



**Universidad Nacional Autónoma de México**

---

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

UNIDAD ARAGON

**PROYECTO DE DRAGADO EN LA BAHIA DE  
TOBARI, SONORA.**

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
PRESENTA:  
JAVIER HUERTA PARRA**

MEXICO, D. F.

1983



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.

Civ 66  
Sist 29488

A MIS PADRES:

Con mucho amor, respeto y cariño.

Por el inmenso apoyo fraternal que me  
brindaron durante mis estudios; así como el  
entusiasmo y alentación que me otorgaron para iniciar  
y terminar mi carrera profesional, resultado de todo  
mi esfuerzo y experiencia de ser estudiante.

Este trabajo lo dedico con todo mi amor  
a los que velaron por mí cuando era un -  
bebé, a los que me cuidaron cuando era ni  
ño, a los que me vieron crecer como adole-  
cente, a los que me hicieron adulto al fin.

MIS PADRES  
PASTOR HUERTA G.  
Y  
ESPERANZA PARRA de H.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

- Gracias -

ING. RICARDO PARRA VICTORINO

Mi más inmenso agradecimiento en reconocimiento a su invaluable colaboración y orientación para la realización de esta Tesis.

**A MI HERMANA LOURDES.-**

Con mucho cariño por la inmensa ayuda que me otorgó para mecanografiar y corregir mi Tesis, además del entusiasmo contagioso y sincero que en todo momento me brindó.

**A MI HERMANA ROSALINA.-**

Por su apoyo moral que también me brindó durante todos mis estudios.

A MIS HERMANOS.-

OSCAR Y JAIME.

Con mucho cariño: Por su entusiasmo fraternal  
que siempre me han brindado.

    Mi deseo es que ellos se sientan orgullosos  
    y les sirva como guía mi superación, porque  
    la vida es día con día más difícil.

A MI INSEPARABLE AMIGO.-

Dr. JULIAN FERNANDEZ HDZ.

Con respeto.

    Por el apoyo moral y psicológico, que me  
    brindó durante toda la carrera.

A MI AMIGO.-

ING. MIGUEL MORENO G.  
Por su valiosa ayuda y  
orientación en la misma.

A MIS PRIMOS Y AMIGOS.-  
Con todo cariño.



A MIS PRIMOS.-

Raúl R. P.  
Jaime R. P.  
Homero R. P.  
Ramón P. B.  
Eduardo G. B.  
José Luis V. P.  
Columba V. P.  
Rosario V.P.  
Amparo Lilia (Lilí)  
Violeta (Voli)

A ellos con todo cariño.

No son jamás en la labor humana vano el afán,  
ni inútil la porfía, quién con fé y valor lucha  
y confía, y allana los mayores obstáculos; trabaja  
y persevera, que en el mundo nada hay que sea re-  
belde o infecundo para el poder humano.

PROYECTO DE DRAGADO EN LA BAHIA  
DE TOBARI, SONORA

# I N D I C E

## PAGINA

INTRODUCCION	1
I. ANTECEDENTES	3
II. OBJETIVOS	5
III. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS	12
IV. RECOPIACION E INFORMACION DE DATOS	26
IV.1 Reconocimiento de campo.	26
IV.2 Levantamiento topobatimétrico.	27
IV.3 Aforos en los canales de drenaje.	28
IV.4 Mediciones de marea.	28
IV.5 Levantamiento topográfico.	31
IV.6 Levantamiento batimétrico.	33
IV.7 Sondeos.	34
IV.8 Medición de corrientes.	35
IV.9 Calidad del agua.	40
V. ANALISIS DE LA INFORMACION	49
V.1 Análisis de mareas.	49
V.1.a Marea en Tóbari.	49
V.1.b Determinación del nivel medio del mar.	49
V.2 Direcciones de oleaje.	61
V.2.1 Análisis de los registros de vientos.	61
V.2.2 Análisis de oleaje.	64

	PAGINA
V.3 Análisis ciclónico.	74
V.4 Refracción de oleaje.	76
V.5 Transporte litoral.	81
V.6 Transporte eólico.	102
V.7 Arrastre sólido de los drenes.	107
VI. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA	118
VII. PROYECTO	123
VII.1 Trazo de los canales de penetración.	123
VII.2 Secciones transversales de los canales.	125
VII.3 Volúmenes de obra.	127
VII.4 Costos.	134
VII.5 Bancos de tiro.	160
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	162
VIII.1 Aspectos socioeconómicos.	162
VIII.2 Condiciones de la Bahía de Tóbari.	165
VIII.3 Proyecto de canales de Penetración.	167
BIBLIOGRAFIA	169

## I N T R O D U C C I O N

Se ha encomendado, la elaboración del proyecto de dragado en la Bahía de Tóbari, Son., para mejorar el aspecto económico principalmente de los habitantes de esta región que es su único medio de ingresos.

Este proyecto se encuentra dividido en dos partes fundamentales; la primera comprende los aspectos concernientes al estudio del funcionamiento hidráulico del estuario, bajo condiciones actuales y suponiendo las condiciones anteriores al bordo, también en esta primera parte se han incluido los principales aspectos socioeconómicos de la región; la segunda parte abarca lo referente al proyecto de los canales de penetración, su trazo, secciones transversales, volúmenes de obra, costos y recomendaciones constructivas.

En el primer capítulo se presentan algunas de las principales características de la Bahía y se hace una descripción somera de la problemática que le afecta.

Los principales objetivos del proyecto son definidos en el segundo capítulo; en el tercero se hace una descripción de los aspectos socioeconómicos tanto regionales como los que afectan directamente a las cooperativas pesqueras de Paredón Colorado y Tóbari, cuyos miembros viven y dependen directamente a la explotación del estuario.

En el cuarto capítulo se hace referencia a la información recopilada y generada, además se hace una breve descripción

ción de equipos instalados, mediciones realizadas, levantamientos topográficos y batimétricos, así como de otras actividades complementarias referentes a la calidad del agua existente en el estuario.

En el capítulo quinto se describe el análisis y procesamiento de la información, así como de los resultados obtenidos.

El diagnóstico del funcionamiento de la Bahía de Tóbari se presenta en el capítulo sexto, en donde se describen - las causas más probables del azolvamiento general, del proceso de disminución del área hidráulica en la boca norte, del grado de contaminación existente y otros aspectos inherentes al comportamiento de ese cuerpo de agua.

En el séptimo capítulo en sí el proyecto mismo.

En el capítulo octavo se refiere a la descripción de los principales parámetros usados para el diseño, se indican - las razones técnicas ó socioeconómicas por las cuales se seleccionaron ellas. Se hace también una explicación somera del trazo de los canales, su procedimiento constructivo y los costos del proyecto.

## I ANTECEDENTES

La Bahía de Tóbari se encuentra ubicada al sur del Estado de Sonora, aproximadamente a 40 km. al sur de Cd. Obregón; esta bahía cuenta con una superficie aproximada de 70 km<sup>2</sup> y se encuentra separada del mar de Cortés por una formación arenosa denominada ISLA HUIVULAI que cubre una área aproximada de 8 km<sup>2</sup>.

Esta bahía de Tóbari tiene una longitud aproximada de 20 km., con un ancho medio de 3.5 km. y una profundidad media de 1.65 m.; su eje mayor se encuentra aproximadamente sobre la dirección Noroeste - Sureste y su eje menor sobre la dirección Noreste - Suroeste; el volumen de agua en la bahía, considerado hasta el nivel medio del mar es cercano a los 100 millones de metros cúbicos.

La isla de Huivulai tiene aproximadamente 13 km. de largo, con anchos que varían entre 300 y 1,500 metros, en sus extremos norte y sur permite la comunicación entre la bahía y el mar a través de 2 bocas con longitudes de 600 y 800 metros respectivamente.

Existen 14 descargas de agua dulce procedentes del Distrito de riego Núm. 41 pertenecientes a la cuenca del río Yaqui que representan la única aportación de agua dulce que recibe el estuario.

En el año de 1966 fue terminado un camino de comunicación entre tierra firme y la ISLA HUIVULAI, el cual consistía en un terraplén de sección trapecial, con una longitud de



4 km.; ese bordo fué dañado por el oleaje causado por un temporal; posteriormente fué reconstruido y protegidos sus taludes por medio de enrocamiento.

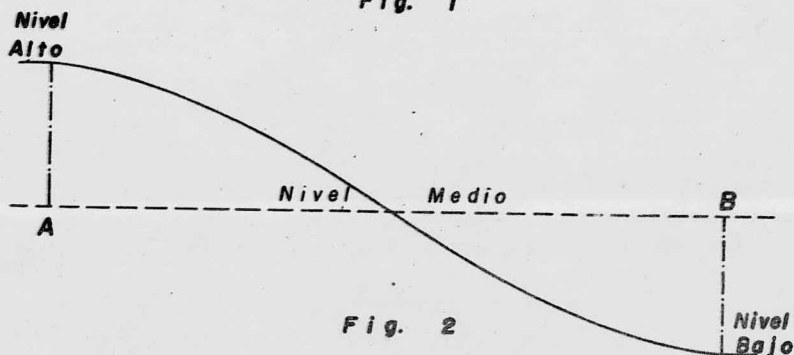
En este bordo fué dejado un puente de comunicación con un claro de 20 metros, que permite el paso de las lanchas entre ambos lados de ese cuerpo de agua.

Actualmente la bahía de Tóbari presenta fuertes problemas de azolvamiento, que impiden la libre navegación de las embarcaciones, especialmente cuando baja la marea y emergen grandes islotes en diferentes zonas.

Además del problema, del azolve, se pueden observar una fuerte disminución del área hidráulica de las bocas con tendencia a tratar de cerrarse, este problema es más notorio en la boca norte del estuario.

## II OBJETIVOS

Determinar las corrientes hidráulicas y la adecuada separación de las bocas. Consideremos un estuario de dos bocas. Fig. 1



La marea es una ola, progresiva y es poco probable - que la cresta rebase a ambas bocas al mismo tiempo. Para un caso extremo supongamos que las mareas en el mar, de A a B se encuentran defasadas 90° grados. Fig. 2, la cresta en A corresponde al valle en B (LW). La carga hidráulica hace que el agua fluya hacia A desde B. La superficie entera del estuario se inclina de A hacia B; y el agua es expulsada hacia afuera en B debido a las corrientes hidráulicas. Medio ciclo de marea

después, la dirección se invierte y el agua fluye desde el mar hacia A. Este es un caso extremo y podría objetarse, que los 14 km. que separan la Boca Norte de la Boca Sur, no es lo suficientemente cerca para admitir sus mareas enteramente fuera de fase, lo cual es cierto, pero es la diferencia de fase y no su amplitud lo que se refiere, pues pequeñas diferencias de fase pueden inducir inesperadamente grandes volúmenes de flujo.

Una pequeña inclinación del estuario puede ser muy efectiva en el flujo de un estuario con dos bocas, a excepción de aguas tranquilas, el flujo puede ocurrir durante todo el ciclo de marea.

Este es un mecanismo de marea un tanto diferente de aquel que actúa sobre un estuario de una sola boca. El mecanismo del flujo de marea para un estuario con una sola boca no es tan vigoroso. El agua nueva proveniente del mar entra con el flujo de la marea. Dentro del estuario se mezcla con el agua que ya se encuentra ahí. Durante el flujo de marea no hay descarga efectiva de agua estancada hacia el mar. Durante el reflujo, el agua descargada al mar es parte de agua estancada que ha sido expulsada pero también, parte de agua nueva acreada en el último flujo.

En resumen, el mecanismo con una sola boca para el flujo de marea es comparativamente ineficiente y opera solamente la mitad del tiempo.

La fuerza del viento inclina la superficie del estuario justamente como la marea defasada lo hace en un estuario -

de dos bocas, donde también se producen corrientes hidráulicas. A menos que las inclinaciones producidas por las mareas de -- viento no tengan un ritmo regular, pueden inducir inclinacio - nes que permanezcan durante períodos de tiempo considerables. La inclinación producida por el viento en un estuario de dos - bocas, a través de ambas depende de la dirección del viento, - otra vez no nos engañemos, las inclinaciones pequeñas pueden - mover grandes volúmenes de agua.

Por lo tanto en la Bahía de Tóbari tenemos un vigoroso movimiento y mezcla de agua debido a la marea y al viento. El flujo era rápido, la bahía no tenía problemas aceptando pro - ductos agrícolas contaminados y moviéndolos hacia dentro y fue - ra del mar. Los tiempos de permanencia eran breves y no había manera que la contaminación prosperara, inclusive los sedimen - tos en suspensión eran removidos en poco tiempo antes que oca - sionaran problema alguno.

La isla Huivulai es una duna muy frágil, se encuen - tra apenas estabilizada por una vegetación escasa y está ex - puesta a la erosión eólica por parte del viento. Actualmente, solamente un camino cruza la isla hacia la costa, en donde se pueden apreciar pedazos de bloques de concreto, la erosión y - el daño al medio ambiente, se pueden apreciar plenamente.

El desarrollo de la comunicación entre el continente y la isla fué el primer paso necesario. Un bordo de 5 km conte - niendo un puente de 20 m. fué construído cruzando la mitad de la bahía de Tóbari. Fué pobremente diseñado y construído con - materiales de calidad inferior; un chubasco lo dañó en extre -

mo. Entre otras cosas uno de los estribos del puente fué minado y cavado debido a las corrientes excesivamente fuertes a través del paso abierto del puente, las cuales erosionaron el fondo. En una consulta que les hicieron los Doc. Moffett & Nicol, les recomendaron que la abertura del puente, fuera variada desde 20 m. hasta 400 m. a fin de reducir la velocidad de la corriente y prevenir algún incidente. Estas recomendaciones fueron ignoradas. El bordo está una vez más en pésimas condiciones mostrando evidencia de una fuerte erosión.

Sin embargo, el estado del bordo no es realmente de nuestra incumbencia. El aspecto más nocivo es que el bordo ha matado la Bahía de Tóbari. Considerándola hidrodinámicamente como un estuario, la acción de las dos bocas ha sido reemplazada por 2 bocas ineficientes. De esto surge una discusión, sobre si el nombre de Bahía de Tóbari se abandonara y se reemplazara en dos nombres separados para las dos nuevas entidades que han sido creadas por el bordo, quizá "Bahía Norte" y "Bahía Sur".

Desde todos los puntos de vista prácticos la Bahía Norte y la Bahía Sur son bahías separadas. La conexión que existe entre ellas de apenas 20 m. no permite un intercambio de agua significativo. El área bloqueada por el bordo es algo así como  $8000 \text{ m}^2$  y la sección que aún queda abierta es de  $80 \text{ m}^2$ . A través de ésta sección una corriente de solamente  $1 \text{ cm/seg.}$  deberá mover  $80 \text{ m}^3/\text{seg.}$  a través del paso de 20 m. solamente pueden fluir  $0.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$  para obtener el mismo valor, se necesitará una corriente 100 veces más rápida:

- La recopilación y presentación de todos los datos relevantes que existen actualmente sobre la bahía de Tóbari.
- La recopilación de la información existente es siempre el primer paso en cualquier estudio y debe ahorrarse la duplicidad de esfuerzos.
- Los estuarios costeros son altamente específicos y de medio ambiente muy particular.
- Los datos tomados de sitios cercanos por ejemplo: Mareas en un punto a 100 km. ó Vientos medidos tierra adentro en un aeropuerto a 904 km. de distancia pueden ser sugestivos para las condiciones de la Bahía de Tóbari, pero no pueden ser extrapolados con seguridad al estuario.
- Un programa adecuado de mediciones de campo para una descripción detallada y exacta de la Bahía de Tóbari en su estado actual por ejemplo, Bahía Norte y Bahía Sur.
- El programa de mediciones de campo propuesto, que es la llave para las decisiones, es comprensible para la disposición y uso de las mediciones de mareas, se debe poner especial atención en las diferencias de fase entre la Boca Norte y la Sur, así como a las inclinaciones de la superficie del estuario.

- En adición a ésto se sugiere que las mediciones de la velocidad y fuerza del viento, así como de las inclinaciones por viento sean incluidas en el programa de mediciones a fin de incorporarlas en el modelo hidrodinámico.
- Presentación y análisis de las mediciones de campo en forma útil para tomar decisiones. Esta fase es obvia y necesaria. El objetivo de adquirir datos de campo es usarlos.
- El estudio debe hacerse en cualquier caso. Necesitamos saber que tan mal se encuentra la Bahía.
- Existen áreas que requieren ser dragadas. Algunas especies marinas deberán ser reintroducidas. Con mucho cuidado éstas especies se pueden recuperar.

Por lo antes expuesto, se vio la necesidad de llevar a cabo el estudio y proyecto, a fin de conocer su funcionamiento, pues de él dependen todos los organismos vivos que habitan en la Bahía antes mencionada.

El presente proyecto tiene por objeto definir las causas de los problemas antes señalados, elaborar un diagnóstico del funcionamiento hidráulico, realizar el proyecto de las alternativas que mejoren las condiciones del estuario y definir las principales características socio-económicas de la región.

Otro de los objetivos es realizar el proyecto para -  
solucionar el problema del acceso existente a los centros de -  
recepción de Paredón Colorado y Paredoncito.



### III ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

La Bahía de Tóbari se encuentra comprendida entre -- los ríos Yaqui y Mayo, el Golfo de California y la zona montañosa que se extiende paralela al cordón litoral; ambos ríos -- descargan al mar de Cortés y se encuentran separados aproximadamente 120 km. entre el Golfo de California y la Sierra Madre Occidental, existe un ancho aproximado de 50 km. El principal promotor de desarrollo económico de esta región es el Distrito de Riego Núm. 41.

Esta bahía se encuentra ubicada en la parte Sur del Distrito de Riego, el cual es uno de los más importantes y productivos de la República Mexicana y tiene una extensión aproximada de 3,700 km<sup>2</sup>. Los principales cultivos que se siembran -- son: trigo, cártamo, algodón, soya, ajonjolí, maíz y alfalfa.

Uno de los aspectos más importantes que ha contribuido al auge de esta zona, es el poder contar con suficientes volúmenes de agua procedentes de la presa Alvaro Obregón (OVIA - CHIC), la que proporciona un abastecimiento de agua para riego bastante seguro, pues forma parte del sistema hidráulico Angostura - Novillo - Oviachic.

La presa Alvaro Obregón se encuentra aproximadamente a 40 km. al Norte de Ciudad Obregón, la cual tiene una capacidad de 3000 millones de m<sup>3</sup>. Parte de las aguas de dicha presa que se extraen para riego, también sirven para la generación -- de energía eléctrica.

Esta presa forma parte del sistema hidráulico del río Yaqui, el cual tiene una cuenca de drenaje con una superficie aproximada de 73,589 km<sup>2</sup>, de los cuales 3,620 km<sup>2</sup> se encuentran en E.E. U.U. y 69,969 km<sup>2</sup> en los Estados de Chihuahua y Sonora.

Durante el invierno se presentan lluvias ocasionales llamadas \*"equipatas" que son producidas y/o motivadas por la presencia de masas de aire polar.

Con respecto a la agricultura, se ha desarrollado a menor escala la ganadería y se cuenta con una gran actividad comercial y bancaria. Propiciada de manera importante por un buen sistema de comunicaciones por carretera y ferrocarril. En las poblaciones existentes en el Distrito de Riego con un número de habitantes inferior a 5,000 existen sucursales de las principales cadenas bancarias, lo que indica el fuerte potencial económico de la región.

La tenencia de la tierra dentro del Distrito de Riego se encuentra formada por ejidatarios agrupados en ejidos colectivos, y existen también pequeños propietarios.

- \* Equipatas.- Nombre que le dan los nativos de la Bahía de Tóbari a la precipitación pluvial ocasionada durante el invierno.

