perfil medio del tramo entre las celdas 87 y 96 el cual se representa en la figura número 13.

Analicemos este perfil en las condiciones actuales.



Presiones activas en los puntos A, B, C y D.

Punto	Presión vertical	Presión horizontal
A	0	0
B	3.9	1.88
C	7.5	4.70
D	11.30	8.0

Empuje H = 48.11 Ton. localizado a 7.0 m. abajo del nivel N + 1.30.

Presiones pasivas en los puntos E, G y H.

Punto	Presión vertical	Presión horizontal
E	0	0
G	5.1	15.3
H	6.75	20.25

Empuje pasivo H' = 59.7 Ton. aplicado a 7.25 m. abajo del nivel N = 3.00.

Peso del gavión 186 ton. a 8.70 de la pared frontal.

(Continuará)

# Normas y Especificaciones

Para el Estudio, Proyecto  
y Ejecución de Obras

PORTUARIAS, MARITIMAS Y FLUVIALES

(Segunda Parte)

## INDICE GENERAL

- |   |   |
|---|---|
| 1.—Clasificación de estudios.   | 12.—Proyectos definitivos —Contenido y aplicación.  |
| 2.—De las brigadas de campo.—Constitución y operación.                | 13.—Planeación y zonificación de las áreas destinadas a la operación portuaria. Reservas y comunicación vial, en conexión con plano regulador de la ciudad. |
| 3.—Campañas de medidas y observaciones.                               | 14.—Unidades de obra pre-estimadas en proyecto — Costo aproximado.  |
| 4.—Instrumentos y aparatos de campo — Manejo y conservación.          | 15.—Normas y especificaciones de la ejecución.  |
| 5.—Cuadernos de medidas y observaciones.                              | 16.—Control de calidades — Inspección.  |
| 6.—Informes y recopilación de datos.—Formas.                          | 17.—Mediciones y estimaciones de obra ejecutada — Informes de avance.   |
| 7.—Interpretación y análisis para la selección de datos.              | 18.—De la recepción, pruebas y actas oficiales de terminación de obra.  |
| 8.—Elaboración de anteproyectos — Alternativas.                       | 19.—Informes finales de la ejecución — Planos reales de las obras.  |
| 9.—Selección de alternativas para su experimentación.                 |   |
| 10.—Formulación de instructivos específicos.                          |   |
| 11.—Experimentaciones en laboratorios—Deducciones—Costos aproximados. |   |

## CAPITULO I

### CLASIFICACION DE LOS ESTUDIOS

**EXPOSICION.**—Siendo las obras portuarias (marítimas y fluviales) una función primordial del Estado, con el fin de crear los *centros de liga* en la transportación de bienes y personas, entre los medios propios de la navegación comercial y los sistemas viales terrestres, las inversiones deberán ser justificadas, jerarquizadas y planedas conforme a una realidad económica, dentro del marco de las previsiones posibles que una concienzuda observación del medio puede proporcionar valiéndose de los métodos y elementos modernos en materia de estudios económicos.

Las inversiones en estas obras son generalmente cuantiosas y en nuestro medio provienen de los fondos públicos, por lo que es indispensable fundamentarlas en conclusiones científicas y reales que aseguren al país una determinada recuperación, directa o indirecta, en los plazos que se prevean. Si bien es cierto que estas instalaciones poseen un alto índice de "Servicio Social", también lo es que su operación es materia de índole comercial y por lo tanto deben contarse dentro del consorcio de los Bienes Nacionales que han de cooperar a la formación de la riqueza nacional por medio de su explotación y su productividad.

Los estudios económicos *previos* a la formulación de planes y proyectos, son la base en que debe apoyarse la justificación para emprender los *estudios*, la *planeación* y después la *ejecución* de estas obras.

**FORMA I-1.**—Estando en posesión de los estudios económicos del Hinterland, su interpretación y sus resultados, la Dirección de Obras Marítimas de la Secretaría de Marina recabará el acuerdo escrito para llevar a cabo los estudios físicos y técnicos del medio en que se planee cualquier instalación portuaria, debiendo comprobar por medio de sus especialistas que existe la justificación necesaria y suficiente para proponer el "Plan de Inversiones" que ha de permitir la realización de estos estudios.

**FORMA I-2.**—La Dirección de Obras Marítimas está autorizada para proponer a la superioridad la ejecución de estudios económicos del Hinterland de los puertos simultáneamente a los estudios técnicos, cuando la economía de la región esté manifiestamente en desarrollo positivo, a fin de reducir el tiempo de estudios en beneficio de las economías regionales y nacionales. En tal caso las brigadas operarán simultáneamente y por ende los presupuestos se formularán por separado: uno para el estudio económico y el otro para el técnico y el físico.

**EXPOSICION.**—En nuestro medio hay varios casos latentes en que es necesario resolver los problemas planteados por un desarrollo económico que precisa de la creación de "medios" para su explotación integral. Tal es el caso del Noroeste que incide en los futuros puertos de Topolobampo y Guaymas; es también el de la creación de Industrias Siderúrgicas de

grandes ambiciones en la parte baja del río Balsas, que obligarán a la creación de un puerto en la costa de Michoacán o de Guerrero, y algunos otros casos más.

En tales circunstancias los estudios económicos y los físicos deben desarrollarse al mismo tiempo, ya que sería perjudicial retardar sin razón la búsqueda de "soluciones realizables" que han de ajustarse a las condiciones reales del medio que está ya en plena marcha productiva.

**NORMA 1-3.**—Los estudios se clasificarán como sigue:

#### A.—ESTUDIOS ECONOMICOS:

- a) Generales del hinterland.
- b) Particulares o regionales.
- c) Específicos de actividad particular.
- d) De comprobación.
- e) Para una obra determinada de ampliación o modificación de instalaciones existentes.

#### B.—ESTUDIOS FISICOS:

- a) De costas y playas.
- b) De bahías.
- c) De desembocaduras.
- d) De formaciones lagunarias.
- e) De islas y cordones litorales.
- f) De iluminación de costas.
- g) De fenómenos específicos para casos concretos.

#### C.—ESTUDIOS TECNICOS:

- a) De suelos y sus propiedades.
- b) De materiales de la región.
- c) De Materiales de acarreo.
- d) De control de calidad.
- e) De vialidad y transporte.
- f) De explotación portuaria.
- g) De ejecución de obra.

**NORMA 1-4.**—Los estudios del medio físico y los técnicos se ejecutarán mediante los "Instructivos Generales" y los "Particulares" que en cada caso formulará la Dirección de Obras Marítimas. Estos Instructivos, en principio deben contener:

- a) Lugar que se someterá al estudio.
- b) Fecha de iniciación.
- c) Extensión en tiempo en que debe llevarse a cabo.
- d) Fenómenos que se estudiarán y forma de hacerlos.
- e) Planos, croquis, gráficas y memorias que se formularán y los plazos que deben abarcar.
- f) Personal fijo de la brigada de estudios.
- g) Instrucciones técnicas especiales.
- h) Partidas presupuestales aprobadas.
- i) Redacción de informes y cuentas.
- j) Aparatos e instrumentos que se destinan a los estudios con sus tarjetas de control.

