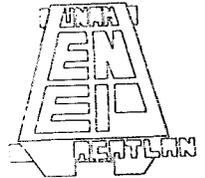




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán
INGENIERIA CIVIL



**Construcción de las Escolleras en la
Desembocadura Del Rio Soto La Marina,
en la Pesca, Tamps.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE.

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N :

ENRIQUE OROZCO VEGA

ANTONIO ROJAS CRUZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mis padres con veneración
esperando dejar cumplido
uno de sus más caros anhelos
al ver culminada mi integración
humana y profesional.

A mis hermanos: Sara,
Marisela y Javier por
su alegría animadora
deseando su felicidad.

A mis sobrinos: Verónica,
Juan José y Alejandro
con cariño.

M-00286²⁴

El llegar a obtener el ambicionado Título Universitario, me ha producido sacrificios, dudas e inquietudes que a veces he considerado infranqueables. Para salvar estos - obstáculos he contado no sólo con el cariño y apoyo de mis padres, sino también y en forma decidida de Maty, mi novia, de quien espero sea siempre mi gran estímulo.

Agradezco el amor y dedicación con que me ayudó a efectuar este trabajo.

H-0018624

A la memoria de mi padre:
RAFAEL ROJAS SORIANO

Con cariño y respeto
A mi madre:
MATEA CRUZ DE ROJAS
por sus consejos e incansable apoyo.

Con todo mi amor
A mi esposa:
ALEJANDRA LOZANO CONTRERAS
por su gran comprensión,
para alcanzar una de mis metas.

M-0028624

Con agradecimiento

A mis tíos:

MA.ELENA ROJAS C.

MA.DEL CARMEN ROJAS C.

SIGFRIDO GONZALEZ F.

por su apoyo moral y económico.

Con respeto a mis padrinos:

JOSE FRIAS PONCE

CONCEPCION FLORES DE FRIAS

Al D. en I. Mario Illescas

por la amistad y consejos
proporcionados que ayudaron
a la formación de este trabajo.

A todos los compañeros que
de una u otra forma brindaron
su desinteresada colaboración
y ayuda.

RECONOCIMIENTO

AL ING. FERNANDO HERNANDEZ DE LABRA
POR LA DIRECCION Y AYUDA QUE
NOS BRINDO PARA LA REALIZACION
DE ESTE TRABAJO.

A Ingeniería y Procesamiento Electrónico, S.A.
por el apoyo brindado.

La interpretación y criterios expuestos en el presente trabajo son de la exclusiva responsabilidad de los que suscriben y no representan condición alguna de las fuentes de información consultadas.

ENEP ACATLAN
COORDINACION DEL PROGRAMA
DE INGENIERIA Y ACTUARIA

CAI-C-0083-79

SEÑORES
ENRIQUE OROZCO VEGA
ANTONIO ROJAS CRUZ
Alumnos de la Carrera
de Ingeniería Civil
P r e s e n t e

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 1 de noviembre de 1978, me complace notificarles que esta Coordinación tuvo a bien asignarles el siguiente tema de tesis: ----
"Construcción de las Escolleras en la desembocadura del Río Soto La Marina, en la Pesca, Tamps.", el cual se desarrollará como sigue:

Introducción.

1. Antecedentes.
2. Estudios de Campo y Diseño de las Escolleras.
3. Procedimiento de Construcción.
4. Conclusiones.

Asimismo fue designado como Asesor de Tesis el señor -- Ing. Fernando Hernández de L., profesor de esta Escuela.

Ruego a ustedes tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberán prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

A t e n t a m e n t e

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Sta. Cruz Acatlán, Edo. de México a 8 de marzo de 1979

ING. IGNACIO LIZARRAGA G.,
Coordinador del Programa
de Ingeniería y Actuaría.

INDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCION.	4
CAPITULO 1	
ANTECEDENTES	7
1.1 Objetivos.	10
1.2 Localización de la Zona.	11
1.3 El Medio Físico.	13
1.3.1 Orohidrografia.	13
1.3.2 Climatología.	16
1.3.3 Vientos.	19
1.4 La Economía Regional.	20
1.4.1 Población.	20
1.4.2 Los Medios de Transporte.	21
1.4.3 Recursos en Explotación.	22
1.4.4 Recursos Potenciales.	23
CAPITULO 2	
ESTUDIOS DE CAMPO Y DISEÑO DE LAS ESCOLLERAS.	25
GENERALIDADES.	26
2.1 Estudios Topográficos.	28
2.2 Procesos Litorales.	29
2.2.1 Acarreo Litoral.	29
2.2.2 Origen de los Materiales Costeros.	31
2.3 Estudios Batimétricos.	34

	Pág.
2.3.1 Método de Intersecciones con Enfilación.	34
2.3.2 Determinación de Niveles.	36
2.3.3 Corrección por Marea.	37
2.4 Estudio de Corrientes, Mareas y Oleajes.	39
2.4.1 Corrientes.	39
2.4.2 Mareas.	42
2.4.3 Oleajes.	47
2.4.3.1 Características del Oleaje.	48
2.4.3.2 Efectos de la Batimetría.	49
2.4.3.3 Oleaje en Aguas Profundas.	49
2.4.3.4 Límite de Aguas Profundas.	49
2.4.3.5 Oleaje en Aguas Bajas.	51
2.4.3.6 Oleaje Máximo.	51
2.4.3.7 Dirección del Oleaje.	54
2.4.3.8 Predicción del Oleaje.	54
2.5 Estudio para Localización de Bancos de Materiales.	78
2.5.1 Localización y Acceso.	78
2.6 Estudio de Mecánica de Rocas y Suelos.	80
2.7 Dragado.	83
2.7.1 Tipo de Material a Dragar.	84
2.7.2 Equipo.	84
2.7.3 Estudios y Trabajos Previos al Dragado.	85
2.7.4 Canal de Navegación y Dársena de Maniobras.	88
2.7.4.1 Canal de Navegación.	88
2.7.4.2 Dársena de Maniobras.	89
2.7.5 Volumen del Material Dragado.	89
2.7.5.1 Canal de Navegación y Dársena de Maniobras.	89
2.7.5.2 "Playón".	90

	Pág.
2.8 Diseño de las Escolleras.	90
2.8.1 Elementos formativos del Escollerado.	91
2.8.2 Dimensionamiento.	91
CAPITULO 3	
PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION.	96
INTRODUCCION.	97
3.1 Localización del Escollerado de Proyecto.	98
3.2 Equipo a Emplear en la Construcción de las Escolleras.	99
3.3 Explotación del Banco Seleccionado.	102
3.4 Transportación del Material a la Obra.	103
3.4.1 Escollera Norte.	103
3.4.2 Escollera Sur.	103
3.5 Colocación del Material.	105
3.6 Diagrama de Flechas y Ruta Crítica.	109
3.6.1 Diagrama de Flechas.	109
3.6.2 Ruta Crítica.	110
CONCLUSIONES	112
BIBLIOGRAFIA	116

INTRODUCCION

El Estado de Tamaulipas ocupa un lugar destacado en el panorama económico del país. La excelente dotación de recursos, la extensa franja - fronteriza, sus costas y su red de comunicaciones, entre otros factores, - han permitido un crecimiento económico notable de esta entidad. La integración de los sectores que constituyen su economía ha propiciado, junto con el apoyo que representa una mano de obra que en términos generales tiene - una elevada productividad, una tasa de crecimiento que supera a la del nivel medio nacional.

Este comportamiento tuvo su base en un acelerado crecimiento del sector industrial, apoyado básicamente en la importante producción de crudos, así como en la industrialización y transformación a hidrocarburos; - contando además con la contribución, no menos importante, del sector agropecuario, en cuanto al aporte de productos destacados dentro del país y - una dinámica actividad comercial y de servicios.

Aunado a esto, Tamaulipas posee importantes recursos en materia de pesca no sólo en su litoral, que comprende más de 400 kilómetros, sino también en sus lagunas, presas y ríos.

Estos recursos sólo en épocas recientes han empezado a explotarse de manera adecuada, ya que por mucho tiempo su aprovechamiento fue deficiente, con técnicas rudimentarias y con bajos niveles de productividad.

Es importante destacar que en el Noreste de su litoral existe una amplia zona de aguas protegidas para la pesca, que adquiere sus mejores condiciones cuando algunas de sus barras permanecen abiertas originando con ello que penetren las aguas salinas. Esta zona se conoce como Laguna Madre y se extiende desde la desembocadura del río Soto La Marina, en la parte media del litoral de Tamaulipas, hasta la Barra de San José, en el Norte, la que fue considerada como una excelente productora de valiosas especies, que por causas naturales como el azolve de sus barras causó un desplome en la producción pesquera del Estado, ya que la mayor parte de las capturas procedían de sus aguas.

CAPITULO 1
ANTECEDENTES

Como ya se ha hecho mención, el Litoral Tamaulipeco forma parte del gran potencial pesquero de dicho Estado, motivo por el cual, en las in-
mediaciones de la desembocadura del río Soto La Marina al Golfo de México,
se iniciaron los trabajos relacionados con la construcción de un puerto -
pesquero, el que ya se encuentra funcionando aunque en forma rudimentaria
debido a que carece de algunas instalaciones para su operación adecuada, -
tales como: plantas de refrigeración, de secado y tratamiento, fábricas de
hielo, así como talleres de reparación para las embarcaciones.

La justificación de dicho puerto estriba precisamente, en esta-
blecer un lugar de refugio para todas aquellas embarcaciones pequeñas que
efectúan la explotación del recurso mencionado, ya que constantemente tie-
nen problemas ocasionados por las perturbaciones atmosféricas que se pre-
sentan en el Golfo, ante las cuales sólo se derivan dos opciones para sal-
vaguardarlas: por un lado, llegar al Puerto de Tampico, y por el otro a -
Brownsville, en Estados Unidos de Norte América.

Ante esta situación, se tiene el inconveniente de que la distan-
cia que separa las embarcaciones de los puntos mencionados es considera-
ble, por lo que en el momento de presentarse fuertes vientos, lluvias, al-
gún ciclón, etc., no pueden llegar a aquéllos, lo cual se traduce en pérdi-
da de vidas y en el aspecto económico, de embarcaciones.

Por otro lado, el problema que se presenta para el buen funcionamiento del puerto como un lugar de refugio, reside precisamente en que para la época de estiaje, comprendida en los meses de Enero a Mayo, se reducen considerablemente los aportes al río Soto La Marina por parte de sus afluentes, originándose con ello el cierre de su desembocadura a causa del fuerte acarreo litoral que se tiene en ésta zona, y que se establece como un obstáculo, el que es eliminado al comenzar la época de lluvias, que abarca los meses de Junio a Diciembre, en que las aguas del río vuelven a tomar fuerza abriendo su paso directo al Golfo.

Esto último se acentúa durante Septiembre y Octubre, en que la zona de estudio es afectada severamente por los ciclones y los nortes.

Como consecuencia de la barra formada por el depósito del material transportado, la zona de estudio es afectada constantemente por las inundaciones, ya que la barra impide el desagüe libre del río hacia el Golfo, obstruyéndose además la comunicación que éste tiene con la Laguna Madre, la cual es rica en bancos ostrícolas cuya explotación depende en última instancia de los ciclos de bajamar y pleamar.

De aquí la importancia de mantener en contacto las aguas del río con las de la Laguna Madre, y de ésta con el mar, toda vez que en otros lugares se están realizando obras que permitirán dicha comunicación permanente.

1.1 OBJETIVOS.

Con los puntos mencionados hasta el momento, se podrá tener un claro concepto del problema existente en la desembocadura del río, aunado a la premura de resolverlo, para lo cual se plantea necesariamente una solución combinada que consiste en construir escolleras y controlar los escurrimientos del río Soto La Marina.

Los objetivos principales de las estructuras serán el conservar permanentemente abierta la desembocadura, poder contar con una zona de refugio como puerto de abrigo, y evitar las inundaciones al mantener la comunicación con la Laguna Madre y el Golfo, lo que traerá como consecuencia un mejoramiento en la ecología de dicha laguna y por consiguiente un amplio desarrollo piscícola y agropecuario, contribuyendo de igual manera al saneamiento de la región al no tenerse aguas estancadas.

La obra en sí será planeada y llevada a cabo con un conocimiento de al menos los factores más importantes que intervienen, principalmente el ataque de las olas, con lo que se pretende llegar a un adecuado diseño del escollero, que tendrá su base en los estudios previos mencionados en el siguiente capítulo.

En cuanto a controlar los escurrimientos del río, el objetivo que se persigue es garantizar la existencia de un flujo permanente en su cauce, principalmente en estiaje, que sea capaz de eliminar el material que obstruya su paso directo al Golfo, para lo que se tendrá que recurrir

a la sobreelevación de la presa almacenadora Vicente Guerrero, también conocida como Las Adjuntas y que se encuentra ubicada aguas arriba del poblado Soto La Marina, al adicionarle una cierta capacidad de control que estará en función del caudal requerido.

Aguas abajo de dicha presa se encuentra otra de nombre La Patria es Primero, que fue desechada por la reducida capacidad que tiene para almacenar agua.

En la Figura No. 1, se tiene un esquema hidráulico de la cuenca del río Soto La Marina, que permite conocer la gran cantidad de ríos y arroyos que confluyen hacia la presa Vicente Guerrero para ser almacenados y controlados por ésta. De igual forma se muestra la ubicación y los aportes hacia el río Soto La Marina aguas abajo de la presa La Patria es Primero.

Finalmente y por naturaleza de este trabajo, la altura a que deberá ser sobreelevada la cortina de la presa, y el gasto requerido por el río en estiaje para eliminar el material sólido depositado, deberán ser objetivo de otros estudios.

1.2 LOCALIZACION DE LA ZONA.

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Costa Central del Estado de Tamaulipas, a 125 kilómetros al Este de Ciudad Victoria; a 175 -

kilómetros al Sur de Matamoros, y a 110 kilómetros al Norte de Tampico, -
aproximadamente.

Pertenece a la parte baja de la Cuenca del río Soto La Marina, -
y sus coordenadas geográficas son: 23° 47' 55" de Latitud Norte, y -
97° 45' 36" de Longitud Oeste (Véase Cróquis de Localización).

1.3 EL MEDIO FISICO.

1.3.1 OROHIDROGRAFIA.

El Estado de Tamaulipas se caracteriza por tener un terreno muy irregular desde el punto de vista orográfico ya que, así como tiene llanuras con poca elevación respecto al nivel del mar, existen alturas de ---
3,664 m. como la que se tiene en el cerro Peña Nevada que forma parte de -
la Sierra Madre Oriental, en los límites con Nuevo León. La zona de estudio, en la faja costera del Golfo, es plana, interrumpida sólo por pequeños lomeríos que se acentúan a medida que se avanza hacia el centro del Estado, donde se localiza la Sierra de San Carlos con alturas hasta de ---
2,500 m., apareciendo hacia el Norte de ésta, la Sierra de Pamoranés.

Paralela a la costa y a la Sierra Madre se localiza la Sierra de Tamaulipas, conocida como la Cordillera Tamaulipeca Oriental, la cual termina en las cercanías de Aldama, al Sur del Estado.

Entre ésta Sierra y el Litoral, se encuentra otra que se denomi-

na Sierra de Maratines, de escasa altitud pero de gran exhuberancia y calidad de suelos propios para la siembra y pastoreo de ganado.

El Estado es atravesado por la Sierra Madre Oriental, en sus porciones Sureste y Oeste, formándose por tal motivo una amplia zona que da origen a una gran red hidrográfica, compuesta por ríos como el Guayalejo o Tamesí, que se une al Pánuco en las cercanías de Tampico; en tanto que en el centro del Estado, se localizan los ríos: Purificación, Corona, Pílon, Grande, San Marcos y otros de menor caudal que van a desembocar a la Presa Vicente Guerrero, de donde se origina el río Soto La Marina, el cual tiene un cauce prolongado, meandriforme en la parte baja y orientado hacia el Este.

Aguas abajo del poblado Soto La Marina, el río del mismo nombre recibe por la derecha el último afluente importante que es el río Palmas, para desembocar inmediatamente después en el Golfo de México, ya en las inmediaciones del poblado La Pesca.

Además de los mencionados ríos, existen algunas otras corrientes de corto curso y poca significación, que desagüan directamente en las lagunas litorales, o se pierden por absorción en las arenas, antes de llegar al Golfo.

Tamaulipas cuenta con algunos otros ríos importantes, los cuales debido a su lejanía y poca influencia con respecto a la zona de estudio, sólo se mencionan, éstos son: el río Conchos y el Bravo, con sus respecti-

vos afluentes, así como el Salado y el San Juan, entre otros.

1.3.2 CLIMATOLOGIA.

El Estado de Tamaulipas posee climas muy variados en virtud de la configuración de su territorio; mientras que en el Norte se tiene un clima caliente y seco, con temperaturas máximas de 40°C y fresco por las noches, hacia el litoral cambia a ser caliente y húmedo, en tanto que la zona por la que atraviesa la Sierra Madre, el clima es templado y frío durante las noches, registrándose heladas y nevadas a partir del mes de octubre.

En cuanto a la información referente a precipitación, temperatura y evaporación dentro de la zona de estudio, se consideraron las estaciones climatológicas de San Fernando, Ciudad Victoria y Aldama, debido a su cercanía con ésta y a que cuentan con un amplio período de registro.

En la Tabla No. 1, se presentan los datos de precipitación en las tres estaciones seleccionadas, incluye los valores medio y extremos, los cuales ayudan a ilustrar las principales características pluviales de la región.

TABLA No. 1*

PRECIPITACION EN mm.

ESTACION	PERIODO	MINIMA ANUAL	MEDIA ANUAL	MAXIMA ANUAL	VALOR MAXIMO ANUAL ABS.
San Fernando	1933-70	368 (1953)	635	1,454 (1933)	515 (1933)
Ciudad Victoria	1942-70	442 (1943)	791	1,328 (1966)	730 (1955)
Aldama	1927-70	119 (1940)	673	1,603 (1955)	666 (1955)

Así, una primera consideración que se puede hacer con base en los datos de dicha tabla es que en toda la región, la lámina media anual llovida oscila dentro de un rango bastante limitado, teniendo un mínimo de 635 mm. en San Fernando, y un máximo de 791 mm. en Ciudad Victoria.

Con respecto a la temperatura, se advierte que, considerando el promedio del período, ésta se tiene entre 23.7° y 23.8°C, lo que denota que en realidad no hay variación de temperaturas en la zona, contrastando con el resto del Estado.

En la Tabla No. 2, se muestran algunos datos de temperaturas en las estaciones consideradas anteriormente.

* FUENTE: Boletín Hidrológico No. 54; Región Hidrológica No. 25 S.A.R.H.

TABLA No. 2*
TEMPERATURA EN °C.

ESTACION	MINIMA MINIMORUM	MEDIA MINIMA	MEDIA PROMEDIO DEL PERIODO	MAXIMA MAXIMORUM	MEDIA MAXIMA ANUAL
San Fernando	-9.5 (1951)	21.9 (1966)	23.7	45.5 (1961)	25.4 (1950)
Ciudad Victoria	-5.0 (1962)	19.9 (1931)	23.8	46.5 (1953)	25.3 (1943 y 1956)
Aldama	-2.0 (1962)	23.0 (1970)	---	41.5 (1967)	24.2 (varios)

En la Tabla No. 3, se tienen los datos de evaporación potencial de las estaciones climatológicas que se han venido mencionando anteriormente.

Este fenómeno, como suele ocurrir, es bastante estable en una localidad determinada y no varía mucho de un lugar a otro cuando estos son vecinos y de altitud semejante. Si se comparan los valores de la lámina promedio anual evaporada, se tiene un valor mínimo de 1,475 mm. en Aldama y un máximo de 1,876 mm. en San Fernando.

* FUENTE: Boletín Hidrológico No. 54; Región Hidrológica No. 25
S.A.R.H.

TABLA No. 3*
 EVAPORACION EN mm.

ESTACION	MINIMOS		MEDIA PROMEDIO ANUAL DEL PERIODO	MAXIMOS	
	MENSUAL	ANUAL		MENSUAL	ANUAL
San Fernando	50.1 (1962)	1542 (1968)	1876	314 (1937)	2218 (1932)
Ciudad Victoria	42.1 (1962)	1365 (1931)	1825	305 (1960)	2382 (1950)
Aldama	49.3 (1962)	1346 (1968)	1475	207 (1967)	1623 (1964)

1.3.3 VIENTOS.

La observación sistemática de los vientos en un área determinada permite establecer una clasificación de éstos, la cual se basa en su persistencia e intensidad; de tal modo que se denomina viento reinante al más frecuente, según una dirección dada, en tanto que el dominante es el viento más intenso independientemente de su frecuencia.

En base a lo anterior, los vientos reinantes que se presentan en la zona de estudio provienen del Este y Sureste durante los períodos de primavera y verano, los cuales llegan a alcanzar velocidades hasta de 35 km/hr ; en tanto que durante los períodos de otoño e invierno, los vien

* FUENTE: Boletín Hidrológico No. 54; Región Hidrológica No. 25
 S.A.R.H.

tos dominantes se originan en el Norte y Noreste como resultado de la penetración de masas de aire polar en el Golfo de México. Llegan a soplar de 15 a 20 veces por año durante 1 a 3 días; de ellos, 1 a 6 son tormentas serenas con vientos de 50 a 100 km/hr o más.

1.4 LA ECONOMIA REGIONAL.

1.4.1 POBLACION.

El Estado de Tamaulipas ha observado, desde hace varias décadas, un espectacular crecimiento en materia de población. La tasa de crecimiento demográfico en el período 1960-1970 fue de 3.6 %, ligeramente superior a la media nacional (3.4 %); distribuyéndose la población en los municipios como sigue:

Tampico	13.1 %	de la población total del Edo.
Matamoros	12.5 %	
Nuevo Laredo	11.0 %	
Reynosa	9.5 %	
Ciudad Victoria	6.9 %	
Ciudad Madero	6.8 %	

En total, dichos municipios albergan el 59.8 % de la población estatal, en el 12.2 % de la superficie total de la entidad.