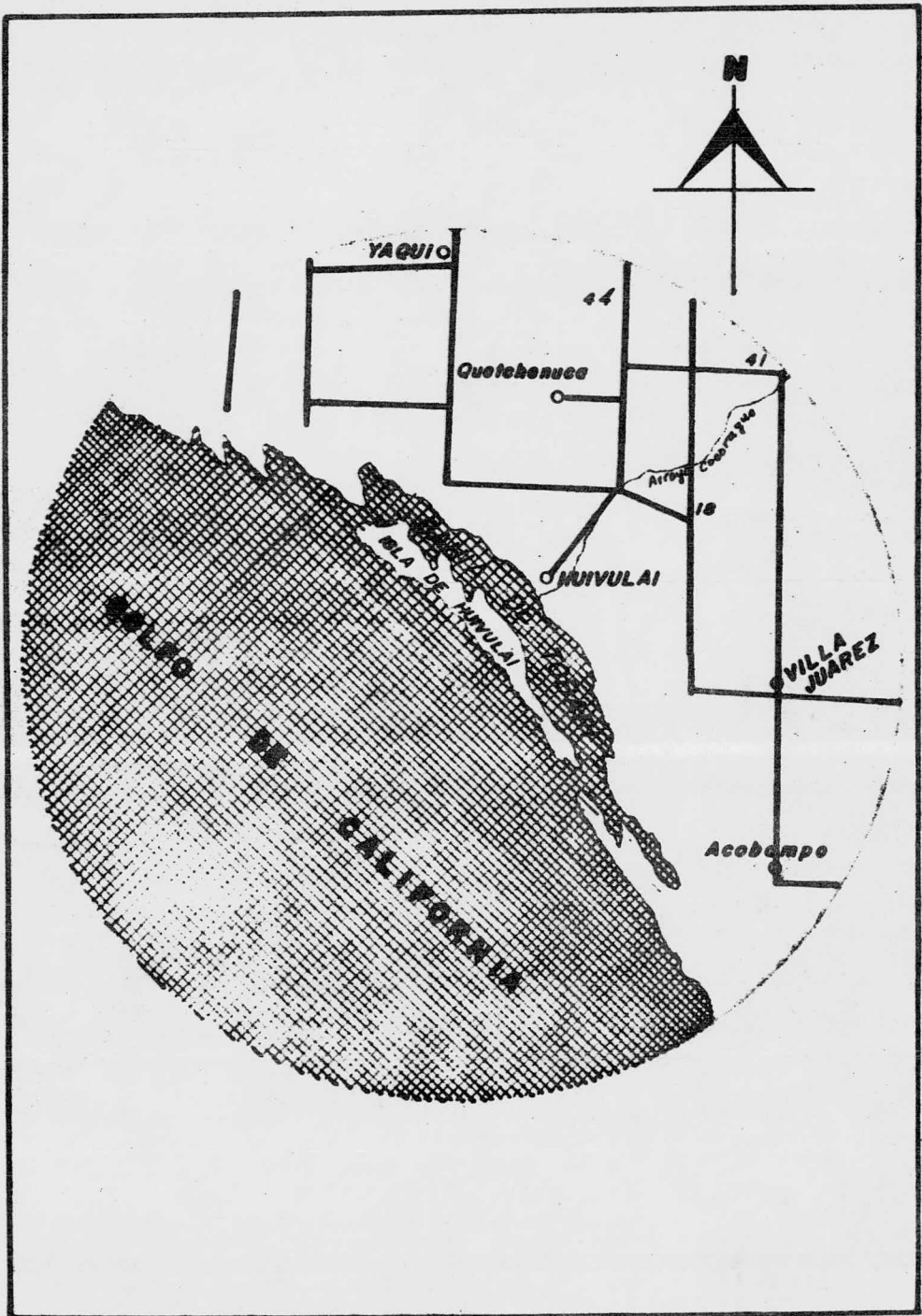
Como apoyo a la agricultura regional existen: una planta procesadora de fertilizantes, representaciones de corporaciones transnacionales fabricantes de tractores e implementos agrícolas y empacadoras de algodón.

Dentro de este contexto económico-social el sector más marginado es el dedicado a las actividades pesqueras.

El acceso al sitio en estudios es, a partir de ciudad Obregón, por la carretera federal Núm. 15 con dirección a Navojoa, 5 km. hasta la desviación a Villa Juárez; se continúa en dirección sur por una de las carreteras pavimentadas del Distrito de Riego Núm. 41 en un tramo recto de aproximadamente 40 km., hasta llegar a la calle 2,400 en donde sigue por ésta calle 4 km, con dirección Oeste para llegar a la población de Paredón Colorado, continuando por la costa de la Bahía de Tóbari en dirección sureste se llega a la población de Paredoncito, ambas pertenecientes al municipio de Etchojoa.

NOTA: Ver mapa anexo del estado de Sonora para su comprensión.

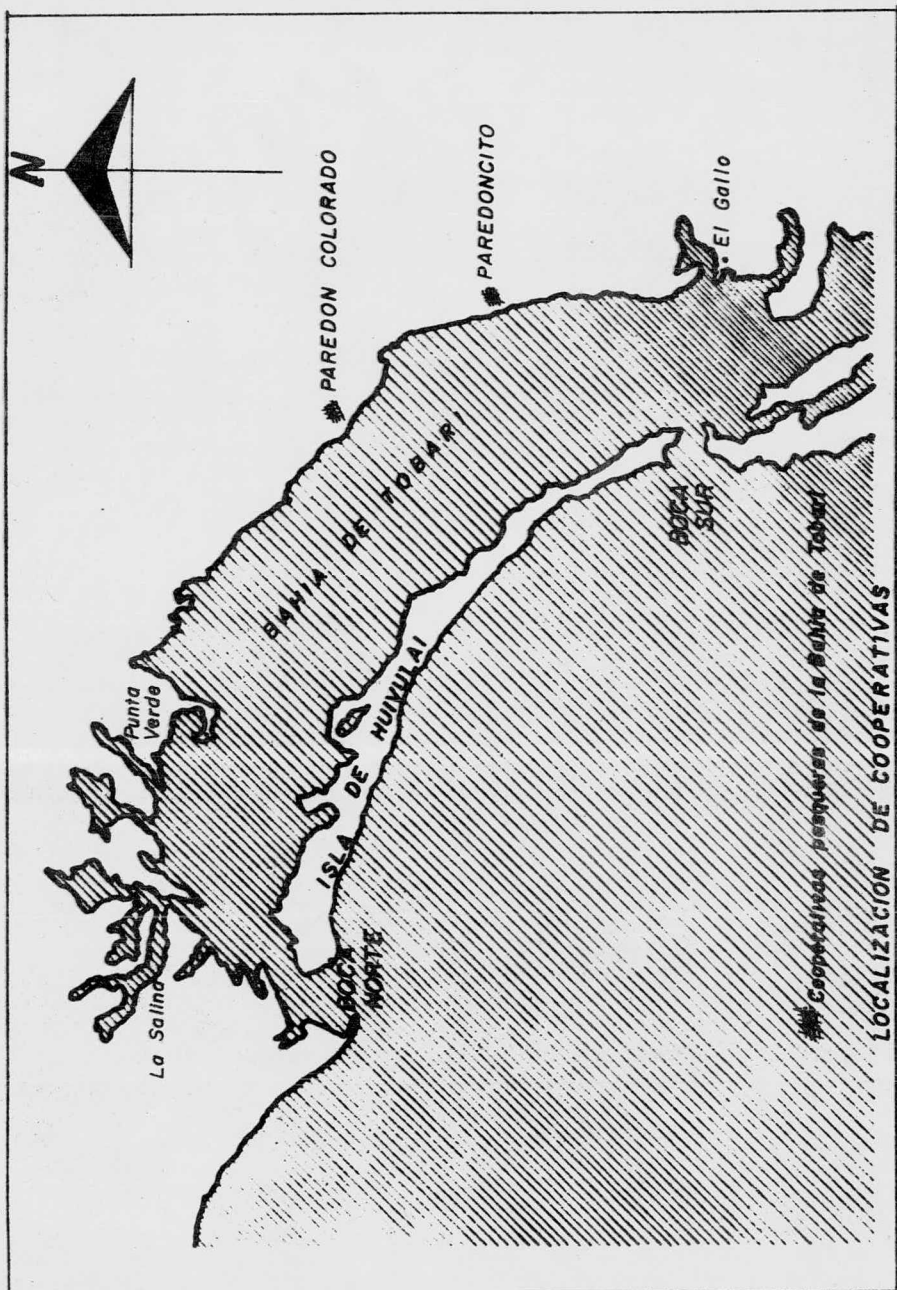




Dichas poblaciones de Paredón Colorado y Paredoncito están integradas por pescadores agrupados en dos sociedades - cooperativas.

Con 1500 habitantes cada una de estas poblaciones, - la tasa anual de crecimiento de la población en estas comunidades entre 1960 y 1970 fue del orden del 0.75% mientras que entre 1970 y 1982 aumentó 11 veces, alcanzando el 8.1% anual; es to se debe en gran parte a que el número de habitantes varía - en función de la organización de las cooperativas y de la forma como administran sus recursos. Un caso típico es lo sucedido en Paredón Colorado, en que durante el ciclo 1979 - 1980 de captura de camarón, cuadruplicaron su producción respecto al - ciclo anterior, lo cual sucedió gracias a que en 1979 tomó posesión una nueva administración mejor organizada y bien administrada; a raíz de este cambio el número de socios en la cooperativa aumentó de 74 a 150.

Actualmente la cooperativa de Paredón Colorado cuenta con 178 socios y la de Paredoncito, denominada cooperativa - pesquera Tóbari, tiene 160 socios.



La cooperativa pesquera de Paredón Colorado tiene asignada, un área que abarca desde la boca sur de la Bahía de Lobos hasta la desembocadura del río Mayo, para el desarrollo de sus actividades, no teniendo, límites hacia mar adentro; sin embargo, se han dedicado únicamente a la pesca ribereña dentro de la Bahía de Tóbari. Las especies que capturan son: camarón, lisa, tiburón, mojarra, roncacho, curvina, jaiba y almeja. Aproximadamente el 40% a la lisa y el 20% restante a las otras especies.

Con lo que respecta a la Cooperativa Pesquera Tóbari, ésta ha tenido una organización más estable, porque incluye cuenta con nueve barcos pesqueros en Guaymas, de los cuales seis son grandes y tres chicos. De acuerdo con informes proporcionados por personal de la cooperativa, ellos no tienen asignada una zona concreta para el desarrollo de sus actividades, capturando la mayor parte de su producto fuera de Tóbari.

Esta disponibilidad de barcos para la captura de especies marinas fuera de la Bahía se refleja en la forma de vida de la población. Haciendo una comparación de las viviendas de Paredón Colorado y Paredoncito se puede notar esta diferencia ya que mientras en el primero se tienen 20 casas construidas con buenos materiales y 100 viviendas formadas con materiales improvisados, en Paredoncito se hacen 80 viviendas de buena construcción y 40 con materiales poco resistentes e improvisados.

Uno de los mayores problemas sociales que se presentan en ambas poblaciones es el alcoholismo que afecta una - -



gran parte de los cooperativistas.

Porque además de dañar considerablemente su salud, significa un porcentaje importante de sus erogaciones económicas; la bebida que más consumen es la cerveza y se estima que aproximadamente el 40% de su ingreso percapita lo utilizan en el consumo de este producto.

Una de las causas del alcoholismo es la desocupación, ya que la temporada de camarón, que es su principal fuente de ingresos, se concreta a tres meses al año (del 1º de septiembre al 30 de noviembre), durante los cuales se trabajan un promedio de cinco horas diarias. La duración de la jornada de trabajo para especies de escama varía entre una y cuatro horas diarias, siendo de cinco horas la jornada máxima de trabajo. La mayoría de las veces a las 10:00 ó 11:00 horas de la mañana ya terminaron de trabajar, quedando el resto del día dedicados a ingerir cerveza.

Con respecto a la alimentación de estos pobladores, es a base de pescado, sopas de pasta y eventualmente huevos y leche.

El problema asociado con el exceso de tiempo libre lo sufre principalmente Paredón Colorado pues al no contar con barcos, su actividad se limita a la pesca ribereña. No tienen posibilidades de dedicarse a la ganadería ó agricultura, ni en pequeña escala, debido a que no se les permite la extensión del terreno donde se encuentran asentadas estas poblaciones.

En lo que se refiere a la educación, el grado de -  
 instrucción de c/u. de los cooperativistas no alcanza el ter-  
 cer grado de primaria, a pesar de que en ambas poblaciones -  
 existen escuelas primarias con capacidad para 300 alumnos. --  
 Ninguno de los miembros de las cooperativas manifestó haber -  
 recibido cursos de técnicas pesqueras, aunque algunos de sus  
 hijos si han participado en este tipo de clases.

Se cuenta con asistencia médica del I.M.S.S., que da  
 servicios de consulta externa martes y jueves, emergencias en  
 Villa Juárez y hospitalización en Ciudad Obregón. La contri-  
 bución de las cooperativas al Seguro Social, como pago de cuo-  
 tas, es de \$45.00 por cada kilogramo de camarón.

VOLUMENES DE CAPTURA DE PAREDON COLORADO  
 PARA CAMARON  
DE EXPORTACION EN LA BAHIA DE TOBARI

TEMPORADAS	KILOGRAMOS
1975 - 1976	47,262
1976 - 1977	56,040
1977 - 1978	32,441
1978 - 1979	28,999
1979 - 1980	89,017
1980 - 1981	71,374
1981 - 1982	70,950

La cooperativa de Paredoncito solamente informó que  
 en la temporada de 1981 - 1982 capturaron 67,550 kg. de cama-  
 rón de exportación.

Todo el producto lo venden al mejor comprador, en este caso la empresa que compra el camarón es la compañía Americana denominada Ocean Garden la cual pagó a 6.10 dólares - por kilogramo (\$460.55) cuando el dólar se cotizaba a 75.50 pesos por dólar.

Esto fué durante la temporada 1981 - 1982.

Este camarón se traslada a Ciudad Obregón a la planta procesadora denominada PROMAREX acompañada de la correspondiente nota de traslado.

Los costos pagados por las cooperativas son como siguen:

Maquila	\$ 60.00	por kg.
IMSS	45.00	" kg.
Hacienda	4.80	" kg.
Federación	2.50	" kg.
Hielo y varios	8.50	" kg.
	<hr/>	
	\$120.80	" kg.

Toda la facturación del producto se hace a nombre de Ocean Garden.

*\* Se tomó una media de los gastos pagados por las cooperativas, pesqueras de Puerto Peñasco y se extrapolaron a la Bahía de Tóbari, debido a que se carece de información precisa de Tóbari.*

La utilidad neta de las cooperativas en esa temporada fué de \$339.75 por kg., lo que representa un ingreso promedio por pescador de \$160,000.00 anuales.

Considerando que el 65% de los ingresos del pescador son por concepto del camarón de exportación se ha estimado que por captura de otras especies y principalmente de lisa tienen un ingreso adicional de \$45,000.00 anuales lo que daría un ingreso medio mensual de \$17,083.00 cifra que es mayor al salario mínimo, este ingreso del 65% como ya se dijo lo obtienen solamente en tres meses y debido a su mala administración personal, dependen durante nueve meses prácticamente del 35% de un ingreso anual.

Las cooperativas pesqueras de Paredon Colorado y Tóbari difícilmente podrán salir de la marginación en que se encuentra con el bajo nivel de instrucción escolar y el alto índice del alcoholismo que sufren dichas cooperativas.

La Secretaría de Pesca ha construido en Paredón Colorado una rampa de concreto y una bodega de hielo en la cual, en promedio, se almacena una tonelada diaria.

Se hizo una encuesta a todos los cooperativistas acerca de sus principales inquietudes a las cuales ellos contestaron:

- El arroyo Cocoraque que es un dren natural que siempre ha descargado a Tóbari, estos drenes tienen aproximadamente 30 años de descargar azolve a la Bahía.
- El azolve, beneficia la producción de camarón, pues esta especie encuentra en los suelos finos un ambiente propicio para su desarrollo, a decir de los pescadores; por otra parte están concientes de los problemas que les ocasiona

el azolve al entrar y salir de la Bahía, y que el exceso de este material a la larga puede traer problemas irreversibles.

- Los insecticidas que arrastran los drenes a través del agua, no saben en cuanto puedan contaminar la Bahía ó afectar la especie, pero que han observado que en cuanto son fumigadas grandes extensiones y/o plantaciones de algodón con plaguicidas, la producción de camarón disminuye, en las últimas temporadas, debido a que ha disminuido el precio del algodón, se han disminuido las fumigaciones y en consecuencia, ha disminuido el efecto de éste sobre la especie de camarón.
- Mencionaron que fué construido un bordo en 1962 el cual tiene el corazón de tierra y en los taludes piedra pequeña, el cual tenía un puente de madera; pero este bordo fué destruido desde el puente hasta la isla en 1969 en que se presentó un huracán. Dicho bordo fué reconstruido en 1978-1979 en el que se pusieron piedras de mayor tamaño en los taludes y el puente de comunicación se hizo de concreto armado.

Manifestaron que el bordo afectó el funcionamiento hidráulico de la Bahía; que la zona norte se llena y vacía muy rápido; cuando hay marea alta se tienen corrientes de norte a sur: a media marea se invierte el flujo y domina la corriente

sur; norte. Indicaron que las bocas se estan azolvando, principalmente la norte. Como existe un gran islote en esta zona, manifestaron la necesidad de dragar las bocas y construir canales de penetración, que les permita entrar y salir de Tóbari con facilidad.

- Comentaron que según ellos, el desarrollo turístico en la isla Huivulai causaría contaminación en la Bahía; la luz artificial alejaría las especies, además de que las embarcaciones turísticas obstaculizarían la captura de estas especies.

Ellos se oponen a que exista el bordo porque suponen que al existir desarrollo turístico pueden ser desplazados a otro lugar, perdiendo así su única fuente de ingresos.

Mencionaron además que han escuchado rumores de la instalación de otra nueva cooperativa que pescaría tanto en Tóbari como en mar abierto y que se opondrían a ello.

Se han incluido las opiniones y temores de las cooperativas dentro de los aspectos sociales; con el objeto de plantear dentro del estudio el sentimiento de los pescadores y que gran parte del problema no tiene nada que ver con definiciones técnicas.

## IV RECOPIACION E INFORMACION DE DATOS

### IV.1. RECONOCIMIENTO DE CAMPO:

Son recorridos que se deben hacer; por tierra, mediante el levantamiento topográfico; por agua mediante el levantamiento batimétrico y por aire; mediante fotografías aéreas del lugar en estudio.

Para este proyecto se llevaron a cabo recorridos por tierra y agua, para obtener el límite de la Bahía cubriendo todo su perímetro, detalles de las bocas, la isla y el bordo. Dichos recorridos permitieron observar algunos aspectos importantes, entre los cuales sobresalen los siguientes:

- \* En la Costa Este de la Bahía de Tóbari se observó una gran concentración de material fino, especialmente frente a las descargas de los canales de drenaje, provenientes del Distrito de Riego - Núm 41 del Edo. de Sonora.
- \* En la parte inicial del bordo; causados por las bajas velocidades de la corriente en esas zonas, se han formado playones de material fino a ambos lados de esta estructura.
- \* Se pudieron apreciar en la Bahía grandes manchas de color café que corresponden a las zonas de bajos; frente a la boca norte se observa la forma-

ción de un gran islote, que tiende a cerrarse con el avance del litoral norte, además del islote - existe una barra paralela a la boca que hace muy ineficiente el intercambio de agua entre la Bahía y el Golfo de California.

\* Frente a la boca sur, del lado de la Isla de Huivulai, también se observó una zona de bajos; sin embargo se puede notar que la boca se mantiene - prácticamente libre de obstáculos y con una buena profundidad.

\* La Isla Huivulai como se pudo apreciar, es una - formación arenosa con vegetación incipiente y dunas inestables.

#### IV.2. LEVANTAMIENTO TOPOBATIMETRICO

Este levantamiento topobatimétrico con el método tradicional se elabora con ayuda de dos tránsitos y/o con "Eco-sonda", que es un procedimiento muy rápido que registra en forma permanente el perfil de cada una de las secciones que se tomen: sin embargo en la cercanía de las estructuras debe hacerse una verificación con "sondaleza" ya que pueden registrarse ecos de formados que falsearían el registro de profundidades.

Como es natural, deben hacerse siempre las correcciones por marea al pasarse los datos a las cartas respectivas y referirse a un mismo plano de comparación.



Pero usando un distanciómetro se obtiene una precisión más exacta y además rápida.

La Secretaría de Pesca proporcionó un plano escala 1:20,000 conteniendo un estudio topobatimétrico elaborado por la Residencia de Acuacultura "Plan Yaqui" en Mayo de 1977.

Este plano sirvió para realizar los primeros análisis y permitió comparar los cambios sufridos por la Bahía en los últimos cinco años, con los levantamientos topográficos y batimétricos que forman parte del presente proyecto.

#### IV.3. AFOROS EN LOS CANALES DE DRENAJE.

El Distrito de Riego Núm. 41 ha proporcionado datos de los aforos realizados en los canales que descargan a la Bahía de Tóbari, los que permitirán cuantificar los volúmenes de agua dulce que ingresan a la Bahía y especialmente los volúmenes de material sólido que son arrastrados por los drenes en épocas de avenidas.

#### IV.4. MEDICIONES DE MAREA.

Se instalaron dentro de la Bahía de Tóbari tres limnógrafos, dos de los cuales proporcionaron registros semanales y del tercero se obtuvieron registros diarios.

