



# Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela Nacional de Estudios profesionales  
'A R A G O N'



**ENEP ARAGON**  
Estudio Pesquero "Las Lajitas" en el Muni-  
cipio de Ahome, Estado de Sinaloa

## T E S I S

Que para Obtener el Título de:

**INGENIERO CIVIL**

P r e s e n t a :

**Jesús Álvarez Durán**



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.

Div 4

Sist 29470

1950-1951

a mi esposa:

Ma. Antonia Jiménez de Alvarez

a mis hijas:

Virginia y Rocío

a mis padres:

Pedro Alvarez Salinas

Inocencia Durán de Alvarez

a mis hermanos:

Aurora, Pedro, Juana, Ma. de los Angeles,  
José, Marcelino, Teresa Ivonne, Alejandro  
y Francisco Javier

a mi director de tesis:

Ing. Ricardo Parra Victorino

a mi escuela:

Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
"Aragón"

... la ciencia de la oceanografía nos interesa a todos: los escolares, los consumidores, los productores o los gobernantes; todos nosotros necesitamos conocer el modo de garantizarnos a nosotros mismos y a las generaciones venideras un máximo de beneficio de la parte mayor y menos comprendida de nuestro "Planeta Azul".

Thor Heyerdahl

# C O N T E N I D O

Introducción	1
1.- Antecedentes y objetivos	4
2.- Estudio Socioeconómico	10
3.- Estudios básicos de Ingeniería	
3.1.- Generalidades	16
3.2.- Trabajos de campo	
3.2.1.- Reconocimiento preliminar	18
3.2.2.- Trazo de poligonales	20
3.2.3.- Nivelación	21
3.2.4.- Secciones transversales	23
3.2.5.- Batimetría	25
3.2.6.- Mareas	31
3.2.7.- El prisma de mareas	48
3.3.- Estudios complementarios	
3.3.1.- Vientos	52
3.3.2.- Oleaje	62
3.3.3.- Estudios Geotécnicos	78
3.3.4.- Transporte litoral	83
3.3.5.- Estudios Hidrológicos	92
4.- Estudios Ecológicos	
4.1.- Generalidades	110
4.2.- Análisis físico-químicos del agua	113
4.3.- Análisis biológico	117
4.4.- Conclusiones y recomendaciones	120
5.- Proyecto	
5.1.- Definición de estabilidad	123
5.2.- Datos del proyecto	125
5.3.- Criterios del proyecto	127
5.3.1.- Método de Bruun	128
5.3.2.- Método de Keulegan-Escoffier	140
5.3.3.- Diseño del canal	151

6.- Programa de Obra y Especificaciones de Construcción	
6.1.- Generalidades	165
6.2.- Catálogo de obra	166
6.3.- Calendario de obra	166
6.4.- Especificaciones de Construcción	168
7.- Presupuesto	
7.1.- Generalidades	178
7.2.- Análisis de Costos	178
7.3.- Integración del presupuesto y programa de erogaciones	195
8.- Evaluación del proyecto	
8.1.- Evaluación técnica	198
8.2.- Evaluación económica	198
9.- Conclusiones y Recomendaciones	214
Bibliografía	221

## P L A N O S

1.- Localización General	5
2.- Plano General de la Zona	7
3.- Ubicación de las cooperativas y localización del canal	12
4.- Levantamiento topográfico	24
5.- Batimetría Frente marino Las Lajitas	29
6.- Batimetría Estero Las Lajitas	30
7.- Diagrama de Refracción Dirección Noroeste	37
8.- Diagrama de Refracción Dirección Oeste	88
9.- Diagrama de Refracción Dirección Suroeste	89
10.- Polígonos de Thiessen	97
11.- Construcción del canal	162
12.- Construcción del canal	163
13.- Construcción del canal	164

## F I G U R A S

1.- Líneas de enfilación para batimetría	26
2.- Características de las mareas	31
3.- Atracción lunar	36
4.- Mareograma diario	36
5.- Luna Nueva y Luna Llena	37
6.- Cuarto Menguante y Cuarto Creciente	38
7.- Mareograma Mensual	38
8.- Marea de Viento	42
9.- Mareógrafo Standard Automático	43
10.- Regla de Mareas	44
11.- Diagramas de Lenz	57
12.- Aparatos de Medición del Viento	58
13.- Características de una ola	63
14.- Generación del oleaje	64
15.- Plano de oleaje	69
16.- Ortogonales en aguas reducidas	70
17.- Difracción de las olas	71
18.- Olómetro	77
19.- Sección de playa	78
20.- Pluviómetro y Pluviógrafo	94
21.- Evaporímetros	100



22.- Estaciones de muestreo. Bahía de la Bandera	111
23.- Estaciones de muestreo. Estero Las Lajitas	112
24.- Area de diseño según el criterio de Bruun	140
25.- Modelo de Keulegan	143
26.- Concepto de estabilidad de Escoffier	145
27.- Sección de diseño del canal	159
28.- Ampliación de bordos	177

## T A B L A S

1.- Parámetros de mareas	47
2.- Prisma de mareas en el estero Las Lajitas	51
3.- Clasificación de los Vientos por su duración	54
4.- Escala de Beaufort	55
5.- Clasificación de los Vientos por su dirección	56
6.- Estudio de Vientos. Zona de Topolobampo	60
7.- Resumen anual de Vientos. Zona de Los Mochis	61
8.- Clasificación de las Olas por su período	65
9.- Tipos de rompientes y características de la playa	75
10.- Resultados anuales de altura de ola, períodos y tiempos de acción	76
11.- Resultados de muestreos de suelos	79
12.- Parámetros de diseño	83
13.- Análisis de los diagramas de refracción	86
14a.- Cálculo del Transporte litoral. Método de Larras	90
14b.- Cálculo del Transporte litoral. Método del C.E.R.C.	91
15.- Resumen de datos de precipitación	98
16.- Precipitación media anual. Polígonos de Thiessen	98
17.- Resumen de datos de evaporación	101
18.- Evaporación media anual. Polígonos de Thiessen	101
19.- Usos del suelo	103
20.- Valores de K	104
21.- Valores de Ce	105
22.- Obtención del factor de escurrimiento	105
23.- Cálculo del escurrimiento	106
24.- Cálculo de la evapotranspiración	108
25.- Balance de niveles en Las Lajitas	109
26.- Parámetros físico-químicos del agua. Bahía de la Bandera	115
27.- Parámetros físico-químicos del agua. Estero Las Lajitas	116

28.- Condiciones de los accesos costeros	129
29.- Valores del coeficiente de Manning	136
30.- Análisis del acceso del estero Las Lajitas. Método de Keulegan-Escoffier	150
31.- Taludes recomendados para los lados de canales trapeciales	152
32.- Catálogo de obra	167
33.- Calendario de obra	168
34.- Clasificación del monte	175
35.- Factores para el cálculo de salarios reales	179
36.- Cálculo de salarios reales	180
37.- Cálculo de indirectos	181
38.- Presupuesto general de obra	196
39.- Programa de erogaciones	197
40.- Capturas de camarón en Las Lajitas y La Bandera	202
41.- Capturas de escama en Las Lajitas	202
42.- Capturas de escama en La Bandera	203
43.- Hipótesis de crecimiento de las capturas de camarón	204
44.- Ingresos y volúmenes de producción	205
45.- Costos fijos	206
46.- Costos variables	207
47.- Costos totales de producción	208
48.- Flujo de beneficios y costos de la hipótesis pesimista	211
49.- Factores de actualización	212
50.- Actualización de costos y beneficios	212
51.- Relación Beneficio-Costo del proyecto	213
52.- Valor Presente Neto del proyecto	213

## G R A F I C A S

1.- Curva de mareas	46
2.- Análisis Granulométrico. Bahía de la Bandera	80
3.- Análisis Granulométrico. Estero Las Lajitas	81
4.- Análisis Granulométrico. Playa Las Lajitas	82
5.- Gráficas de Keulegan	146
6.- Gráficas de Esfuerzo Tangencial	153
7.- Esfuerzo Tangencial Crítico	154

## I N T R O · D U C C I O N .

La ingeniería mexicana ha sido desde tiempos remotos elemento clave del desarrollo de nuestro país. Ya encontramos --- muestras de su acción en monumentos de la época precolombiana: templos, palacios, caminos, presas y acueductos en los que la técnica juega un papel tan importante como la armonía de formas, la decoración y la selección de materiales.

Durante el período colonial se incorporan y enriquecen técnicas importadas del continente europeo que no encuentran --- obstáculo para desarrollarse en forma sorprendente. Son notables para su época las obras de riego y de abastecimiento de agua.

La revolución industrial iniciada en el viejo continente alcanza a tierras americanas y el gobierno mexicano construye ferrocarriles, puertos y presas de gran envergadura.

A raíz del movimiento revolucionario y consolidados sus --- principios, se van implementando progresivamente los medios para estructurar el país con una concepción más amplia y humanista. No cabe duda de que, a partir de entonces, las necesidades del país han impulsado la ingeniería civil en forma preferente.

Cuatro campos de esta disciplina han recibido mayor atención: el riego, las comunicaciones, la generación de energía hidroeléctrica y las construcciones urbana e industrial. Es notoria la preocupación por mejorar la alimentación y --

Otras necesidades primarias, pero también lo es, que en la planeación general, México ha vivido por siglos explotando sus tierras, dándole la espalda al mar.

Es sólo hasta los últimos años que nuestro país ha hecho -- conciencia de la importancia que tiene esa grandiosa fuente de recursos que deben explotarse adecuadamente, y ha incrementado el número y los presupuestos de las instituciones -- que realizan los estudios y proyectos que nos llevarán a la rehabilitación marítima y a la creación de una amplia infraestructura de aprovechamiento de los recursos marinos.

A pesar de todo, el estudio de la hidráulica marítima es todavía incipiente, existiendo muy poca bibliografía al respecto, y escasos técnicos capacitados en dicha especialidad.

Existen en México pequeños grupos humanos que dependen de -- la explotación de los productos marinos y cuya situación social y económica está limitada por la deficiencia de sus -- instalaciones y métodos de trabajo.

El ingeniero debe dirigir sus esfuerzos también hacia ellos estudiando con interés la naturaleza y las posibilidades de los proyectos que proporcionarán mejoría y progreso a esas comunidades.

No siempre podrá conseguirlo con obras de grandes dimensiones que beneficien de una sola vez a muchas poblaciones, si -- no que en ocasiones tendrá preferencia por un conjunto de -- pequeñas obras independientes entre sí, pero unidas por un mismo objetivo.

Estas son algunas de las ideas que motivaron mi elección --

del tema del presente trabajo:

El estudio de una pequeña comunidad pesquera cuya producción es susceptible de incremento, y el proyecto que podría mejorar las condiciones de su zona de captura y que integraría de una manera más adecuada a dicha comunidad al desarrollo del país.

He tratado de mostrar, por medio del estudio de una zona costera que en realidad sufre carencias y problemas de baja producción, aquellos pasos que son necesarios desde el punto de vista ingenieril, para tomar una decisión con respecto a la obra que vendría, dentro de ciertos parámetros económicos, a resolver los problemas planteados.

Es obvio que los estudios de campo no fueron directamente realizados por mí, pues para ello es necesario todo un grupo de técnicos con equipo adecuado y durante largas jornadas de trabajo.

Amplia fué la ayuda que, tanto en este aspecto, como en lo que se refiere a los estudios ecológicos y socioeconómicos, recibí del material que posee el Departamento de Pesca, a través de la Dirección General de Infraestructura Pesquera.

Así pues, este trabajo pretende dar a conocer, de manera sencilla, la metodología que puede seguir aquél que se enfrenta a un problema de ingeniería marítima, en el que deberá considerar algunos elementos que no suelen ser tan determinantes en otro tipo de obras de ingeniería civil, como el viento, el oleaje, las mareas, las condiciones hidrológicas, etc.

## C A P I T U L O I

### 1.- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.

#### 1.1.- Antecedentes.

En la región norte de la costa del Pacífico, se ubica el estado de Sinaloa que afecta la forma de un trapecio alargado e invertido y cuya superficie total es de 58,488 km<sup>2</sup> (plano No. 1).

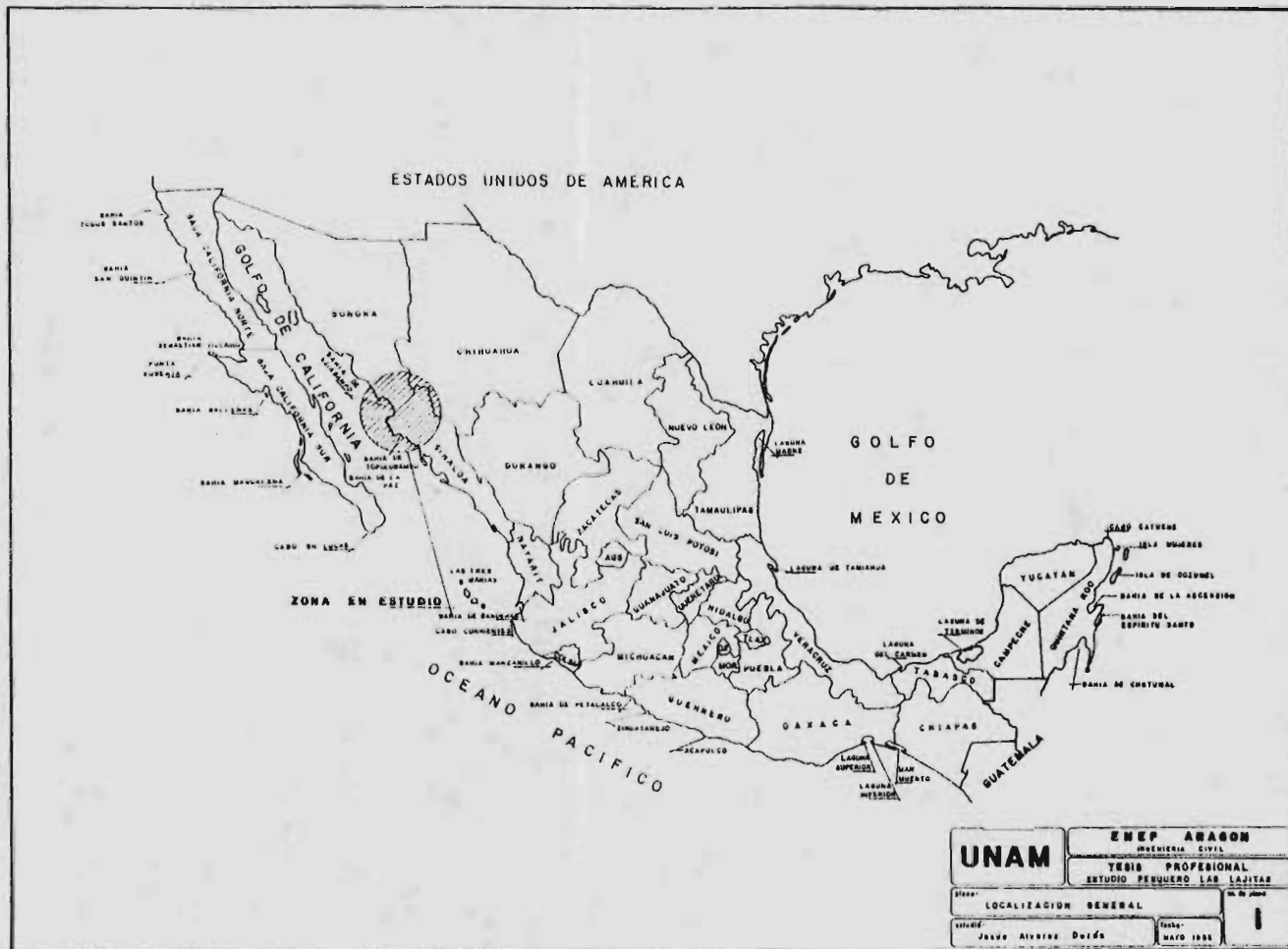
Con 640 km. de litoral que presenta buen número de accidentes como bahías, esteros y bocas, y una plataforma continental de 5,882 km<sup>2</sup>, Sinaloa cuenta con una abundante y rica - fauna marítima.

En la época colonial practicaban la pesca los indígenas de Chametla, Mazatlán, Elota, Tabalá y Navito, quienes reco--- gían grandes cantidades de pescado que, puesto a secar, se enviaba, al igual que las ostras, al interior de la Nueva - España.

La industria pesquera empezó a desarrollarse hacia 1940, -- siendo las principales especies: el camarón, lisa, pargo, - ostión, corvina y otros.

La captura del camarón, cuyo principal mercado radica en Es tados Unidos, ha sido el principal estímulo para el desarro llo de la pesca en la entidad, que actualmente la considera una de sus principales actividades, pues da ocupación a más de 10,000 personas, de las que 8,600 son cooperativistas.

En 1975 había 20 plantas frigoríficas, 9 de hielo, 4 file--



teadoras, 6 empacadoras, 11 de harina de pescado y 4 saladeros.

En la parte superior del Estado, se localiza la punta Ahome y el estero de Las Piedras, en donde desemboca el río Fuerte, que sirvió muchos años como puerto. Siguiendo hacia el norte, encontramos el sistema Las Lajitas (plano No. 2).

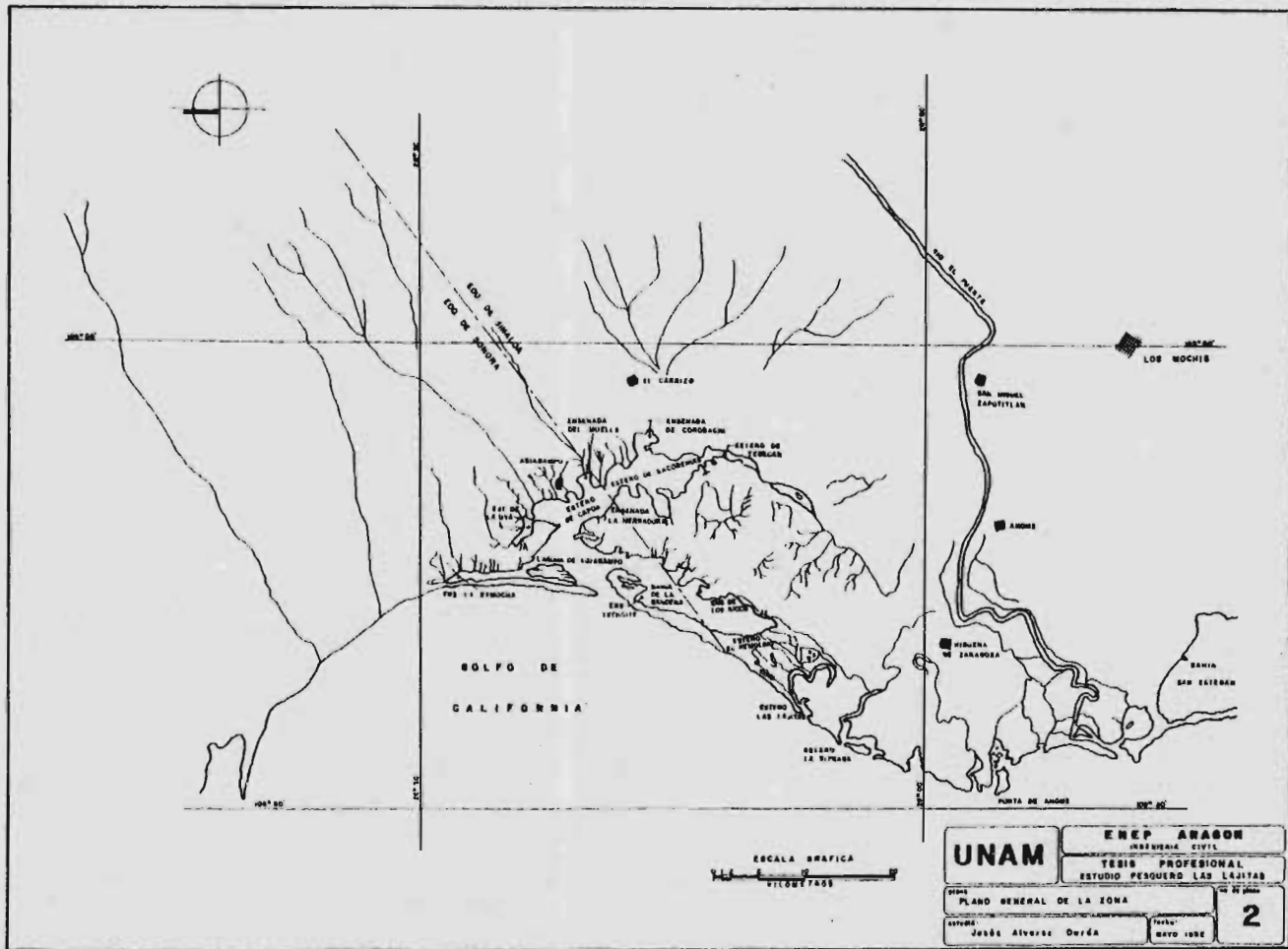
Considerado como un estero (estrecho inmediato a la orilla de una ría, por donde se extienden las aguas de las mareas) presenta una boca que lo intercomunica con el mar y cuenta con un área de 800 hectáreas.

Se ha observado que el estero Las Lajitas está rodeado por manglares que son fuente de alimento para diversas especies entre las que se encuentran el camarón y el ostión, además de escama como sierra, mojarra, lisa, pargo y robalo.

El estero Las Lajitas es un criadero natural de camarón, pero gran parte de éste emigra hacia alta mar antes de poder ser capturado, debido a que los tapos no funcionan, pues no resisten las fuertes velocidades de corrientes registradas durante las mareas en sicigias (conjunción u oposición de la Luna con el Sol, en Luna Nueva y Luna Llena, respectivamente).

Inmediatamente más al norte y entre los límites de Sinaloa y Sonora, se localiza la bahía de Agiabampo que forma parte del delta del río Fuerte y está formada por el estero de Bacorehuis, orientado al sureste. Este estero se comunica con el estero de Tebecan; a ambos se les conoce como el estero-La Capoa. Consta también de otros dos cuerpos de agua orien





tados al norte (La Bamocha) y al suroeste (La Bandera, también llamado estero El Remolino). La bahía se comunica ampliamente con el Golfo de California a través de una boca - (plano No. 2).

Las especies de más alto valor que se capturan son camarón y callo de hacha. Este último producto ha sido sobreexplotado y la productividad del camarón depende fundamentalmente de alta lluvia, temperaturas relativamente constantes y --- buen mezclado en el interior de la bahía.

La falta de aportaciones de agua dulce condiciona una deficiente circulación en el sistema, y en la zona de la bahía de la Bandera existe alta contaminación y nula circulación de aguas.

La infraestructura pesquera es raquítica, contando el sistema con centros de recepción rústicos, y en Jitzámuri, población situada en las márgenes de la bahía de la Bandera, se cuenta con un cuarto refrigerado.

Por otra parte, las descargas de agua dulce del dren Jitzámuri tienen en dilución plaguicidas y fertilizantes utilizados para incrementar y controlar la producción agrícola en el distrito de riego del río Fuerte. Estas descargas no alcanzan a diluirse dentro del estero, por no existir corrientes adecuadas.

Este es el problema real que se le presenta a una pequeña comunidad mexicana. En seguida vamos a delinear lo que pretendemos hacer al respecto.

## C A P I T U L O    I I

### 2.- ESTUDIO SOCIOECONOMICO.

#### 2.1.- Localización.

El campo pesquero Las Lajitas se encuentra al norte del Estado de Sinaloa, dentro del municipio de Ahome y al sur de la bahía de la Bandera, siendo sus coordenadas geográficas- 26°05' latitud norte y 109°24' longitud oeste, dentro del - Golfo de California. Opera en este sistema estuarino únicamente la Sociedad Cooperativa "General G. Leyva" que se encuentra relacionada con las siguientes cooperativas pesqueras: "Bacorehuis", "Agiabampo" y "Jitzámuri".

#### 2.2.- Población.

De ejecutarse una obra dentro del área de Las Lajitas y bahía de la Bandera, quedan dentro de su zona de influencia - directa las siguientes sociedades cooperativas:

Las Lajitas.- Cuenta con una población total de 208 personas, de las cuales 56 son socios de la cooperativa.

Jitzámuri.- En este campo pesquero habitan 729 personas, de las que 119 son socios de la cooperativa.

Agiabampo.- Este campo cuenta con 966 habitantes, de los -- cuales 204 son socios de la cooperativa.

Progreso de Bacorehuis.- Cuenta con 2501 habitantes, de los cuales 203 son socios de la cooperativa.

La población total sobre la cual incidirá el proyecto es de

4394 habitantes; abarca 4 cooperativas, con un total de 582 socios y 542 pescadores libres.

### 2.3.- Vías de acceso.

El campo Las Lajitas cuenta con un camino de acceso de terracería transitable en la mayor parte del año, excepto en los meses de lluvias intensas, y que se une a la ruta Mochis-Ahome, la cual tiene 40 kms. de carpeta asfáltica.

Se comunica con las pesquerías de Agiabampo y bahía de la Bandera por vía marina a través de la Bocana del estero Las Lajitas (plano No. 3).

### 2.4.- Servicios básicos.

#### 2.4.1.- Energía eléctrica.

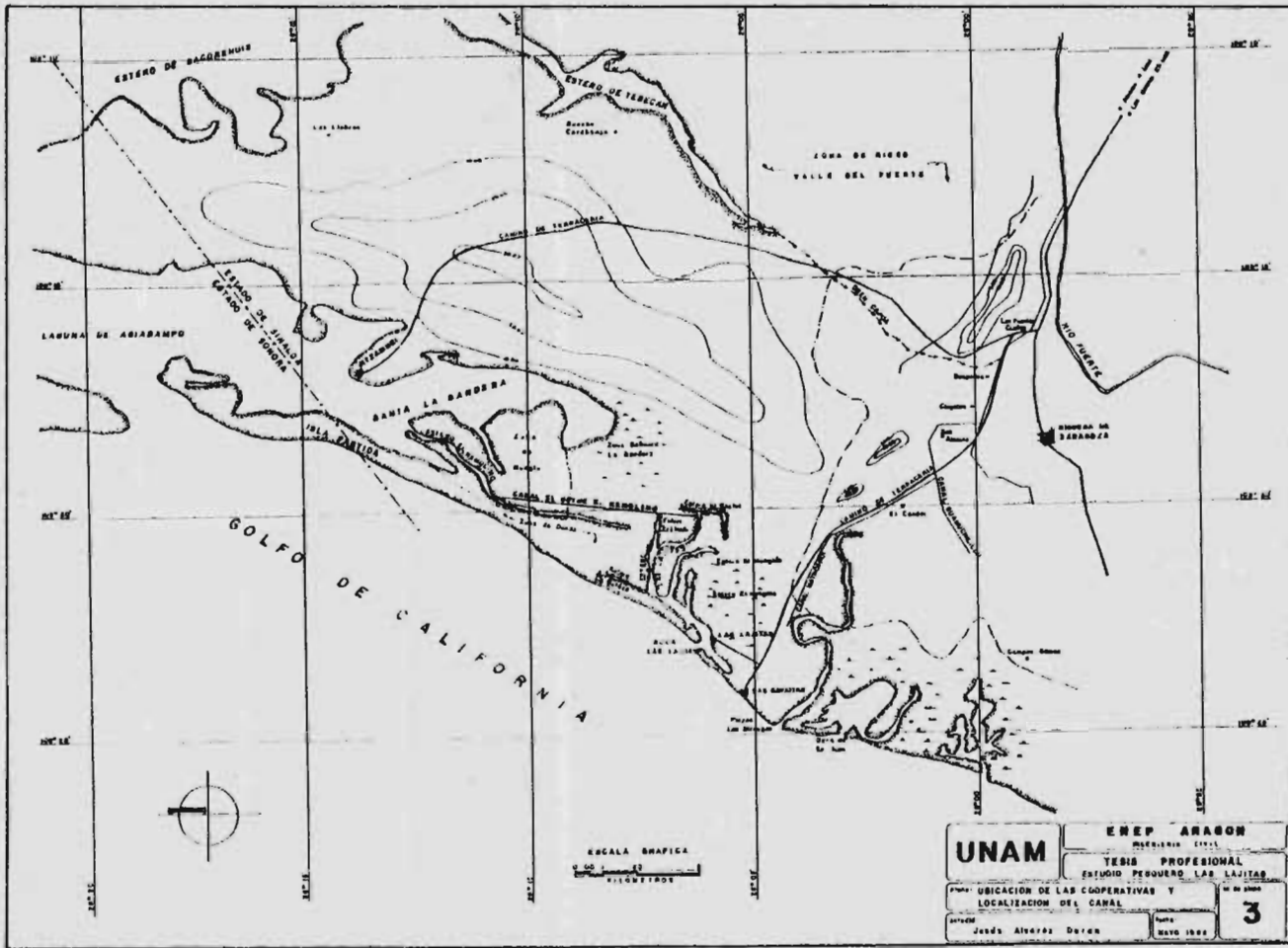
Las Lajitas cuenta con servicio de energía eléctrica de 110/220 kw, siendo este servicio suficiente para las necesidades de la población y de las instalaciones pesqueras.

#### 2.4.2.- Salud pública.

No se cuenta con este servicio en la comunidad, teniendo que recibirlo en la población de Ahome y en caso de emergencia, en la ciudad de los Mochis.

#### 2.4.3.- Educación.

Cuentan con una escuela primaria rural pagada por el Gobierno del Estado, operando con un solo maestro y una sola aula, en donde se imparten los conocimientos hasta 3er. año, pasando después a Ahome o Los Mochis. Existen aproximadamente 35 niños en edad escolar.



#### 2.4.4.- Agua potable y alcantarillado.

No cuentan con este servicio y el agua para uso doméstico - tiene que ser transportada en pipas propiedad de particulares, llevada de los canales cercanos a la comunidad.

#### 2.5.- Centros de abastecimiento.

El campo pesquero Las Lajitas dista 63 kms. de la ciudad de Los Mochis, lugar en donde se abastecen de embarcaciones, - motores, artes de pesca, refacciones, gasolina, aceite y -- hielo.

Los bienes de consumo familiar son adquiridos principalmente en Higuera de Zaragoza, que dista 18 kms. del campo pesquero.

#### 2.6.- Plantas procesadoras de camarón y escama.

Al igual que las cooperativas de Agiabampo, Jitzámuri y Bacrehuis, los pescadores de Las Lajitas entregan su producto a las plantas procesadoras de Productos Pesqueros Mexicanos, que se encuentran en el puerto de Topolobampo, distante 85 kms. del campo pesquero.

#### 2.7.- Principales centros de consumo.

El camarón de tallas grandes es exportado principalmente a Estados Unidos, a través de la Ocean Garden Product y la -- Crest Importing, filiales de Productos Pesqueros Mexicanos.

El camarón pequeño (piojillo) se vende a compradores particulares en la ciudad de Los Mochis.

Las especies de escama son enviadas a Productos Pesqueros - Mexicanos, que se encarga de su venta en el interior del país.

#### 2.8.- Localización de la zona de captura.

El campo pesquero Las Lajitas se encuentra localizado a la orilla del estero Las Lajitas, a 200 mts. de la Bocana que comunica a este estero con el mar de Cortés; en dicho estero es donde la cooperativa efectúa la captura del camarón, durante un período aproximado de un mes. El resto del tiempo capturan frente a la Bocana y en otros esteros como el de Sn. Juan y la Chicura.

La escama es capturada a 2 horas promedio de recorrido en panga en el Golfo de California frente a sus costas.

#### 2.9.- Equipo y artes de pesca.

La sociedad de producción pesquera "General G. Leyva" cuenta con las siguientes artes y equipo de pesca: 28 embarcaciones menores de fibra de vidrio equipadas con sus correspondientes motores de 48 HP., 32 atarrayas (redes de pesca de forma circular) de 5 mts. de largo, 11 mts. de ancho y con luz de malla de 2.5", construídas con nylon, 12 chinchorros (redes de pesca de forma rectangular) escameros de 400 mts. de largo cada uno.

La explotación que realiza es rudimentaria, sobre todo en alta mar, debido a que no cuenta con equipo adecuado (barcos y redes de arrastre).

## 2.10.- Infraestructura pesquera.

El único servicio de infraestructura pesquera con que cuenta la cooperativa "General G. Leyva" es el de un cuarto refrigerado con una capacidad de 10 tons., para conservación del producto, el cual es suficiente para cubrir ~~las~~ necesidades actuales de las pesquerías.

Es de importancia hacer notar que el año en que se operó -- con un tapo provisional de madera, se obtuvo una captura -- por encima de las 50 toneladas de camarón.

En período de marejadas, el campo pesquero se encuentra expuesto a inundaciones que invaden el terreno sobre el que -- están construídas las viviendas, que en su mayoría son de -- lámina de cartón y piso de tierra.

## 2.11.- Capital social y fuentes de financiamiento.

Esta cooperativa opera con un capital social, en equipo y -- artes de pesca de \$ 1'062,200.00.

Operó en la temporada 1979-1980 con un crédito refacciona-- rio y de avío por \$ 1'200,000.00, cuya fuente de financia-- miento fué Productos Pesqueros Mexicanos de Sinaloa, présta mo que quedó totalmente saldado.



## C A P I T U L O    I I I

### 3.- ESTUDIOS BASICOS DE INGENIERIA.

#### 3.1.- Generalidades.

La realización de cualquier obra de ingeniería está determinada por las características particulares del sitio elegido para dicha obra.

Por ello es de suma importancia que el ingeniero proyectista tenga un conocimiento amplio de la topografía, la batimetría, la hidrología, etc., de la zona de la obra en estudio, de tal manera que pueda prever el comportamiento de ésta -- con la mayor certeza posible.

Siempre deben evitarse peligrosas suposiciones o consideraciones teóricas con respecto a las condiciones del sitio, -- ya que será preferible tardar más tiempo en los estudios -- preliminares que enfrentarnos durante la construcción de la obra a problemas no previstos.

El contar de inmediato con estudios amplios que cubran un lapso suficiente, mejorará los instrumentos de que dispone el técnico para la planeación y el diseño de sus obras.

Es de lamentarse que, debido a la juventud de las instituciones de investigación técnica en México, no se pueda contar con el acervo de datos que se desearía.

Mientras no sea posible tener datos sistemáticos, será imprescindible iniciar con antelación suficiente los estudios detallados de aquellos sitios en que piense construirse la-

obra.

Cuando se requiere investigar las condiciones físicas de un lugar aprovechables para la ubicación de una obra, es conveniente analizar el material disponible de estudios anteriores que permita hacer un juicio previo de la situación general de la zona en estudio.

Para conocer la topografía general de la zona se utilizan las aerofotografías, que son útiles para tener ideas generales en lo que se refiere a los procesos litorales a que está sujeta la costa.

La topohidrografía se consulta en los portulanos que son -- cartas de sondeos aproximados para fines de navegación.

Las características de las olas, dirección de donde provienen, frecuencia con que se presentan y alturas medias, se consultan en las cartas de "Estado de agitación del mar".

En lo que se refiere a los vientos, es necesario recopilar los datos obtenidos de observaciones directas en diversos sitios de la zona en estudio y consultar las cartas de "pilotos" para conocer los vientos en las áreas oceánicas.

Se estudiarán las mareas en los sitios más próximos a uno y otro lado del lugar y donde se disponga de los datos necesarios.

Se recopilarán todos aquellos datos referentes a lluvias, temperaturas y, en general, a la climatología de la zona; y todos aquellos estudios regionales o particulares hechos -- con anterioridad, que puedan aportar algún dato útil para la correcta concepción de la nueva obra.

El estudio minucioso de todos estos datos dará al ingeniero experimentado una buena aproximación a la solución del problema, permitiéndole definir desde el gabinete, las primeras ideas para el anteproyecto de las obras necesarias, y la elección de los sitios en que se ejecutarán los estudios detallados.

### 3.2.- Trabajos de campo.

#### 3.2.1.- Reconocimiento preliminar.

Luego que hemos logrado definir los objetivos de nuestro estudio, es necesario hacer un reconocimiento visual de la zona, sobre todo de los sitios que mayor importancia tendrán en cada uno de los objetivos a realizar.

El primer objetivo que nos marcamos fué el intercambio de aguas y el incremento de la producción pesquera. Por ello será necesario hacer levantamientos topobatimétricos, tanto en el frente marino del estero Las Lajitas y bahía de La Bandera, como en el canal de interconexión.

Nuestro segundo objetivo fué la estabilización de la Boca, que es la fuente principal de aportación de especies hacia los esteros. Por esta razón debemos realizar la batimetría del frente marino de dicha Boca.

Para lograr una mejor visión de la zona por estudiar, se realizan recorridos por agua, tierra y aire, viendo las necesidades y los puntos de operación.

Una vez recorrida la zona, deben verse las posibles alternativas de trazo del canal, hasta encontrar la más adecuada.

El canal de conexión podría realizarse por la prolongación del estero natural "La Goloza", pero sería necesario cruzar una zona de dunas de una altura máxima de ocho metros y una distancia aproximada de 600 metros. Esto fué determinante para eliminar la primera alternativa, además de que el canal quedaría expuesto al acarreo eólico.

La segunda alternativa contempla también aprovechar el estero natural "El Limón", que se localiza aproximadamente a un kilómetro al este del estero "La Goloza", pero fué eliminada por tener los mismos problemas de la alternativa uno, -- con la variante de que el ancho del cordón de dunas sería -- de unos 200 metros, con altura máxima de 6 metros.

Una tercera alternativa considera el estero "El Goyme" que se localiza siguiendo la misma dirección del estero Las Lajitas hacia el este, aproximadamente a 1.5 kms., encontrándose esta alternativa la más adecuada para realizar el trazo del canal de interconexión, pues comprende una zona completamente plana, en la que las dunas quedarían en la margen izquierda del canal, a una distancia mínima de 300 metros, evitándose así el problema de azolve del canal (plano No. 3).

### 3.2.2.- Trazo de poligonales.

Los trabajos del levantamiento de la poligonal de apoyo para el trazo del canal pueden hacerse partiendo del estero - Las Lajitas en el sitio denominado El Goyme, con el cadenamiento 0+000.00, quedando este punto de partida dentro del estero. La estación 0+025.00 se haría de concreto y se encontraría al borde del estero, siendo el primer punto visible del trazo del canal.

En los primeros 3.5 kms. no hay necesidad de brechar por -- ser zona de inundación y marisma; posteriormente se entra a la zona de mangle, con una longitud aproximada de 4.5 kms.- hasta llegar al sitio denominado El Remolino, siendo la longitud total del canal de 8.6 kms.

El procedimiento para efectuar el trazo puede ser por el método de medición directa de ángulos, por deflexiones o preferentemente por el de conservación de azimutes, que se realiza de la siguiente manera:

Con el anteojo en posición directa, se orienta el aparato - en el primer vértice, para medir con un vernier el azimut del primer lado. Después, conservando en el vernier esta -- lectura, se traslada el aparato al punto siguiente, y al -- ver el de atrás en posición inversa, queda el anteojo sobre la línea cuyo azimut se tiene marcado. Se vuelve el anteojo en posición directa y, dejando ahí fija la graduación (movimiento general apretado), se afloja el tornillo del movimiento particular y puede medirse el azimut de la siguiente línea, con el vernier. Así se continúa el procedimiento recorriendo ordenadamente los vértices.

Para este método conviene usar el sistema de vuelta de campana, para ver atrás en posición inversa y adelante en directa, leyendo siempre en el mismo vernier.

El cadenamamiento del canal puede realizarse a cada 50.00 metros, colocando trompo y estaca en cada punto. En los P.I.- (puntos de inflexión) y los P.S.T. (puntos sobre tangente)- se colocarán trompos grandes con tachuela al centro, pudiendo servir como B.N. (bancos de nivel) auxiliares para construcción.

### 3.2.3.- Nivelación.

Para iniciar los trabajos se emplea un Banco de Nivel arbitrario, mismo que se corrige posteriormente al obtener los planos de mareas. Explicamos a continuación el motivo de dicha corrección:

Recordemos en primer lugar que la altimetría tiene por objeto determinar las diferencias de altura entre puntos del terreno. Para ello requerimos un plano de comparación, siendo el más conveniente en este tipo de obras el plano del nivel medio del mar (N.M.M.), que precisamos de la siguiente manera:

Se efectúa una nivelación exacta entre los dos cuerpos de agua por unir, siendo necesaria la instalación de un limnógrafo en el estero Las Lajitas (El Goyne) y otro en el estero El Remolino (La Bandera) haciendo coincidir el cero del aparato de Las Lajitas con el cero de la regla del aparato de El Remolino.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

Se toma el cero de la regla del aparato de Las Lajitas corrigiendo una nivelación diferencial hasta el estero El Remolino, donde se referencia sobre un banco y en este nivel se coloca el otro limnógrafo, localizando un lugar dentro del estero con profundidad para el correcto funcionamiento del aparato.

La operación de los limnógrafos debe ser durante el tiempo necesario para poder precisar el nivel medio del mar; una vez obtenido esto, se corrige el banco de nivel arbitrario que nos sirvió para efectuar el trabajo de campo.

La nivelación del trazo del canal puede efectuarse con el método de doble altura de aparato, haciendo cambios (puntos de liga) no mayores de 200 metros. Por este procedimiento las nivelaciones que se llevan quedan totalmente independientes, pues se van comprobando las diferencias de lecturas entre puntos de liga consecutivos. Como se obtienen dos valores para el desnivel total, el valor más probable será la media aritmética de ellos y nos dará una mayor aproximación de nuestro estudio.

Se colocan bancos de nivel a lo largo de todo el trazo con aproximación al milímetro. Estos bancos de nivel serán colocados con monumentos de concreto o con grapa en tronco de árbol, de acuerdo a las condiciones del terreno.

Todos los bancos de nivel que se coloquen, serán pintados de rojo y su elevación será definitiva, quedando todos ubicados en los planos de proyecto.

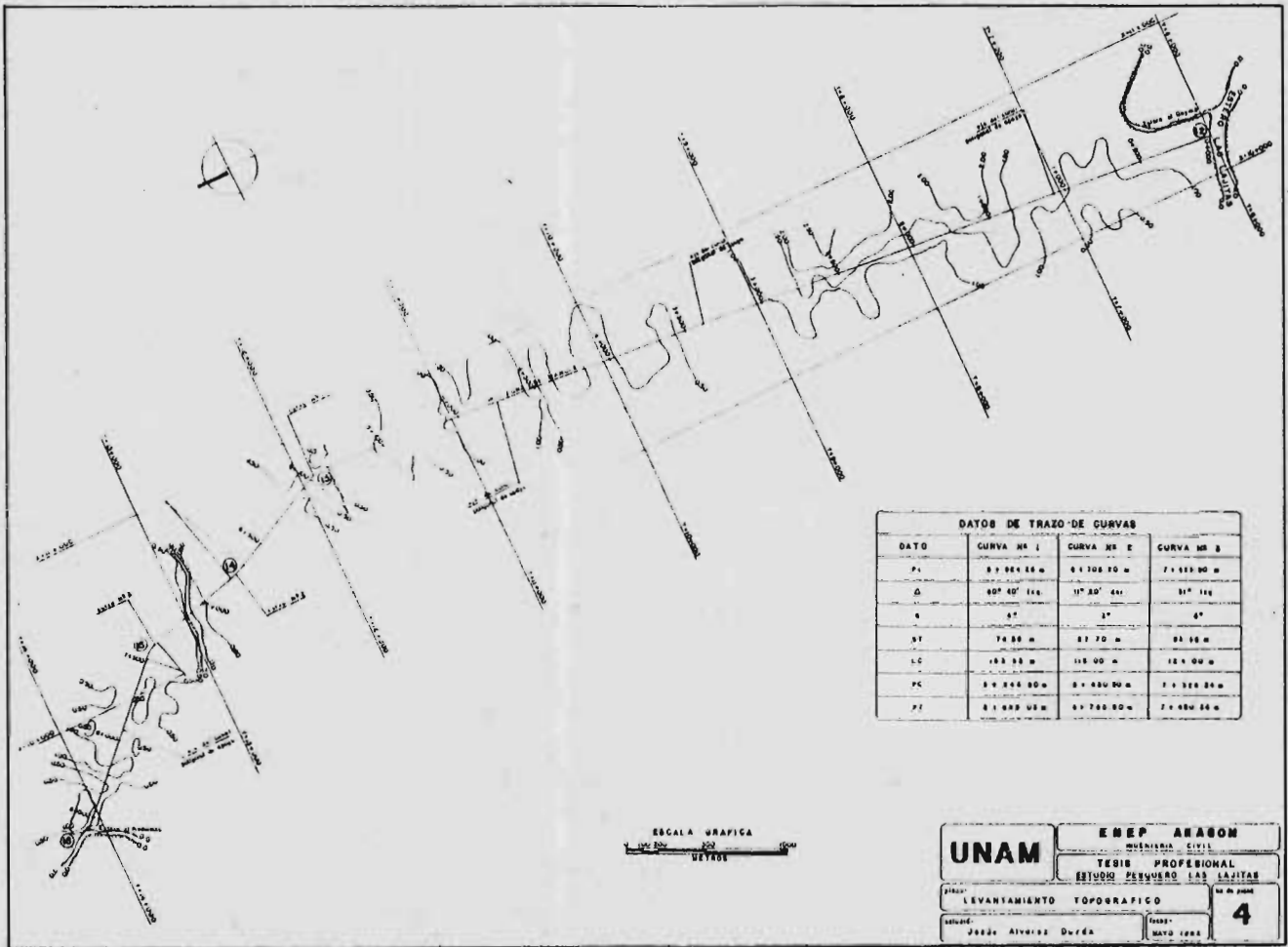
### 3.2.4.- Secciones transversales.