En cuanto a las poblaciones más importantes cercanas a la zona de estudio, aparecen consignadas en la Tabla No. 4, en la que se muestra -

la evolución poblacional de éstas hasta el año de 1980.

TABLA No. 4*
EVOLUCION DE LA POBLACION.

MUNICIPIO	1960	1970	1975	1980
Abasolo	1,307	2,429	3,112	3,714
Aldama	10,159	15,285	17,998	20,611
Casas	4,519	4,388	4,336	4,275
Jiménez	3,926	5,423	6,170	6,918
S. La Marina	6,932	9,176	10,265	11,376
Cd. Victoria	60,482	95,785	115,124	133,338
La Pesca	1,143	2,745	3,274	3,985

Como se observa, la mayor concentración de habitantes se tiene en Ciudad Victoria, contrastando notoriamente con los demás municipios y principalmente con La Pesca, lo que denota un fiel reflejo de las condiciones imperantes en ambas poblaciones, pues ésta última denota una marcada carencia de servicios.

1.4.2 LOS MEDIOS DE TRANSPORTE.

El acceso al sitio de estudio se efectúa por medio de la carretera estatal que va de Ciudad Victoria, pasando por el poblado Casas, hasta Soto La Marina, de donde se continúa hacia el Este por un camino pavimentado.

* FUENTE: VIII Censo General de Población, 1960.
IX Censo General de Población, 1970.
Proyecciones de Población, 1975 y 1980.

do con desarrollo de 49 kilómetros que conduce directamente al paraje La Pesca, para que 5.5 kilómetros adelante y siguiendo por el mismo camino se llegue a la zona de escolleras (Véase Cróquis de Localización y el Plano No. 1).

1.4.3 RECURSOS EN EXPLOTACION.

En Tamaulipas, las actividades económicas se distribuyen en función de la localización de los recursos. Así, en el Sureste se ubica un centro de gran actividad comercial e industrial, que es el área de la cuenca del río Pánuco donde se asientan Madero y Tampico; en tanto que a lo largo de las Costas y en las Lagunas Litorales existen importantes recursos pesqueros que apenas empiezan a explotarse en forma adecuada, siendo las principales especies capturadas: el camarón, la corvina, el guachinango, el tambor, la lebrancha y el ostión. De éstas, la pesca del camarón es la de mayor importancia en cuanto a volumen y valor de producción.

En lo referente a la actividad pecuaria sobresale la cría de ganado bovino, que en su mayoría es engordado con los excelentes pastos que se encuentran en la Costa y en el Norte del Estado, donde se obtienen índices de agostadero de 10 a 15 ha. por cabeza de ganado mayor. Dichas praderas son las principales zonas de explotación pecuaria.

La agricultura es otra rama de la actividad primaria, tiene una gran importancia en la zona aunque no tanto como la ganadería, no obstante

que cuenta con las condiciones necesarias para desarrollarse plenamente, - como lo pueden ser las características hidrográficas y la existencia de - enormes llanuras, considerándose éstas como factores determinantes para un buen desenvolvimiento de la misma.

En la región destaca principalmente la producción de sorgo y - maíz, así como la de soya.

Por otra parte, con una explotación adecuada de los recursos naturales y con el empleo de técnicas eficientes, se alcanzará un nivel de - producción alto que contribuirá al desarrollo económico no sólo de la región, sino de toda la entidad.

1.4.4 RECURSOS POTENCIALES.

El Estado posee una gran riqueza ictiológica en los almacenamientos dulceacuícolas de ciertas lagunas de la Cuenca Baja del Pánuco, las - que junto con las presas y ríos caudalosos constituyen fuentes de considerable explotación potencial.

De igual forma, la Laguna de Morales y la de Almagre, ubicadas en ambas márgenes del río Soto La Marina a la altura de su desembocadura, son susceptibles de convertirse en criaderos de camarón y ostión de extraordinaria importancia, e incrementar sus recursos en cuanto a las especies de escama mediante obras que aseguren una adecuada circulación de agua.

Además, dentro de otros aspectos que cuentan con recursos de amplias posibilidades de desarrollo, destaca el sector agrícola, el cual es factible de incrementar en cuanto a la superficie regada hasta ahora, aprovechando el gran potencial hidráulico con que se cuenta.

La actividad forestal posee también grandes perspectivas, por lo que de igual forma representa un recurso que puede constituir un apoyo significativo al crecimiento de otras ramas económicas, y así robustecer la economía regional mediante la creación de una importante fuente de empleos e ingresos para los habitantes.

Finalmente cabe mencionar que por el momento las explotaciones anteriores se encuentran muy por debajo de sus niveles de utilización, debido principalmente a la falta de recursos y a la deficiente asesoría técnica proporcionada.

CAPITULO 2

ESTUDIOS DE CAMPO Y DISEÑO DE LAS ESCOLLERAS

GENERALIDADES.

Dentro de la ingeniería, los problemas correspondientes a la Hidráulica son los que presentan los aspectos más complejos a tratar, debido a la serie de efectos y fenómenos que intervienen en su estudio. Todavía - dentro de ésta, los problemas relativos a las obras marítimas son probablemente los más difíciles de estudiar, ya que además de los efectos y fenómenos anteriores, se presenta una fuerte variación en el estado del oleaje - respecto al tiempo.

Así, en el proyecto de una obra marítima, como por ejemplo el estudio de un puerto, se hace necesario el conocimiento de datos tales como la determinación de la altura de ola de diseño, que en la mayoría de los - casos son difíciles de evaluar, ya sea por mediciones directas en la naturaleza, o por el uso de fórmulas empíricas, por lo que un proyecto analítico de este tipo de estudios, podrá o no ser acertada su solución dependiendo de la experiencia e intuición del ingeniero proyectista.

Por tal motivo y considerando la importancia de los fenómenos - oceánicos, es de lamentarse que no se disponga de los elementos necesarios para el estudio sistemático de éstos, y que los datos que son requeridos - para proyectos específicos no estén lo completos que fuese de desear, de ahí la importancia que tiene el que ésta delicada labor quede en manos de instituciones dedicadas por completo a la investigación científica, como: Universidades, Institutos Técnicos, o mejor aun, de un cuerpo creado espe-

cíficamente para tal labor, como por ejemplo los fundados por países que - conceden la importancia que tienen estos problemas.

Antes de proceder a la discusión de los estudios físicos, es conveniente hacer hincapié en su importancia, cualquiera que sea la finalidad a que se destinen, ya que darán los elementos de juicio necesarios para la planeación, diseño y localización de puertos futuros, o bien, el conoci- - miento de fenómenos determinados en una costa o puerto en particular.

El contar de inmediato con estudios amplios y bastantes, que cubran un lapso suficiente de tiempo, mejorará los instrumentos de que dispone el técnico en obras marítimas para la planeación y diseño de las obras de este tipo.

2.1 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS.

Con el fin de optimizar algunos de los trabajos de campo efectuados en La Pesca, Tamaulipas, se realizó en primer lugar un reconocimiento general del área con ayuda de información concerniente a planos y fotografías aéreas, estableciendo de esta forma ideas generales de la configuración referente a la línea costera del Golfo, por donde desemboca el río, así como de sus márgenes, procediéndose hasta entonces a establecer los puntos por los que se corrieron las triangulaciones y poligonales de control, de tal manera que sirvieran de apoyo para las restantes actividades, como la ejecución de los estudios batimétricos principalmente, en los que se emplearon como estaciones para los tránsitos.

Una vez definidos los puntos, y comprobar mediante recorridos de campo su conveniencia, se efectuó el trazo físico de las poligonales a lo largo de los bordes del río y de las playas ubicadas al Norte y Sur de la desembocadura, en tanto que los puntos de las triangulaciones se alojaron en secciones intermedias a las márgenes, con la finalidad de ligar los vértices, fácilmente distinguibles, y obtener así una máxima precisión en el cierre.

Cabe mencionar que estos levantamientos se efectuaron en áreas no sujetas a modificaciones dentro de la zona general de estudio, por lo que siempre se contó con la misma referencia.

En el Plano No. 4, se puede apreciar el trazo de las poligonales

y triangulaciones levantadas.

2.2 PROCESOS LITORALES.

Los procesos litorales pueden darse bajo cualquiera de las dos - condiciones siguientes:

- a) A que la costa no ha alcanzado el equilibrio en lo que se refiere a la pendiente, teniéndose consecuentemente modificaciones del perfil, ó
- b) Al transporte de materiales a lo largo de las costas, conocido como acarreo litoral.

Una costa es considerada estable cuando el abastecimiento de material es aproximadamente igual al extraído. Si el aporte excede a las pérdidas, se presenta el fenómeno del azolve, o sea, acumulación de los acarreos. Si sucede lo contrario, se tendrán erosiones.

2.2.1 ACARREO LITORAL.

Dentro de las modificaciones litorales, las provocadas por el - acarreo litoral son las más importantes, y se deben a que a lo largo de - una costa generalmente se da lugar a un movimiento de material granular, - que es resultado de la acción del oleaje principalmente, y en menor propor

ción de las corrientes y mareas. Dicho movimiento se realiza ya sea en suspensión, rodando o saltando en el fondo marino, y se agrupa fundamentalmente en: transporte en suspensión y transporte de fondo.

Por otro lado, la cuantificación del transporte litoral es un problema que ha sido estudiado por diferentes investigadores, tanto en forma teórica, experimental y/o por mediciones en el campo; sin embargo los resultados obtenidos varían mucho entre sí, no pudiéndose precisar hasta la fecha cual de los diferentes criterios existentes sea el más conveniente para emplearlo en un determinado lugar, ya que las condiciones en que se han realizado los estudios son muy variadas. No obstante esto, en el momento de seleccionar un posible criterio, se deberá considerar aquél que tome en cuenta el mayor número posible de los parámetros que intervienen en el fenómeno, como lo son: altura, período y longitud de la ola; ángulo de incidencia del oleaje y diámetro del material transportado, dentro de los más importantes, para posteriormente complementarlos mediante el uso de coeficientes determinados por mediciones directas, como los espigones de prueba, ampliamente utilizados, y las trampas de arena. Es decir, que una vez aplicado el criterio seleccionado y que se haya obtenido un valor que represente el gasto sólido esperado en un cierto período de tiempo, se relaciona con el resultado que se obtiene, bien sea con los espigones o con las trampas de arena. Si se detectan diferencias considerables, el criterio escogido será modificado por coeficientes; si se tiene el caso opuesto, la elección habrá sido correcta.

Sin embargo y desde el punto de vista ingenieril, será importan-

te o no evaluar el transporte de material que se tenga en una determinada área de proyecto, dependiendo de la incidencia que éste tenga y sobre todo del diseño empleado en las estructuras que se propongan.

Otro aspecto que deberá considerarse, es el de que al construir las obras exteriores que se requieran, como lo es el caso de las escolleras, se romperá el equilibrio costero pues funcionarán como barrera al paso de las arenas, ocasionándose con ésto depósitos en uno de sus lados, y, al suspenderse el abastecimiento de material del lado opuesto a la marcha de los acarreos, erosiones que son muy perjudiciales, ya que pueden llegar al caso extremo de lograr un total deprendimiento en alguno de los componentes de dichas obras.

Para el caso de la zona en estudio, no se consideró necesario - cuantificar la magnitud que pueda llegar a alcanzar el acarreo litoral, ya que no influirá en el funcionamiento de las estructuras planteadas por la orientación que éstas presentan, aunada a la acción del flujo permanente - de río, que como se mencionó deberá estar controlado por la presa Vicente Guerrero, permitiéndose solamente depósitos en la parte exterior de la escollera Norte, evitando la erosión en la Sur mediante una capa de enrocamiento.

2.2.2 ORIGEN DE LOS MATERIALES COSTEROS.

Con el fin de determinar el origen y características principales

de los materiales costeros, y puesto que es frecuente que éstos sean producto de diversos sitios, se tuvo la necesidad de inspeccionar una amplia zona comprendida tanto por el río como por todo el frente playero, en la que se tomaron muestras superficiales a las que se les aplicó los siguientes análisis:

- Mineralógico, cuya finalidad es separar los materiales pesados, caracterizados por disponer de una densidad mayor de 2.80, aunado a que son los elementos principales que determinan un buen índice relativo a la distancia de la(s) fuente(s) de abastecimiento.
- Granulométrico, que permite conocer la variación en tamaño que tienen los granos de las muestras obtenidas. En este caso el material fue clasificado como una arena limpia bien graduada en combinación con fragmentos de conchas hacia la desembocadura, en tanto que a lo largo del río se obtuvo, arena mal graduada, limos y arcillas.

Una vez identificados los minerales componentes de las muestras y su granulometría, se procedió por comparación a establecer el lugar de donde provienen.

El resultado de los análisis fue clasificado, tomando como base las particularidades del acarreo, en áreas de influencia, a las que se les adicionó un número de orden descendente según la magnitud de su aporte; la dirección de la que proviene hacia la zona; su origen y el porcentaje de material encontrado en las muestras con respecto al total de éstas. Esto es, que de un 100 % de material muestreado, y como se podrá ver en la si-

guiente tabla, el 65 % proviene en la dirección E-SE y es provocado por el viento reinante, lo que se explica fácilmente si se considera que el oleaje ocasionado por este viento se tiene durante la mayor parte del año, con formando de tal modo la principal fuente de abastecimiento.

Los otros frentes que también aportan azolve hacia la zona, aunque en proporciones muy desiguales, aparecen en la Tabla No. 5.

TABLA No. 5*
RESULTADO DEL MUESTREO.

AREA DE INFLUENCIA	DIRECCION	ORIGEN	% DE MATERIAL MUESTREADO CON RESPECTO AL TOTAL
1	E y SE ⁽¹⁾	Viento Reinante	65
2	N y NE ⁽¹⁾	Viento Dominante	30
3	S	Mareas	5

* FUENTE: Investigación directa en la Residencia de Obras del Puerto, en La Pesca, Tamps.

(1) Se considera también el efecto de las mareas y corrientes.

2.3 ESTUDIOS BATIMETRICOS.

Estos estudios se realizaron en el río Soto La Marina, y tuvieron un desarrollo de 5,600 mt. comprendidos desde el muelle hasta 500 mt. aproximadamente fuera de la desembocadura, pudiéndose determinar de tal forma las profundidades existentes en el cauce, y por consiguiente seleccionar las áreas de acceso y maniobras del puerto, como lo son el canal de navegación y la dársena, respectivamente (Véase Plano No. 4).

Para la ejecución de éstos trabajos, existió la imperiosa necesidad de ubicar los puntos de sondeo mediante intersecciones de dos tránsitos, para lo cual se hizo necesario contar, además de éstos aparatos, con una lancha rápida, una ecosonda adaptada a ésta y un juego de banderolas fácilmente distinguibles de 50 x 80 cm., unidas a un asta de 70 cm., aproximadamente.

Para el caso que se está tratando, el método empleado fue el de intersecciones con enfilación, debido a que aporta una gran cantidad de datos, con lo que se puede obtener de tal manera una configuración más precisa.

2.3.1 METODO DE INTERSECCIONES CON ENFILACION.

El método consistió en que una vez que los aparatos estuvieron colocados en los vértices de la(s) poligonal(es), alineados en los extre-

mos de una línea imaginaria y con cero grados respecto a ésta, se dió inicio al movimiento conjunto tanto de las banderolas, en señal de que empezaba la sección, como de la lancha, la que siguió una enfilación previamente establecida mediante el uso de estacas colocadas en ambas margenes del río, teniendo de tal modo una serie de líneas auxiliares y paralelas entre sí - que se emplearon para su orientación, haciéndose un recorrido semejante al que aparece en el Plano No. 4.

El momento preciso de tomar las lecturas de los ángulos en los aparatos situados para tal efecto, se tuvo cuando las banderolas se hubieron bajado enérgicamente, cumpliéndose así con la señal convenida.

Posteriormente, y a fin de comprobar si no se cometió error alguno en la lectura de los ángulos, al cambiar de punto los aparatos visaron nuevamente la línea o vértice que sirvió para la coincidencia en cero grados, repitiéndose el mismo proceso en general para todos los puntos del sondeo.

En cada estación de aparato, el personal consistió de un topógrafo que efectuó la lectura de los ángulos, así como de un ayudante encargado de las anotaciones de los mismos, la hora en que se tomaron y las notas aclaratorias, para lo que se empleó un registro similar al siguiente:

REGISTRO

Sondeo en _____ Aparato _____ Hoja No. _____

Fecha _____ Operador _____

Estación	Punto Visado	Punto Sondeado	Angulo	Hora	Observaciones
X	Y	311	ϕ_1	10:00	Hacia la playa
		312	ϕ_2	10:01	Hacia la playa
		313	ϕ_3	10:03	Hacia la playa
		314	ϕ_4	10:05	Hacia la playa

Mientras que para la lancha, su conductor, un ecosondista y una última persona destinada a maniobrar las banderolas.

En cuanto a las profundidades, se determinaron mediante el uso de la ecosonda fijando puntos a cada 30 segundos, obteniéndose lecturas que posteriormente se corrigieron de acuerdo con la hora y altura de marea, que está en función directa con el tiempo, explicándose más adelante la forma en que se efectuó.

2.3.2 DETERMINACION DE NIVELES.

Antes de proceder a la corrección por marea, es necesario aclarar la forma en que se determinó el plano de comparación de cota utilizado, con el objeto de relacionar a éste los diferentes niveles que se alcanza-

ron en el momento de presentarse las variaciones de marea, y para lo cual se procedió de la siguiente manera:

Se instaló una regla de mareas en la desembocadura del río, en la que se realizó una serie de observaciones al día y durante un período de 15 días. El promedio que se obtuvo de dividir la suma de alturas registradas entre el número total de observaciones efectuadas fue igual a 4.80 mt., por lo que el nivel medio del mar o plano de comparación se encuentra precisamente a ésta altura sobre el cero de la regla.

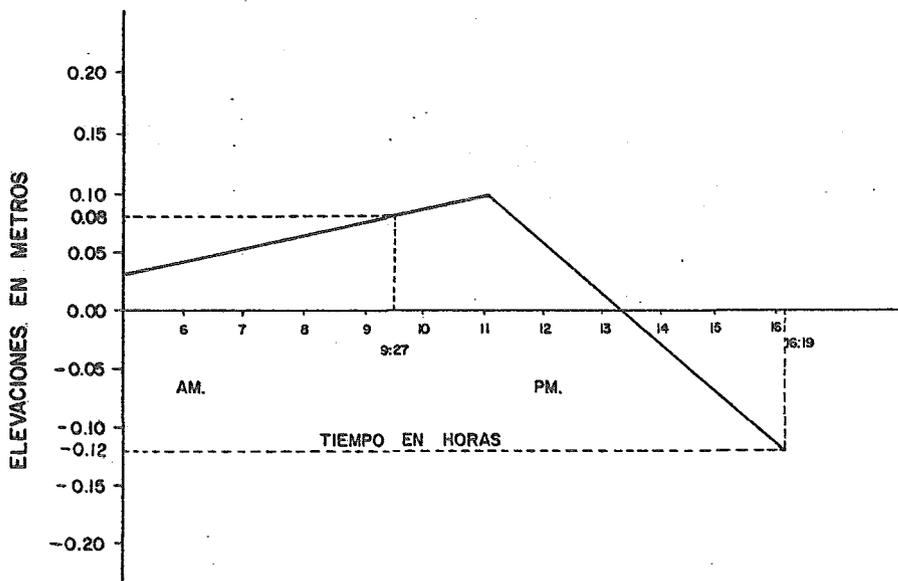
Esta serie de observaciones se llevaron a cabo con anterioridad a éstos trabajos, y durante los lapsos de tiempo en que no se presenta la marea.

2.3.3 CORRECCION POR MAREA.

Una vez referidos los sondeos a un mismo plano de comparación, la forma práctica y sencilla de efectuar esta corrección consistió en llevar los valores de las mareas, obtenidos mediante un Limnógrafo, a otro plano de referencia como lo es el sistema de ejes coordenados, cuya abscisa representa las horas del día en que se trabajó y la ordenada el valor de las mareas.

Para una mayor precisión al determinar las profundidades corregidas, se tuvo especial interés en la hora en que se tomaron las mediciones para relacionarlas con las variaciones de marea, dando paso a continuación

a los trabajos de gabinete consistentes en localizar sobre el papel los puntos de sondeo. En cada punto se puso la profundidad que se obtuvo una vez que fue corregida por marea, para luego trazar las curvas de nivel de fondo. Ejemplo:



CORRECCION POR MAREA

Corrección Negativa (Flujo o Ascenso de Marea)

Profundidad obtenida por la ecosonda a las	9:27 Hrs.	3.60 m.
Corrección por marea al sondeo de las	9:27 Hrs.	+0.08 m.
Profundidad corregida (real)		3.52 m.

Corrección Positiva (Reflujo o Descenso de Marea)

Profundidad obtenida por la ecosonda a las	16:19 Hrs.	4.50 m.
Corrección por marea al sondeo de las	16:19 Hrs.	-0.12 m.
Profundidad corregida (real)		4.62 m.

(Véase las Figs. Nos. 2 y 3)

2.4 ESTUDIO DE CORRIENTES, MAREAS Y OLEAJES.

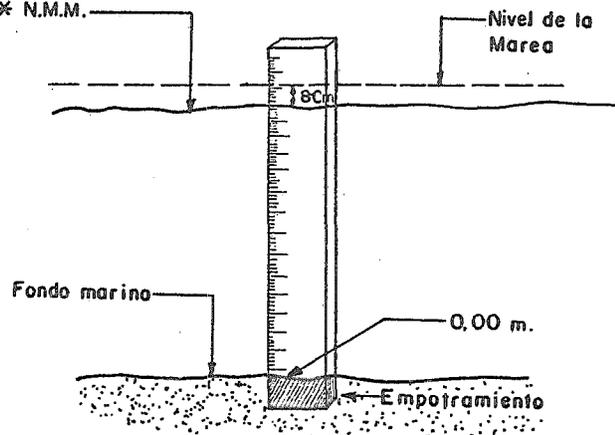
2.4.1 CORRIENTES.