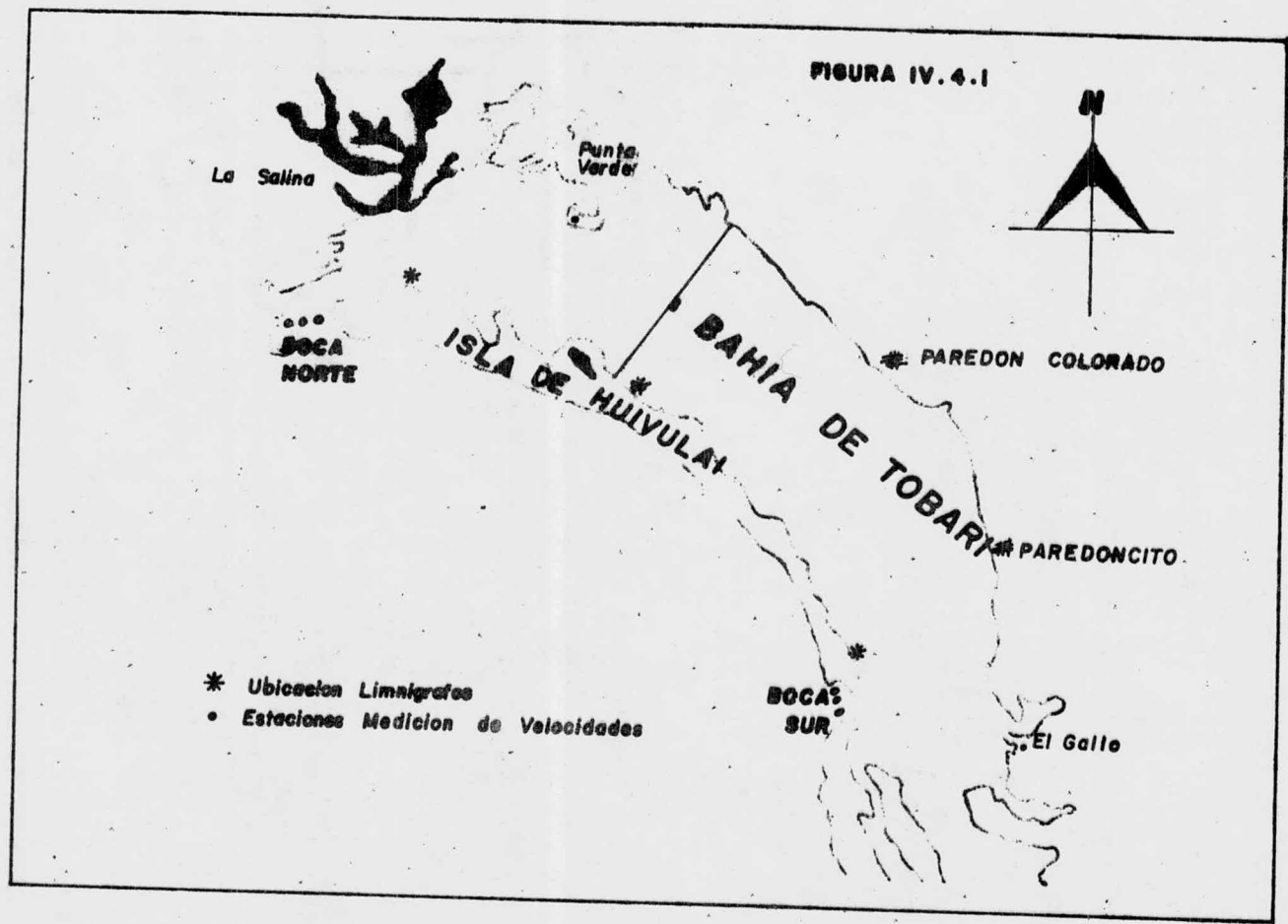
Los limnógrafos de registro semanal se instalaron sobre plataformas, en las cercanías de las bocas, se han nivelado las estructuras y referido a bancos maestros en tierra fir-

me sobre la Isla Huivulai.

El tercer limnógrafo fué instalado en la cercanía -  
bordo, cerca de la isla y en el lado sur (fig. IV.4.1)

Se obtuvieron los registros de limnógrafos, los cua-  
les se presentan en la figura V.1.1

FIGURA IV.4.1



- \* Ubicación Limnigrafes
- Estaciones Medicion de Velocidades

#### IV.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.

Se trazó una poligonal cerrada alrededor del perímetro de la Bahía, la cual sirvió para apoyar el levantamiento batimétrico del estuario.

La poligonal norte se integró con 24 lados, su longitud total resultó de 20,256.15 m., se cerró con un error angular de 2 minutos y un error lineal de 2.80 m., ambos valores quedaron por debajo de los rangos de precisión angular y lineal permisibles.

La poligonal Sur se integró con 54 lados los cuales tienen una longitud total de 30,814.63 m., el error angular para cerrar la poligonal resultó de 1' 30" y el error lineal fué de 2.48 m., al igual que la poligonal norte, dichos errores quedaron dentro de las tolerancias permisibles.

Para localizar esta poligonal se colocaron 75 mojoneras de concreto, ubicadas todas ellas en puntos accesibles, y por arriba de las elevaciones de la marea; todos estos monumentos están debidamente identificados y marcados. En el plano 1 se muestra el levantamiento topográfico y la ubicación e identificación de las mojoneras.

Debido a que tanto el levantamiento topográfico realizado por la Secretaría de Pesca en mayo de 1977 como la mayoría de los planos existentes de la región son referidos a las coordenadas del Distrito de Riego Núm. 41, se procedió a ligar este sistema con la poligonal del estuario; se tomó como ori -

gen la intersección de las calles 12 y 1,700 las que con objeto de no manejar coordenadas negativas se asignó arbitrariamente al origen mencionado los valores de  $X=16,000$  e  $Y=4,000$  los cuales deberán ser restados de los que aparecen en el plano 1 para obtener las coordenadas respecto al Distrito de Riego.

Se efectuó una nivelación diferencial de la poligonal envolvente, levantando puntos a cada 200 m., además de las mojoneras y vértices; los valores de las elevaciones a cada 200 m. sirvieron de apoyo para el levantamiento de las secciones transversales.

La nivelación de la poligonal se realizó también por circuitos; en el perímetro norte se llegó al punto de partida con una diferencia en elevación de 0.043 m. y en la poligonal sur el error resultó de 0.6 m. ambos errores ayudaron dentro de los límites de tolerancia permisible.

El perímetro del estuario, siguiendo la poligonal, resultó de 46.85 km. a lo largo del cual se levantaron 203 secciones transversales, la mayoría de estas se obtuvieron a cada 200 m. y solamente en los tramos en que la topografía era uniforme se espaciaron a cada 300 m., los seccionamientos se obtuvieron a partir del eje de la poligonal, con longitudes variables tanto hacia el estuario como hacia tierra; los límites manejados fueron, rumbo a la Bahía hasta alcanzar el agua y con dirección a tierra una longitud de 100 metros ó hasta la elevación + 2.00 m. la información recopilada con las secciones ---

transversales se representó gráficamente en el plano Núm. 1

#### IV.6. LEVANTAMIENTO BATIMETRICO.

Todo el levantamiento batimétrico se realizó con la ayuda de un distanciómetro que proporciona distancias y elevaciones con una precisión de 5mm. por 2.5 km. que no se lograría haciendo el levantamiento con el método tradicional de dos tránsitos y ecosonda ó directa con nivel y estadal.

Con objeto de aprovechar la exactitud que proporciona el distanciómetro se procedió a adaptar una ampliación a la longitud del bastón que soporta los prismas reflejantes y todas las mediciones se obtuvieron apoyando directamente la extensión del bastón sobre el fondo de la Bahía, la elevación leída en el aparato era corregida restando algebraicamente la longitud del añadido.

La batimetría se obtuvo a base de radiaciones a partir de puntos de la poligonal conocidos en ubicación y elevación, se cubrían radios de aproximadamente 2,400 metros dejando siempre áreas de traslape para comprobar las lecturas; en la Isla Hui vulai se usaron 8 vértices como origen de las radiaciones y el resto de la batimetría cercana al continente se obtuvo apoyada en 13 puntos de la poligonal; los datos obtenidos fueron usados para efectuar la configuración batimétrica que se muestra en el plano Núm. 1

#### IV.7. SONDEOS.

Se hicieron diferentes sondeos, con el objeto de determinar el ancho de las capas de azolve en la Bahía, para las zonas cercanas a las descargas de los drenes se realizaron excavaciones con pico y pala hasta detectar la arena, los sondeos más frecuentes se hicieron hincando un perfil graduado de sección transversal cuadrada, esta regleta se hundía hasta tocar la arena, en ocasiones se encontraron sitios con estratos duros formados por conchuela. Debido a que el depósito de azolve se concentra principalmente en las descargas de los drenes y posteriormente se extiende a lo largo de la costa, se obtuvieron tres secciones longitudinales paralelas al litoral continental a 100, 200 y 300m, en las cuales se definieron los anchos y espesores del material depositado. Las muestras obtenidas se presentan en la figura IV.7.1.

Además de los sondeos en las secciones longitudinales paralelas a la costa se realizaron otra serie de hincados siguiendo el proyecto de los canales de penetración, la anterior fué realizado con objeto de definir los volúmenes de excavación en arena ó en el material, limo arcilloso del que están compuestos los azolves, en el plano del proyecto de canales de penetración se presenta un perfil con el espesor de la capa de azolve a lo largo del trazo propuesto de los canales.

#### IV.8. MEDICION DE CORRIENTES.

De acuerdo con las tablas de predicción de marea se definieron las horas en que se deberían tomar las mediciones de corrientes en ambas bocas y la alcantarilla, se usó un micromolinete de golpe de marca ROSSBACH previamente calibrado en el laboratorio de ingeniería experimental de la SARH de Tecamachalco que mide rangos de velocidades de la primera 250 cm. seg., las mediciones se concentraron en ambas bocas y en la alcantarilla obteniendo siempre las velocidades a un tercio de la profundidad y en tres secciones, diferentes de ambas bocas y para la alcantarilla en una sección por cada claro del puente; para cada sección se obtenían diferentes mediciones y se promediaban para definir un valor promedio de la velocidad media de la sección, en las figuras IV.8 (1,2, y 3) se han presentado los resultados gráficamente indicando también a que marea corresponden.



FIGURA IV.7.1

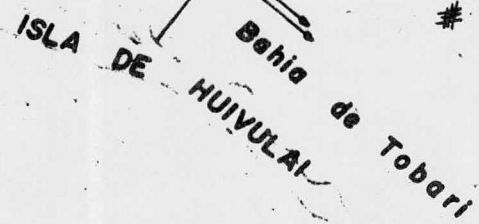


FIGURA IV.8.1



La Salina

Punta Verde

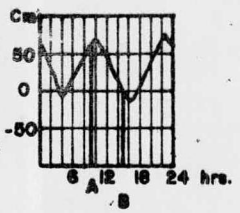
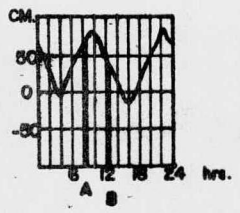


# PAREDON COLORADO

# PAREDONCITO

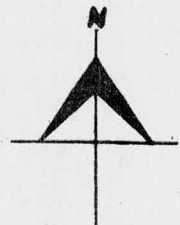


El Gallo



Velocidades Tomadas El Dia 8-ABR-62  
 Boca Norte hora 8:25-A, 12:20-B  
 Boca Sur hora 9:42-A, 15:00-B  
 Esc. Grafica de Vel. 1:78 En m/seg.

FIGURA IV.6.2



La Saling

Punta Verde



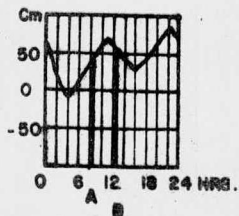
ISLA DE HUNYULAI

Banco de Taberi

PAREDON COLORADO

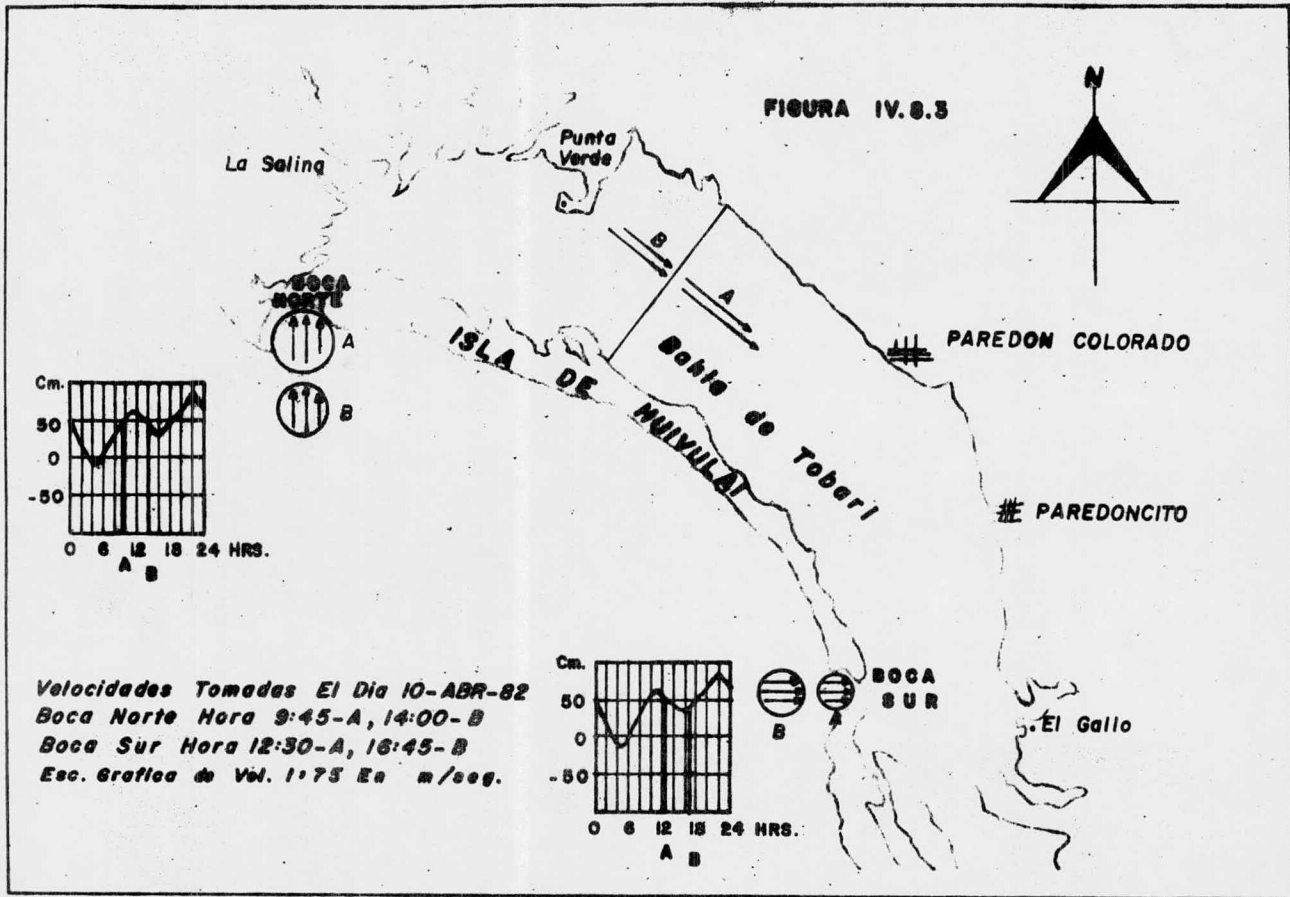
PAREDONCITO

El Gallo



Velocidades Tomadas El Dia 9-ABR-82  
 Boca Norte Hora 6:30-A, 12:30-B  
 Boca Sur Hora 10:30-A, 16:18-B  
 ESC. GRAFICA DE VEL. 1:75 En m/seg.

FIGURA IV.8.3



Velocidades Tomadas El Dia 10-ABR-82  
 Boca Norte Hora 9:45-A, 14:00-B  
 Boca Sur Hora 12:30-A, 16:45-B  
 Esc. Grafica de Vel. 1:75 En m/seg.

#### IV.9. CALIDAD DEL AGUA.

Con objeto de conocer la calidad del agua en el estuario se efectuaron análisis físico, químicos y bacteriológicos en 13 estaciones diferentes, en la fig. IV.9.1 se muestran con letras las tres estaciones en que se muestrearon a nivel superficial y de fondo los siguientes parámetros: oxígeno disuelto, salinidad, temperatura y conductividad, las muestras para determinar la demanda bioquímica de oxígeno, se obtuvieron a 50 cm. de profundidad. La realización de la medición de estos parámetros fué subcontratada al Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora y los resultados obtenidos se presentan en la Tabla IV.9.1

Los resultados de las mediciones de salinidad en las estaciones B y C que están localizadas frente a los poblados de Paredón y Tóbari respectivamente, se encuentran por abajo de lo normal con valores en la superficie de 33.95 y 33.52 lo cual se debe a los escurrimientos de agua dulce de las descargas de riego; en la estación A los resultados del ‰ de salinidad están dentro del rango normal 35.26 cuando entra el agua de mar por el ascenso de la marea y 34.45 cuando sale el agua de la Bahía por el descenso de la marea.

Se hicieron los análisis físico-químicos, bacteriológicos y de pesticidas de los 10 muestreos efectuados que se muestran en la figura IV.9.1, en las muestras marcadas con los números 3, 4 y 8 se investigó la existencia de residuos de pesticidas, específicamente se buscó la existencia de derivados del monotiofosfato, derivados del ditiofosfato, dimetoatos, -

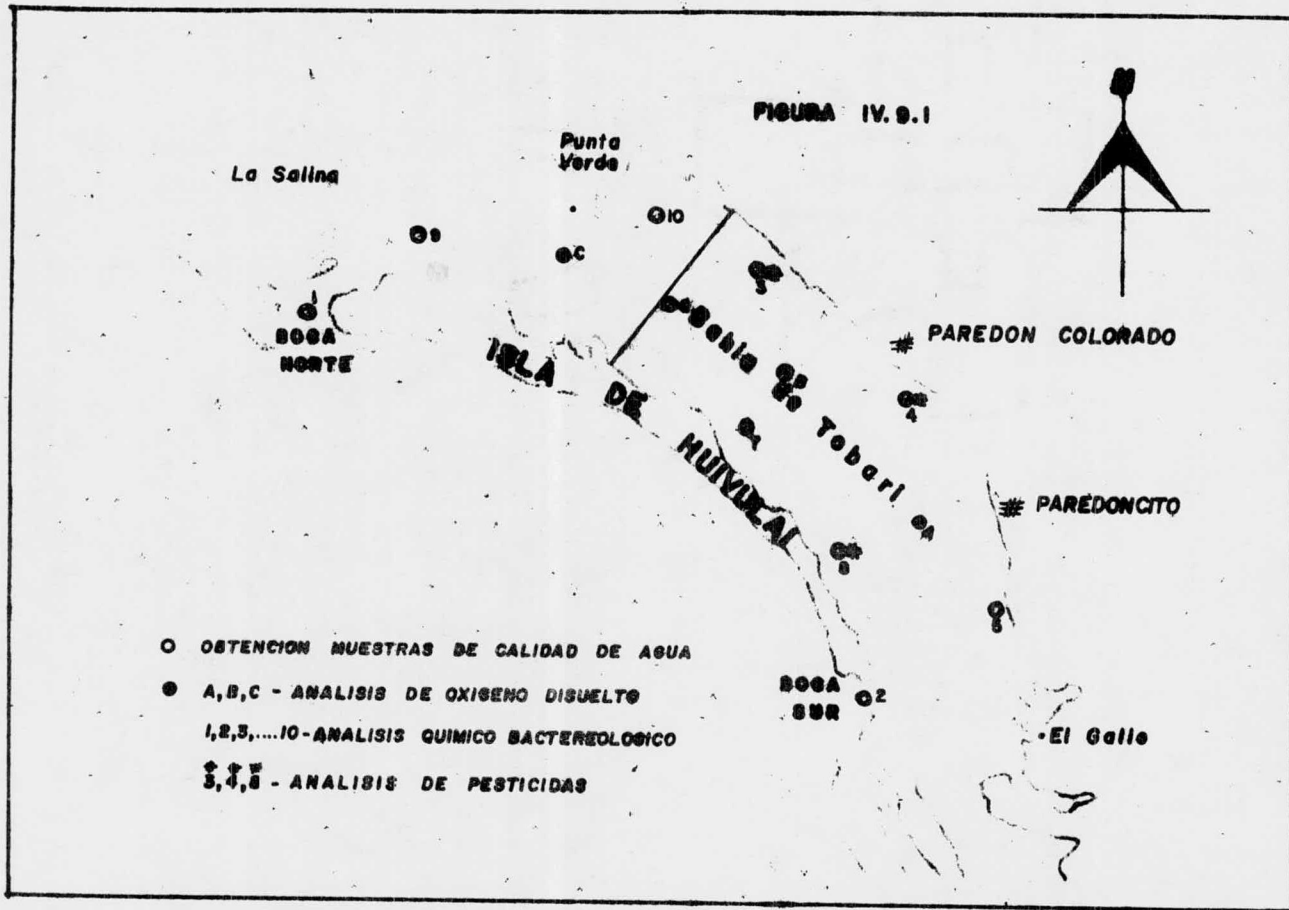


TABLA IV.9.1

Determinación de: Oxígeno Disuelto (ml/lt), Salinidad (°/100) Temperatura (°C) y Conductividad (Mmhos) El agua de mar en la Bahía de Tóbari, Sonora los días 25 y 26 de abril de 1982.