Las secciones transversales pueden realizarse a cada 50 metros, como se encuentra el cadenamamiento, levantando sección de 200 metros como mínimo a cada lado del eje del canal.

La topografía del terreno es completamente plana desde el inicio hasta el final, por lo que se presta para el incremento de la distancia por levantar en algunos puntos.

Los resultados de los levantamientos planimétrico y altimétrico realizados en el eje del canal propuesto, se presentan en el plano No. 4.





**DATOS DE TRAZO DE CURVAS**

DATO	CURVA Nº 1	CURVA Nº 2	CURVA Nº 3
P <sub>1</sub>	8 + 924.58 m	6 + 308.70 m	7 + 523.80 m
Δ	40° 40' 16"	17° 20' 44"	81° 16"
α	6°	3°	6°
DT	74.88 m	83.70 m	83.58 m
LC	183.38 m	118.00 m	124.00 m
PC	8 + 244.80 m	6 + 830.90 m	7 + 328.80 m
PT	8 + 639.08 m	6 + 745.80 m	7 + 650.80 m

ESCALA GRAFICA  
  
 0 50 100  
 METROS

<b>UNAM</b>	<b>ENEP ANABON</b> MUNICIPIO CIVIL	<b>4</b>
	TESIS PROFESIONAL ESTUDIO FERRERAS LAS CASITAS	
TÍTULO LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO		FECHA MAYO 1988
AUTOR JOSÉ ALVARO DURÁN		

### 3.2.5.- Batimetría.

La poligonal de apoyo para el levantamiento batimétrico del frente marino de Las Lajitas puede iniciarse desde el poblado de Las Gaviotas, localizado al sur de su Boca natural. - Se puede llevar la poligonal por el cordón litoral que tiene un ancho máximo de 10 metros y a su margen derecha se localiza el estero El Conchal.

En los primeros 1,159.20 mts. de trazo se encuentra la Boca del estero Las Lajitas, la cual puede cadenearse por medio de una triangulación, tomando como base la margen izquierda del trazo.

Para un apoyo completo del estudio, puede continuarse el trazo de la poligonal hasta el entronque del canal El Goyme/El Remolino para unirlo con la poligonal de apoyo del trazo del canal.

El levantamiento del frente marino Las Lajitas puede realizarse con ecosonda graficadora, que es un aparato que se instala en una embarcación, constituido por un emisor y receptor de una señal sonora, que al ser emitida dentro del agua, se propaga y se refleja en el fondo o en cualquier obstáculo.

Al ser medido el tiempo de emisión-recepción, conociendo la velocidad de propagación en el agua, es posible definir la profundidad en cualquier punto.

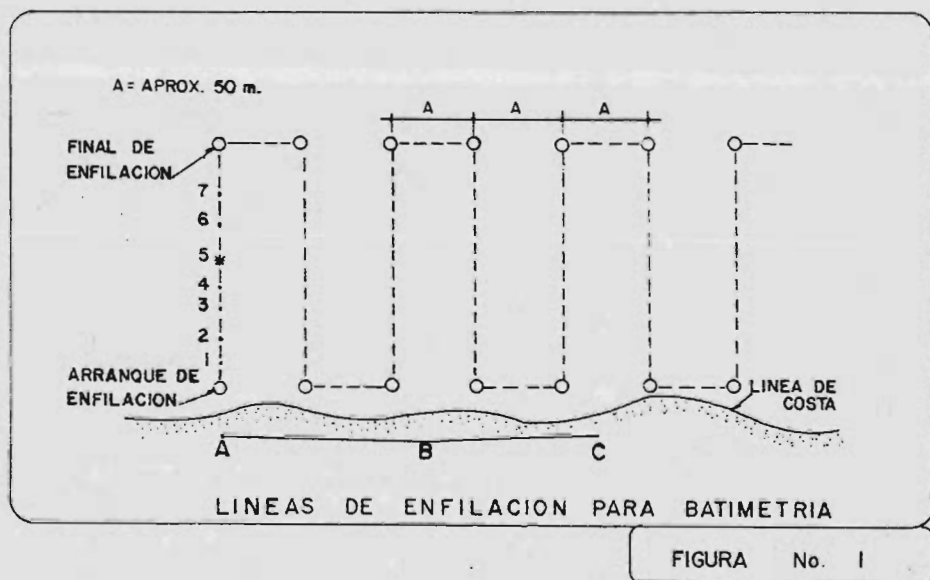
Se usará el método de intersección de ángulos, como sigue:

Se colocan dos tránsitos sobre sus vértices respectivos alineados sobre la poligonal abierta y colocándose en  $0^{\circ}00'$  al

visarse entre sí los operadores, además de que se deben de-  
poner de acuerdo para que tengan una forma de chequearse en-  
tre sí.

Una vez quedando todo establecido en tierra, los topógrafos  
se pondrán de acuerdo con el banderero que irá en la lancha  
para comunicarse por medio de señales o por la radio.

El ecosondista debe observar y anotar la profundidad que se  
va registrando en el aparato, además de que debe dar la se-  
ñal que el banderero transmitirá a tierra para que sean an-  
otados los ángulos correspondientes al punto deseado. De es-  
ta manera quedarán establecidos varios puntos fijos en la -  
sección levantada, de acuerdo a un recorrido previamente es-  
tablecido sobre líneas de enfilación imaginarias normales a  
la playa, como se muestra en la figura No. 1.



Al entrar en línea, se arría la señal establecida de comienzo de trabajo y se empieza a sondear. Cuando se emplea la ecosonda, se pueden hacer marcaciones hasta de cada minuto, dependiendo de la velocidad que lleve la embarcación.

Tanto ecosondistas como topógrafos anotan en sus libretas correspondientes el número de la línea que se sondea, ya -- que éstas han sido numeradas al proyectarlas; también anotarán las direcciones iniciales con las que podrá reconstruirse el trabajo posteriormente, el número del sondeo que se efectúa y las horas a las que se han efectuado los sondeos, para lo cual todos sincronizarán sus relojes antes de empezar el trabajo.

Se anotarán también el ángulo y dirección de cada sondeo; es indudable que para cada uno de los aparatos situados en tierra se requiere cuando menos un observador y un anotador.

Con todos estos datos, se dispondrá de elementos suficientes para reconstruir gráficamente cada sondeo, sin que se tenga duda de ninguna clase. No debe olvidarse que deberán anotarse correctamente los ángulos obtenidos al visar otros vértices, para poder situar u orientar el aparato.

Los tripulantes de la embarcación deberán anotar también la calidad del material del fondo, en el caso de que se hayan tomado muestras del mismo.

Durante el tiempo que dure el trabajo de sondeos, es necesario que un observador, llamado comúnmente "mareista" esté efectuando las lecturas de la regla de mareas (Figura No. 10) de cinco en cinco minutos. De esta forma será posible -

corregir posteriormente los sondeos efectuados respecto al nivel de referencia, ya que en el plano de batimetría deben aparecer los valores corregidos.

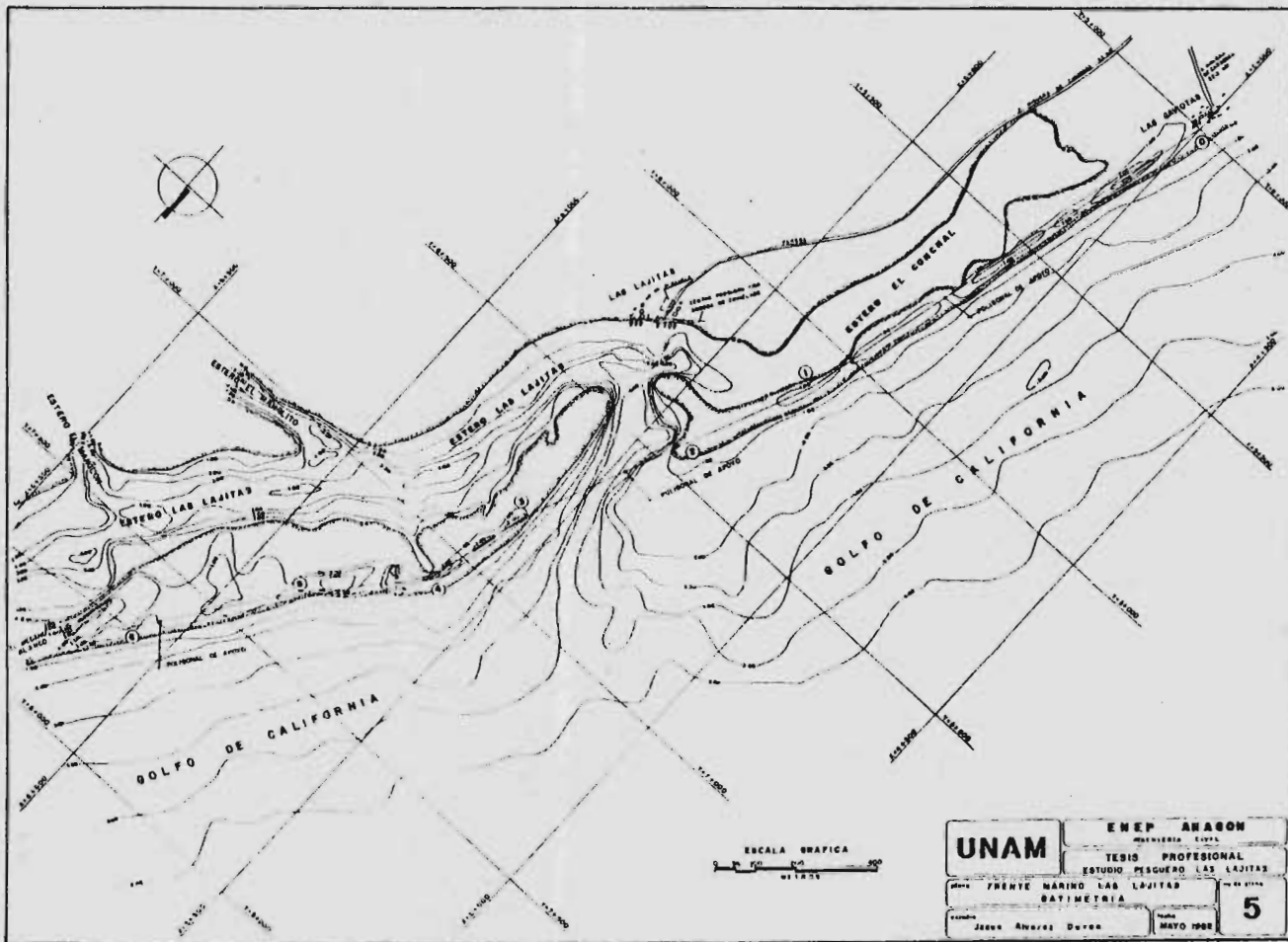
Indudablemente que conviene más tener instalado un aparato-mareográfico que registre la altura de la marea en forma -- constante (Figura No. 9).

Para el levantamiento batimétrico podría usarse también la-sondaleza, que es simplemente un cordel con marcas, en cuyo extremo lleva una plomada; al tirar ésta al agua, se van -- contando las marcas del cordel hasta que la plomada toca el fondo.

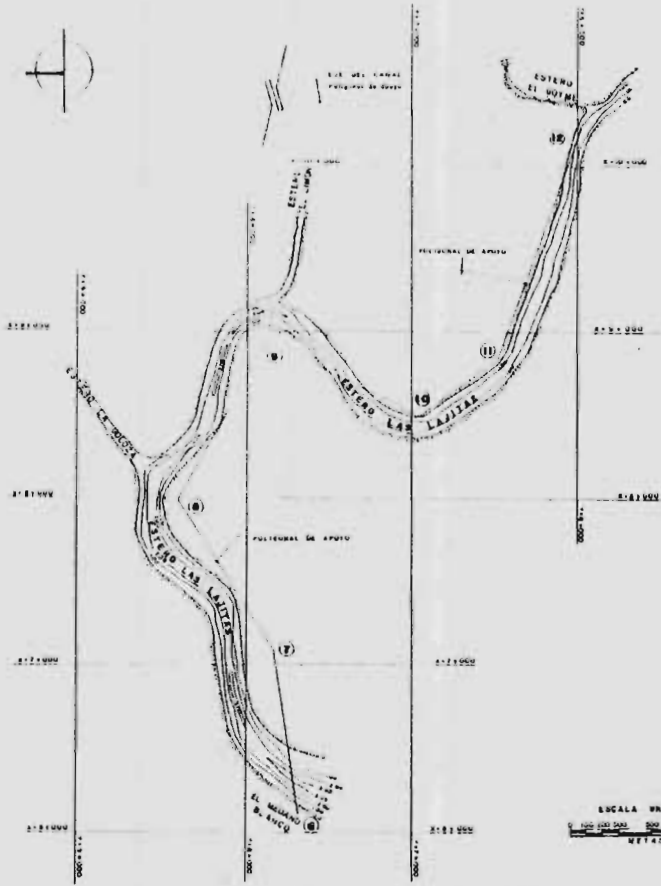
Este método tiene la desventaja de ser poco preciso y sólo-se considera válido para profundidades pequeñas y mar poco-agitado.

Los resultados del levantamiento batimétrico de la zona de-Las Lajitas se presentan en los planos Nos. 5 y 6.

Cabe hacer notar que cuando se hace una batimetría es necesario anotar fecha y hora del inicio y terminación de los -trabajos, para hacer posteriormente la corrección por ma---reas.



<b>UNAM</b>	ENEP ANSON	<b>5</b>
	INGENIERIA CIVIL	
	TESIS PROFESIONAL	
	ESTUDIO PESQUERO LAS LAJITAS	
FRONTE MARINO LAS LAJITAS	BATIMETRIA	
Jesús Alvarez Duran	MAYO 1968	



**CUADRO DE CONSTRUCCION**

EST	P.V.	ANGULO	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS	
					Y	X
0	1		N 14° 00' E	1197.20	218250.00	218250.00
1	2	124° 00'	N 23° 00' E	350.00	218275.77	218284.44
2	3	160° 00'	N 23° 00' E	426.00	218336.48	218313.60
3	4	170° 00'	N 15° 48' E	271.10	218353.74	218281.30
4	5	204° 13'	N 13° 51' E	320.00	218371.00	218250.17
5	6	173° 04'	N 13° 00'	419.00	218336.18	218220.00
6	7	54° 58' Der	N 32° 00' E	282.00	218358.18	218197.23
7	8	24° 42' Izq	N 52° 18' E	1088.00	218273.39	218167.00
8	9	30° 00' Der	N 20° 15' E	1108.00	218140.44	218124.24
9	10	81° 01' Der	S 16° 30' W	1010.00	218064.48	218082.00
10	11	66° 00' Izq	S 26° 31' E	377.00	218084.48	218050.50
11	12	24° 28' Izq	S 58° 08' E	1509.00	218069.74	218024.00
12	13	104° 48' Izq	N 5° 12' E	2022.00	218076.00	218023.71
13	14	100° 00' Izq	N 33° 01' W	2327.00	218089.25	218077.04
14	15	1° 30' Der	N 13° 01' W	722.00	218084.81	218053.16
15	16	31° 00' Izq	N 46° 01' W	1173.00	218058.31	218028.08
16	17				218018.00	218000.00

UNAM

ESEP ARAGON

MEDIACION CIVIL

TESIS PROFESIONAL

ESTUDIO PESQUERO LAS LAGUNAS

TITULO: ESTERO LAS LAGUNAS

MATERIA: BATIMETRIA

AUTOR: José Alvarez Durán

FECHA: MARZO 1988

6

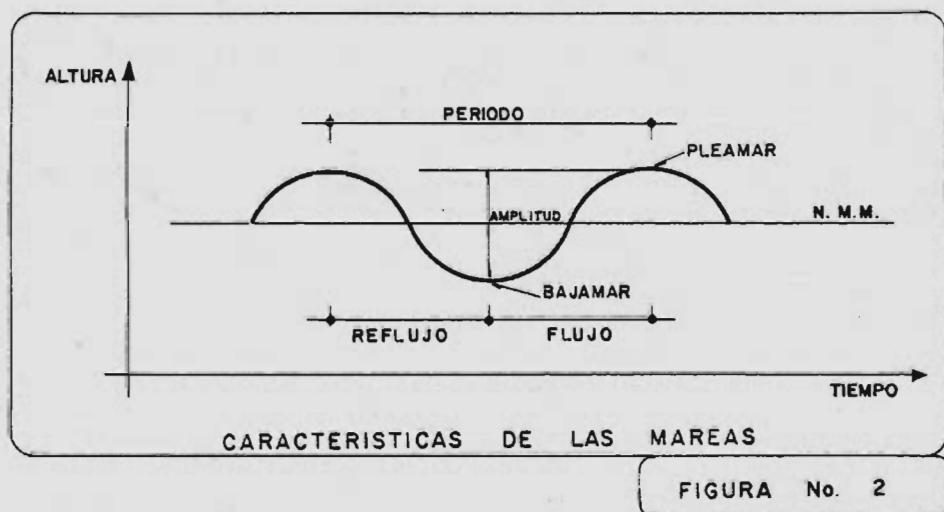
### 3.2.6.- Mareas.

Las mareas, o elevación y descenso periódicos de las aguas del mar, son provocadas por la atracción gravitacional de los astros sobre las moléculas líquidas, influyendo principalmente la luna y el sol. Las mareas son oscilaciones de amplitud muy variable (de 0.3 a 15 mts. sobre las costas francesas) y de un período del orden de magnitud de medio día o del día entero.

La pleamar es la mayor elevación que alcanzan las aguas en un lugar dado, y la bajamar, el mayor descenso que sufren.

Se llama amplitud a la variación total del plano de agua entre una bajamar y la pleamar siguiente, como se ve en la figura No. 2.

Flujo es la marea durante el tiempo en que se elevan las aguas; reflujo, la misma durante el tiempo en que descenden.





Desde la más remota antigüedad los movimientos alternativos y constantes de los mares impresionaron al hombre, que al no poder encontrarles una explicación los atribuyó a fuerzas misteriosas.

Más tarde trataron el tema los grandes pensadores griegos: por ejemplo, Aristóteles consideró como causa el viento y Platón pensaba que las mareas eran una especie de respiración de la tierra, ya que suponía que la causa eran las oscilaciones de un líquido que llenaba las cavernas subterráneas, las cuales estaban en comunicación con el océano, aunque transmitían aquel movimiento. Asimismo, el célebre geógrafo Estrabón habla en su Geografía del problema de las mareas, resumiendo las teorías de Posidonio de Rodas. Estrabón nos relata como en los escritos de aquél se habla de -- que en un día lunar se producen dos pleamares y dos bajamares, y que en consecuencia sufren un retardo con respecto al Sol de un día al siguiente; también Posidonio había observado que las mareas eran más fuertes en las sicigias y más débiles en las cuadraturas.

Pero indudablemente entre todos los escritores de la Antigüedad el que mejor ha descrito el fenómeno de las mareas -- fué Plinio el Viejo, quien escribió: "Las causas de las mareas son el Sol y la Luna; las aguas del mar suben y bajando veces cada día lunar, presentando un retraso de un día a otro. Esta influencia es función de las fases de la Luna, teniendo lugar las mareas más fuertes en Luna Llena y Luna Nueva y las más pequeñas en las cuadraturas".

En el Renacimiento, tanto Galileo (1564-1642) como el astrón

nomo alemán Johannes Kepler (1571-1630) abordaron el problema y la dieron como origen la rotación de la Tierra.

En el siglo XVII Isaac Newton (1643-1727) estudia el problema a fondo y llega a la conclusión de que las mareas no son más que consecuencia de su Ley de la Gravitación Universal. Publica en el año 1687 su Teoría Estática de las Mareas que figura en los tomos I y II de su gran obra titulada Principia Mathematica Philosophiae naturalis.

En el año 1738, es decir, unos cincuenta años después de -- las primeras conclusiones dadas por Newton, la Academia de Ciencias de París propone un tema: "Perfeccionar en algunos puntos la teoría de las mareas". El concurso se resolvió -- dos años después, en 1740, y se repartió el premio entre Daniel Bernouilli (1700-1782), Leonhard Euler (1707-1783), Colin Maclaurin (1698-1746) y Cavalleri.

Fué muy interesante el trabajo presentado por Bernouilli, -- basado en los principios de Newton, en el que, como éste, -- suponía que la Tierra estaba uniformemente recubierta de -- agua y que, bajo la acción de un astro perturbador, la superficie líquida tomaba la forma de un elipsoide de revolución, cuyo eje mayor coincidía con la dirección hacia el astro. Por este camino dedujo un método práctico de predicción de las mareas, tan interesante que ha servido de base para el establecimiento de las tablas de mareas de las costas inglesas confeccionadas por Lubdock y Whewell en 1840.

En 1746 el geómetra francés Jean Le Rond d'Alembert trabajó sobre el estudio de las mareas, especialmente sobre las atmosféricas.

Podemos considerar que después de Bernouilli, la teoría verdaderamente interesante por sus repercusiones reales, al fijar definitivamente la forma de tratar las mareas, fué la debida a Pierre Simon Laplace (1749-1827), publicada en los tomos IV y XIII de su famosa *Mécanique Céleste*. Laplace enfocó el problema bajo el aspecto de que las moléculas de agua, que están constantemente atraídas hacia el astro perturbador, tienen tendencia a sobrepasar la posición de equilibrio, y oscilar libremente siguiendo las leyes de la dinámica; de aquí el nombre con que es conocida esta teoría.

Después de señalar que es imposible llegar a la fórmula completa de la marea por el análisis directo, Laplace trata de encontrar a priori una relación entre las fuerzas astronómicas y el movimiento del mar, siendo esta teoría, como dice Emile Borel, una combinación ingeniosa de la teoría y la observación. Más adelante expondremos esta teoría con detalle, por la importancia que tiene.

A lo largo del siglo XIX, fueron muchos los científicos que trabajaron en el problema. En Francia, por ejemplo, son notables los trabajos del ingeniero hidrógrafo Remi Chazallon (1802-1872) que en 1839 publicó el primer Anuario de Mareas de las costas de Francia, que permitía obtener la altura del nivel del mar en cualquier momento de la marea.

Es importante hacer notar que en la primera mitad del siglo XIX, probablemente hacia 1830, aparecieron los primeros mareógrafos automáticos.

El famoso Henri Poincaré (1854-1912) encontró en Fichot a la persona idónea que ha redactado sus lecciones sobre ma--

reas. Estas presentan en principio una solución bastante -- completa del problema, pero al llevarse a la práctica pre-- presentan grandes dificultades de cálculo, que posiblemente -- puedan resolver las modernas computadoras electrónicas.

A continuación presentaremos con más detalle las dos teo--- rías más importantes de las mencionadas:

a) Teoría estática de las mareas (Newton).

Sus fundamentos son, en forma somera, los siguientes:

- La Ley de la Gravitación Universal formulada por el mismo Newton afirma que la fuerza de atracción es directamente -- proporcional a las masas de los cuerpos e inversamente pro-- porcional al cuadrado de las distancias.

Efectuando un análisis matemático basado en esta ley, se de muestra que la atracción lunar es 2.18 veces mayor que la - solar.

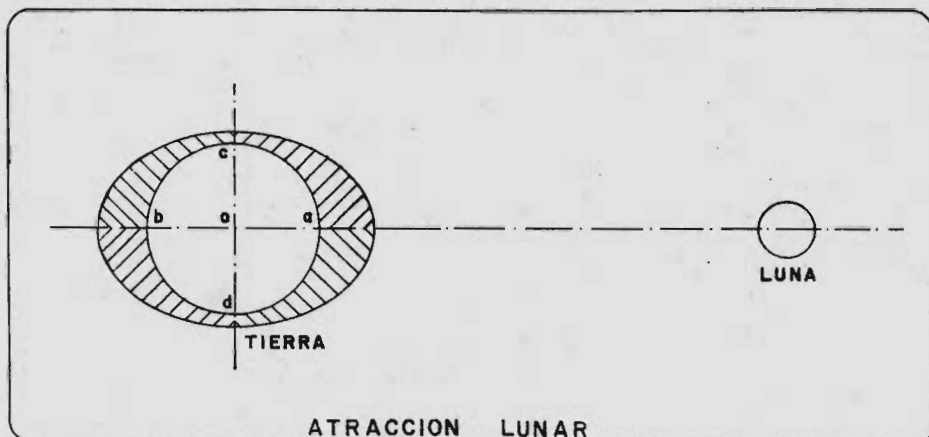
- La parte líquida de la Tierra se considera uniformemente- distribuída en el globo terráqueo.

- El agua se considera un líquido ideal que inmediatamente- toma su posición de equilibrio.

Según esta teoría, por el solo efecto de la atracción lunar, la capa delgada de agua en toda la superficie de la tierra, tomaría la forma de equilibrio indicada en la figura No. 3.

En los puntos c y d la atracción gravitacional es aproxima- damente la misma que en o.

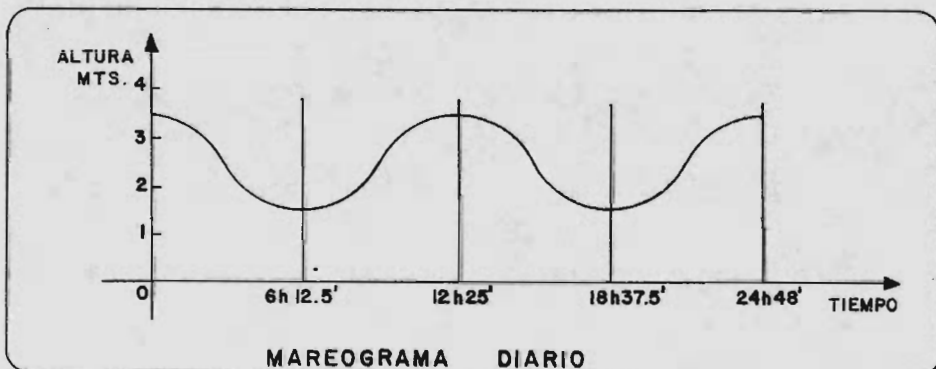
El espesor de la capa en a y b aumenta, en tanto que en c y d disminuye.



**FIGURA No. 3**

Como la tierra hace un giro completo sobre su eje en 24 horas, en ese lapso se presentarán dos pleamares y dos bajamares en cualquier punto de ella.

El ciclo se completa en 24 horas, 48 minutos. En la figura No. 4 se representa el diagrama denominado mareograma diario.



**FIGURA No. 4**

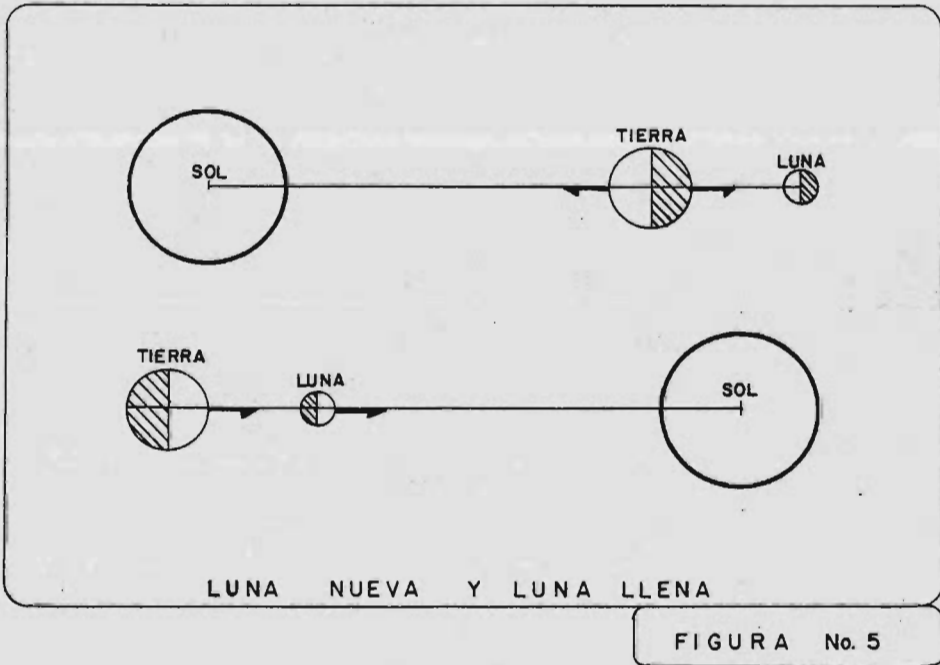
Ahora bien, si se combinan los efectos del Sol y de la Luna, se podrían presentar dos casos:

- Luna Nueva o Luna Llena:

En este caso la marea es máxima por sumarse las atracciones de los dos astros, como se ve en la figura No. 5, provocando lo que se llama mareas vivas o sicigias.

- Cuarto Menguante o Cuarto Creciente:

En este caso se contrarrestan los efectos, como se ve en la figura No. 6, provocando lo que se llama mareas muertas o - cuadraturas.



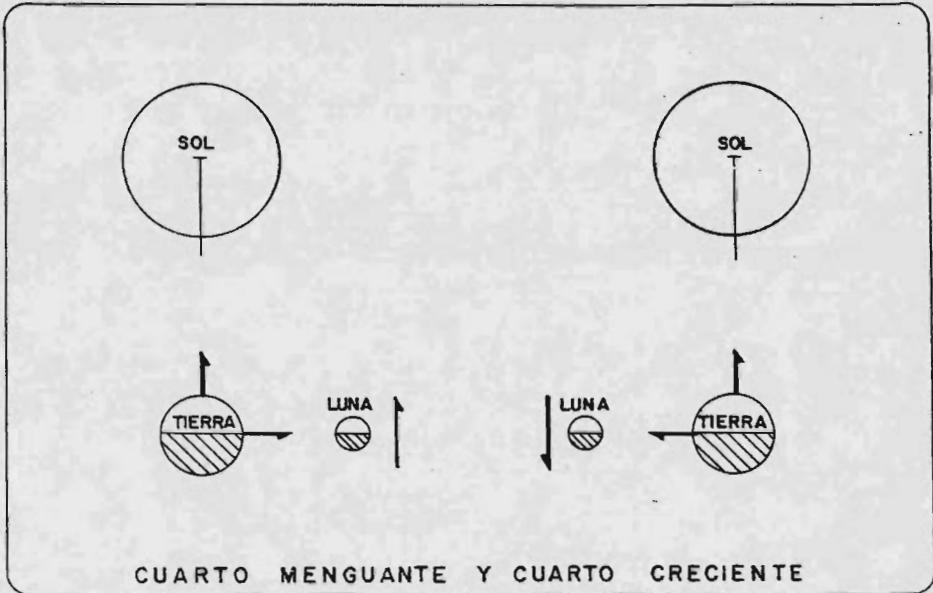


FIGURA No. 6

Si se tiene el mareograma diario durante un ciclo lunar, se puede trazar la envolvente de todas las mareas altas, así como la envolvente de las bajas, definiendo la variación de la amplitud de marea durante el ciclo lunar.



FIGURA No. 7

En la figura No. 7 vemos que las sicigias (amplitud de marea máxima) se presentan dos veces al mes.

El mismo procedimiento podemos seguir trazando las envolventes de las mareas altas y bajas de las sicigias de un año.

De esa manera podremos notar que el 21 de marzo y el 21 de septiembre, que son las fechas en que se presentan los equinoccios (sol y luna pasan juntos por el ecuador), tendremos la máxima marea posible, a la que se llamará Marea Viva --- Equinoccial.

Se establecen también dentro de la teoría estática los siguientes aspectos importantes:

Supuestamente, la marea debe ocurrir cuando la luna pasa -- por el meridiano del sitio en estudio, pero en realidad no sucede así, sino que hay un retraso en horas que recibe el nombre de Edad de la Marea, pudiéndose determinar mediante observaciones directas.

Por otra parte, en los equinoccios y cuando hay luna nueva, el sol y la luna están en el ecuador, de tal manera que pasan juntos por el meridiano del sitio en estudio, justamente a las 12 del día.

A partir de esta hora, al lapso de tiempo que pasa hasta -- que se presenta la pleamar, se le llama establecimiento del puerto y sirve para definir la hora de la pleamar en cualquier día del año.

Se considera que esta teoría tiene algunos puntos inexplicables, como el del retraso de la pleamar con respecto al paso del cuerpo perturbador por el meridiano del sitio en es-



tudio, que ya explicamos.

b) Teoría dinámica de las Mareas.

Tratando de subsanar las deficiencias de la teoría de Newton, Laplace elaboró esta teoría. Sus bases son primordialmente:

- Bajo una fuerza periódica, el movimiento del mar debe ser periódico también, debiendo entonces coincidir ambos periodos.

- Si varias fuerzas actúan simultáneamente, sus efectos se sobreponen.

- La amplitud de los movimientos resultantes es proporcional a la intensidad de las fuerzas causantes.

- Hay fuerzas periódicas de diversos tipos:

+ De largo período (1 año), por la declinación del sol y la luna.

+ De medio período (6 meses), por la posición de la tierra respecto al sol.

+ De pequeño período:

(14 días), por la posición relativa de tierra, luna y sol.

(12 horas), por la rotación de la tierra, pudiendo decirse que esta es la más importante.

Debido a la presencia simultánea de todas estas fuerzas, -- ocurren en lugares determinados ondas resultantes de varios tipos:

- Marea semidiurna:

Su período vale en término medio 12 horas, 24 minutos, esto es, la mitad de la duración de dos pasajes consecutivos de la luna en el meridiano del lugar.

Por ello, una marea semidiurna tiene dos pleamares y dos bajamares, más o menos regulares, en 24 horas.

- Marea diurna:

El período de éstas es de 24 horas; la altura está modulada de acuerdo a la edad de la luna. Tienen una pleamar y una bajamar, más o menos regulares, en 24 horas.

- Marea mixta:

Esta es una combinación de mareas semidiurnas y diurnas, lo que conduce a leyes de variación del nivel del agua muy complicadas. Tiene dos pleamares y dos bajamares irregulares.

En lo que respecta a las costas mexicanas, tenemos los siguientes datos generales:

En el litoral del Golfo de México se presentan mareas predominantemente diurnas, esto es, con períodos de 24 horas. Su amplitud es del orden de 1.00 m. a 1.50 m., de acuerdo a la edad de la luna.

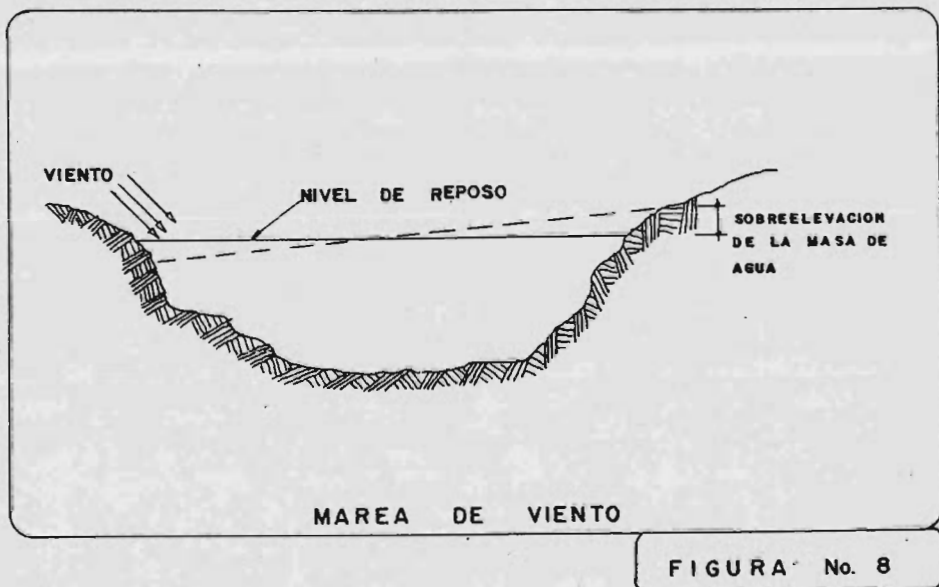
En el litoral del Pacífico se presentan con más frecuencia mareas semidiurnas y mareas mixtas. Su amplitud también oscila entre los valores de 1.00 m. a 1.50 m., con excepción de la parte norte del mar de Cortés o Golfo de California,-

en donde se presentan amplitudes hasta de 5.00 m. Esto es -  
provocado por la forma estrecha y alargada de dicho golfo.

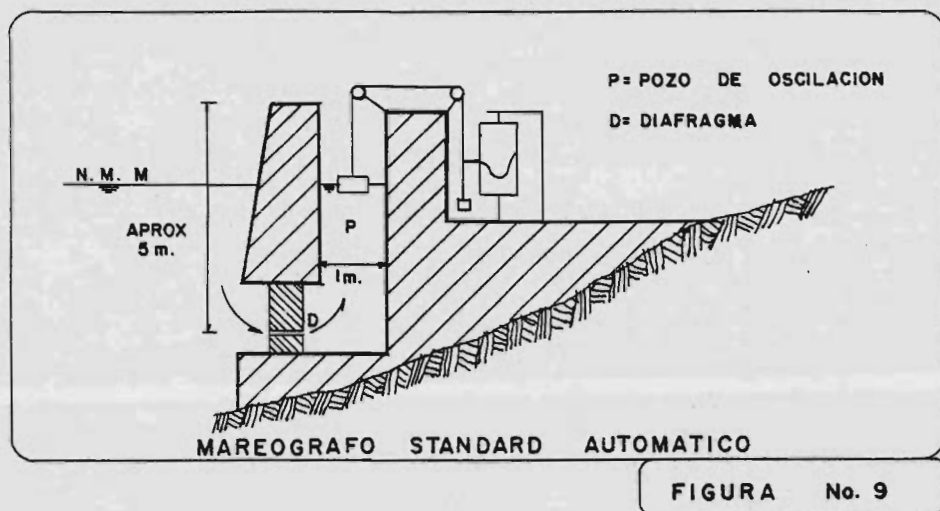
Existe también otro tipo de mareas, denominadas mareas por-  
viento, que son acumulamientos de agua en una zona cerrada-  
y baja, motivados por el viento al soplar sobre la superfi-  
cie del agua.

Además de generarse un oleaje, se induce una corriente su-  
perficial en la dirección general del movimiento del viento  
y se ocasiona una sobreelevación de la masa de agua del la-  
do contrario a aquél de donde viene el viento, como se ve -  
en la figura No. 8.

Cuando este acumulamiento se efectúa en el mar, se conoce -  
como Oscilación de Tormenta.



No obstante la existencia de las dos teorías antes menciona-  
 das, la forma más segura y práctica de estudiar las mareas-  
 es con el uso del mareógrafo standard automático o del lim-  
 nígrafo, que están constituidos esencialmente de un mecanis-  
 mo automático, por medio del cual se lleva el registro del-  
 nivel del agua en forma constante, en las diferentes fases-  
 de la marea. El esquema del mareógrafo standard automático-  
 se muestra en la figura No. 9. El limnígrafo se distingue -  
 del anterior en que es pequeño y portátil.



Estos aparatos deben complementarse con el uso de la Regla-  
 de Mareas o Mareómetro, cuyas graduaciones deberán quedar -  
 referidas a algún banco de nivel colocado en tierra.

La Regla de Mareas consiste en una escala graduada, la cual  
 se coloca preferentemente fija en un lugar seguro y cuya --  
 longitud estará en función de la variación máxima que la ma-  
 rea pueda tener en el lugar de estudio, como se muestra en-  
 la figura No. 10.

Requiere de una persona encargada de hacer la lectura, a intervalos de tiempo fijados de acuerdo a las necesidades de proyecto.

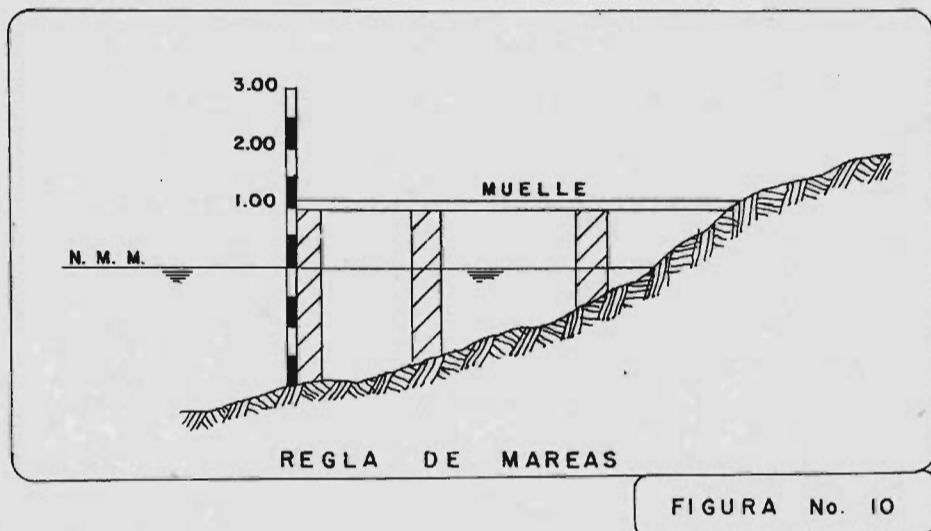


FIGURA No. 10

Uno de los parámetros de mareas más importante es el nivel-medio del mar (N.M.M.), pues servirá de base para apoyar la topografía, la batimetría y la corrección de datos de sondeo por efectos de marea, incluyendo el apoyo para la nivelación de las obras.

Si se elige como plano de comparación el nivel de marea media, que es el promedio de las mareas altas y bajas diarias, resultará que todos los días se tendrán profundidades menores que las referidas a ese plano de comparación.

Si se toma como plano de referencia la marea mínima absoluta, durante todo el tiempo se tendrán profundidades mayores que las indicadas.

Al considerar como referencia el nivel de mareas bajas de -  
sicigias, se presentará esta situación cada 14 días, por lo  
que, dada su frecuencia, éste es el plano de referencia más  
comúnmente usado y el adoptado en México.

A fin de conocer el régimen de mareas que se presenta y el-  
efecto que resultaría en el caso de efectuar la comunica---  
ción a través de un canal entre la bahía de La Bandera y el  
estero Las Lajitas, es necesario realizar estudios de ma---  
reas para determinar sus parámetros en ambos cuerpos de ---  
agua.

Estos parámetros pueden obtenerse instalando dos limnógra--  
fos durante un período de tiempo suficiente para la compara  
ción.

Los limnógrafos deben establecerse en las cercanías de la -  
posible comunicación de ambos cuerpos, con el objeto de que  
los datos obtenidos sean lo más representativo posible.

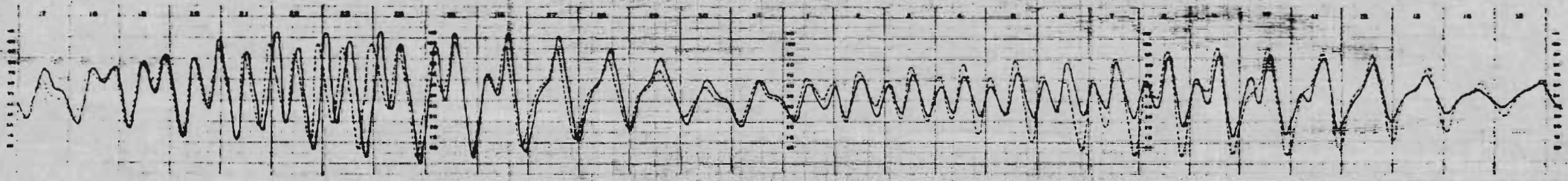
A partir de la interpretación de las gráficas obtenidas de-  
los limnógrafos, se efectúa la determinación de los paráme-  
tros de mareas de acuerdo a las definiciones aceptadas por  
México y los países de toda América.

La gráfica No. 1 nos muestra la comparación simultánea de -  
las mareas que se presentaron en el punto llamado El Remoli  
no así como en Las Lajitas, durante un período comprendido-  
entre el 17 de octubre y el 15 de noviembre de 1980.