Existe una gran variedad de corrientes que han sido clasificadas tomando en cuenta las causas que las generan, dentro de las que se pueden mencionar: la acción del viento local, variaciones de salinidad y densidad, diferencias de presión y sobre todo a la pendiente transversal de la ola - a lo largo de su cresta, cuando se presentan en ella variaciones de altura.

Dentro de los diversos tipos de corrientes marinas existentes, - las que tienen influencia directa con la zona de estudio son aquéllas que se forman en las vecindades de la costa, como lo son:

- a) Las Corrientes Litorales, que son generadas por medio de las mareas y cuyos efectos sólo son de gran importancia cuando se tienen pasos

* N.M.M.



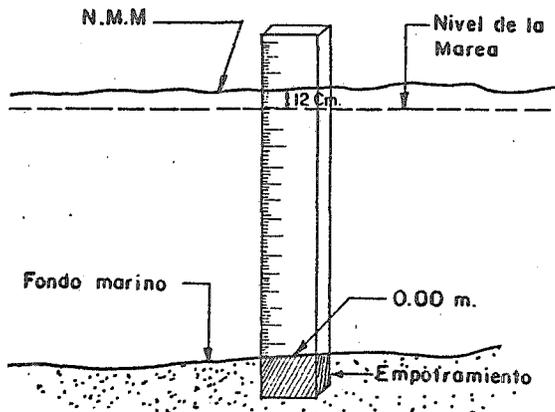
Profundidad tomada de la Ecosonda
 Hora Profundidad
 9:27 A.M. → 3.60 m.

Registro del Limnógrafo:

Hora	Variación C/R N.M.M.*
9:25 A.M. - 9:30 A.M.	+ 8 cm.
Profundidad Real	
$3.60 - 0.08 = 3.52 \text{ m.}$	

* Nivel Medio del Mar

N.M.M.



Profundidad tomada de la Ecosonda:
 Hora Profundidad
 16:19 P.M. → 4.50 m.

Registro del Limnógrafo:

Hora	Variación C/R N.M.M.*
16:18 P.M. - 16:22 P.M.	- 12 cm.
Profundidad Real:	
$4.50 + 0.12 = 4.62 \text{ m.}$	

CORRECCION POR MAREA

ENEP.ACATLAN-UNAM

M A Y O, 1981

FIGS. No. 2 y 3

estrechos, pues llegan a alcanzar velocidades altas que ponen en peligro a las embarcaciones pequeñas.

Este tipo de corrientes en adición a las que se le provocarán al río durante la época de estiaje en que disminuye su flujo notablemente, constituirán un obstáculo al paso de los acarreos litorales, pues - funcionarán como un autodragado.

- b) Las Corrientes Playeras, que se forman por la acción del viento que se presenta en las direcciones N, NE, E y SE, haciéndose notar que - el oleaje proveniente del N y NE, y por consiguiente las corrientes ocasionadas, son las más significativas debido a la mayor intensidad del viento que se conoce como dominante.

El resultado a que se ha llegado en la generalidad de los casos por las personas dedicadas a la investigación y experimentación de los fenómenos oceánicos, es el de que prácticamente y a manera de conclusión, - los efectos de las corrientes en cuanto a la modelación de los fondos por acarreo litoral son de poca importancia en relación a los producidos por - la acción del oleaje, que se constituye como el principal abastecedor de - azolves, pues ocasiona la velocidad suficiente en el fondo marino para poner en movimiento el material que encuentra conforme avanza, aunado a que al llegar a la zona de rompientes y disipar su energía, agita también una gran cantidad de este material.

2.4.2 MAREAS.

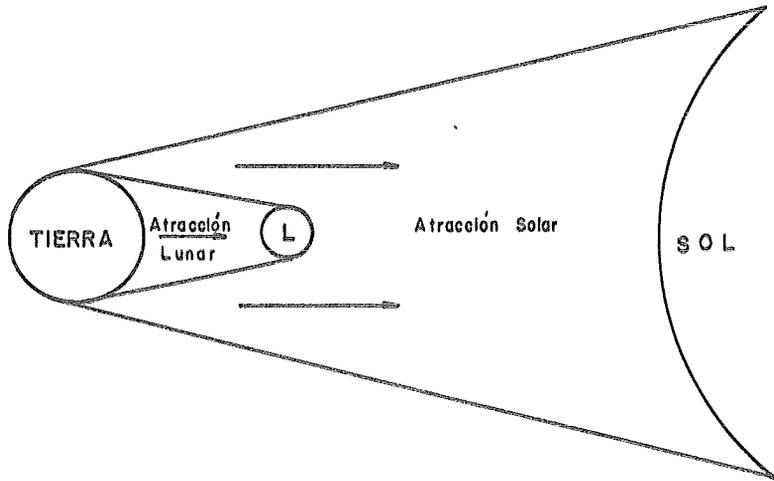
Las fuerzas de primordial importancia en la generación de las mareas sobre los océanos son: las fuerzas gravitacionales del Sol y la Luna, la fuerza centrífuga debida al movimiento de la tierra alrededor de su órbita, la fuerza de Coriolis ocasionada por la rotación de la tierra en torno a su eje y la fuerza de fricción producida por el movimiento del agua con respecto a las fronteras que la contienen.

Se ha demostrado que las fuerzas gravitacionales de otros planetas son despreciables y que, aunque la Luna tiene una masa mucho menor que la del Sol, está también más cerca y por lo tanto su campo gravitacional para la generación de mareas es mucho mayor que la de éste último.

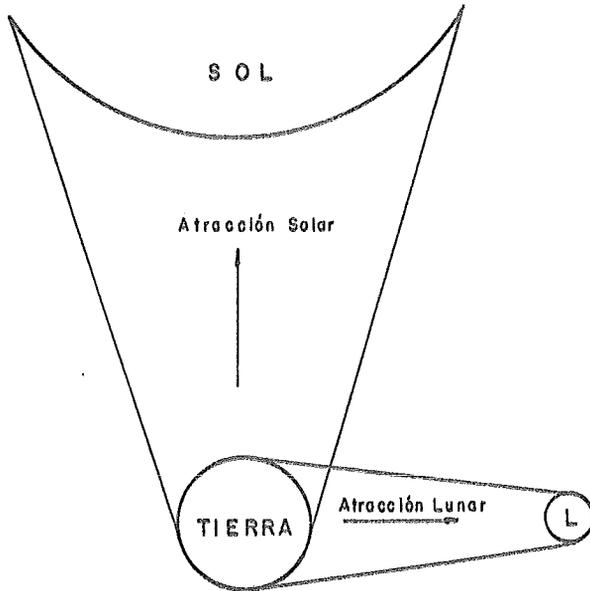
Durante los períodos de Luna Nueva y Luna Llena, cuando la tierra se encuentra en línea recta con el Sol y la Luna, la atracción de ambos astros se une, lo que trae como resultado que las mareas sean más intensas, por lo que se les llama mareas vivas. En cambio, durante los Cuartos Creciente y Menguante, la influencia del Sol tiende a debilitar la ejercida por la Luna y por consiguiente las mareas son mucho menos significantes, correspondiendo estos períodos a las llamadas mareas muertas (véase las Figs. Nos. 4 y 5).

Debido a la gran complejidad asociada con la teoría de las mareas, la mayoría de la información que se ha obtenido se basa en mediciones directas realizadas en diferentes lugares de la tierra, pudiéndose así

MAREAS VIVAS



MAREAS MUERTAS



MAREAS

obtener una clasificación en cuanto a tipos de curva de marea que se presentan durante la mayor parte de un mes, las cuales son:

- Marea Diurna: Presenta una pleamar y bajamar por día.
- Marea Semidiurna: Compuesta de dos pleamares y bajamares aproximadamente iguales por día.
- Marea Mixta: Se caracteriza por tener dos pleamares o bajamares notablemente diferentes.

denominándose como pleamar y bajamar, al máximo y mínimo nivel alcanzado, respectivamente.

En el caso del río Soto La Marina, el tipo de mareas en la desembocadura es diurno, con una variación entre 35 y 50 cm.

Sin embargo, y para el fin de este trabajo, que es el diseñar las estructuras bajo condiciones atmosféricas severas, debido a que la zona en donde se ubicarán es considerada como punto ciclónico, interesó conocer principalmente el máximo nivel alcanzado por las mareas, por considerarse, siguiendo un margen de seguridad, dentro del diseño de tales obras.

El procedimiento que se siguió para determinar dicho nivel, consistió en analizar, dentro de un período de 25 a 30 años, los diversos tipos de marea que se han presentado en el Golfo de México, y más precisamente en el Litoral Tamaulipeco.

El resultado a que se llegó, fue el de que los más altos niveles

se tienen cuando se producen las mareas de tormenta, que traen consigo un aumento anormal en la superficie líquida, por lo que se consideraron los - efectos generados por dos ciclones, seleccionados por su mayor intensidad.

Los ciclones elegidos fueron:

CARLA : Del 3 al 13 de Septiembre de 1961.

INES : Del 27 de Septiembre al 10 de Octubre de 1966.

Cuyos datos correspondientes son los siguientes:

CICLON CARLA*

Fecha	9 de Septiembre de 1961.
Hora	0:00 Hrs.
Viento Formativo	38 nudos.
Dirección	NE
Presión Mínima	1,002 mb.
Fetch	44 millas náuticas.
Profundidad Media	40 mt.

La altura total de marea para este ciclón fue de 0.85 mt.

* FUENTE: S.A.R.H.

CICLON INES*

Fecha	10 de Octubre de 1966.
Hora	6 Hrs.
Viento Formativo	65 nudos.
Dirección	NE
Presión Mínima	1,002 mb.
Fetch	25 millas náuticas.
Profundidad Media	20 mt.

La altura total de marea para este ciclón fue de 0.90 mt.

De los datos anteriores se desprende que la amplitud máxima de marea que se ha de considerar, es de 0.90 mt., provocada precisamente por el CICLON INES.

Finalmente y considerando el flujo y reflujo de las mareas, el funcionamiento del río Soto La Marina en su parte baja estará influenciado directamente por la acción de éstas. Es decir, que tanto ayudarán a desalojar el exceso de sedimentos manteniendo así libre el acceso al puerto, como también aportarán una mayor cantidad de agua que se utilizará para alimentar primordialmente a la Laguna Madre y así tratar de restablecer sus condiciones ecológicas.

* FUENTE: S.A.R.H.

2.4.3 OLEAJES.

El estudio de las características del oleaje hasta la actualidad, se ha hecho más sobre el campo teórico que en base de experimentaciones directas en campo, debido principalmente a la dificultad de las observaciones sistemáticas que ayudan a conocer los aspectos exteriores que lo producen, aunado a que con los instrumentos de registro de que se dispone hasta el momento, no ha sido posible medir los elementos que definen el movimiento interior de las partículas, tales como las presiones internas y desplazamientos.

En sí, el oleaje es producido por la acción del viento sobre la superficie libre del agua. Al empezar a soplar en el mar, éste se cubre de pequeñas ondulaciones denominadas "rides"; al aumentar su intensidad, la deformación del mar se acentúa y forma otro tipo de ondulaciones de aspecto desordenado en el que no es posible distinguir una propagación de olas con dirección determinada; cuando el viento sigue aumentando de intensidad se forma la ola y avanza en la dirección del mismo.

Estas olas producidas por el viento, son oscilaciones forzadas - que provocan en su giro un desequilibrio en la superficie libre del agua, que hace que las ondas se propaguen fuera de la zona de generación por - efecto de la energía cedida del viento, permitiéndole seguir desplazándose hasta la playa en donde al romper la ola pierde toda su energía.

Por otro lado, los registros de oleaje hechos en un punto fijo -

Ola y Período Significantes ($H/3$, $T/3$).- Se define como ola significativa, a la altura de ola promedio del tercio de olas más altas que hay en la observación de un tren de olas, y al promedio de los períodos de esas mismas olas se le conoce como período significativo (Véase la Fig. No. 6).

2.4.3.2 EFECTOS DE LA BATIMETRÍA.

El efecto que la configuración del fondo causa sobre el movimiento ondulatorio del agua, tiene una gran importancia puesto que da lugar a dos tipos de oleaje: el que se genera en aguas profundas (oleaje local Sea), y el que se da lugar en aguas bajas, que viene a ser resultado del anterior (oleaje distante Swell).

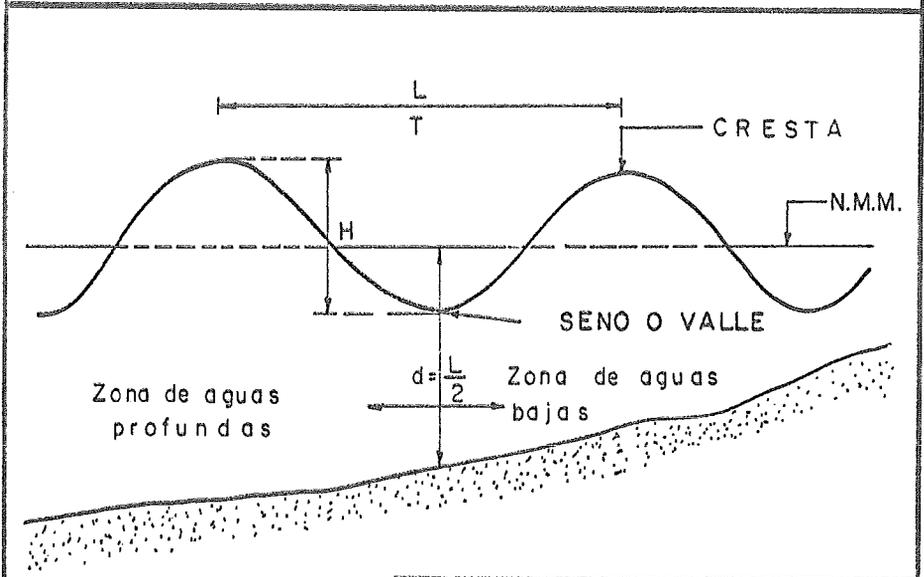
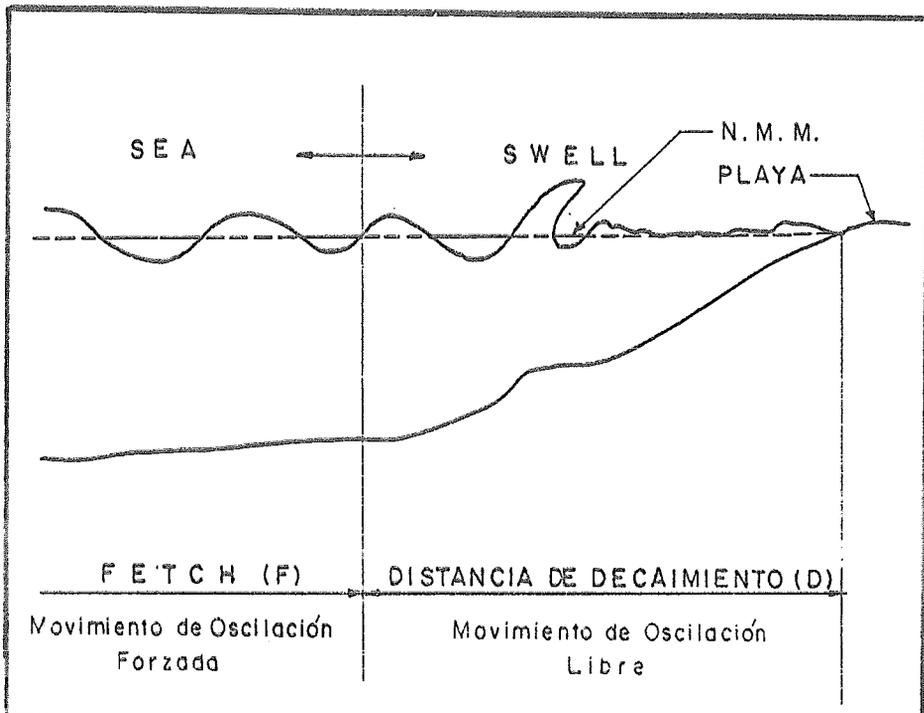
2.4.3.3 OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS.

Es la zona en la que las fricciones producidas por el movimiento del agua en contacto con el fondo, no le resta energía cinética al oleaje.

2.4.3.4 LIMITE DE AGUAS PROFUNDAS.

Es el límite a partir del cual la profundidad es tal, que el fondo modifica las características de altura y longitud de la ola, debiendo satisfacer dicha profundidad la condición $d = L/2$.

Una vez rebasado el límite de aguas profundas, la deformación que sufre el oleaje se ve aumentada por la variación del desarrollo batimétrico, por lo que en base a lo anterior se presentan las características de la ola en la costa.



CARACTERISTICAS DEL OLEAJE

ENEP·ACATLAN·UNAM MAYO, 1981 FIG. No. 6

2.4.3.5 OLEAJE EN AGUAS BAJAS.

Una vez que el oleaje conforme va avanzando deja la zona - donde se formó, sus particularidades cambian dado que la energía tiende a disiparse y/o dispersarse, de tal manera que al llegar al límite de aguas profundas se ve frenado por el fondo marino, el que tiene un efecto retardador haciendo que la velocidad de propagación de la ola se disminuya cada vez más conforme se va pasando este límite y acercándose a la costa.

Antes de iniciar con el procedimiento que llevará a determinar la altura de ola que se empleará al diseñar las escolleras, es conveniente aclarar que, al igual de las mareas, se procedió a analizar los ciclones Carla e Inés, sólo que ahora con sus respectivos planos de isobaras (curvas de igual presión) y a intervalos regulares de tiempo.

2.4.3.6 OLEAJE MAXIMO.

Para poder predecir las características del oleaje en la zona de estudio debido al paso de los ciclones, condición más desfavorable, se requirió conocer los elementos que lo formaron. En este tipo de estudios se considera que el oleaje pasa por dos zonas: la primera se conoce - como "zona de generación" y es donde se forma el oleaje por la acción del viento. Esta zona está acotada por el Fetch (F), que implica el área de -- agua sobre la cual el viento sopla. La otra zona se conoce con el nombre - de "zona de decaimiento" y está acotada desde donde termina el Fetch hasta el sitio en estudio.

En cuanto a las características del oleaje en la zona de generación, dependen de tres factores principales que gobiernan el crecimien

to de las olas, y son: la longitud del Fetch (F), el lapso durante el cual está soplando el viento (t), y la velocidad de este último (U) sobre la su perficie del mar.

- OBTENCION DE LA LONGITUD DEL FETCH (F).

El primer paso consistió en definir la zona de generación mediante - puntos cuyas tangentes a las isobaras, formaran ángulos de 45° y 30° con respecto a la línea que los une con el sitio en estudio, para que posteriormente y a partir de este punto se trazara una recta que tuviera la mayor longitud de Fetch entre las fronteras de éste. La distancia restante de la desembocadura del río al límite más cercano de la zona de generación, se consideró como la longitud del decaimiento (D) (Véase las Figs. Nos. 7 a 11).

En la Tabla No. 6, se tienen las longitudes del Fetch (F) y del decaimiento (D), así como la separación entre isobaras y la localización - del centro de éstas, para las diversas etapas de los ciclones Carla e Inés, de acuerdo con las figuras anteriores.

- DURACION DE LA ACCION DEL VIENTO (t).

La duración de la acción del viento (t), se consideró igual al tiempo durante el cual no cambia la configuración de las isobaras. Debido a la poca información que se tiene al respecto, se consideró que en todos los casos la duración del viento (t) es de 6 horas.

Una vez obtenidas las características anteriores, se calculó la velocidad del viento sobre la superficie del mar para cada caso, suponiendo que el viento generado por los ciclones es geostrofico.

- VELOCIDAD DEL VIENTO EN LA SUPERFICIE DEL MAR. TEORIA DEL VIENTO GEOSTROFICO.

Este viento es aquel que se produce cuando las isobaras que se encuentran por encima de la capa de aire que está en contacto con el agua - (interfase) son paralelas. La velocidad del viento arriba de ésta capa es el llamado viento geostrófico y está dado por la ecuación:

$$2 Vg \Omega \sin \phi - \frac{1}{\rho} \Delta p / \Delta n = 0$$

$$Vg = \frac{1}{2 \Omega \rho \sin \phi} \frac{\Delta p}{\Delta n}$$

donde:

Vg = Velocidad del viento geostrófico, en nudos.

Ω = Velocidad angular de la tierra (0.729×10^{-4} rad/s).

ϕ = Latitud en grados.

ρ = Densidad del aire.

$\Delta p / \Delta n$ = Valor absoluto del gradiente de presión.

La solución de ésta ecuación para espaciamiento de isobaras de 3 mb y 5 mb está dada en la Gráfica No. 1. En la Tabla No. 6, columnas 7 y 8 se tienen los parámetros necesarios para cada caso. En la Tabla No. 7, columna 2, se encuentran los valores de Vg .

- VELOCIDAD REAL.

La velocidad del viento geostrófico no considera efectos de viscosidad, fricción y rotación de la tierra, por lo que dicha velocidad se debe corregir por un coeficiente que tome en cuenta estos factores. - Para ajustar los valores de Vg , a los valores de la velocidad en la superficie del mar (U), necesitamos conocer la diferencia de tempera-

turas entre el mar y el aire; siendo lo más usual cuando no se conoce este dato, se acepte un valor de 5° F. Además este ajuste está en función del radio de curvatura de las isobaras tratándose de un ciclón o anticiclón. En el caso de Carla e Inés, se sabe que se trata claramente de dos ciclones.