## CAPITULO II

### DE LAS BRIGADAS DE CAMPO CONSTITUCION Y OPERACION

**EXPOSICION.**—Para la aplicación de los métodos modernos de "toma de datos" en las campañas de medidas es necesario contar con los medios humanos y materiales. El primero es indudablemente el básico, pues se comprende que las operaciones y mediciones serán hechas por técnicos especialistas con experiencia y cualidades bien definidas. A parte de una preparación científica adecuada, el observador del medio se desarrolla a paso y medida que va teniendo oportunidad de encarar problemas y casos, todos ellos diferentes en ese medio marítimo-costero sujeto a los efectos de fenómenos muy variables y hostiles al propio observador. Por lo tanto, en los países más adelantados se han formado, al través del tiempo y del trabajo, esos especialistas que poseen un cierto don de saber observar, medir, seleccionar e interpretar los fenómenos.

Incuestionablemente ellos deben conocer en alto grado las teorías existentes sobre vientos, oleajes, acarreo litorales, modificación de fondos, etc., que les ayudarán en su labor, formándoles un criterio técnico altamente apreciable.

De lo anterior se deduce que los elementos técnicos en las brigadas de campo constituyen el "personal básico" o sea aquel que no es fácil substituir y que además, resulta conveniente hacer que permanezca en el lugar un tiempo tal que le permita obtener conclusiones positivas, en las cuales cuenta notoriamente el ingenio personal y la constancia con que deben hacerse estas operaciones de campo.

**NORMA II-1.**—Las brigadas de campo para efectuar la toma de datos en las campañas de medidas tendrán la siguiente constitución:

- a) Personal básico permanente (Técnico).
- b) Personal eventual o intercambiable.
- c) Personal de orden administrativo.
- d) Personal provisional contratado en el lugar.

El personal técnico (Clasificación a) estará formado por:

1. Ingeniero civil jefe de la brigada.
2. Ingenieros ayudantes: los que a juicio de la Dirección de Obras Marítimas sean necesarios y suficientes para el desarrollo completo de los trabajos según el problema, el lugar y el tiempo.
3. Operadores especialistas en el número necesario.

**EXPOSICION.**—Tómese en cuenta que cada caso es diferente aunque haya operaciones similares por ejecutar. En algunos casos tendrá preponderancia la observación y medición de corrientes, por ejemplo, y en tal caso es necesario destinar varios técnicos para

ello. En otro será preciso y conveniente dar importancia máxima al fenómeno de acarreo litorales (puertos de acumulación y puertos con tránsito de sólidos) y entonces será necesario reforzar la parte de la brigada que se destine a la observación y cuantificación del fenómeno.

El personal especializado eventual o intercambiable es el que está constituido por topo-hidrógrafos, observadores de aparatos de medición, calculistas y dibujantes. Se comprende que este personal se forma generalmente por elementos jóvenes que inician su especialización, y en el caso de los dibujantes los dedicados a esta tarea. Seguramente puede ser cambiada y hasta es conveniente establecer una "rotación" adecuada a fin de que este personal obtenga mayores conocimientos enfrentándose a casos diferentes.

El personal de orden administrativo estará formado por las personas que atiendan los asuntos de su incumbencia. Naturalmente que podrá ser cambiado y es conveniente no distraer al personal técnico en asuntos de trámite, correspondencia, etc.

El personal provisional contratado en el lugar es con el que se forma la tripulación de lanchas, peones para la topo-hidrografía, y en general el de los trabajadores manuales necesarios. Resulta conveniente contratarlo en el lugar porque tiene conocimientos de él, está aclimatado y vive allí.

**NORMA II-2.**—El personal de la clasificación a) debe recibir además de los instructivos generales y particulares del caso, todo el conjunto de datos, planos, gráficas, literatura, etc. de los estudios que ya existan aun cuando se considere a éstos como incompletos y mediante reuniones previas con los técnicos de la Dirección de Obras Marítimas, la información relativa al problema o caso con que se van a encarar. Así, el ingeniero jefe de la brigada formulará previamente a la iniciación de los trabajos de campo un "Informe Preliminar" en que se manifieste el criterio que el personal técnico de su brigada haya podido obtener con los datos y reuniones a que se hace referencia.

**NORMA II-3.**—En la mayoría de los casos la Dirección de Obras Marítimas cuidará que el personal técnico de las brigadas de estudios tome contacto con los especialistas de los laboratorios que son quienes harán uso de los datos recabados en el campo para la elaboración, calibración y explotación de los mismos en la experimentación y en el estudio por medio de modelos reducidos.

**EXPOSICION.**—Aún cuando puede haber ocasiones en que no sea necesario llegar al empleo del modelo, o sea de la reproducción en laboratorio de los fenómenos y efectos naturales, debe tenerse presente que los investigadores tienen forzosamente que adentrarse más que ningún otro técnico de la especialidad en las disciplinas que se conectan con el estudio y diseño de las obras portuarias. Por lo mismo conviene

una interrelación constante entre el observador en el prototipo y el investigador en el laboratorio. Aún más, habrá sin duda algunos casos en que precise llevar al investigador al lugar de los hechos, para una mejor comprensión de las situaciones reales y una más clara interpretación de los fenómenos y sus mediciones.

**NORMA II-4.**—Cada vez que la Dirección de Obras Marítimas lo juzgue pertinente y cada vez que lo solicite el ingeniero jefe de la brigada, se ordenará al personal de laboratorio trasladarse al lugar en que se efectúa una campaña de medidas a fin de rectificar o ratificar parte o partes del instructivo de operación de dicha brigada así como para aconsejar y sugerir métodos de operación que den los mejores resultados, en los términos que estas normas determinan.

**NORMA II-5.**—El ingeniero jefe de la brigada es el responsable directo del cumplimiento del instructivo de operación y por lo tanto debe tener siempre presente que no conviene escatimar esfuerzo alguno a fin de obtener resultados apreciables en la labor que se le encomienda. Por otra parte, debe saberse que el éxito de la campaña, el del proyecto al cual servirá de base y a la ejecución de la obra de que se trate, depende en un alto porcentaje de la fidelidad y extensión de los datos que estas brigadas de campo logren recabar.

**NORMA II-6.**—Las brigadas de estudios en principio dependerán del Departamento de Estudios y Proyectos de la Dirección de Obras Marítimas, y se tendrá en cuenta que es necesario que sus trabajos sean conocidos en toda su extensión por el Consejo Consultivo a quien remitirán siempre dos copias de sus informes, planos, libretas de observación, etc. de los cuales el original y los tantos necesarios completos se remitirán mensualmente al departamento antes dicho, dejando en el lugar de operación por lo menos dos tantos completos de todos los documentos antes dichos.

**EXPOSICION.**—Con el fin de abreviar ésta, se acompaña un modelo gráfico de organización de una brigada de estudios físicos y técnicos, aplicada al caso de Topolobampo, así como un ejemplo del Informe Preliminar a que se ha hecho referencia.

Se aprecia en el cuadro de organización que la brigada funcionará en contacto con el laboratorio y con el Consejo Consultivo. Ambas funciones deben conservarse en todo momento, ya que el laboratorio ayudará con sus sugerencias y el Consejo Consultivo podrá valorar y emitir opiniones en todo tiempo a fin de que la Campaña dé mejores resultados.