Esta gráfica está dibujada de manera que se hace coincidir  
el nivel medio del mar de cada una de ellas con el objeto -  
de que sus variaciones se muestren lo más objetivamente po-

CURVA DE MAREAS

OCT-NOV 1960



— E. MAREAS  
- - - MAREAS

GRAFICA Nº 1

sible.

Los valores de los parámetros de mareas obtenidos en el período mencionado se enumeran en la tabla No. 1.

Podemos observar que la marea se presenta primero en Las Lajitas, lo que puede propiciar el aporte de agua de Las Lajitas a la bahía de La Bandera en las pleamares.

En las bajamares también se presenta primero en Las Lajitas con una bajamar un tanto menor, lo que propiciará el movimiento inverso de agua, de La Bandera hacia Las Lajitas.

Todos estos movimientos obligarán a un mezclado de aguas de los dos cuerpos, que es lo que estamos buscando.

Tabla No. 1

PARAMETROS DE MAREAS

Parámetro	Las Lajitas	El Remolino
Pleamar máxima	0.924 m.	0.980 m.
Pleamar superior	0.336 m.	0.320 m.
Pleamar media	0.244 m.	0.280 m.
N.M.M.	0.00	0.00
Bajamar media	-0.246 m.	-0.260 m.
Bajamar inferior	-0.426 m.	-0.345 m.
Bajamar mínima	-0.800 m.	-0.723 m.

El N.M.M. en Las Lajitas está a 0.504 m. del cero de la regla, mientras que en El Remolino está a 0.523 m. Esta diferencia de cota es debida a condiciones locales.



### 3.2.7.- El prisma de mareas.

En los proyectos de obras marítimas que deben realizarse en zonas de esteros ha de tomarse en cuenta, con mayor razón, el comportamiento y las características de la marea, pues todo el funcionamiento estuarino depende de ella.

El prisma de mareas de un acceso es el volumen de agua que entra del océano a la bahía a través de dicho acceso entre una bajamar y la siguiente pleamar, esto es, durante el flujo. En ausencia de flujo de agua dulce en la bahía, o de -- cualquier otro flujo, un volumen igual de agua abandonará el acceso entre una pleamar y la siguiente bajamar, esto es, durante el reflujo.

La hidrodinámica de la entrada del flujo a la bahía y de la salida al gran cuerpo de agua del océano, donde ocurre la mezcla con el agua ambiente, es un asunto de gran importancia en lo que respecta al cambio de mareas y al flujo de sedimentos e impurezas.

El prisma de mareas  $\Omega$  será igual a la integral:

$$\Omega = \int_0^{T_F \text{ ó } T_R} Q(t) dt$$

donde  $Q(t)$  es la descarga a través del acceso como una función del tiempo  $t$ , y  $T_F$  y  $T_R$  son los períodos de flujo y reflujo, respectivamente, de tal manera que el período de marea es:

$$T = T_F + T_R$$

Proponiendo una ecuación senoidal para la marea del océano- y una cuadrática para las pérdidas principales debidas a la fricción, vemos que el prisma  $\Omega$  puede aproximarse con gran exactitud a la relación:

$$\Omega = \frac{Q_{\max} T}{\pi C_K}$$

donde  $Q_{\max}$  es la máxima descarga y  $C_K$  es un parámetro que - varía con el coeficiente de llenado  $K$  de Keulegan, cuya expresión es:

$$K = \frac{T}{2\pi a s} \frac{A_c}{A_b} \left( \frac{2g R a s}{\lambda L + mR} \right)^{1/2}$$

y tiene gran importancia en la variación no lineal de la -- descarga  $Q$  con el tiempo como resultado de una pérdida prin- cipal cuadrática.

Tenemos que si  $K = 0.1$ ,  $C_K = 0.811$  y si  $K = 4$ ,  $C_K = 0.999$ .

Keulegan y Hall (1950) determinaron un promedio para el va- lor de  $C_K = 0.86$ , basados en la descarga medida en cuatro - accesos existentes.

Una evaluación precisa del prisma de mareas requiere la in- tegración directa de la relación tiempo-descarga.

Una determinación relativamente exacta de la descarga ins- tantánea en la sección principal implica la instalación de- algunos corrientómetros a través de la sección. La descarga instantánea se obtiene por la integración vertical y late- ral de la velocidad medida por los corrientómetros.

Por todo esto, además de los parámetros de mareas antes mencionados, se deben recabar los datos de campo durante una campaña de 24 horas de duración, para medir los prismas de mareas para condiciones medias.

En esta campaña se miden niveles y velocidades para un ciclo de mareas. Los datos que deberán obtenerse para ser usados en el diseño del acceso y del cauce son: velocidades media y máxima, gastos medio y máximo y prismas de mareas para flujo y reflujo.

Para el estero Las Lajitas, motivo de nuestro estudio, se usan los datos recabados el 7 y 8 de noviembre de 1980, que se muestran en la tabla No. 2.

En dicha tabla se usan las siguientes fórmulas:

$$\text{Gasto} = \text{Area} \times \text{Velocidad}$$

$$\text{Volumen} = \frac{Q_n + Q_{n+1}}{2} \times t$$

Y los resultados obtenidos son los siguientes:

$$\Omega_F = 3.61 \times 10^6$$

$$\Omega_R = 3.22 \times 10^6$$

CALCULO DEL PRISMA DE MAREAS EN EL ESTERO LAS LAJITAS.

Hora	Nivel (m)	Velocidad V (m/s)	Area A	Gasto Q	Volumen	V. almac. Flujo	V. almac. reflujo
Viernes 7 de noviembre de 1980							
17:00	0.37	0.259	124	32.12			
18:00	0.59	0.494	139	68.67	181,422	181,422	
19:00	0.81	0.681	154.7	105.35	313,236	494,658	
20:00	0.99	0.658	167.3	110.08	387,774	882,432	
21:00	1.08	0.517	173.6	89.75	359,694	1'242,126	
22:00	1.10	0.34	175	59.5	268,650	1'510,776	
23:00	1.04	0.376	172.2	64.75	223,650	1'734,426	
					-116,590		- 116,590
Sábado 8 de noviembre de 1980							
0:00	0.95	-0.388	164.5	63.83	-231,444		- 348,034
1:00	0.85	-0.388	159.6	61.92	-226,350		- 574,384
2:00	0.76	-0.364	151.2	55.04	-210,528		- 784,912
3:00	0.75	-0.34	150.5	51.17	-191,178		- 976,090
4:00	0.80	0.482	154	74.23	133,610	1'868,036	
5:00	0.89	0.61	146.3	89.24	294,246	2'162,282	
6:00	1.05	0.705	171.5	120.91	378,270	2'540,552	
7:00	1.16	0.599	179.2	107.34	410,850	2'951,402	
8:00	1.35	0.54	192.5	103.95	380,322	3'331,724	
9:00	1.34	0.27	191.8	51.79	280,332	3'612,056	
10:00	1.21	-0.54	182.7	98.66	-177,588		-1'153,678
11:00	1.01	-0.834	168.7	140.70	-430,848		-1'584,526
12:00	0.81	-0.799	154.7	123.61	-475,758		-2'060,284
13:00	0.65	-0.763	143.5	109.49	-419,580		-2'479,864
14:00	0.39	-0.528	125.7	66.37	-316,548		-2'796,412
15:00	0.34	-0.423	121.8	51.52	-212,202		-3'008,614
16:00	0.33	-0.27	121.1	32.70	-151,596		-3'160,210
					- 58,860		-3'219,070

### 3.3.- Estudios complementarios.

#### 3.3.1.- Vientos.

La circulación de las masas de aire en sentido más o menos-paralelo a la superficie, se conoce como viento.

Este movimiento se produce debido a los cambios en la temperatura de la atmósfera. Cuando el aire se calienta, su densidad disminuye, y por lo mismo, asciende y es sustituido - por aire más frío que fluye adentro y abajo de él.

Debe ser considerada también como causa del viento, la diferencia de presiones entre dos zonas.

Los vientos pueden ser clasificados de acuerdo a su duración, de acuerdo a su velocidad o bien, de acuerdo a su dirección.

##### a) Clasificación de vientos por su duración.

En este tipo de clasificación se toma en cuenta el tiempo - durante el cual se presenta el viento sobre la superficie - de la tierra. Está detallada en la tabla No. 3.

##### b) Clasificación de vientos por su velocidad.

La más usada es la escala de Beaufort, que presentamos en - la tabla No. 4.

En esta división suelen incluirse también clasificaciones - generales, como la siguiente:

**Vientos Dominantes:** Son los de mayor intensidad que soplan - en una localidad.

**Vientos reinantes:** Son los de mayor frecuencia en cierta di - rección.

Estos vientos pueden ser conocidos trazando los diagramas - de Lenz, que consisten en dibujar sobre una rosa de los --- vientos el resultado del registro de frecuencias, direcciones o intensidades, representando los valores vectorialmente y uniendo los extremos de cada uno de los vectores.

c) Clasificación de los vientos por su dirección.

Es necesario recordar que:

Isobara es una línea que une puntos de igual presión atmosférica.

Isotherma es una línea que une puntos de igual temperatura - media.

Dijimos anteriormente que el viento se genera básicamente - por la diferencia de presiones entre dos puntos (de alta a - baja presión).

En un plano isobárico, podríamos trazar una línea perpendicular a las isobaras (gradiente de presión) con sentido hacia las bajas presiones y esa sería la dirección teórica -- del viento.

Pero esto no sucede así, por la existencia de algunas fuerzas que modifican esa circulación ideal, como son:

Fuerza de Presión: La origina precisamente la variación de presiones dada por la línea de gradiente.

Fuerza centrífuga: La provoca sobre las partículas de una - masa de aire, la ocasional curvatura de las líneas isobaras en una zona determinada.

Fuerza de Coriolis: La origina la rotación de la Tierra so-

bre su propio eje, ya que este efecto resulta perpendicular a la dirección del viento.

Fuerza de Fricción: La provoca el rozamiento de las partículas de una masa de aire con las partículas superficiales — del agua.

En función de todas estas fuerzas, se pueden distinguir varios tipos de viento, que se muestran en la tabla No. 5.

Tabla No. 3

Clasificación de vientos por su duración

Permanentes	Alisios: del polo al ecuador.	
	Contralisios: del ecuador al polo.	
Periódicos	Monzones	
	Locales	Brisa Diurna o Viento Varizón ( del mar a la tierra)
		Brisa Nocturna o Viento Terral (de la tierra al mar)
Accidentales	Ciclones	Tropicales (Huracanes): en zonas tropicales, sobre océanos.
		Extratropicales: fuera de zonas tropicales, sobre continentes y océanos.
	Anticiclones	
	Tifones	

Tabla No. 4

## Escala de Beaufort

Grado	Velocidad (m/seg)	Nombre del viento en el mar.	Efectos en tierra	Altura de ola (m)
0	0.0-0.2	Calma	El humo sube verticalmente.	0.0
1	0.2-1.5	Aire ligero	El humo muestra el rumbo.	0.1
2	1.6-3.3	Brisa ligera	Se siente el viento en el rostro.	0.2
3	3.4-5.4	Brisa suave	Se mueven las hojas y ramas delgadas.	0.6
4	5.5-7.9	Brisa moderada	Las ramas se mueven notablemente.	1.0
5	8.0-10.7	Brisa fresca	Se agitan los arbustos.	2.0
6	10.8-13.8	Brisa fuerte	Las ramas grandes se agitan	3.0
7	13.9-17.1	Viento fuerte	Todo el árbol se mueve.	4.0
8	17.2-20.7	Ventarrón	Se rompen los tallos delgados.	5.5
9	20.8-24.4	Ventarrón fuerte	Los árboles grandes se mueven fuertemente.	7.0
10	24.5-28.4	Vendaval total	Los árboles empiezan a ser derribados.	9.0
11	28.5-33.6	Tormenta	Los destrozos anteriores se acentúan.	11.5
12	33.7-...	Huracán	Destrucciones que llegan a grandes catástrofes.	14.0



Tabla No. 5

Clasificación de los vientos por su dirección		
Tipo de Viento	Forma de Presentación	Fuerzas que actúan
Geostrófico	Cuando las isobaras son rectas y paralelas	De Coriolis De Gradiente de presión
De Gradiente	Cuando las isobaras son curvas	De Coriolis
Barico	Como efecto combinado de las cuatro fuerzas	De Coriolis De Gradiente de presión De Fricción Centrífuga

El viento, al soplar sobre el océano, origina corrientes y oleajes, en virtud del esfuerzo tangencial que ocasiona sobre la superficie, el cual, junto con las variaciones de presión, pone el agua en movimiento.

Es necesario contar con registros de viento reinante y de intensidad máxima o dominante. Dichos registros pueden obtenerse a partir de datos estadísticos del lugar, o bien, mediante las cartas oceanográficas.

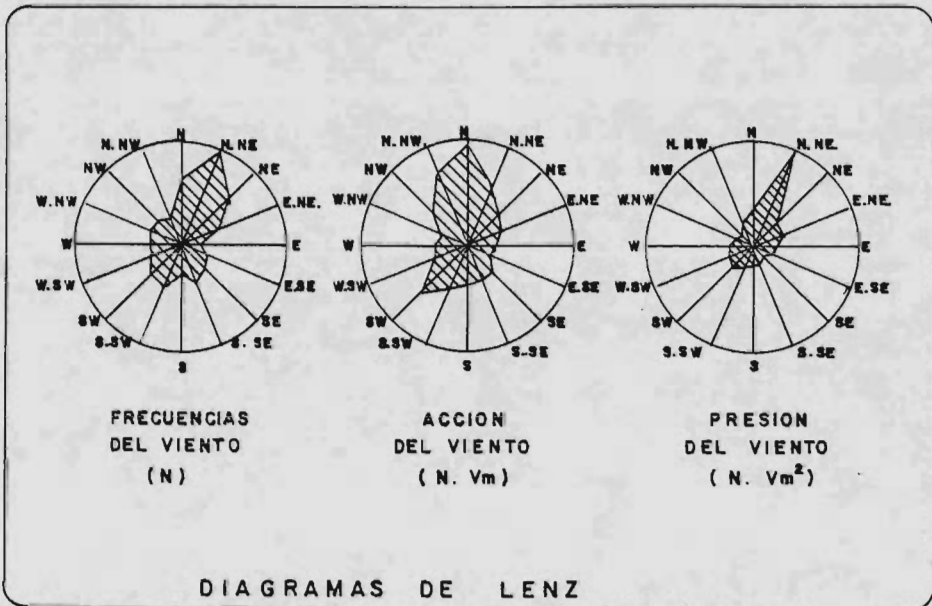
Cuando se han hecho observaciones en una localidad, por un lapso de tiempo considerable (mayor de un año), el resultado es un registro de frecuencias, direcciones e intensidades.

El número de veces que se presentó el viento en cierta dirección, puede representarse con un vector, y éste a su vez puede ser dibujado sobre una Rosa de los Vientos.

Uniendo los extremos de cada uno de los vectores, se obtiene la Gráfica de Frecuencias ( N ), la cual permite obtener el Viento Reinante, tal como se muestra en la figura No. 11.

Ahora, si las frecuencias ( N ) se multiplican por la velocidad media (  $V_m$  ), y se procede a dibujar en la misma forma que en el caso anterior, se obtiene un "Diagrama de Acción del Viento", muy útil para calcular la cantidad de material arrastrado o transporte eólico. La forma general del diagrama se muestra también en la figura No. 11.

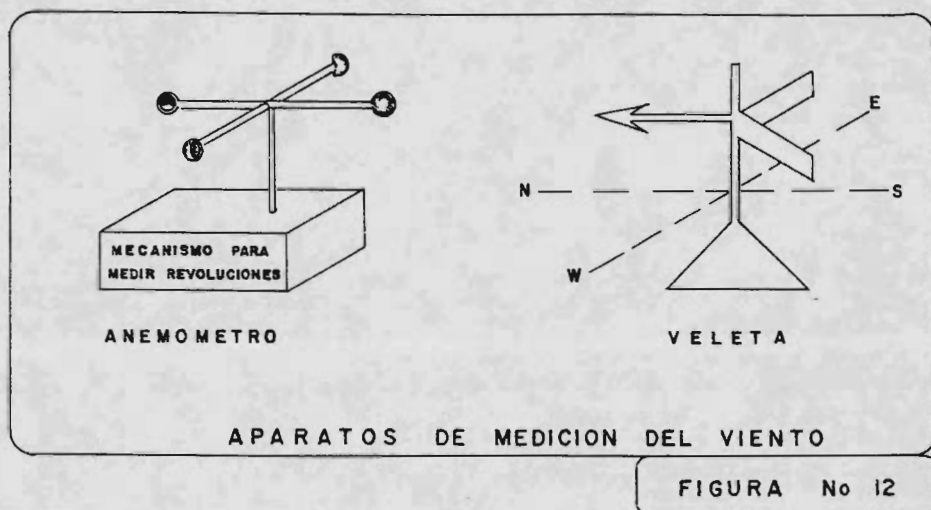
Por último, si se multiplican las frecuencias por el cuadrado de la velocidad media (  $N \times V_m^2$  ), se obtiene un diagrama de Presión del viento, que nos permite conocer el Viento Dominante, como también se muestra en la figura No. 11.



**FIGURA No. II**

En la práctica, los datos de velocidad de viento se obtienen en estaciones instaladas en la zona en estudio, por medio de un anemómetro (fig. No. 12) o de un anemógrafo para medir la velocidad del viento, en tanto que los datos de dirección, se pueden obtener con una veleta (fig. No. 12).

En la actualidad existen aparatos mucho más complejos para llevar a cabo estas labores simultáneamente; estos aparatos se llaman Anemo-Cinemógrafo y Anemómetro-Anemoscopio.



Para el análisis de los vientos en la zona de Las Lajitas, se tienen datos de la Secretaría de Marina, del Servicio Meteorológico Nacional para Topolobampo, de la Comisión del Río Fuerte de la S.A.R.H. para el Carrizo y del Aeropuerto Antigo de Los Mochis.

Para Los Mochis, en el período 1964-1979, los vientos reinantes proceden del oeste y del noroeste.

Para Topolobampo, para el período 1978-1979, los vientos -- reinantes anuales proceden del noroeste y los dominantes -- del sureste y noroeste.

Para la estación El Carrizo, se observa que los vientos rei nantes proceden del sureste y del este.

Para el estero Las Lajitas podríamos adoptar los siguientes datos procedentes de Topolobampo, y que se extraen de la ta bla No. 6:

Reinantes	NW
Dominantes	NW con velocidad de 3.15 m/seg.
$V_{\max}^2$ (presión)	SE $V_{\max} = 12$ m/seg.

Esto coincide con las observaciones realizadas en el sitio, ya que los vientos del noroeste penetran en forma franca a la boca del estero, produciendo fuertes oleajes en la ribe ra, donde se ubica el centro pesquero, afectando a la pobla ción.

También se observa que los vientos del noroeste y del este originan desplazamientos de las dunas y del sedimento areno so que ha cubierto depresiones ubicadas entre la bahía de - La Bandera y el estero Las Lajitas.

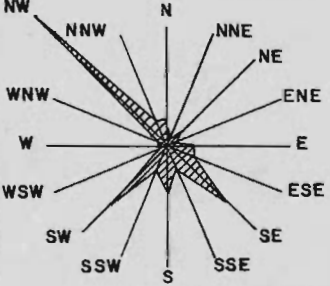
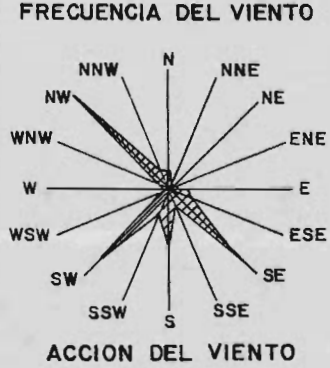
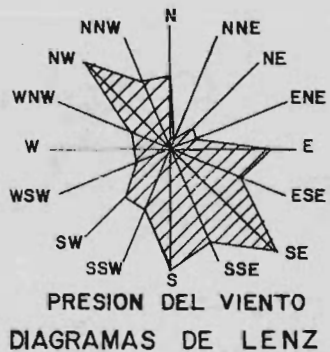
Sin embargo, la más representativa de las estaciones meteo rológicas es la de Los Mochis, por encontrarse prácticamen te a la misma latitud de Las Lajitas y a sólo 51 kms. de -- distancia.

El resumen anual de vientos para Los Mochis se presenta en la tabla No. 7.

Tabla No. 6

Estudio de Vientos

Zona de Topolobampo. 1978-1979

 <p>FRECUENCIA DEL VIENTO</p>	Dirección	n(%)	NV m/seg	Vmax m/seg	Vmax <sup>2</sup>
 <p>ACCION DEL VIENTO</p>	N	4.30	8.43	8.50	72.25
 <p>PRESION DEL VIENTO DIAGRAMAS DE LENZ</p>	NNE	0.55	0.73	2.00	4.00
	NE	3.62	5.76	5.50	30.25
	ENE	1.30	1.47	5.00	25.00
	E	4.16	8.65	10.00	100.00
	ESE	4.78	12.62	8.50	72.25
	SE	13.79	45.64	12.00	144.00
	SSE	3.55	9.87	10.00	100.00
	S	8.26	28.91	11.00	121.00
	SSW	4.03	13.46	8.00	64.00
	SW	13.58	48.62	8.00	64.00
	WSW	1.16	1.91	6.00	36.00
	W	1.09	1.34	6.00	36.00
	WNW	1.64	3.84	6.50	42.25
	NW	30.03	66.40	11.00	121.00
	NNW	4.16	9.61	8.5	72.25

Fuente: Estudio del Medio Físico, Topolobampo, Sin. Departamento de Pesca - 1980.

Tabla No. 7

Resumen anual de vientos  
Zona de Los Mochis

Dirección	n (Reinante)	nV	Vmax (Dominante)	Vmax <sup>2</sup> (Presión)
N	235	3,767.4	25.2	635
NE	34	4,067.2	50.4	2,540
E	161	3,190.8	21.2	449
SE	421	6,453.8	57.6	3,318
S	572	4,601.9	28.8	829
SW	298	8,617.7	25.4	645
W	863	13,823.6	28.8	829
NW	271	5,795.9	50.4	2,540

Fuente: Aeropuerto antiguo de Los Mochis.  
Comisión del Río Fuerte, S.A.R.H.

En las tablas Nos. 6 y 7 se ha hecho uso de las siguientes-abreviaturas:

- n = Frecuencia del viento. Es el número de veces que se presentó el viento en cierta dirección. Puede indicarse en número o en porcentaje.
- nV = Acción del Viento, en m/seg.
- Vmax = Velocidad máxima del viento registrada en el período estudiado, en m/seg.
- Vmax<sup>2</sup> = Velocidad máxima al cuadrado, que nos indica la presión, en m<sup>2</sup>/seg<sup>2</sup>.

### 3.3.2.- Oleaje.

La comprensión de las olas oceánicas, cómo se forman y cómo viajan es hasta el momento actual incompleta, debido en primer lugar a que las observaciones de las olas en el mar presentan grandes dificultades, para determinar sus características. En segundo lugar, a que las teorías de que se hace - uso están basadas en la hidrodinámica clásica que las supone en un fluido ideal.

El oleaje es un fenómeno producido principalmente por la acción del viento sobre la superficie libre del agua.

Las características generales de una ola se muestran en la figura No. 13, y son las siguientes:

L = Longitud de la ola, o sea, la distancia entre dos crestas o dos senos consecutivos.

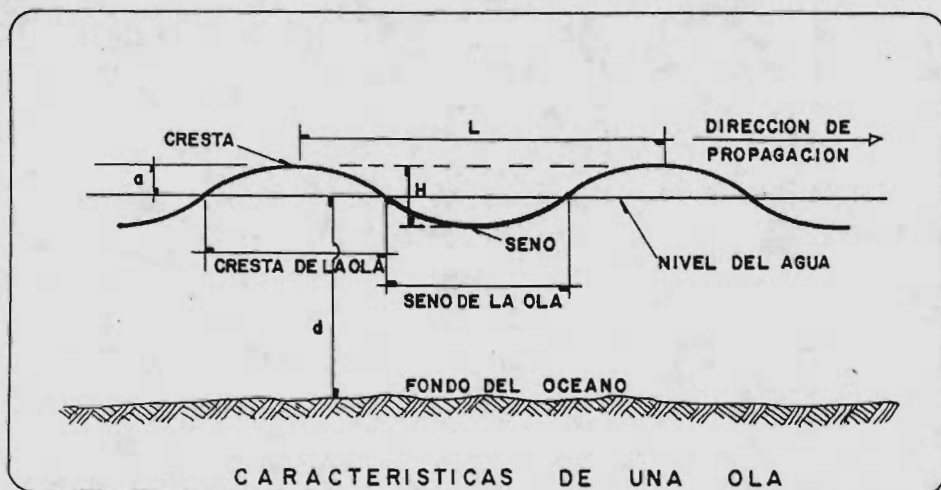
H = Altura de la ola, diferencia de nivel entre una cresta y un seno consecutivos.

T = Período de la ola, esto es, el tiempo que tarda la ola en recorrer la distancia L.

a = Amplitud o altura de la ola a partir del nivel del mar en reposo.

d = Profundidad o distancia vertical desde el nivel del mar en reposo hasta el fondo.

c = celeridad o velocidad de translación de la ola =  $\frac{L}{T}$



CARACTERISTICAS DE UNA OLA

FIGURA No. 13

Al empezar a soplar el viento en el mar, éste se cubre de pequeñas oscilaciones denominadas "rizos"; al aumentar su intensidad, la deformación del mar se acentúa y forma ondulaciones de aspecto desordenado en el que no es posible una programación en una dirección determinada.

Cuando el viento sigue aumentando su intensidad, se forma la ola y avanza en la dirección del mismo. El oleaje generado en esta etapa se llama oleaje local.

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 por el viento, permitiéndole seguir desplazándose hasta la playa, en donde al romper la ola, pierde toda su energía. El oleaje generado en esta segunda etapa es regular, ordena



do y predecible y se denomina oleaje distante, como se ve - en la figura No. 14.

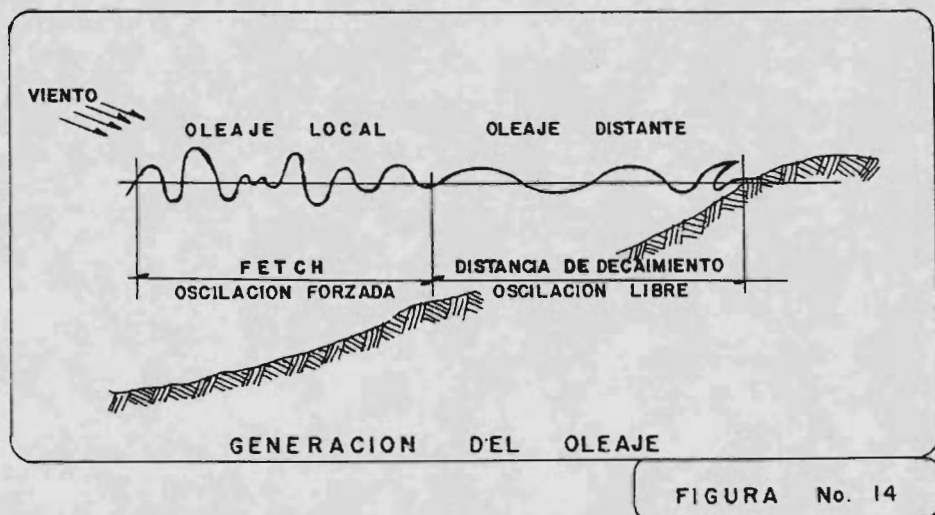


FIGURA No. 14

Los registros de oleaje hechos en un punto fijo, muestran - que no se presenta una ola regular y continua, sino que se - presentan trenes de olas más o menos regulares, los cuales - tienen diferente altura, longitud y período.

Por métodos estadísticos es posible obtener la ola signifi- - cante, la cual se toma como representativa del oleaje y nos - sirve para regir nuestros proyectos.

Existen también olas de largo período que son producidas -- por movimientos súbitos del fondo del mar. Estas olas mari- - nas sísmicas o maremotos (tsunamis, para los japoneses) al- - canzan longitudes de ola hasta de 200 kms., períodos de 10- - a 20 min. y alturas hasta de 35 mts. en aguas profundas.

La clasificación más usual de las olas se hace con respecto

a su período, como se muestra en la tabla No. 8.

Tabla No. 8

Clasificación de las Olas por su período	
Tipo	Período
Olas Capilares	Menor de 0.1 seg.
Olas de ultra gravedad	De 0.1 a 1 seg.
Olas de gravedad ordinarias	De 1 a 30 seg.
Olas de infra gravedad	De 30 seg. a 5 min.
Olas de largo período	De 5 min. a 12 horas
Mareas ordinarias	De 12 a 24 horas
Olas de trans-marea	De 24 horas o más

Existen algunas teorías para efectuar el cálculo de las características de las olas. La primera y más usada de ellas es la Teoría Lineal, llamada también Trocoidal y que fué -- propuesta por Franz Von Gerstner.

Básicamente consiste en lo siguiente:

- Las olas son ondas de oscilación que se desplazan empujadas por el viento sobre la superficie de las aguas.
- Las moléculas de agua no se transportan con ellas, están simplemente animadas de movimientos orbitarios alrededor de una posición media llamada centro orbitario.
- Las órbitas en aguas profundas son circulares, mientras - que en aguas reducidas son elípticas.
- El límite entre aguas profundas y aguas reducidas es:

$$\frac{d}{L_0} = \frac{1}{2}$$

donde:

$d$  = Profundidad o distancia vertical desde el nivel del mar en reposo hasta el fondo.

$L_0$  = Longitud de la ola en aguas profundas.

Esta teoría establece las siguientes fórmulas para aguas -- profundas:

$$\text{Velocidad: } C_0 = \frac{g T_0}{2 \pi}$$

$$\text{Longitud de ola: } L_0 = \frac{g T_0^2}{2 \pi}$$

$$\text{Altura de la ola: } H_0 = 0.1274 T_0^{3/2}$$

donde:

$g$  = Aceleración de la gravedad.

$T_0$  = Período de la ola en aguas profundas.

$C_0$  = Velocidad de propagación de la ola en aguas profundas.

$L_0$  = Longitud de la ola en aguas profundas.

$H_0$  = Altura de la ola en aguas profundas.

Se establece que para poder aplicar la teoría lineal, se deben cumplir las siguientes condiciones:

$$\frac{L^2 H}{2d^3} \ll 16 \frac{\pi^2}{3} ; \quad \frac{H}{L} \ll 1 ; \quad \frac{H}{d} \ll 1$$

donde:

L = Longitud de ola.

H = Altura de ola.

d = Profundidad desde el nivel del mar en reposo hasta el fondo.

A pesar de la existencia de esta teoría, lo más frecuente es hacer uso de las Cartas del Sea and Swell (Atlas of Sea and Swell Charts) que resumen las observaciones de embarcaciones durante varios años, en diferentes zonas perfectamente localizadas, representadas en Rosas de Vientos de ocho direcciones, indicando vectorialmente los porcentajes de frecuencia para diferentes alturas dadas, así como para los diferentes meses del año.

Estas tablas clasifican a las olas en Bajas (B), Medias (M) y Altas (A), además de las calmas.

El promedio del tercio de las olas más altas registradas en las tablas, nos dará la altura de la ola significativa ( $H_s$  o  $H_{1/3}$ ). De igual manera se obtiene el período significativo.

Hemos de recordar que los vientos generan las olas y, por lo tanto, partiendo del conocimiento de los vientos de los océanos podemos calcular cómo son las olas. Si podemos pronosticar los vientos, podemos calcular y pronosticar cómo serán las olas en un tiempo determinado.

Las olas tienen cuatro efectos importantes, que son: Refracción, Difracción, Reflexión y Rotura. De ellos, el que más nos interesa en este proyecto es la Refracción, que explicaremos en primer término.

### Refracción:

Los cambios en las características de las olas por efecto de la presencia del fondo a profundidades pequeñas, se denomina Refracción.

La teoría lineal nos provee de algunas ecuaciones para calcular las características de las olas en aguas reducidas -- transformadas por la refracción.

En aguas reducidas, el factor más importante es la profundidad del fondo (d), ya que en función de ella cambian las características de la ola.

Para calcular la velocidad, tenemos la fórmula siguiente:

$$C = \sqrt{g \times d}$$

donde:            C = velocidad.  
                  g = aceleración de la gravedad.  
                  d = profundidad de fondo.

Para calcular la longitud de ola:

$$L = L_o \frac{L}{L_o}$$

donde:            L<sub>o</sub> = Longitud de ola en aguas profundas.

$$\frac{L}{L_o} = Tg_{hip} \frac{2\pi d}{L}$$

Existen tablas en las que, entrando con el valor de d/L<sub>o</sub>, se obtiene L/L<sub>o</sub>.

Para calcular la altura de la ola:

$$H = H_o \times K_s \times K_r$$

donde:  $H_o$  = altura de la ola en aguas profundas.

$K_s = C_f$  = Coeficiente de aguas reducidas o coeficiente de fondo, dado en las mismas tablas ya mencionadas.

$$K_r = \text{Coeficiente de Refracción} = \sqrt{\frac{b_o}{b}}$$

$b_o$  = Separación de ortogonales en aguas profundas.

$b$  = Separación de ortogonales en aguas reducidas.

Para obtener el coeficiente de Refracción, debemos trazar el plano de oleaje para la zona en estudio. Este plano sirve para representar el avance de las olas en la cercanía de la costa.

Procedimiento:

El plano de oleaje se forma a partir del frente de olas en aguas profundas, perpendicular al cual se trazan unas líneas llamadas ortogonales, a equidistancias  $L_o$  o bien,  $b_o$ , como se ven en la figura No. 15.

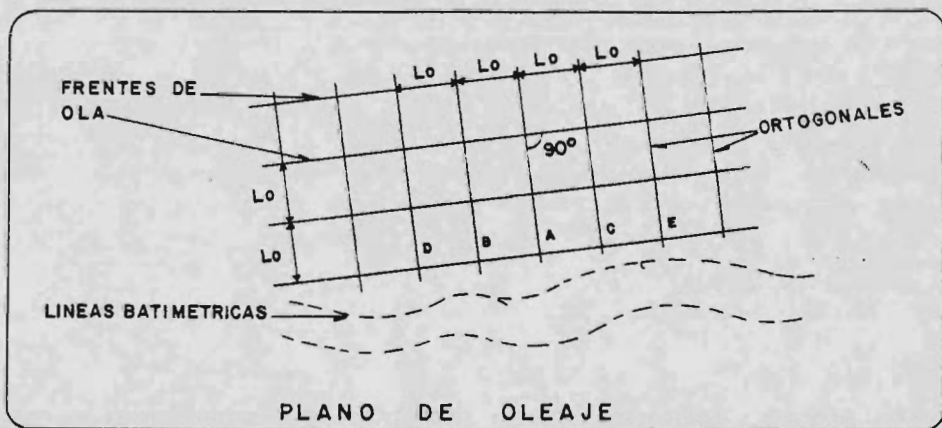
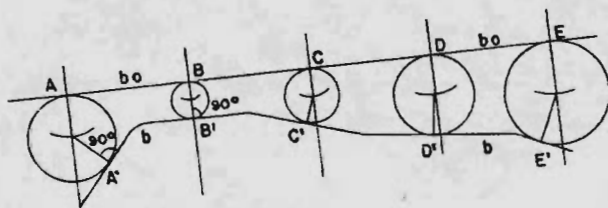


FIGURA No. 15

Para analizar el avance de cualquiera de los puntos, se procede de la siguiente manera:

- a) Si conocemos  $L_0$  y sabemos que el fondo ya está cerca, es lógico que el siguiente avance ( $L$ ) será un poco menor que  $L_0$ ; suponemos el nuevo avance  $L$  y sacamos su mitad para poder encontrar en el plano batimétrico un valor aproximado a  $d$  (profundidad).
- b) Con el valor  $d/L_0$ , entramos a la tabla y obtenemos  $L/L_0$ .
- c) Obtenemos el nuevo avance:  $L = L_0 \times L/L_0$ .
- d) Lo dividimos entre dos y tomamos esa medida en el compás marcándola dos veces a partir de cada punto, en forma de arcos.
- e) Se unen las tangentes a esos arcos formando el nuevo --- frente de ola, cuidando que la posición de la ortogonal sea perpendicular a dicha tangente en cada caso. Se podrá observar que ahora la separación de las ortogonales se ha modificado (disminuido o aumentado) respecto a la separación inicial. (Figura No. 16)



ORTOGONALES EN AGUAS REDUCIDAS

FIGURA No. 16

Obtenido así el nuevo frente de ola, si en un punto cualquiera queremos conocer la altura de la ola, se mide la separación de ortogonales inicial ( $b_0$ ) y la separación de ortogonales en el punto en estudio ( $b$ ), y con ellos se obtiene el Coeficiente de Refracción ( $K_r$ ).

### Difracción:

Cuando una estructura, fija o flotante, natural o artificial, de longitud finita, se interpone en la propagación de un oleaje, una parte de las olas topará con la estructura, rompiendo o reflejándose, mientras que los frentes de ola que han rebasado los extremos de la estructura sufren, en la vecindad de éstos y en el lado abrigado de la estructura (antepuerto), una expansión lateral a lo largo de sus crestas, lo cual se conoce como fenómeno de Difracción. (Figura No. 17).

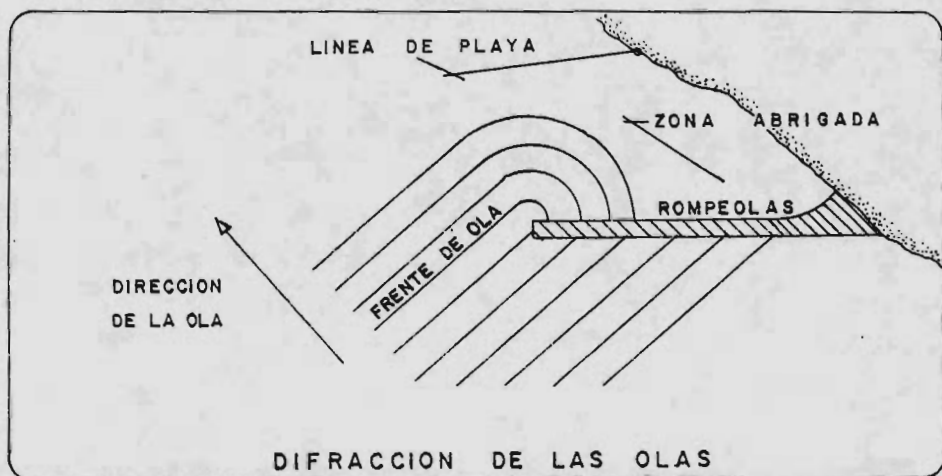


FIGURA No. 17



El conocimiento de los efectos producidos por la difracción es importante por las siguientes razones:

a) La distribución de las alturas de las olas en un puerto o en una bahía es influenciada por la difracción, pues la fluctuación de las alturas de ola definirá las zonas en que podrán fondear las embarcaciones.

b) El diseño y ubicación apropiados para las entradas de -- los puertos reducen los problemas de azolve y requieren de estudios de difracción.

En estos estudios, el dato más importante es el Coeficiente de Difracción, que se define como la relación que existe entre la altura de la ola difractada ( $H_d$ ) y la altura de la ola incidente ( $H_i$ ):

$$K' = \frac{H_d}{H_i}$$

Existen algunos métodos analíticos muy complicados para calcular este coeficiente, pero en la práctica se usa más el método gráfico.

Para la determinación en forma gráfica del Coeficiente de Difracción, se emplean los llamados Diagramas de Difracción, que se presentan en forma adimensional y pueden utilizarse para cualquier período y profundidad, para lo cual bastará con sobreponer una ampliación o reducción de la figura al plano del problema en estudio.

Sólo deberá tenerse especial cuidado en seleccionar el Diagrama de Difracción correspondiente al ángulo que forma la dirección del oleaje incidente con la estructura.

Cabe hacer notar que en un puerto se presentan casi siempre los dos fenómenos mencionados, pues las olas sufren Difracción al rebasar las obras exteriores (diques o rompeolas) y posteriormente sufren Refracción al llegar a la playa, como ya se dijo, por la presencia del fondo a profundidades pequeñas.

En consecuencia, se tendrán casi siempre diagramas combinados de Refracción-Difracción.

### Reflexión:

La reflexión es el fenómeno que se presenta al incidir el oleaje sobre un obstáculo, dando como resultado la amplificación de las ondas y un nuevo oleaje que se genera y se propaga desde la estructura o costa hacia el mar.

Este efecto se mide a través de la relación entre la altura de la ola reflejada ( $H_r$ ) y la altura de la ola incidente ( $H_i$ ), denominándose Coeficiente de Reflexión:

$$R = \frac{H_r}{H_i}$$

Este coeficiente varía desde 1.0 para reflexión total a 0 para reflexión nula. Se cuenta con gráficas que lo relacionan con la pendiente de la playa y diferentes valores de  $H_o/L_o$ .

Cuando la ola incide normalmente sobre una pared vertical, lisa e impermeable, se refleja totalmente, suscitándose un movimiento estacionario de las aguas llamado Clapotis total o Chapoteo, es decir, las olas no se desplazan, sólo suben-

y bajan en el mismo lugar, pues las características de la ola reflejada son iguales a las de la ola incidente, pero de dirección opuesta.

Se ha observado que la reflexión (sea total o parcial) está relacionada con la rotura, en función de la inclinación de la pared sobre la que incide.

Por experiencias de laboratorio se ha llegado a establecer un límite en esta inclinación, que divide la reflexión de la rotura:

$$i = \frac{8}{T} \sqrt{\frac{dr}{g}}$$

donde:  $i$  = pendiente de la playa.

$T$  = período de la ola.

$dr$  = profundidad a la cual la ola rompe.

para taludes fuertes:  $dr = H/2$

para taludes suaves:  $dr = 1.25 H$

$H$  = altura de la ola.

Al aplicar esta ecuación obtenemos una pendiente. Cuando la pendiente real es menor, la ola rompe; cuando es mayor, la ola se refleja.

### Rotura:

Cuando las olas encuentran aguas poco profundas, la altura de ola aumenta, mientras que su longitud disminuye. Consecuentemente, la inclinación de la ola ( $H/L$ ) aumenta y la ola empieza a ser inestable cuando su altura es alrededor de 0.8 de la profundidad, y entonces forma una rompiente.

La faja de olas que rompen casi continuamente a lo largo de la costa o sobre un banco o barra sumergidos es conocida como "surf".

Estas olas que rompen son completamente diferentes de las que rompen por sobreinclinación en aguas profundas, en donde las crestas son derribadas por el viento.

Existen cuatro tipos de rompientes, que se presentan en la tabla No. 9.

Tabla No. 9

Tipos de rompientes y características de la playa			
Tipo de Rompiente	Descripción	Talud de la playa	H/L
Vuelco (Spilling)	El agua es turbulenta y las burbujas se <u>v</u> ierten frente a la ola. Es el tipo más común.	tendido	1.2
Zambullida (Plunging)	La cresta se ensortija sobre una <u>g</u> ran bolsa de aire. Generalmente le sigue un suave chapoteo.	moderadamente inclinado	0.9
Desplome (Collapsing)	La rompiente ocurre <u>s</u> obre la mitad más baja de la ola. Bolsa de <u>a</u> ire mínima y <u>g</u> eneralmente no hay burbujas de chapoteo ni espuma.	inclinado	0.8
Ondulamiento (Surging)	La ola se desliza <u>a</u> riba y abajo en la <u>p</u> laya con poca o nula <u>p</u> roducción de burbujas.	inclinado	cerca de 0

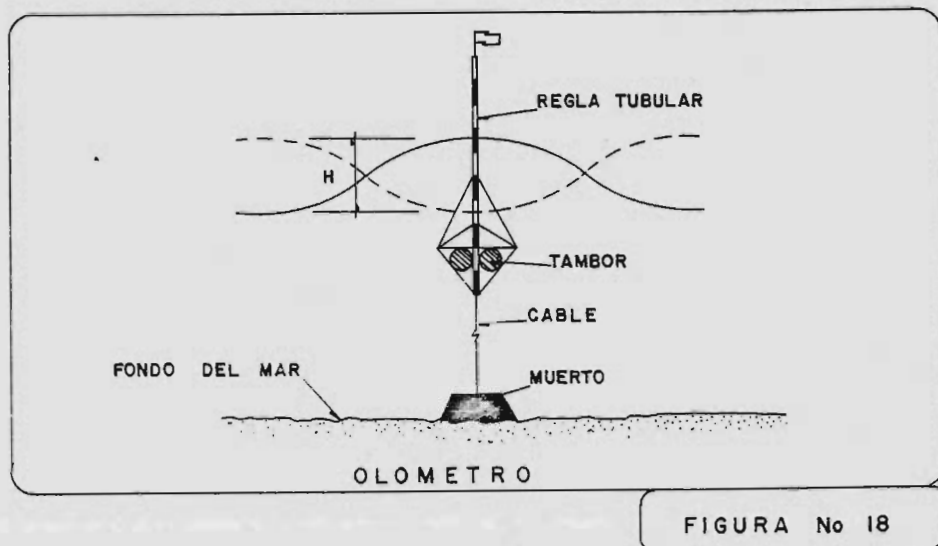
Para obtener los datos de oleaje de la zona de Las Lajitas, se consultaron las cartas del Sea and Swell, procesando los datos estadísticos del oleaje, cuyos resultados se presentan en la tabla No. 10.