Los datos y cálculos para este caso se tienen en la Tabla No. 7, y la corrección de V_g a U se obtiene de la Gráfica No. 2. Los valores de U se encuentran tabulados en la columna 5 de la Tabla anterior.

2.4.3.7 DIRECCION DEL OLEAJE.

La dirección del oleaje corresponde a la línea que alcanzó el mayor Fetch, y que se tiene precisamente en la dirección NE, como se podrá apreciar en las Figuras Números 7 a 11.

2.4.3.8 PREDICION DEL OLEAJE.

El método utilizado en éste estudio para la predicción general del oleaje provocado por el paso de los ciclones, como lo es el caso que se está analizando, fue una combinación de dos criterios que fueron experimentados y comprobados con mediciones directas en el mar.

El primero de éstos criterios fue establecido por los investigadores Sverdrup y Munk, los que en la elaboración de su teoría consideraron que los principales factores que intervienen en el fenómeno son: la longitud del Fetch (F); la velocidad del viento en la superficie del mar (U); la duración del accionar del viento (t); la altura de la ola (H) y la acción de la gravedad (g); donde los tres primeros son los parámetros de generación.

De lo anterior se puede tratar de encontrar una ecuación -
del tipo:

$$\phi (F, U, t, H, g) = 0 \quad \text{---- (1)}$$

La que se puede analizar a partir del Teorema de Buckingham,
mejor conocido como Teorema Π , que dice:

"Si una ecuación es homogénea dimensionalmente, se puede reducir a una
relación entre un conjunto completo de productos adimensionales".

Entonces:
$$\Pi = H^\alpha F^\beta t^\gamma U^\delta g^\epsilon \quad \text{---- (2)}$$

con las siguientes dimensiones:

$$L^\alpha L^\beta T^\gamma \frac{L^\delta}{T} \frac{L^\epsilon}{T^2}$$

estableciéndose entonces las siguientes ecuaciones:

para L:
$$\alpha + \beta + \delta + \epsilon = 0 \quad \text{---- (3)}$$

para T:
$$\gamma - \delta - 2 \epsilon = 0 \quad \text{---- (4)}$$

Pudiéndose formar los siguientes tres casos:

1. Si aceptamos que $\alpha = 1, \beta = 0, \gamma = 0$, o sea, que H dependa sólo de U

de (3)
$$1 + 0 + \delta + \epsilon = 0$$

de (4)
$$0 - \delta - 2 \epsilon = 0$$

de donde:
$$\delta = - 2 \epsilon$$

$$\epsilon = 1$$

Se llega a que:
$$\Pi_1 = \frac{gH}{U^2} \quad \text{-----} \quad (5)$$

2. Si ahora se acepta que $\alpha = 0$, $\beta = 1$ y $\gamma = 0$

de (3)
$$0 + 1 + \delta + \epsilon = 0$$

de (4)
$$0 - \delta - 2 \epsilon = 0$$

$$\delta = -2$$

$$\epsilon = 1$$

Se llega a que:
$$\Pi_2 = \frac{gF}{U^2} \quad \text{-----} \quad (6)$$

3. Si hacemos que $\alpha = 0$, $\beta = 0$ y $\gamma = 1$

de (3)
$$0 + 0 + \delta + \epsilon = 0$$

de (4)
$$1 - \delta - 2 \epsilon = 0$$

$$\delta = -1$$

$$\epsilon = 1$$

Se llega finalmente a:

$$\Pi_3 = \frac{gt}{U}$$

Una vez aportados estos tres casos, otro investigador, Wiegel, los relacionó y continuó con la experimentación de tal manera que reuniendo sus resultados obtenidos, elaboró las Gráficas Números 3 y 4, con las que se puede determinar las características del oleaje en la zona de -

generación, tal y como se verá en los incisos siguientes:

- CARACTERISTICAS DEL OLEAJE EN LA ZONA DE GENERACION.

Para predecir el oleaje en la zona de generación, se emplearon las gráficas propuestas por Wiegel, que considera que el oleaje es función de la longitud del Fetch, de la velocidad real del viento así como de la duración del mismo.

En la Gráfica No. 3, se muestran las relaciones que guardan las características del oleaje significante que son la altura de ola $H/3$, el período $T/3$ y la celeridad C , respecto a la longitud del Fetch F y velocidad del viento U .

De igual forma, en la Gráfica No. 4, aparece este mismo tipo de relaciones pero ahora respecto a la velocidad del viento U y su duración t .

En las Tablas Nos. 8 y 9, se tienen los valores de las características del oleaje obtenidos para el sitio de la desembocadura del río Soto La Marina, Tamps., debidos a los ciclones.

Una vez que se calcularon las características del oleaje en la zona de generación, se pasó a determinar las características del oleaje pero ahora de la zona de decaimiento.

- CARACTERISTICAS DEL OLEAJE EN LA ZONA DE DECAIMIENTO.

Al tiempo que el oleaje se encuentra en esta zona, sus características cambian, por lo que se hizo necesario emplear el segundo de los criterios para su predicción. Dicho criterio es el debido a

Bretschneider, que consideró la condición más desfavorable del decaimiento del oleaje, que es la dispersión de la energía adquirida por éste último una vez que deja la zona donde se generó.

Otra consideración del mismo, es el emplear las características del oleaje mínimas obtenidas en la zona de generación, puesto que son las que indican cual de los parámetros entre F ó t se encuentra limitando el crecimiento del oleaje.

En las Gráficas Nos. 5 y 6, se muestran las relaciones que existen, en función de las características de la zona de generación, para la zona de decaimiento, siendo posible obtener de dichas gráficas el período y altura de la ola significativa, o sea, T_D y H_D , aun en aguas profundas.

En la Tabla No. 10, se muestran los cálculos efectuados, pudiéndose observar que las características del oleaje más desfavorables en la zona de decaimiento, para el sitio de la desembocadura del río Soto La Marina, corresponden a una altura de ola $H_D = 3.68$ m., con un período de $T_D = 13.23$ seg.

- CARACTERÍSTICAS DEL OLAJE EN EL SITIO.

Como las características del oleaje así deducido corresponden a la zona de decaimiento, no se está considerando los cambios que sufren estas características al acercarse a la costa, o sea, el efecto de refracción.

Suponiendo que se está en aguas profundas, ($d/L > 1/2$), la longitud del oleaje L se calcula como:

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$$

En caso de aguas bajas, la longitud del oleaje L se obtiene considerando que:

$$L_c = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L_s} = L_0 \tanh \frac{2\pi d}{L_s}$$

donde: $L = L_c =$ Longitud del oleaje calculada, m.

$L_s =$ Longitud del oleaje supuesta, m.

Lo que implica que L_c es una función de la profundidad d . Por otra parte, como la altura de la ola H es función de su longitud, también dependerá de la profundidad.

Para resolver esta última ecuación, se supuso un valor de L_s , con el cual se generó una L_c , la que se comparó con la anterior y si no coincidieran ambos valores, se supondría un nuevo valor de L_s , repitiendo el proceso de cálculo hasta obtener una L_s igual a la L_c , para diferentes profundidades.

Estudios hechos por el investigador Danel, respecto al máximo de la ola antes de que ésta rompa, proporcionan las alturas de éstas conforme disminuye la profundidad.

Danel encontró que:

$$\frac{H}{L} = 0.142 \tanh \frac{2\pi d}{L_c}$$

De aquí se deduce que, usando las dos ecuaciones anteriores se pueden conocer las características del oleaje una vez que está en aguas bajas. En la Tabla No. 11, se muestra el cálculo de L y H para distintas profundidades d en la zona, considerando un $T_D = 13.23$ seg.

- ALTURA DE OLA DE DISEÑO.

Como se podrá observar en la Tabla No. 11, se presenta una serie de alternativas en cuanto a alturas de ola, que se dan en función de la profundidad d, por lo que en base a esto y como el brazo Norte de las escolleras que se están analizando llega a la cota de -6.00 m., se podrán presentar olas hasta de 5.11 m., ya que olas con alturas mayores romperán antes del sitio considerado para las estructuras propuestas.

TABLA No. 6

CARACTERISTICAS GENERADORAS DEL OLEAJE
DEBIDO A LOS CICLONES CARLA E INES.

CASO	CICLON	FECHA	HORA	LONGITUD DEL FETCH F en Mn	LONGITUD DE DECAI MIENTO D en Mn	SEPARACION ISOBARAS DE 3 mb ° LATITUD	CENTRO DEL CICLON ° LAT.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	Carla	8 IX 61	6	600	90	1	24.00
2			12	390	70	1	22.60
3		9 IX 61	6	530	60	1.1	24.25
4			12	210	50	2	24.20
5			18	170	70	0.8	25.30
6		10 IX 61	6	480	75	1.4	26.80
7	Inés	8 X 66	6	435	0	1.5	24.10
8			12	435	30	1.3	23.15
9		9 X 66	6	160	60	1	25.25

TABLA No. 7

CALCULO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO SOBRE
LA SUPERFICIE DEL AGUA.

CASO	VELOCIDAD GEOSTROFICA Vg EN NUDOS	RADIO DE CURVATURA DEL CICLON R EN ° LATITUD	RELACION $\frac{U}{Vg}$	VELOCIDAD SUPERFICIAL U, EN NUDOS
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	69.5	6.0	0.618	42.96
2	73.5	7.0	0.625	45.94
3	63.0	6.2	0.620	39.06
4	35.0	6.0	0.618	21.63
5	84.0	6.3	0.621	52.18
6	45.0	7.8	0.632	28.44
7	46.0	4.5	0.607	27.92
8	56.0	6.0	0.618	34.61
9	66.5	4.0	0.604	40.17

TABLA No. 8

CARACTERISTICAS DEL OLEAJE A PARTIR DE LA LONGITUD
 DEL FETCH F Y DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO U,
 EN LA ZONA DE GENERACION.

CASO	$\frac{gF}{U^2}$	$\frac{gH/3}{U^2}$	$\frac{C}{U}$	$\frac{gT/3}{U}$	H/3 en m.	C en m/seg.	T/3 en seg.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	22,332	0.280	0.900	7.80	13.93	19.88	17.56
2	12,688	0.265	0.840	7.20	15.09	19.85	17.34
3	23,852	0.290	0.900	7.90	11.93	18.08	16.18
4	30,819	0.320	0.940	8.25	4.04	10.46	9.36
5	4,290	0.095	0.520	4.60	6.97	13.95	12.58
6	40,746	0.370	1.000	9.00	8.07	14.63	13.42
7	38,315	0.340	0.960	8.50	7.15	13.79	12.44
8	24,934	0.300	0.920	8.00	9.69	16.38	14.52
9	6,808	0.160	0.660	5.00	6.96	13.64	10.53

TABLA No. 9

CARACTERISTICAS DEL OLEAJE A PARTIR DE LA VELOCIDAD
DEL VIENTO U Y LA DURACION DEL VIENTO t,
EN LA ZONA DE GENERACION.

CASO	$\frac{gt}{U}$	$\frac{gH/3}{U^2}$	$\frac{C}{U}$	$\frac{gT/3}{U}$	H/3 en m.	C en m/seg.	T/3 en seg.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	9,592	0.087	0.35	4.40	4.33	7.73	9.91
2	8,967	0.085	0.34	4.30	4.84	8.03	10.36
3	10,547	0.090	0.36	4.50	3.70	7.23	9.22
4	19,038	0.097	0.39	4.60	1.22	4.34	5.22
5	7,898	0.083	0.33	4.30	6.09	8.85	11.76
6	14,484	0.092	0.37	4.50	2.01	5.41	6.71
7	14,756	0.093	0.37	4.50	1.96	5.31	6.59
8	11,904	0.091	0.36	4.50	2.94	6.41	8.17
9	10,256	0.089	0.35	4.40	3.87	7.23	9.27

TABLA No. 10

CARACTERISTICAS DEL OLEAJE EN LA ZONA DE DECAIMIENTO.

CASO	$\frac{D}{F}$	$\frac{D}{T^2}$	$\frac{D}{T_D^2}$	T_D	$\frac{D}{H}$	$\frac{D}{H_D}$	H_D
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	0.15	0.92	0.85	10.29	20.79	30.00	3.00
2	0.18	0.65	0.59	10.89	14.46	19.00	3.68
3	0.11	0.71	0.68	9.39	16.22	18.50	3.24
4	0.24	1.83	1.60	5.59	40.98	60.00	0.83
5	0.41	0.51	0.40	13.23	11.49	19.00	3.68
6	0.16	1.67	1.40	7.32	37.31	53.00	1.42
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.07	0.45	0.45	8.16	10.20	12.50	2.40
9	0.38	0.70	0.58	10.17	15.50	24.00	2.50

T_D en seg.

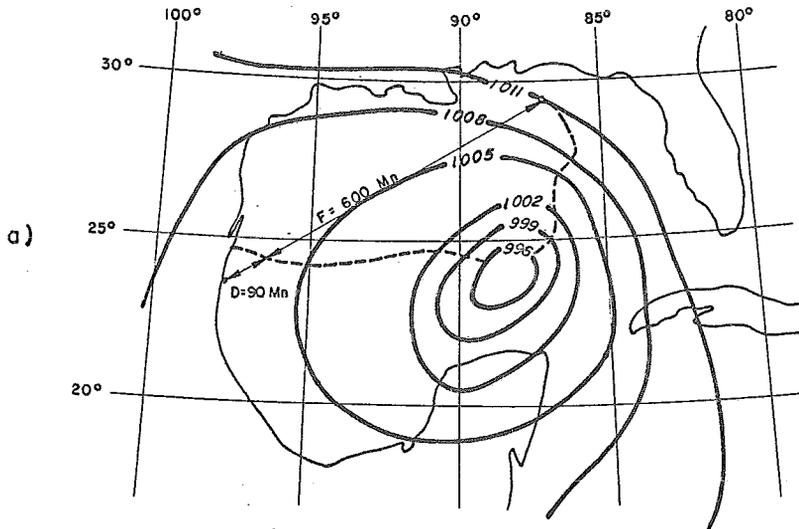
H_D en m.

NOTA: Por ser condición del criterio empleado, se consideraron los elementos T y H mínimos calculados en la zona de generación.

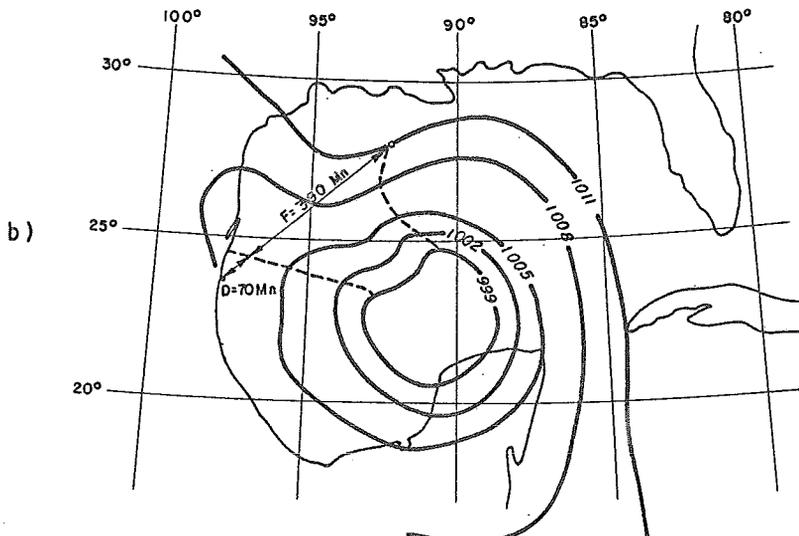
TABLA No. 11

DETERMINACION DEL ALCANCE DE LA OLA
EN LA ZONA DE ROMPIENTE.

PROFUNDIDAD d en m (1)	LONGITUD DE LA OLA L en m (2)	d/L (3)	H/L (4)	ALTURA DE LA OLA H en m (5)
9	120	0.0750	0.062	7.44
8	114	0.0702	0.059	6.73
7	107	0.0654	0.055	5.89
6	99	0.0606	0.052	5.11
5	91	0.0549	0.047	4.28
4	82	0.0488	0.042	3.44
3	71	0.0423	0.037	2.63
2	58	0.0345	0.030	1.74
1	41	0.0244	0.022	0.90



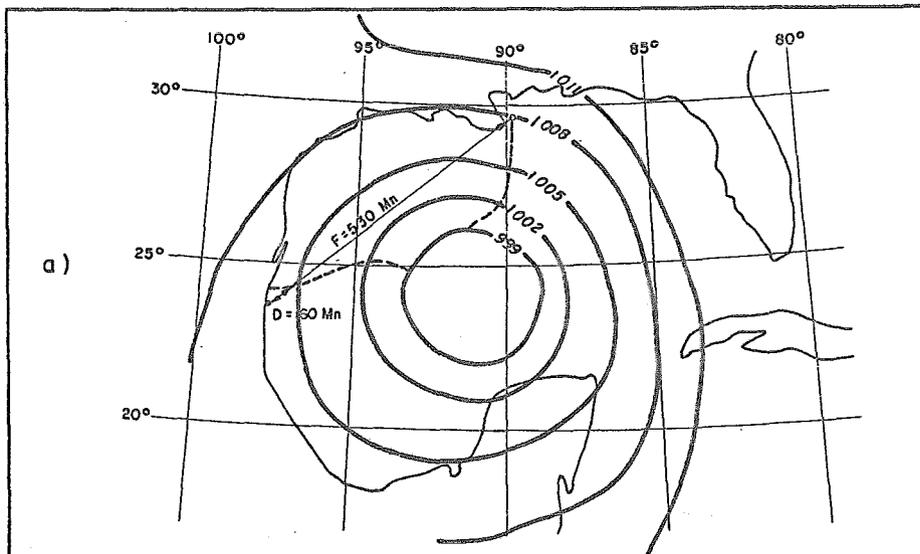
Fecha: 8 de Septiembre de 1961 Hora: 6.00



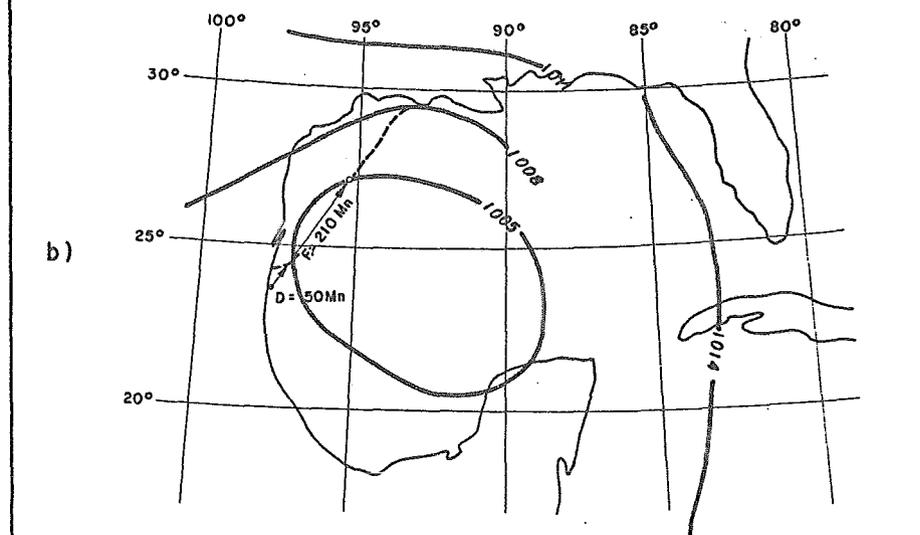
Fecha: 8 de Septiembre de 1961 Hora: 12.00

PREDICCIÓN DE OLEAJE DEBIDO AL CICLON CARLA

FIG. No. 7



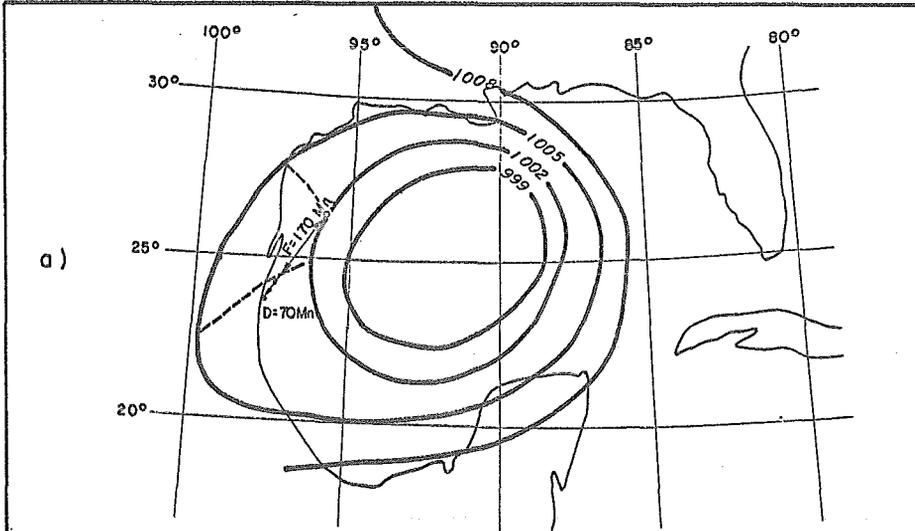
Fecha: 9 de Septiembre de 1961 Hora: 6.00