El caso de Topolobampo es de un gran interés tanto desde el punto de vista de la integración de un centro de transportación con amplias proyecciones económicas, como desde el punto de vista técnico. Se acompaña un anteproyecto y su memoria que hemos supuesto ser el informe preliminar.

Se deduce que la Campaña de Medidas que se

indica en la Memoria se ajusta al caso particular de Topolobampo y consideramos que en él la parte esencial es el estudio y posterior resolución del problema de tipo hidráulico marítimo que plantea la situación actual de la entrada al puerto con sólo 12' en marea alta.

**NORMA II-7.**—Los informes mensuales de operación de las brigadas de estudios físicos y técnicos contendrán todos los datos que se recaben en ese período de tiempo más las observaciones y consideraciones de los especialistas. Se procurará conservar una forma de presentación a escalas y criterios iguales de mes a mes para hacer comparables dichos informes.

### CAPITULO III

#### CAMPAÑA DE MEDIDAS Y OBSERVACIONES

**EXPOSICION.**—El desarrollo de las ciencias aplicadas, tales como la Física moderna, la Electrónica, etc., nos ha llevado a la feliz solución de problemas de medición de fenómenos naturales que antes sólo se estimaban por observación, por comparación y a veces por desarrollos de índole matemática basados en supuestos interminablemente discutidos hasta la fecha. Esos fenómenos toman un particular interés cuando se trata de los acontecidos en el medio marítimo costero en el cual han de alojarse las obras de puerto, salvo el caso muy particular de los puertos fluviales alejados en varios kilómetros del mar, pero que aún así sienten la influencia de buena parte de los susodichos fenómenos (mareas, vientos, formación de barras, etc.)

La complicación de esos fenómenos naturales y la complejidad de sus efectos fue reconocida hace siglos y sin embargo el técnico portuario tuvo que conformarse durante mucho tiempo con "observar" los efectos, a veces con suponerlos dentro de una amplitud de probabilidades bastante dudosa. De ahí que se recurrió al método comparativo entre obras y formas exitosas con las que el técnico proyectaba para el futuro. Esas comparaciones a veces resultaban justas y basadas sobre todo en la experiencia del proyectista, pero con mucha frecuencia también la nueva concepción deducida por aquella comparación resultaba fuera de condiciones: o era débil o era excesivamente robusta.

Sólo el tiempo decía por medio de resultados tangibles si aquella obra había sido bien proyectada o si la comparación había llevado a una solución defectuosa.

Por otra parte, como no había medios para medir y comprobar la existencia de los fenómenos y de sus efectos, estos muy frecuentemente se suponían fuera de escala y a veces hasta se les concedía "existencia" cuando en la realidad tal o cual fenómeno no existía (caso Salina Cruz, Oax.).

En las campañas de medidas, en la actualidad se persigue llegar al conocimiento de los fenómenos naturales y de sus efectos. Por ejemplo: se avizora por observación y por experiencia que en una costa existen acarreo litorales. ¿Qué causa tienen? ¿Adónde van? ¿Cuál es su efecto en la costa o en una obra en ella implantada? Todas esas preguntas se pueden ahora contestar con una aproximación muy elevada si la campaña de medidas se ajusta a la técnica y cuenta con los medios hoy en boga y se hacen las operaciones de campo a conciencia.

**NORMA III-1.**—La campaña de medidas y observaciones tienen un alto valor técnico y de su calidad depende que se pueda llegar en menor tiempo al conocimiento de los fenómenos naturales a cuyos efectos ha de quedar expuesto el conjunto de instalaciones portuarias y sus vecindades. Por lo tanto será constante preocupación de la Dirección General de Obras Marítimas su ejecución correcta, tomando en cuenta que su costo es de poca significación si los resultados que se obtienen son más dignos de confianza que cualquier otro para proyectar bien y para ejecutar con rapidez, con economía y con acierto.

**NORMA III-2.**—Corresponde a la propia Dirección de Obras Marítimas la vigilancia estrecha y constante de las operaciones llevadas a cabo en el campo por las brigadas que ella designe. Debe tomarse en cuenta que la localización y medición defectuosa de fenómenos y efectos traería como consecuencia falsas suposiciones en los proyectistas y que por lo tanto debe exigirse que todas las operaciones de campo tengan el fundamento debido.

**NORMA III-3.**—Los instructivos generales y particulares que se giren a las brigadas sólo podrán modificarse cuando exista una razón debidamente comprobada para ello, y nunca porque se desee acortar tiempos de trabajo ni mucho menos para buscar facilidades de tipo personal.

Por tal razón esos instructivos deben meditarlos muy bien y si fuese necesario ampliarlos o explicarlos con aclaraciones pertinentes, no debe escatimarse ningún esfuerzo.

**NORMA III-4.**—Los instructivos señalados antes serán formulados escuchando previamente las opiniones variadas de los especialistas, y si fuere necesario hacer consultas exprofeso a reconocidos valores de la técnica portuaria mundial se les planteará el problema con toda claridad pidiéndoles emitir sus opiniones concretamente.

**NORMA III-5.**—Durante el desarrollo de la campaña de medidas y observaciones será conveniente que técnicos reconocidos hagan visitas e inspecciones en el lugar, proporcionándoles todos los datos y explicaciones del caso. Ellos deberán emitir opiniones y proponer sugerencias por escrito a la Dirección de Obras Marítimas quien las transmitirá al ingeniero jefe de la brigada.

Queda terminantemente prohibido a todas y cada una de las autoridades de la Dirección de Obras Marítimas dar órdenes verbales a los técnicos de las brigadas de campo, pudiendo en cambio hacer observaciones y sugerencias por escrito al Director General quien someterá aquellas al estudio y resolución que corresponda.

**NORMA III-6.**—Durante el desarrollo de los trabajos el ingeniero jefe de la brigada está facultado para presentar iniciativas y sugerencias por escrito a fin de mejorar la labor técnica que tiene encomendada, y esto lo hará por los conductos regulares, pero sin poner en práctica sus ideas sino hasta contar con la autorización oficial correspondiente.

**NORMA III-7.**—Los planos de sondeo hidrográficos y de suelos, los topohidrográficos, los de localización de operaciones y los generales de las zonas serán formulados siempre en referencia a las triangulaciones básicas y al plano de nivel 0.00 determinado por medición directa de mareas. Todos los planos llevarán numeración progresiva con la leyenda correspondiente y las firmas de los operadores, calculistas, dibujantes, ingeniero ayudante que revisa y el conforme del ingeniero jefe de la brigada.

**NORMA III-8.**—Las libretas de campo, cuadernos de anotaciones, carpetas de croquis, etc., se harán obteniendo triplicados. Un juego completo se conservará en el lugar de operación de la brigada, el otro se remitirá en la parte que corresponde al período de un mes en el informe correspondiente a la Dirección de Obras Marítimas y el tercero directamente al Consejo Consultivo.