Tabla No. 10

Resultados anuales de alturas de ola, períodos y tiempos de acción				
Alturas de la ola significativa (m)				
Dirección	Oleaje Local		Oleaje Distante	
Noroeste	2.01		2.67	
Oeste	1.60		2.32	
Suroeste	0.80		1.86	
Tiempos de acción				
	Horas	Segundos $\times 10^6$	Horas	Segundos $\times 10^6$
Noroeste	1,992.53	7.17	1,452.89	5.23
Oeste	464.37	1.67	793.01	2.85
Suroeste	71.87	0.26	191.24	0.69
Períodos (seg.)				
Noroeste	6.3			
Oeste	6.84			
Suroeste	6.65			

Por razones prácticas, será necesario comprobar estos datos directamente en el mar, usando olómetros u ológrafos.

El olómetro consiste en una baliza graduada en medios me---tros, en colores contrastantes, que se fija al fondo por me---dio de un "muerto", y se mantiene en posición vertical por---flotadores sumergidos (Figura No. 18).



El olómetro deberá fondearse a una profundidad tal que la ola esté poco modificada por la presencia del fondo, generalmente entre 25 y 30 metros.

Las observaciones suelen efectuarse 3 veces al día, a las 8, 13 y 18 horas. Se usa un tránsito y se observa el olómetro durante 5 minutos, registrándose la máxima altura observada en ese lapso. Al mismo tiempo, se toman los diferentes períodos, midiendo el tiempo transcurrido entre el paso de crestas sucesivas y registrando el período medio.

El ológrafo es un aparato eléctrico de registro automático que funciona por diferencia de presiones, pero que hasta la

fecha ha sido poco práctico y muy caro.

### 3.3.3.- Estudios Geotécnicos.

Cada día aumenta el convencimiento de que, en cualquier tipo de obra que pretendamos realizar, es necesario tener un conocimiento lo más completo posible de los materiales que componen los suelos que vamos a manejar.

También en las obras marítimas es de suma importancia hacer los muestreos y pruebas que nos proporcionen las propiedades del suelo que más nos interesen, de acuerdo al tipo de obra a realizar, por ejemplo: resistencia al esfuerzo cortante, densidad natural, densidad del suelo seco, contenido de humedad, peso específico, relación de vacíos, etc.

La textura y composición del material litoral es generalmente arenosa y puede definirse analizando muestras de los sedimentos superficiales (hasta 5 cm. de profundidad).

Estas muestras se obtendrán a todo lo largo de la sección - de la playa (berma, estran, rompientes y hasta 10 m. de profundidad) a intervalos de 2 mts. (Figura No. 19).

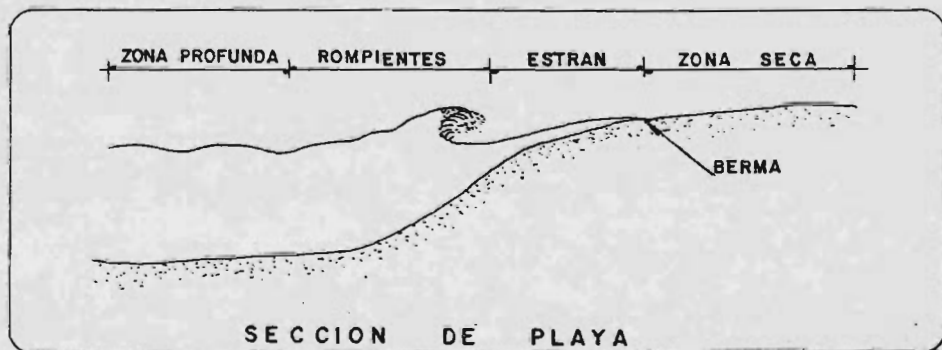


FIGURA No. 19

En una playa con pendiente constante, la separación de las secciones de muestreo podrán ser del orden de 200 metros, - reduciéndose esa separación en zonas que presenten irregularidades de configuración.

Se estudiarán con mayor detenimiento la granulometría y la densidad de sólidos, por su importancia en los cálculos del proyecto.

Para la zona en estudio se tiene el análisis de muestreos - efectuados en febrero de 1981, en la playa adyacente a la - Boca de Las Lajitas, así como a lo largo del estero y la zona interior del trazo del canal Las Lajitas-Bahía de la Bandera.

Los resultados serán utilizados para los cálculos de transporte litoral, transporte de sedimentos a lo largo del estero y diseño del canal. Algunos de estos resultados se incluyen en las gráficas Nos. 2, 3 y 4. El resumen de los mismos se presenta en la tabla No. 11.

Tabla No. 11

Resultados de muestreos de suelos

Localización	D <sub>50</sub> (mm)	S <sub>s</sub>	Tipo de material
Marisma B. La Bandera	0.155	2.576	Arena mal graduada 40% finos inorgánicos
Estero Las Lajitas	0.24	2.715	Arena mal graduada 2% finos inorgánicos
Playa adyacente a Las Lajitas	0.255	2.677	Arena mal graduada 3% finos inorgánicos



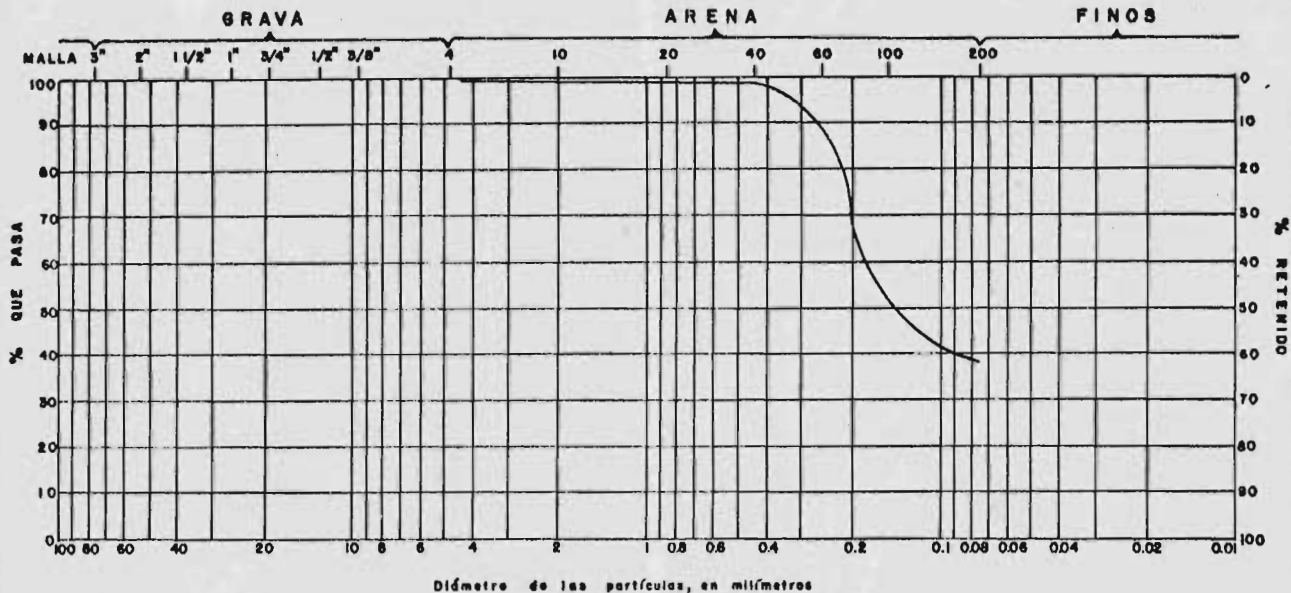


LOCALIZACION:  
MARISMA BAHIA  
DE LA BANDERA

$D_{10} =$  — mm.  
 $D_{30} =$  — mm.  
 $D_{60} =$  0.185 mm.

$C_u =$  —  
 $C_c =$  —  
 $S_u =$  2.576

$> 3^{\#} =$  0.0 %  
 $G =$  0.0 %  
 $S =$  60.4 %  
 $F =$  39.6 %



CLASIFICACION PETROGRAFICA: ARENA MAL GRADUADA DE GRANO MEDIO Y FINO, CON 40% DE FINOS INORGANICOS (SP).

ANALISIS GRANULOMETRICO BAHIA DE LA BANDERA

GRAFICA No. 2

LOCALIZACION:

ESTERO LAS LAJITAS

$D_{10}$  = 0.165 mm.

$D_{30}$  = 0.230 mm.

$D_{60}$  = 0.250 mm.

$C_u$  = 1.515

$C_c$  = 1.282

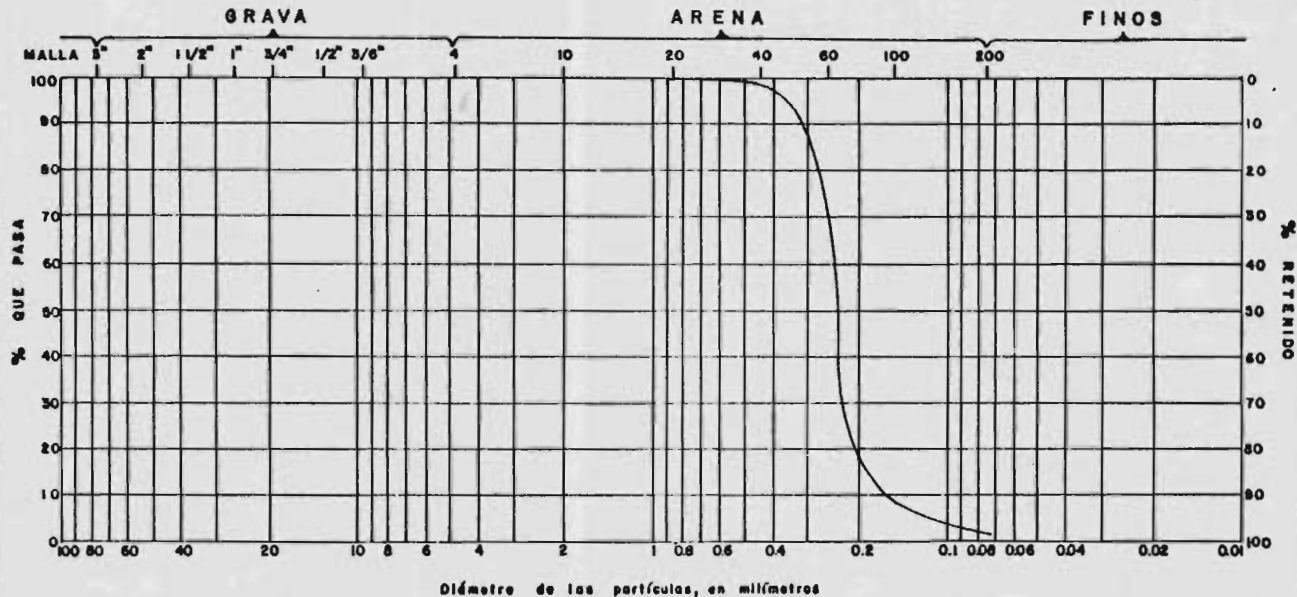
$S_u$  = 2.715

$> 3^{\text{m}}$  = 0.0 %

G = 0.0 %

S = 98.0 %

F = 1.9 %



CLASIFICACION PETROGRAFICA: ARENA MAL GRADUADA DE GRANO MEDIO Y FINO, CON 2% DE FINOS INORGANICOS (SP).

ANALISIS GRANULOMETRICO ESTERO LAS LAJITAS

GRAFICA No. 3

LOCALIZACION:

PLAYA LAS LAJITAS

$D_{10}^* = 0.155$  mm.

$D_{30}^* = 0.215$  mm.

$D_{60}^* = 0.265$  mm.

$C_u = 1.710$

$C_c = 1.125$

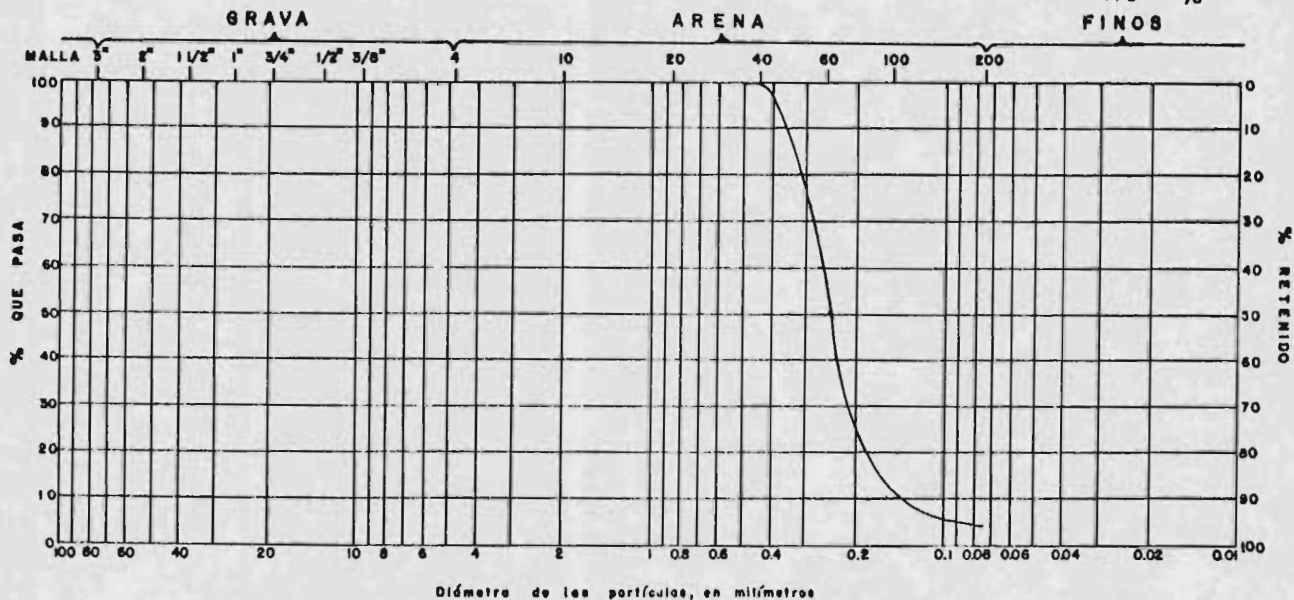
$S_s = 2.677$

$> 3^* = 0.0$  %

$G = 0.0$  %

$S = 95.2$  %

$F = 4.8$  %



CLASIFICACION PETROGRAFICA: ARENA MAL GRADUADA DE GRANO FINO, CON 3% DE FINOS INORGANICOS (SP).

ANALISIS GRANULOMETRICO PLAYA LAS LAJITAS

GRAFICA No. 4

Los parámetros utilizados para el diseño, serán los que se mencionan en la tabla No. 12, por ser el resultado del promedio de todas las muestras tomadas para cada caso.

Tabla No. 12

Parámetros de diseño	
Localización	D <sub>50</sub>
Canal Las Lajitas-Bahía de La Bandera (Diseño)	0.25 mm.
Estero Las Lajitas (Transporte de sedimentos)	0.25 mm.
Playa adyacente Las Lajitas (Transporte litoral)	0.42 mm.

### 3.3.4.- Transporte litoral.

El análisis referente a las características del oleaje en el frente marino Las Lajitas y los estudios geotécnicos respectivos, tienen como objetivo principal el cálculo del transporte litoral a lo largo de la costa adyacente.

A continuación explicamos la importancia de este fenómeno dentro de cualquier proyecto marino.

En la realización de una obra marítima, no sólo hemos de preocuparnos por la construcción, sino también de la conservación y mantenimiento de aquello que construimos.

El funcionamiento de una obra se ve principalmente afectada por la acción del mar en la costa adyacente a las instalaciones.

En términos generales, esta acción del mar provoca transpor

te del material de las playas, erosión en algunos puntos de la costa y, en consecuencia, depósitos o azolves en otras zonas, llegando en ocasiones a bloquear la obra.

Se llama transporte litoral al movimiento del material propiamente dicho, a lo largo de una región costera. Las características del transporte litoral dependen fundamentalmente de:

- El movimiento del agua (velocidad y dirección).
- Las partículas de material (tamaño, densidad, forma y posición).
- La pendiente propia de la playa.

Se pueden distinguir tres tipos básicos de transporte:

a) Material playero, que se mueve a lo largo de la playa, - en la zona del estran, con un movimiento de zig-zag o diente de sierra.

b) Material que se mueve en suspensión dentro de la zona de rompientes por corrientes longitudinales y debido a la turbulencia que producen las olas al romper.

c) Material de fondo, el cual se desliza rodando o saltando por el fondo, debido a las corrientes oscilantes de las --- olas. Este material se mueve mar adentro de la línea de rompiertes.

El parámetro más importante en la generación del transporte litoral es el ángulo de incidencia que el oleaje forma con la playa ( $\alpha$ ).

Existen varias fórmulas empíricas para evaluar el transporte litoral, de las cuales presentamos dos a continuación:

- Fórmula del Corps Engineering Research Center (CERC).

$$Q = 0.022 H_o^2 C_o K_r^2 \text{ sen } \alpha \text{ cos } \alpha$$

donde:

$C_o = \frac{g T}{2 \pi}$  = Celeridad de la ola en aguas profundas, en m/seg.

Q = Gasto sólido, en m<sup>3</sup>/seg.

H<sub>o</sub> = Amplitud de la ola en aguas profundas, en mts.

$\alpha$  = Angulo de incidencia de la ola en la rompiente.

$K_r^2$  = Coeficiente de refracción.

T = Período de la ola, en seg.

g = aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg<sup>2</sup>.

- Fórmula de Larras.

$$Q = K' g H_o^2 T \text{ sen } (7/4 \alpha) K_r^2$$

donde:

$K' = 0.118 \times 10^{-5} D_m^{-0.5} \left( \frac{L_o}{H_o} \right)$  = Coeficiente obtenido a partir del diámetro medio del sedimento transportado.

H<sub>o</sub> = Amplitud de la ola en aguas profundas.

T = Período de la ola, en seg.

$\alpha$  = Angulo de incidencia de la ola en rompiente.

D<sub>m</sub> = Diámetro medio del sedimento.

C<sub>o</sub> = Celeridad de la ola en aguas profundas, en m/seg.

$K_r^2$  = Coeficiente de refracción.

$$H_s = \text{Altura de la ola en rompiente} = \sqrt{H_o^2 K_r^2}$$

$L_o/H_o$  = Relación de esbeltez.

Para calcular el transporte litoral en la zona de Las Lajitas, se elaboraron diagramas de refracción en aguas profundas y bajas para calcular los coeficientes de refracción y los ángulos de incidencia del oleaje (Planos Nos. 7, 8 y 9).

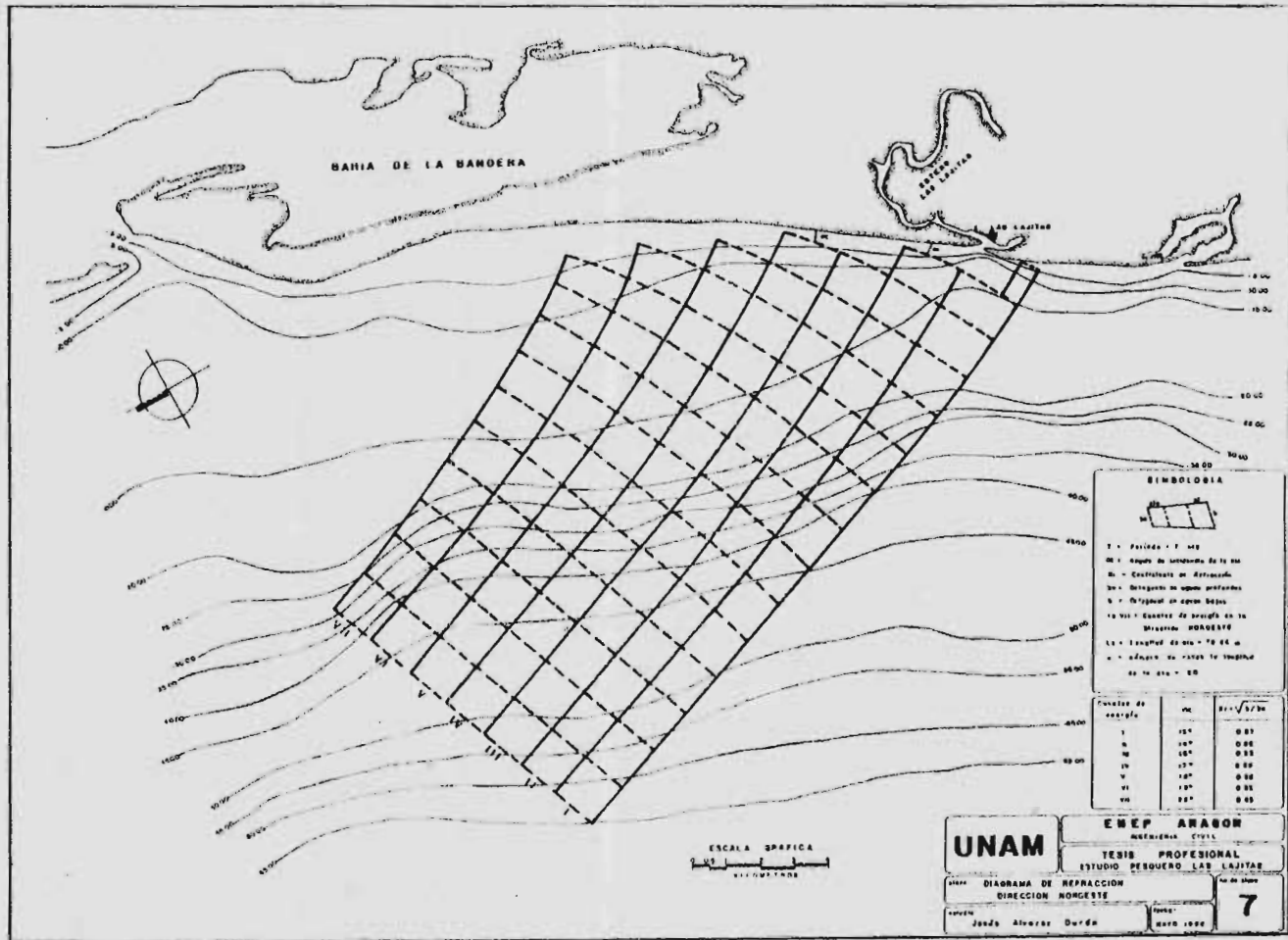
Los resultados del análisis de los diagramas de refracción están mostrados en la tabla No. 13.

Tabla No. 13

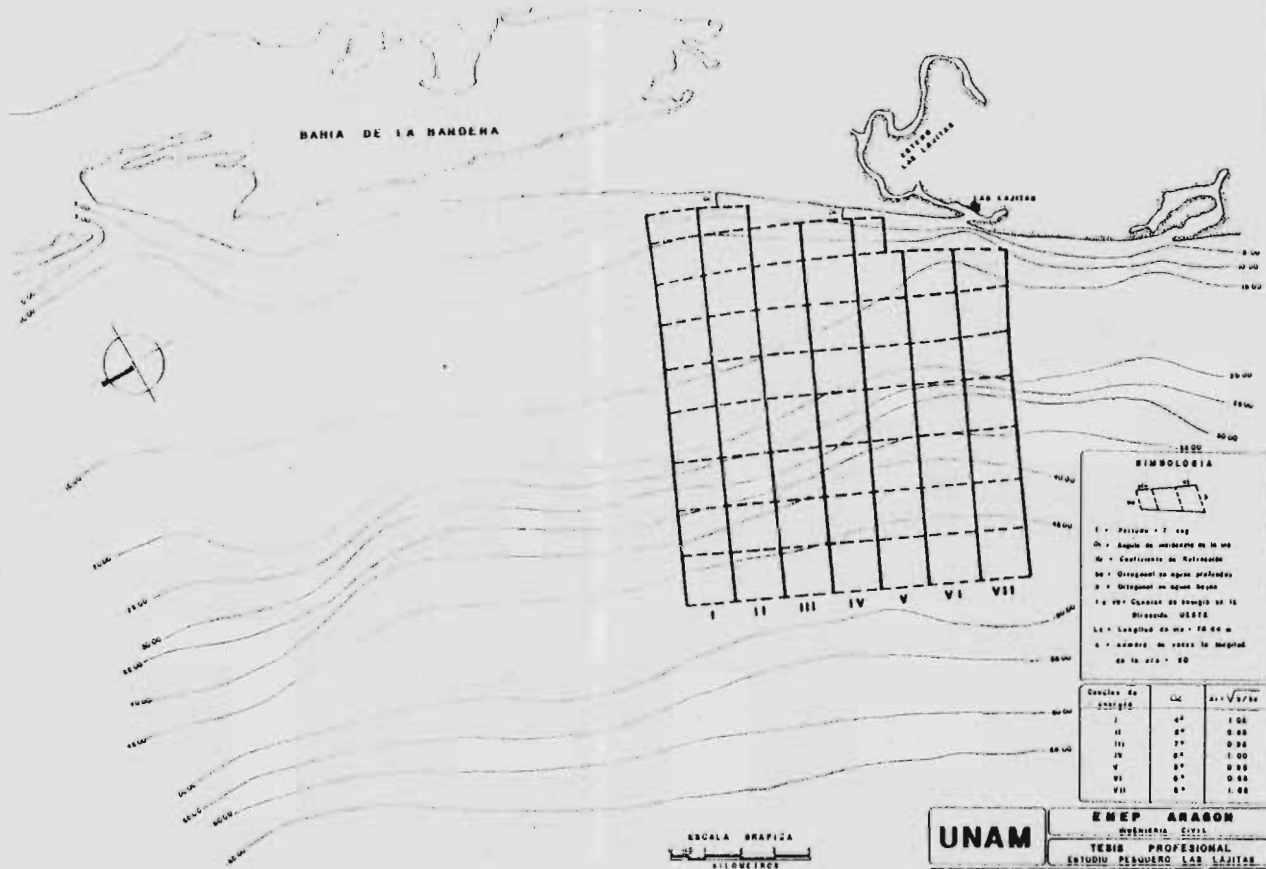
Análisis de los Diagramas de Refracción		
Dirección	Angulo de incidencia ( $\alpha$ )	Coefficiente de Refracción
Noroeste	14°	0.86
Oeste	3°	0.95
Suroeste	51°	0.90

Con estos datos y utilizando los métodos de Larras y el C.E.R.C., se calculó el transporte litoral, cuyos resultados se muestran en las tablas Nos. 14a y 14b.

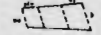
Cabe señalar que la fórmula de Larras es posiblemente la más usada en nuestro país, debido a que los valores con ésta calculados se apegan bastante a lo que realmente sucede en nuestras playas. Resulta de utilidad, como en el caso presente, emplear otra fórmula para comprobación.







**SIMBOLOGIA**



- I = Faltaron 7 cas
- Ch = Angulo de incidencia de la luz
- Co = Coeficiente de refracción
- de = Desviación en aguas profundas
- o = Desviación en aguas bajas
- Lo = Casos de tiempo de la marea: OESTE
- La = Longitud de las = 16 04 m
- o = número de veces la longitud de la ola = 20

Casales de	Chi	Co = V <sup>2</sup> /g
I	0°	1.00
II	0°	0.98
III	0°	0.96
IV	0°	1.00
V	0°	0.98
VI	0°	0.96
VII	0°	1.00

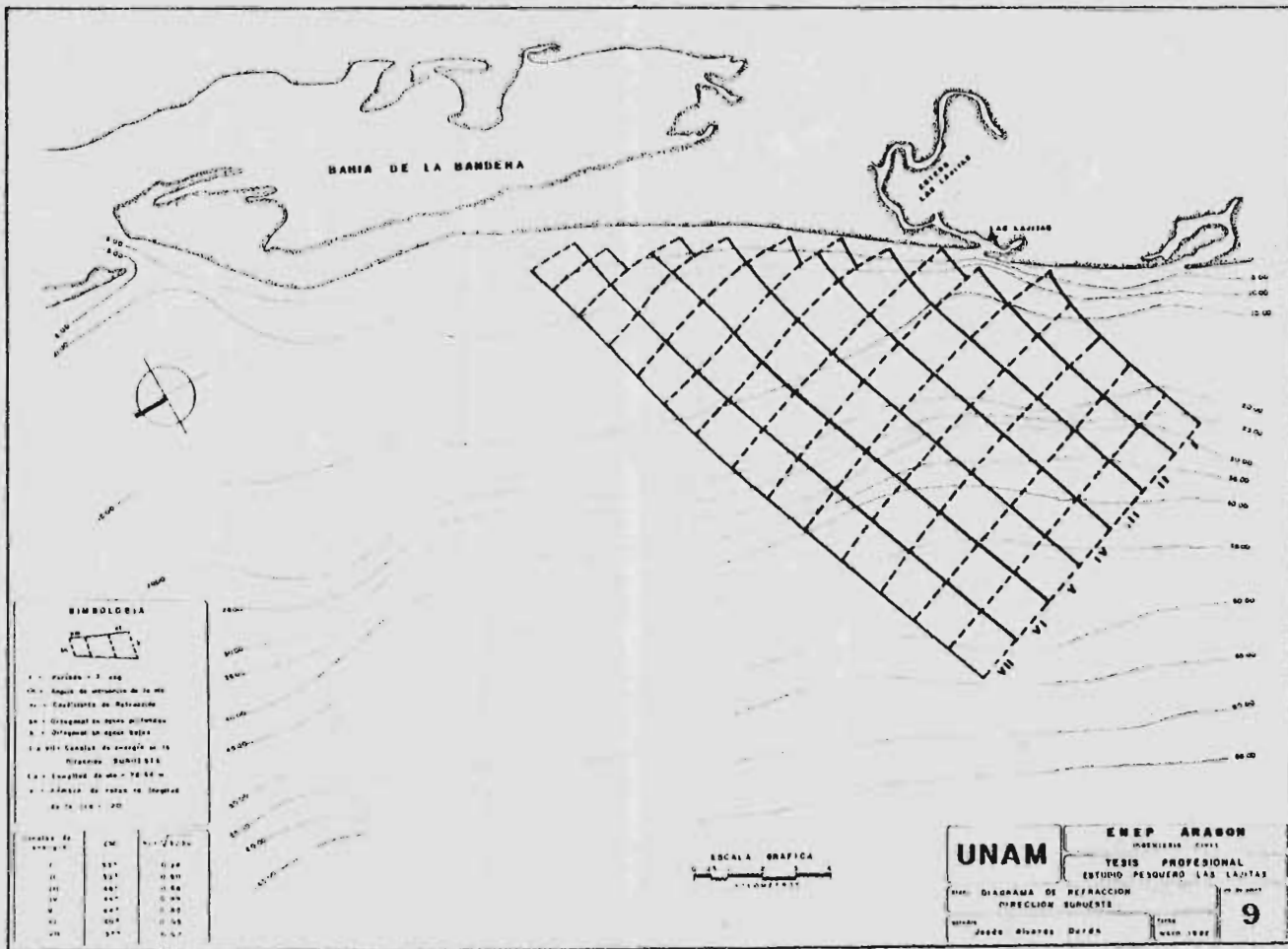


**UNAM**

**EMEP ARAGON**  
Ingeniería Civil

**TESIS PROFESIONAL**  
**ESTUDIO PESQUERO LAS LÁJITAS**

Tema: **DIAGRAMA DE REFRACCION**      No de pags: **8**  
 DIRECCION: **OESTE**  
 Autor: **José Alfredo Guíza**      Fecha: **MAYO 1958**



Cálculo del transporte litoral. Frente marino Las Lajitas  
Método de Larras

Dirección	$K'g \times 10^{-6}$	T	H <sub>0</sub>	H <sub>0</sub> <sup>2</sup>	$\alpha$	$\frac{K'g \times 10^{-6}}{H_0^2} \alpha$	$K'g^2$	t (seg $\times 10^6$ )	Q (m <sup>3</sup> /año)
Oleaje Local									
Noroeste	550	6.30	2.01	4.04	14	0.41469	0.74	7.17	+ 30,800.6
Deste	814.8	6.84	1.60	2.56	8	0.24192	0.90	1.67	+ 5,187.7
Suroeste	154	6.65	0.80	0.64	51	0.9999	0.99	0.26	- 168.7
Neto Dirección Norte Sur									35,819.6
Oleaje Distante									
Noroeste	414	6.30	2.67	7.13	14	0.41469	0.74	5.23	+ 29,841.5
Deste	562	6.84	2.32	5.38	8	0.24192	0.90	2.85	+ 12,833.2
Suroeste	662	6.65	1.86	3.46	51	0.9999	0.99	0.69	- 10,403.9
Neto Dirección Norte Sur									32,270.8
Neto Total									68,090.4

Nota: El signo (+) significa la dirección del transporte litoral hacia el sur; si es (-) la dirección es hacia el norte.

Tabla No. 14 b

## Cálculo del transporte litoral. Frente marino Las Lajitas

Método del C.E.R.C.

Dirección	H <sub>0</sub>	$0.022 H_0^2 \times 10^{-2}$	T	C <sub>0</sub>	K <sub>r</sub> <sup>2</sup>	$\alpha$	$\sin \alpha \cos \alpha$	$t(\text{seg} \times 10^6)$	Q(m <sup>3</sup> /año)
Oleaje Local									
Noroeste	2.01	8.89	6.30	9.83	0.74	14	0.2347	7.17	+108,822.6
Oeste	1.60	5.63	6.84	10.68	0.70	8	0.1378	1.67	+ 96,859.6
Suroeste	0.80	1.41	6.65	10.38	0.99	51	0.4891	0.26	- 18,425.6
Neto Dirección Norte Sur									187,256.6
Oleaje Distante									
Noroeste	2.67	15.69	6.30	9.83	0.74	14	0.2347	5.23	+140,095.1
Oeste	2.32	11.84	6.84	10.68	0.70	8	0.1378	2.85	+ 34,762.8
Suroeste	1.86	7.61	6.65	10.38	0.99	51	0.4851	0.62	- 26,301.5
Neto Dirección Norte Sur									148,556.4
Neto Total									335,813.0

Nota: El signo (+) significa la dirección del transporte litoral hacia el sur; si es (-) la dirección es hacia el norte.

### 3.3.5.- Estudios Hidrológicos.

Hasta ahora hemos considerado algunos aspectos que contemplan al mar en cierto modo independiente de lo que sucede en tierra.

Sin embargo, el comportamiento y la composición de las aguas del mar depende en gran parte de las características hidrológicas de la zona continental adyacente.

Esto es todavía más importante en un proyecto pesquero, en el que las aportaciones de agua dulce a las áreas de captura podrán determinar las condiciones favorables para una mayor producción de las especies que nos interesan.

Es por ello que debemos reseñar los principales aspectos hidrológicos de la cuenca a la que pertenece el estero Las Laguitas, esto es, la Cuenca del Río Fuerte.

El río Fuerte nace en el estado de Durango y presenta un desarrollo de 540 kms., tomando sucesivamente los nombres de Río Verde, Río San Miguel y finalmente Río Fuerte. Recibe aportaciones de arroyos y ríos como Barbechitos, Tumachic, Chimapas, Choix, Jaguari, Sivajahui, etc.

Al internarse en el estado de Sinaloa, forma el embalse de la presa Miguel Hidalgo, cuyos propósitos son: riego, control de avenidas y generación de energía eléctrica. También recibe en su cauce las presas derivadoras Sufragio y Chahuínahuac.

En todo su recorrido existen estaciones hidrométricas y climatológicas, cuyo objetivo es el de conocer el régimen del río, cuya cuenca abarca una extensión de 34,000 km<sup>2</sup>.

Entre las principales estaciones mencionaremos:

Batopilas, San Ignacio, Urique II, San Francisco, Chinipas, Palo Dulce, Huites, Choix, Las Cabañas, El Mahome, La Tina, Bocatoma Sufragio y San Miguel Zapotitlán.

En la última etapa de recorrido del Río Fuerte, que atraviesa la planicie costera, se tienen pendientes casi nulas, lo que ha originado la formación de esteros y brazos de mar -- que se introducen tierra arriba, teniendo como principal -- elemento para el flujo de agua la variación de mareas, así como las descargas de corrientes de agua dulce.

Tal es el caso de los esteros de San Juan, Chicura Viva, -- Manglón, Capoa, Bacorehuis, Agiabampo, Las Lajitas, etc. Este último es el motivo del presente estudio.

Drenan en él varios arroyos de tipo intermitente y con cauce no bien definido, principalmente en su margen izquierda.

A lo largo de su recorrido, en su margen derecha, se presentan grandes extensiones de dunas, así como terrenos sujetos a inundación según la variación de mareas y por las aportaciones de las corrientes y la precipitación.

Al estero El Cocodrilo, que forma parte del estero Las Lajitas, llegan drenes de descarga del distrito de riego No. 75, lo cual representa una aportación de agua dulce constante -- la mayor parte del año, pero estas aguas contienen residuos de insecticidas y plaguicidas que son regados en el distrito de riego, representando ésto una amenaza para la vida -- acuática del estero.

### 3.3.5.1.- Precipitación.

Precipitación es el agua que recibe la superficie terrestre en cualquier estado físico, proveniente de la atmósfera. Para que se origine la precipitación es necesario que una parte de la atmósfera se enfríe hasta que el aire se sature -- con el vapor de agua, originándose la condensación del vapor atmosférico.

La precipitación se mide en términos de la altura de lámina de agua y se expresa comúnmente en milímetros.

Los aparatos de medición se basan en la exposición a la intemperie de un recipiente cilíndrico abierto en su parte superior, en el cual se recoge el agua producto de la lluvia u otro tipo de precipitación, registrando su altura.

Pueden ser pluviógrafos o pluviómetros, según que el registro sea o no automático (figura No. 20).

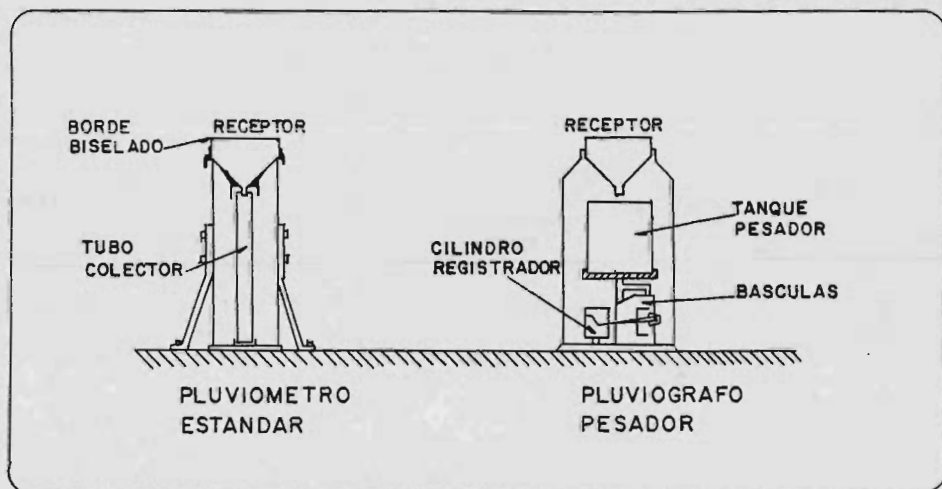


FIGURA No. 20

Para conocer la distribución y la precipitación media de -- una zona determinada se requieren varias estaciones pluviométricas, localizadas convenientemente.

El cálculo de la altura de precipitación media, de acuerdo a los datos de las estaciones, puede realizarse por varios criterios, como: a) promedio aritmético; b) método de las isoyetas; c) método de los polígonos de Thiessen.

A continuación describiremos el tercero de los métodos enumerados:

En este criterio, es necesario conocer la localización de las estaciones en la zona de estudio, ya que para su aplicación se requiere delimitar la zona de influencia de cada estación dentro del conjunto.

Para determinarla, primero se trazan triángulos que ligan las estaciones más próximas entre sí. A continuación se trazan líneas bisectrices perpendiculares a los lados de los triángulos, las cuales forman una serie de polígonos; cada uno de ellos contiene una estación.

Cada polígono es el área tributaria de su estación y la altura de precipitación media será:

$$hp_m = \frac{\sum_{i=1}^n hp_i At_i}{A}$$

donde:

A = área de la zona en km<sup>2</sup>.



$At_i$  = área tributaria de la estación  $i$ , en  $km^2$ .

$hp_i$  = altura de precipitación registrada en la estación  $i$ , -  
en mm.

$hp_m$  = altura de precipitación media.

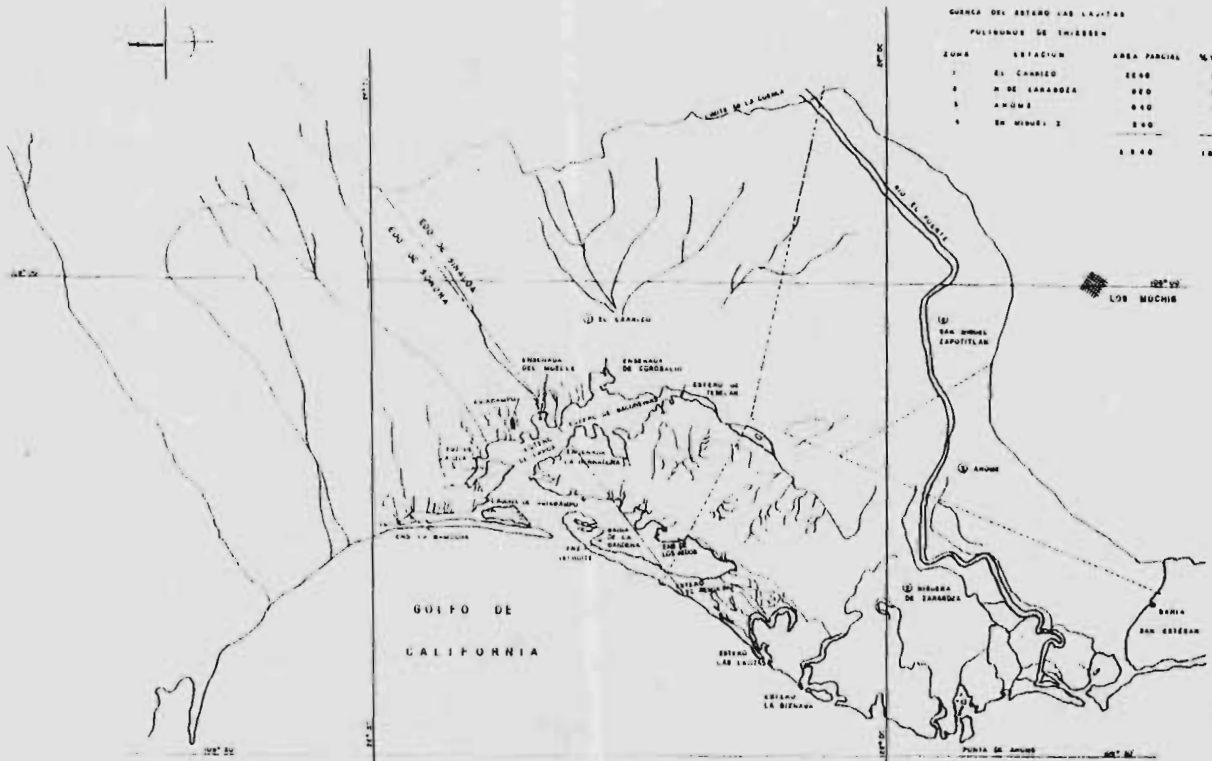
$n$  = número de estaciones en la zona.

La precipitación juega un papel importante en lo que se refiere a las aportaciones de agua dulce al estero Las Lajitas, tanto en forma directa, como por las aportaciones de las corrientes intermitentes y no bien definidas que se tienen en el lugar.

Con objeto de conocer las características de la precipitación del lugar, se tomaron en cuenta los datos obtenidos en las estaciones pluviométricas de Valle del Carrizo, Higuera de Zaragoza, Ahome y San Miguel Zapotitlán (plano No. 10) - para el período comprendido entre los años 1963-1979.