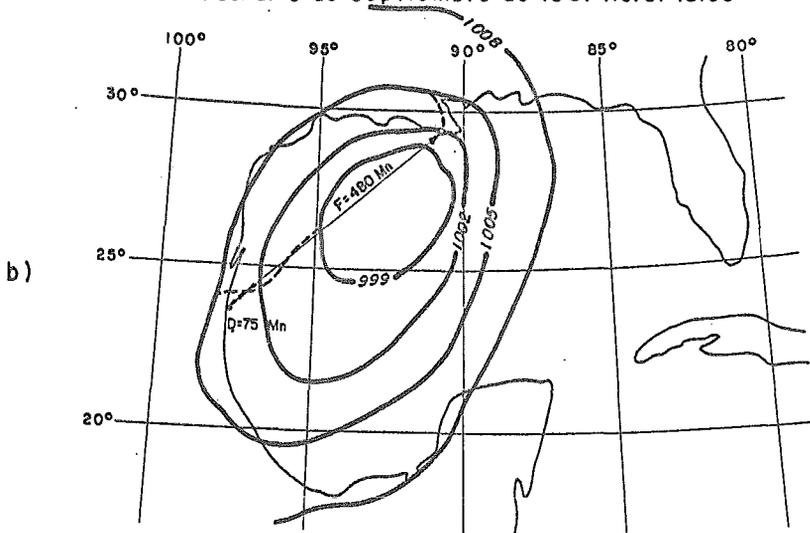
Fecha: 9 de Septiembre de 1961 Hora: 12.00

PREDICCIÓN DE OLEAJE DEBIDO AL CICLON CARLA

FIG. No. 8



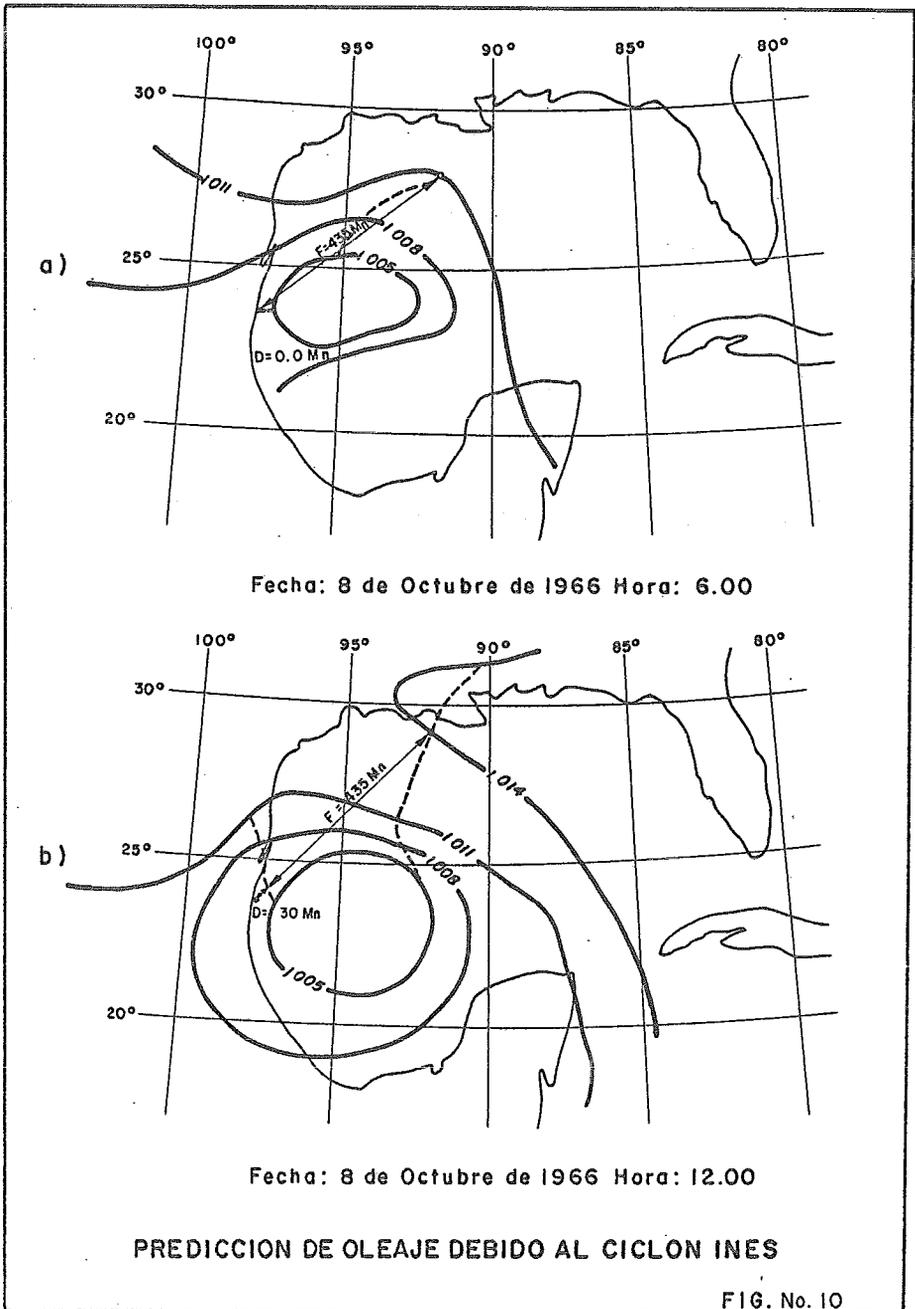
Fecha: 9 de Septiembre de 1961 Hora: 18.00

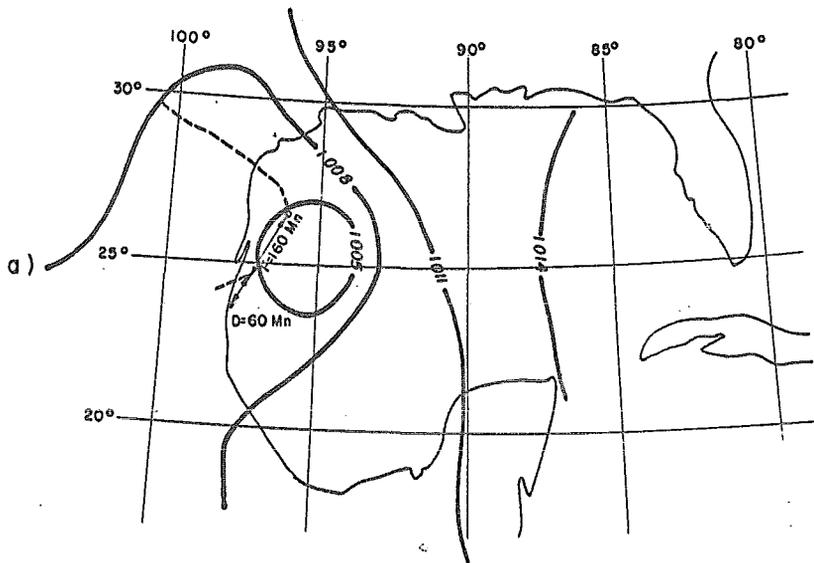


Fecha: 10 de Septiembre de 1961 Hora: 6.00

PREDICCIÓN DE OLEAJE DEBIDO AL CICLÓN CARLA

FIG. No. 9



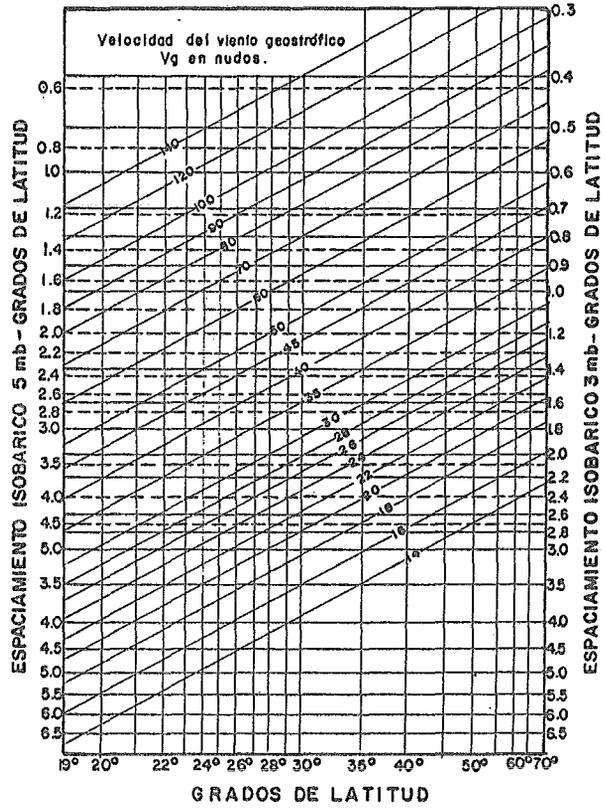


Fecha: 9 de Octubre de 1966 Hora: 6.00

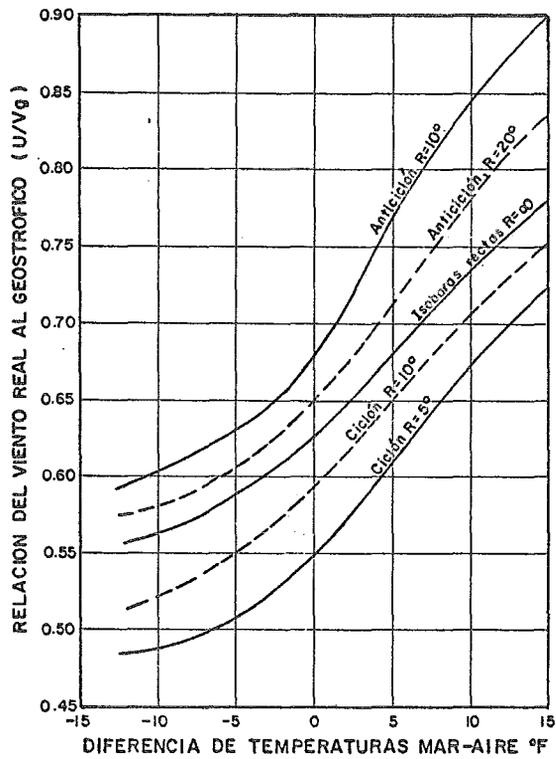
PREDICION DE OLEAJE DEBIDO AL CICLON INES

$$V_g = \frac{1}{2 \Omega \sin \beta} \frac{\Delta p}{\Delta n}$$

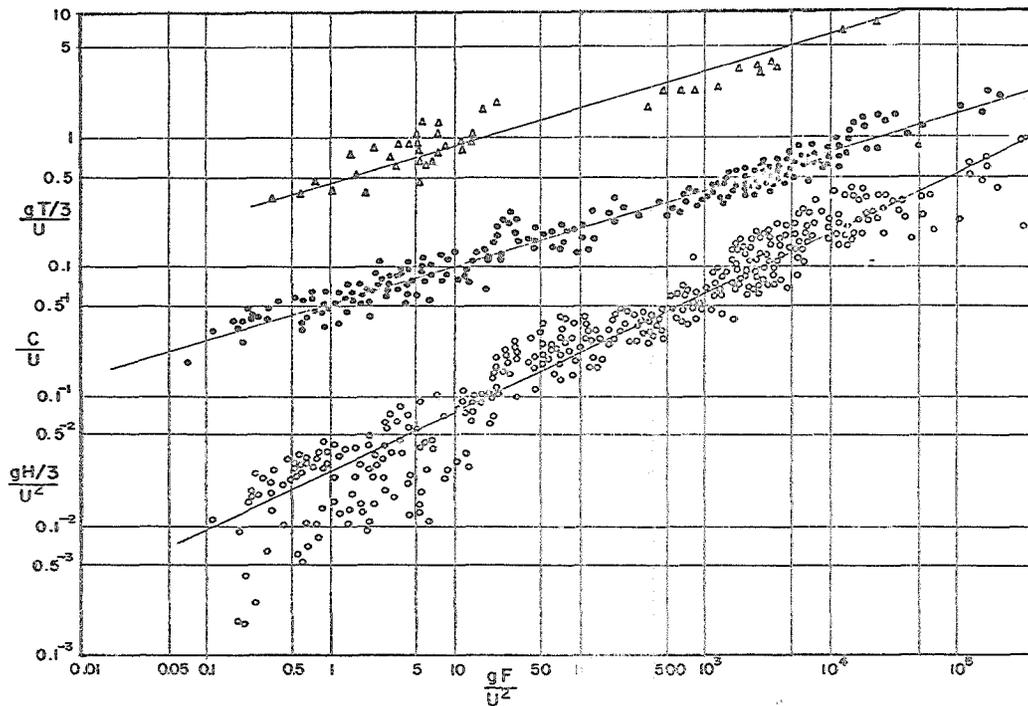
para: $\Delta p = 5 \text{ mb a } 3 \text{ mb}$
 $\Delta n = \text{grados de latitud}$
 $p = 1013.3 \text{ mb}$
 $T = 10^\circ \text{ C}$
 $\rho = 1.2 \times 10^{-3} \text{ gm/cm}^3$



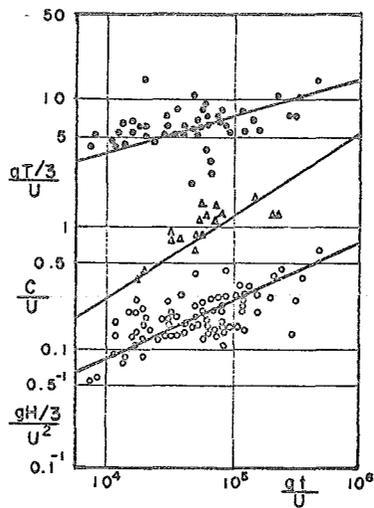
ESCALA DE VIENTO GEOSTROFICO



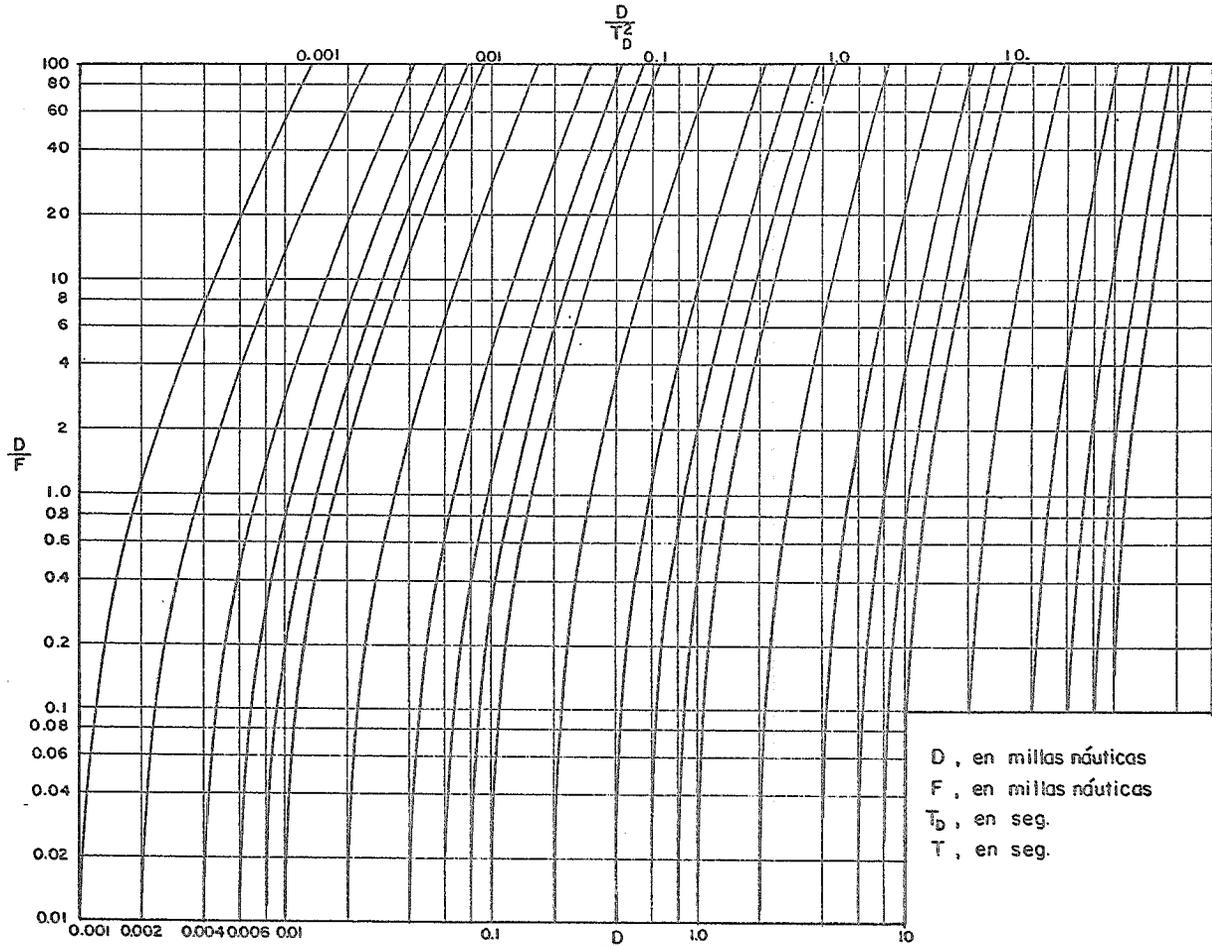
DETERMINACION DEL VIENTO REAL U ,
A PARTIR DE LA RELACION (U/V_g)



RELACIONES ENTRE EL FETCH, VELOCIDAD DEL VIENTO
Y CARACTERISTICAS DEL OLAJE SIGNIFICANTE

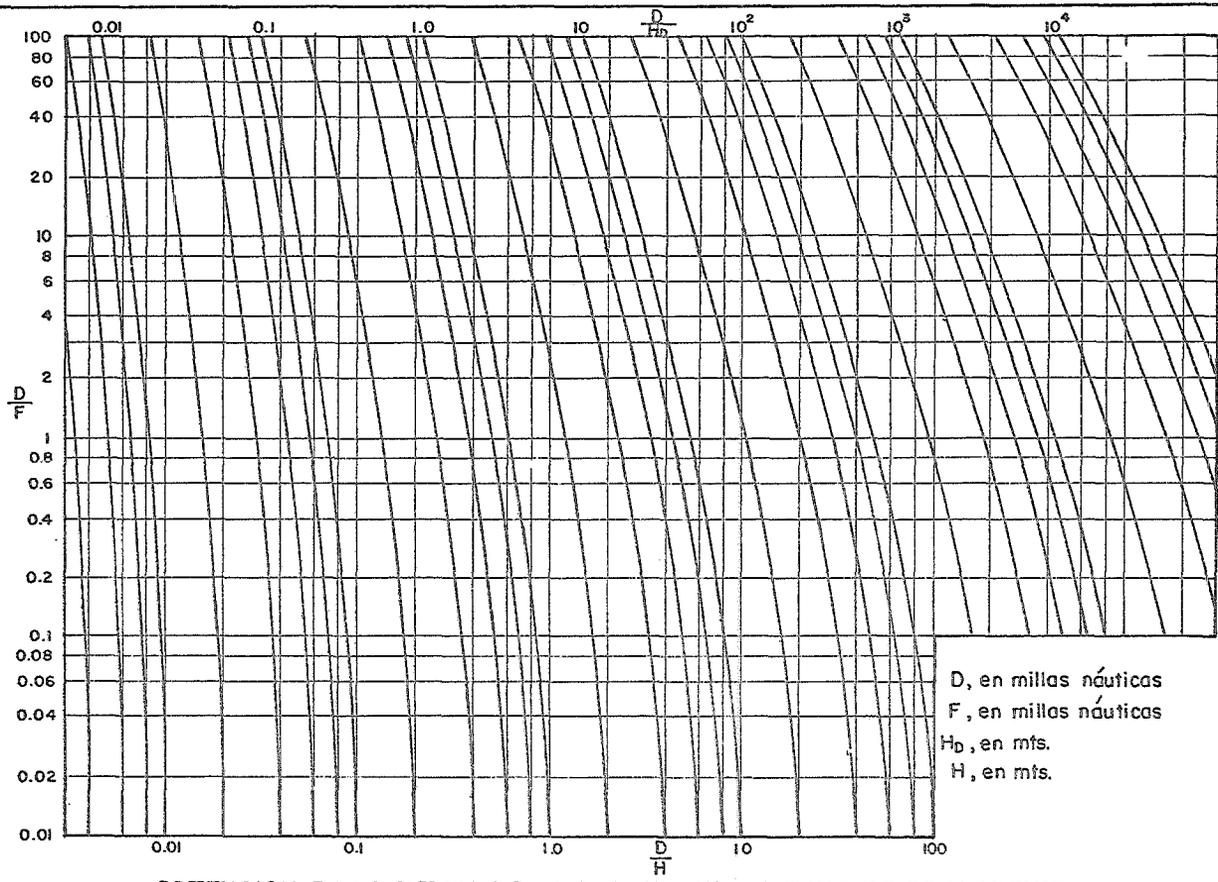


RELACIONES ENTRE LA DURACION Y VELOCIDAD DEL VIENTO,
Y LAS CARACTERISTICAS DEL OLAJE SIGNIFICANTE



D , en millas náuticas
 F , en millas náuticas
 T_D , en seg.
 T , en seg.

OBTENCION DEL PERIODO DE LA OLA T_D , EN LA ZONA DE DECAIMIENTO GRAFICA No.5



OBTENCION DE LA ALTURA DE LA OLA H_0 , EN LA ZONA DE DECAIMIENTO

2.5 ESTUDIO PARA LOCALIZACION DE BANCOS DE MATERIALES.

El objetivo principal de este estudio consistió en localizar bancos de préstamo de materiales, que técnica y económicamente resultaran ser adecuados para emplearse en la construcción de las escolleras, cuantificando a la vez el material disponible de manera de garantizar un volumen mínimo de una y media veces el requerido.

Para llevar a cabo lo anterior se efectuó un reconocimiento general del área, comprendida desde las inmediaciones del Municipio Soto La Marina hasta el paraje La Pesca, que aunado primeramente al uso de cartas geológicas y fotografías aéreas permitió establecer cinco bancos de material para posteriormente ser estudiados en forma definitiva, y establecer si son o no factibles de explotar.

Los nombres de estos bancos son: Cueva del Tigre, Noche Buena, Número 1, Vistahermosa y Loma del Puerto o Tampiquito.