Est.	1 Prof.	2 °/100	3 °C	4 ml/lt.	5 Mmhos	6 Horas
A	S	35.26	24.82	5.09	52.42	3:30 P.M.
	F	35.20	24.68	5.20	52.30	3:35 P.M.
B	S	33.95	25.38	5.54	51.00	2:55 P.M.
	F	33.68	25.20	5.65	50.94	3:00 P.M.
C	S	33.52	24.30	4.97	49.95	2:35 P.M.
	F	33.35	23.95	4.46	49.58	2:40 P.M.
A	S	34.45	24.30	4.58	51.05	6:20 A.M.
	F	34.55	24.15	4.58	50.95	6:25 A.M.
B	S	33.62	24.30	4.86	50.12	5:56 A.M.
	F	33.50	24.22	4.97	50.18	6:00 A.M.
C	S	33.52	23.67	4.12	49.42	5:45 A.M.
	F	33.50	23.66	4.12	49.40	5:50 A.M.

Demanda bioquímica de oxígeno en Tóbari

Estación A: 3.33 ml/lt.

Estación B: 4.52 ml/lt.

Estación C: 3.56 ml/lt.

OBSERVACIONES:

En el primer muestreo; la marea estaba subiendo, corriente lenta - hacia en medio (Est. B) en las estaciones A y C temperatura ambiente de 26.5°C. En el segundo muestreo; la corriente era hacia afuera y la temperatura ambiente de 22.5°C

1: Profundidad

2: Salinidad

3: Temperatura

4: O<sub>2</sub> Disuelto

5: Conductividad

6: Muestreo

carbonatos, trizaminas e hidrocarburos halogenados. Con excepción de los hidrocarburos halogenados los cuales se detectaron a nivel de trazas en las estaciones 3 y 4 no se detectaron residuos de otras pesticidas, debido tal vez a que la fecha en que se tomó la muestra no corresponde a la época de siembras, que es cuando se fumiga, en exceso.

Respecto al análisis bacteriológico del grupo coli - forme, se encontraron algunas muestras con este problema, lo que indica contaminación con aguas negras, los resultados obtenidos de conteo de coliformes por centímetro cúbico fueron los siguientes: en las muestras 1, 2, 3, 6 y 9 no se detectaron.

Núm. de muestra	4,	5,	7,	8,	10
Coliformes por c.c.	4,	3,	2,	10,	48

Los resultados de los análisis físico-químicos de las 10 muestras, se presentan en la Tabla IV.9.2

En virtud de que la información generada con los muestreos y análisis anteriormente descritos no es representativa ni suficiente como para tener una idea general de las condiciones de calidad del agua para cualquier época del año, se solicitó información a la oficina de desarrollo acuacultural del Edo. de Sonora. Esta información recabada, que, consiste en el muestreo de 10 estaciones; analizando salinidad, oxígeno disuelto, potencial de hidrógeno (PH) y temperatura.



TABLA IV.9.2

MUESTRA		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	
	p.p.m.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	
CATIONES	Calcio- (Ca++)	Ca CO <sub>2</sub>										
	Magnesio (Mg++)	Ca CO <sub>2</sub>										
	Sodio - (Na+)	Ca CO <sub>2</sub>										
		Ca CO <sub>2</sub>										
ANIONES	Bicarbonato (BCO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Ca CO <sub>2</sub>										
	Carbonato (CO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Ca CO <sub>2</sub>										
	Hidróxido (OH <sup>-</sup> )	Ca CO <sub>2</sub>										
	Cloruros (CL <sup>-</sup> )	Ca CO <sub>2</sub>										
	Sulfatos (SO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Ca CO <sub>2</sub>	27,530	27,530	27,280	24,277	25,778	27,530	27,530	27,030	28,781	25,778
	Fosfatos	Ca CO <sub>2</sub>	4,492	3,994	4,492	4,492	3,994	3,744	3,744	4,492	4,492	5,241
		5	4	6	4	5	5	6	5	6	6	
Dureza ideal	Ca CO <sub>2</sub>											
Alcalinidad A (A.M.)	Ca CO <sub>2</sub>											
Alcalinidad de carbono libre.	CO <sub>2</sub>											
S.D.T.	F.	37,200	37,200	36,580	34,100	36,000	37,200	37,200	37,200	37,200	35,960	
N (NH <sub>3</sub> )	NO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N (NO <sub>3</sub> )		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Grasa y aceite		0.016	0.020	0.026	0.031	0.042	0.038	0.027	0.020	0.032	0.082	
P.M.	mg/lt.	8.05	8.08	8.12	7.87	8.08	7.99	7.90	8.00	8.05	8.15	
C.E. Micromhos		60,000	60,000	59,000	55,000	59,000	60,000	60,000	60,000	60,000	58,000	
Tem. °C		22.0	21.5	21.5	22.5	23.0	22.0	22.5	22.0	22.5	24.5	

177

Aunque los muestreos se hicieron cada 15 días durante el año de 1982, en las tablas aparecen únicamente los valores considerados como representativos para las cuatro estaciones del año, además se presentan en forma gráfica para los sitios de muestreo 2, 5 y 10 las variaciones mensuales de temperatura en grados centígrados, la salinidad en miligramos por litro (20/100) PH, y oxígeno suelto (mg/lt).

Estos parámetros presentaron los siguientes valores máximos y mínimos, temperatura (33°C, - 14°C), salinidad - - (44/100, 20°/100) oxígeno suelto (7mg./lt., - 1.5 mg/lt.)

Tomando en cuenta toda la información antes recabada, podemos hacer los siguientes comentarios por parámetros.

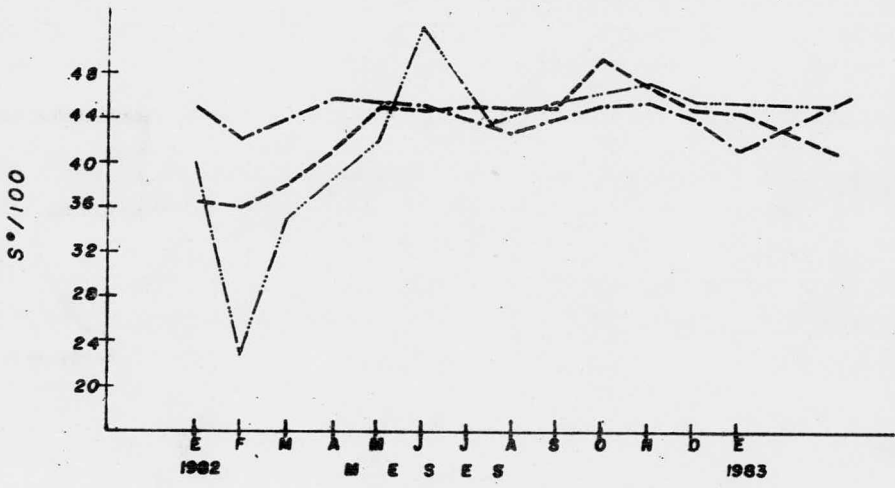
**Temperatura:** Las ligeras variaciones de temperatura que se presentan en todo el cuerpo de agua y los valores promedio del agua registrados reflejan las características isotérmicas de la laguna.

**Salinidad:** La salinidad se mantiene la mayor parte del año superior a los 33/100 en zonas localizadas de la Bahía, como son las cercanías de las descargas de los drenes agrícolas, se aprecian disminuciones de la salinidad debido a los aportes de agua dulce especialmente durante la época de lluvias.

Oxígeno disuelto: Aunque los valores promedio de oxígeno disuelto resultaron ligeramente superiores a 4 mg/lt., se observaron valores inferiores a - - - 3 mg/lt., lo que pone en peligro la vida de las especies acuáticas. Esta disminución en el oxígeno disuelto pudo deberse tanto a las altas temperaturas registradas como la presencia de compuestos orgánicos putrescibles ó a compuestos inorgánicos que demandan oxígeno.

Potencial de hidrógeno: Las aguas de la Bahía de Tóbari presentan características alcalinas durante todo el año con valores promedio de 8.1

VARIACION MENSUAL DE T°C Y S‰00, DURANTE UN CICLO ANUAL EN TRES ESTACIONES REPRESENTATIVAS DE LA BAHIA DE TOBARI, SONORA



ESTACIONES  
 - - - - - 2  
 - · - · - 5  
 · · · · · 10

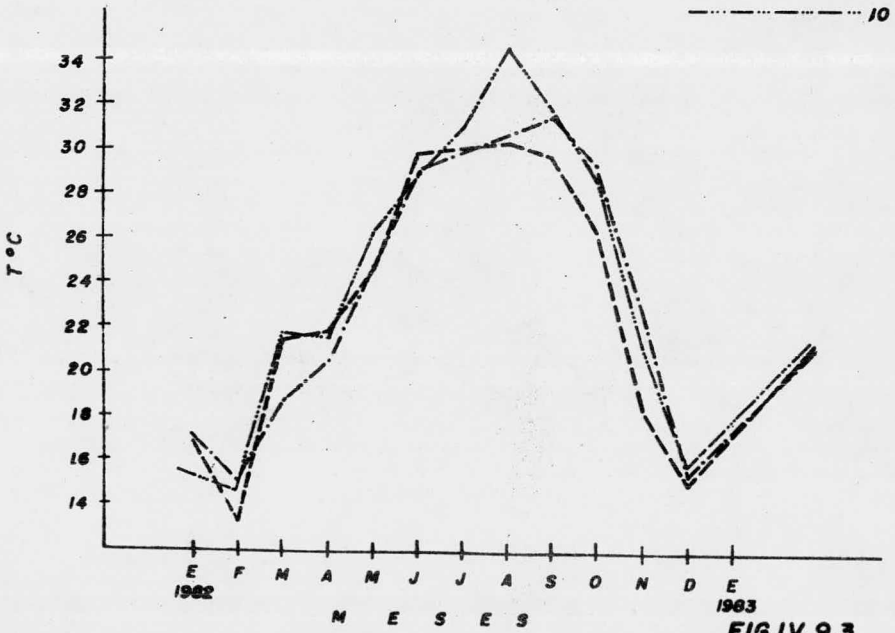
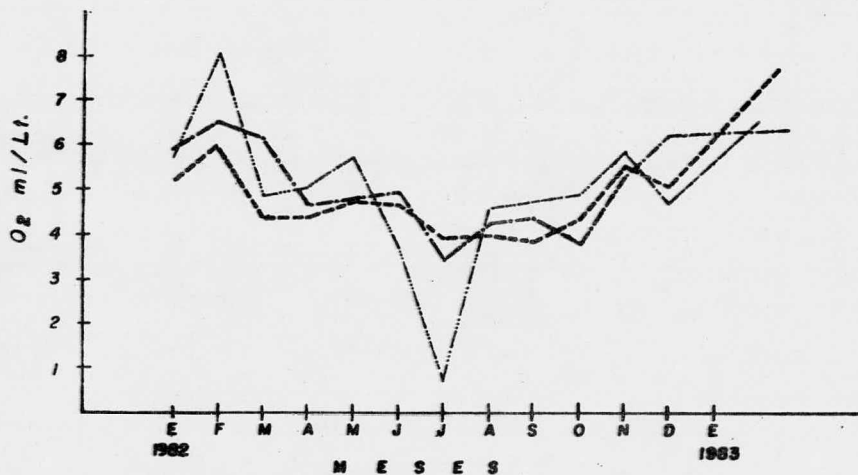


FIG.IV. 9.3

VARIACION MENSUAL DE O<sub>2</sub> ml/Lt. Y pH. DURANTE UN CICLO ANUAL EN TRES ESTACIONES REPRESENTATIVAS DE LA BAHIA DE TOBARI, SONORA.



ESTACIONES  
 - - - - - 2  
 ———— 5  
 - · - · - 10

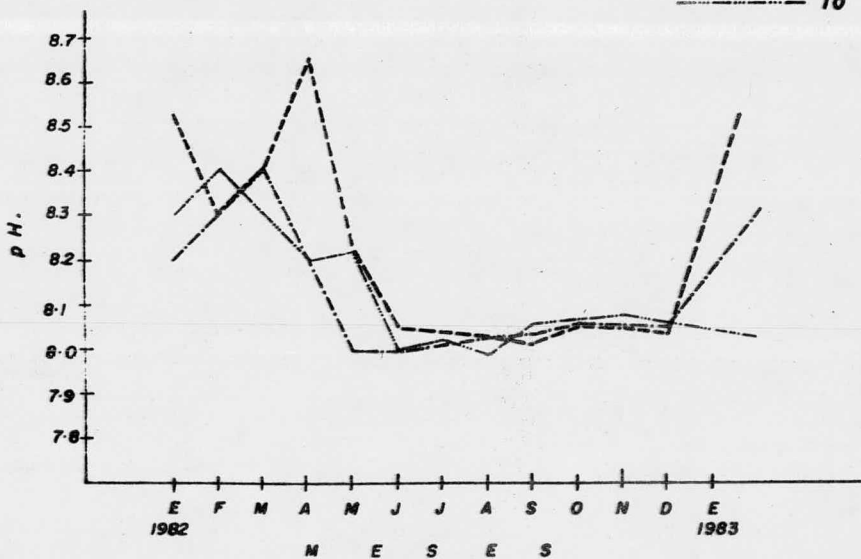


FIG. IV. 9. 4

## V ANALISIS DE LA INFORMACION

### V.1 ANALISIS DE MAREAS

Con la información recopilada, se hizo una selección y se procedió al análisis de la misma con diferentes fines. - Aunque los fines del estudio no son los de conocer en detalle el comportamiento de la marea, ni definir sus principales constantes armónicas, es de interés para definir el funcionamiento del estuario saber su tipo y amplitud durante diferentes condiciones medias de marea dentro de la Bahía, bajo las condiciones de funcionamiento con y sin bordo.

El aspecto cubierto por los limnigrafos es el establecimiento de la elevación del nivel medio del mar.

#### V.1.a MAREA EN TOBARI

Apoyado en las Tablas de predicción de mareas del Instituto de Geofísica de la UNAM, para Yavaros, se procedió a elaborar el cálculo de los tiempos y elevaciones en ambas bocas de la Bahía a partir de los datos que para los puntos de inflexión de la marea en Yavaros aparecen en las mencionadas tablas de predicción. Se calcularon los tiempos y amplitudes para la boca norte y sur en los cuatro primeros meses del presente año.

Los registros de los tiempos y amplitudes calculadas para ambas bocas, se pueden observar en la figura: V.1.1 en donde se dibujaron los niveles calculados para los meses de febrero, marzo y abril.

#### V.1.b. DETERMINACION DEL NIVEL MEDIO DEL MAR

Tomando en cuenta la gran similitud existente entre los datos de mareas calculados en Tóbari a partir de las pre -

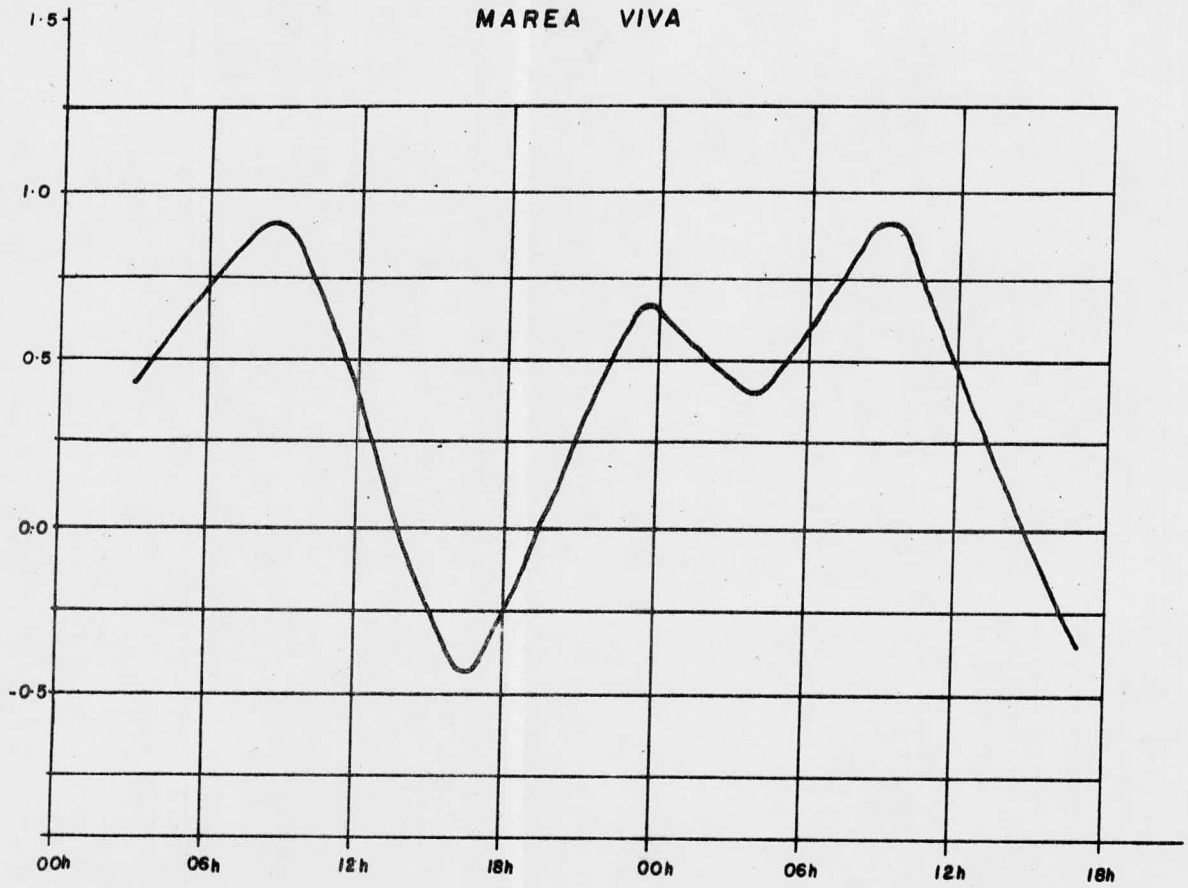


FIGURA V.1.1

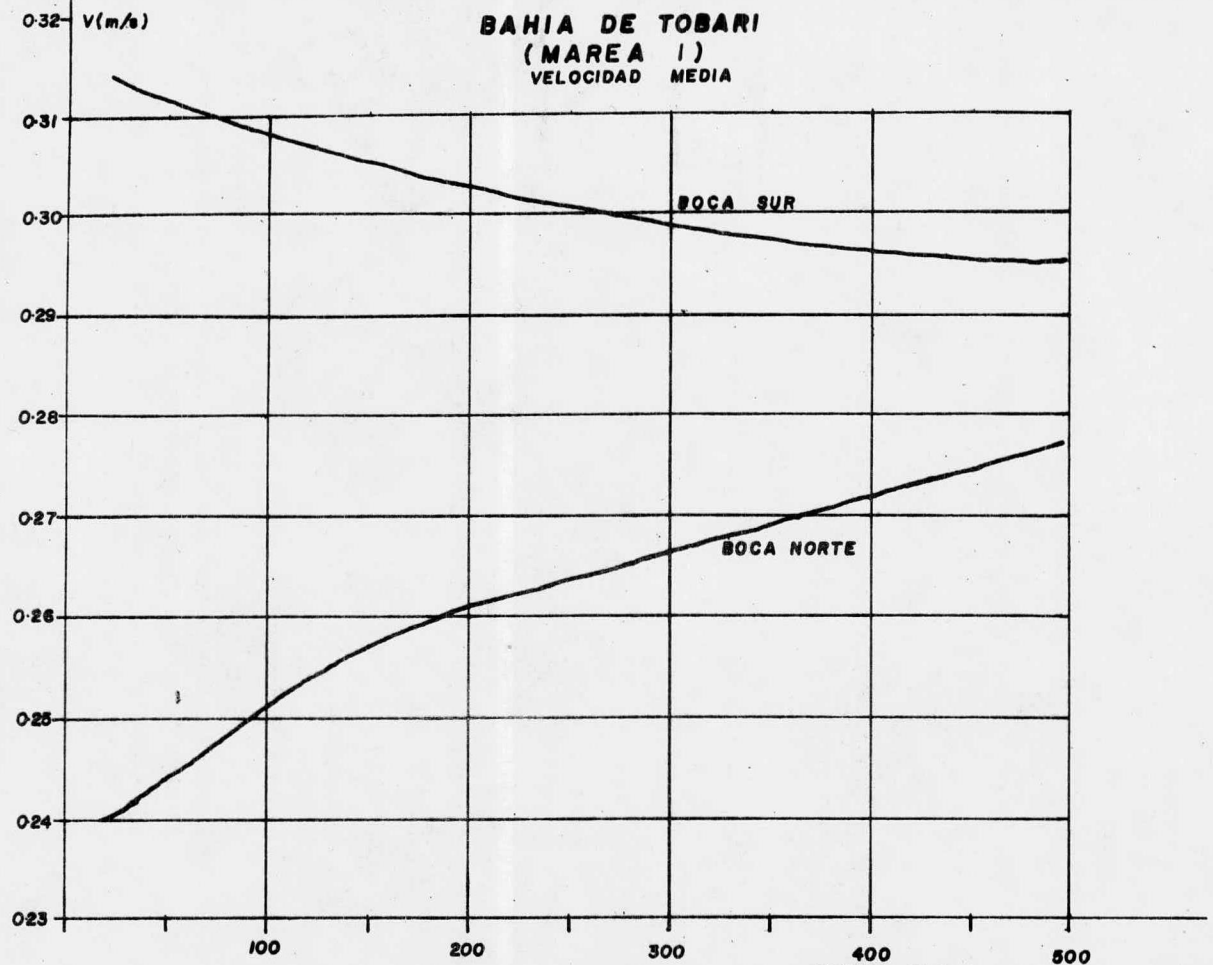


FIGURA V. 1. 2

ancho de alcantarilla (m)