La metodología usada para determinar las precipitaciones medias mensuales y la precipitación media anual fué la de los polígonos de Thiessen.

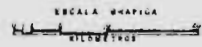
El resumen de la información obtenida y los resultados de los cálculos correspondientes se presentan en las tablas -- Nos. 15 y 16.



GUAYMAS DE ARAGON LAS LAJITAS  
POLIGONOS DE TRIANGULO

ZONA	ESTACION	AREA PARCIAL	% TRIANGULO
1	EL CARRIZAL	2200	25.25
2	N DE CARRIZAL	850	10.25
3	ANQUE	840	10.25
4	EN MINGUE 2	240	2.88
		8740	100.00

GOLFO DE CALIFORNIA



<b>UNAM</b>		<b>ENEP ARAGON</b>	
		INGENIERIA CIVIL	
FACULTAD DE INGENIERIAS DE TIERRAS		<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
		ESTUDIO PESQUERO LAS LAJITAS	
TITULAR: GUAYMAS DE ARAGON		NO. DE TESIS: 10	
AUTOR: José Alvarez Dardo		AÑO: 1958	

Tabla No. 15

Resumen de Datos Precipitaciones Medias Mensuales y Anuales en (mm)					
mes	El Carrizo	Higuera de Zaragoza	Ahome	San Miguel Zapotitlán	hp medias (Thiessen)
Oct.	31.28	22.36	23.36	23.18	27.63
Nov.	10.57	10.94	11.32	10.64	10.70
Dic.	11.46	16.45	13.76	15.01	13.22
Ene.	14.72	9.57	9.22	10.52	12.63
Feb.	11.36	9.55	10.04	10.14	10.70
Mar.	4.99	4.55	2.22	2.59	4.34
Abr.	0.28	0.26	0.48	0.55	0.33
May.	2.98	2.06	0.97	1.27	2.39
Jun.	2.64	1.03	1.71	0.71	1.93
Ago.	94.60	128.15	117.40	114.53	106.21
Sep.	50.98	75.33	83.71	85.55	63.66
Media Anual	317.88	319.94	318.25	335.09	321.13

Tabla No. 16

Precipitación Media Anual Polígonos de Thiessen				
Estación	Area Tributaria (km <sup>2</sup> )	%Area	hpi (mm)	At x hpi
El Carrizo	2,240	56.85	317.88	712,051.20
Higuera de Zaragoza	820	20.81	319.94	262,350.80
Ahome	240	6.09	318.25	76,380.00
San Miguel Zapotitlán	640	16.24	335.09	214,457.60
Totales	3,940			1'265,239.60
$hp_m = \frac{1'265,239.60}{3,940} = 321.13 \text{ mm.}$				

### 3.3.5.2.- Evaporación.

La evaporación es el proceso por el cual las moléculas del agua, en la superficie de un recipiente o en la tierra húmeda, adquieren suficiente energía cinética debido a la radiación solar y pasan del estado líquido al gaseoso.

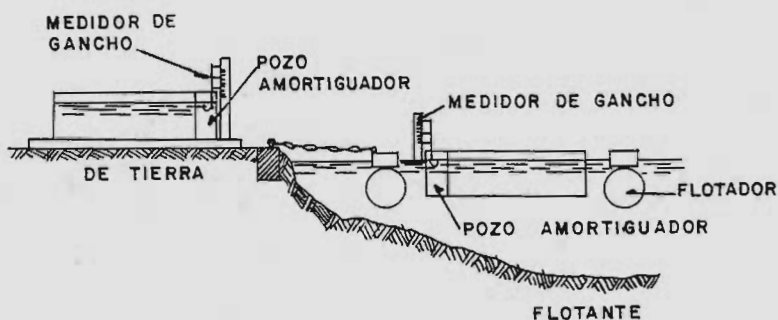
Este fenómeno eleva los requerimientos de almacenamiento de los depósitos y disminuye el rendimiento de lagos y estanques. Los pantanos y otras superficies húmedas retornan también mucha agua a la atmósfera.

Las velocidades de evaporación desde las superficies abiertas de agua varían con la temperatura y la presión del vapor de agua y del aire en contacto con ella y, adicionalmente, con la velocidad del viento, la presión barométrica y la calidad del agua.

La medición del grado de evaporación de una región se puede hacer en forma directa usando evaporímetros, que pueden ser terrestres o flotantes.

El evaporímetro más usual consiste en un recipiente circular de lámina, abierto en su parte superior, de aproximadamente 1.20 m. de diámetro y 0.26 m. de alto.

El recipiente se llena de agua hasta un nivel arbitrario y se mide la variación de nivel después de un cierto tiempo, usualmente un día. La diferencia de niveles proporciona un índice de evaporación de la región. En algunos evaporímetros, un medidor en forma de gancho dentro de un compartimiento amortiguador indica el cambio en el nivel del agua (figura No. 21).



EVAPORIMETROS

FIGURA No. 21

A semejanza de la precipitación, la evaporación juega también un papel importante en el balance hidrológico de la zona. Por ello fueron igualmente procesados los datos recopilados en las estaciones climatológicas de Valle del Carrizo, Higuera de Zaragoza, Ahome y San Miguel Zapotitlán, con objeto de determinar las evaporaciones medias mensuales y anuales de la zona en estudio.

Para valuar la evaporación media se usó también el método de polígonos de Thiessen, como para la precipitación.

En las tablas Nos. 17 y 18 se muestra el resumen de la información obtenida, así como los resultados de los cálculos correspondientes.

Tabla No.17

Resumen de Datos  
Evaporaciones Medias Mensuales y Anuales en (mm)

mes	El Carrizo	Higuera de Zaragoza	Ahome	San Miguel Zapotitlan	hp medias (Thiessen)
Oct.	174.81	143.62	141.39	162.06	166.27
Nov.	122.32	104.37	105.17	119.18	118.54
Dic.	85.53	78.14	85.06	89.06	85.67
Ene.	36.49	82.69	92.05	95.64	88.74
Feb.	106.44	98.10	111.94	116.25	108.11
Mar.	166.63	145.71	168.69	169.11	164.95
Abr.	221.27	172.70	194.98	203.01	209.17
May.	277.29	204.79	213.98	237.09	254.82
Jun.	317.62	225.86	223.05	244.74	234.03
Jul.	250.00	212.63	203.24	222.37	237.71
Ago.	213.49	195.19	171.26	185.63	202.36
Sep.	170.97	156.63	145.64	161.93	167.03
Media Anual	2192.86	1810.43	1856.45	2006.04	2087.89

Tabla No. 18

Evaporación Media Anual  
Polígonos de Thiessen

Estación	Area Tributaria (km <sup>2</sup> )	%Area	Evi (mm)	At x Evi
El Carrizo	2,240	56.85	2,192.86	4'912,006.40
Higuera de Zaragoza	820	20.81	1,810.43	1'484,552.60
Ahome	240	6.09	1,856.45	445,548.00
San Miguel Zapotitlán	640	16.24	2,006.04	1'384,167.60
Totales	3,940			8'226,274.60
$E_{vm} = \frac{8'226,274.60}{3,940} = 2,087.89 \text{ mm.}$				

### 3.3.5.3.- Esgurrimiento.

El esgurrimiento es la parte de la precipitación drenada -- por las cuencas hasta su salida. El superficial es aquél -- que proviene de la precipitación no infiltrada y que escurre sobre la superficie del suelo y la red de drenaje hasta salir de la cuenca.

El esgurrimiento de las lluvias está influido principalmente por:

- a) La intensidad, duración y distribución de la precipitación.
- b) El tamaño, forma, cubierta y topografía del área de captación.
- c) La naturaleza y condiciones del suelo.

Algunos de estos factores son constantes, otros varían con las estaciones.

Las aportaciones por esgurrimiento que recibe el sistema -- Las Lajitas provienen del dren que desemboca en el extremo donde el estero termina. Estas aguas ya llegan contaminadas por plaguicidas y fertilizantes.

Uno de los procedimientos para cuantificar el esgurrimiento, parte de la siguiente ecuación:

$$E = C_e \text{ pm } A$$

donde:

E = Volumen de esgurrimiento, en m<sup>3</sup>.

C<sub>e</sub> = Coeficiente de esgurrimiento.

pm = Precipitación media mensual.

A = Area de la cuenca, en m<sup>2</sup>.

El coeficiente de escurrimiento se calcula con las siguientes expresiones:

$$C_e = \frac{Kp - 250}{1000} \quad \text{si } K \leq 0.15$$

$$C_e = \frac{Kp - 230}{1000} + \frac{K - 0.15}{1.5} \quad \text{si } K > 0.15$$

donde:

C<sub>e</sub> = Coeficiente de escurrimiento.

p = Precipitación, en mm.

K = Parámetro que depende del tipo, uso y cubierta del suelo.

Los cálculos del escurrimiento se hacen como sigue:

1) Se determina el área total de la cuenca:

$$A = 3,940 \text{ km}^2$$

2) Se observan los tipos y usos del suelo, calculando sus áreas parciales, así como sus porcentajes respecto al área total (tabla No. 19).

Tabla No. 19

Usos del suelo		
Uso	área (km <sup>2</sup> )	%
Areas incultas y desnudas	1,780	45.17
Pastizales	1,210	30.72
Bosque de manglares	110	2.79
Areas de cultivo en hilera	840	21.32
Totales	3,940	100.00



3) Se determinan los valores del coeficiente K, de la tabla No. 20.

Tabla No. 20

Valores de K para determinar el Coeficiente de Escurrimiento			
Uso (o Cubierta) del Suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos			
En hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal (% del suelo cubierto o pastoreo)			
Más del 75% - Poco	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% - Regular	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% - Excesivo	0.24	0.28	0.30
Bosque			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Cascos y Zonas de edificaciones	0.26	0.29	0.32
Caminos, incluyendo derecho de vía	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30

4) Se determina la fórmula a utilizar, de acuerdo a los valores de K, calculándose cada valor de Ce (tabla No. 21).

Tabla No. 21

Valores de Ce'		
Uso del suelo	K	Ce
Areas incultas y desnudas	0.26	0.08
Pastizal con menos del 50% del suelo cubierto	0.24	0.07
Bosque de manglares	0.07	0.005
Areas de cultivo en hilera	0.24	0.07

5) Se multiplica cada Ce por el porcentaje de área que le corresponda (tabla No. 22).

Tabla No. 22

Obtención del factor de escurrimiento		
Ce	%	Ce x %
0.08	45.17	3.61
0.07	30.71	2.15
0.005	2.79	0.01
0.07	21.32	1.49
Total		7.26 %

6) Los volúmenes de agua por escurrimiento se calculan de acuerdo a los valores de precipitación mensual, multiplicándolos por el factor de escurrimiento (tabla No. 23).

Tabla No. 23

Cálculo del Escurrimiento		
Mes	Precipitación (mm.)	Escurrimiento (mm.)
Julio	67.39	4.89
Agosto	106.21	7.71
Septiembre	63.66	4.62
Octubre	27.63	2.01
Noviembre	10.70	0.78
Diciembre	13.22	0.96
Enero	12.63	0.92
Febrero	10.70	0.78
Marzo	4.34	0.32
Abril	0.33	0.02
Mayo	2.39	0.17
Junio	1.93	0.14
Totales Anuales	321.13	23.32

#### 3.3.5.4.- Evapotranspiración.

Llamada también uso consuntivo, describe la cantidad de --- agua extraída de una determinada área o zona por los procesos de transpiración y evaporación del suelo y las superficies de agua.

Se cuenta con bastantes métodos para estimar la evapotranspiración, pero ninguno se considera como general. Aquí usaremos el método de Thornthwaite.

Con las limitaciones que este método tiene, consiste en co-

rrelacionar las temperaturas medias mensuales con la evapotranspiración, considerando que en una cuenca con diversos cultivos y cuyas demandas de agua ocurren en diversas épocas del año, como es la zona del estero Las Lajitas, existirán ciertas compensaciones entre esas exigencias de las distintas cosechas, y que podrá determinarse su "uso consuntivo" medio de la zona, que con base en los datos observados, sigue una marcha paralela a las variaciones de temperatura-media mensual, durante el año.

La fórmula para el cálculo de la evapotranspiración será:

$$e = \frac{1.6 (10 T)^a}{I}$$

donde:

e = Evapotranspiración mensual.

T = Temperatura mensual.

$$a = 675 \times 10^{-9} I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 1792 \times 10^{-5} I + 49239 \times 10^5$$

I = Eficiencia térmica de la temperatura en el año. Se obtiene por la suma de los valores mensuales de "i", cuyo cálculo se efectúa con la fórmula:

$$i = \left( \frac{T}{5} \right)^{1.514}$$

i = Eficiencia térmica mensual.

T = Temperatura mensual.

Los resultados de los cálculos de evapotranspiración se presentan en la tabla No. 24. En ella se incluyen ajustes que responden a la variación del número de días de cada mes y del número de horas de asoleamiento, de acuerdo a la esta--

ción del año.

El valor de "a" será:

$$a = 675 \times 10^{-9} I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 1792 \times 10^{-5} I + 49239 \times 10^{-5}$$

$$a = 1.5813 - 1.3599 + 2.30 + 0.49239 = 3.0938$$

Tabla No. 24

Cálculo de la Evapotranspiración  
(Temperaturas Medias Mensuales en el Carrizo)

Mes	T	i	E	Ajuste	Evapotranspiración.
Octubre	26.9	12.77	13.36	0.99	12.87
Noviembre	22.0	9.42	7.63	0.91	6.72
Diciembre	17.9	6.90	4.03	0.91	3.12
Enero	16.8	6.26	3.31	0.92	2.39
Febrero	18.3	7.13	4.31	0.88	3.43
Marzo	19.5	7.85	5.25	1.03	4.22
Abril	21.6	9.16	7.20	1.06	6.14
Mayo	25.1	11.50	11.47	1.15	10.32
Junio	29.8	14.92	16.08	1.15	14.93
Julio	31.8	16.46	17.21	1.17	16.04
Agosto	30.5	15.45	16.52	1.12	15.40
Septiembre	29.9	14.99	16.15	1.02	15.13
Anual	26.18 (prom)	132.81 (suma)			97.84 (suma)

Después de haber calculado los valores de cada una de las características hidrológicas de la zona en estudio, debemos hacer el balance de niveles de la misma, que nos proporcionará el valor de la lámina neta anual por régimen hidrológico de la zona. Dicho balance se presenta en la tabla No. 25.

Tabla No. 25

Balance de Niveles en el Estero Las Lajitas (mm)

Mes	Nivel al inicio (m)	Nivel al final (m)	Precipitación (mm)	Escorrentamiento (mm)	Evaporación (mm)	Evapot. (mm)
Jul.	0.00	-0.326	67.39	4.89	237.71	160.4
Ago.	-0.326	-0.569	106.21	7.71	202.86	154.0
Sep.	-0.569	-0.819	63.66	4.62	167.02	151.3
Oct.	-0.819	-1.084	27.63	2.01	166.27	128.7
Nov.	-1.084	-1.258	10.70	0.78	118.54	67.2
Dic.	-1.258	-1.361	13.22	0.96	85.67	31.2
Ene.	-1.361	-1.46	12.63	0.92	88.74	23.9
Feb.	-1.46	-1.591	10.70	0.78	108.11	34.3
Mar.	-1.591	-1.793	4.34	0.32	164.95	42.2
Abr.	-1.793	-2.063	0.33	0.02	209.17	61.4
May.	-2.063	-2.418	2.39	0.17	254.82	103.2
Jun.	-2.418	-2.849	1.93	0.14	284.03	149.3
Totales			321.13	23.32	2087.89	978.4

Lámina Neta de Pérdida Anual por régimen hidrológico. = 2.85 m.

## C A P I T U L O     I V

### 4.- ESTUDIOS ECOLOGICOS.

#### 4.1.- Generalidades.

Entre los principales objetivos que nos hemos marcado está el de incrementar la productividad pesquera del sistema del estero Las Lajitas y la bahía de la Bandera, lo cual traerá como consecuencia el progreso de sus cooperativas y un considerable aumento al ingreso per cápita de la población.

Para determinar la magnitud real del incremento mencionado, hemos de conocer el estado ecológico que presentan actualmente y los cambios y mejoras que traería consigo la obra, datos que nos servirán para efectuar una evaluación acertada de nuestro proyecto.

Por ello vamos a analizar ahora los parámetros físico-químicos de los dos cuerpos de agua, así como la biota y los recursos pesqueros que explotan las cooperativas, su producción actual y las recomendaciones necesarias para llevar a cabo un mejoramiento ecológico de la zona.

Estos estudios se realizan por medio de estaciones de muestreo, tanto en lo que se refiere al agua, como al plancton, bentos y necton (véanse párrafos 4.3.1., 4.3.2. y 4.3.3.).- Las estaciones establecidas en la zona se muestran en las figuras Nos. 22 y 23.



FIGURA No. 22



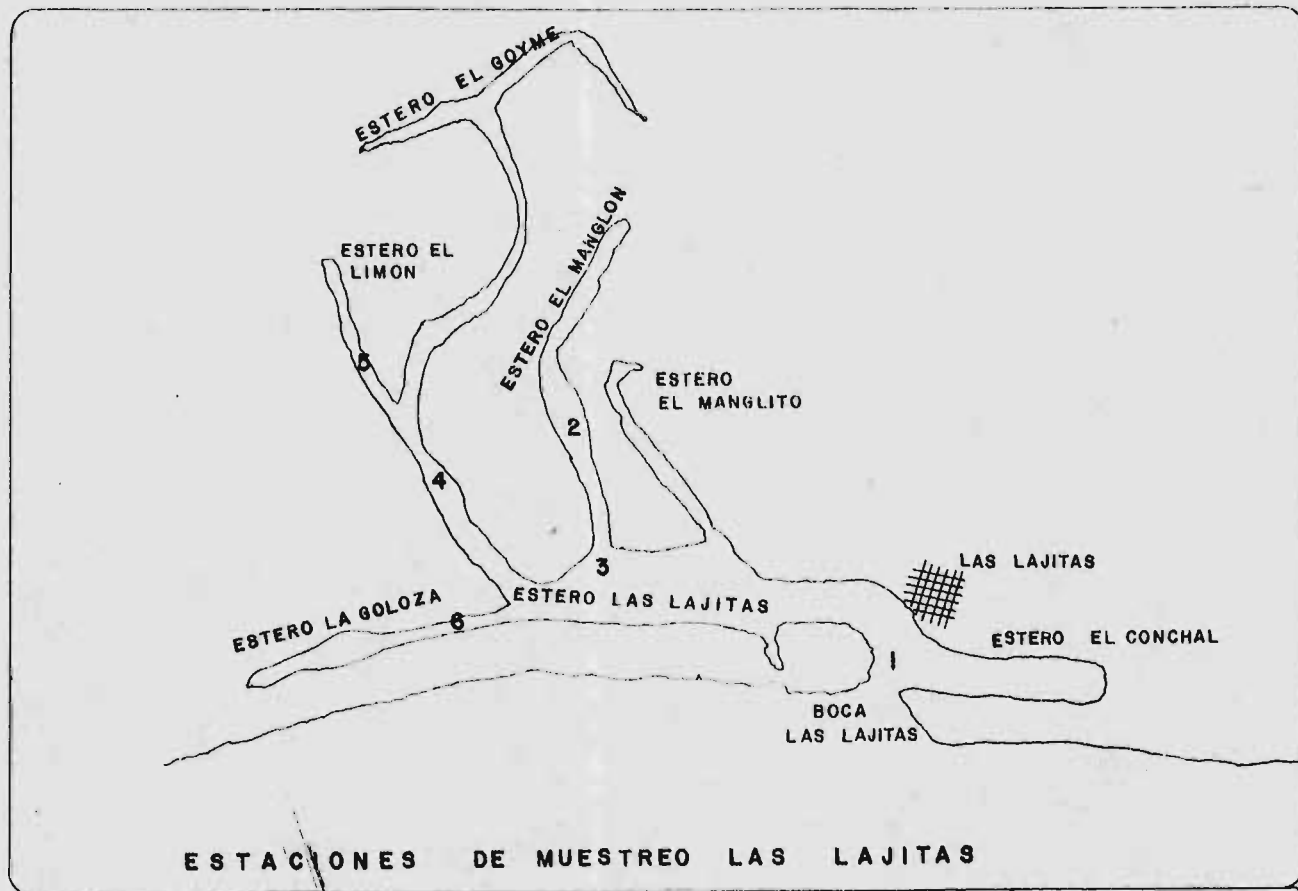


FIGURA No. 23

#### 4.2.- Análisis físico-químicos del agua.

Con respecto al agua de los dos cuerpos en estudio, nos interesa saber su composición y grado de contaminación, para poder medir qué tan adecuada es para la vida y multiplicación de las especies de captura.

##### 4.2.1.- Bahía de la Bandera.

Los muestreos realizados en cinco estaciones durante los meses de octubre y noviembre de 1980 nos proporcionaron los valores de campo que se muestran en la tabla No. 26.

Si se analiza el comportamiento del oxígeno disuelto se puede notar que sufre un fuerte abatimiento hacia el interior de este cuerpo de agua. Esto es provocado principalmente -- por la falta de movimiento de las aguas ahí contenidas.

Asimismo, la salinidad crece hacia el interior de la bahía debido a la falta de mezclados de las aguas y al decaimiento de la profundidad que, unido a la evaporación, origina el aumento de cloruros.

La temperatura obtenida en las dos campañas es bastante estable, mostrando un valor promedio de  $21.9^{\circ}\text{C}$  para la época, lo que indica que 1980 fué un año frío y que para las condiciones normales de otros años, la irradiación solar será mayor, incrementándose la salinidad general.

El resto de los parámetros físico-químicos presenta un comportamiento similar a los anteriores, teniendo valores un poco mayores en la parte interna que los obtenidos en la Boca, lo que nos hace pensar que un buen mezclados de las ----

aguas podría resultar benéfico.

En relación a los índices de contaminación, se determinaron por el aspecto bacteriológico, utilizando los "coliformes" como gérmenes indicadores. En esta laguna se encontró una ligera contaminación que provenía del campamento de pescadores y en menor grado, del dren de riego.

#### 4.2.2.- Las Lajitas.

En la tabla No. 27 podemos ver los resultados logrados en seis estaciones de muestreo, durante los meses de octubre y noviembre de 1980.

El oxígeno disuelto se presenta con un valor medio de 4.91 mg/lt. contra 2.68 mg/lt. en la bahía de la Bandera, pero en el sitio de posible unión de ambos cuerpos por medio del canal, tenemos en las Lajitas valores de 7.2 y 9.0 mg/lt. contra 0.32 y 0.48 mg/lt.

La salinidad presenta un valor medio de 33.6 ‰ contra 43.1 en la Bandera, para la misma época. Es conveniente recordar que la salinidad en los diferentes mares puede ser muy variable, pero oscila, como término medio, entre 33 ‰ y 37 ‰.

Los análisis bacteriológicos efectuados para esta laguna -- muestran una mayor proporción de coliformes en las estaciones 1 y 3, que se encuentran inmediatas al campamento pesquero.

Tabla No. 26

Parámetros físico-químicos del agua  
Bahía de la Bandera

Parámetro	Estación				
	1	2	3	4	5
Octubre 18 de 1980					
Hora	10:20	11:05	12:00	12:40	13:35
Ox. Dis. (mg/lt)	0.32	1.30	2.79	3.45	4.99
Salinidad (‰)	51	44	43	39	36
Temperatura (°C)	22.5	22.5	22.5	23.0	23.0
pH	7.5	6.8	7.3	7.7	7.1
Turbidez (m)	0.50	0.48	0.50	0.57	0.65
Cloruros (mg/lt)	27.0	23.95	24.1	21.9	21.0
Dur. Tot. (mg/lt)	1310.0	1015.0	1147.0	1109.0	1084.0
Sol. Tot. (mg/lt)	61	65	73	84	150
Sulfatos (mg/lt)	2.225	1.973	1.986	1.804	1.730
Fosfatos (mg/lt)	4.019	3.824	3.552	2.617	2.123
Nitratos (mg/lt)	13.432	12.294	12.033	10.987	9.758
E. Col./100 ml.	79	64	105	93	141
Sol. Susp. (mg/lt)	28	31	24	20	23
Noviembre 21 de 1980					
Hora	12:15	12:30	13:20	14:05	14:55
Ox. Dis. (mg/lt)	0.48	1.49	3.00	3.55	5.40
Salinidad (‰)	50	46	44	41	37
Temperatura (°C)	20.5	21.5	20.5	21.5	21.5
pH	7.5	7.0	7.4	7.4	7.2
Turbidez (m)	0.53	0.49	0.54	0.60	0.69
Cloruros (mg/lt)	27.75	25.5	24.5	22.75	20.3
Dur. Tot. (mg/lt)	1400.0	1220.0	1290.0	1382.0	1177.0
Sol. Tot. (mg/lt)	127	93	132	141	166
Sulfatos (mg/lt)	2.286	2.101	2.019	1.874	1.672
Fosfatos (mg/lt)	3.375	3.241	2.863	2.238	2.121
Nitratos (mg/lt)	12.813	12.007	11.924	11.221	9.342
E. Col./100 ml.	97	79	135	94	130
Sol. Susp. (mg/lt)	32	30	26	22	21

Tabla No. 27

Parámetros físico-químicos del agua  
Estero Las Lajitas

Parámetro	Estación					
	1	2	3	4	5	6
Octubre 17 de 1980						
Hora	9:30	10:25	11:30	12:40	13:35	14:30
Ox. Dis. (mg/lt)	2.0	2.7	3.0	5.6	7.2	4.1
Salinidad (‰)	38	41	41	18	23	36
Temperatura (°C)	23.0	23.0	23.5	23.0	23.0	23.0
pH	8.0	6.9	7.4	6.8	6.7	7.2
Turbidez (m)	0.75	0.51	0.70	0.72	0.46	0.47
Cloruros (mg/lt)	20.5	21.95	22.1	10.0	11.2	19.7
Dur. Tot. (mg/lt)	1395.0	1230.0	1320.0	1225.0	935.0	1043.0
Sulfatos (mg/lt)	1.689	1.803	1.821	0.824	0.922	1.623
Fosfatos (mg/lt)	2.844	2.721	3.117	1.806	1.982	2.011
Nitratos (mg/lt)	9.981	10.744	10.859	6.863	8.217	9.125
Sol. Tot. (mg/lt)	148	79	142	157	74	72
E. Col./100 ml.	113	67	95	88	44	92
Sol. Susp. (mg/lt)	37	40	25	23	38	21
Noviembre 20 de 1980						
Hora	11:45	12:45	13:50	15:25	16:15	17:15
Ox. Dis. (mg/lt)	3.7	4.7	4.7	7.6	9.0	4.7
Salinidad (‰)	40	42	41	20	25	38
Temperatura (°C)	22.0	22.0	22.5	21.5	21.5	22.0
pH	8.2	7.1	7.6	7.0	6.9	7.3
Turbidez (m)	0.80	0.54	0.72	0.77	0.48	0.51
Cloruros (mg/lt)	22.25	23.25	22.75	11.25	13.75	21.0
Dur. Tot. (mg/lt)	1420.0	1300.0	1350.0	1230.0	950.0	1190.0
Sulfatos (mg/lt)	1.833	1.916	1.874	1.027	1.133	1.730
Fosfatos (mg/lt)	2.746	2.922	1.744	1.625	1.879	1.632
Nitratos (mg/lt)	10.454	11.388	10.985	7.752	8.869	9.473
Sol. Tot. (mg/lt)	189	138	137	144	87	115
E. Col./100 ml.	128	78	69	81	62	87
Sol. Susp. (mg/lt)	36	26	22	22	27	19

Los datos medios de los dos sistemas, obtenidos en campo, y la comparación de sus valores numéricos, nos hacen suponer que resultaría ventajosa para ambos cuerpos de agua la construcción de un canal que permita la comunicación y mezcla de los elementos físico-químicos que se encuentran en cada uno de ellos, ya que ambos mejorarían mutuamente sus condiciones ambientales.

Se puede asegurar que el oxígeno disuelto se vería mejorado no sólo por la mezcla de los contenidos actuales, sino por el movimiento del agua provocado por la marea.

La salinidad se hará más homogénea, perdiendo la bahía de La Bandera su valor de hipersalinas, y las partes del estero Las Lajitas que actualmente son hiposalinas incrementarán su contenido de sales, lo cual mejorará la calidad del agua en esas áreas.

En general, la mezcla resultante de la unión del agua de los dos sistemas incrementará las condiciones favorables, lo que redundará en un considerable mejoramiento ecológico.

#### 4.3.- Análisis biológico.

##### 4.3.1.- Plancton.

Plancton es el conjunto de organismos de tipo animal o vegetal que viven en las aguas marinas o dulces y no están dotados de movimiento propio, o bien, éste es ineficaz para contrarrestar las corrientes, el oleaje, etc. Por lo común, el plancton se encuentra en la superficie del agua.

Puede dividirse en fitoplancton (organismos de tipo vege---

tal) y zooplancton (organismos de tipo animal).

En las estaciones indicadas anteriormente, los muestreos de fitoplancton se realizaron con una red de 50 micras de abertura de malla, en movimientos circulares de 10 m. de diámetro durante cuatro minutos. Los de zooplancton se realizaron con una red de 250 micras de abertura de malla, en movimientos circulares de 10 m. de diámetro.

En la bahía de la Bandera se registraron para el fitoplancton poblaciones de clorofitas y las densidades fueron hasta de 40,000 cel/lt., pero al final de la bahía se registraron únicamente alrededor de 10,000 cel/lt.

En cuanto al zooplancton, la biomasa registrada es mínima, con registros hasta de 1050 organismos/m<sup>3</sup>, tomando en cuenta que en la boca de la bahía se observaron registros de -- 18,000 organismos/m<sup>3</sup>.

Las comunidades principales fueron de copépodos, larvas de moluscos, quetognatos, larvas nauplius y ctenóforos.

En las Lajitas las comunidades predominantes fueron de copépodos, decápodos y anfípodos.

Los copépodos son una sub-clase de crustáceos de pequeñas dimensiones, muy comunes en el plancton marino. Constan de cinco segmentos, el primero de los cuales se suelda a la cabeza. Para nadar se sirven del segundo par de antenas y su desarrollo es indirecto por medio de una larva nauplius.

Los moluscos son un filum de animales no articulados, de -- cuerpo blando, a menudo protegido por una concha.

Los quetognatos son un grupo de metazoos deuteróstomos de - cuerpo alargado y fusiforme dividido en tres regiones: cabeza, tronco y cola.

El nauplius es una fase larvaria primitiva en distintos grupos de crustáceos. Es una forma libre y presenta tres pares de apéndices que corresponden a los dos pares de antenas y a las mandíbulas, y está provisto de un ojo impar.

Los ctenóforos son un tipo de metazoos radiados provistos - de simetría bilateral doble. Posee unas células adhesivas - sobre los tentáculos, denominados coloblastos.

Los decápodos son crustáceos que tienen, como el cangrejo, - diez patas.

#### 4.3.2.- Bentos.

Bentos es el conjunto de organismos vegetales y animales -- que viven en contacto con el fondo del mar y que por ello - suelen encontrarse en las zonas cercanas al mismo.

En la bahía de La Bandera se registraron varias especies de algas, siendo más abundantes hacia la boca que en el interior de la bahía.

Se encontraron algunos moluscos como: callo de hacha, caracol, abulón, almeja.

Los crustáceos más abundantes fueron el camarón azul y el - camarón café, distribuyéndose de la boca hasta la mitad de la bahía, sin llegar a la parte final.

En el estero Las Lajitas se encontraron algunos celentera--



dos, platelmintos, anélidos, moluscos como el ostión, y --- crustáceos como los camarones azul y café. También se encontró mucha jaiba, que no se explota.

#### 4.3.3.- Necton.

Necton es el conjunto de organismos que nadan libremente -- dentro del agua.

El arte de pesca utilizado para realizar este muestreo fué la atarraya, con cinco metros de diámetro y una pulgada de abertura de malla.

En bahía de la Bandera se encontraron lisa, mojarra, corvina, botete, cabrilla y pargo.

En el estero Las Lajitas las principales especies capturadas fueron lisa, corvina, mojarra, lenguado, robalo y pargo.

#### 4.4.- Conclusiones y recomendaciones.

Como resultado de los muestreos de los parámetros físico---químicos del agua, se observa la falta de circulación en la bahía de la Bandera, registrándose salinidades hasta de --- 51‰ y valores de oxígeno disuelto menores de 1.0 mg/lt., - parámetros que cada vez dificultan más la vida de los organismos. Los parámetros físico-químicos en el estero Las Lajitas son más homogéneos y no presentan cambios tan bruscos.

Respecto a la calidad del agua en relación a la presencia - de coliformes, se observa que la contaminación es ligera y que se pueden considerar como áreas de crecimiento apropiadas para organismos de consumo.

En lo que respecta a las especies pesqueras, éstas se distribuyen en donde el ambiente les es más favorable, por ello en la bahía de La Bandera se registra mayor abundancia en la primera mitad y después disminuyen gradualmente. En el estero Las Lajitas se encuentran distribuidas más uniformemente.

En cuanto a la producción, tomando como base el camarón, especie cuya explotación ha sido más regular, se tienen los siguientes datos:

De acuerdo a las estadísticas, el estero Las Lajitas es más productivo que la bahía de La Bandera, ya que se registran producciones de 7 a 27 kg/Ha de camarón, mientras que en la segunda se registra un promedio de 3 kg/Ha, por lo que con una obra de mejoramiento ambiental, se incrementaría la producción.

Con una interconexión entre los dos cuerpos de agua, se lograría tener una mejor circulación del agua, de manera que los parámetros físico-químicos se hicieran más homogéneos - adquiriendo características marinas, pero no hipersalinas.

Con esto se lograría también una distribución más homogénea de las especies y se incrementaría la producción, obteniéndose rendimientos hasta de 80 a 100 kg/Ha/año en ambos cuerpos de agua, sin dejar zonas improductivas, como las que existen actualmente.

Sin embargo, es conveniente recomendar, además de las obras de mejoramiento ambiental que incrementen la producción natural, los cultivos controlados, con los cuales podrían ob-

tenerse hasta 500 kg. a 1 ton/Ha/año.

Así pues, los efectos benéficos de la mezcla de las aguas -  
son:

- a) Generación de corrientes por densidad y por marea que in  
crementan los niveles de oxígeno disuelto.
- b) Intercambio de sedimentos que ocasionan reacciones química  
s, las cuales liberan nutrientes que favorecen la función  
fotosintética.
- c) Abatimiento de la turbiedad, al flocularse los sedimenta  
dos arcillosos por reacción eléctrica y química con el agua  
salina proveniente del mar.
- d) Homogeneidad de la salinidad, temperatura y el pH, propo  
rcionando una regulación de estos parámetros.
- e) Mantenimiento de un tirante medio uniforme en ambos cuerpo  
s de agua.

Todo esto redundará en una mayor producción, que es lo que  
estamos buscando.

## C A P I T U L O    V

### 5.- PROYECTO.

#### 5.1.- Definición de estabilidad.

La estabilidad de los accesos costeros puede interpretarse como una estabilidad dinámica, por la que los elementos involucrados tienden a mantener una situación caracterizada - por cambios muy pequeños en la geometría del acceso, en --- cuanto a ubicación, trazo, secciones transversales y contor no.

Tales condiciones son el resultado de la "lucha" entre las fuerzas de la naturaleza que proporcionan un "equilibrio -- fluctuante", sujeto a cambios estacionales e incidentales.

Estos cambios pueden ser motivados por sucesos climatológicos extremos de poca frecuencia, los que no pueden provocar cambios muy radicales y por ello el acceso generalmente vol verá a su estado "normal" después de un tiempo.

Esta explicación de la estabilidad ha sido aceptada o reconocida por muchos, tanto ingenieros como geólogos, como la única definición razonable.

En los accesos costeros, las fuerzas balanceadas son, principalmente:

a) El transporte litoral que es arrastrado a la entrada por las corrientes de flujo, depositándose en barras interiores y exteriores, bancos y plataformas que tratan de cerrar el acceso.

b) La bajamar y otras corrientes que tratan de arrojar estos depósitos fuera y mantener un área constante de sección transversal del canal de acceso. También es importante la acción de las olas a la entrada del canal.

Hay muchas variables en esta "lucha", dependiendo de la magnitud relativa de las fuerzas actuantes, incluyendo las estacionales y otros cambios climatológicos.

El término "estabilidad" de un acceso costero puede entenderse en un sentido amplio. Existen accesos que no son absolutamente estables, en costas con transporte litoral. Estos están siempre sujetos a cambios en su trazo, sección transversal o contornos. Mantienen su ubicación con pequeños cambios, que son debidos a las condiciones del oleaje por cambios de estación y por las variaciones en los períodos de las mareas.

La estabilidad puede describirse como:

$$\frac{\Delta G}{\Delta t}$$

donde  $\Delta G$  es la condición geométrica general de las áreas de la sección transversal del canal de entrada y de la boca, y  $\Delta t$  es el incremento del tiempo. Nuestra meta es tratar de describir esta condición en términos cuantitativos.

Un acceso costero está básicamente dividido en cuatro secciones:

- a) La boca, que es el canal que pasa a través de la barrera conectando el océano con la bahía o laguna.
- b) La entrada del océano, que es la parte oceánica del ca--

nal. Esta puede pasar por encima de una barra o banco y puede incluir algunos canales de pleamar.

c) La sección intermedia, que conecta la boca a la entrada-oceánica.

d) El canal de la bahía, que puede pasar a través o por encima de bancos de bahía.

## 5.2.- Datos de proyecto.

Los accesos costeros tienen una importancia primordial, --- pues a través de ellos se realiza el intercambio de aguas - de diferente densidad, como es la del mar y la de una laguna litoral.

Según lo dicho anteriormente, la estabilidad de los accesos estará en función del gasto, forma y composición del fondo, esfuerzo cortante, ancho de la plantilla, acción del oleaje, aporte de agua dulce a la laguna, y principalmente del ---- transporte litoral.

Por todo esto, si queremos diseñar un acceso costero con estabilidad adecuada, hemos de tomar muy en cuenta los datos-obtenidos en los estudios básicos de ingeniería.

De la información de mareas, se advierte que ésta se amortigua en un 30% desde el mar hasta el extremo más lejano del-estero Las Lajitas, retrasándose una hora en promedio y presentando una amplitud de 0.77 m.

Análogamente, de la información analizada con datos del limnógrafo instalado en el Remolino, se deduce que la marea en este sitio se presenta con un retraso de tres horas con res

pecto a la que se presenta en la boca de Agiabampo, siendo su amplitud de 0.67 m.

Los estudios de granulometría muestran que el diámetro medio del sedimento en el frente playero es de 0.42 mm. y en el estero Las Lajitas de 0.25 mm. Estos datos sirvieron para el cálculo del transporte litoral y del transporte de sedimentos en el estero.

Puede observarse que los resultados de los procedimientos para este último cálculo difieren entre sí por la notable divergencia real que existe entre los métodos existentes debido a que han sido resultado de análisis de diferentes costas.

Es adecuado considerar el promedio para la revisión de la estabilidad horizontal del acceso natural de Las Lajitas y del canal Las Lajitas-Bahía de la Bandera.

La campaña de medición de prisma de mareas realizada los días 6 y 7 de noviembre de 1980, muestra que las velocidades máximas fueron de 0.705 m/seg. para flujo y de 0.834 m/seg. para reflujo. El gasto máximo es de 140.70 m<sup>3</sup>/seg. para reflujo. Los prismas de mareas son:

$$3.61 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{día para flujo y}$$

$$3.22 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{día para reflujo.}$$

Así pues, los datos para el diseño de la boca del acceso y el canal Las Lajitas-Remolino, serán los siguientes:

$$\Omega_F = \text{Prisma de mareas medio en flujo} = 3.61 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\Omega_R = \text{Prisma de mareas medio en reflujo} = 3.22 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{día}$$

$A_b$  = Area del estero Las Lajitas  $\hat{=}$  800 has.

$Q_{med}$  = Gasto medio =  $140.70 \text{ m}^3/\text{seg.}$

$V_{max}$  = Velocidad máxima =  $0.83 \text{ m/seg.}$

$V_{med \text{ max}}$  = Velocidad media máxima =  $1.19 \text{ m/seg.}$

Rango máximo de mareas en el mar =  $1.14 \text{ m.}$

Amplitud de marea en Las Lajitas (El Goyme) =  $0.77 \text{ m.}$

Amplitud de marea en El Remolino =  $0.67 \text{ m.}$

Retraso de la marea en Las Lajitas =  $1 \text{ hora.}$

Retraso de la marea en El Remolino =  $3 \text{ horas.}$

$T$  = Período de la marea =  $44,700 \text{ seg.}$

$L$  = Longitud del acceso =  $400 \text{ m.}$

### 5.3.- Criterios del proyecto.

La estabilidad del acceso de Las Lajitas se analizará por los métodos de Bruun y de Keulegan-Escoffier. En rigor, el canal El Goyme-El Remolino debiera también analizarse con estos dos métodos, pero sus resultados no serían del todo confiables. El diseño de dicho canal se llevará a cabo utilizando el método del esfuerzo tangencial crítico y la ecuación de Manning-Strickler para elegir la sección.

Para verificar el transporte de sedimentos se usará la fórmula de Engelund.



### 5.3.1.- Método de Bruun.

El principal criterio para el diseño o el mejoramiento de un acceso costero es el establecimiento de un balance entre las fuerzas que tratan de conservarlo abierto y aquellas -- que tratan de cerrarlo.

Por ello deben conocerse el transporte litoral hacia el acceso y la posibilidad de flujo por la marea y otras corrientes.

Esto significa que un acceso puede ser "auto-limpiador" o -- también puede ser proyectado tomando en consideración dragados continuos o intermitentes.

El hombre puede casi siempre obtener lo que quiere, pero debe pagarlo ya sea en forma de costos iniciales, ya como mantenimiento y dragados continuos.

Así pues, al analizar la estabilidad de cada parte del acceso, básicamente haremos un balance entre las fuerzas del -- prisma de mareas ( $\Omega$ ) y las fuerzas que producen el transporte litoral ( $M_{tot}$ ).

Consecuentemente, la relación  $\Omega/M_{tot}$  puede usarse para la descripción de las "condiciones totales" del acceso. Esta -- relación se convierte en un factor muy práctico para la --- pre-evaluación de las condiciones que se pueden obtener en el acceso costero, de acuerdo a los valores experimentales -- presentados en la tabla No. 28.

Tabla No. 28

Condiciones de los accesos costeros	
Valores	Descripción
$\Omega/M_{tot} > 150$	Las condiciones son relativamente buenas, pequeños bancos y buen flujo.
$150 > \Omega/M_{tot} > 100$	Las condiciones empiezan a ser menos satisfactorias y se presenta la formación de bancos fuera de la costa.
$100 > \Omega/M_{tot} > 50$	Los bancos y barras en la entrada pueden ser algo grandes y pueden ser penetrados por un canal para mejorar las condiciones.
$50 > \Omega/M_{tot} > 20$	Todos estos accesos son del tipo de los que pasan sobre bancos. Las olas rompen sobre el banco durante las tempestades. La razón por la que estos accesos permanecen, es casi siempre que durante alguna estación son ayudados por aportes de agua dulce.
$\Omega/M_{tot} < 20$	Son los casos en que las entradas pueden convertirse en inconstantes y mudables canales de inundación.

El otro factor de primera importancia es la Velocidad Media Máxima ( $V_{med\ max}$ ). Cabe hacer notar que la  $V_{med\ max}$ , por definición, siempre se refiere a la velocidad promedio para -

toda la sección transversal y a la máxima en las condiciones de mareas en sicigias.

Bruun y Gerritsen (1958) introdujeron la  $V_{med\ max}$  para la descripción de la estabilidad de la sección transversal de la boca.

Basado en la experiencia de algunos accesos costeros, Bruun propuso los siguientes valores de Velocidad Media Máxima:

$$V_{med\ max} = R^{1/8} \text{ m/seg} - 0.2 \text{ m/seg, para } R \geq 5 \text{ m. y}$$

$$V_{med\ max} = R^{1/8} \text{ m/seg} - 0.1 \text{ m/seg, para } R < 5 \text{ m.}$$

donde  $R$  = Radio hidráulico de la sección =  $\frac{\text{Area}}{\text{Perímetro mojado}}$

El uso de la  $V_{med\ max}$  para el diseño de la sección transversal de la boca como uno de los más importantes criterios de estabilidad se justifica por el uso del esfuerzo cortante máximo ( $T_{med\ max} = T_x$ ) como otro criterio de estabilidad, ya que éste varía en proporción directa al cuadrado de la velocidad:

$$T_x = \frac{\rho g}{C^2} V_{med\ max}^2$$

donde  $C$  = Coeficiente de Chézy, cuyo valor es:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

donde:  $n$  = factor de rugosidad de Manning.