2.5.1 LOCALIZACION Y ACCESO.

El acceso a los tres primeros bancos se efectúa por la carretera que va a Tampico, una vez que se hubo salido del Municipio Soto La Marina, para que posteriormente se tome a la izquierda por una brecha que se tiene a 22 kilómetros aproximadamente, que pasa por el poblado Santa María y más adelante frente a la Ranchería Victoria, atravesando previamente el río -

Palmas. A la altura de esta ranchería se encuentra el primero de los bancos denominado Cueva del Tigre.

Siguiendo por la misma brecha, 10 kilómetros adelante y al llegar al poblado de Noche Buena, se ubica el segundo banco que lleva éste mismo nombre.

El banco de préstamo conocido como Número 1, se localiza hacia la parte final de la brecha que se ha venido mencionando y es el más cercano a la zona de escolleras, pues se encuentra a una distancia aproximada de 6 kilómetros.

Por otro lado el cuarto banco, Vistahermosa, se localiza a los 32 kilómetros de la carretera que va del Municipio Soto La Marina al paraje La Pesca, precisamente a la altura del poblado Vistahermosa y donde se empieza a tener contacto con la Laguna de Almagre.

Finalmente el quinto y último banco llamado Loma del Puerto o Tam piquito, se asienta al Norte del Municipio Soto La Marina, tomando la carretera que se dirige a Matamoros e inmediatamente después, a 2.4 kilómetros, se toma por la izquierda un camino revestido con desarrollo de 600 m., para continuar por una brecha de 200 m. de longitud que se tiene al atravesar el canal de riego Soto La Marina.

En el Plano No. 1, se puede apreciar la localización de los bancos mencionados, así como la de los caminos que permitieron el acceso a cada uno de éstos.

2.6 ESTUDIO DE MECANICA DE ROCAS Y SUELOS.

Tanto en la etapa de proyecto como durante la ejecución de la obra, es muy importante contar con datos seguros y abundantes de los materiales con los que se habrá de tratar, ya que el conjunto de dichos datos debe llevar a adquirir una concepción razonablemente exacta de las propiedades constitutivas de aquéllos, y que serán consideradas en su análisis para asegurar un funcionamiento correcto de la estructura planeada.

En cuanto al estudio de mecánica de rocas, tuvo la finalidad de determinar el tipo de roca adecuado al objetivo que se persigue, para lo que se hizo necesario conocer las características que conforman los diferentes bancos seleccionados mediante la toma de muestras a cada uno de estos, a las que posteriormente se les analizó pudiéndose establecer por tal motivo las siguientes propiedades: constitución mineralógica, dureza, densidad, peso volumétrico, así como la resistencia a la abrasión, principalmente, que se da lugar debido a la salinidad de las aguas del mar, la que en forma conjunta al continuo golpeo del oleaje puede llevar al caso de disgregar completamente el material si no cuenta con la resistencia necesaria, teniéndose por consecuencia la falla de la estructura.

De acuerdo a la información obtenida en el campo y en los resultados de laboratorio, se estableció que de los cinco bancos analizados, Cueva del Tigre, Noche Buena, Vistahermosa, Número 1 y Loma del Puerto o Tampiquito, los cuatro primeros fueran eliminados no obstante la cercanía de algunos de ellos a la zona de escolleras, así como su gran volumen de

aprovechamiento, debido a que sus materiales presentaron características - poco favorables por estar constituidos por piedras porosas formadas a base de arenas y conchas sementadas, que carecen de la resistencia necesaria para absorber tanto la abrasión como el ataque constante del oleaje a que estará sujeta la estructura del escollero.

La excepción de este estudio estuvo en el banco conocido como - Loma del Puerto, que se encuentra a 58 kilómetros al NW del lugar en donde se proyecta la obra y muy cerca del Municipio Soto La Marina, a escasos - 3.2 kilómetros en dirección N, del cual se extraerá la cantidad necesaria de materiales en forma por demás sobrada, ya que cuenta con un volumen de explotación aproximado a los 3,000,000 m³, con lo que se cubre perfectamente el 100 % del material que se utilizará en la construcción de las estructuras y que se estima será de 500,000 m³.

Las características principales de este banco son:

- En el aspecto geométrico guarda gran similitud con un trapecio, ya que - su base mayor o plantilla tiene del orden de 150 m., por 50 m. de base - menor, y 15 m. de alto por 2,000 de largo.
- La clasificación del material corresponde al de una roca caliza bastante compacta, con un peso volumétrico de 2.5 ton/m³, sana, sin fisuras ni - fracturas, por lo que se consideró el material requerido para construir las escolleras.
- La formación de este tipo de obra implica el uso de rocas con diversos - tamaños y por consiguiente de diferentes pesos, los que van desde 100 -

hasta 20,000 kg., tal y como se podrá observar en el apartado correspondiente a Diseño de Escolleras, con lo que en base a las características de la roca, se desprende que el banco aportará los pesos y tamaños de material requerido; por lo tanto bastará contar con un equipo experimentado en barrenación y explosivos para que se eviten desperdicios y a la vez se tengan los elementos que cumplan con las especificaciones de proyecto.

Con respecto al estudio de mecánica de suelos se llevaron a cabo sondeos por los ejes de las estructuras, previamente establecidos, con la finalidad de determinar el comportamiento del manto en que se apoyarán las escolleras en cuanto a esfuerzo cortante y capacidad de carga, con lo que se estará en posición de garantizar la estabilidad de aquéllas, o en su defecto dar alguna solución, como lo sería eliminar el material inestable por medio del dragado.

Como resultado de los sondeos efectuados, se estableció que el suelo es de baja compresibilidad, característica propia de las arenas, que permitirá resistir la carga impuesta por el peso propio de las estructuras.

2.7 DRAGADO.

El dragado es una técnica mediante la cual es factible mover grandes volúmenes de sólidos en un medio acuoso, depositándolos a distancias tan grandes como lo permita el equipo empleado y el tipo de material que se está removiendo.

Este tipo de trabajo tiene como principal finalidad realizar movimientos de tierra para la creación de áreas que serán utilizadas en la navegación, atendiendo fundamentalmente a las embarcaciones que harán uso de éstas.

La ampliación de muchos puertos construídos durante la primera mitad del presente siglo, sólo ha sido posible lograrla ganando áreas al mar, a las marismas o a los pantanos, por estar constreñidos por las ciudades que generalmente no permiten la expansión de las instalaciones portuarias, resultando a la postre más económico dragar y rellenar áreas que se incorporarán al puerto, que expropiar terrenos adyacentes.

En cuanto a las aplicaciones de ésta técnica a la Ingeniería Marítima, generalmente son: mantener o incrementar las profundidades de los puertos o vías navegables; sanear terrenos pantanosos mediante el material extraído de las dársenas y canales de navegación, y eliminar en las zonas en que se proyectan estructuras los suelos de mala calidad para sustituirlos por otros adecuados.

Para el caso particular de la zona de estudio y precisamente en la desembocadura del río, el dragado es utilizado para resolver el constante problema de azolvamiento causado por la acumulación de materiales, formándose por tal motivo un "playón" que continuamente amenaza con cerrar el paso a las aguas del Soto La Marina.

En el Plano No. 2, se puede observar la forma en que se encuentra colocado el "playón", impidiendo el paso al canal de navegación y por consecuencia el acceso al puerto, así como la ubicación de las defensas en las que se consolidará parte de los acarrees, reforzándolas aun más.

2.7.1 TIPO DE MATERIAL A DRAGAR.

El resultado final del muestreo estableció la existencia de materiales constituidos principalmente por arenas, conchuelas y fango a todo lo largo del río; en tanto que en la desembocadura existen arenas y en menor proporción conchuelas.

2.7.2 EQUIPO.

Para la ejecución de los trabajos de dragado se plantea el uso de equipos especializados que genéricamente se denominan dragas hidráulicas estacionarias, las cuales carecen de medios propios para propulsarse, pero facilitan el depósito del material extraído por medio de tuberías de

descarga hacia lugares previamente establecidos.

La ventaja que se tendrá con este tipo de dragas, es que su trabajo será continuo sin tener que retirarse de la zona de dragado para descargar el material.

Otro aspecto de gran importancia en estos equipos, es precisamente la elección del elemento de ataque de que dispondrán y que está en función del material a dragar. Para este caso y puesto que se trabajará con materiales relativamente sueltos, se propone como lo más conveniente utilizar dragas con cortador acoplado en el extremo de la succión, quedando a juicio del operador de la draga el empleo del agitador, que se adiciona a la succión, el cual no es más que un chiflón de agua que remueve el material.

En la Tabla No. 12, se consignan las características de este tipo de dragas, como lo son la AMMCO 16-II y la QUINTANA ROO, ambas de 16" de diámetro en su dispositivo de succión. Se considera que estas dos unidades serán suficientes para realizar el trabajo y extraer los volúmenes de proyecto.

2.7.3 ESTUDIOS Y TRABAJOS PREVIOS AL DRAGADO.

Antes de proceder a los trabajos será necesario contar con el levantamiento topohidrográfico de la zona, así como del estudio de mecánica de suelos, con la finalidad de conocer la topografía y la batimetría, espesores de los mantos y sus características morfológicas; procediéndose en-

TABLA No. 12*

ESPECIFICACIONES TÍPICAS

Longitud, en pies	120
Manga, en pies	40
Profundidad, en pies	9
Desplazamiento, en tons.	840
Capacidad de Bombeo, en H.P.	1,000
Velocidad de Bombeo, en revoluciones por minuto	400
Poder de la Cortadora, en H.P.	200
Velocidad de la Cortadora, en revoluciones por minuto	5-30
Longitud de la Escarda, en pies	60
Longitud de la Escala, en pies	55
Máxima Línea de Conducción - por tubería, en pies	4,000
Ancho Máximo de la Cortadora, en pies	200
Ancho Mínimo de la Cortadora, en pies	60
Profundidad Máxima de la excavación, en pies	40
Profundidad Mínima de la excavación, en pies	5

* FUENTE: Hydraulic Dredging by John Huston, P.E.

tonces a la ejecución de las actividades que a continuación se citan:

a) Delimitación de la Zona por Dragar.

Se colocarán las boyas y marcaciones necesarias a fin de que los operadores de las dragas conozcan exactamente la zona por dragar, la cual ha sido determinada mediante el análisis de los planos batimétricos conociéndose de tal modo las partes de mayor profundidad, en las que se ubicarán la dársena y el canal de navegación.

b) Programación de las Dragas.

La distribución de las dragas se efectuará atendiendo dos frentes de ataque, pues mientras por un lado se dragará la dársena o zona de maniobras para las embarcaciones, pasando posteriormente al canal de navegación, por el otro se procederá a eliminar el "playón" reduciendo así la posibilidad de un cierre total en la desembocadura.

c) Elección del Sitio de Vaciado.

Aguas arriba de la desembocadura del río Soto La Marina, el material extraído producto del dragado será depositado a todo lo largo de la margen derecha del mismo, aprovechando la potencia de los motores que impulsarán el material a grandes distancias, y a que aguas abajo del muelle, el río se amplía teniéndose por tal motivo velocidades menores, las cuales se van reduciendo aun más conforme se acercan a las orillas, con lo que el material ahí depositado se asentará.

Por otro lado, a la salida de las aguas al Golfo el material se depositará en la Isla de las Carretas, que se encuentra sobre la margen derecha, también mediante tuberías. Parte del material se empleará en la for

mación de un tapón entre esta isla y la playa, que permita el paso a los -
vehículos que transportarán las rocas requeridas para construir la escolle-
ra Sur.

2.7.4 CANAL DE NAVEGACION Y DARSENA DE MANIOBRAS.

El dimensionamiento de éstas áreas se efectuará tomando en cuenta la rectificación de las actuales, y sobre todo el tipo de embarcaciones pesqueras que con mayor frecuencia arribarán al puerto, considerándose los siguientes datos para el diseño:

	EMBARCACION	TIPO	
Tonelaje bruto	- - - - -	65	ton.
Tonelaje neto	- - - - -	45	ton.
Eslora	- - - - -	18	m.
Manga	- - - - -	5	m.
Calado	- - - - -	2.3	m.

2.7.4.1 CANAL DE NAVEGACION.

La profundidad mínima en el canal de navegación referida al nivel medio del mar, será la siguiente:

Nivel medio del mar	- - - - -	0.00	m.
Calado de la embarcación	- - - - -	2.30	m.
Tirante adicional	- - - - -	<u>0.50</u>	m.
		2.80	m.

se aceptarán 3.00 m., de profundidad.

En cuanto al ancho que deberá tener, será de 50 m., con lo que se permitirá un alto grado de funcionalidad al tráfico de embarcaciones en ambas direcciones, eliminando así todo riesgo aun en condiciones atmosféricas adversas.

2.7.4.2 DARSENA DE MANIOBRAS.

La dársena de maniobras, al igual que el canal, deberá tener una profundidad mínima de 3.00 m., en un área circular cuyo diámetro sea un mínimo equivalente a 3.5 esloras. Esto es considerando que las embarcaciones maniobran con sus propias máquinas.

$$\text{Diámetro de la Dársena} = 3.5 \text{ esloras} \times 18 \text{ m.} = 63 \text{ m.}$$

Se aceptarán 65.00 m. de diámetro.

2.7.5 VOLUMEN DEL MATERIAL DRAGADO.

2.7.5.1 CANAL DE NAVEGACION Y DARSENA DE MANIOBRAS.

La estimación del material dragado en estas áreas se efectuará mediante secciones transversales por el eje del canal, aprovechando el levantamiento batimétrico realizado en el río. El ancho de estas secciones será de 30 m. a cada lado del eje y a separaciones que se juzguen convenientes, para posteriormente proyectar la sección del canal que se pretende. Hecho lo anterior se procederá a calcular áreas promedio entre secciones continuas que multiplicadas por su longitud, permitirán conocer los volúmenes parciales entre ellas. La comprobación del volumen total se tendrá al compa

rar los planos batimétricos levantados antes e inmediatamente después del trabajo, con lo que además se verificará la profundidad necesaria que requieren las embarcaciones. Esta última comprobación será la que arroje los resultados más precisos ya que se ha observado mediante un cajón de prueba que el río no aporta una cantidad de materiales de arrastre y/o en suspensión que sea significativa.

2.7.5.2 "PLAYON".

Para la eliminación de éste obstáculo se desarrolló un programa de dragado que contempla un volumen estimado de 234,000 m³, divididos en varios cortes del mismo ancho pero con diferente longitud y profundidad (Véase Plano No. 2).

2.8 DISEÑO DE LAS ESCOLLERAS.

Hasta hace poco tiempo, el diseño de escolleras se proyectaba - por comparación con otras ya construídas y que habían dado buen resultado, pero ya en la actualidad se comprende que si las características del lugar donde han de construirse éstas obras son distintas, aunque parezcan similares, éste criterio puede conducir a graves errores que la experiencia se ha encargado de poner en evidencia.

Numerosos ingenieros han dedicado su actividad a tan interesante cuestión, mediante el estudio y observación del comportamiento de obras - construídas con éxito, y de las averías ocurridas en otras, tratando de va

lorar los esfuerzos a que están sometidas ésta clase de estructuras.

Hoy en día, se cuenta ya con algunos criterios bien definidos y de uso común con los cuales es posible calcular escolleras, obteniéndose resultados muy similares entre sí.

2.8.1 ELEMENTOS FORMATIVOS DEL ESCOLLERADO.

Los elementos que constituyen una obra de éste tipo son fundamentalmente y en general, el núcleo y los mantos protectores, dentro de los que se considera la capa de coraza y la secundaria.

2.8.2 DIMENSIONAMIENTO.

- CAPA DE CORAZA.

En la determinación del peso de las rocas mínimo necesario para garantizar la estabilidad de la estructura, se utilizó la expresión propuesta por el investigador Houdson, en la que se ligó las características del material empleado con la altura de la mayor ola que pueda romper sobre la obra, tal y como se verá a continuación:

$$P_c = \frac{\gamma_r H^3}{K_e (S_s - 1)^3 \cot \theta}$$

donde:

P_c = Peso de la roca en la capa de coraza, en kg.

γ_r = Peso volumétrico de la roca, en kg/m^3

H = Altura de la ola de diseño, en m.

K_e = Coeficiente de estabilidad que depende de la forma y tipo -
de la roca, del talud y de si la ola rompe o no contra éste.

Se consideró un $K_e = 2.5$

S_s = Densidad relativa del material.

θ = Angulo que forma el talud con la horizontal:

Sustituyendo en la expresión anterior las incógnitas por los datos -
aportados por el estudio de Mecánica de Rocas, se tiene:

$$\gamma_r = 2,500 \text{ kg/m}^3$$

$$K_e = 2.5$$

$$S_s = 2.5$$

y por otro lado:

$$H = 5.11 \text{ m.}$$

$$\theta = 26.56^\circ$$

$$P_c = \frac{2,500 \text{ kg/m}^3 (5.11 \text{ m})^3}{2.5 (2.5 - 1)^3 \cot 26.56^\circ} \approx 19,770 \text{ kg.}$$

con lo que estas rocas se encuentran dentro del peso límite favorable, 20 toneladas, para maniobrar y/o transportar económicamente.

En cuanto al espesor de la capa, en sentido normal al talud, deberá ser el necesario para disponer aproximadamente, y como mínimo, de dos capas de roca, o sea:

$$e = 2 \sqrt[3]{P_c / \gamma_r}$$

donde:

e = Espesor de la capa, en m.

P_c = Peso de la roca en la capa de coraza, en kg.

γ_r = Peso volumétrico de la roca, en kg/m³

sustituyendo valores, se tiene:

$$e = 2 \sqrt[3]{\frac{19,770}{2,500}} \approx 4.00 \text{ m.}$$

- CAPA SECUNDARIA.

El peso de las rocas que forman la capa secundaria, P_s , se calculó tomando como base el de la coraza. La experiencia en la construcción de este tipo de obras, indica que el peso de éstos cantos oscila de 1/10 a 1/15 del peso de ésta última, por lo que se llega a:

$$P_s = \frac{P_c}{10} \text{ a } \frac{P_c}{15} = \frac{19,770}{10} \text{ a } \frac{19,770}{15}$$

$$P_s = 1,977 \text{ kg. a } 1,318 \text{ kg.}$$

finalmente, este cálculo indica que el peso de las rocas en la capa - secundaria variará de 1,300 a 2,000 kg., con un espesor de:

$$e = 2 \sqrt[3]{\frac{P_c / 10}{\gamma_r}} = 2 \sqrt[3]{\frac{1,977}{2,500}} \approx 2.00 \text{ m.}$$

- NUCLEO.

El núcleo es la parte central y zona de apoyo de los mantos protectores. No está sometido a la acción directa de la ola y debe cumplir con la condición de filtro, impidiendo con ésto que la agitación exterior se transmita a la zona de calma que ocasionarán las escolleras en la desembocadura del río, con lo que se incrementará la seguridad en el acceso al puerto. El peso de sus cantos, P_n , varía de $P_c/100$ a $P_c/200$, con lo que se obtienen los siguientes pesos:

$$P_n = \frac{19,770}{100} \text{ a } \frac{19,770}{200} \approx 200 \text{ kg. a } 100 \text{ kg.}$$

En la práctica se recomienda combinar estas rocas con piedras de todos tamaños, con la finalidad de reducir al máximo los vacíos.

- ALTURA DEL CORONAMIENTO.

Una vez definidos los mantos protectores y el núcleo, el siguiente paso consiste en determinar la altura del coronamiento por encima del nivel del mar, con la característica de que sea tal la dimensión, que la ola o roción que ésta provoque no la logre rebasar.

Para evitar ésto último, la altura del coronamiento se calculó tomando en cuenta un factor de seguridad que se relacionó con la ola de diseño, en adición al mayor nivel de marea registrado, por lo que dicha altura será:

Máximo nivel de marea registrado	- - - - -	0.90 m.
5/4 de la altura de ola de diseño	- - - - -	<u>6.40 m.</u>
Altura del coronamiento	- - - - -	7.30 m.

- ANCHO DEL CORONAMIENTO.

El ancho de coronamiento se deriva del procedimiento constructivo y del tamaño de roca que formará la coraza. Deberá ser el suficiente para que quepan 4 o 5 cantos cuando menos, o bien, que sea el necesario para el paso de los camiones de volteo, plataformas y grúas que hayan de utilizarse en la construcción de la obra, con algunas zonas de ampliación en las que se puedan efectuar maniobras.

En el Plano General de las Escolleras, No. 3, se presenta la geometría de la sección máxima para la escollera Norte, indicando la altura del coronamiento, anchos de corona, espesores y pesos de roca aproximados de las diferentes capas, así como los taludes de las mismas.

CAPITULO 3

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

INTRODUCCION.

El capítulo que se presenta a continuación trata de delinear en forma general, el procedimiento a seguir para la construcción de las escuelas; se incluye además de un programa de obra donde se contemplan las distintas etapas de construcción, su secuencia, la duración de cada una de ellas y la relación que guardan entre sí como resultado de la ruta crítica.

3.1 LOCALIZACION DEL ESCOLLERADO DE PROYECTO.

Los factores principales que se tomaron en cuenta para la ubicación de las escolleras, fueron los estudios de oleaje y por consiguiente la tendencia que sigue el acarreo litoral con respecto a la desembocadura del río.

Esta ubicación se llevó a cabo de tal forma que protegieran totalmente el acceso al puerto, al interceptar el tren de olas y detener a la vez el material de arrastre que se ocasiona, con lo que se tendrá un doble beneficio: eliminar el azolvamiento por parte del material de acarreo en la boca del río, y proporcionar una zona fácilmente transitable para todas aquellas embarcaciones pesqueras que la requieran, ya que para éstas han sido diseñadas las áreas de navegación.

Para el caso de aquellas embarcaciones que sobrepasen la profundidad de calado proyectada para este puerto pesquero, tendrán que ser canalizadas hacia otro puerto como lo es el de Tampico.

En el Plano No. 4, se puede observar una panorámica general de la zona en estudio, así como la ubicación de las escolleras cuyo arranque se hizo coincidir con alguno de los vértices correspondientes a las poligonales de apoyo.