# BAHIA DE TOBARI (Marea 1)

## VELOCIDAD MAXIMA

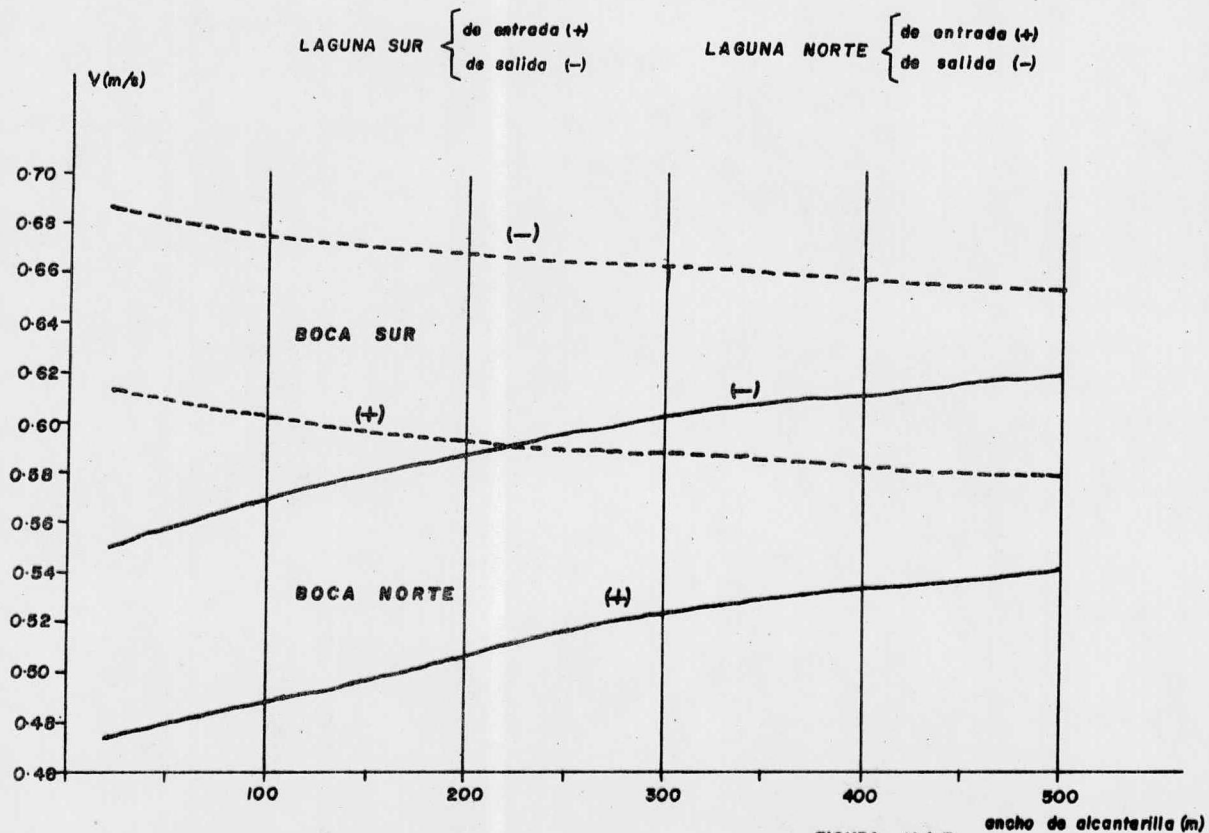


FIGURA V.1.3

ancho de alcantarilla (m)

# BAHIA DE TOBARI (marea muerta 2)

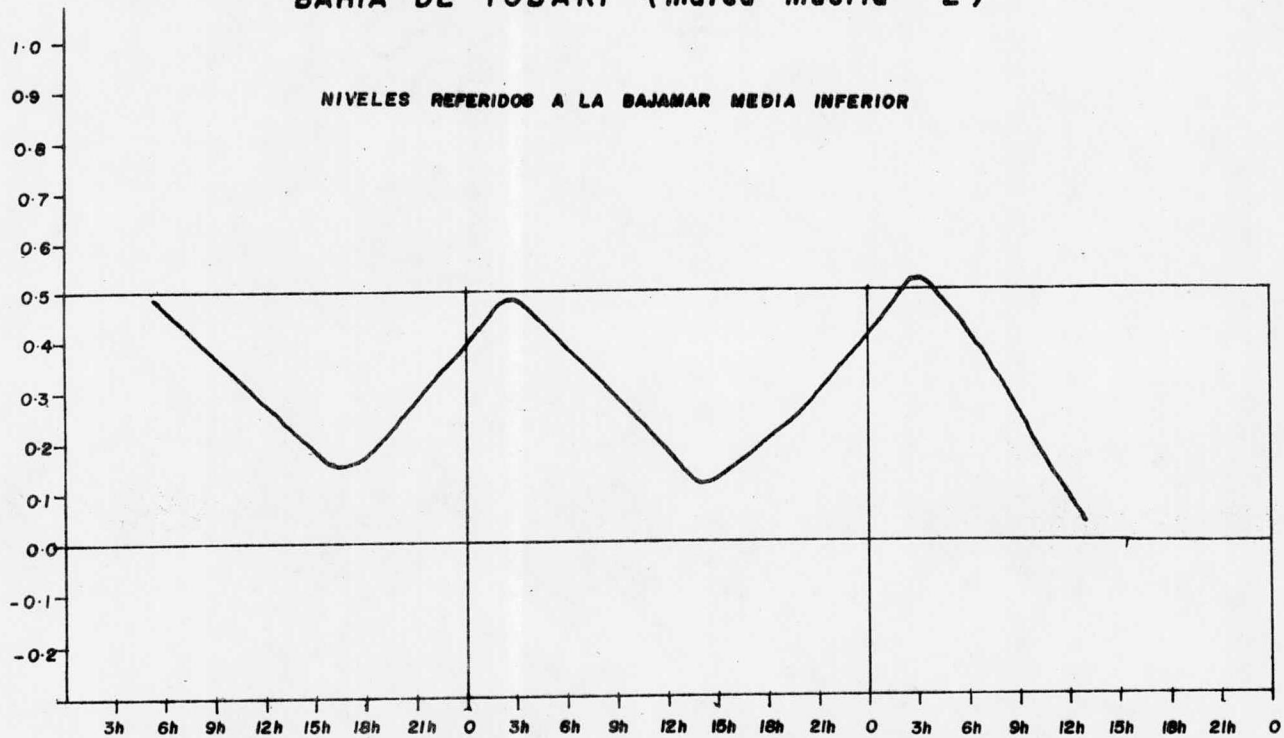


FIGURA V.1.4

# BAHIA DE TOBARI (marea 2)

VELOCIDAD MEDIA

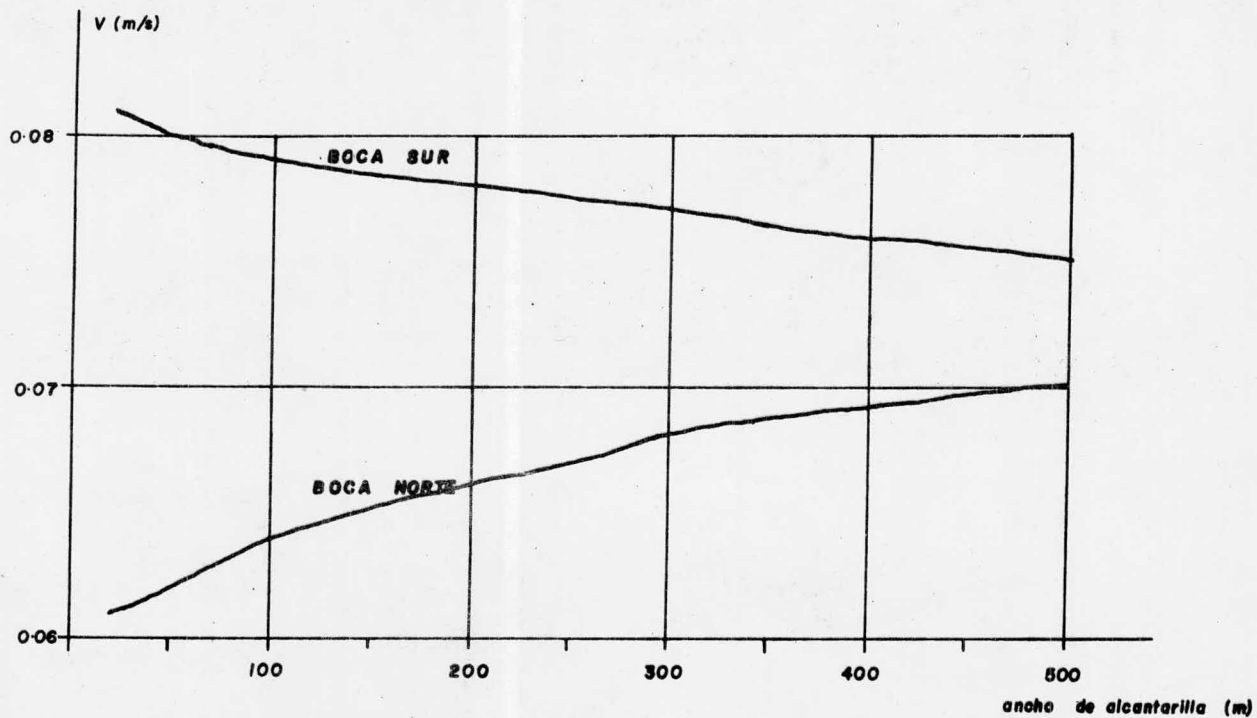


FIGURA V.1.5

# BAHIA DE TOBARI (marea 2)

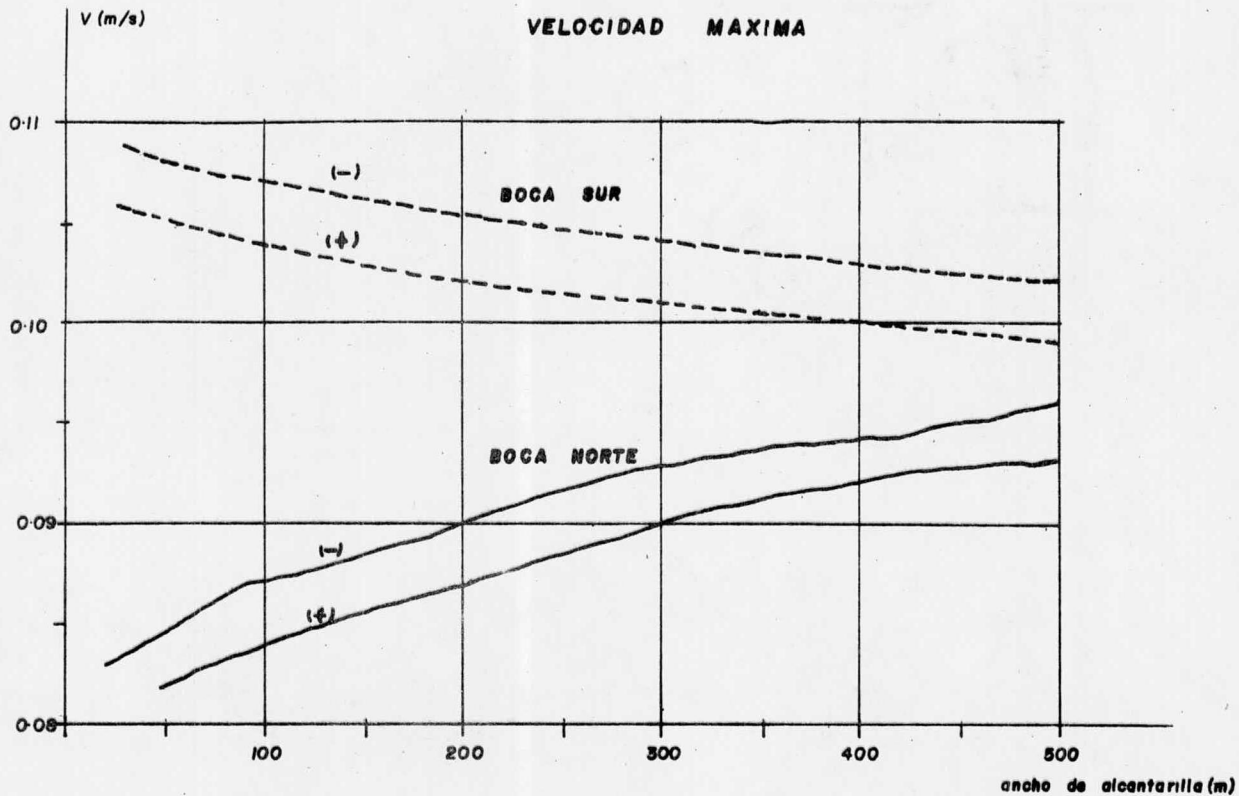


FIGURA V.1.8

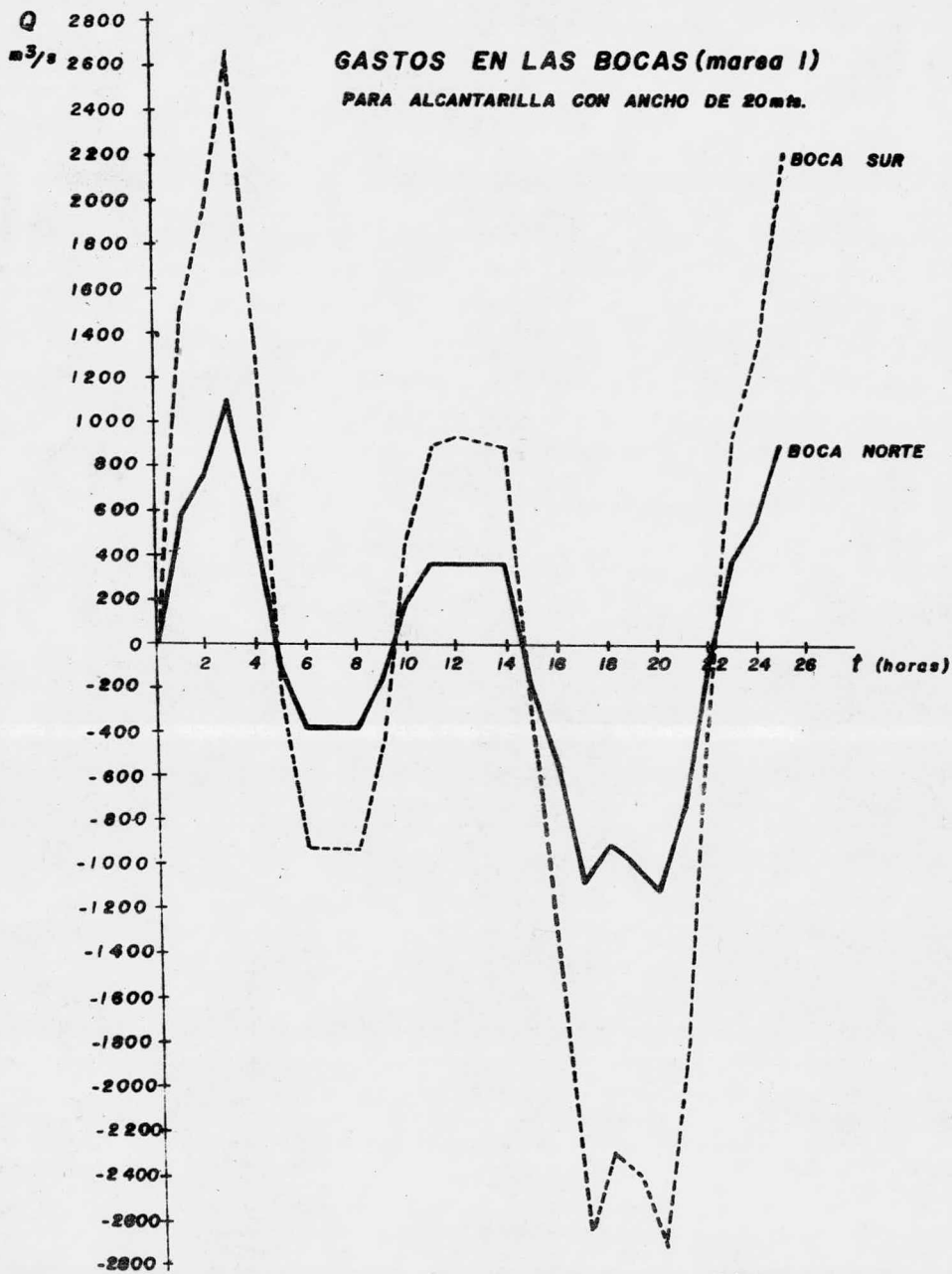
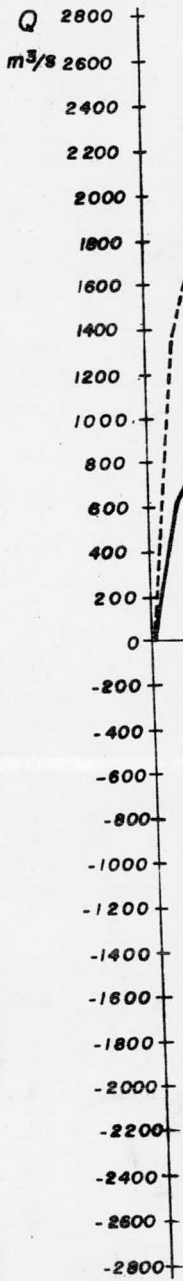


FIGURA V.1.7



**GASTOS EN LAS BOCAS (marea 1)**  
**PARA ALCANTARILLA CON ANCHO DE 300 mts.**

BOCA SUR  
 BOCA NORTE

t (horas)