Esas libretas, cuadernos, etc., deben contener la mayor cantidad posible de datos que permitan la identificación de puntos, zonas, rumbos, distancias, lugares de muestreo, sitios precisos de medición de fenómenos relacionados a las líneas de base o directamente a puntos de las triangulaciones, anexando topografías y croquis aclaratorios e ilustrativos, por fechas y enmarcadas.

Queda terminantemente prohibido hacer borraduras a las anotaciones en esos documentos, admitiéndose en todo caso tachar cifras o palabras equivocadas repitiéndolas sin que ello implique confusión alguna.

**NORMA III-9.**—De las mediciones directas de vientos, así como de los datos obtenidos que concuerde, de las cartas de viento y de los observatorios meteorológicos establecidos en los puertos, las brigadas de campo determinarán los regímenes correspondientes del lugar. Estos se consignarán en cuadros y gráficas sin olvidar que ellos constituyen la base para la formulación de planos de olas y estudios posteriores hasta la calibración y experimentación en el laboratorio.

Cada operación de medición directa en la costa o mar adentro se referirá a una hora exacta, e iguales para cada sitio de medición, transmitiéndose por los

radios portátiles los datos de tiempo y altura de marea en el instante de la susodicha medición.

Igual procedimiento se seguirá empleando globos-sonda para observaciones a alturas mayores que las obtenidas normalmente en las playas o barcos empleados.

**NORMA III-10.**—En cuanto las brigadas de campo hayan determinado el régimen de vientos y la batimetría de la zona o región en estudio, se formularán los planos de ola para cada dirección de viento productor que haya sido determinado. Los datos que se obtengan con este método técnico gráfico se compararán cuantas veces sean posible con los que arroje la medición directa de olas y de sus direcciones de incidencia a fin de averiguar, en parte, las causas de las alteraciones de fondos, direcciones de acarreo, zonas de rompiente, etc. Dichos planos de ola se formularán a partir de la zona bien conocida de "Proximidades" y con las alturas de ola medidas directamente ya sea con obras existentes o sin ellas. De todos los planos de ola logrados se remitirán los tantos indicados en la norma III-8.

**NORMA III-11.**—Las mediciones de corrientes ya sean marinas o fluviales en caso de desembocaduras y formaciones lagunarias con marea, se harán en repeticiones o series correspondientes a estados de marea muerta y de marea viva, tantas veces como sea necesario para obtener promedios de confianza, determinando con la mayor precisión posible el sitio de operación, el tiempo empleado, la fecha, el nivel de marea en el momento de la medición. Los registros claros haciendo en hojas por separado los cálculos correspondientes, reuniendo en cada operación la parte de los registros de los corrientógrafos empleados.

**NORMA III-12.**—Se podrán utilizar flotadores lustrados, de metal o de plástico, para determinar velocidades y sus direcciones, siempre y cuando la operación se haga en condiciones de viento y oleaje muy pequeños (menos de 0.50 de altura) y debe tenerse en cuenta que los datos así obtenidos no se admitirán como definitivos por lo que su empleo se considera preliminar y para localizar sitios o zonas dignas de medición más exacta. Salvo el caso especial en que sea necesario emplear flotadores luminosos (trazadores) y cámara lenta fija, el uso de flotadores queda limitado como se indica.

**NORMA III-13.**—La altura y el período de los oleajes se medirán fundamentalmente con ológrafos autónomos de micro-onda. Para ello, después de escoger el lugar apropiado a la profundidad conveniente (casi siempre a  $-25.00$ ) y localizado el punto de fondeo por medio del sextante y ángulos capaces de un segmento dado, se fondearán estos aparatos según su propio instructivo. Es responsabilidad del técnico asignado a esta operación la recolección de datos, la conservación del aparato y su vigilancia, por lo que éste dispondrá en todo momento de una lancha oceanográfica

con pescante de carga y a sus órdenes estará el buzo observador asignado a la brigada.

**NORMA III-14.**—La instalación de mareógrafos seguirá las reglas indicadas en el instructivo del aparato y su vigilancia, cambio de rollos y calibración se hará con frecuencia sin permitir que el funcionamiento se interrumpa por más de 24 horas. Para determinar los fenómenos relativos a ondas de marea y sus variaciones, en desembocaduras y formaciones lagunarias extensas, se autoriza el empleo de mareómetros de regla en los sitios en que se juzgue conveniente pero siempre y cuando el sistema de medición tenga como patrón de niveles un mareógrafo registrador por lo menos.

**NORMA III-15.**—En los informes mensuales se anexarán las gráficas de mareas observadas en el mes y será obligación del ingeniero jefe de la brigada determinar y comprobar la posición del plano de cota 0.00 (media de las medias mareas) al cual se referirán las cotas de todos los puntos de levantamientos, mediciones, situaciones, etc.

**NORMA III-16.**—La dirección de incidencia del oleaje en las playas y en las obras se determinará por medio de un olómetro fijo y con el auxilio de una tránsito, según el método que se explica por sí mismo en la gráfica que se acompaña. Para su aplicación precisa la existencia de una o varias alturas apropiadas para la observación. Si dicha elevación no existiera, lo cual es común en terrenos planos cercanos a las costas, se empleará una torre de triangulación de unos 20 Mts. de altura para centrar en su plataforma superior el tránsito. En casos especiales se podrá intentar la determinación de esa dirección de incidencia deduciéndola de planos de ola hechos con vientos medidos en el lugar o con tres ológrafos de reflexión fondeados a unos 300 Mts. uno del otro.

**NORMA III-17.**—La cuantificación o medida del gasto sólido de los acarreos litorales sólo puede hacerse hasta el presente por medio de un espigón de cuantificación, o sea una obra de acumulación que se interponga en el sentido de la marcha de los azolves y preferentemente normal a la resultante de los vectores de acarreo en el sitio de su implantación.

Sin embargo, para conocer la velocidad de transporte y las direcciones del mismo se emplearán trazadores radioactivos conforme al instructivo especial que señala su empleo.

Los seccionamientos de la acumulación se seguirán con toda regularidad durante el tiempo que dure la campaña de medidas y sus resultados se consignarán en cuadros y gráficos especiales que se anexan a los informes mensuales dando el dato de curva-suma en ese período de tiempo. Esas observaciones tienen particular interés después de un temporal.

**NORMA III-18.**—Para localizar los cambios de los fondos marinos y de la batimetría de la parte fluvio-marítima en las desembocaduras se emplearán si-

multáneamente dos métodos: el primero de sondeos sucesivos espaciados un tiempo tal que dentro de su extensión queden comprendidos tales cambios y dibujando calcas de superposición con el mismo plano de comparación (0.00); el segundo consiste en la obtención tan frecuente como sea posible de fotografías verticales tomadas por medio de un avión o mejor aún de un helicóptero, a la misma altura y hora (12 horas tiempo astronómico del lugar).

**NORMA III-19.**—La calidad y composición de los terrenos de fondo se estudiará por medio de muestras directas en los puntos marcados en una cuadrícula que abarque la zona de estudio. Esas muestras se clasificarán, y se numerarán con el mismo número que corresponda al punto de toma enviándolas al laboratorio central para su estudio y clasificación física y química. Por lo menos se tomarán tres muestras de cada sitio en épocas diferentes.