La escollera Norte tendrá su inicio en el vértice denominado E-N, dándole al eje un rumbo de SE 72° 00' hasta una longitud de 690 m. -

con los que se interseca la cota -6.00 m. A partir de este punto se dará un giro de 72° a la derecha que coincide con la dirección que mantiene esta misma cota, hasta una longitud de 460 m. quedando cubierta la parte frontal de la desembocadura. El desarrollo total de esta estructura, que es la más importante, será de 1150 m.

Por lo que respecta a la escollera Sur, arrancará del vértice E-S con un rumbo de $SE\ 85^\circ\ 00'$, hasta alcanzar la curva batimétrica -5.00 m. Su longitud total será de 330 m.

La abertura entre escolleras, se obtuvo al determinar el área hidráulica necesaria que permita el paso de la avenida máxima probable que se haya de presentar en el río Soto La Marina, ya en forma regulada por las presas ubicadas aguas arriba y que será de $250\ m^3/s$, además de permitir un acceso seguro a las embarcaciones que arribarán al puerto. Se estableció para ello una separación de 100 m.

3.2 EQUIPO A EMPLEAR EN LA CONSTRUCCION DE LAS ESCOLLERAS.

Uno de los problemas más frecuentes con los que se enfrenta el ingeniero al planear la construcción de una obra, es la selección del equipo más adecuado. Esta selección depende de muchos factores entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: tipo y magnitud de la obra principalmente, disponibilidad de refacciones, costos de operación, depreciación, etc. Un análisis exhaustivo de éstos factores será determinante en la selección del tipo y cantidad del equipo necesario para la adecuada construc-

ción de la obra.

El equipo a emplear en la construcción de las escolleras se seleccionó tomando en cuenta los factores antes mencionados, así como el tamaño y peso de las rocas que se requerirán en la obra, siendo éste aproximadamente el siguiente:

Track Drill
Compresoras
Pistolas Neumáticas
Tractores D8-K ó similares
Cargador Frontal
Camiones-Plataforma Terex R-35 ó similares
Camiones Volteo (Euclides) F-600 ó similares
Chalán
Remolcador
Grúas P&H 40 ton. ó similares

La maquinaria mencionada se empleará distribuyéndola de acuerdo al tipo de trabajo que se requiera en cada una de las etapas de construcción.

Así, para la explotación del banco de roca serán utilizados los Track Drill que se encargarán de hacer los barrenos, con el fin de realizar las tronadas y así obtener rocas de los tamaños requeridos por las estructuras.

Con las pistolas neumáticas se barrenarán los taludes del banco

M-0028624

para después dinamitar y emparejarlos, continuando así con una explotación pareja, es decir, con la pared vertical.

Una vez que las rocas han sido desprendidas del banco, éstas deberán ser clasificadas por tamaños. Para esta operación se empleará un tractor que clasifique el material de núcleo, capa secundaria y coraza.

El cargador frontal cargará tanto de núcleo como de capa secundaria a los camiones de volteo o Euclides, para su transportación hasta el sitio de la obra.

Las rocas de coraza por su gran peso y tamaño serán manejadas mediante camiones plataforma con algún aditamento especial, como lo son las charolas con asas en sus extremos en las que se depositarán estas rocas mediante el tractor y cables acerados, que se emplearán para sujetar y subir las, facilitándose así su transporte. De esta manera la colocación del material será más cómoda y eficaz.

Los camiones de volteo, los camiones plataforma, el chalán y el remolcador, serán utilizados para transportar el material a la escollera Sur, mientras que para la Norte, únicamente volteos y plataformas.

La colocación de la roca se hará con camiones de volteo y grúas. Los camiones de volteo colocarán el núcleo y capa secundaria, en tanto que la grúa las rocas de coraza y también aquellas que no se hayan alcanzado a colocar a volteo en las bases de los taludes.

3.3 EXPLOTACION DEL BANCO SELECCIONADO.

El procedimiento de explotación del banco se fijará de tal modo que se obtengan rocas de diversos tamaños y que además den el peso mínimo establecido por el diseño; esto es, para el núcleo piedras que van prácticamente desde rezaga hasta rocas de 200 kg., para la capa secundaria de 1,300 a 2,000 kg., y finalmente para la coraza rocas del orden a los 20,000 kg.

Se recomienda que el ataque al banco se lleve a cabo a cielo abierto, con barrenos verticales como posición más favorable para producir el volteamiento del frente de la cantera, con lo que se seguirá facilitando el dinamitado.

Esto último, aunado al tipo de explosivo que se habrá de tratar, al igual que el espaciamiento, diámetro, profundidad y carga que llevarán los barrenos, queda a consideración de la brigada de perforación y dinamitado que habrá de ejecutar éstos trabajos.

Es necesario hacer hincapié en que esta brigada deberá contar con gente experimentada, para que al explotar el banco se obtengan los elementos requeridos sin abundar en los desperdicios, pues esto repercutirá en el costo de la obra.

Ya que el producto de las detonaciones serán rocas de diversos tamaños, tendrán que clasificarse de acuerdo al lugar que ocuparán en las

estructuras, eliminando todo el desperdicio que se tenga y facilitando así toda maniobra que se ocasiona en el área de trabajo.

Por último, cabe hacer la aclaración que el volumen de roca que se explote deberá ser mayor al que en un momento determinado requiera la obra, evitando con esto que los camiones tengan que esperar por falta de material para transportar.

3.4 TRANSPORTACION DEL MATERIAL A LA OBRA.

3.4.1 ESCOLLERA NORTE.

El abastecimiento de material a ésta escollera se efectuará a través de la carretera que va del municipio Soto La Marina hasta la playa, pasando previamente por el paraje La Pesca.

Prácticamente el aporte hacia ésta estructura carece de problema alguno debido a que la carretera mencionada se encuentra en buenas condiciones, permitiendo el paso directamente hasta la obra.

3.4.2 ESCOLLERA SUR.

Intermedio entre el poblado La Pesca y la desembocadura, se encuentra el Canal Intracostero en cuya margen izquierda, aprovechando el paso de los camiones, se habrá de formar un almacén de material que surta de

rocas a la escollera Sur. Dicho almacén deberá contar con un cargador frontal y un tractor.

La forma en que se conducirá el material hacia la margen derecha del río, consistirá en transportar los camiones por medio de un chalán jalado por algún remolcador a través del Canal, pasando posteriormente al canal de navegación para finalmente detenerse en la Isla de las Carretas. De aquí, los camiones continuarán por un camino de mano de obra construido previamente en la isla, que para entonces deberá estar unida a la playa por un tapón producto del material dragado, hasta llegar a su destino.

Para una mayor funcionalidad de este abastecimiento, es recomendable el empleo de dos chalanes con sus respectivos remolcadores.

Antes de llegar a ésta solución, se analizó la alternativa de transportar la totalidad del material a la escollera Norte y conducirlo en camiones a la Sur, también mediante un chalán y su remolcador, pero como en esta parte de la desembocadura el área hidráulica del río se reduce, aumentando la velocidad de su corriente, la embarcación quedaría sin control ya que el remolcador no tiene la potencia suficiente para contrarrestar este efecto, pudiéndose llegar al caso extremo de tener pérdidas irreparables, por lo que finalmente se eliminó.

En el Plano No. 4, correspondiente a la Transportación de Material a la Zona de Escolleras, se podrá observar la representación gráfica de lo ya expuesto.

3.5 COLOCACION DEL MATERIAL.

Como primera actividad para efectuar la colocación del material, será necesario realizar una limpia del terreno donde se desplantarán las - estructuras, conformando a la vez una zanja para empotrarlas. Este empotramiento se llevará hasta una longitud en la cual se asienten sobre terreno firme, con la finalidad de que cuando ya estén construídas no se flanqueen y/o sean afectadas por la erosión que es muy común en este tipo de obras, y que se manifiesta tratando de desprender las estructuras en su arranque.

Esto último se presentaría en la escollera Sur de no ser por el empotramiento a que deberá estar sujeta, aunado a la recomendación de colocar en su parte exterior un enrocamiento comprendido entre el cuerpo de la estructura y la línea de la playa, con lo que se eliminará totalmente la - erosión.

A la par con la formación de estas zanjas será necesario colocar boyas de diferentes colores y a cada 5 m., en el eje de las estructuras y en los puntos de intersección entre el talud de cada capa y el fondo natural, con el fin de saber hasta donde se ubicará el material en cada una de éstas.

Hecho lo anterior se procederá a la colocación del material haciéndolo como se indica a continuación:

El material de núcleo será colocado a volteo, esto es, al llegar los camiones al sitio realizarán las maniobras necesarias para quedar en

posición de depositarlo tomando como guía el eje de la estructura que se vaya a atacar, de tal manera que el material, al tomar su ángulo de reposo tanto hacia el frente como lateralmente, quede comprendido dentro de la sección establecida por los señalamientos.

Terminado de construir el núcleo en una parte o sección, se empezará a recubrir inmediatamente con la capa secundaria, colocando las rocas también a volteo. De esta manera se protegerá al núcleo contra la acción del oleaje, evitando así que al reacomodarse se salga de la sección de proyecto.

La longitud de cada tramo construido de núcleo estará en función de las condiciones que presente el oleaje en el momento, por lo que estos avances parciales deberán estar bajo la consideración del ingeniero constructor.

Además, será necesario realizar seccionamientos continuos de la parte construída, para verificar que la sección se va formando de acuerdo a lo proyectado.

Dado que la superficie que se vaya formando será intransitable para que los camiones continúen con la operación de volteo, se habrá de utilizar también la rezaga para el empaque de los tamaños mayores de manera de contar con una superficie accesible. El proceso será repetitivo conforme avanza la obra.

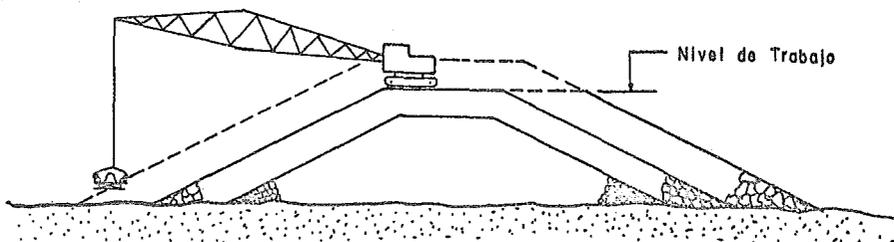
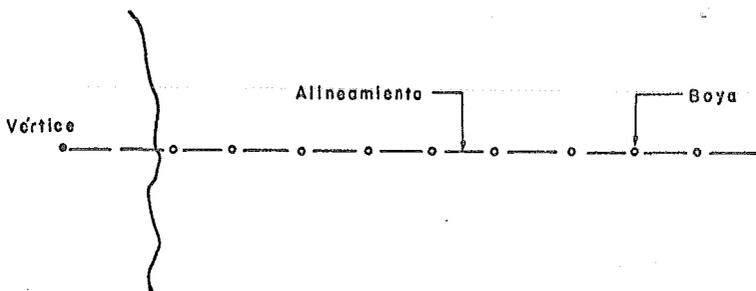
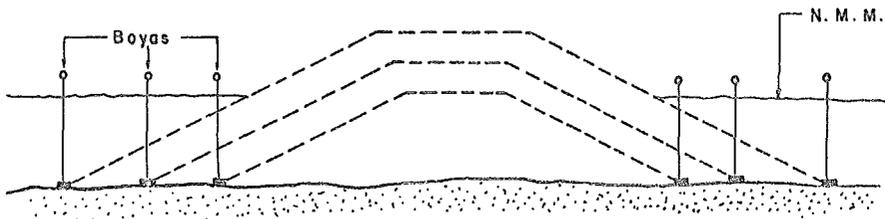
En cuanto a las rocas del revestimiento principal o coraza serán colocadas por una grúa, sólo que ahora en dirección opuesta al procedimiento inicial, es decir, de la sección más alejada, hacia el arranque de la estructura. Esto se hará bajo la consideración de no difi-

cultar el paso de los camiones y así agilizar el proceso constructivo de ésta capa, que se hará depositando primeramente las rocas en ambos taludes para finalmente cubrir la corona de tal manera que no presente una superficie con irregularidades muy marcadas, previendo un recubrimiento posterior (Véase la Fig. No. 12).

Los camiones, como se dijo anteriormente, colocarán el material a volteo; en el arranque se darán vuelta para quedar en sentido contrario al avance de la obra y así depositar el material para ir formando la sección. Esta maniobra en un principio resulta relativamente fácil, - pero a medida que la obra avanza se torna difícil por los anchos de corona que se tienen, ya que sería antieconómico y a la vez una pérdida de tiempo el que los camiones entraran de reversa distancias grandes y depositaran el material, para después iniciar el regreso. Es - por eso que se pretende hacer ampliaciones en la sección de las estructuras y a distancias que juzgue necesarias el ingeniero constructor, de manera que los camiones puedan realizar con facilidad las maniobras que requieran para el volteo del material y su regreso.

Una vez terminada la obra y puesto que también funcionará como un - atractivo turístico, se procederá a la colocación del recubrimiento - de la corona para proporcionar una superficie de rodamiento aceptable al tránsito de vehículos.

Este recubrimiento se hará con concreto asfáltico, rellenando los espacios dejados por las rocas para así obtener la superficie que se - pretende.



SEÑALAMIENTOS Y
COLOCACION DE LA CORAZA

ENEP-ACATLAN-UNAM

MAYO, 1981

FIG. No. 12

3.6 DIAGRAMA DE FLECHAS Y RUTA CRITICA.

3.6.1 DIAGRAMA DE FLECHAS.

En toda obra de construcción siempre es necesario tener un plan a seguir en su realización, donde se muestren las operaciones que habrán de efectuarse y la rapidez de ejecución en cada una de ellas, para de tal modo llevar un control en el avance de la misma.

El grado de descomposición a que habrá de someterse una obra, en cuanto a las operaciones que son necesarias para su terminación, depende primordialmente de su naturaleza. Cada una de éstas operaciones se llama actividad y la terminación de una actividad se denomina evento.

Después de haber listado todas las actividades que integran la obra, se determinan las relaciones entre ellas y se ordenan de acuerdo a una secuencia necesaria. Cada actividad tiene definido un evento que le señala su posible iniciación; este evento puede ser el inicio de todo el trabajo, o la terminación de una actividad precedente.

En el Diagrama de Flechas, cada círculo representa un evento, mientras que cada actividad particular se indica por una línea o flecha, tomando la consideración de que el inicio de todas las actividades que parten de un círculo o nodo, no podrán llevarse a cabo sino hasta que se hayan terminado todas las actividades que llegan al mismo.

3.6.2 RUTA CRITICA.

En esencia, la ruta crítica representa el embudo en la ejecución de un proyecto. Solamente encontrando medios de reducir el tiempo requerido para completar los trabajos comprendidos en la ruta crítica podrá disminuirse el tiempo total necesario para terminar el proyecto. El tiempo requerido para efectuar trabajos no críticos carece de significación desde el punto de vista del tiempo total del proyecto. Así, la frecuente y costosa práctica de "violentar" todos los trabajos de un proyecto para reducir el tiempo total de éste es innecesaria.

Típicamente, sólo alrededor de un 10 % de los trabajos en proyectos grandes son críticos (naturalmente esta cifra variará de un proyecto a otro). Por supuesto, si se encuentra la forma de acortar uno o más de los trabajos críticos, entonces no solamente se reducirá el tiempo total del proyecto, sino que la ruta crítica misma pudiera variar, y algún trabajo previamente no crítico pudiera convertirse en crítico.

Para determinar la ruta crítica correspondiente a la construcción de las escolleras, se elaboró primeramente un diagrama de flechas en el que se desglosaron las actividades por realizarse en forma muy general y sin detallar en éstas. Se ordenaron de acuerdo a una lógica de construcción, resultando un total de 17 actividades a las que se les asignó un cierto tiempo de duración.

Posteriormente se hizo el cálculo de la ruta crítica con los

tiempos flotantes de cada actividad, resultando un tiempo de terminación - del proyecto de 493 días. Se deberá poner especial atención a las actividades que son críticas, esto es, se vigilará que las operaciones se realicen en el tiempo programado, ya que una demora en cualesquiera de estas actividades provocará un retraso en la terminación de la obra, lo que implica un mayor costo.

Se hace la aclaración que se tomó como base otros proyectos semejantes para la estimación de las duraciones en cada actividad, y que no se consideró el tiempo que se pierde por efectos meteorológicos adversos.

En el Plano No. 5, se muestra la ruta crítica correspondiente al diagrama de flechas elaborado para las distintas actividades que contempla la construcción de las escolleras, en adición a un diagrama de barras con las duraciones respectivas a aquéllas.

CONCLUSIONES

El objetivo del presente estudio fue el de plantear una solución, respaldada en aspectos teóricos y técnicos derivados de la experiencia, a las condiciones adversas que se tienen en el puerto pesquero y de refugio Soto La Marina, en adición al área que lo circunda.

A continuación, y tomando como base lo expuesto en capítulos anteriores, se concluye resaltando los elementos de que se dispone en la zona, la desventaja y perjuicios ocasionados en ésta y los resultados que se obtendrían de llevarse a efecto la solución planteada.

- El litoral correspondiente a la costa de Tamaulipas es aproximadamente del orden a los 400 km., exceptuando la Laguna Madre, y tiene como puntos de referencia hacia el Sur el Puerto de Tampico, y al Norte el Puerto de Brownsville, Texas. Posee como su principal atractivo, al igual que las presas, ríos y lagunas con las que cuenta, el ser una fuente propicia para la creación de importantes núcleos pesqueros, ya que el camarón y el ostión -dentro de las variedades ahí existentes- son de las especies marinas más abundantes en esa zona, y que hoy en día se encuentran por debajo de los niveles reales de explotación.
- La principal desventaja que se tiene para efectuar una mayor explotación del recurso pesquero, estriba precisamente en la obstrucción de la desembocadura del río Soto La Marina a causa del acarreo litoral, el que también impide la comunicación entre las aguas de la Laguna Madre y el río, y de éstas con el Golfo, cerrándose así el acceso al puerto de La Pesca, el cual funciona en la actualidad únicamente como

área de resguardo para todas aquellas embarcaciones pequeñas -pesque-
ras y turísticas- que lo circundan, y que por lo mismo son presa fácil
de las variaciones meteorológicas que se presentan en ésta costa, la
cual es una de las más castigadas por esa clase de perturbaciones, al
grado de ser considerada como zona ciclónica.