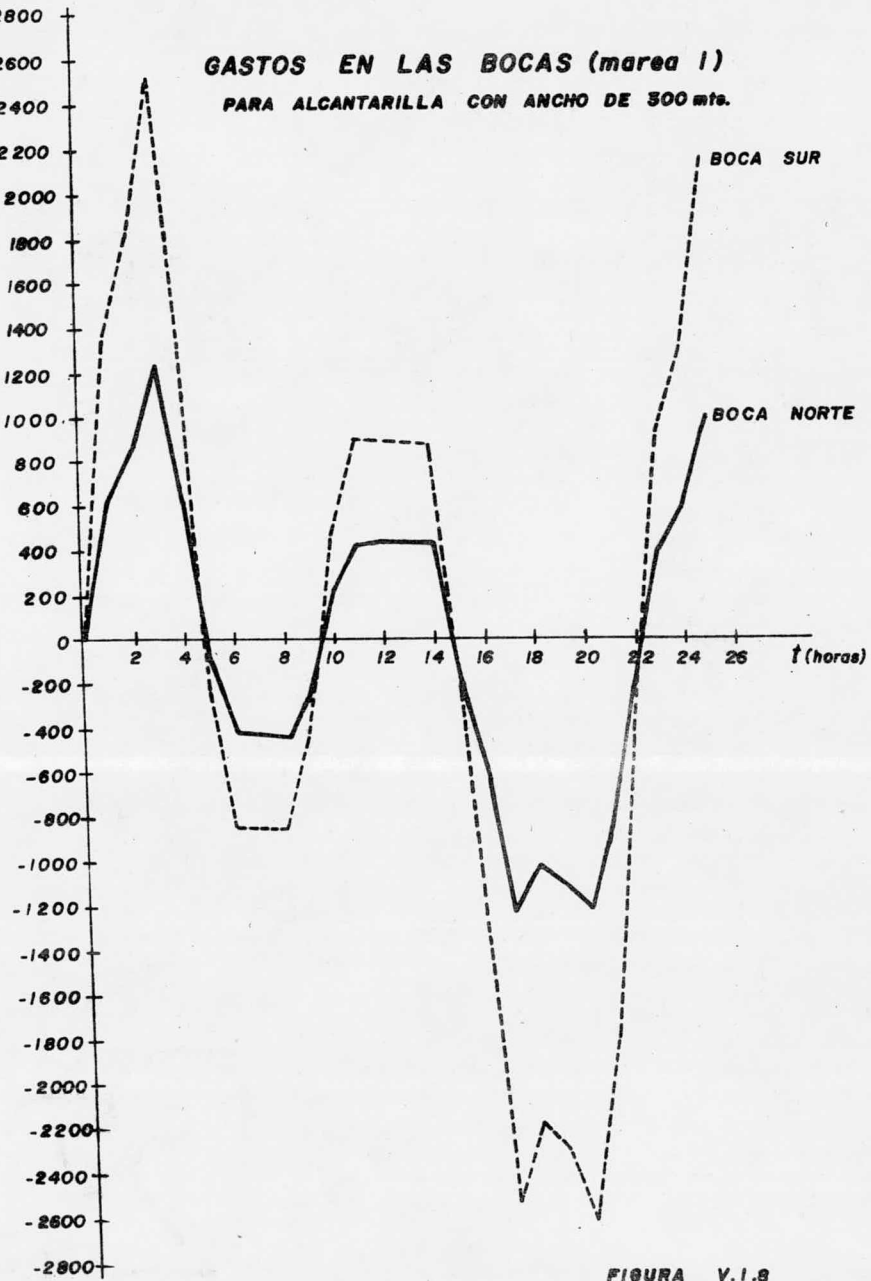
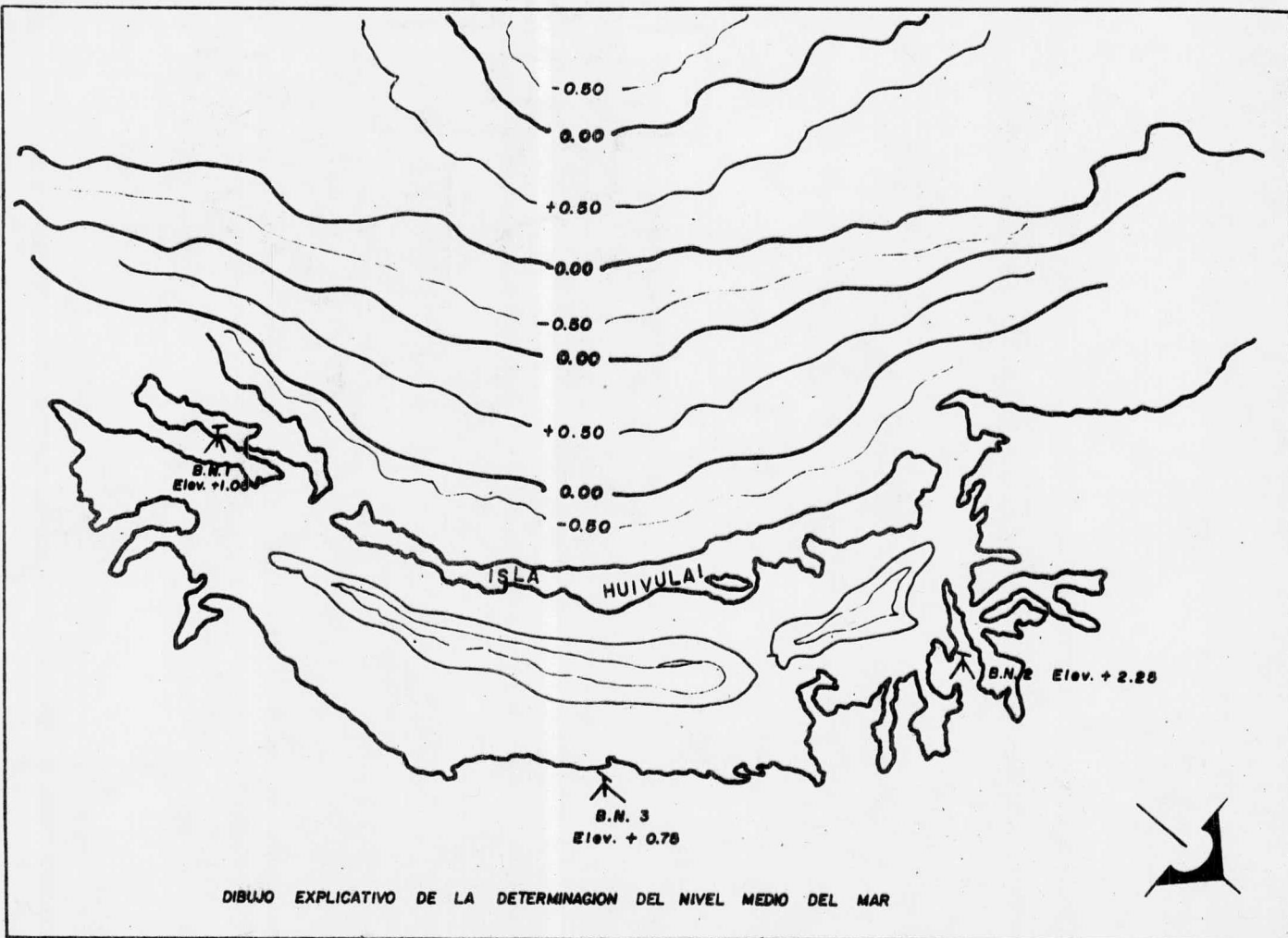


FIGURA V.1.8

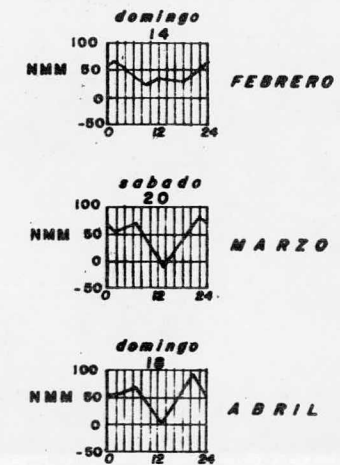
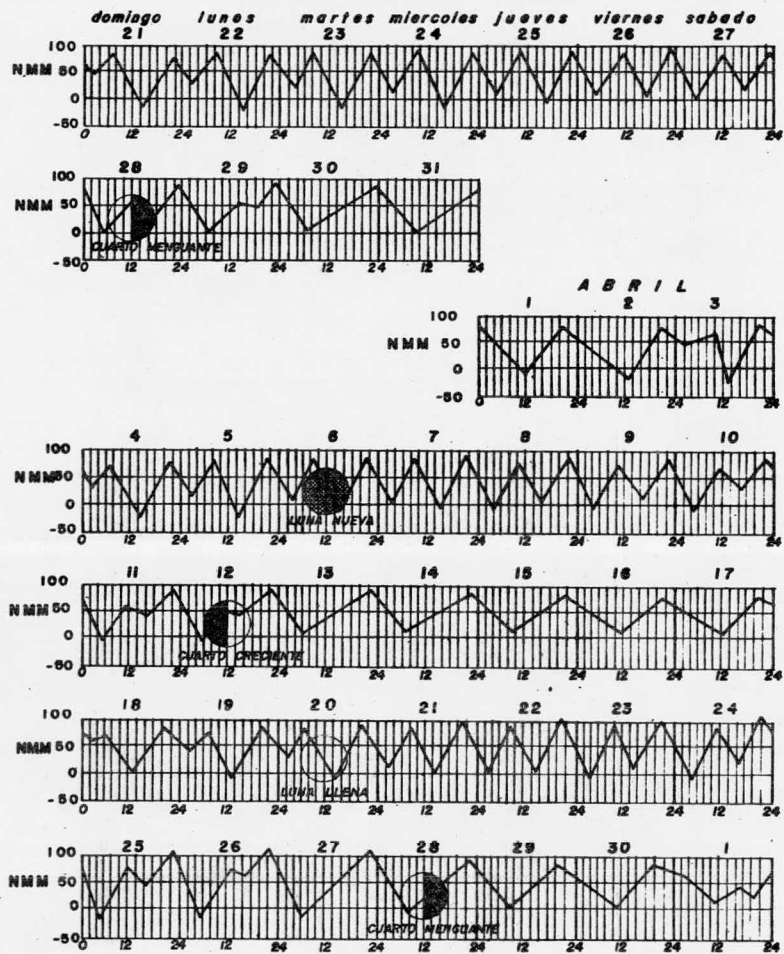
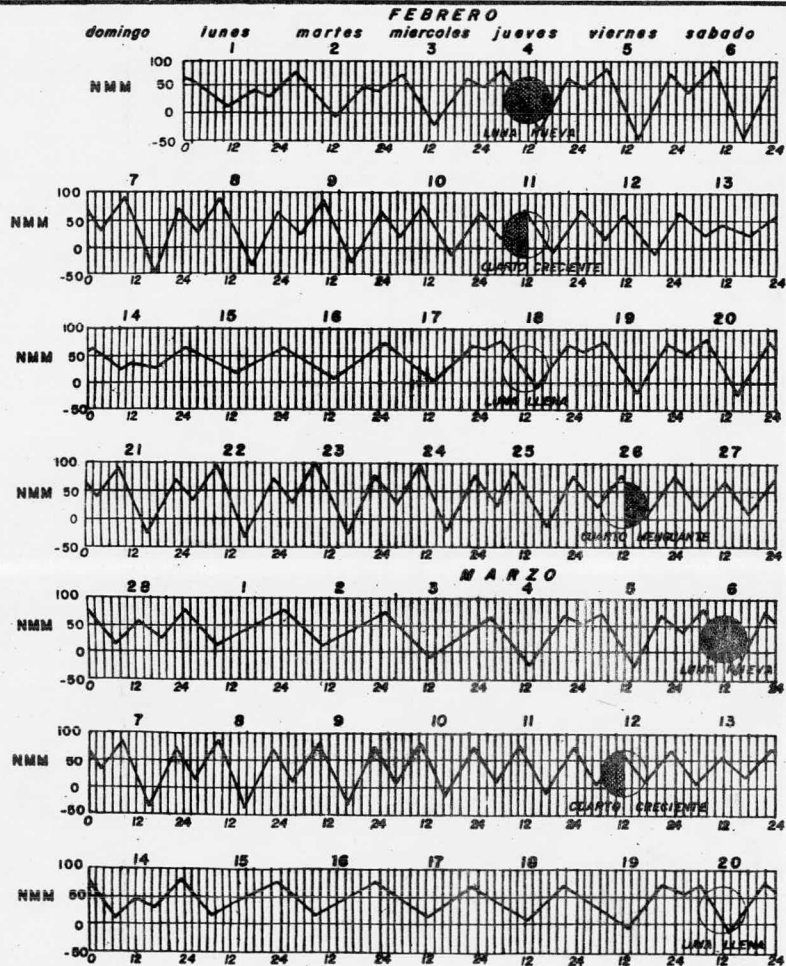
dicciones del Instituto de Geofísica para Yavaros, con los registros de los limnógrafos en Tóbari, se procedió a determinar la elevación del nivel medio del mar.

Los dos aparatos se colocan a elevaciones arbitra - rias pero referidas a dos mojoneras fijas que forman parte de la poligonal envolvente de la Bahía y cuyo desnivel relativo - es conocido con esa información y elaborando por separado dos gráficas para cada limnógrafo, se procedió a dibujar a la mis - ma escala y para las mismas horas y fechas la gráfica de mareas calculadas, los resultados fueron dos gráficas paralelas sepa - radas a lo largo de los registros unas distancias que en teo - ría deberían ser constantes, esta separación no resultó así de - bido a los efectos en la elevación del nivel del agua en el es - tuario por efectos de viento y perturbaciones causadas por las embarcaciones en la cercanía de los aparatos; sin embargo, pa - ra disminuir estos efectos se procedió a medir para cada limnó - grafo en los dos meses de registro, las diferencias de eleva - ción existentes en cada punto de inflexión de la marea entre la gráfica calculada y los registros de los aparatos, se obtuvie - ron tanto para la boca norte; como para la sur cerca de 200 va - lores; para las dos series de diferencias se obtuvo su valor - medio y desviación estándar; conocidas las diferencias medias se corrigió la elevación originalmente arbitraria de la mojone - ra cercana al limnógrafo, con un incremento de elevación igual a la diferencia, con este procedimiento se calcularon las co - tas de las mojoneras respecto al nivel de baja mar media in - ferior, que es respecto al cual aparecen los valores de las ta - blas de predicción de mareas, con los nuevos valores de las - elevaciones en esas dos mojoneras, se procedió a revisar que - cumplieran con el desnivel obtenido de la nivelación diferen - cial de la poligonal, encontrando que existía un error de 3 cm.



DIBUJO EXPLICATIVO DE LA DETERMINACION DEL NIVEL MEDIO DEL MAR





NOTAS:

- La marea teórica fue obtenida del calendario de predicción de Mareas del Instituto de Geofísica de la U.N.A.M.
- El nivel cero indicado, es el nivel de Bajamar Medio Inferior.
- N.M.M. 0.50

FIG. V.1.1.

	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN	
	<b>UNAM</b> INGENIERÍA CIVIL	
TESIS PROFESIONAL	MUESTRA PARA CALIFICAR	PLANO No.
Trabajo: PROYECTO DE DRAGADO		
Plan: CALENDARIO GRAFICO DE MAREAS PARA FEBRERO MARZO ABRIL 1982		
Ubicación: TOBARI SONORA		
L. 207 México D.F. Form. SEPTIEMBRE 1983 Escala: 1:1000		

respecto a la definida con los limnigrafos con lo cual se corrigieron las elevaciones de las mojoneras, subiendo 1.5 cm. a la norte y bajando 1.5 cm. a la sur, la mojonera sur marcada en el plano 1 con el número 64 resultó con la elevación de 1.23 m. mientras que la mojonera cercana al limnigrafo norte marcada con el número 6 en el mismo plano, quedó con una elevación de 7.47 m. sobre el nivel de baja mar media inferior, el error de tres 3 cm. corregido entre ambas mojoneras se realizó debido a que los valores de la desviación estándar respecto a las diferencias medias resultaba en ambos casos mayor de los 5 cm.

Con el objeto de comprobar los cálculos de las elevaciones de las mojoneras, se procedió a llevar una nivelación diferencial desde un banco de nivel del distrito de Riego Núm. 41 hasta la mojonera Núm. 25 de la poligonal envolvente de la Bahía encontrando que a partir del banco del distrito de riego se llegaban a esa mojonera con la elevación 1.35 mientras que esa mojonera a partir de las elevaciones calculadas con los limnigrafos resultaba con la cota 1.83, existiendo una diferencia de 48 cm. debido a que el distrito de riego está referido al nivel medio del mar y el levantamiento de Tóbari al nivel de baja mar media inferior.

El error máximo que se puede tener en la elevación del banco de referencia es de 3 cm. y tomando en cuenta que entre las mojoneras de partida de ambos limnigrafos se tiene una distancia de 13 km. el error encontrado está dentro de lo permisible y la corrección para evitar esa diferencia es aceptable, además que para los fines prácticos que se persiguen se pueden considerar las elevaciones que aparecen en el plano Núm. 1 sobre el nivel de baja mar media inferior como correctas.

## V.2 DIRECCIONES DE OLEAJE

Con objeto de conocer el ángulo de incidencia del oleaje a lo largo de la costa de la isla Huivulai, así como el coeficiente de refracción para poder determinar más adelante el transporte litoral, se procedió a la determinación de la evolución de rayos de oleaje, cuyas direcciones se seleccionaron precisamente en base a los análisis de viento y de oleaje.

### V.2.1. ANALISIS DE LOS REGISTROS DE VIENTOS

La fuente de información en este caso fué el servicio meteorológico Nacional, el cual proporcionó los registros de viento dominante (dirección y velocidad media) durante un período de 19 años (1964-1982) correspondientes a Cd. Obregón, distante 40 km. del punto de interés. Esta información, la cual se muestra en la figura V.2.1. se procesó de la siguiente manera:

1. Puesto que estos registros no proporcionan número de observaciones, sino que se trata de mediciones ya procesadas y que representan las medidas mensuales, se consideró que cada medición mensual representaba un período de observación de esta manera, se tenían 12 x 19 observaciones.
2. En base a la consideración anterior, se obtuvieron para cada dirección (12 en total) la frecuencia en % y la velocidad media.

En la tabla V.2.1. se resume el comportamiento de los vientos durante los últimos 19 años se presenta a continuación.

Cabe destacar el hecho de que este análisis se extrapoló - en realidad a Tóbari, puesto que los registros, como se mencionó anteriormente corresponden a Cd. Obregón, a 40 km. de Tóbari; sin embargo al no existir zonas montañosas ni obstáculos que pudieran alterar considerablemente las velocidades y trayectorias del viento, se consideró que bajo estas consideraciones el error sería mínimo.

TABLA V.2.1. VELOCIDAD Y FRECUENCIA DEL VIENTO  
(1964 - 1982)  
Cd. Obregón, Son.

1 Dirección	2 Frecuencia (%)	3 N	4 Velocidad media (m/seg)
N	1.83	4	2.28
S	4.11	9	6.14
W	9.13	20	4.40
NE	0.46	1	3.80
NW	6.39	14	3.31
SE	0.46	1	5.20
SW	10.50	23	4.93
NNW	0.46	1	6.70
WNW	10.96	24	3.20
WSW	10.96	24	4.14
SSW	7.30	16	6.53
ESE	0.46	1	3.20
CALMAS	36.53	80	0

3. Con la tabla anterior se construyó un diagrama, graficando por separado la velocidad y la frecuencia del viento. Este diagrama se muestra en la figura V.2.2.
4. Se construyó finalmente un diagrama de Lenz, el cual se obtuvo multiplicando la frecuencia por la velocidad del viento para cada dirección. Esto equivale a multiplicar las - cols. (2) (4) de la tabla V.2.1.  
Los resultados se muestran a continuación y el diagrama de Lenz correspondiente se muestra en la figura V.2.3.

DIRECCION	FRECUENCIA AL AÑO (%)	PORCENTAJE (LENZ)
N	1.83	4.17
S	4.11	25.24
W	9.13	40.17
NE	0.46	1.75
NW	6.39	21.15
SE	0.46	2.39
SW	10.50	51.77
NN W	0.46	3.08
W N W	10.96	35.07
W S W	10.96	45.37
S S W	7.30	47.67
E S E	0.46	1.47

TABLA V.2.2. Cálculo del % (fi vi) para la construcción - del Diagrama del Lenz.

Del análisis de ambos diagramas se puede concluir - que los vientos dominantes se presentan en las direcciones W, WSW, SW, SSW y WNW.

### V.2.2. ANALISIS DE OLEAJE

La fuente de información en este caso fueron las cartas del "Sea y Swell", a partir de las cuales se obtuvieron la altura de las olas así como la frecuencia de incidencia.

Estas cartas, clasifican la altura de las olas según tres rangos, tal como se muestra en la Tabla:

TIPO DE OLA	ALTURA DE LA OLA (PIES)	ALTURA EN METROS
Baja	1 - 2	0.30 - 0.60 m.
Media	3 - 4	0.90 - 1.20 m.
Altas	5	1.50 m.

Con este criterio y en base a la información que proporcionan las cartas de "Sea y Swell", se obtuvieron para la zona de Tóbari la frecuencia y magnitud del oleaje para cada dirección, cada mes del año y cada tipo de oleaje. ("Sea and Swell")

Una vez obtenida esta información se elaboró un resumen anual para cada dirección y según el tipo de oleaje, a partir del cual se elaboraron para ambos casos los diagramas de dirección de oleaje mostrados en las figuras V.2.4. y V.2.5.

Del análisis de estas figuras se puede apreciar que las direcciones predominantes del oleaje son NW, W, SW y S para ambos tipos de oleaje. En estas direcciones se basará el análisis de refracción de oleaje que adelante se describe.

La información de "Sea and Swell", así obtenida puede utilizarse también para obtener la altura de la ola signifi

cante en la costa de Tóbari. Dicho análisis se muestra a continuación y consiste esencialmente en seleccionar la altura - promedio del tercio de olas de mayor magnitud.

Tipo de Oleaje: SWELL 17% calma.