Cuando los investigadores prevean la necesidad de llegar a una experimentación con modelo de fondo móvil esos muestreos se harán según el instructivo especial que formule el laboratorio y apruebe el Consejo Consultivo de Obras Marítimas.

**NORMA III-20.**—Los muestreos de materiales de playa se harán en trincheras abiertas exprofeso en diferentes planos normales a las líneas de base y llevadas a la profundidad que indiquen los instructivos, al igual que los de la zona de rompientes en las épocas y lugares bien definidos. Las muestras se clasificarán y numerarán en bolsas de plástico de un kilo aproximadamente para enviarse al laboratorio al estudio correspondiente.

**NORMA III-21.**—En el caso de desembocaduras y de formaciones lagunarias con marea, las campañas de medidas se sujetarán a instructivos especiales, ya que en este caso además de los problemas de índole marítimo se confrontan los hidráulicos. Estas campañas se dividirán clásicamente tanto en personal como en operaciones de tal suerte que se sobrepongan las mediciones y observaciones en el mar, en la costa y en los ríos o salida de vaciantes.

Téngase presente que estas campañas son las que requieren una mejor aplicación de la técnica y de la observación sistemática para llegar a resultados positivos.

**NORMA III-22.**—Los trabajos de campo indispensables para la localización correcta de los elementos de iluminación costera y de señalación marítima, requieren una exploración previa en los sitios probables de implantación. De esos trabajos podrán deducirse los datos en que se base el proyecto y la ejecución de la obra, quedando establecido expresamente que las reglas y normas de tipo universal que se refieren a la explotación de los sistemas de iluminación que han sido aprobados en diferentes Congresos de Navegación deberán seguirse fielmente. Los trabajos de campo se desarrollarán en combinación y con el auxi-

lio de las brigadas de construcción y conservación de faros y balizas.

## CAPITULO IV

### INSTRUMENTOS Y APARATOS DE CAMPO MANEJO Y CONSERVACION

**EXPOSICION.**—Como se dice antes, en la actualidad se ha logrado ya la construcción y operación de aparatos con los que se logra una determinación de los fenómenos físicos y de sus efectos, por lo menos con una cuantificación que antes no se tenía. Por regla general estos aparatos son construidos primeramente con carácter experimental por los laboratorios de hidráulica marítima. Una vez que han sido probados suficientemente se lanzan al mercado por una patente de protección y el comprador los adquiere sobre pedido y con los folletos de instrucción para su manejo y conservación.

Es de desearse que estando establecido en nuestro país el laboratorio correspondiente, sea esta Institución Científica quien en el futuro dote a México de los aparatos necesarios, a fin de evitarnos la costosa adquisición de los mismos en el extranjero. Salvo, quizá, los tránsitos de gran alcance con la óptica Wild u otra semejante, los demás instrumentos de medición de campo y de laboratorio pueden ser construidos en nuestro medio por nuestros científicos.

**NORMA IV-1.**—Será el personal técnico de laboratorio el encargado de tener al día a la Secretaría de Marina de los aparatos de medición que se vayan encontrando en uso en la especialidad. Dicho personal procurará estudiar siempre la forma y manera de lograr la construcción de esos aparatos e instrumentos en nuestro medio, ya sea en el mismo laboratorio o en las instituciones de investigación de las universidades y en las organizaciones técnico-comerciales establecidas en el país.

**NORMA IV-2.**—Los instrumentos y aparatos se clasificarán como sigue:

- a) Para medición de vientos.—Anemómetros y anemógrafos.
- b) Para medición de oleajes.—Olómetros y ológrafos.
- c) Para medición de mareas.—Mareómetros y mareógrafos.
- d) Para medición de lluvias.—Pluviómetros.
- e) Para medición de corrientes.—Corrientógrafos flotadores y correderas.
- f) Para muestreo de acarreo sólidos.—Turbidísonda.
- g) Para muestreo de líquidos.—Hidrocaptor.
- h) Para localizar dirección y velocidad de acarreo de sólidos de fondo.—Trazadores radioactivos.

- i) Para levantamientos hidrográficos. — Eco-sonda.
- j) Para medición de ángulos. — Tránsitos y sextantes.
- k) Para medición de desniveles. — Niveles y cli-símetros.
- l) Para sondeo de rompientes. — Sondador de canasta.
- m) Para muestreos de fondos. — Muestreador de profundidad.
- n) Para muestreos de superficie. — Elementos normales.
- ñ) Para muestreo de canteras. — Los acostumbrados.
- o) Para muestreo de suelos. — Máquinas rotarias.
- p) Para control de calidades. — Los señalados en el instructivo especial.
- y) Para pruebas de resistencia. — Los catalogados de campo (Rc) y los de laboratorio (Rl).

Todos y cada uno de los aparatos e instrumentos antes clasificados tendrán una tarjeta de control en la que se indicará su estado y empleo.

**NORMA IV-3.** — Para el manejo correcto de los aparatos e instrumentos empleados en el campo y en el laboratorio, el personal recibirá además de los folletos en español de cada aparato una instrucción especial y si fuese necesario un curso complementario al respecto.

**NORMA IV-4.** — Queda prohibido a todo el personal que utilice aparatos e instrumentos intentar reparaciones en el lugar de operación. En caso de fallas o descomposturas lo comunicarán por los conductos debidos al Departamento de Estudios y Proyectos para que éste envíe especialistas o los aparatos se concentren para su arreglo.

**NORMA IV-5.** — Forman de estas normas los instructivos de los aparatos e instrumentos de campo debiendo acompañarse siempre dichos instructivos en español con los referidos elementos que serán revisados periódicamente por el personal técnico de los laboratorios.

## CAPITULO V

### CUADERNOS DE MEDIDAS Y OBSERVACIONES

**EXPOSICION.** — El objeto primordial de este capítulo es fijar un criterio al que debe ajustarse la forma general de llevar las anotaciones de las operaciones de campo con objeto de hacerlas uniformes para que sean manejables por todo el personal de la Dirección de Obras Marítimas.

**NORMA V-1.** — Las libretas o cuadernos de campo tendrán la siguiente clasificación:

- a) Libretas de topografía, planimetría y altimetría.