$R$  = Radio hidráulico.

Bruun y Gerritsen propusieron una relación empírica para --  
calcular su valor en función del área de la sección:

$$C = \alpha_1 + \alpha_2 \log A_c$$

con:  $\alpha_1 = 30$  y  $\alpha_2 = 5$

Así nos queda:  $C = 30 + 5 \log A_c$

El uso del esfuerzo cortante está motivado por el concepto de equilibrio de entrada y salida de material en la boca -- del acceso.

Como el transporte del material del cauce constituye la mayor parte del transporte de sedimentos en la boca del acceso, donde la influencia de la acción de las olas sobre la arena en suspensión generalmente ya se ha aminorado, puede usarse la fórmula de Engelund-Hansen para calcular dicho -- transporte.

Las condiciones son que la acción de las olas sea relativamente poco importante y que el diámetro medio del material no sea menor de 0.15 mm. Estas condiciones generalmente se cumplen.

Bruun ha propuesto para diseñar en forma preliminar los accesos costeros, trece pasos que iremos resolviendo para --- nuestro estudio de Las Lajitas:

1.- Obtener toda la información posible del prisma de mareas ( $\Omega$ ) y del gasto medio máximo ( $Q_{med\ max}$ ) para mareas -- en sicigias. Evaluar el rango de mareas en la bahía con experiencias en accesos similares.

$\Omega$  = Prisma de mareas en sicigias en flujo.

$$\Omega = \frac{3.61}{0.7} = 5.16 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{período.}$$

$$Q_{\text{med max}} = \frac{140.70}{0.7} \doteq 201 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

as = amplitud media en el estero = 0.5 m.

2.- Se debe procurar el uso preferente de linderos del canal rectos o casi rectos para evitar erosiones en un lado y depósitos en el lado opuesto del canal.

En el caso de Las Lajitas, por razones topográficas, el acceso es curvo.

3.- El transporte litoral ( $M_{\text{tot}}$ ) debe evaluarse lo más precisamente posible. Verificar la relación  $\Omega/M_{\text{tot}}$ , observando los cambios estacionales y poniendo especial atención a sus valores más bajos. Esto es importante, porque para asegurar la estabilidad de un acceso, se considera que el fondo de la laguna quede por abajo del nivel de bajamar media-inferior y que el tirante de la laguna sea mayor que el rango de mareas en el mar.

Si se usan fórmulas para cálculo de transporte litoral, confrontar dos o tres de ellas. Sería también una ventaja averiguar la situación del transporte litoral incluyendo la --circulación del océano, por medio de rastreadores fluorescentes.

Para Las Lajitas:

$$M_n = \text{Acarreo litoral neto} = \frac{68,090.4 + 335,723}{2}$$

$M_n \doteq 202,000 \text{ m}^3/\text{año}.$

$\Omega/M_{\text{tot}} = \frac{5.16 \times 10^6}{202,000} = 25.54$  Este parámetro nos indica --  
que la estabilidad del acceso es baja.

4.- En seguida, evaluar la velocidad media máxima ( $V_{\text{med max}}$ ) basados en la experiencia, considerando la capacidad de --- transporte de sedimentos a lo largo del acceso, dentro de - los siguientes valores:

$$V_{\text{med max}} = 1 \text{ m/seg} \pm 0.1 \text{ a } 0.2 \text{ m/seg.}$$

Para Las Lajitas:

$$V_{\text{med max}} = 1.19 \text{ m/seg.}$$

5.- Inicialmente es práctico usar una relación general entre el prisma de mareas y el área de la sección transversal de la boca:

$$A = \frac{\Omega C_2 \pi}{V_{\text{med max}} T}$$

donde:

$\Omega$  = Prisma de mareas en sicigias. =  $5.16 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{período}.$

$C_2$  = Constante adimensional  $\doteq 0.9$

$V_{\text{med max}}$  = Velocidad media máxima = 1.19 m/seg.

$T$  = período de la marea = 44,700 seg/período.

$A$  = Area de la sección transversal de la boca.

Para Las Lajitas:

$$A = \frac{5.16 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{período} \times 0.9 \times}{1.19 \text{ m/seg} \times 44,700 \text{ seg/período}} = 274.3 \text{ m}^2$$

Enseguida se calcula:

$$Q_{\max} = A V_{\text{med max}}$$

donde:

$Q_{\max}$  = Gasto máximo.

A = Area de la sección transversal de la boca.

$V_{\text{med max}}$  = Velocidad media máxima.

Para Las Lajitas:

$$Q = 274.3 \text{ m}^2 \times 1.19 \text{ m/seg} = 326.42 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

6.- Diseñar la sección transversal, lecho horizontal, talud 5:1 en material arenoso.

Para Las Lajitas:

Talud 5:1 ;  $K = 5$

$$A = 274.3 \text{ m}^2$$

Para una sección trapecial:  $A = by + Ky^2$

Calculamos el ancho de plantilla (b) usando, por razones topográficas, el tirante  $y = 2.50 \text{ m}$ .

$$274.3 = b (2.50) + 5 (2.50)^2$$

$$b = \frac{274.3 - 31.25}{2.50} = 101.3 \doteq 100 \text{ m.}$$

Con estos valores, calculamos el perímetro mojado y el radio hidráulico de la sección:

$$P_m = b + 2y\sqrt{1 + K^2} = 101.3 + 5\sqrt{26} = 126.8 \text{ m.}$$

$$R_h = \frac{A}{P_m} = \frac{274.3}{126.8} = 2.16 \text{ m.}$$

7.- Para un diseño muy detallado, revisar la distribución de velocidades en la sección transversal de la boca del acceso.

En el caso de Las Lajitas consideramos:

$$m \text{ (coeficiente de distribución de velocidades)} = 1$$

8.- Revisar  $V_{med}$  max nuevamente. Ajustar el área del acceso para seleccionar  $V_{med}$  max con mayor detalle.

Con los datos de la sección propuesta, usamos la fórmula de Manning para flujo uniforme permanente en canales abiertos:

$$V_{med} = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

donde:

$V_{med}$  = Velocidad media del agua, en m/seg.

$n$  = Coeficiente de fricción, adimensional.

$S$  = Pendiente de la línea de energía, adimensional.

$R$  = Radio hidráulico, en m.



En la tabla No. 29 aparecen algunos valores medios típicos del coeficiente "n" de Manning.

Tabla No. 29

Valores del coeficiente de Manning	
Material	"n"
Cauces artificiales	
Madera cepillada, juntas al ras	0.011
Madera aserrada, juntas desniveladas (común)	0.014
Concreto, cimbra metálica	0.012
Concreto, revestimiento común	0.013
Concreto, cimbra de madera no acabada	0.014
Mampostería aplanada	0.014
Mampostería común	0.017
Tierra, acabado fino, en buenas condiciones	0.020
Tierra, con algunas piedras y hierba	0.030
Cauces naturales	
Ríos en tierra, rectos, en buenas condiciones, con alguna hierba.	0.030
Sinuoso, con bancos de arena, hierba y bajos.	0.035-0.040
Ríos de montaña, con lecho rocoso y sección variable, con vegetación y bancos.	0.040-0.050
Con mucha maleza, arbustos y muy sinuoso.	0.075-0.150

Para Las Lajitas:

$$V_{med} = \frac{1}{0.03} \times 2.16^{2/3} \times \frac{0.2}{400}^{1/2} = 1.25 \text{ m/seg.}$$

9.- Revisar  $Q_{max}$  y  $\Omega$  con cálculos más detallados.

$$Q_{max} = A V_{med} \max = 274.3 \times 1.25 = 342.88 \quad 201 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\Omega = \frac{Q_{\max} T}{\pi C_2} = \frac{342.88 \times 44,700}{3.1416 \times 0.9} = 5.42 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{período}$$

10.- Finalmente, calcular el gasto sólido en el fondo de la boca del canal, usando alguno de los procedimientos que para ello existen.

El Comité de Sedimentación ASCE (1975) discutió varias fórmulas de transporte de sedimentos. Estas fórmulas no son idénticas al detalle, pero lo más notable que tienen en común aquellas que fueron consideradas por el Comité como las más confiables (vgr.: la de Engelund-Hansen, la de Toffaletti y Colby) es que el transporte de sedimentos es en gran medida una función del esfuerzo cortante en el fondo, aunque su relación no puede expresarse directamente.

La fórmula de Engelund-Hansen (1967), que usaremos aquí, establece lo siguiente:

$$g_s = 0.05 \gamma_s V^2 \frac{D_{50}}{g \left( \frac{\gamma_s}{\gamma} - 1 \right)} \left[ \frac{T_o}{(\gamma_s - \gamma) D_{50}} \right]^{3/2}$$

donde:

$g_s$  = Transporte de sedimentos en unidades de volumen por unidades de tiempo.

$V$  = Velocidad media máxima = 1.25 m/seg.

$T_o$  = Esfuerzo cortante en el fondo =  $\frac{\rho_g V^2}{C^2} = \gamma_R S$

$\gamma_s$  = Peso específico del sedimento = 2,680 kg/m<sup>3</sup>

$\gamma$  = Peso específico del fluido = 1,015 kg/m<sup>3</sup>.

D<sub>50</sub> = Diámetro medio del sedimento del fondo.

g = Aceleración de la gravedad.

C = Coeficiente de fricción de Chézy.

Para Las Lajitas:

$$T_o = \gamma R S = 1015 \times 2.16 \times \frac{0.2}{400} = 1.10 \text{ kg/m}^2$$

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} = \frac{1}{0.03} (2.16)^{1/6} = 37.9$$

$$T_o = \frac{\rho g V^2}{C^2} = \frac{\gamma V^2}{C^2} = \frac{1015 (1.25)^2}{(37.9)^2} = 1.10 \text{ kg/m}^2$$

$$g_s = 0.05 (1015)(1.25)^2 \frac{0.0025}{9.81 \left( \frac{2680}{1015} - 1 \right)} \left[ \frac{1.10}{(2680-1015)0.0025} \right]^{3/2}$$

$$g_s = 0.05(1015)(1.56)(1.55 \times 10^{-5})(4.3) = 5.28 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$g_{s \text{ anual}} = 5.28 \times 10^{-3} \times 365 \times 44,700 = 8,615 \text{ m}^3/\text{año.}$$

Comparando con el transporte litoral:

$$8,615 \text{ m}^3/\text{año} < 202,000 \text{ m}^3/\text{año}$$

11.- Si el valor de la relación  $\Omega/M_{tot}$  queda debajo de un valor aceptable, tratar de incrementar  $\Omega$ , aumentando el -- área de la sección, si eso se puede hacer sin causar inunda ción en la bahía, y repetir los cálculos a fin de quedar --

dentro de las relaciones  $\Omega/M_{tot}$  de estabilidad.

Observar los cambios estacionales de  $\Omega/M_{tot}$  con atención especial a los valores bajos que se conservan por largos períodos de tiempo.

En el caso de Las Lajitas, el valor de  $\Omega/M_{tot}$  logrado con la sección propuesta es suficiente para nuestros fines.

12.- Si  $\Omega$  no puede ser incrementada, tratar de disminuir  $M_{tot}$  con escolleras, trampas de azolves o con una geometría de entrada más apropiada para flujo efectivo, si es posible.

Para un diseño detallado, puede ser ventajoso experimentar con modelos hidráulicos para asegurar la mejor distribución de velocidades en el canal de acceso.

13.- En el caso de mejoramiento de un acceso existente, --- usar trazadores fluorescentes o radiactivos para esclarecer el modelo de transporte litoral, incluyendo la circulación del material.

Esta información debe usarse con precaución; particularmente es importante conocer si la situación de oleaje durante el período de trazadores es típica. Si no, la información obtenida puede ser engañosa.

Hasta aquí hemos realizado el análisis de estabilidad de la boca del estero Las Lajitas, según el criterio de Bruun. El área de diseño así obtenida corresponde a un canal trape--- cial de 100 m. de plantilla, 2.50 m. de tirante y taludes - 5:1, mostrado en la figura No. 24.

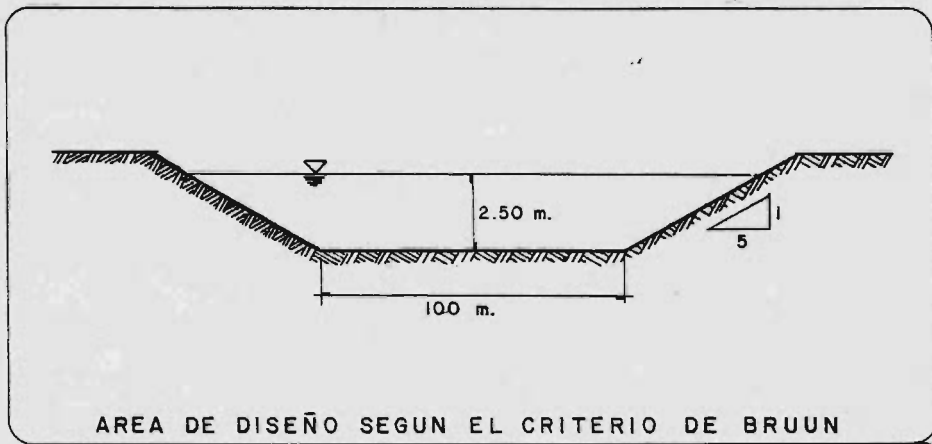


FIGURA No. 24

### 5.3.2.- Método de Keulegan-Escoffier.

Este método consiste en encontrar el área crítica o área de estabilidad, que es aquella que mantiene un equilibrio entre las erosiones causadas por corrientes de marea y los depósitos ocasionados al reducirse estas corrientes y predominar el oleaje.

Como concepto básico se considera que la velocidad a lo largo del acceso está en función del gradiente hidráulico instantáneo producido en el sistema mar-laguna. Esta velocidad varía para diferentes áreas de la sección transversal.

Para aplicar este método se consideran las siguientes simplificaciones:

- a) Laguna pequeña, esto es, lo suficientemente pequeña como para que la marea se propague instantáneamente en toda su superficie.

- b) No aporte de corrientes a la laguna.
- c) Los bordes de la laguna se consideran verticales.
- d) No existencia de corrientes de densidad.
- e) Las fluctuaciones de marea están dadas por una curva senoidal.
- f) Canal de interconexión prismático.
- g) La profundidad es mayor que el rango de mareas.
- h) La fricción está representada por la ecuación de Manning.

Según este método se considera que, siendo la velocidad instantánea función del desnivel instantáneo entre el mar y la laguna o viceversa, existen dos pérdidas de carga de velocidad, a saber:

- 1) Pérdida de carga de velocidad a la entrada.
- 2) Pérdida por fricción.

A partir de estos juicios, se establece que la diferencia de niveles instantánea en el sistema mar-laguna es igual a la suma de las pérdidas de carga por entrada a la laguna y por fricción.

Aplicando el teorema de Bernoulli, la ley de Conservación de la masa (Continuidad) y el modelo de D'Arcy para pérdidas por fricción, la velocidad queda como sigue:

$$\frac{dH_s}{dt} = V_f = K (H_s - H_b)^{1/2} \quad \text{para flujo}$$

$$\frac{dH_s}{dt} = V_r = K (H_b - H_s)^{1/2} \quad \text{para reflujos}$$

donde K es un coeficiente de llenado, cuya expresión es:

$$K = \frac{T}{2\pi as} \frac{Ac}{Ab} \left[ \frac{2g Ras}{\lambda L + mR} \right]^{1/2}$$

donde:

m = Coeficiente de distribución de velocidades.

K = Coeficiente de llenado.

Ac = Area del canal

Ab = Area de la bahía.

T = Período de la marea.

g = Aceleración de la gravedad.

R = Radio hidráulico del canal. Para canales muy anchos: R=y

y = Tirante del canal.

as = semiamplitud de la marea en el mar.

$\lambda$  = coeficiente de D'Arcy, cuyo valor es:

$$\lambda = \frac{n^2 g}{R^{1/3}}$$

L = Longitud del canal.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

Con K y el semirrango de mareas en el mar, Keulegan obtiene una onda senoidal (Z) que será la diferencia entre las componentes de marea en el mar y la laguna, que se muestra en la figura No. 25.

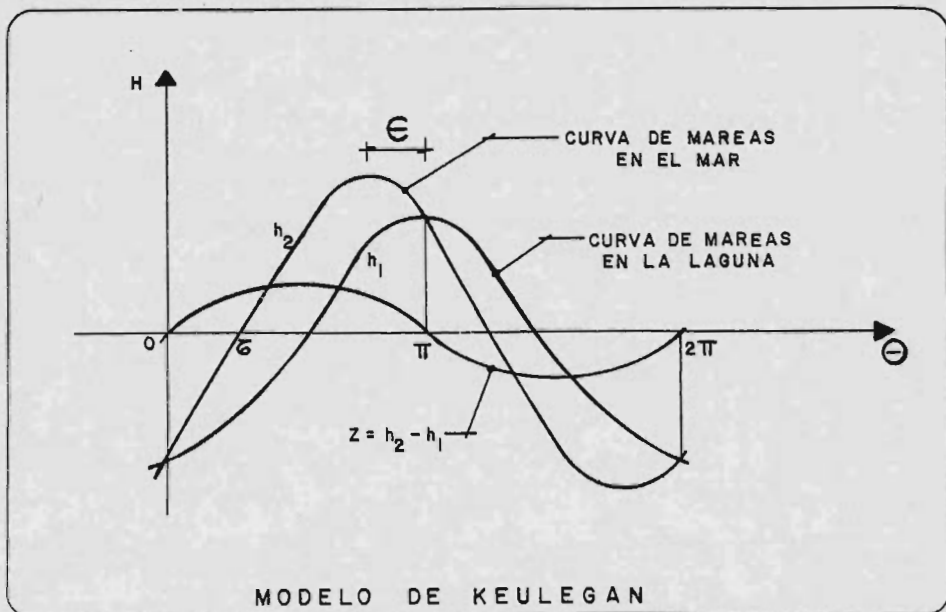


FIGURA No. 25

En lugar de generar el semirrango de mareas en la laguna, - se obtiene la diferencia:

$$Z = H_s - H_b \quad 0 < \Theta < \pi$$

y tendremos entonces la ecuación:

$$\frac{dZ}{dt} = -K\sqrt{Z} + \frac{dH_s}{dt}$$

Cuya solución gráfica representó Keulegan por curvas del -- coeficiente de llenado K, en función de:

a) Velocidad máxima adimensional, definida como:

$$V'_{max} = \frac{Ac T V_{max}}{2\pi as(Ab)}$$



b) Relación de amplitudes de marea  $ab/as$ , donde  $ab$  = semiamplitud de mareas en la laguna.

c) Angulo de fase  $\epsilon$  (diferencia de tiempo, en grados, que separa a una pleamar o bajamar presentada en el mar de la que se presenta en la laguna).

Las curvas representativas de estos tres parámetros se presentan en la gráfica No. 5.

La aplicación de Escoffier a este método consiste en obtener un área crítica o de estabilidad, que es aquella que mantiene el equilibrio entre erosiones y depósitos, como ya se mencionó anteriormente.

El procedimiento de análisis es el siguiente:

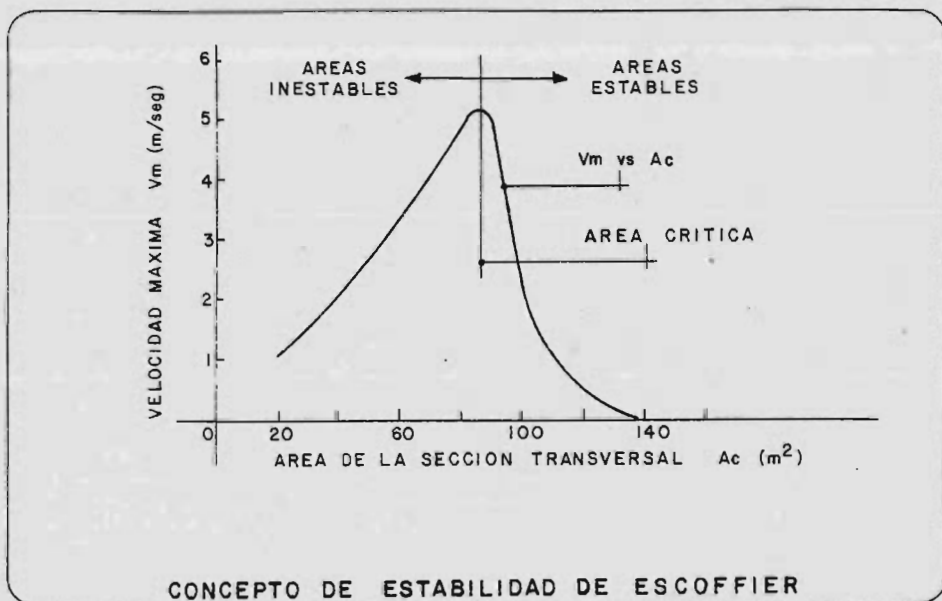
- 1.- Seguir el método de Keulegan hasta obtener  $V_{med\ max}$  y área del acceso.
- 2.- Para esa área, calcular el coeficiente de llenado  $K$ , obviamente conociendo: Área de la bahía ( $A_b$ ),  $V_{med\ max}$ ,  $as$ ,  $T$ ,  $R$ ,  $n$ ,  $\lambda$ , y considerando  $m$  aproximadamente igual a la unidad.
- 3.- Conocido el valor de  $K$ , se obtienen en las gráficas de Keulegan los parámetros siguientes:  $\epsilon$  (ángulo de fase),  $V'm$  (velocidad máxima adimensional) y  $ab/as$  (relación de amplitudes de marea de la laguna al mar).
- 4.- Se obtiene un valor de  $V_{max}$ , por medio de la fórmula antes citada, y se registra dicho valor.
- 5.- Se repite todo el cálculo con distintos valores de área

comparando los valores de  $V_{max}$  así obtenidos.

Para la velocidad máxima *maximarum* existirá un área crítica o área de estabilidad tal que para cualquier incremento del área se produzcan cambios que tiendan a restaurar el área original, y para cualquier disminución del área los cambios producidos acentúen más la transformación del área de la sección transversal.

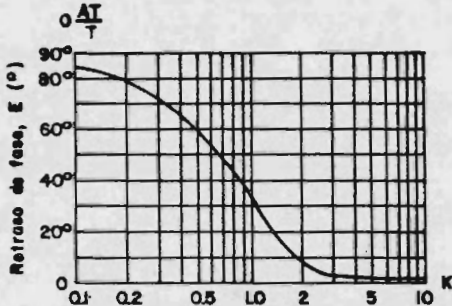
Esto es más claro si graficamos los valores obtenidos, como se muestra en la figura No. 26. La parte derecha de la curva es estable y la izquierda inestable.

Para fines de proyecto, el área crítica deberá ser el área de proyecto.

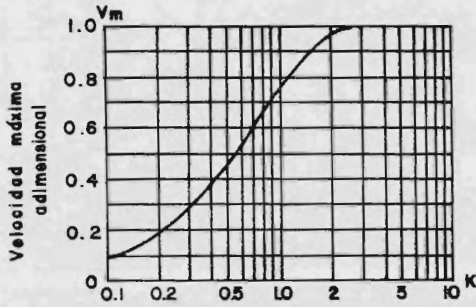


CONCEPTO DE ESTABILIDAD DE ESCOFFIER

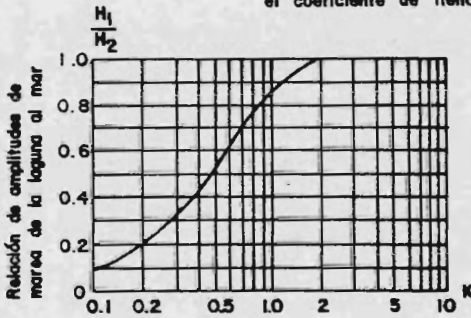
FIGURA No. 26



Variación del retraso de fase con el coeficiente de llenado K, método de Keulegan.



Variación de la velocidad máxima adimensional con el coeficiente de llenado K, Keulegan.



Variación de  $\frac{H_1}{H_2}$  por el coeficiente de llenado Keulegan

GRAFICAS DE KEULEGAN

GRAFICA No. 5

Para efectuar el análisis del acceso Las Lajitas, se utilizarán los siguientes datos:

$$\text{Area actual media del acceso} = 154 \text{ m}^2.$$

$$V_{\text{max}} \text{ observada} = 0.83 \text{ m/seg.}$$

$$Q_{\text{max}} = 140.70 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\Omega = 3.61 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{período}$$

$$D_m = 0.25 \text{ mm.}$$

$$\text{Area de la bahía} = 800 \text{ has.}$$

$$T = \text{período de flujo} = 44,700 \text{ seg.}$$

$$m = \text{coeficiente de distribución de velocidades} = 1$$

$$L = \text{longitud del acceso} = 400 \text{ m.}$$

$$a_s = \text{semiamplitud media de mareas en el estero} = 0.5 \text{ m.}$$

$$n = \text{coeficiente de rugosidad} = 0.03$$

$$y = \text{tirante} = 2.5 \text{ m. (por necesidades topográficas).}$$

Usaremos también las siguientes fórmulas, cuyos resultados tabularemos para facilitar las iteraciones hasta encontrar el área crítica:

$$\lambda = \left[ \frac{n (2g)^{1/2}}{R^{1/6}} \right]^2 = \left[ \frac{0.133}{R^{1/6}} \right]^2$$

$$K = \frac{T}{2\pi a_s} \frac{A_c}{A_b} \frac{\sqrt{2g R a_s}}{\sqrt{\lambda L + mR}} = 1.78 \times 10^{-3} A_c \frac{\sqrt{9.81 R}}{\sqrt{400 \lambda + R}}$$

$$V_{\text{max}} = V'_{\text{max}} \frac{2\pi a_s}{T} \frac{A_b}{A_c} = V'_{\text{max}} \frac{562.25}{A_c}$$

Las iteraciones realizadas para encontrar el área crítica - se presentan en la tabla No. 30. Se explican a continuación las columnas que componen dicha tabla:

Columna No. 1: Se proponen diversos anchos de plantilla, en orden creciente.

Columna No. 2: Conservando constante un tirante de 2.50 m.- y un talud 5:1, se calcula el área del acceso, con la fórmula:

$$A = by + Ky^2$$

Columna No. 3: Se calcula el perímetro mojado, con la fórmula:

$$Pm = b + 2y\sqrt{1 + K^2}$$

Columna No. 4: Se calcula el radio hidráulico, dividiendo - los valores de la columna 2 entre los de la 3.

Columna No. 5: Con los valores de la columna 4, se calcula el valor de  $\lambda$ .

Columna No. 6: Usando los valores de la columna 4, se efectúa:  $\sqrt{9.81 R}$ .

Columna No. 7: Se toman los valores de las columnas 4 y 5 y se resuelve:  $\sqrt{400\lambda + R}$ .

Columna No. 8: Se dividen los valores de la columna 6 entre los de la columna 7.

Columna No. 9: Con los valores de las columnas 2 y 8, se calcula el valor de K, como sigue:

$$1.78 \times 10^{-3} (\text{valor col. 2}) (\text{valor col. 8})$$

Columnas 10,11 y 12: Una vez obtenido el valor de K en la - columna 9, se entra con él a las gráficas de Keulegan para encontrar los valores de  $V'm$ ,  $\epsilon$ , ab/as.

Columna 13: Se divide la constante 562.25 entre los valores de la columna 2.

Columna 14: Se multiplican los valores de las columnas 10 y 13. El máximo valor obtenido en esta columna nos definirá - el área crítica, misma que será el área de proyecto.

El resultado obtenido es una velocidad máxima maximarum de - 1.475 m/seg. que corresponde a un área crítica de  $156.25 \text{ m}^2$ .

Así pues, la sección óptima de proyecto según el criterio - de Keulegan-Escoffier corresponde a un canal de 50 m. de -- plantilla, 2.50 m. de tirante y taludes 5:1, que es notable - mente menor que la obtenida por el criterio de Bruun.

De esta manera hemos logrado establecer que la boca del ac- ceso del estero Las Lajitas está dentro de los límites de - estabilidad dinámica, afirmación que era indispensable pro- bar para la evaluación técnica de nuestro proyecto.

Análisis del acceso del estero Las Lajitas  
Método de Keulegan-Escoffier

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
b (m)	$\frac{Ac}{m^2}$	$P_m$ (m)	$\frac{R}{m}$ $\frac{2}{3}$	$\lambda$	$\sqrt{9.81R}$	$\sqrt{400\lambda+R}$	6/7	K	V'm	$\epsilon$	ab/ab	$\frac{562.25}{Ac}$	Vmax
20	81.25	45.5	1.786	0.0146	4.186	2.762	1.516	0.219	0.19	78	0.23	6.92	1.315
40	131.25	65.5	2.004	0.0140	4.434	2.756	1.609	0.376	0.34	67	0.42	4.284	1.457
50	156.25	75.5	2.070	0.0139	4.506	2.762	1.631	0.454	0.41	60	0.52	3.598	1.475
80	231.25	105.5	2.192	0.0136	4.637	2.763	1.678	0.691	0.57	49	0.69	2.431	1.386
100	281.25	125.5	2.241	0.0135	4.689	2.764	1.696	0.849	0.67	40	0.78	1.999	1.339
140	381.25	165.5	2.304	0.0134	4.754	2.768	1.717	1.165	0.78	20	0.88	1.475	1.151
170	456.25	195.5	2.334	0.0133	4.785	2.767	1.729	1.404	0.88	18	0.96	1.232	1.084
200	531.25	225.5	2.356	0.0133	4.808	2.771	1.735	1.641	0.90	15	1.00	1.058	0.952
240	631.25	265.5	2.378	0.0132	4.830	2.767	1.746	1.962	0.94	9	1.00	0.891	0.838



Area crítica

### 5.3.3.- Diseño del canal.

Habiendo probado que la boca del acceso, que será la que so-  
porte las condiciones más críticas, está dentro de los lími-  
tes de estabilidad, debemos diseñar la sección transversal-  
que tendrá el canal a todo lo largo de los 9,000 metros que  
separan el estero Las Lajitas de la Bahía de la Bandera.

Es menester entender que en estos cálculos debemos tener --  
siempre muy presente el aspecto económico, procurando lle--  
gar a la solución que sea más costeable, al mismo tiempo --  
que logramos que el canal funcione tal como nosotros quere-  
mos.

#### 5.3.3.1.- Método del esfuerzo tangencial crítico.

Al usar este método queremos conseguir que los volúmenes de  
azolve del canal sean mínimos, puesto que diseñamos con el-  
valor máximo o crítico del esfuerzo tangencial necesario pa-  
ra mover las partículas de un suelo no cohesivo que se en--  
cuentra en el fondo plano, con lo cual logramos abatir el -  
transporte de sedimentos.

Los pasos de este método son los siguientes:

1o.- Elegir los taludes del canal:

De la tabla No. 31:

Talud 3:1 ;  $K = 3$

2o.- Elegir una relación  $\frac{b}{y}$  :

Inicialmente elegimos  $\frac{b}{y} = 10$



Tabla No. 31

Taludes recomendados para los lados de canales trapeciales	
Material	Talud
Roca	Casi vertical
Roca fracturada o alterada.	1/4:1
Arcilla muy compacta con <u>re</u> cubrimiento de concreto.	1/4:1 a 1:1
Tierra con recubrimiento de piedra.	1:1
Arcilla o pequeños canales de tierra.	1 <sup>1</sup> /2:1
Tierra arenosa suelta	2:1
Arcilla porosa o arena	3:1

3o.- Obtener el valor de  $\Theta$ .

En la gráfica No. 6 tenemos los valores de  $\Theta$  para el fondo y para las orillas. Entramos con los valores de  $b/y = 10$  y  $K = 2$  (no existe para  $K = 3$ ).

$$\Theta = 1 \quad \text{para el fondo}$$

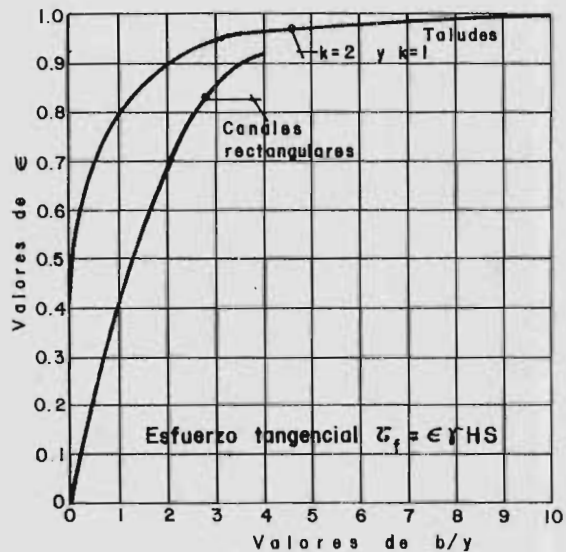
$$\Theta = 0.77 \quad \text{para las orillas}$$

4o.- Calcular el valor del coeficiente K:

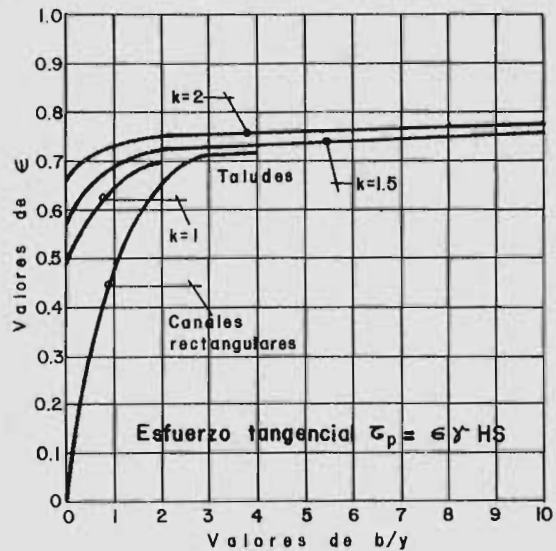
$$K = \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 \Theta}{\text{sen}^2 \phi}}$$

donde:

$\Theta$  = ángulo del talud.



ESFUERZO TANGENCIAL QUE LA CO-  
RRIENTE PRODUCE EN EL FONDO.



ESFUERZO TANGENCIAL QUE LA CO-  
RRIENTE PRODUCE EN LAS ORILLAS.

GRAFICAS DE ESFUERZO TANGENCIAL

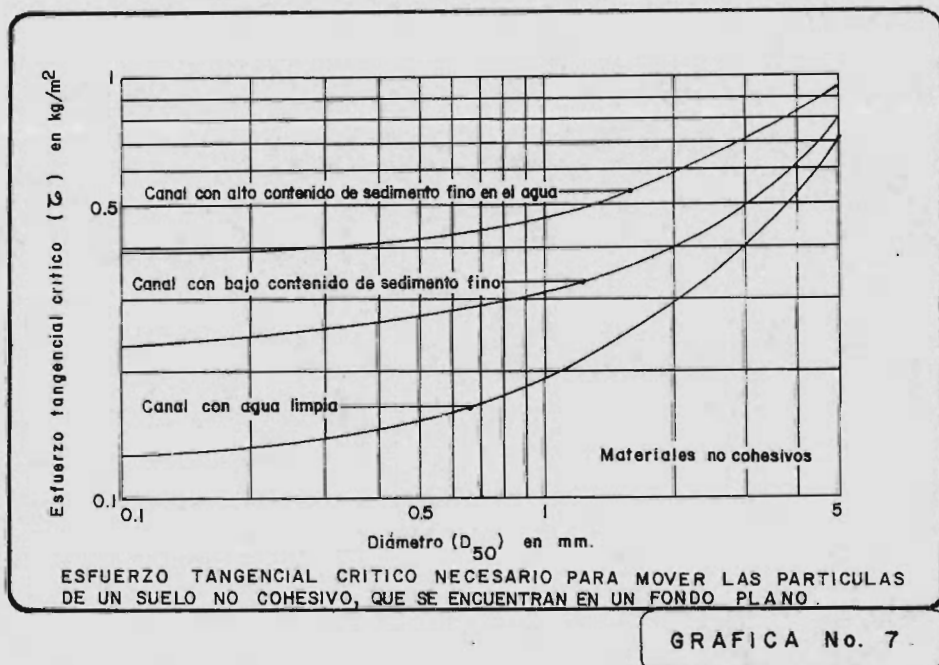
$$\tan \theta = 1/3 \quad ; \quad \theta = 18.4349^\circ$$

$$\phi = \text{ángulo de reposo} = 30^\circ$$

$$K = \sqrt{1 - \frac{0.1}{0.25}} = 0.775$$

50.- Obtener el valor del esfuerzo tangencial máximo permisible  $\tau_{f \text{ perm}}$  (para el fondo) de acuerdo al material del canal. Para esto, nos ayudamos con la gráfica No. 7, a la cual entramos con el valor del  $D_{50} = 0.25 \text{ mm}$ .

$$\tau_{f \text{ perm}} = 0.26 \text{ kg/m}^2$$



6o.- Obtener el valor del esfuerzo tangencial máximo en las orillas:

$$\tau_{p_{perm}} = K \tau_{f_{perm}} = 0.775 \times 0.26 = 0.20 \text{ kg/m}^2$$

7o.- Igualar los valores obtenidos en los incisos 5 y 6 con las fórmulas siguientes:

$$\tau_f = \epsilon \delta y S = 0.26$$

$$\tau_p = \epsilon \delta y S = 0.20$$

Tomar los valores de  $\delta$  del inciso 3 y despejar el valor -- del tirante "y", eligiendo el mayor valor obtenido. El va-- lora de S se obtiene considerando únicamente los desniveles-- entre los dos extremos del canal:

$$S = \frac{0.38}{9000} = 0.000042$$

$$\tau_f = \epsilon \delta y S = (1)(1015)(y)(0.000042) = 0.26$$

$$\tau_p = \epsilon \delta y S = (0.77)(1015)(y)(0.000042) = 0.20$$

$$y = 6.1 \text{ m.} \doteq 6 \text{ m.}$$

8o.- Obtener el valor de b.

$$\frac{b}{y} = 10 \quad ; \quad b = 6 \times 10 = 60 \text{ m.}$$

9o.- Con Manning se revisa el gasto.

$$S = 0.000042$$

$$n = 0.03$$

$$A = by + Ky^2 = 360 + 108 = 468 \text{ m}^2$$

$$P_m = b + 2y\sqrt{1 + K^2} = 60 + 37.95 = 97.95$$

$$R = 4.78 \text{ m.}$$

$$Q = \frac{468}{0.03} (4.78)^{2/3} (0.000042)^{1/2} = 286.88 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$286.88 > 200 ; \quad \text{NO PASA EL GASTO}$$

Se escoge una nueva relación b/y y se vuelve a empezar:

1o.- Talud 3:1

2o.-  $b/y = 7$

3o.- Para el fondo:  $\epsilon = 0.98$

Para las orillas:  $\epsilon = 0.76$

4o.-  $K = 0.775$

5o.-  $\tau_f = 0.26$

6o.-  $\tau_p = 0.20$

7o.-  $\tau_f = \epsilon \delta y S = (0.98)(1015)(y)(0.000042) = 0.26$

$\tau_p = \epsilon \delta y S = (0.76)(1015)(y)(0.000042) = 0.20$

$$y \doteq 6 \text{ m.}$$

8o.-  $\frac{b}{y} = 7 ; \quad b = 6 \times 7 = 42 \text{ m.}$

9o.-  $A = 252 + 108 = 360 \text{ m}^2$

$$P_m = 42 + 37.95 = 79.95 \text{ m.}$$

$$R = 4.50 \text{ m.}$$

$$Q = \frac{360}{0.03} (4.5)^{2/3} (0.000042)^{1/2} = 211.97 \doteq 200 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Por lo tanto, la sección propuesta corresponde a una plantilla de 42 m. y tirante de 6 m. con un área de  $360 \text{ m}^2$  que es

mucho mayor que la de la boca del acceso, cuyo valor es de 156.25 m<sup>2</sup>.

A continuación calcularemos el transporte de sedimentos con la fórmula de Engelund-Hansen:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{211.97}{360} = 0.59 \text{ m/seg.}$$

$$T_o = \gamma R S = (1015)(4.50)(0.000042) = 0.19$$

$$g_s = 0.05(1015)(0.59)^2 \frac{0.00025}{9.81 \left( \frac{2680}{1015} - 1 \right)} \left[ \frac{0.19}{(2680-1015)(0.00025)} \right]^{3/2}$$

$$g_s = 0.05(1015)(0.35)(1.55 \times 10^{-5})(0.31) = 8.53 \times 10^{-5}$$

$$g_{s \text{ anual}} = 8.53 \times 10^{-5} \times 365 \times 44,700 = 1,392 \text{ m}^3/\text{año}$$

Con el método del esfuerzo tangencial hemos logrado abatir el azolve del canal y con ello el costo de los dragados intermitentes, pero al incrementar demasiado la sección del canal, se aumenta también el monto de la inversión inicial.

### 5.3.3.2.- Diseño del canal por Manning.

Vamos a hacer otro diseño, en el que, aún incrementando el esfuerzo tangencial y el transporte de sedimentos, logremos que el área de la sección transversal sea menor. Así conseguiremos que la inversión inicial disminuya y nuestro proyecto sea más rentable.

El diseño del canal se hará por medio de la ecuación de Manning-Strinkler, pero con las siguientes consideraciones-

importantes:

a) En el diseño común de canales, la pendiente hidráulica - está dada únicamente por la diferencia de niveles entre los puntos extremos del canal, en virtud de que el fluido que - en él se mueve debe su movimiento solamente a la gravedad.

En este caso, no es la gravedad el elemento que mayor influencia tiene en el movimiento del fluido a lo largo del canal, sino que, según lo visto anteriormente, el movimiento se realiza primordialmente debido a las mareas, conociéndose el gasto que pasa por medio del prisma de mareas, en el que se obtienen los volúmenes acumulados para flujo y para reflujo.

De acuerdo con los datos de gasto, área y tirante máximos - del cálculo de prisma de mareas, podemos saber el valor de la pendiente hidráulica.

b) Habiendo elegido una sección determinada, debemos calcular el esfuerzo tangencial para conocer el transporte de sedimentos a lo largo del canal, dato que nos servirá para estimar los dragados de mantenimiento.

El procedimiento será el siguiente:

1.- Cálculo de S.

Se usarán los siguientes datos:

$y = \text{tirante} = 1.01 \text{ m.}$

$V = \text{Velocidad media} = 0.834 \text{ m/seg.}$

$Q = \text{Gasto} = 140.7 \text{ m}^3/\text{seg.}$

$A = \text{Area de la sección} = 168.7 \text{ m}^2.$

b = Plantilla (aproximada) = 158 m.

Pm = Perímetro mojado = 158 + 2(1.01) 10 = 164.39 m.

R = Radio hidráulico = 1.026 m.

Por Manning:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

$$140.69 = \frac{1}{0.03} (168.7)(1.026)^{2/3} S^{1/2}$$

$$S = \left[ \frac{140.69}{5720.39} \right]^2 = 0.0006$$

2.- Cálculo de la sección del canal:

De la tabla No. 31 tomamos los taludes 3:1 y proponemos los valores de plantilla y tirante elegidos para la boca del acceso (figura No. 27).

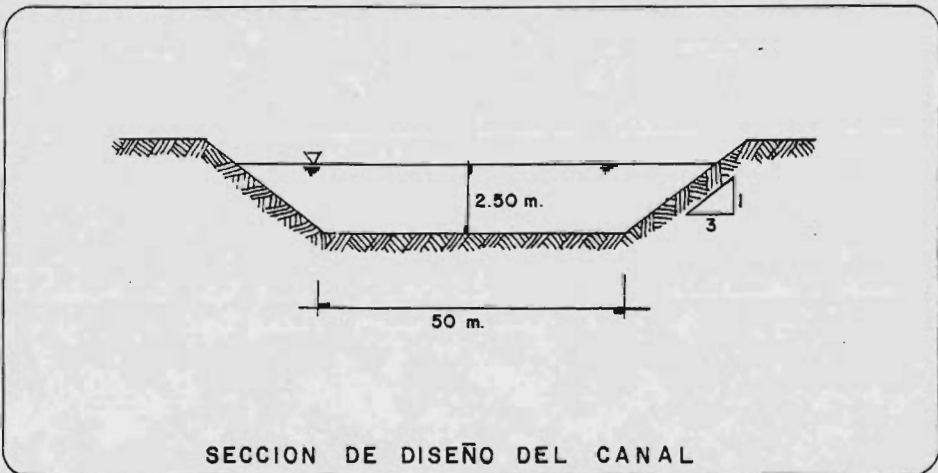


FIGURA No. 27



Esta sección deberá ser suficiente para el siguiente gasto-máximo:

$$Q_{\max} = \frac{140.70}{0.70} \doteq 200 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Por Manning-Strinkler:

$$A = by + Ky^2 = 50 (2.50) + 3 (2.50)^2 = 143.75 \text{ m}^2$$

$$P_m = b + 2y\sqrt{1 + K^2} = 50 + 5\sqrt{10} = 65.81 \text{ m.}$$

$$R = \frac{143.75}{65.81} = 2.18 \text{ m.}$$

$$Q = \frac{143.75}{0.03} (2.18)^{2/3} (0.0006)^{1/2} = 197.33 \doteq 200 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

La sección propuesta es suficiente.