H (metros)	Frecuencia (%)	N	Marea de Clase (H)	fi hi
0.30 - 0.60	58	3	1.5	4.5
0.90 - 1.20	18	18	3.5	63.0
1.50 - 1.80	7	7	5.5	38.5
$\Sigma = 83$				$\Sigma = 106.0$

$$N = \frac{83}{3} \doteq 28$$

$$H_s = \frac{106}{28} \doteq 3.79 \text{ ft} \times 0.305 \text{ m/ft} = 1.15 \text{ m. (altura de la ola significativa)}$$

Tipo de Oleaje: SEA 10% calma.

H (metros)	Frecuencia (%)	N	Marea de Clase (H)	fi hi
0.30 - 0.60	60			
0.90 - 1.20	29	29	3.5	101.5
1.50 - 1.80	1	1	5.5	5.5
$\Sigma = 90$				$\Sigma = 107.0$

$$N = \frac{90}{3} = 30$$

$$H_s = \frac{107}{30} = 3.57 \text{ ft} \times 0.305 \text{ m/ft} = 1.09 \text{ m. (altura de la ola significativa)}$$

RESUMEN ANUAL SEGUN CADA DIRECCION, CARTAS DE "SEA Y SWELL"

Tipo SEA			Tipo SWELL		
Dirección: NE			Dirección: NE		
BAJAS	MEDIAS	ALTAS	BAJAS	MEDIAS	ALTAS
13 días	3 días	0	2 días	0	0
Dirección: NORTE			Dirección: NORTE		
34 días	38 días	1 día	18 días	15 días	1 día
Dirección: NW			Dirección: NW		
115 días	61 días	4 días	101 días	30 días	16 días
Dirección: OESTE			Dirección: OESTE		
45 días	4 días	0	54 días	14 días	5 días
Dirección: SW			Dirección: SW		
7 días	1 día	0	17 días	2 días	0
Dirección: SUR			Dirección: SUR		
2 días	0	0	14 días	4 días	2 días
Dirección: SE			Dirección: SE		
4 días	0	0	5 días	0 días	0

Alturas de la ola significativa según cada dirección y tipo de oleaje.



Tipo SEA

DIRECCION:	NE	N	NW	W	SW	S	SE
Hs (m):	0.75	1.07	1.40	0.69	0.46	0.46	0.46

Tipo SWELL

DIRECCION:	NE	N	NW	W	SW	S	SE
Hs (m):	0.46	1.07	1.24	1.15	0.76	1.37	0.46

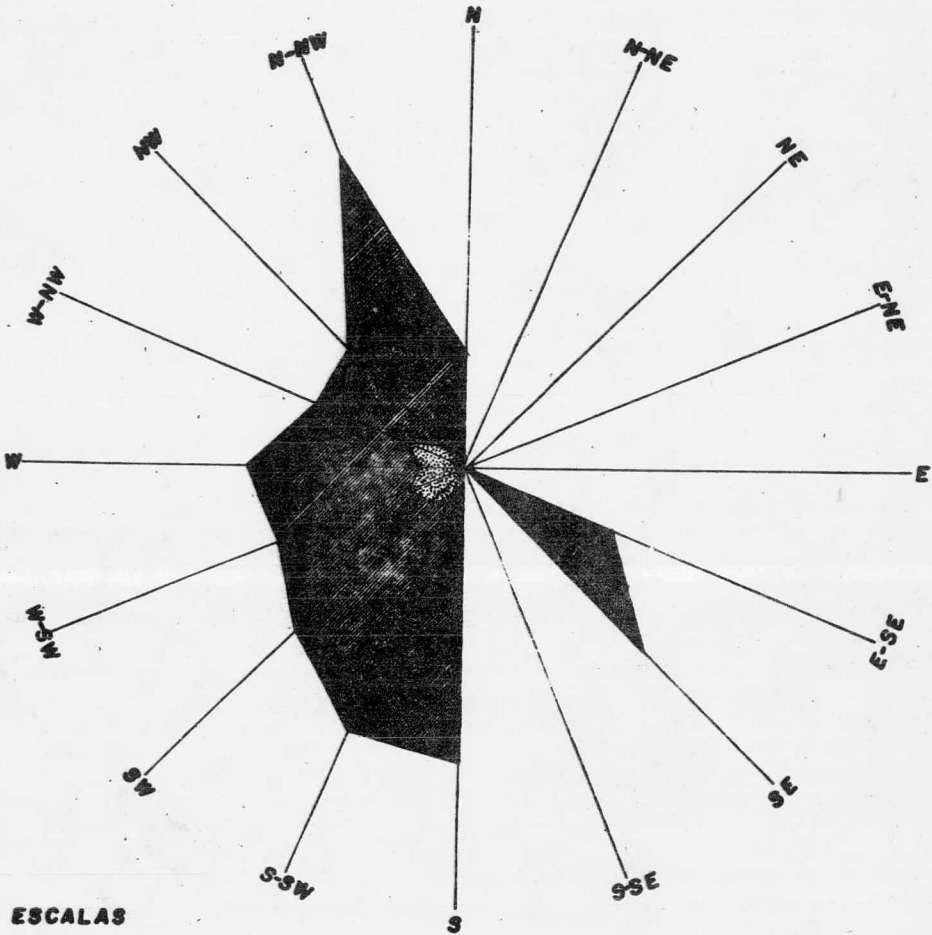
FIGURA V.2.1. REGISTROS DE VIENTO DOMINANTE Y SU VELOCIDAD MEDIA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1964	C	C	C	C	5.1 NW	7.2 WSW	INC	C	C	C	C	C
1965		C	C	C	C	7.3 WSW	C	C	C	C	C	C
1966					C	9.0 WSW	5.2 W	C	C	C	INC	C
1967	C	2.2 N	6.7 NNW	C	C	5.6 SW	6.2 SSW	C	INC	C	C	C
1968	C	C	C	5.2 SE	C	C	6.6 SSE	C	C	C	C	C
1969	C	C	C	C	C	C	3.8 S	C	C	C	C	C
1970	C	C	C	INC	8.4 S	5.5 S	5.1 S	3.4 S	C	C	C	C
1971	C	C	C	C	C	6.4 S	7.0 S	C	C	C	C	C
1972	C	C	5.5 W	C	C	7.6 SW	C	C	C	C	C	C
1973	1.7 WNW	2.1 WSW	3.7 WSW	4.2 W	C	6.1 SSW	5.8 SW	9.3 SW	2.5 S	2.7 WSW	0.9 WSW	C
1974	4.0 W	4.0 S	4.5 WSW	6.1 W	5.8 WNW	5.0 SW	0.6 WSW	1.9 NW	3.4 NW	3.7 NW	2.4 NW	2.4 NW
1975	4.5 NW	2.8 WNW	3.5 W	5.3 WNW	5.7 WNW	7.4 WSW	7.0 WSW	7.0 SW	3.1 WNW	4.5 WNW	3.1 NW	5.0 WNW
1976	3.4 WNW	2.9 WNW	3.4 W	5.5 W	4.4 SW	7.0 SSW	5.2 SW	3.7 SW	4.4 SSW	5.3 SW	3.6 SW	2.7 W

CONTINUA EN LA HOJA SIGUIENTE

1977	1.8 SW	2.3 SW	3.7 WSW	3.8 NE	4.7 WSW	5.1 SSW	3.8 SSW	2.0 WSW	4.2 WSW	5.2 WSW	2.1 W	1.3 WNW
1978	3.2 WSW	3.3 WSW	4.7 WSW	3.9 WSW	7.8 SSW	6.6 SSW	5.9 SW	1.1 WSW	3.9 WSW	3.9 WSW	2.6 WSW	2.0 W
1979	1.4 WNW	2.3 WNW	1.8 WNW	7.1 SSW	7.2 SSW	6.3 SSW	6.6 SSW	5.4 W	4.2 SW	3.4 W	1.8 WNW	1.8 WNW
1980	2.2 WNW	2.3 WNW	3.5 WNW	3.9 WNW	7.3 SW	8.2 SSW	6.9 SW	5.6 SW	4.6 WNW	3.8 W	4.0 NW	2.6 NW
1981	2.6 NW	4.1 WNW	2.7 WNW	3.4 SW	5.8 SSW	5.7 SW	4.6 SW	6.4 S	6.0 SSW	6.3 W	4.5 W	3.3 N
1982	3.0 NW	3.5 NW	6.4 W	7.0 W	7.7 SSW	6.1 SW	5.0 WNW	3.2 ESE	6.3 SW	4.2 NW	2.9 N	2.7 N

**VIENTOS: DOMINANTES Y SU VELOCIDAD MEDIA  
CIUDAD OBREGON SONORA**



**ESCALAS**

VELOCIDAD 1:1 m/seg.

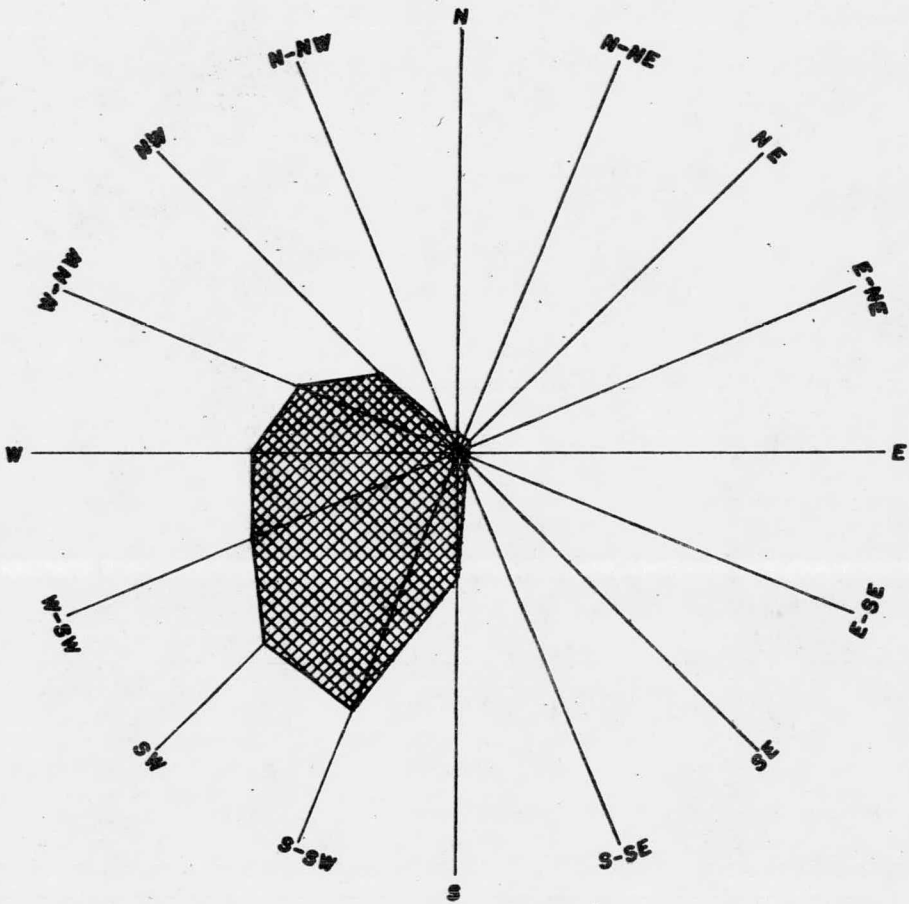
FRECUENCIA 1:10%

**SIMBOLOGIA**

- VELOCIDAD
- FRECUENCIA

**FIGURA V.2.2**

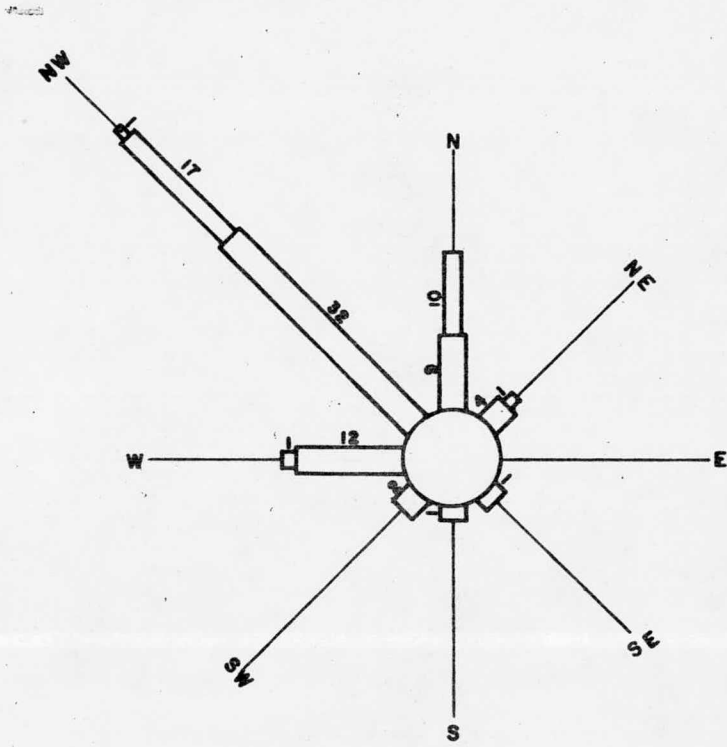
**VIENTOS: DIAGRAMA DE LENZ**  
**CIUDAD OBREGON SONORA**



**ESCALAS**  
**LENZ 1:10%**

**FIGURA V.2.3**

**DIAGRAMA ANUAL DE INCIDENCIA DE OLAJE (SEA)  
BAHIA DE TOBARI SONORA**

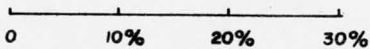


9% CALMA

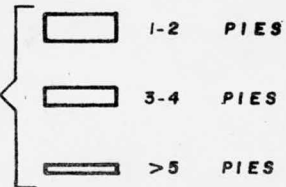
**SIMBOLOGIA**

FRECUENCIA { 12 % DE INCIDENCIA

**ESCALA DE FRECUENCIA**



ALTURAS DE OLA

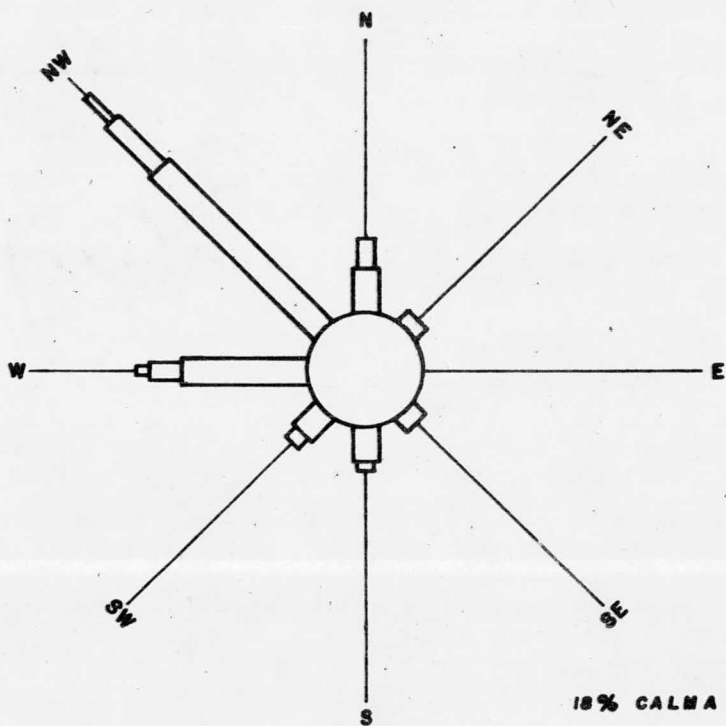


**NOTA:**

Los % menores al 1% no se graficaron

**FIGURA V.2.4**

**DIAGRAMA ANUAL DE INCIDENCIA DE OLAJE (Swell)  
BAHIA DE TOBARI SONORA**



**SIMBOLOGIA**

FRECUENCIA { 4 % DE INCIDENCIA

ALTURAS DE OLA {  
 □ 1-2 PIES  
 □ 3-4 PIES  
 □ > 5 PIES

**ESCALA DE FRECUENCIA**



**NOTA**

Los % menores al 1% no se graficaron

**Figura V.2.5**

### V.3. ANALISIS CICLONICO

Haciendo un poco de historia y teniendo como antecedente la destrucción del bordo que comunica Huivulai y el continente, se hizo un revisión de las trayectorias ciclónicas entre 1960 y 1982 y se encontró que dos ciclones: El "KIRSTEIN" (26 al 29 de sept. 1966) y el "PAULINE" (28 sept. al 3 oct. - 1968) pasaron lo suficientemente cerca de Tóbari como para afectar al bordo. Según informes proporcionados, el ciclón "Pauline" causó daños más extensos que "Kirstein" ya que su posición el día 3 de octubre de 1968 era 26.5°N y 110.0°W (Tóbari se localiza a 27.0°N y 110.0°W), alcanzando vientos de 100 km/hr. En la fig. V.3.1. se muestra la trayectoria del "Pauline" y la posición relativa de Tóbari.

Como carecemos de la configuración isobárica de este ciclón en esa fecha se adoptará para fines de cálculo de la velocidad del viento geostrofico, la registrada a las 1800 Z a 24°N y 109°W, cuando "Pauline" se encontraba al SE de la Paz y que corresponde a un valor de 110 km/hr.

Cálculo de la velocidad del viento sobre la superficie del agua. Suponiendo (ya que no se cuenta con información al respecto) un radio de curvatura del ciclón igual a 4.5° latitud y aceptando una diferencia de temperaturas entre mar y aire de 5°F; se tendría:

$$\frac{U}{Vg} = 0.62$$

de donde:  $U = 0.62 (110) = 68.2$  km/hr.

Cálculo de la longitud del Fetch.

Como podemos observar en la figura V.3.1. la posición del ciclón "Pauline" más desfavorable corresponde a la posición mencionada anteriormente y en donde se consideró  $Vg$ .



Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos  
Direccion General del Servicio Meteorológico Nacional

Trayectoria (s) ciclónica (s)

- Depresión Tropical
- Tormenta
- Huracán

PAULINE  
del 28 de septiembre  
al 3 de octubre de 1968

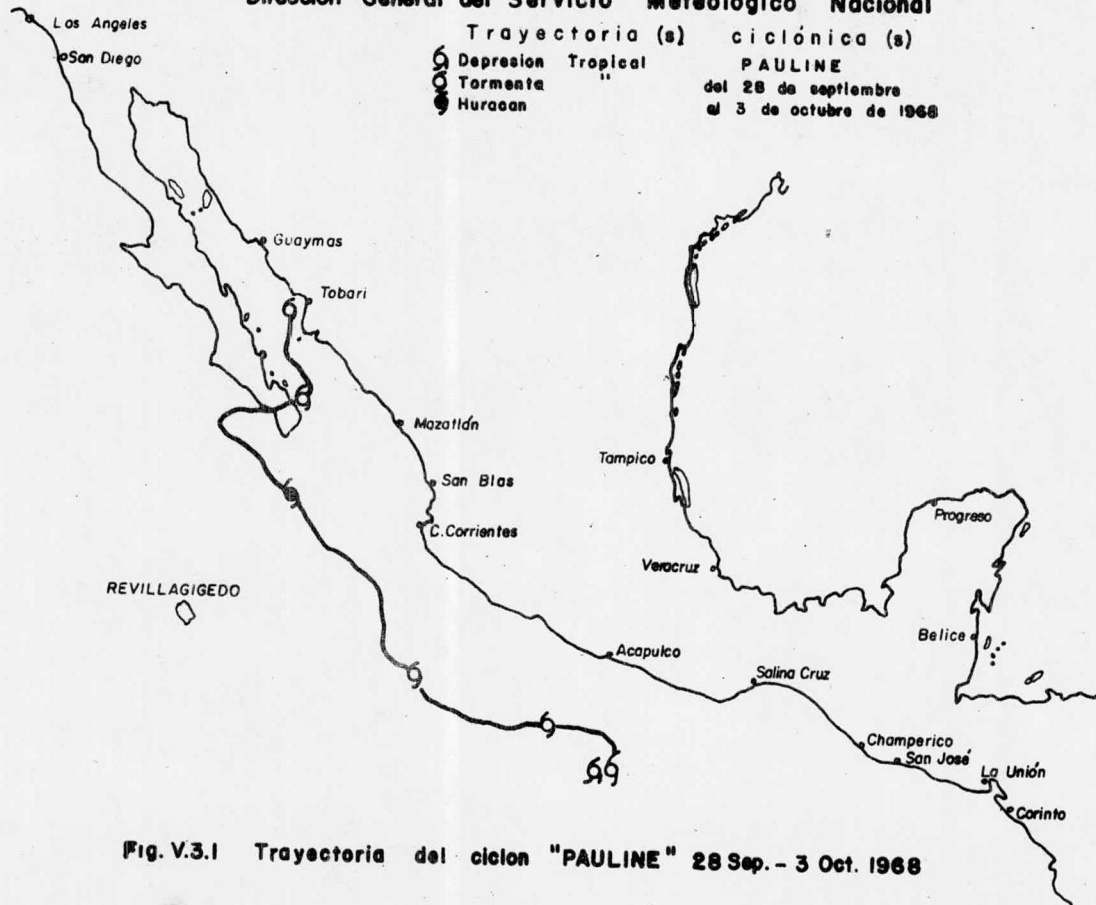


Fig. V.3.1 Trayectoria del ciclón "PAULINE" 28 Sep. - 3 Oct. 1968

En esta posición entonces, la longitud del Fetch se encuentra acotada por el Golfo de Cortés, de manera que podrá determinarse la longitud del Fetch midiendo simplemente la distancia que existiría entre el ciclón y Tóbari. En este caso no existiría distancia de decaimiento.

$$L \text{ fetch} = 180 \text{ mn.}$$

Cálculo de las características del oleaje en la zona de generación.

$$U = 68.2 \text{ km/hr.} = 38 \text{ nudos}$$

$$t = 6 \text{ horas}$$

$$F = 180 \text{ mn}$$

$$U = 38$$

$$H = 11.5 \text{ pies}$$

$$F \text{ min} = 50 \text{ mn}$$

$$t = 6$$

$$T = 7.5 \text{ seg.}$$

$$U = 38$$

$$H = 19 \text{ pies}$$

$$F = 180$$

$$T = 9.5 \text{ seg.}$$

$$t = 16 \text{ hrs.}$$

Donde prevalece la condición de Fetch mínimo sobre la duración; de tal manera que las características representativas del oleaje ciclónico en la zona de generación son - - -  
 $H = 11.5 \text{ pies}$ ,  $T = 7.5 \text{ seg.}$  con un Fetch mínimo de 50 mn.