- b) Libretas de hidrografía. Control de sondeos y notas de mareas.
- c) Cuadernos de mareas. Anotaciones de los mareómetros y de los mareógrafos, según el instructivo que formule el Instituto de Geofísica.
- d) Libretas de vientos. Hora, velocidad y dirección, fecha, estado del tiempo, estado de la marea, aparato empleado, punto de observación.
- e) Registro de ológrafo. La gráfica correspondiente a este aparato anexando localización, fecha, estado de marea.
- f) Registro de olómetro. Ángulo horizontal, ángulo vertical, altura de ola apreciada, ángulo de incidencia, fecha, hora, lugar, datos de viento, marea.
- g) Registro de corrientógrafo. La gráfica del aparato más fecha, hora, lugar, marea, viento, localización.
- h) Registro de corrientómetro. Los datos apreciados o leídos más los que se indican para el corrientógrafo.
- i) Registro de flotadores. Datos de localización y espacios recorridos en tiempo dado. Estado del viento o la máxima marea.
- j) Libreta de muestreos. Localización, cota al 0.00 de playa y de fondo, número de la muestra, peso húmedo, aspecto general.
- k) Registro de turbidsonda. Marca, superficie de entrada, localización de la toma, fecha, hora, marea, viento, volumen y peso de cada muestra extraída de la botella.
- l) Registro de hidrocaptor. Marca, tipo, localización, fecha, hora, viento, marea, volumen captado y profundidad medida, aspecto de la muestra.
- m) Registro de ecosonda. La gráfica del aparato traducida a la escala del plano, plano de comparación al 0.00, localización, fecha, hora, viento, ángulos medidos por los tránsitos de control o por el sextante localizador.
- n) Registro de canteras. Procedimiento de obtención de las muestras, localización, hora, fecha, niveles de muestreo, número de muestra, peso, forma y aspecto general.
- ñ) Registro de muestreo de suelos. Procedimiento empleado, máquina, fecha, hora, localización, número de la muestra.
- o) Registro de sondeo de rompiente. Aparato, localización, fecha, hora, marea, viento, lecturas al 0.00, ángulos de inclinación de la sección.
- p) Registro de aforos de corrientes. Se seguirá el instructivo de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, marea, viento, localización.

(Continuará)

# INGENIERIA DE DRAGADOS

Por J. LESTER SIMON, B. S. TN. C. E.

Traducción de los Ings. Roberto Mendoza Franco  
y Manuel Ramos Magaña

(Continuación)

Aún si el lodo es el único elemento de los bombeos, el área del vaso puede ser tan grande y el grado de relleno tan lento que, antes de que el lodo llegue a su máxima elevación, los primeros bombeos cerca del fondo habrán tenido oportunidad de consolidar hasta cierta extensión, adquiriendo un ángulo de reposo apreciable y disminuyendo la presión. Mas especialmente será cierto esto si el vaso es drenado en intervalos frecuentes.

La mayor presión posible de la primera condición de carga, es la que resulta de un relleno de lo que virtualmente es fango líquido. El fango del río sumergido o completamente saturado tiene un ángulo de reposo igual a cero grados, de tal manera que ejerce una presión flúida que es mucho mayor que la del agua debido al mayor peso del flúido. Ya sea que el dique esté sujeto o no a una carga total de fango líquido, el ingeniero debe predeterminar un estudio de los anteriores elementos.

La presión del caso II puede ser la carga crítica solamente cuando el material bombeado es de tal naturaleza pesado, que se deposita rápidamente y ejerce un esfuerzo horizontal menor que el de la carga del agua contenida. En tal caso, la carga máxima se obtendrá cuando el vaso está casi completo y el vertedor ha sido levantado hasta cerca de su carga total.

La carga del Caso II presupone el uso posterior del relleno para propósitos comerciales, incluyendo la colocación de cargas grandes, fijas o móviles sobre su superficie cerca del dique.

Las presiones que resultan de las tres condiciones de carga se estudiarán.

Caso I.—Supongamos un dique construido de ocho pies de agua y elevándose arriba de la superficie 10 pies, sujeto a la carga de fango líquido. Tenemos entonces un muro de retención separando dos flúidos de diferentes pesos y cargas, la emulsión de fango en un lado pesando 100 lbs./pies<sup>3</sup>, con una carga de 18

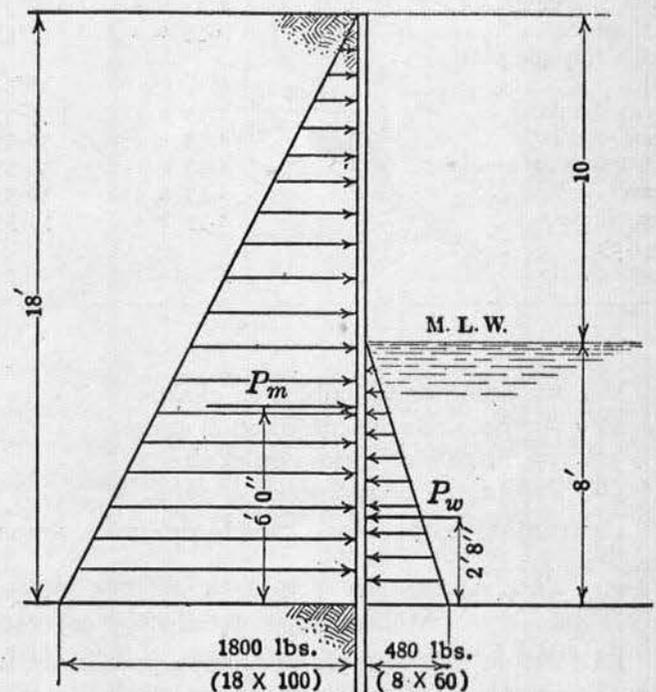


FIGURA 44

pies, y agua en el exterior pesando 60 lbs./pies<sup>3</sup> con una carga de 18 pies, y agua en el exterior pesando 60 lbs./pies<sup>3</sup> con una carga de 8 pies, Fig. 44 en la que  $F_m = La$  resultante interna de la presión del fango por pie de dique.  $P_w = La$  resultante externa de la presión del agua por pie de dique. Entonces  $P_m = 1/2 \times 100 \times 18^2 = 16.200$  lbs. actuando a una distancia de  $18/3 = 6$  pies, arriba del fondo.  $P_w = 1/2 \times 60 \times 8^2 = 1.920$  lbs. actuando a una distancia de  $8/3 = 2.67$  pies, arriba del fondo.

Caso II.—Ahora supongamos que la carga crítica del mismo dique sea la de la segunda condición, es decir, presión hidrostática en ambos lados. La presión resultante interna por pie de dique será  $1/2 \times 60 \times 18^2 = 9.720$  lbs., la presión interna y el punto de aplicación de cada una se conservan iguales que los del Caso I.

Caso III.—Finalmente, apliquemos la tercera o última condición de carga al dique, suponiendo que el relleno sea de una mezcla de grava, arena y arcilla y que la sobrecarga viva es igual a 600 lbs./pulg.<sup>2</sup>. La tabla siguiente, tomada del American Civil Engineers' Hand Book (Merriman), da el peso, pendiente y ángulo de reposo de varios materiales tanto como arena suelta en el aire así como material excavado y bombeado dentro del agua. Usando la siguiente anotación:

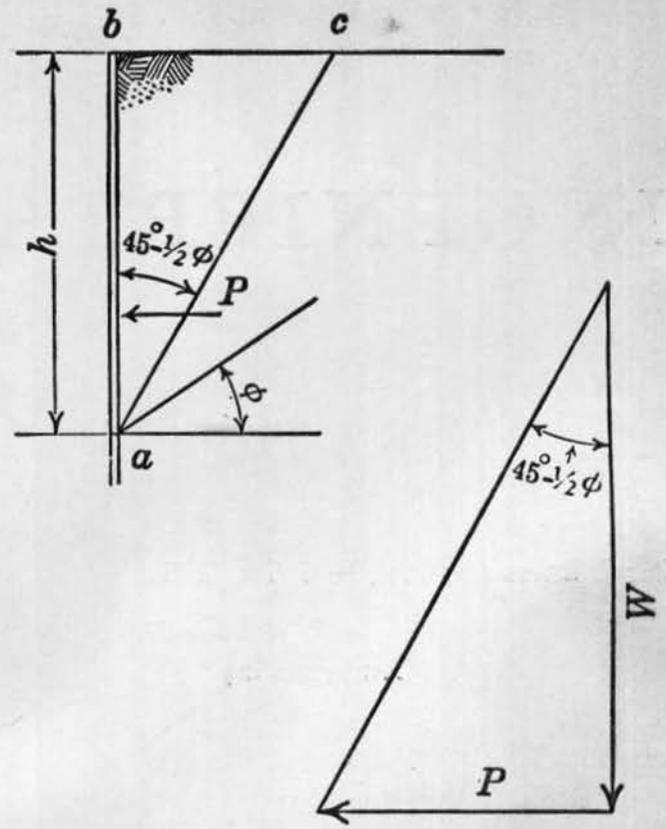


FIGURA 45

Clase de material	Pendientes de reposo	Angulo de reposo	Peso lbs./pies <sup>3</sup>	Pendiente de reposo	Angulo de reposo	peso en lbs./pies <sup>3</sup>
Arena limpia .....	1.5 a 1	33°41'	90	2 a 1	26°34'	60
Arena y arcilla .....	1.33 a 1	36°53'	100	3 a 1	18°26'	65
Arcilla seca .....	1.33 a 1	36°53'	100	3 1/2 a 1	15°57'	80
Arcilla húmeda plástica .....	2 a 1	26°34'	100			
Grava limpia .....	1.33 a 1	36-53	100	2 a 1	26-34	60
Grava arcilla .....	1.33 a 1	36-53	100	3 a 1	18-26	65
Grava arena y arcilla .....	1.33 a 1	36-53	100	3 a 1	18-26	65
Tierra .....	1.33 a 1	36-53	100	3 1/2 a 1	15-57	70
Roca suave .....	1.33 a 1	35-55	110	1 a 1	45-00	65
Rip-Rap .....				1 a 1	45-00	65
Fango de río .....				a 1	0-00	90

- $W_a =$  peso por pie cúbico en el aire.
- $W_w =$  peso por pie cúbico en el agua.
- $\Phi_a =$  ángulo de reposo en el aire.
- $\Phi_w =$  ángulo de reposo en el agua.

Las cantidades para una mezcla de grava, arena y arcilla son:

$$W_w = 100 \text{ lbs.}; \quad W_a = 65 \text{ lbs.}; \quad \Phi_a = 36^\circ 53' = 18^\circ 26'$$

La fórmula más apropiada para la presión de la tierra  $P$ , por pie de dique y una cuyo grado de precisión es compatible con la de los otros factores de nuestro problema es:

$$P = \frac{1}{2} w h^2 \tan^2 (45^\circ - \frac{1}{2} \Phi)$$

la que supone que, si el dique se fuera a mover, el apoyo fallaría partiéndose a lo largo del plano  $ac$ , (Fig. 45a), llamado plano de ruptura, y formando un que el esfuerzo horizontal contra el dique es causado por la tendencia de la cuña  $abc$  a deslizarse sobre el plano  $ac$  y es la componente horizontal de una fuerza paralela al plano de ruptura cuya componente vertical es el peso de la cuña deslizante  $abc$ .

Para un pie horizontal de muro, las cantidades involucradas son:

Area de la cuña deslizante

$$abc = h/2 \times h \tan(45^\circ - \Phi/2) = h^2/2 \tan(45^\circ - \Phi/2)$$

Peso, W, de la cuña deslizante

$$abc = wh^2/2 \tan(45^\circ - \Phi/2)$$

Esfuerzo horizontal

$$= W \tan(45^\circ - \Phi/2) = wh^2/2 \tan^2(45^\circ - \Phi/2)$$

P puede encontrarse gráficamente Fig. 45b dibujando a escala una línea vertical el peso W, de la cuña deslizante y el ángulo de ruptura  $45^\circ - \Phi/2$ , y cerrando el triángulo por una línea horizontal, cuya longitud es igual al esfuerzo P.

En el problema supuesto

$$(45^\circ - 1/2 \Phi_w = 45^\circ - (\frac{36^\circ 53'}{2}) = 26^\circ 34' \text{ y } \circ$$

$$45^\circ - 1/2 \Phi_w = 45^\circ - (\frac{18^\circ 26'}{2}) = 35^\circ 47'$$

Las condiciones entonces son las que se muestran en la Fig. 46. El peso de la cuña deslizante está formado de tres partes:

- (1) el área abc en pies<sup>2</sup> × W<sub>w</sub>
- (2) el área bdefc en pies<sup>2</sup> × W<sub>w</sub>
- (3) la longitud df en pies × 600. Y si la figura se dibuja con mucha precisión, las áreas pueden encontrarse de ella. El peso total de la cuña deslizante compuesta y el ángulo de ruptura del estrato más bajo determina la magnitud del esfuerzo horizontal.

El peso total es:

Estrato sumergido abc	= 1,510 lbs.
„ seco bdefc	= 8,300 „
Carga viva df × 600	= 6,480 „
<b>Total:</b>	<b>16,290 lbs.</b>

Entonces gráficamente, como antes:

$$P = 11,700 \text{ lbs.}$$

En esta forma, la solución da el esfuerzo neto, como la presión del agua ya ha sido en efecto deducida por razón del hecho de que las cantidades usadas, para el estrato fueron cantidades sumergidas. La presión que deberá resistir el muro es, por lo tanto, 11 700 lbs.

Las fórmulas darán el mismo resultado sin la ayuda gráfica.

Diseño.—En aquellos diques que no son del tipo de gravedad, falta determinar los esfuerzos en el tablistacado y la proporción del esfuerzo transmitido así a la estructura arriba del agua. El tratamiento más

conveniente es por el método de fluido de presión equivalente, es decir la determinación del peso de un fluido hipotético que produzca el mismo esfuerzo P tanto en magnitud como en punto de aplicación. La presión de la tierra resultante actúa en el punto comprendido entre un tercio y un medio de la altura del muro desde el fondo. Donde la sobrecarga viva es considerable, el punto de aplicación puede suponerse con seguridad a 0.4 de la altura. En nuestro problema, este punto será  $0.4 \times 18$  ó 7.2 pies desde el fondo. Digamos 7 pies cerrados. La presión hidrostática resultante, no obstante, actúa a un tercio de la altura. La carga por lo tanto, del así llamado fluido equivalente será en este caso  $3 \times 7 = 21$  pies, y la presión resultante