3.- Cálculo del transporte de sedimentos.

En este cálculo usamos la fórmula de Engelund-Hansen:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{197.33}{143.75} = 1.37 \text{ m/seg.}$$

$$T_o = \tau R S = (1015)(2.18)(0.0006) = 1.33 \text{ kg/m}^2$$

$$g_s = 0.05(1015)(1.28)^2 \frac{0.00025}{9.81 \left( \frac{2680}{1015} - 1 \right)} \left[ \frac{1.33}{(2680-1015)0.00025} \right]^{3/2}$$

$$g_s = 0.05(1015)(1.64)(1.55 \times 10^{-5})(5.71) = 7.37 \times 10^{-3}$$

$$g_{s \text{ anual}} = 7.37 \times 10^{-3} \times 365 \times 44,700 = 120,245 \text{ m}^3/\text{año}$$

Comparando con el transporte litoral:

$$120,245 \text{ m}^3/\text{año} < 202,000 \text{ m}^3/\text{año}$$

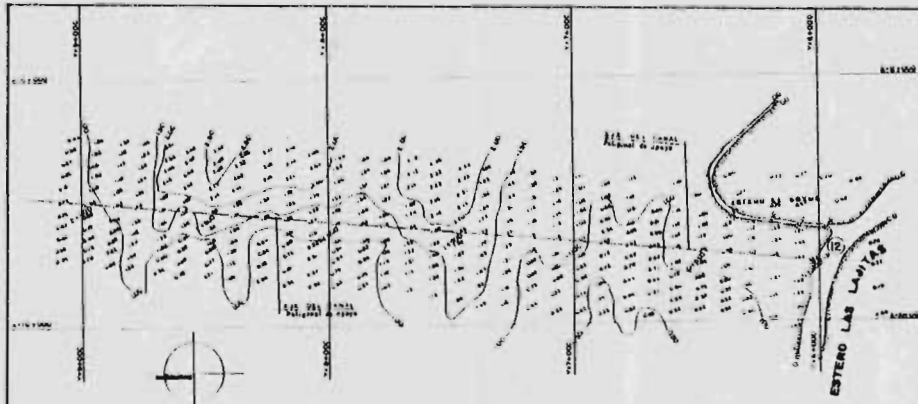
De esta manera hemos obtenido una sección transversal que corresponde a un ancho de plantilla de 50 m., tirante medio de 2.50 m. y taludes 3:1.

El área de esta sección es de  $143.75 \text{ m}^2$ , bastante menor que la obtenida por el método del esfuerzo tangencial crítico. Por ello, la elegimos como área de proyecto.

Los dragados de mantenimiento se considerarán de:

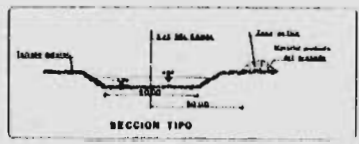
$$120,000 \text{ m}^3/\text{año}.$$

Los datos necesarios para la construcción del canal, como son: eje de trazo, perfiles indicando terreno natural y --- plantilla de proyecto, tabla para cálculo de volúmenes de corte y cuadros de construcción, se muestran en los planos Nos. 11, 12 y 13.



**P L A N T A**

ESCALA GRAFICA  
1:1000

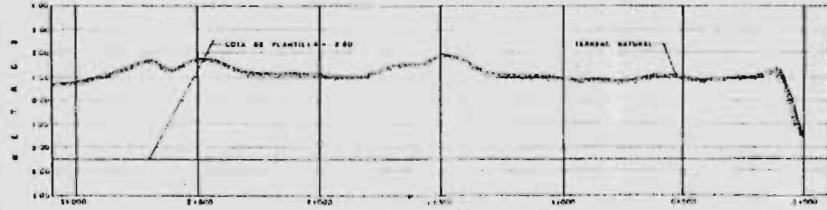


**SECCION TIPO**

CANTIDAD ESTIMADA EN OBRA		
CONCEPTO	Unidad	CANTIDAD
GRABADO DEL CANAL	m <sup>3</sup>	7700,000 00

NOTA: EL CALCULO SE HIZO GEOMETRICAMENTE

NIVELES DE MAREAS	
PLEGAMAR MAXIMA	0 587
PLEGAMAR MEDIA SUPERIOR	0 585
PLEGAMAR MEDIA	0 584
NIVEL MEDIO DEL MAR	0 583
BAJAMAR MEDIA	0 582
BAJAMAR MEDIA INFERIOR	0 581
BAJAMAR MINIMA	0 580



**P E R F I L**

CORTE	RESABANTE	TERRENO NATURAL	ESTACION
12+000	0.58	0.58	3.38
12+050	0.58	0.58	3.43
12+100	0.58	0.58	3.48
12+150	0.58	0.58	3.53
12+200	0.58	0.58	3.58
12+250	0.58	0.58	3.63
12+300	0.58	0.58	3.68
12+350	0.58	0.58	3.73
12+400	0.58	0.58	3.78
12+450	0.58	0.58	3.83
12+500	0.58	0.58	3.88
12+550	0.58	0.58	3.93
12+600	0.58	0.58	3.98
12+650	0.58	0.58	4.03
12+700	0.58	0.58	4.08
12+750	0.58	0.58	4.13
12+800	0.58	0.58	4.18
12+850	0.58	0.58	4.23
12+900	0.58	0.58	4.28
12+950	0.58	0.58	4.33
13+000	0.58	0.58	4.38
13+050	0.58	0.58	4.43
13+100	0.58	0.58	4.48
13+150	0.58	0.58	4.53
13+200	0.58	0.58	4.58
13+250	0.58	0.58	4.63
13+300	0.58	0.58	4.68
13+350	0.58	0.58	4.73
13+400	0.58	0.58	4.78
13+450	0.58	0.58	4.83
13+500	0.58	0.58	4.88
13+550	0.58	0.58	4.93
13+600	0.58	0.58	4.98
13+650	0.58	0.58	5.03
13+700	0.58	0.58	5.08
13+750	0.58	0.58	5.13
13+800	0.58	0.58	5.18
13+850	0.58	0.58	5.23
13+900	0.58	0.58	5.28
13+950	0.58	0.58	5.33
14+000	0.58	0.58	5.38

CUADRO DE CONSTRUCCION					
EST. PV	ANGULO	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS	
				X	Y
0	1	N 10°00' E	1180.00	81400.00	81000.00
1	2	S 60°00' W	500.00	81125.21	81200.00
2	3	S 85°00' W	800.00	81110.00	81400.00
3	4	S 70°00' W	871.13	81091.78	81801.58
4	5	S 50°15' E	780.00	81087.00	81844.12
5	6	S 25°00' E	600.00	81110.15	81900.00
6	7	S 10°00' E	800.00	81148.18	81910.25
7	8	S 0°00' E	800.00	81180.00	81900.00
8	9	S 10°00' W	800.00	81180.00	81850.00
9	10	S 25°00' W	800.00	81150.15	81800.00
10	11	S 50°15' W	871.13	81109.78	81801.58
11	12	S 70°00' W	800.00	81110.00	81844.12
12	13	S 85°00' W	500.00	81125.21	81900.00
13	14	S 60°00' W	1180.00	81140.00	82000.00
14	15	S 10°00' W	800.00	81180.00	82000.00
15	16	S 0°00' W	800.00	81210.00	82000.00
16	17	S 10°00' E	800.00	81210.00	81950.00
17	18	S 25°00' E	800.00	81210.15	81900.00
18	19	S 50°15' E	871.13	81209.78	81850.00
19	20	S 70°00' E	800.00	81210.00	81844.12
20	21	S 85°00' E	500.00	81225.21	81800.00

**UNAM** INGENIERIA CIVIL

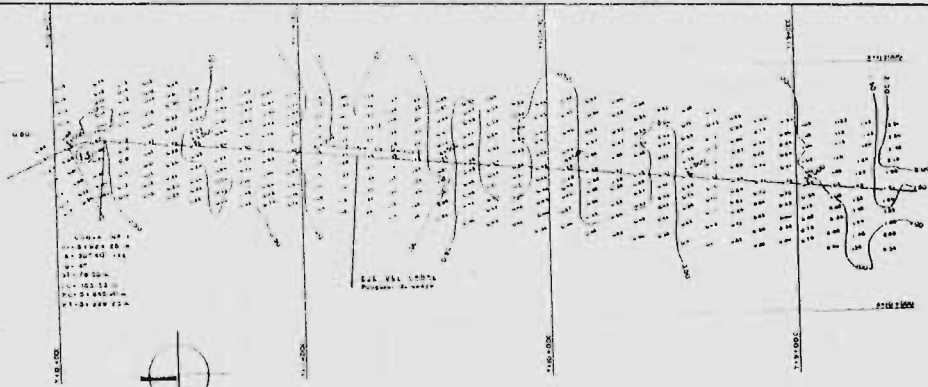
**ENEP ARAGON**

TESIS PROFESIONAL  
ESTUDIO PROYECTO LAS LAVITAS

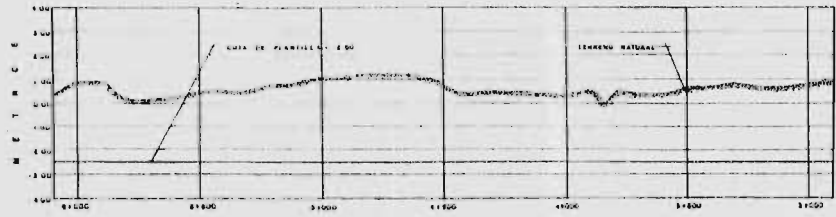
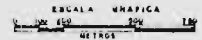
CONSTRUCCION DEL CANAL

11

20 de Mayo 1988



P L A N T A



NOTA: LOS DATOS DE SECCION TIPO, NIVELOS DE MAREAS, QUADAS DE CONSTRUCCION Y CANTIDAD ESTIMADA, SE DEBE PUESEN CONSULTARSE EN EL PLANO Nº 11.

P E R F I L

CORTE	RABANTE	TERRENO NATURAL	ESTACION
0.00	0.00	0.00	0+000
0.00	0.00	0.00	0+100
0.00	0.00	0.00	0+200
0.00	0.00	0.00	0+300
0.00	0.00	0.00	0+400
0.00	0.00	0.00	0+500
0.00	0.00	0.00	0+600
0.00	0.00	0.00	0+700
0.00	0.00	0.00	0+800
0.00	0.00	0.00	0+900
0.00	0.00	0.00	1+000
0.00	0.00	0.00	1+100
0.00	0.00	0.00	1+200
0.00	0.00	0.00	1+300
0.00	0.00	0.00	1+400
0.00	0.00	0.00	1+500
0.00	0.00	0.00	1+600
0.00	0.00	0.00	1+700
0.00	0.00	0.00	1+800
0.00	0.00	0.00	1+900
0.00	0.00	0.00	2+000
0.00	0.00	0.00	2+100
0.00	0.00	0.00	2+200
0.00	0.00	0.00	2+300
0.00	0.00	0.00	2+400
0.00	0.00	0.00	2+500
0.00	0.00	0.00	2+600
0.00	0.00	0.00	2+700
0.00	0.00	0.00	2+800
0.00	0.00	0.00	2+900
0.00	0.00	0.00	3+000
0.00	0.00	0.00	3+100
0.00	0.00	0.00	3+200
0.00	0.00	0.00	3+300
0.00	0.00	0.00	3+400
0.00	0.00	0.00	3+500

**UNAM**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

**ENEP ARAGON**

Escuela Nacional de Estudios Profesionales

**TESIS PROFESIONAL**

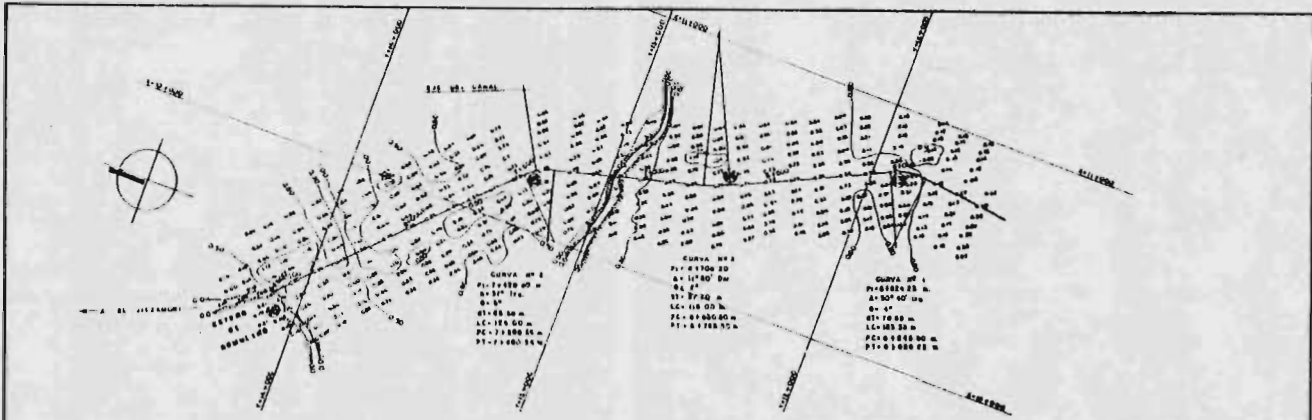
ESTUDIO PRUQUERO LAS LAJITAS

Plantilla: CONSTRUCCION DEL CANAL

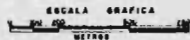
Alumno: José Ricardo Dorado

Fecha: Mayo 1988

12



# P L A N T A



NOTA: LOS DATOS DE SECCION TIPO, NIVEL DE MAREJA, GRABO DE CONSTRUCCION Y CANTEROS ESTIMADOS EN ESTA OBRA PUEDE CONSULTARSE EN EL PLANO Nº 31

# P E R F I L

CORTE	1+000	1+050	1+100	1+150	1+200	1+250	1+300	1+350	1+400	1+450	1+500	1+550	1+600	1+650	1+700	1+750	1+800	1+850	1+900	1+950	2+000
RASANTE	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
TERRENO NATURAL	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
ESTACION	1+000	1+050	1+100	1+150	1+200	1+250	1+300	1+350	1+400	1+450	1+500	1+550	1+600	1+650	1+700	1+750	1+800	1+850	1+900	1+950	2+000

**UNAM**

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

**ENEP ARAGON**

ACADEMIA CIVIL

**TECNOLOGO PROFESIONAL**

ESTUDIO PESQUERO LAS LAJITAS

TITULO

CONSTRUCCION DEL CANAL

FECHA

13

PROFESOR

José Alvarez Guzmán

FECHA

MARZO 1988

## C A P I T U L O VI

### 6.- PROGRAMA DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION.

#### 6.1.- Generalidades.

El programa de construcción de una obra o de realización de un proyecto es el orden, presentado generalmente en forma gráfica, en que deberán desarrollarse secuencialmente y con relación al tiempo, todos los conceptos de dicha obra o proyecto.

Para determinar los conceptos que intervienen en una obra, es necesario primeramente estudiar los planos con que se cuenta. Así conocemos el tipo de obra de que se trata y podemos hacer una apreciación preliminar de los materiales, mano de obra y maquinaria necesarios para la ejecución de la misma, teniendo en cuenta sus características particulares, como: ubicación, superficie construída, tipo de suelo, métodos constructivos a seguir, etc.

Simultáneamente se determina el orden cronológico que seguirán los procesos de construcción.

El proceso de cuantificación de los conceptos de obra es generalmente sencillo y se determina de las medidas tomadas de los planos correspondientes; únicamente hay que tomar en cuenta las particularidades de cada concepto para no incurrir en algún error.

Por ejemplo, para cuantificar excavaciones y acarreos se hará la medida en banco, dejando para el análisis de precio -

unitario las consideraciones de abundamiento.

La unidad elegida para hacer la cuantificación se determina rá de acuerdo a la dimensión más representativa en cada con cepto.

### 6.2.- Catálogo de obra.

El catálogo de obra del canal El Goyme-El Remolino está for mado por pocos conceptos, pero cada uno de enorme importan- cia por los grandes volúmenes que deben manejarse en este - tipo de obras.

Este catálogo servirá como base del calendario de obra y -- del presupuesto, después de haber calculado los pre cios uni tarios de acuerdo a las especificaciones de obra respecti-- vas. Se integra como se muestra en la tabla No. 32.

### 6.3.- Calendario de obra.

Se ha estimado en doce meses el tiempo aproximado que se re quiere para la construcción de las obras que constituyen el canal de intercomunicación, considerando el uso de tres dra gas de arrastre de  $2\ 1/2\ Yd^3$  con un rendimiento de 145.46 -  $m^3$ /hora y tres turnos diarios, lo que nos da un rendimiento mensual aproximado de 85,000  $m^3$ /mes.

Tal estimación está basada en los rendimientos y métodos -- constructivos manejados para el análisis de pre cios unita-- rios, mismos que se apoyan tanto en los rendimientos teóri-- cos de la maquinaria utilizada, como en las experiencias en obras similares.

Este calendario servirá de base para el programa de erogaciones en el que se anotarán las inversiones requeridas mes por mes y según el concepto de obra de que se trate.

El calendario de obra para el canal Bahía de la Bandera-Estero Las Lajitas se presenta en la tabla No, 33.

Tabla No. 32

Catálogo de Obra  
Canal El Goyme-El Remolino

Concepto	Unidad	Cantidad
1.- Desmonte, desenraice y limpieza de terreno para propósitos de construcción en una franja de 70 m. de ancho, en zona de mangle; distancia máxima de retiro a 20 m.	Ha.	31.5
2.- Excavación en cualquier material para formar la cubeta del canal de intercomunicación hasta la cota -1.00 m. referida al N.M.M.	M <sup>3</sup>	757,611.32
3.- Dragado faltante del canal de comunicación, hasta la cota de --- plantilla -2.50 m. referida al N.M.M.	M <sup>3</sup>	998,947.18



Tabla No. 33

Calendario de Obra  
Canal El Goyme-El Remolino

Concepto	M e s											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.- Traslado de equipo, instalación y apoyos de construcción.	▨											
2.- Desmonte, desenraice y limpieza de terreno, en zona de mangle.		▨										
3.- Excavación del canal hasta la cota - 1.00 m.			▨	▨	▨	▨	▨	▨				
4.- Dragado faltante del canal hasta la cota - 2.50 m.			▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨

6.4.- Especificaciones de Construcción.

Las normas y especificaciones son los complementos escritos de los proyectos que, por su naturaleza, no es posible incluir en forma gráfica en los dibujos. Las normas y especificaciones se refieren principalmente a los requisitos de calidad.

Las normas contienen los lineamientos de aplicación general; algunas sociedades técnicas y dependencias gubernamentales las tienen editadas en volúmenes de consulta.

Las especificaciones tratan los aspectos particulares de --

las obras y en su redacción puede hacerse mención a las normas antes citadas.

Frecuentemente las normas y especificaciones son complementadas por los pliegos de requisitos aplicables a un caso -- particular, con lo cual éste queda perfectamente definido.

En los contratos se hacen declaraciones respecto al pleno -- conocimiento de los documentos anteriores, de donde se deriva una gran simplificación en la terminología, documenta---ción y en los procedimientos en general.

Es por todo esto necesario que siempre que se desarrolle un proyecto, se presenten especificaciones, tanto generales, -- como las que se refieren a los lineamientos que involucra -- cada uno de los conceptos de obra mostrados en el presupuesto.

#### 6.4.1.- Generalidades.

##### 6.4.1.1.- Alcance.

Las condiciones indicadas en las presentes especificaciones, así como el contrato de obra, planos y dibujos, forman parte integral de los elementos normativos a los cuales se sujetará el Contratista para llevar a cabo la construcción -- del canal de intercomunicación El Goyme-El Remolino.

##### 6.4.1.2.- Reglamentos.

El Contratista deberá conocer el proyecto, así como las presentes especificaciones, para determinar desviaciones con -- el reglamento vigente de construcción u otro tipo de normas de las autoridades que intervienen en la construcción de la

obra.

El Director de la obra gozará de plena autoridad para vigilar el cumplimiento de estas especificaciones; podrá, de -- juzgarlo conveniente, ordenar la ejecución de pruebas de -- carga, demoliciones, reconstrucción parcial o total si se -- han variado las presentes especificaciones sin autorización.

La Dirección de la obra podrá delegar funciones en el Supervisor que designe.

#### 6.4.1.3.- Líneas de proyecto.

Se definirán como tales a:

a) Las líneas, niveles, acotaciones y, en general, todas -- las indicaciones que aparezcan en cualquiera de los planos.

b) Las modificaciones o adiciones que, en su caso, haga el Supervisor a lo indicado en el inciso (a).

c) Las líneas, niveles e indicaciones que dé el Supervisor al Contratista directamente, aún sin estar anotados en ningún plano.

#### 6.4.1.4.- Cantidades de obra.

Las cantidades de obra que se muestran en el catálogo son -- aproximadas, por lo que un aumento o disminución de éstas -- al efectuar el trabajo, no será motivo de variación en los -- precios unitarios presentados por el Contratista.

#### 6.4.1.5.- Del Pago.

Los precios unitarios son la evaluación económica a que tenen

drá derecho el Contratista por cada unidad de trabajo ejecutado. Para los fines de aplicación de las presentes especificaciones, se considerará que los precios unitarios incluyen, además de los cargos que específicamente se señalan en cada concepto de trabajo, los que a continuación se mencionan:

- a) Salarios y demás prestaciones del personal empleado en la construcción, incluyendo el pago de cuotas al Imss e Infonavit.
- b) Costo de transporte de todo el equipo, maquinaria y herramientas del Contratista, operación y conservación de los mismos.
- c) Gastos de construcción de las obras preparatorias, gastos para la instalación, mantenimiento y vigilancia de los campamentos.
- d) Gastos de administración y utilidad del Contratista y, en general, todos los gastos originados en la construcción de la obra, sean directos o indirectos.

#### 6.4.1.6.- Indemnizaciones.

El Contratista quedará libre de todo pago por indemnización de las afectaciones correspondientes a los terrenos, cultivos, viviendas, cercas, caminos, etc., que estén comprendidos en las líneas de proyecto y el derecho de vía que requieran las obras.

Sin embargo, estará obligado a pagar las indemnizaciones -- por invasión de terrenos, fuera de las líneas de proyecto,-

con perjuicio de terceros.

#### 6.4.1.7.- Calidad en los trabajos.

Cualquier procedimiento, material u operación especificados por medio de las referencias hacia los dibujos y especificaciones deberá cumplir con los requisitos solicitados.

El Supervisor tendrá la facultad de rechazar los trabajos -- que no cumplan con lo especificado. Los trabajos defectuo-- sos serán repuestos o corregidos sin cargo extra para el -- Propietario.

No se aceptarán retrasos en la construcción por las correc-- ciones, demoliciones y/o reposiciones que sean hechas a los trabajos que hayan sido rechazados.

#### 6.4.1.8.- Bitácora de obra.

El Contratista conservará en todo momento en la obra un li-- bro de bitácora en el que anotará las fechas en que se rea-- lice cada etapa de la construcción.

En dicho libro, el Supervisor anotará toda modificación o -- variante de los planos y de estas especificaciones y todo -- concepto que a su juicio deba ejecutarse dentro de las con-- diciones del contrato, así como su aprobación o rechazo de-- la obra ejecutada en sus diversas etapas.

## 6.4.2.- Especificaciones sobre los conceptos de trabajo.

### 6.4.2.1.- Desmonte y desenraice.

#### 6.4.2.1.1.- Definición.

La ejecución de este concepto abarca parcial o totalmente - las operaciones que a continuación se mencionan:

- a) Corte de los árboles o arbustos de los sitios de cons---  
trucción y del derecho de vía.
- b) Roza, que consiste en quitar la maleza, hierba, zacate o  
cualquier otra clase de residuos vegetales.
- c) Desenraice, que consiste en extraer los troncos o troncones,  
incluyendo su raíz.
- d) Junta y quema del material producto del desmonte y desenraice,  
retirando los desechos al banco de desperdicios que-  
fije el Supervisor.

#### 6.4.2.1.2.- Ejecución.

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a -  
mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Toda la materia vegetal proveniente del desmonte deberá co-  
locarse fuera de las zonas destinadas a la construcción de-  
las obras. El tiro se hará en las zonas de libre colocación.

Se entenderá por zona de libre colocación la faja de terre-  
no comprendida entre la línea límite de la zona de construcción  
y una línea paralela a ésta distante 60 metros.

El material aprovechable proveniente del desmonte será estiti

bado en los sitios que indique el Supervisor, no pudiendo ser utilizado por el Contratista sin su consentimiento previo.

Todo el material no aprovechable deberá ser quemado tomando se las precauciones necesarias para evitar incendios.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena producidos por los trabajos de desmote efectuados indebidamente dentro o fuera del derecho de vía o de las zonas de construcción, serán de la responsabilidad del Contratista.

Las operaciones de desmote deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción, con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de éstos.

#### 6.4.2.1.3.- Mediciones para fines de pago.

El desmote se medirá tomando como unidad la hectárea, con aproximación a un decimal.

Con respecto a las características del monte, la tabla No.- 34 muestra la clasificación convencional que aquí emplearemos para evaluar el desmote.

Los trabajos que ejecute el Contratista para la selección y estiba del material aprovechable producto del desmote, serán pagados por separado como "Trabajos por administración".

Tabla No. 34

Clasificación del Monte			
Dimensiones de los árboles	No. de árboles por hectárea		
	A	B	C
<b>Monte Pesado</b>			
Arboles entre 50 y 75 cm. de diámetro	8	6	4
Arboles entre 25 y 50 cm. de diámetro	20	15	10
Arboles con diámetros menores de 25 cm.	80	70	60
<b>Monte Mediano</b>			
Arboles entre 50 y 75 cm. de diámetro	2	2	1
Arboles entre 25 y 50 cm. de diámetro	10	5	3
Arboles con diámetros menores de 25 cm.	60	50	40
<b>Monte Liviano</b>			
Arboles entre 25 y 50 cm. de diámetro	3	2	1
Arboles con diámetros menores de 25 cm.	30	20	10

6.4.2.2.- Dragado y/o excavación del canal.

6.4.2.2.1.- Definición.

Son las operaciones necesarias para extraer y mover parte - del terreno para formar el canal según las líneas de proyec to, en cualquier tipo de material o condiciones de terreno.

Se incluyen en este concepto todas las operaciones acordes- con el trabajo, como: distancia para depositar el material, movimiento de tubería flotante y en tierra, tiempos muertos por cambios de equipo, fletes y maniobras que se originen -



por movimiento de la maquinaria, salarios del personal requerido y todos los demás trabajos auxiliares necesarios para el dragado del canal.

#### 6.4.2.2.2.- Tipo de terreno a dragar.

En los conceptos de dragado y/o excavaciones, el Propietario se compromete a pagar únicamente el precio estipulado, sin que se modifique éste, debido a la dureza o consistencia del terreno, ya que en los precios unitarios presentados por el Contratista se debieron hacer las consideraciones necesarias para tomar en cuenta los tipos de terreno que deberá excavar o dragar.

Tampoco será motivo de modificación a los precios unitarios del Catálogo, el hecho de que dichas excavaciones se deban realizar en presencia de agua, puesto que el Contratista, al determinar sus precios, debe estudiar con detenimiento los niveles de mareas para prever dichas circunstancias.

#### 6.4.2.2.3.- Ejecución.

El Contratista hará las excavaciones de los canales con el equipo idóneo para tal efecto, según los trazos marcados en los planos, afinando los taludes de dichas excavaciones de manera que ningún punto de la sección excavada quede a una distancia mayor de 10 cm. del correspondiente de la sección de proyecto.

Hará, usando los materiales excavados, los bordos o parte de ellos según permita el volumen del material excavado del propio canal, conforme a las secciones de proyecto y dentro

de la misma tolerancia antes indicada.

En los casos en que sobre material, colocará éste ampliando los bordos, hasta la "línea límite de la zona de colocación libre", que se define como la línea paralela, distante 15 - metros de la intersección del plano del talud del canal con la superficie del terreno natural, en cualquier lado del -- propio canal, conservando en esta ampliación el mismo nivel de la corona del bordo, salvo orden en otro sentido del Supervisor (figura No.28 )



FIGURA No. 28

#### 6.4.2.2.4.- Medición y pago.

Para efectos de pago, se medirán los volúmenes excavados to mando como unidad el metro cúbico con aproximación al centé simo.

Todos los volúmenes de las excavaciones se medirán en la -- propia excavación, bajo las líneas de proyecto, con las mo dificaciones que previamente hubieran sido autorizadas por el Supervisor.

## C A P I T U L O VII

### 7.- PRESUPUESTO.

#### 7.1.- Generalidades.

Entre los múltiples problemas que se presentan en el ramo de la construcción, el establecimiento de los precios unitarios equitativos a que debe pagarse un trabajo, ha sido tradicionalmente un punto de divergencia de opiniones entre -- las empresas contratistas y los órganos oficiales o particulares encargados de la realización de las obras.

Esto ha sido todavía más notorio en los últimos años, cuando las variaciones económicas han ido en aumento y los criterios difícilmente coinciden.

Sin embargo, si con anticipación se establecen en forma perfectamente definida las especificaciones, normas y criterios generales que servirán de base para el cálculo de los precios unitarios, los puntos de divergencia se reducirán -- al mínimo y su conciliación podrá encauzarse bajo normas establecidas y previamente aceptadas por las partes.

#### 7.2.- Análisis de costos.

El análisis de costos del canal Las Lajitas-Bahía de la Bandera se realizó en tres etapas:

- a) Datos básicos de salario real y costos indirectos.
- b) Costos horarios de la maquinaria que se consideró adecuada para la realización de las obras.

c) Precios unitarios del catálogo, en base a los datos de - los dos primeros incisos.

7.2.1.- Datos básicos.

7.2.1.1.- Factores para el cálculo de los salarios reales.

Para obtenerlos se toma como base el año laboral (tabla No. 35).

Tabla No. 35

Factores para el cálculo de salarios reales		
Días no laborables	Domingos	52
	Descansos por ley Vacaciones	6.17 6
	Total	64.17
Días nominales de calendario por año (años regulares más el bisiesto)		365.25
Días efectivos	$365.25 - 64.17 =$	301.08
Días pagados en el año	Salario	365.25
	Prima vacaciones	1.50
	Aguinaldo	15.00
	Sub-total	381.75
	Educación $0.01 \times 381.75$	3.8175
	Guardería $0.01 \times 365.25$	3.6525
	Total	389.2200
Cuotas Imss	Para salario mínimo	1.196875
	Para demás salarios	1.159375
Factor de salario real para salario mínimo.	$\frac{389.22}{301.08} \times 1.196875 =$	1.547
Factor de salario real para demás salarios	$\frac{389.22}{301.08} \times 1.159375 =$	1.5

### 7.2.1.2.- Cuadro de Datos Básicos de Mano de Obra.

En este cálculo se usan los salarios aproximados que se están pagando al mes de abril de 1982 en la zona económica No. 32, que corresponde al norte de Sinaloa. (tabla No. 36).

Tabla No. 36

Cálculo de Salarios Reales			
Categoría	Salario nominal	Factor	Salario real
Peón	292.50	1.547	452.50
Ayudante de operador	428.00	1.5	642.00
Cabo	839.00	1.5	1,258.50
Chofer de camión	998.00	1.5	1,497.00
Operador de tractor	1,082.50	1.5	1,623.75
Operador cargador frontal	1,082.50	1.5	1,623.75
Operador de draga	1,175.00	1.5	1,762.50

### 7.2.1.3.- Análisis del costo indirecto y la utilidad.

El costo indirecto es la suma de todos los gastos técnicos y administrativos necesarios para la correcta ejecución de una obra. Se puede dividir en:

- a) Administración Central, que son todos los gastos originados en la oficina central del Contratista durante un año. - El porcentaje de estos gastos que se le aplique a cada obra ejecutada durante ese período será proporcional al monto de la obra.
- b) Administración de obra, que son todos los gastos técni--

cos y administrativos que son 100% aplicables a la obra en estudio.

En la tabla No. 37 se presentan los cálculos correspondientes a nuestro presupuesto, obteniendo un total de indirectos y utilidad del 40% sobre los costos directos.

Tabla No. 37

Cálculo de Indirectos	
C o n c e p t o	%
A.- Por Administración Central	
1.- Honorarios, sueldos y prestaciones	4.68
2.- Depreciación, mantenimiento y rentas	0.96
3.- Servicios	0.85
4.- Gastos de oficina	0.41
5.- Fianzas y financiamiento	7.02
6.- Impuestos	4.45
Total Administración Central	18.37
B.- Por Administración de Obra	
1.- Honorarios, sueldos y prestaciones	9.53
2.- Gastos de oficina	0.96
3.- Fletes y acarreos	1.14
4.- Trabajos previos y auxiliares	1.00
Total Administración de obra	12.63
C.- Utilidad	9.00
Total Indirectos + Utilidad	40.00

### 7.2.2.- Costos horarios de Maquinaria.

El cálculo de los costos horarios está integrado por los -- conceptos de cargos fijos, consumos y operación.

En los primeros se consideran la depreciación, la inversión, seguros, almacenaje y mantenimiento; los conceptos de lubricantes, combustible y llantas intervienen en los consumos, - y los salarios de los operadores en los cargos de operación.

Los porcentajes considerados en los distintos conceptos y - los valores de los coeficientes empleados se basan en expe- riencias obtenidas con este tipo de maquinaria en construc- ciones similares.

Se usarán las siguientes abreviaturas y fórmulas:

Ve = Vida económica del equipo.

Ha = Horas trabajadas por año.

Va = Valor de adquisición del equipo, descontando el valor- de las llantas, cuando proceda.

Vr = Valor de rescate.

i = Tasa anual de interés = 48.4 %

s = Prima anual de seguros = 5 %

Ka = Coeficiente de almacenaje, que depende del tipo de ma- quinaria. En este caso usaremos el valor de 0.07.

Q = Coeficiente de mantenimiento, dependiente también del- tipo de maquinaria. Se usará el valor de 0.80.

D = Depreciación por hora efectiva de trabajo =  $\frac{Va - Vr}{Ve}$

$$I = \text{Cargo por inversión} = \frac{Va + Vr}{2Ha} i$$

$$S = \text{Cargo por seguros} = \frac{Va + Vr}{2Ha} s$$

$$A = \text{Cargo por almacenaje} = Ka D$$

$$M = \text{Cargo por mantenimiento} = Q D$$

Consumo de combustible = H.P. del motor x factor experimental.

Consumo de aceite = Factor experimental x consumo de combustible.

En las páginas siguientes se presentarán, tomando como base los datos y fórmulas antes citadas, los costos horarios de la maquinaria que se considera apropiada para la construcción del canal de intercomunicación, a saber:

- 1.- Camión de volteo Ford F-600.
- 2.- Cargador frontal Caterpillar 955-L.
- 3.- Drega de arrastre Link Belt Ls-108.
- 4.- Tractor sobre orugas Komatsu D-155A-1.



Equipo: CAMION DE VOLTEO	Valor compra: \$ 991,539.00
Marca: Ford	Valor llantas: \$ 52,523.87
Modelo: F-600	Va: \$ 939,015.13
Capacidad: 6 m <sup>3</sup>	Vr: \$ 93,901.51
Tipo de motor: Gasolina	Ve: 5 años
Potencia: 200 HP.	Ha: 2000 horas

Concepto	Cálculos	Importe (\$/hr)
<b>CARGOS FIJOS</b>		
Depreciación	$D = \frac{939,015.13 - 93,901.51}{10,000}$	84.52
Inversión	$I = \frac{939,015.13 + 93,901.51}{2(2000)} (0.484)$	124.98
Seguros	$S = \frac{939,015.13 + 93,901.51}{2(2000)} (0.05)$	12.91
Almacenaje	$A = 0.07 \times 84.52$	5.92
Mantenimiento	$M = 0.80 \times 84.52$	67.62
Suma cargos fijos		295.95
<b>CONSUMOS</b>		
A) Combustible Gasolina	$200 \times 0.0893 = 17.86 \times \$ 6.20$	110.73
B) Lubricantes Cárter	$7.55 \times \$ 27.00/100 \text{ hr.}$	2.04
Transmisión	$6.00 \times \$ 27.00/1000 \text{ hr.}$	0.16
Consumo aceite	$0.0075 \times 17.86 = 0.14 \times \$ 27.00$	3.78
C) Llantas	$52,523.87/2000$	26.26
Suma consumos		140.93
<b>OPERACION</b>		
Cuadrilla	Chofer y ayudante: 2,139.00/8	267.83
Suma operación		267.33
<b>COSTO HORARIO</b>		704.26

Equipo: CARGADOR FRONTAL  
 Marca: Caterpillar  
 Modelo: 955-L  
 Tipo de motor: Diesel  
 Potencia: 130 HP

Cucharón: 2 Yd<sup>3</sup>  
 Va: \$ 6'659,404.50  
 Vr: \$ 665,940.45  
 Ve: 5 años  
 Ha: 2000 horas

Concepto	Cálculos	Importe (\$/hr)
<b>CARGOS FIJOS</b>		
Depreciación	$D = \frac{6'659,404.50 - 665,940.45}{10,000}$	599.35
Inversión	$I = \frac{6'659,404.50 + 665,940.45}{2(2000)} (0.484)$	886.37
Seguros	$S = \frac{6'659,404.50 + 665,940.45}{2(2000)} (0.05)$	91.57
Almacenaje	$A = 0.07 \times 599.35$	41.95
Mantenimiento	$M = 0.80 \times 599.35$	479.48
Suma cargos fijos		2,098.72
<b>CONSUMOS</b>		
A) Combustible Diesel	$130 \times 0.1166 = 15.16 \times \$ 2.80$	42.45
B) Lubricantes		
Cárter	$19.00 \times \$ 27.00/100 \text{ hr.}$	5.13
Transmisión	$266.00 \times \$ 27.00/1000 \text{ hr.}$	7.18
Consumo aceite	$0.0521 \times 15.16 = 0.79 \times \$ 27.00$	21.33
Suma consumos		76.09
<b>OPERACION</b>		
Cuadrilla	Operador y ayudante: 2,265.75/8	283.22
Suma operación		283.22
<b>COSTO HORARIO</b>		<b>2,458.03</b>

Equipo: DRAGA DE ARRASTRE

Marca: Link Belt

Modelo: Ls-108

Tipo de motor: Diesel

Potencia: 145 HP

Cucharón: 2 1/2 Yd<sup>3</sup>

Va: \$ 15'498,450.00

Vr: \$ 1'549,845.00

Ve: 5 años

Ha: 2000 horas

Concepto	Cálculos	Importe (\$/hr)
<b>CARGOS FIJOS</b>		
Depreciación	$D = \frac{15'498,450.00 - 1'549,845.00}{10,000}$	1,394.86
Inversión	$I = \frac{15'498,450.00 + 1'549,845.00}{2(2000)} (0.484)$	2,062.84
Seguros	$S = \frac{15'498,450.00 + 1'549,845.00}{2(2000)} (0.05)$	213.10
Almacenaje	$A = 0.07 \times 1,394.86$	97.64
Mantenimiento	$M = 0.80 \times 1,394.86$	1,115.89
Suma cargos fijos		4,884.33
<b>CONSUMOS</b>		
A) Combustible Diesel	$145 \times 0.1166 = 16.91 \times \$ 2.80$	47.35
B) Lubricantes		
Cárter	$30.00 \times \$ 27.00/100 \text{ hr.}$	8.10
Transmisión	$138.00 \times \$ 27.00/1000 \text{ hr.}$	3.73
Consumo aceite	$0.0521 \times 16.91 = 0.88 \times \$ 27.00$	23.76
Suma consumos		82.94
<b>OPERACION</b>		
Cuadrilla	Operador y ayudante: 2,404.50/8	300.56
Suma operación		300.56
<b>COSTO HORARIO</b>		<b>5,267.83</b>

Equipo: TRACTOR SOBRE ORUGAS  
 Marca: Komatsu  
 Modelo: D-155A-1  
 Tipo de motor: Diesel  
 Potencia: 320 HP

Va: \$12'815,400.00  
 Vr: \$ 1'281,540.00  
 Ve: 5 años  
 Ha: 2000 horas

Concepto	Cálculos	Importe (\$/hr)
<b>CARGOS FIJOS</b>		
Depreciación	$D = \frac{12'815,400.00 - 1'281,540.00}{10,000}$	1,153.39
Inversión	$I = \frac{12'815,400.00 + 1'281,540.00}{2(2000)} (0.484)$	1,705.73
Seguros	$S = \frac{12'815,400.00 + 1'281,540.00}{2(2000)} (0.05)$	176.21
Almacenaje	$A = 0.07 \times 1,153.39$	80.74
Mantenimiento	$M = 0.80 \times 1,153.39$	922.71
Suma cargos fijos		4,038.78
<b>CONSUMOS</b>		
A) Combustible Diesel	$320 \times 0.1555 = 49.76 \times \$ 2.80$	139.33
B) Lubricantes		
Cárter	$71.00 \times \$ 27.00/100 \text{ hr.}$	19.17
Transmisión	$478.00 \times \$ 27.00/1000 \text{ hr.}$	12.91
Consumo aceite	$0.0353 \times 49.76 = 1.76 \times \$ 27.00$	47.52
Suma consumos		218.93
<b>OPERACION</b>		
Cuadrilla	Operador y ayudante: 2,265.75/8	283.22
Suma operación		283.22
<b>COSTO HORARIO</b>		4,540.93

### 7.2.3.- Cálculo de precios unitarios.

En la elaboración de los precios unitarios se incluye el -- equipo, la mano de obra, herramienta, indirectos y utilidad del Contratista.

Para el cálculo de los rendimientos se tomaron en cuenta -- las especificaciones de construcción consideradas en el capítulo 6, para cada uno de los conceptos de catálogo.

#### 7.2.3.1.- Precio unitario No. 1.

CONCEPTO                      Desmonte, desenraice y limpia de terreno--  
para propósitos de construcción.

#### OPERACIONES PRINCIPALES

- 1) Desmonte, desenraice y limpia.
- 2) Retiro del producto a una distancia --  
promedio de 20 m.
- 3) Incineración de desechos.

MEDICION Y PAGO                Se estimará la superficie, expresada en -  
hectáreas, con aproximación a la décima.

#### EQUIPO NECESARIO

1 Tractor D-155A-1    C.H. = \$ 4,540.93/hr.

#### VOLUMEN APROXIMADO

31.5 Has.

### A N A L I S I S

#### 1) Desmonte, desenraice y limpia.

Se hará con el tractor de 320 HP. Pa--  
ra evaluar de una manera aproximada -

el rendimiento por turno, deben hacerse las siguientes consideraciones del trabajo del tractor, de acuerdo a la clasificación del monte mostrada en - la tabla No.

a) Arboles entre 50 y 75 cm. de diámetro

Tractor cortando raíces	7 min/árbol
Tractor tirando árboles	7 min/árbol
Tractor arrimando árboles	3 min/árbol
	<hr/>
Total	17 min/árbol

b) Arboles entre 25 y 50 cm. de diámetro

Tractor tirando árboles	6 min/árbol
Tractor arrimando árboles	2.4 min/árbol
	<hr/>
Total	8.4 min/árbol

c) Arboles con diámetros menores de 25 cm.

Tractor tirando árboles	1.8 min/árbol
Tractor arrimando árboles	0.8 min/árbol
	<hr/>
Total	2.6 min/árbol

En este caso consideraremos Monte Mediano "B", con lo que el tiempo requerido por - hectárea será:

17 min/árbol x 2 árboles (a)/Ha = 34 min/Ha

8.4 min/árbol x 5 árboles (b)/Ha = 42 min/Ha

2.6 min/árbol x 50 árboles (c)/Ha = 130 min/Ha

Total 206 min/Ha

Así, calculamos el rendimiento del tractor para operación de desmonte y desenraice:

$$\frac{60 \text{ min/hora}}{206 \text{ min/Ha}} = 0.29 \text{ Has/hora}$$

Cargo: \$ 4,540.93/0.29

\$ 15,658.38/Ha

2) Retiro del producto a 20 m.