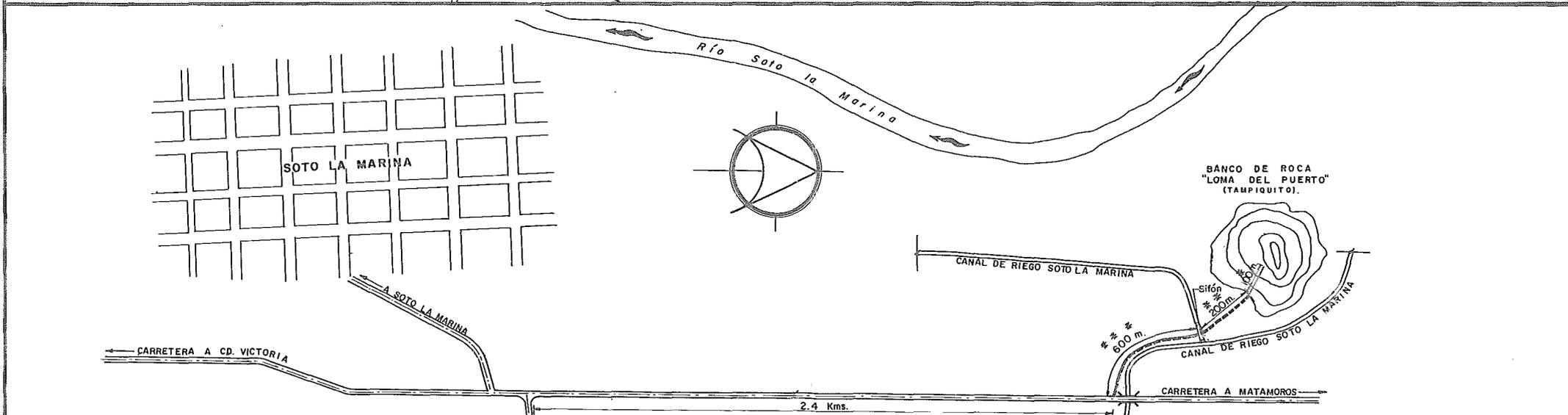
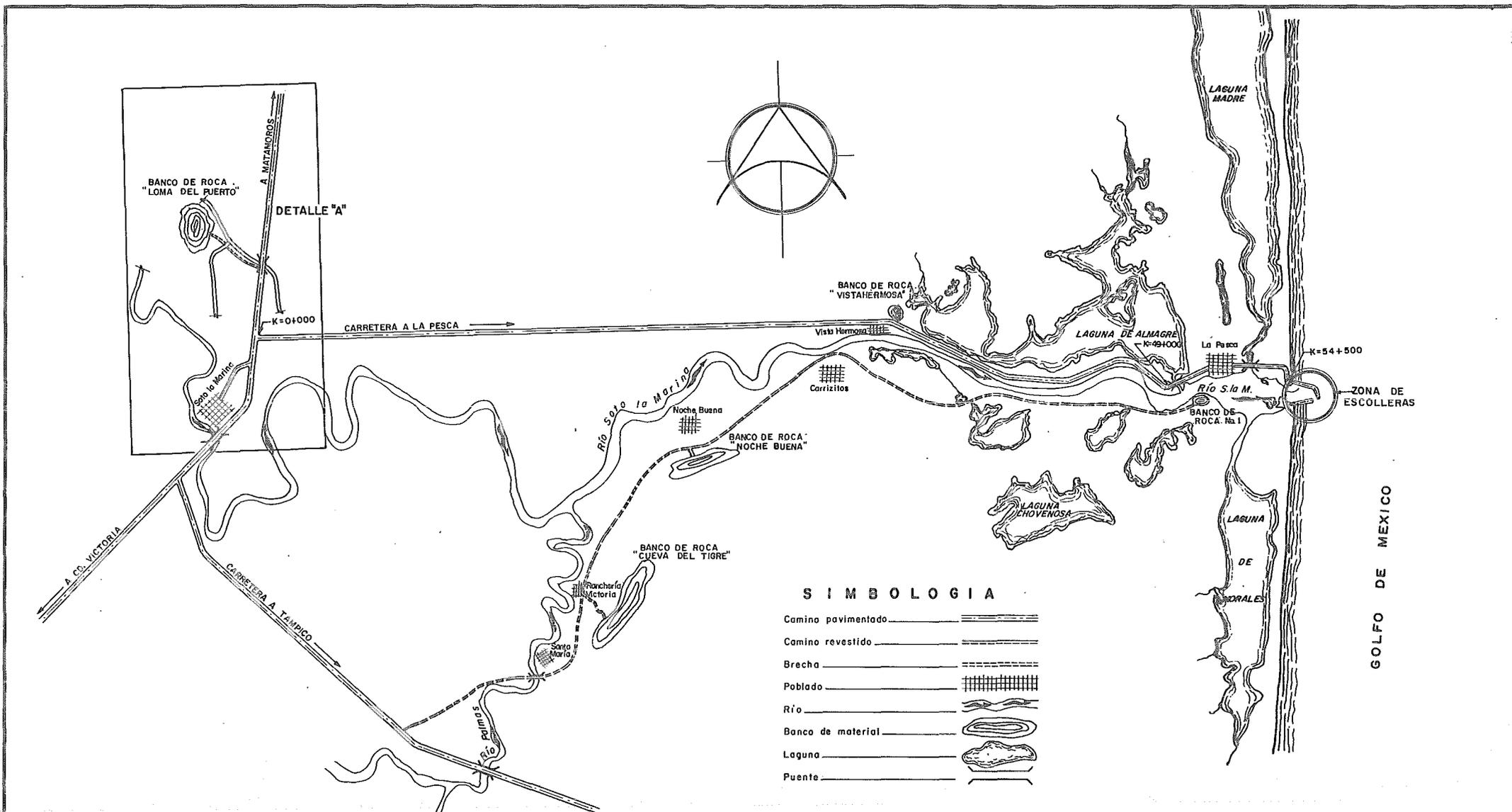
- Aunado a ésto último, el taponamiento de la desembocadura también ha
provocado una considerable degradación en la ecología de la Laguna Ma-
dre, inundaciones en la época de lluvias, pérdidas en el sector agrope-
cuario y, también de importancia, enfermedades ocasionadas por la exis-
tencia de aguas estancadas.
- Por todo lo anterior es que se hace necesaria la construcción de esco-
lleras en la desembocadura de ésta corriente, con las que se elimina-
rán totalmente los problemas ocasionados, beneficiando las condiciones
ecológicas de la zona y costa en general, creándose a la vez la posibi-
lidad de generar un lugar turístico y de recreo debido a la abundancia
de caza y pesca en esa región.
- Por lo tanto, debe insistirse en que las obras propuestas en el presen-
te estudio, deberán formar parte integral de un proyecto que contemple
la creación de las instalaciones portuarias necesarias, tales como -
plantas de refrigeración, de secado y tratamiento, bodegas, talleres -
de reparación, etc., con lo que seguramente se daría un gran incremen-
to a la actividad pesquera de dicho lugar, aunado a convertirse nueva-
mente en una fuente de ingresos notable para el Estado.

- Es necesario resaltar la importancia de los estudios físicos, que representan una inversión tanto de tiempo como de dinero, pero que a la vez forman parte de un programa de planeación adecuado al tipo de obra que se va a tratar. Con esto en mente, se podrán obtener resultados muy halagadores en los aspectos económico y estructural, lo que redundará en un alto grado de funcionalidad.

- Finalmente, en este trabajo sólo se estudia la obra de protección. Tal vez otro estudio contemple la planeación de la zona pesquera, para el establecimiento de lo arriba señalado.

BIBLIOGRAFIA

1. Argüelles Arribillaga, Julio F. Estudio del Dique de Protección del Puerto de Veracruz, Ver. Tesis Profesional. México, 1956. U.N.A.M.
2. Boletín Hidrológico No. 54 Región Hidrológica No. 25 S.A.R.H. México, 1979.
3. Bustamante Ahumada, Roberto, et. al. Ingeniería Marítima. Ediciones Temas Marítimos. México, 1976.
4. Englewood Cliffs, N. J. Wind Waves. Their Generation and Propagation on Ocean Surface. Prentice-Hall, Inc. 1965.
5. Estudio Socioeconómico para el Estado de Tamaulipas. Editado por el Departamento que representa a dicho Estado en México. Tamps., 1979.
6. Facultad de Ingeniería. Apuntes del Curso de Ingeniería de Ríos y Costas. U.N.A.M. México, 1975.
7. Hernández De Labra, Fernando. Puertos: En Proceso de Revisión, Análisis y Ampliación. Tesis Reséndiz. México, 1980.
8. Instituto de Estudios Políticos, Económicos y Sociales. I.E.P.E.S. Tamaulipas. Editado por el P.R.I. México, 1979.
9. Iribarren Cavanilles, Ramón. Oleaje y Diques. Dossat, Editores. Madrid, 1954. 2 Tomos.
10. Información Gráfica y Verbal obtenida directamente en la Zona de Estudio (Tamps.). 1980.
11. Manly Mc. Adoo. Estudio General de Protección de Costas. Tesis Profesional. Ingeniería Civil. México, 1957.
12. U.S. Army Coastal Engineering Research Center. Shore Protection Manual. U.S. Army, Corps of Engineering. 1973.
13. Wiegel, Robert L. Oceanographical Engineering. Prentice-Hall International Series in Theoretical and Applied Mechanics. Berkeley, California. 1964



NOTAS:

- Este plano fue elaborado en base a información proporcionada en la zona de estudio por la Residencia de Obras Portuarias de la Pesca, Tamaulipas.
- Fuera de escala.

OBSERVACIONES:

- *** 600.00 m.l. de camino revestido de grava, con una corona de 3.00 m. Es necesario ampliarla 3.00 m. más, de tal manera que se facilite el flujo de vehículos en ambas direcciones.
- ** En este tramo es necesario desmontar 10 m de ancho por 200 m de largo ya que únicamente es brecha. Posteriormente será necesario rastrear con moto conformadora.
- * Este tramo se encuentra en buenas condiciones ya que es patio de banco.

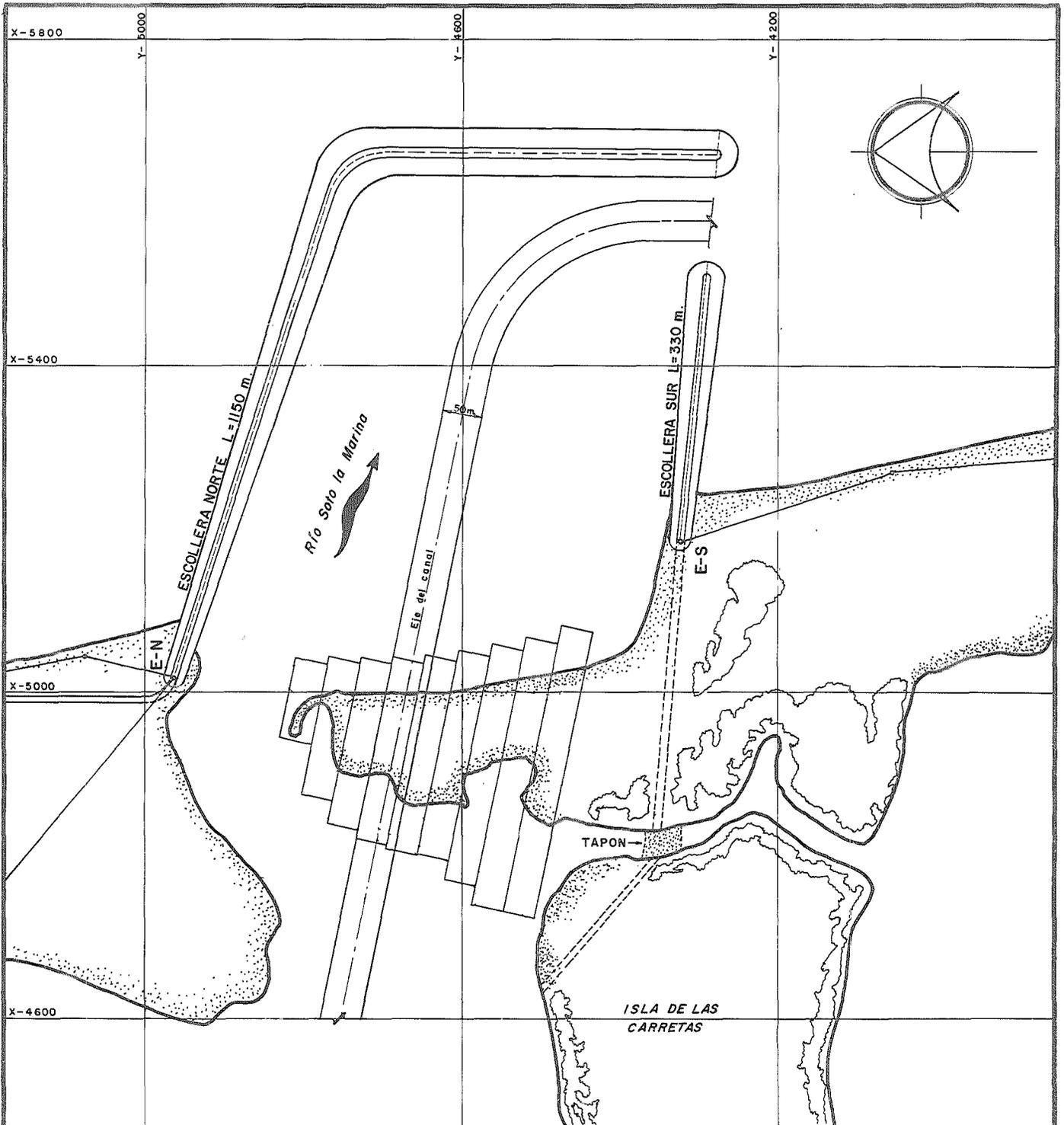
DETALLE "A" DEL BANCO SELECCIONADO.

ENEP-ACATLAN-UNAM
INGENIERIA

LOCALIZACION DE BANCOS DE MATERIALES

TESIS PROFESIONAL

ENRIQUE OROZCO VEGA — ANTONIO ROJAS CR
MEXICO, D. F. LA PESCA, TAMAULIPAS PLANO Nº 1
MAYO, 1981.



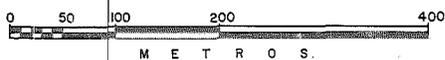
PROGRAMA DE DRAGADO

DRAGA	CORTE	PLANTILLA (m)		Volumen m ³	Producción m ³ /Día	Turnos por día	Días efectivos
		Ancho	Longitud				
AMMCO 16-II	1	40	90	3,00	4,800	2,400	3
	2	40	170	3,00	16,800	2,400	3
	3	40	210	3,00	24,000	2,400	3
	4	40	240	3,00	24,000	2,400	3
	5	40	250	3,00	31,200	2,400	3
	6	40	260	2.00 y 5.00	33,600	2,400	3
	7	40	300	2.00 y 5.00	33,600	2,400	3
	8	40	340	2.00 y 5.00	31,620	2,400	3
	9	40	360	2.00 y 5.00	34,410	2,400	3
TOTAL				234,030			97

NOTA:

• Este plano fue elaborado en base a información proporcionada en la zona de estudio por la Residencia de Obras Portuarias de la Pesca, Tamaulipas.

ESCALA GRAFICA



**ENEP-ACATLAN-UNAM
INGENIERIA**

**PLANO DE DRAGADO EN LA
ZONA DE LA DESEMBOCADURA**

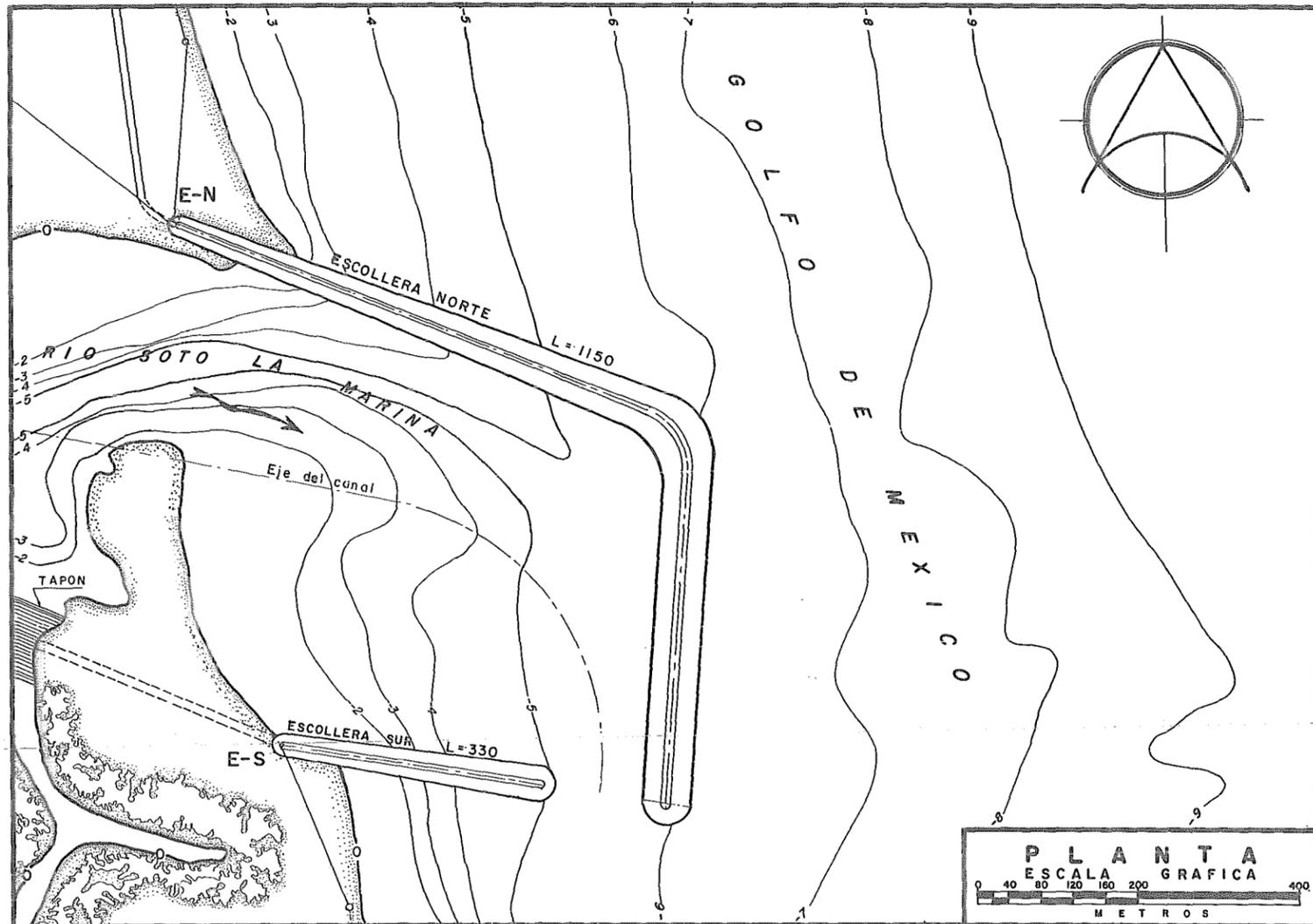
TESIS PROFESIONAL

ENRIQUE OROZCO VEGA — ANTONIO ROJAS CRUZ

MEXICO, D.F.
MAYO, 1981.

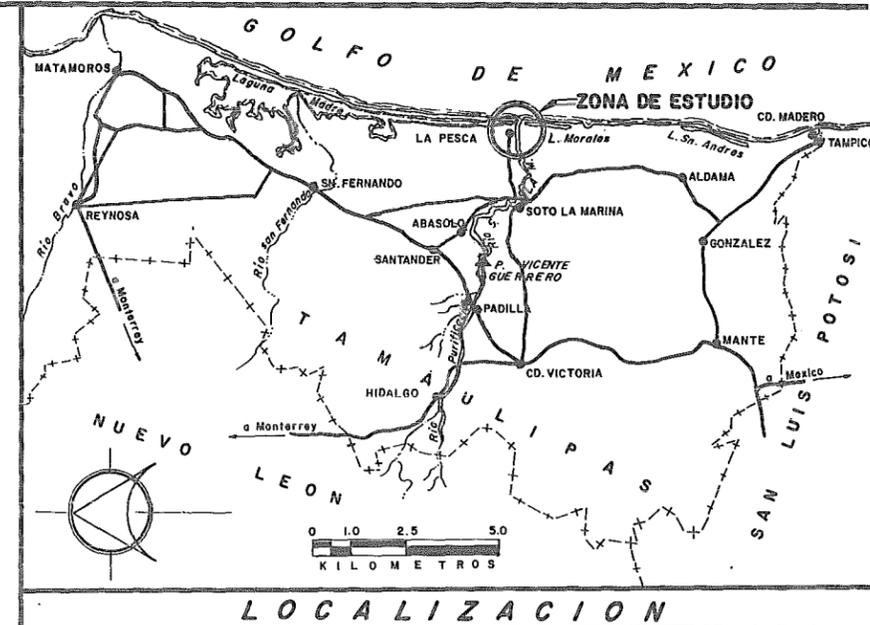
**LA PESCA,
TAMAULIPAS**

PLANO Nº 2.

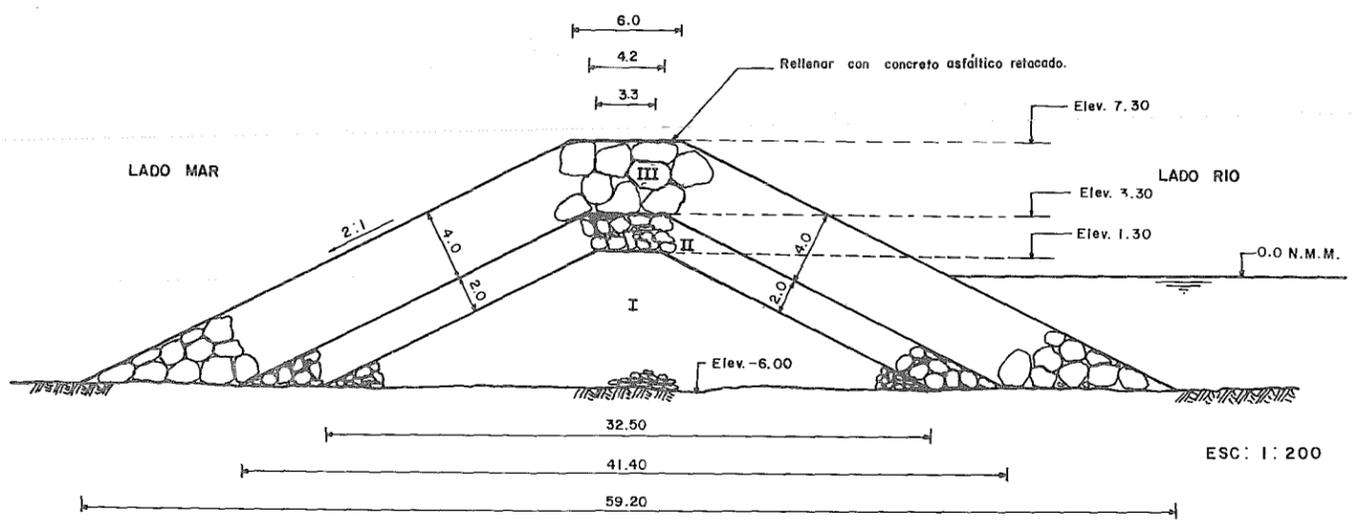


PLANTA
ESCALA GRAFICA
0 40 80 120 160 200 400
METROS

DATOS GENERALES	
LONGITUD DE ESCOLLERAS	
Esollera Norte	1150.00 m
Esollera Sur	330.00 m
DATOS DE DISEÑO	
Altura de la ola de Diseño	5.11 m
Período	13.23 seg.
Altura máxima de marea	0.90 m
Peso Volumétrico	2.5 ton/m ³
Tipo de Roca	caliza



LOCALIZACION



SECCION TIPO DE ESCOLLERA

CUADRO DE MATERIALES			
CLAVE	DESCRIPCION	VOLUMEN (m ³)	PESO (tons)
I	NUCLEO Roca de 100 a 200 Kg.	122 690	306 725
II	CAPA SECUNDARIA Roca de 1300 a 2000 Kg.	94 490	236 225
III	CORAZA Roca de máximo 20 tons.	276 260	690 650
T O T A L		493 440	1233 600

- NOTAS:**
- Las acotaciones y elevaciones están en metros.
 - La referencia tomada fue el nivel medio del mar (N.M.M.).
 - La batimetría en la desembocadura del río Soto La Marina, fue proporcionada por la Residencia de Obras Portuarias de la Pesca, Tamaulipas.
 - El peso máximo para las rocas de coraza se determinó mediante el uso de la fórmula de Houdson.
 - No se ubicaron las ampliaciones en la corona de las esolleras por estar consideradas a juicio del ingeniero residente.

ENEP-ACATLAN-UNAM
INGENIERIA.

PLANO GENERAL DE LAS ESCOLLERAS

TESIS PROFESIONAL

ENRIQUE OROZCO VEGA — ANTONIO ROJAS CRUZ

MEXICO, D.F. LA PESCA, TAMAULIPAS PLANO Nº 3
MAYO, 1981.