$$= \frac{wh^2}{2} = \frac{w \times 21^2/2}{2} = 220.5w \frac{wh^2}{2}$$

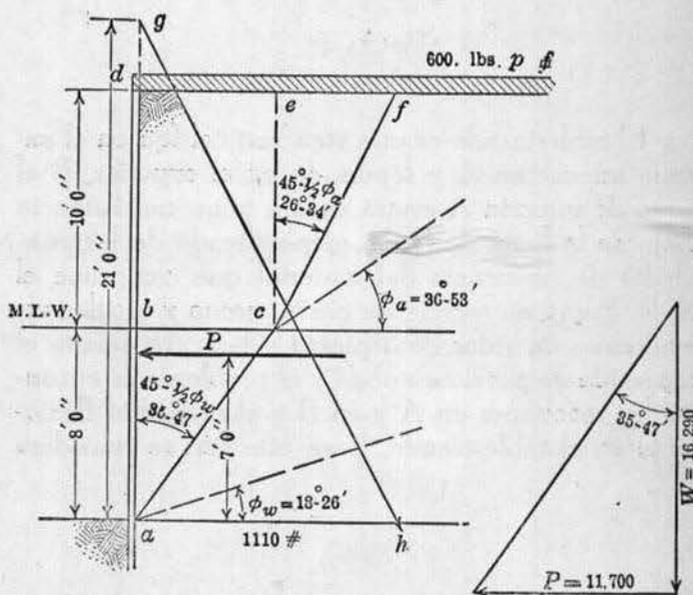


FIGURA 46

Igualmente este valor con el anterior de P y despejando w, se encontrará que un fluido que pese 53 libras/pies<sup>3</sup> ejercerá un esfuerzo equivalente. La presión unitaria en la base del muro = wh = 53 x 21 = 1110 lbs. Otra vez, en la Fig. 46 póngase este valor a escala y dibújese el triángulo de las presiones del fluido, ahg del cual la presión unitaria en cualquier punto de la altura puede medirse y analizarse los esfuerzos en la estructura. En el caso del borde de fango, el primer paso desde este punto será la determinación de la proporción de esfuerzo soportado por las varillas de arrastre y pilotes inclinados, de donde, co-

noiciendo esta reacción, puede encontrarse el momento flexionante en el tablestacado.

Como una ilustración más completa del problema subsecuente a la evolución del triángulo de presión del fluido equivalente, discutamos el caso de la plataforma de descarga, muro de tablestaca Fig. 47.

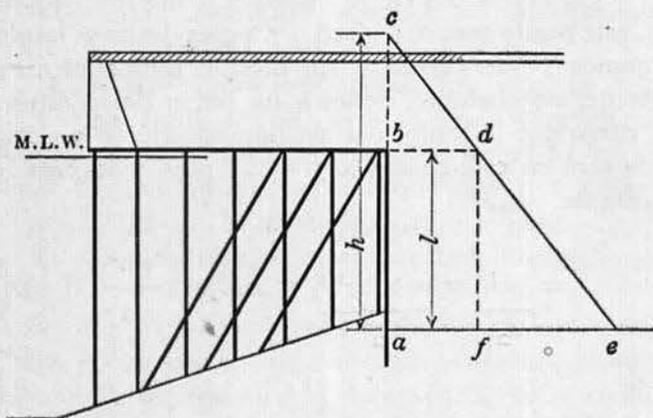


FIGURA 47

El tablestacado es una viga vertical fija en el extremo interior en A y soportada en el superior, B el punto de sujeción A estará en o a pequeña distancia abajo de la línea de fango, dependiendo de las cualidades de resistencia del material que comprime el fondo. Para una mezcla de grava, arena y arcilla, supondremos un valor de 2 pies. La losa AB resiste el trapecoide de pensiones *abde* y el problema es encontrar las reacciones en A y en B y el momento flexionante en el tablestacado. Para este fin, se considera

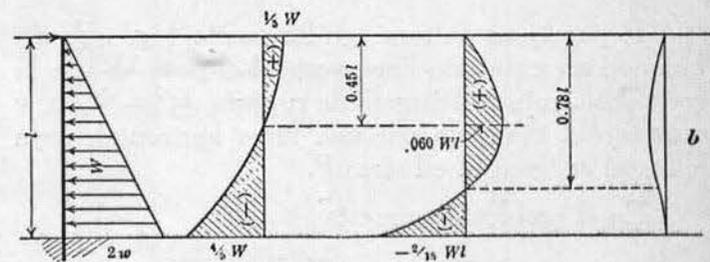
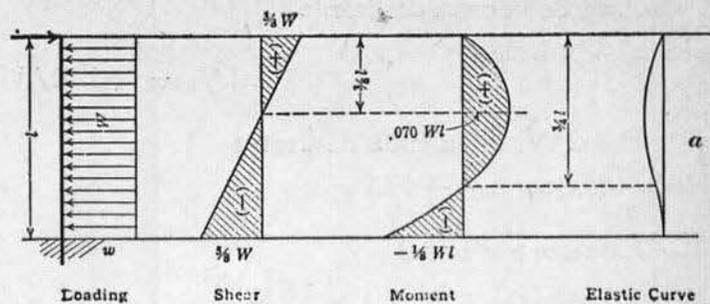
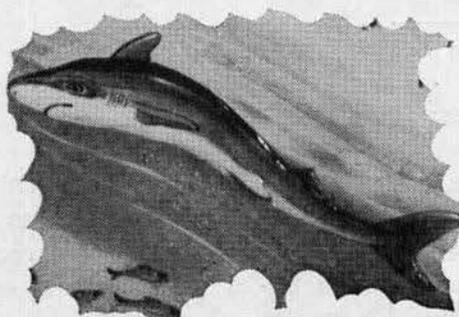


FIGURA 48

la carga de la losa en dos partes. La carga uniforme *bdfa* y *2a*. la carga que varía uniformemente de 0 a *fc* representada por el triángulo *def* que determina independientemente las reacciones de los extremos, los momentos y esfuerzos cortantes debido a cada carga. Entonces combinando los dos, se encontrarán los esfuerzos críticos en el tablestacado. La Fig. 48a da los diagramas para la carga uniforme *abdf* la Fig. 48b para la carga variable *def*. Mecánica de una viga, de longitud *l* fija en un extremo y soportada en el otro, con una carga total, *wl*, que varía uniformemente de cero en el extremo soportado a *2w* (el doble de la carga promedio por pie, *w*) en el extremo fijo.

(Continuará)



# CHAPULTEPEC, S. A.

INGENIEROS CONSTRUCTORES

(ANTES: CLARK Y MANSILLA, S. A.)

*Respetuosamente felicita al señor Licenciado*

**ADOLFO LOPEZ MATEOS**

PRESIDENTE DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

*Por su encomiable esfuerzo gubernamental, en el primer año al frente de los destinos de la Patria y por su marcado interés en el impulso al fomento Marítimo de México.*

*Diciembre 10. de 1959.*



OFICINAS GENERALES

Paseo de la Reforma 122-6o. Piso Tel. 46-52-15

México, D. F.

DIVISION OBRAS PORTUARIAS ENSENADA

Gastélum No. 51 Tel. 4-84 y 7-27

Ensenada, B. C.

DIVISION OBRAS PORTUARIAS GUAYMAS

Paseo Obregón 183 Tel. 1-91

Guaymas, Sonora

# OBRAS DE MEXICO, S. A.

CONSTRUCCIONES EN GENERAL

y

OBRAS PORTUARIAS

Con todo respeto felicita al Sr. Presidente de la República, Lic

**ADOLFO LOPEZ MATEOS**

por las realidades logradas en su primer año de Gobierno.

México, D. F., 1o. de Diciembre de 1959.



Reforma No. 95  
Despacho 726

Teléfono:  
35-68-06