Se hará con el mismo tractor de 320 HP.

Rendimiento para retiro: 0.87 Ha/hora.

Cargo: 0.87 x \$ 4,540.93

\$ 3,950.61/Ha

3) Incineración de los desechos.

Se hará con la siguiente cuadrilla:

1 cabo = \$ 1,258.00

10 peones 10 x 452.50 = \$ 4,525.00

Herramienta 3% M.O. = \$ 173.49

\$ 5,956.49/turno

Rendimiento: 2.5 Has/turno.

Cargo: \$ 5,956.49/2.5

\$ 2,382.60/Ha

SUMAN LOS COSTOS DIRECTOS 21,991.59/Ha

INDIRECTOS MAS UTILIDAD 40% 8,796.64/Ha

PRECIO UNITARIO:

\$ 30,788.23/Ha

### 7.2.3.2.- Precio Unitario No. 2

CONCEPTO                    Excavación en cualquier material para formar la cubeta del canal hasta la cota --  
- 1.00 m.

#### OPERACIONES PRINCIPALES

- 1) Excavación.
- 2) Afine de la sección excavada con tolerancia de 10 cm.
- 3) Relleno de sobreexcavaciones.
- 4) Carga, acarreo a una distancia máxima de 500 metros y descarga.

MEDICION Y PAGO            Se determinará en metros cúbicos medidos en banco con aproximación al centésimo.

#### EQUIPO NECESARIO

1 Tractor D-155A-1	C.H. = \$ 4,540.93/hr.
1 Cargador 955-L	C.H. = \$ 2,458.03/hr.
1 Camión F-600	C.H. = \$ 704.26/hr.

#### VOLUMEN APROXIMADO

758,000 m<sup>3</sup>.

#### A N A L I S I S

##### 1) Excavación.

Se hará con tractor D-155A-1.

Rendimiento: 200 m<sup>3</sup>/hora.

Cargo: \$ 4,540.93/200

\$ 22.70/m<sup>3</sup>

##### 2) Afine de la sección a líneas de proyecto.



Se hará a mano con la siguiente cuadrilla:

1 cabo	= \$ 1,258.00	
15 peones 15 x 452.50	= \$ 6,787.50	
	<u>\$ 8,045.50</u>	
Herramienta: 3 % M.O.	= \$ 241.37	
	<u>\$ 8,286.87/turno</u>	

Rendimiento: 4,000 m<sup>2</sup>/turno.

Factor de volumen: 3.5 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

Cargo: \$ 8,286.87 x 3.5/4,000 = \$ 7.25/m<sup>3</sup>

3) Relleno de sobreexcavaciones.

Se considerará el 10% del cargo de afine.

Cargo: \$ 7.25 x 0.10 = \$ 0.73/m<sup>3</sup>

4) Carga, acarreo a 500 mts. y descarga.

a) La carga se hará con cargador 955-L

Factor de eficiencia en obra = 0.85

Factor de llenado de balde = 0.96

Factor total = 0.85 x 0.96 = 0.82

Ciclo teórico en carga a camión: 0.60 min

$\frac{60 \text{ min}}{0.60 \text{ min}} \times 1.58 \text{ m}^3 \times 0.82 = 129.56 \text{ m}^3/\text{hora}$

Cargo: \$ 2,458.03/129.56 = \$ 18.97/m<sup>3</sup>

b) El acarreo a 500 metros y descarga se hará con camión F-600 de 6 m<sup>3</sup>.

Tiempo de carga:

Puesto que el rendimiento del cargador es de 129.56 m<sup>3</sup>/hora, el tiempo empleado en cargar un camión será:

$$\frac{6 \text{ m}^3/\text{camión} \times 60 \text{ min/hora}}{129.56 \text{ m}^3/\text{hora}} = 2.78 \text{ min}$$

Ciclo de trabajo:

Por lo anterior, el ciclo de trabajo será igual a:

Tiempo de carga	2.78 min
Acarreo, descarga, regreso y acomodo	<u>3.00 min</u>
Tiempo total del ciclo	5.78 min

Para mantener en constante producción al cargador se necesita un número de camiones igual a:

$$\text{Número de camiones} = \frac{5.78 \text{ min}}{2.78 \text{ min}} = 2.08$$

Si se disponen de 2 camiones, el rendimiento de éstos será óptimo:

$$\frac{2 \text{ camiones} \times 6 \text{ m}^3/\text{camión} \times 60 \text{ min/hr}}{5.78 \text{ min/ciclo}} = 124.57 \text{ m}^3/\text{hr}$$

El cargo por metro cúbico acarreado será:

$$\frac{2 \text{ camiones} \times \$ 704.26/\text{hora-camión}}{124.57 \text{ m}^3/\text{hora}} = \underline{\$ 11.30/\text{m}^3}$$

$$\text{SUMAN LOS CARGOS DIRECTOS:} \quad \underline{\$ 60.95/\text{m}^3}$$

$$\text{INDIRECTOS Y UTILIDAD 40\%:} \quad \underline{\$ 24.38/\text{m}^3}$$

$$\text{PRECIO UNITARIO:} \quad \underline{\underline{\$ 85.33/\text{m}^3}}$$

### 7.2.3.3.- Precio Unitario No. 3

CONCEPTO Dragado del canal, de la elevación - 1.00 m. a la elevación - 2.50 m. (cota de la - plantilla).

#### OPERACIONES PRINCIPALES

- 1) Dragado, con descarga lateral.
- 2) Formación de bordos.
- 3) Afine de bordos con tolerancia de 10 - cm.

MEDICION Y PAGO Se determinará en metros cúbicos medidos - en banco, con aproximación al centésimo.

#### EQUIPO

##### NECESARIO

- 1 Draga Ls-108 C.H. = \$ 5,267.83/hr.  
1 Tractor D-155A-1 C.H. = \$ 4,540.93/hr.

#### VOLUMEN

##### APROXIMADO

1'000,000.00 m<sup>3</sup>.

### A N A L I S I S

- 1) Dragado con descarga lateral.

Se hará con draga Ls-108.

Factor de eficiencia en obra = 0.85

Factor de llenado del balde = 1.00

Factor total = 0.85 x 1.00 = 0.85

Ciclo teórico de excavación y descarga lateral, para un ángulo de 180°, en arena:

0.67 min.

$\frac{60 \text{ min}}{0.67 \text{ min}} \times 1.911 \text{ m}^3 \times 0.85 = 145.46 \text{ m}^3/\text{hora}$

Cargo: \$ 4,267.83/145.46 = \$ 36.21/m<sup>3</sup>

2) Formación de bordos.

Se hará con la misma draga.

Se considera el 10% del cargo por dragado:

Cargo: \$ 36.21 x 0.10 = \$ 3.62/m<sup>3</sup>

3) Afine de bordos con tolerancia de 10 cm.

Se hará con tractor de 320 HP.

Rendimiento en banco = 200 m<sup>3</sup>/hora

Factor de volumen: 0.3 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

Cargo: \$ 4,540.93/hora x 0.3/200 = \$ 6.81/m<sup>3</sup>

SUMAN LOS COSTOS DIRECTOS: \$ 46.64/m<sup>3</sup>

INDIRECTOS Y UTILIDAD 40%: \$ 18.66/m<sup>3</sup>

PRECIO UNITARIO: \$ 65.30/m<sup>3</sup>

7.3.- Integración del presupuesto y programa de erogaciones.

Con los precios unitarios calculados, se elabora el presupuesto general de la obra, tomando los volúmenes del catálogo de conceptos (tabla No. 38 ).

Asimismo, usando el calendario de obra establecido, se calcula el programa de erogaciones mensuales de la obra (tabla No. 39 ).

Tabla No. 38

Presupuesto General de Obra  
Canal El Goyme-El Remolino

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
1.- Desmonte, desenraizaje y limpia de terreno para propósitos de construcción en una franja de 70 m. de ancho, en zona de mangle; distancia máxima de retiro a 20 m.	Ha	31.5	30,788.32	969,832.08
2.- Excavación en cualquier material para formar la cubeta del canal de intercomunicación hasta la cota - 1.00 m. referida al N.M.M.	M <sup>3</sup>	757,611.32	85.33	64'646,973.94
3.- Dragado faltante del canal de intercomunicación, hasta la cota de plantilla - 2.50 m. referida al N.M.M.	M <sup>3</sup>	998,947.18	65.30	65'231,250.85

IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO: \$ 130'848,056.87

Programa de Erogaciones.														
CONCEPTO	MESES												TOTALES	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1.- Desmante, desenraice y limpia de terreno, en zona de mangle		969,832.08												969,832.08
2.- Excavación del canal hasta la cota - 1.00		9'235,282.00	9'235,282.00	9'235,282.00	9'235,282.00	9'235,282.00	9'235,282.00	9'235,281.94						64'646,973.94
3.- Dragado faltante del canal hasta la cota - 2.50		5'930,114.00	5'930,114.00	5'930,114.00	5'930,114.00	5'930,114.00	5'930,114.00	5'930,114.00	5'930,114.00	5'930,114.00	5'930,114.00	5'930,110.85		65'231,250.85
TOTALES DE INVERSION MENSUAL	16'135,228.08	15'165,396.00	15'165,396.00	15'165,396.00	15'165,396.00	15'165,396.00	15'165,395.94	5'930,114.00	5'930,114.00	5'930,114.00	5'930,114.00	5'930,110.85		130'848,056.87

## C A P I T U L O    V I I I

### 8.- EVALUACION DEL PROYECTO.

#### 8.1.- Evaluación técnica.

Los resultados del diseño del acceso del canal Las Lajitas-Bahía de la Bandera indican que el área estable del mismo,-- de acuerdo a los criterios de Bruun y Keulegan-Escoffier,-- fluctúa entre  $156.25 \text{ m}^2$  y  $281.25 \text{ m}^2$ , tal como se señala en los cálculos.

El criterio del esfuerzo tangencial crítico concluye en un área de diseño de  $360 \text{ m}^2$ , con ancho de plantilla de 42 m. y tirante de 6 m. para el canal.

El canal utilizado para diseño tiene un área de  $143.25 \text{ m}^2$ ,-- por lo que puede concluirse que el acceso y el canal tendrán tendencia al azolve, porque las velocidades serán más bajas que las requeridas.

Sin embargo, esta circunstancia ya está considerada en nuestro diseño, pues aunque los gastos de mantenimiento serán -- apreciables, el costo de inversión inicial será mucho menor que el costo de la construcción de un canal con área óptima.

#### 8.2.- Evaluación económica.

El objetivo básico de todo estudio económico de un proyecto es evaluarlo, es decir, calificarlo para determinar si es -- bueno o malo y compararlo con otros proyectos de acuerdo -- con una determinada escala de valores, a fin de establecer-

un orden de prelación. Esta tarea exige precisar las ventajas y desventajas de la asignación de recursos a un fin dado.

Se distinguen dos tipos principales de evaluación:

a) Los patrones de comparación de proyectos conforme al interés del empresario privado. Entre estos están el criterio de la rentabilidad y el de la velocidad de rotación de capital.

b) Los que interesan a la comunidad en su conjunto y que -- pueden llamarse criterios sociales de evaluación. Entre estos se encuentran el criterio de relación producto-capital, el de ocupación por unidad de capital, el del factor divisas y el criterio Beneficio-Costo.

En este caso usaremos el último de los mencionados, esto es, el criterio de Beneficio-Costo, pues consideramos que desde un punto de vista social, interesa más bien lograr el máximo de la producción total (no sólo de las utilidades), con el mínimo del complejo de recursos empleados (no sólo del capital).

A este coeficiente se le llama beneficios-costos y se expresa por el cociente obtenido al dividir el valor de producción entre los costos totales involucrados.

Se acostumbra también definir otro índice, no en forma de cociente, sino de diferencia entre la suma de beneficios actualizados y la suma de costos actualizados. A esta diferencia se le llama Valor Presente Neto y deberá ser positivo para que la inversión sea atractiva.



En las evaluaciones se debe considerar el factor tiempo en el uso de los capitales, en las disponibilidades de los ingresos y en el espaciamento de los egresos, lo cual implica la adopción de una tasa de interés.

El problema consiste en hacer homogéneas series de dinero en el tiempo, pues la comparación económica y la evaluación de la suma de los costos y de los ingresos resultantes en la vida de la obra, no se podrán hacer a menos que los componentes se hagan homogéneos.

Los métodos de equivalencia más comúnmente usados son el del valor uniforme anual equivalente y el del valor actualizado, los cuales se deducen de las mismas fórmulas, por lo que la utilización de uno u otro depende de los datos del problema y de los objetivos perseguidos.

En el método del valor actualizado se hacen homogéneos los valores en términos de la inversión inicial, reduciendo todos los pagos anuales al equivalente de un sólo pago efectuado junto con la inversión.

Dada una serie de valores periódicos de "n" términos y un tipo de interés "i", las fórmulas permiten calcular la inversión inicial equivalente.

Desde luego, este proceso de actualización es el mismo que se aplica también a los ingresos.

La fórmula será:

$$P = R \times (\text{f.a.}) = R \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

donde:

R = Cantidad que se pagará "n" veces.

i = Tasa de interés.

P = Valor inicial equivalente.

f.a. = Factor de actualización.

### 8.2.1.- Volúmenes e Ingresos de Producción.

Se puso especial atención al volumen de capturas de camarón, utilizando series estadísticas de 10 años e incluyendo el campo Las Lajitas y la bahía de La Bandera. El promedio --- anual de esta serie nos servirá como dato a considerar en los volúmenes de capturas sin proyecto (tabla No. 40).

En cuanto a escama, se tomó como base para determinar volúmenes sin proyecto el año 1978, por ser el más confiable.

Los precios están actualizados al mes de mayo de 1982, ya que los costos del proyecto están calculados a esta misma fecha (tablas Nos. 41 y 42).

Tabla No. 40

Capturas de camarón en Las Lajitas y Bahía de La Bandera  
(Sin proyecto)

Año	Las Lajitas (Kg)	La Bandera (Kg)
1971		143,419
1972	58,634	52,948
1973	89,277	6,972
1974	67,341	79,000
1975	8,622	15,324
1976	11,540	67,342
1977	65,202	56,667
1978	55,495	2,300
1979	5,905	54,951
1980	22,000	45,000
Media anual	42,668	52,392

Tabla No. 41

Capturas de escama en el Estero Las Lajitas  
Pescadores de Las Lajitas (1978)

Producción	Volumen (kg)	\$/kg	Valor actualizado (miles de pesos)
Tiburón	37,729	45.53	1,717.8
Cazón	7,240	45.53	337.8
Corvina	1,230	87.38	107.5
Robalo	1,273	87.50	111.4
Lisa	1,100	18.58	20.4
Sierra	3,028	45.88	138.9
Baqueta	12,877	79.88	1,028.6
Lengua	6,420	20.00	128.4
Pargo	860	37.50	32.3
Otras especies	3,631	44.43	161.3
Totales	75,388		3,784.4

Tabla No. 42

Capturas de escama en Bahía de La Bandera  
Pescadores de Jitzámuri (1978)

Producción	Volumen (kg)	\$/kg	Valor actualizado (miles de pesos)
Baqueta	5,555	79.88	443.7
Berrigata	600	37.93	22.8
Cazón	27,360	45.53	1,245.7
Corvina	1,505	87.38	131.5
Huachinango	5,303	87.40	463.5
Lisa	8,544	18.58	158.7
Mojarra	165	50.00	8.3
Robalo	280	87.50	24.5
Sierra	2,360	45.88	108.3
Otras especies	6,714	44.43	298.3
Totales	58,386		2,905.3

De acuerdo con los estudios ecológicos presentados en el capítulo 3, proponemos tres hipótesis de crecimiento de las capturas de camarón en la zona en estudio, considerando que en los tres casos, las 7,000 hectáreas de dicha zona serán productivas, contra las 4,500 que actualmente se consideran productivas.

- a) Hipótesis optimista: El rendimiento será de 100 kg/ha/año.
- b) Hipótesis media: El rendimiento será de 75 kg/ha/año.
- c) Hipótesis pesimista: El rendimiento será de 50 kg/ha/año.

De acuerdo con estas hipótesis tendríamos las producciones-  
presentadas en la tabla No. 43.

Tabla No. 43

Hipótesis de crecimiento de las capturas de camarón  
en Las Lajitas y La Bandera

Hipótesis	Sin proyecto		Con proyecto	
	Rendimiento (kg/ha)	Producción (ton)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (ton)
Pesimista	21.3	95.1	50.0	350.0
Media	21.3	95.1	75.0	525.0
Optimista	21.3	95.1	100.0	700.0

En cuanto a la escama, consideraremos en la hipótesis opti-  
mista que la producción se duplica, mientras que en los ---  
otros dos casos la producción de escama se considerará ---  
igual a la producción sin proyecto.

En primer lugar tomaremos los datos de la hipótesis pesimis-  
ta para realizar la evaluación del proyecto. En la tabla --  
No. 44 se hace la comparativa de ingresos y volúmenes de --  
producción.

En el cálculo de ingresos con proyecto, el precio del cama-  
rón se consideró a un promedio de \$ 300.00/kg. después de -  
descontar lo que cobra Productos Pesqueros Mexicanos por --  
concepto de maquila, flete y paso de frontera.

Tabla No. 44

Ingresos y volúmenes de producción en las Cooperativas  
Gral. Leyva, S.C.L. y Jitzámuri, S.C.L.

Cooperativa	Volumen (Kg)	Valor (Miles de pesos)
Sin proyecto		
<u>Camarón</u>		
Jitzámuri	52,392	15,717.6
Gral. Leyva	42,668	12,800.4
Sub-totales	95,060	28,518.0
<u>Escama</u>		
Jitzámuri	58,386	2,905.3
Gral. Leyva	75,388	3,784.4
Sub-totales	133,744	6,689.7
TOTAL SIN PROYECTO		35,207.7
Con proyecto (ambas cooperativas)		
Camarón	350,000	105,000.0
Escama	133,744	6,689.7
TOTAL CON PROYECTO		111,689.7

8.2.2.- Costos de producción.

En este renglón deben considerarse todos los cargos fijos y cargos variables que se generan en las cooperativas por concepto de producción. En las tablas siguientes, los valores-

se manejarán en miles de pesos, para mayor sencillez.

### 8.2.2.1.- Costos fijos.

Son todos aquellos que están en función de la infraestructura establecida por las cooperativas y son independientes de los volúmenes de captura, como se muestra en la tabla No. - 45.

Tabla No. 45

C o s t o s   f i j o s						
Depreciación						
Concepto	No. de piezas	Valor Unitario	total	No. de años	Depre- ciación anual	total anual
Embarcaciones	168	45.0	7560	10	10%	756.0
Motores 48 HP	168	72.0	12096	5	20%	2419.2
Atarrayas	220	7.5	1650	2	50%	825.0
Total Depreciación						4000.2
Mantenimiento de equipo:						
80% de la Depreciación: $0.8 \times 4000.2 =$						3200.2
Combustible y lubricantes:						
Gasolina: $48 \times 0.0893 = 4.29 \times \$ 6.20 = 26.60$						
Aceite: $0.01 \times 4.29 = 0.043 \times \$ 27.00 = \underline{1.16}$						
$\$ 27.76/\text{hora}$						
$\$ 27.76/\text{hora} \times 1000 \text{ horas} \times 168 \text{ motores} =$						4663.7
Mano de obra:						
$\$ 300.00/\text{día} \times 360 \text{ días} \times 175 \text{ socios} =$						18900.0
Administración:						
10% de la Mano de obra: $18900.0 \times 0.10 =$						1890.0
Sub-total						32654.1
Imprevistos: 10% del sub-total: $32654.1 \times 0.10 =$						3265.4
TOTAL COSTOS FIJOS						35919.5

En lo que se refiere a la mano de obra, se calculó un salario de 300 pesos diarios durante un período de 12 meses, -- aplicándolo a 175 socios de las cooperativas, pues hasta -- ahora éstas son las únicas fuentes de ingresos importantes-- para la población de la zona en estudio.

#### 8.2.2.2.- Costos variables.

Se consideran costos variables todos aquellos que están en función directa de los volúmenes de captura, y que calcularemos por tonelada producida para aplicarlos a los volúmenes de comparación. (tabla No.46 ).

Tabla No. 46

C o s t o s   v a r i a b l e s	
Concepto	\$/ton
Transporte del producto con hielo	786.00
Hielo	740.00
Sub-total	1,526.00
Imprevistos (10% del sub-total)	152.60
TOTAL COSTOS VARIABLES	1,678.60

#### 8.2.2.3.- Estructura de los costos totales de producción.

Se realiza la comparación entre los costos de la producción sin proyecto y el monto de los erogados con proyecto.

En lo que se refiere a los costos fijos, sólo estamos suponiendo un incremento del 100% a los costos sin proyecto, --



porque gran parte de los efectivos de pesca y de las horas-hombre están actualmente subocupados, tanto en la Cooperativa Gral. Leyva como en la Cooperativa Pescadores de Jitzámuri.

En la tabla No. 47 se muestra la comparativa de los costos-totales de producción.

Tabla No. 47

Costos totales de producción Cooperativas Gral. Leyva, S.C.L. y Jitzámuri, S.C.L.	
Concepto	Monto (miles de pesos)
Sin proyecto	
Costos fijos =	35,919.5
Costos variables:	
a) Camarón: 95.1 x 1,678.60 =	159.6
b) Escama: 133.7 x 1,678.60 =	224.4
<b>TOTAL COSTOS SIN PROYECTO</b>	<b>36,303.5</b>
Con proyecto	
Costos fijos =	71,839.0
Costos variables:	
a) Camarón: 350 x 1,678.60 =	587.5
b) Escama: 133.7 x 1,678.60 =	224.4
<b>TOTAL COSTOS CON PROYECTO</b>	<b>72,650.9</b>

### 8.2.3.- Flujo de beneficios y costos.

Considerando como beneficios generados por el proyecto a la diferencia del incremento del valor de producción menos el incremento de los costos de producción, se hace una comparación anual de beneficios y costos (tabla No. 48).

Se incluyen también los gastos anuales de conservación del canal, que calcularemos como sigue:

$$120,000 \text{ m}^3/\text{año} \times \$ 65.30/\text{m}^3 = \$ 7,836,000.00/\text{año}.$$

### 8.2.4.- Actualización de costos y beneficios.

Para hacer la actualización de los costos y los beneficios consideraremos una vida útil de la obra de 20 años y calcularemos el factor de actualización para varias tasas de interés: en primer lugar, dos tasas bajas que hasta hace poco estaban vigentes en este tipo de estudios: 6% y 10%; en segundo lugar, las tasas que actualmente está cobrando Banpesca para créditos refaccionarios: 19% y 24% (tabla No. 49).

Con estos factores de actualización, realizamos los cálculos de actualización de costos y beneficios, para lograr hacer homogéneos todos los valores que intervienen en la evaluación de nuestro proyecto. (tabla No. 50).

### 8.2.5.- Relación Beneficio-Costo y Valor Presente Neto.

En seguida, usamos los valores obtenidos para calcular la relación beneficio-costo para cada una de las tasas de actualización, con el siguiente cociente:

$$\text{Relación} = \text{Beneficio/Costo.}$$

Los resultados de este cálculo se presentan en la tabla No. 51.

De la misma manera podemos calcular el otro índice anteriormente mencionado que se expresa en forma de diferencia y al que llamamos Valor Presente Neto (tabla No. 52).

De esta forma, realizados todos los cálculos, vemos que la Relación Beneficio-Costo de la hipótesis pesimista evaluada resulta mayor que la unidad para todas las tasas de interés consideradas. Igualmente el Valor Presente Neto resulta positivo en todos los casos.

Estos dos resultados nos indican que el proyecto es rentable. Es importante hacer notar que para la tasa de actualización más alta (24%), la inversión inicial se recuperaría aproximadamente en 8 años.

Consideramos suficiente la evaluación de la hipótesis pesimista, pues si en este caso el proyecto resultó rentable, - con mayor razón lo será para las hipótesis media y optimista.

Por todo esto podemos concluir que resulta atractiva la realización del proyecto estudiado, pues los objetivos que nos habíamos trazado en el capítulo primero se cumplen de manera adecuada, mejorando la producción de la zona Las Lajitas/ La Bandera y aumentando así el ingreso per cápita de sus habitantes, con lo que el progreso de dicha zona estará garantizado.

Flujo de beneficios y costos de la hipótesis pesimista  
(en miles de pesos)

Año	Beneficios				Costos			
	Valor producción		Costos producción		total	Inversión	Conser- vación	total
	s/proy	c/proy	s/proy	c/proy				
1	35207.7	35207.7	36303.5	36303.5		130848.1		130848.1
2	35207.7	111689.7	36303.5	72650.9	40134.6		7836.0	7836.0
3	35207.7	111689.7	36303.5	72650.9	40134.6		7836.0	7836.0
4	35207.7	111689.7	36303.5	72650.9	40134.6		7836.0	7836.0
5	35207.7	111689.7	36303.5	72650.9	40134.6		7836.0	7836.0
6	35207.7	111689.7	36303.5	72650.9	40134.6		7836.0	7836.0
7	35207.7	111689.7	36303.5	72650.9	40134.6		7836.0	7836.0
8	35207.7	111689.7	36303.5	72650.9	40134.6		7836.0	7836.0
9	35207.7	111689.7	36303.5	72650.9	40134.6		7836.0	7836.0
10	35207.7	111689.7	36303.5	72650.9	40134.6		7836.0	7836.0
1/	35207.7	111689.7	36303.5	72650.9	40134.6		7836.0	7836.0

1/ De 10 años en adelante.

Tabla No. 49

Factores de actualización		
tasa de actualización	cálculos	factor de actualización
6%	$\frac{(1+0.06)^{20} - 1}{0.06(1+0.06)^{20}} =$	11.47
10%	$\frac{(1+0.10)^{20} - 1}{0.10(1+0.10)^{20}} =$	8.51
19%	$\frac{(1+0.19)^{20} - 1}{0.19(1+0.19)^{20}} =$	5.10
24%	$\frac{(1+0.24)^{20} - 1}{0.24(1+0.24)^{20}} =$	4.11

Tabla No. 50

Actualización de costos y beneficios		
Tasa de actualización	Beneficios (en miles de pesos)	Costos (en miles de pesos)
6%	$(40,134.6)(11.47)=460,343.9$	$(130,848.1)(0.943)=123,389.8$ $(7,836.0)(11.47)=89,878.9$ <u>213,268.7</u>
10%	$(40,134.6)(8.51)=341,545.4$	$(130,848.1)(0.909)=118,940.9$ $(7,836.0)(8.51)=66,684.4$ <u>185,625.3</u>
19%	$(40,134.6)(5.10)=204,686.5$	$(130,848.1)(0.84)=109,012.4$ $(7,836.0)(5.10)=39,963.6$ <u>149,876.0</u>
24%	$(40,134.6)(4.11)=164,953.2$	$(130,848.1)(0.806)=105,463.6$ $(7,836.0)(4.11)=32,205.0$ <u>137,668.6</u>

Tabla No. 51

Relación Beneficio-Costo del proyecto	
Tasa de actualización	R = B/C
6%	$\frac{460,343.9}{213,268.7} = 2.16$
10%	$\frac{341,545.4}{185,625.3} = 1.84$
19%	$\frac{204,686.5}{149,876.0} = 1.37$
24%	$\frac{164,953.2}{137,668.6} = 1.20$

Tabla No. 52

Valor Presente Neto del Proyecto	
Tasa de actualización	Valor Presente Neto (en miles de pesos)
6%	$(460,343.9) - (213,268.7) = 247,075.2$
10%	$(341,545.4) - (185,625.3) = 155,920.1$
19%	$(204,686.5) - (149,876.0) = 54,810.5$
24%	$(164,953.2) - (137,668.6) = 27,284.6$

## C A P I T U L O     I X

### 9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En el presente estudio se han podido observar dos habitats-completamente diferentes: el Estero Las Lajitas y la Bahía-de la Bandera. El primero con aguas circulantes, homogéneas y con escasa variación diurna y estacional. La segunda con aguas estancadas y con fuertes variaciones diurnas, temporales y estacionales. Se antoja de inmediato la combinación - entre ambas.

Los estudios han condicionado la construcción del canal a - una sección que, aunque no es óptima, es rentable, ya que - las capturas anuales han promediado conservadoramente 163 - millones de pesos, con lo que unos 17 millones de pesos --- anuales (10%) podrían ser aplicados a amortizar la inver--- sión.

De todo lo anteriormente expuesto en el estudio se pueden - desprender las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Las Lajitas, sede de la Cooperativa General Leyva cuenta -- con 208 habitantes, de los cuales 56 son socios de la Coope- rativa. No cuentan con servicio de agua potable ni alcanta- rillado. Como única obra de infraestructura pesquera posee- una bodega con capacidad para 10 toneladas.

El Estero Las Lajitas es un criadero natural de camarón. La influencia de mareas que en ocasiones inunda la población, - condiciona un mezclado homogéneo a lo largo del estero, con lo que se aseguran condiciones ambientales propicias para -

el desarrollo de diversas especies.

Las fuertes corrientes desarrolladas a lo largo del estero impiden su captura con artes de pesca convencionales, redundando ello en las bajas capturas registradas.

Por otra parte, la bahía de la Bandera forma parte de la de Agiabampo y cuenta con 6000 hectáreas aproximadamente. Esta bahía es hipersalina y las variaciones diurnas de los parámetros son altas, condicionando turbiedad, bajas concentraciones de oxígeno disuelto y formando un habitat en el cual no se puede desarrollar especie alguna de importancia comercial.

Esta situación puede cambiarse intercomunicando los dos --- cuerpos de agua mencionados, con lo que se puede lograr una mejor circulación del agua, de manera que los parámetros físico-químicos se hagan más homogéneos adquiriendo características marinas, pero no hipersalinas.

Se hizo necesario probar la afirmación anterior por medio de análisis técnicos y económicos, que demostraron claramente la factibilidad del proyecto.

El análisis técnico abarcó un conocimiento amplio de la zona por medio de estudios topográficos y batimétricos, así como estudios hidrológicos de la cuenca del río Fuerte.

Como parte notable y distinta, en el análisis técnico se -- buscó dar una explicación amplia de las variables especialmente involucradas con el mar, como los vientos, las mareas, el oleaje y el transporte litoral, que dieron base firme para estudiar la boca del acceso costero Las Lajitas y el ca-



nal de interconexión.

Se hizo especial hincapié en el significado dinámico de la estabilidad de los accesos costeros, pues los métodos de -- Bruun y de Keulegan-Escoffier que se usaron para el cálculo del acceso costero toman dicha acepción como base sólida de sus hipótesis.

El canal de interconexión fué calculado por los métodos del esfuerzo tangencial crítico y de Manning, ya que los otros-métodos anteriormente citados para el acceso costero proporcionaban en este caso resultados poco prácticos.

Como resultado de estos análisis se llegó a la conclusión - de que el canal es técnicamente factible y se propuso una - sección reducida, que aún sin ser óptima, resulta mucho más barata, incluso considerando el incremento de los dragados- anuales.

Habiendo definido la sección del canal y habiendo indicado- todas las características del mismo en los planos de cons-- trucción, se procedió a realizar la evaluación económica -- del proyecto.

Primeramente se presentó el catálogo de conceptos, el pro-- grama de obra y las especificaciones de construcción, mis-- mos que sirvieron de base para los análisis de precios uni-- tarios y el presupuesto.

Así se completaron los elementos necesarios para la evalua-- ción económica, misma que se realizó usando el criterio de- Beneficio-Costo que es uno de los llamados criterios socia-- les de evaluación.

Los resultados obtenidos de dicha evaluación se mantuvieron dentro de límites positivos, por lo que se concluyó que la construcción del canal también es económicamente factible.

Los beneficios socio-económicos que traería consigo han quedado también ampliamente demostrados, pues de construirse - podrían obtenerse productividades de hasta 100 kg/ha/año, - con lo que el ingreso per cápita de los habitantes de la zona mejoraría notablemente.

Para asegurar el beneficio que traerá consigo la construcción del canal, es conveniente recomendar que se revistan los caminos La Despensa-Gaviotas-Las Lajitas en un desarrollo de unos 17 kms. y el camino La Despensa-Jitzámuri en unos 3 kms., así como que se proyecten y construyan los sistemas de agua potable y alcantarillado para Las Lajitas y Jitzámuri. También sería necesario construir una rampa o atracadero para Las Lajitas, así como un bordo para evitar las inundaciones durante las mareas vivas.

Es así como, a través del estudio de una pequeña comunidad pesquera mexicana, me he interiorizado en el conocimiento del mar, al que casi siempre hemos visto con poca atención, por lo cual el aprovechamiento de sus potencialidades es muy deficiente.

Sólo cuando comencemos a ver el lugar que ocupa el hombre en el medio ambiente con una visión mucho más amplia, entenderemos plenamente el papel dominante del mar y nos daremos cuenta de la creciente importancia que está destinado a tener para el hombre del mañana, por causa de la explosión demográfica y de la evolución tecnológica.

Y sólo cuando comprendamos que la vida humana en este planeta es teóricamente posible sin tierras cultivables, pero imposible sin un océano con vida, sentiremos un ferviente deseo de protegerlo y conservarlo para nosotros mismos y para las generaciones futuras.

Sería un error fatal que el hombre civilizado de la era de la tecnología continuara contemplando el medio ambiente --- igual que el hombre de la antigüedad, pensando que el suelo y la tierra seca son cuanto importa a la humanidad y cuanto vale la pena de proteger en la naturaleza y mirando el océano como un espacio perdido o basurero muy a propósito para rellenarlo con desperdicios urbanos e industriales demasiado virulentos para conservarlos en tierra.

La generación actual ha comenzado a interesarse en serio -- por el problema del exceso de población; la humanidad habrá doblado su número durante los años que dure nuestra vida. ¿Tendrán suficiente tierra los futuros agricultores para -- mantenernos? ¿Se dispondrá de recursos suficientes para que la industria mantenga y, a ser posible, mejore el nivel de vida actual?

No dudo que haya muchos a quienes gustaría ver que el océano reduce su extensión para que quedara más espacio de tierra seca. Y son muy pocos los que se dan cuenta de que la proporción entre mar y tierra es precisamente la que ha hecho posible la vida en la forma que conocemos, tanto si se atribuye a una coincidencia afortunada como a una intención ingeniosa.

Existen los que adoran el océano por su soberbia belleza, -

como lugar de descanso o inspiración, bien en altamar o en la playa. Hay quienes lo ven como un medio conveniente para el transporte de pesados cargamentos y hay también muchos - que lo contemplan como fuente importante de proteínas.

De lo que rara vez nos acordamos y, sin embargo, no deberíamos olvidar jamás, es que toda la vida empezó en el océano. Cuando el sol y el mar "concibieron" a los primitivos precursores marinos de todos los animales y de los hombres, todavía no había condiciones de habitabilidad fuera del agua: no había oxígeno disponible para el metabolismo a través de tráquea y pulmones. Las especies aéreas y terrestres que necesitaban respirar no pudieron desarrollarse y sobrevivir - hasta que una multitud creciente de diminuto plancton y algas de mayores dimensiones hubieron producido una cantidad bastante de oxígeno para que se elevara sobre el nivel del mar y ayudara a formar la atmósfera.

Este traspaso de oxígeno desde el mar a la tierra no ha cesado jamás y si alguna vez se interrumpiera, todos los bosques y campos de la tierra firme no serían suficientes para fabricar bastante oxígeno para la supervivencia del hombre y los animales. El océano muerto significaría un planeta -- muerto.

Con conocimientos adecuados, debemos proteger a la fuente - de toda la vida y entregársela a nuestros herederos tal como la recibimos de nuestros antecesores, con todas las actuales bendiciones para ricos y pobres, para el cuerpo y el alma; con su riqueza contada en toneladas y dinero contante por los economistas y en versos de los poetas de todas las-

naciones.

El mundo bien alimentado del mañana depende de que las redes de los pescadores sigan trayendo una cantidad creciente de proteínas: peces, cangrejos, langostas, camarones, ostiones y criaturas marinas de todas las especies. Los alimentos del mar lo significan todo para una gran parte de la humanidad que no tiene otra alternativa para sobrevivir, y — también significa mucho hasta para los más afortunados que pueden permitirse el lujo de comer con el placer de un gourmet.

Así concluye este trabajo, considerando que se ha cumplido el objetivo propuesto al principio:

Mostrar, de manera sencilla, la metodología que podrá seguir el ingeniero que se enfrenta a un problema de ingeniería marítima, tomando en cuenta variables tales como mareas, vientos, oleaje, transporte litoral, prisma de mareas, estabilidad dinámica, etc.

Creo que éste puede ser el principio de una gran inquietud: Involucrarme, cada vez con mayor ahínco y profundidad, en el conocimiento del mar y de las obras marítimas, de sus logros y esperanzas, como un medio propicio para la investigación y como un reto profesional. Al mismo tiempo espero que pueda ser una aportación para lograr que muchos otros estudiantes de ingeniería civil participen de la misma inquietud, y así cada día aumente el número y la calidad de los profesionales mexicanos que estudien, amen, entiendan y dominen la grandiosa potencialidad del océano.

BIBLIOGRAFIA:

- 1.- Arenas Fuentes, V.  
Estudios ambientales preliminares en la Bahía de Agiabampo.  
Instituto de Biología, UNAM.  
Informe al Depto. de Ciencias del Mar y Limnología de -  
la S.A.R.H.  
México, D.F.  
1969
- 2.- Bruun, Per.  
Stability of Tidal Inlets. Theory and engineering.  
Elsevier Scientific Publishing Company.  
Amsterdam-Oxford-New York.  
1978
- 3.- Bruun, Per and Gerritsen, F.  
Stability of Coastal Inlets.  
North-Holland Publishing Company.  
Amsterdam  
1960
- 4.- Bustamante Ahumada, Roberto et al.  
Ingeniería Marítima.  
Ediciones Temas Marítimos.  
México, D.F.  
1976
- 5.- Cadena Calzada, Jesús.  
Estudio de la formación de tómbolos para el control de-  
transporte litoral.  
Tesis  
Instituto Politécnico Nacional.  
México, D.F.  
1976

- 6.- Campos.  
Costos, Precios Unitarios, Presupuestos y su control en la Edificación. Manual I.  
Luysil de México, S.A.  
México, D.F.  
1979
- 7.- Casas Gudiño, Gilberto.  
Puerto Petrolero para buques tanque de 250,000 T.P.M. - en Salina Cruz, Oaxaca.  
Tesis  
Instituto Politécnico Nacional.  
México, D.F.  
1981
- 8.- Castellanos Guzmán, Guillermo.  
Evaluación de Proyectos.  
Centro de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, - UNAM  
México, D.F.  
1974
- 9.- Comisión Nacional Coordinadora de Puertos.  
El Sistema Portuario Nacional.  
Revista "Ingeniería Civil" No. 223 (Enero-Febrero)  
Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C.  
México, D.F.  
1982
- 10.- Comité de Lucha, E.S.I.A.  
Apuntes de obras portuarias.  
E.S.I.A. Instituto Politécnico Nacional.  
México, D.F.  
1981
- 11.- Dirección de Conservación y Mantenimiento.  
Especificaciones de Construcción.  
Secretaría de Hacienda y Crédito Público.  
México, D.F.  
1981

- 12.- Dirección General de Acuacultura.  
Programa de estudios topobatimétricos en el estero Las Lajitas. Informe final.  
Secretaría de Recursos Hidráulicos.  
México, D.F.  
1974
- 13.- Dirección General de Acuacultura.  
Estudios Hidrológicos en Bahía de Ceuta y estero Las Lajitas. 2o. y 3er. Informe.  
Secretaría de Recursos Hidráulicos.  
Departamento de estudios básicos y bioecológicos.  
México, D.F.  
1974
- 14.- Dirección General de Obras Marítimas.  
Régimen de Vientos en las Costas Mexicanas. Memorándum-técnico No. XV.  
Secretaría de Marina.  
Departamento de Estudios y Laboratorios. Oficina de Navegación Interior.  
México, D.F.  
1976
- 15.- Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo.  
Compendio de Hidrografía. Segunda parte.  
Secretaría de Marina.  
México, D.F.  
1974
- 16.- Enciclopedia de México.  
Enciclopedia de México, S.A.  
México, D.F.  
1978
- 17.- Enciclopedia Salvat, Diccionario. 12 tomos  
Salvat Editores, S.A.  
México, D.F.  
1976



- 18.- Facultad de Ingeniería.  
Apuntes del curso de Construcción I. Factores de Consis-  
tencia de Costos y Precios Unitarios.  
U.N.A.M.  
1978
- 19.- Fair, G.M. et alt.  
Abastecimiento de aguas y remoción de aguas residuales.  
Editorial Limusa.  
México, D.F.  
1979
- 20.- Fuertes Barroso, Florencio et alt.  
Manual sobre el cálculo de Precios Unitarios de traba-  
jos de construcción. Tomos I, II y VII.  
Secretaría de Recursos Hidráulicos.  
México, D.F.  
1963
- 21.- Gómez Aguirre, S.  
Resultados preliminares del estudio del plancton de la  
Bahía de Agiabampo.  
Instituto de Biología, UNAM.  
Informe al Depto. de Ciencias del Mar y Limnología de -  
la S.A.R.H.  
México, D.F.  
1969
- 22.- González Meléndez, Raúl et alt.  
Costos y Materiales.  
Costos y Materiales, S.A.  
México, D.F.  
1932
- 23.- Grant Gross, M.  
Oceanography, a view of the earth.  
Prentice Hall, Inc.  
Englewood Cliffs, New Jersey.  
1977

- 24.- Heinen Treviño, Carlos et alt.  
Puertos  
México, D.F.  
1979
- 25.- Herrejón de la Torre, Luis.  
Estructuras Marítimas.  
Editorial Limusa  
México, D.F.  
1979
- 26.- Heyerdahl, Thor et alt.  
Albatros, Enciclopedia del mar.  
Compañía Internacional Editora, S.A.  
Barcelona, España.  
1980
- 27.- Higashida Miyabara, Sabro.  
Topografía General.  
México, D.F.  
1971
- 28.- Hiriart B. Fernando et alt.  
La Ingeniería en México. Cincuenta años de ingeniería -  
en México.  
Revista "Ingeniería". Vol. XLIX, No. 1  
Facultad de Ingeniería, UNAM.  
1979
- 29.- Ingeniería Racional.  
Fórmula Escalatoria del contrato IC-77-650 C de la S.A.  
R.H.  
México, D.F.  
1978
- .- Krick, E.V.  
Introducción a la Ingeniería y al Diseño en Ingeniería.  
Editorial Limusa  
México, D.F.  
1976

- 31.- Lozano Cabo, F.  
Oceanografía, Biología Marina y Pesca. Tomo I.  
Paraninfo, S.A.  
Madrid, España.  
1978
- 32.- Montes de Oca, Miguel.  
Tonografía.  
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.  
México, D.F.  
1969
- 33.- Orbe, A.  
Estudio prospectivo pesquero de las lagunas litorales -  
del estado de Sinaloa, Mex.  
Dirección General de Acuacultura.  
Departamento de Pesca.  
México, D.F.  
1980
- 34.- Orozco, J. Vicente et al.  
Tablas auxiliares para el segundo curso de construcción.  
Facultad de Ingeniería, UNAM.  
Ediciones Ingeniería.  
México, D.F.  
1964
- 35.- Páramo Merino, Rafael et al.  
Esquema social y económico de los Estados de la Repúbli  
ca Mexicana. Tomo VII.  
Almacenes Nacionales de Depósito, S.A.  
México, D.F.  
1963
- 36.- Sotelo Avila, Gilberto.  
Hidráulica General. Volumen I y II.  
Editorial Limusa.  
México, D.F.  
1979

- 37.- Springall G., Rolando.  
Hidrología. la. parte  
Instituto de Ingeniería. UNAM.  
México, D.F.  
1970
- 38.- Streeter, Víctor L. et alt.  
Mecánica de Fluidos.  
Libros Mc Graw-Hill de México.  
México, D.F.  
1979
- 39.- Sub-dirección General Administrativa.  
Especificaciones Generales de Construcción. Obra Civil.  
Instituto Mexicano del Seguro Social.  
Jefatura Coordinadora de Obra y Conservación.  
Subjefatura de Proyectos.  
México, D.F.  
1980
- 40.- Torres Herrera, Francisco.  
Obras Hidráulicas.  
Editorial Limusa  
México, D.F.  
1980
- 41.- Toscano, Ricardo.  
Métodos Topográficos.  
Editorial Porrúa.  
México, D.F.  
1979
- 42.- Vetter, Richard C., compilador.  
Oceanografía, la última frontera.  
Librería "El Ateneo", Editorial.  
Buenos Aires, Argentina.  
1978