#### V.4. REFRACCION DE OLAJE

La información utilizada para los fines del análisis de refracción, se obtuvo según las cartas de levantamiento de profundidades llevadas a cabo por la armada de los E.E. U.U. - para el Golfo de California, editados por la Secretaría de Marina. El procedimiento seguido para el análisis fué como si - que:

1. A partir de las cartas de profundidades del Golfo de California, de escala 1:8 346,000 se reprodujo una ampliación hasta una escala 1:223 155.
2. Una vez definida la escala, se construyó una malla de 170 km. en dirección paralela a la costa y de 80 km en dirección - mar adentro. Esta malla es necesaria para reproducir la - evolución del oleaje hasta su incidencia en la costa por - medio de un programa de computadora digital, el cual pro - porciona el avance del rayo por medio de coordenadas. El eje Y corresponde a un eje aproximadamente paralelo a la - costa mientras que el eje X será perpendicular a dicho - eje, en dirección positiva hacia mar adentro. En tamaño del cuadro utilizado fué de 5 km x 5 km. (2.24 cm. x 2.24 cm.)
3. Una vez que la malla estuvo lista, se alimentó al programa con la información general del problema, proporcionándosele como condiciones de partida, la posición y dirección - iniciales para 12 rayos de oleaje y en cada una de las di - recciones seleccionadas según los diagramas de magnitud y frecuencia de incidencia para oleaje distante y local (Sea y Swell), teniéndose entonces las direcciones Oeste (W), Sur (S), Noroeste (NW) y Suroeste (SW) y considerándose -- además 3 diferentes períodos de oleaje según las alturas - de ola que establecen las cartas de "Sea y Swell".

Los períodos de oleaje para el análisis se obtuvie - ron en base a las siguientes expresiones.

$$T = 2.22 (H)^{1/2}$$

$$T = 2.835 (H)^{0.4038}$$

Los resultados obtenidos para ambos casos resultan - muy parecidos entre sí según lo muestra la tabla siguiente:

H (pies)	$T = 2.22 (H)^{1/2}$ (seg)	$T = 2.835 (H)^{0.4038}$ (seg)	T considerado (seg)
2.72 (bajas)	2.72	3.34	3.0
3.50 (medias)	4.15	4.70	5.0
5.50 (altas)	5,21	5.64	7.0

Para la selección de los valores de los diferentes períodos a utilizar en el análisis se aproximan los valores a cifras enteras obteniéndose así; 3,5 y 7 seg. como períodos significantes de las olas bajas, medias y altas respectivamente.

Para la dirección NW no fué necesario construir el diagrama de refracción correspondiente, puesto que los rayos se refractaban dirigiéndose mar adentro, por lo que el análisis para esta dirección carece de importancia para nuestros fines. Los coeficientes de refracción ( $K_r$ ) y los ángulos de incidencia ( $\alpha$ ) obtenidos para las diferentes direcciones analizadas, se muestran en la siguiente Tabla.

DIRECCION: OESTE (W)

CANAL	$B_0$ (m)	$b_1$ (m)	$b_0/b_1$	$K_r = \sqrt{\frac{b_0}{b_1}}$	$\alpha^\circ$
I	10,711.4	12,943.0	0.83	0.91	0°
II	"	11,157.75	0.96	0.98	--
III	"	12,273.53	0.87	0.93	42°
IV	"	11,604.06	0.92	0.96	42°
V	"	11,827.22	0.91	0.95	10°
VI	"	11,157.75	0.96	0.98	33°
VII	"	8,926.20	1.20	1.10	24°
VIII	"	10,488.29	1.02	1.01	15°
IX	"	11,827.22	0.91	0.95	12°

$$\bar{K}_r = 0.97$$

$$\bar{\alpha} = 22^\circ$$

## DIRECCION: SUR (S)

CANAL	Bo (m)	b <sub>1</sub> (m)	bo/b <sub>1</sub>	Kr = $\sqrt{\frac{bo}{b_1}}$	$\alpha^\circ$
I	10,934.60	11,715.64	0.93	0.97	10°
II	"	11,827.22	0.92	0.96	10°
III	"	10,934.60	1.00	1.00	10°
IV	"	12,161.95	0.90	0.95	5°
V	"	10,376.71	1.05	1.03	25°
VI	"	10,934.60	1.0	1.0	35°
VII	"	10,488.20	1.04	1.02	30°
VIII	"	12,719.84	0.86	0.93	30°

$\bar{Kr} = 0.98$

$\bar{\alpha} = 19^\circ$

## DIRECCION SUROESTE: (SW)

CANAL	bo (m)	b <sub>1</sub> (m)	bo/b <sub>1</sub>	Kr = $\sqrt{\frac{bo}{b_1}}$	$\alpha^\circ$
I	15,000	--	--	1.0	0°
II	"	--	--	1.0	0°
III	"	--	--	1.0	0°
IV	"	15,174.54	0.99	0.99	0°
V	"	--	--	1.0	10°
VI	"	15,844.01	0.95	0.97	--
VII	"	17,852.40	0.84	0.92	15°
VIII	"	12,496.68	1.2	1.10	10°
IX	"	17,406.09	0.86	0.93	15°

Para este caso se consideraron 2 zonas representativas: La Boca Norte (canal V) y la Boca Sur (canales VII a IX). El Coeficiente de refracción y el ángulo de incidencia obtenidos para cada caso fueron:

B O C A	Kr	$\alpha^\circ$
Boca Norte	0.99	10°
Boca Sur	0.98	13°

## V.5. TRANSPORTE LITORAL

Este fenómeno litoral se produce cuando las olas rompen oblicuamente sobre la playa, formando un cierto ángulo ( $\alpha$ ) con la costa, arrastrando el material hacia la playa y en esa dirección. Para su evaluación se acepta que es función de las características del oleaje y del material playero, de esta manera, existen actualmente criterios diversos que consideran de una manera u otra tanto las características de las olas como las del material que forma la playa. Para los fines de este estudio, se consideró suficiente evaluar el gasto sólido transportado según los tres criterios que se muestran a continuación.

### CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA EVALUACION DEL GASTO SOLIDO

Nombre del Método	Expresión para el gasto sólido	Unidades
Larras	$Q_s = K'g \text{ Hr}^2 T \text{ sen } (7/4 \alpha)$	m <sup>3</sup> /seg.
Cerc	$Q_s = 3456 \text{ Ho}^2 T \text{ Kr}^2 \text{ sen } \alpha \text{ cos } \alpha$	m <sup>3</sup> /día.
Springall	$Q_s = 1.1 * 10^6 D \text{ Hr } 7/4 \frac{\text{sen } 2 \alpha}{m T}$	m <sup>3</sup> /día.

DONDE:  $Q_s$  = Gasto sólido (unidades seg. el método adoptado)  
 $K'$  = Constante de Larras ( $K' = 1.18 \times 10^{-6} D^{-1/2} \frac{Lo}{Ho}$ )<sup>\*</sup>

$H_r$  = Altura de la ola en la zona de rompiente (m)  
 $(H_r = H_o \text{ Kr} \times 0.562 T^{0.44})^{0.82}$

$T$  = Período de la ola (seg)

$\alpha$  = Ángulo de incidencia del oleaje (grados)

$D$  = Diámetro representativo del material playero ( $D_{50}$ )<sup>\*</sup>

$m$  = Pendiente media de la playa (%)

$Lo$  = Longitud de la ola en aguas profundas (mts.)

$Kr$  = Coeficiente de refracción según la dirección analizada.

\* D deberá ser proporcionado en la expresión de Larras en mm; para la expresión propuesta por Springall deberá ser dado en m.

El tamaño medio del grado del material playero utilizado corresponde a un valor de 0.4 mm., el cual se obtuvo del análisis granulométrico correspondiente. La pendiente adoptada para la playa se seleccionó en función del tamaño del grano y en base a la siguiente tabla proporcionada por el Consejo de erosión de playas elaborada de acuerdo a estudios topográficos en playas del Océano Pacífico y Atlántico de los E.E. U.U. de norteamérica.

díametro medio del material en mm.	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
pendiente media %	1 a 5	5 a 10	10 a 15	15	20	20

Para la evaluación de los volúmenes transportados - anualmente se utilizó la tabla que resume la frecuencia anual del oleaje local y distante y según cada dirección. Para las - direcciones seleccionadas, se obtuvieron según puede apreciarse en dicha tabla las siguientes frecuencias de incidencia en días/año.



PROCEDIMIENTO DE LECTURAS DEL OLAJE  
EN LAS CARTAS DEL  
SEA AND SWELL

1.- INTRODUCCION

La presencia del oleaje en el mar, varía azorosamente en el espacio y en el tiempo, de modo que describir la superficie del mar resulta ampliamente complicado. En la actualidad, y para tal descripción, se emplea el método del espectro de energía, esto es, la distribución frecuencial de la energía de un tren de olas, sin embargo, se requiere de observaciones con instrumentos para establecer y precisar mejor como la energía de las olas es distribuida con relación a la dirección de propagación de las mismas.

En México, la información del estado del mar sobre sus costas, a través de observaciones con instrumentos es muy escasa, por lo cual, normalmente se recurre a otro tipo de información como la proporcionada por la Oficina Oceanográfica de la Armada de los Estados Unidos de América y por el Instituto Nacional de Oceanografía del Ministerio de Tecnología de Inglaterra. Esta información consiste en una descripción de la superficie del mar, basado en estimaciones visuales que desde luego es menos rigurosa que en el caso de observaciones con instrumentos, sin embargo, resultan ser valiosas en trabajos de planeación y entendimiento general de las características de las olas en el mar.

Las estimaciones visuales del oleaje, dependen subjetivamente del observador y del tipo de embarcación desde la cual se hacen, así, de un rango espectral de alturas de ola diferentes, el observador generalmente estima una altura de ola uniforme, la cual es bastante parecida a la altura de la ola de valor igual al promedio del tercio más alto de todas las olas presentes en un sitio y tiempo dado, denominada "altura significativa" o altura de la "ola significativa". De la misma

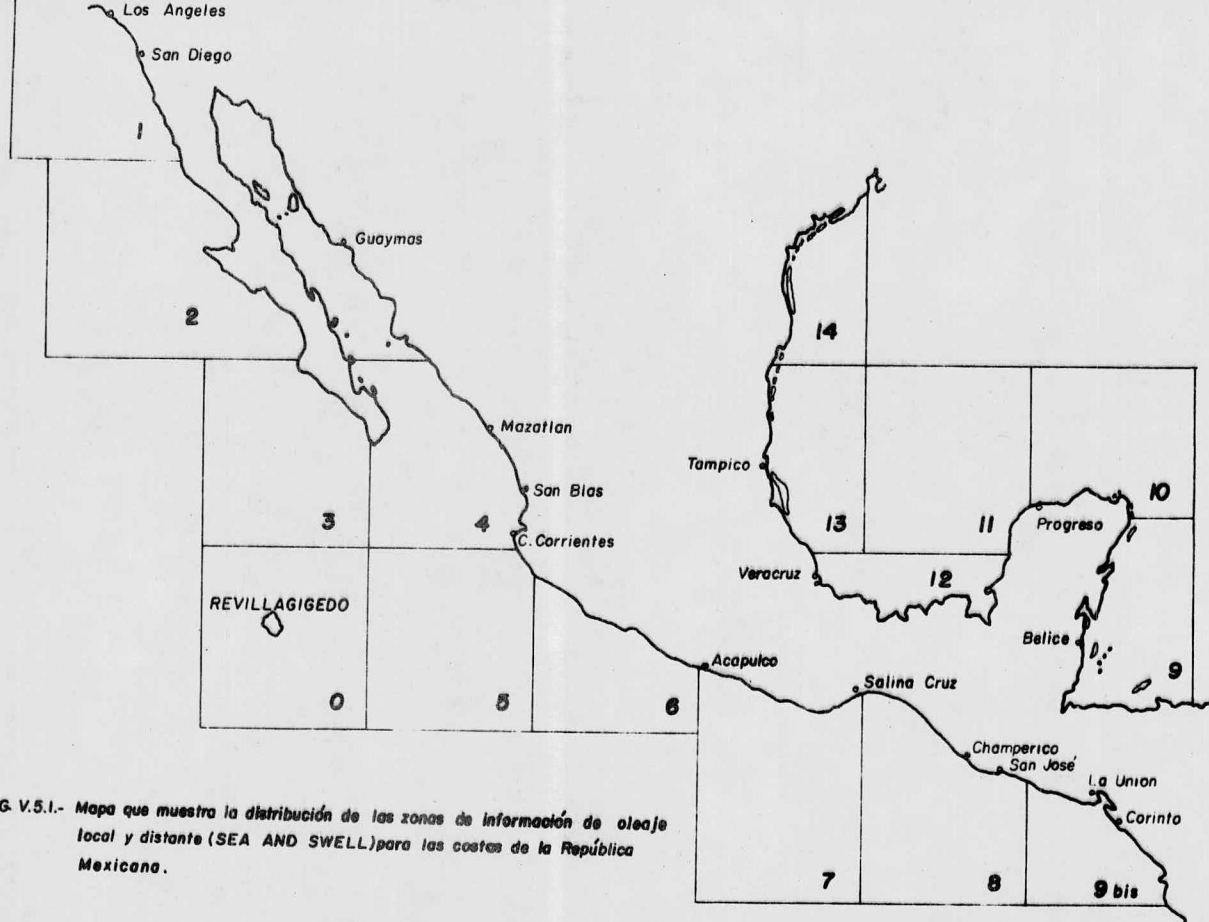


FIG. V.5.1.- Mapa que muestra la distribución de las zonas de información de oleaje local y distante (SEA AND SWELL) para las costas de la República Mexicana.

manera, el observador es capaz de estimar un período y una dirección de ola predominante.

Cualquier oleaje casual observado, se ha establecido que es generado por el viento, en base al cual el U. S. Naval Oceanographic Office ha hecho la siguiente clasificación del oleaje:

Oleaje Local (Sea), éste se refiere a las olas generadas por vientos locales soplando sobre la superficie del mar, las que son generalmente de períodos cortos y de alturas pequeñas, dando la apariencia de una superficie irregular rápidamente cambiante que se desplaza en la misma dirección en la que sopla en viento generador.

Oleaje Distante (Swell), éste se refiere a las olas que han avanzado más allá de la influencia de los vientos generadores. Comparativamente con las anteriores, éstas son más largas en período, de crestas redondeadas, más uniformes, mayores en alturas y su dirección es independiente de la dirección del viento. Generalmente tanto el oleaje local como el distante se presentan en una cierta área al mismo tiempo, aunque en ocasiones uno puede ocultar al otro.

La Oficina Oceanográfica de la Armada de los Estados Unidos de América ha realizado dos publicaciones con información de oleaje; el Atlas de "Sea y Swell" para el Océano Pacífico Norte y el Atlas Oceanográfico del Océano Atlántico Norte. La primera publicación además de contener información para las costas de México sobre el Océano Pacífico incluye los del Golfo de México, mientras que la segunda publicación, únicamente para esta última zona.

El Instituto Nacional de Oceanografía del Ministerio de Tecnología de Inglaterra, ha publicado las Estadísticas de las Olas del Océano, en los cuales se encuentran datos de las alturas y períodos del oleaje sin hacer distinción como en la información anterior.

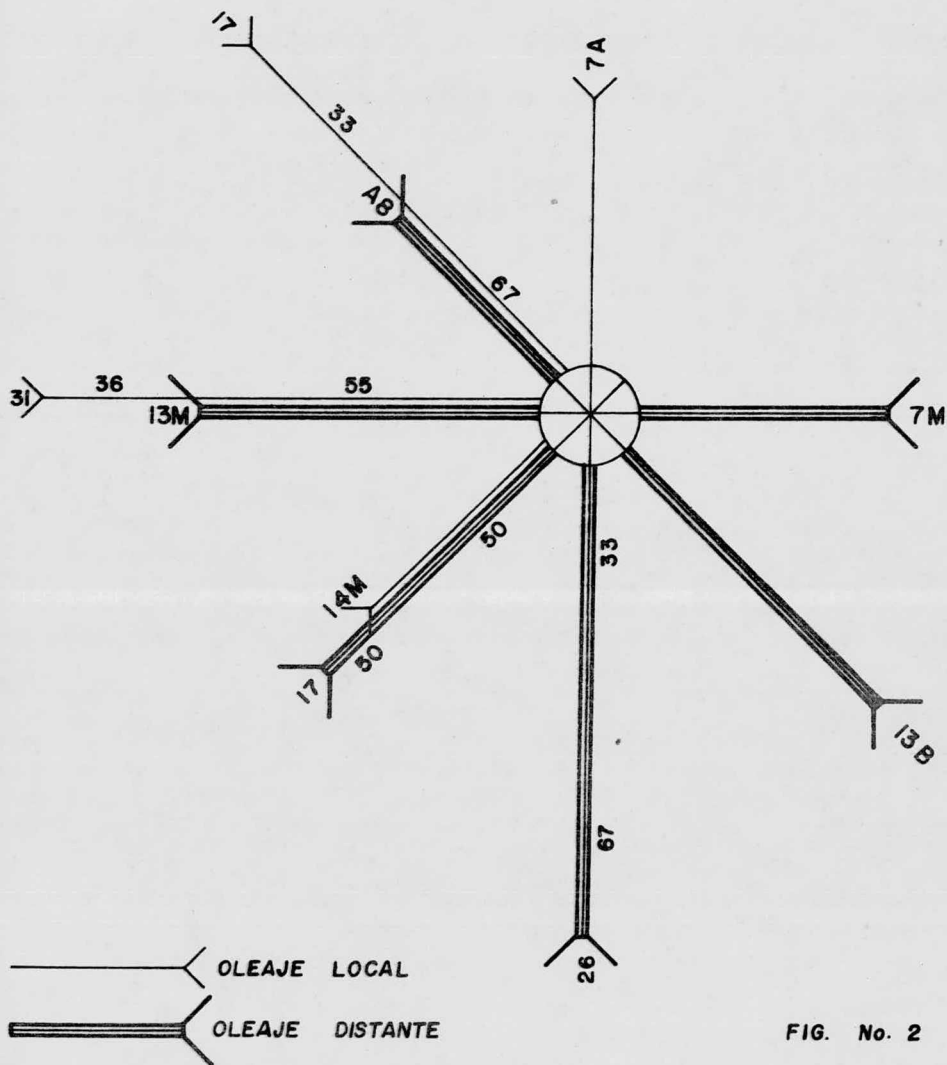
La presente publicación se compone de tres tomos, - conteniendo cada uno de ellos el resultado respectivo del procesamiento de información de cada una de las publicaciones mencionadas. Los datos aquí contenidos, corresponden al tiempo de acción de cada rango de altura de ola, la altura de ola significativa y tiempo de acción de la misma, para cada dirección en forma mensual, trimestral y anual.

El procesamiento de datos, implicó la necesidad de - establecer un método de cálculo para cada información, mismos que fueron programados para computadora y hecho el procesamiento en el Centro de Computación y Estadística de la Secretaría de Marina.

## 2.- PRESENTACION DE LAS OBSERVACIONES \*

En el Atlas del "Sea y Swell", millones de observaciones visuales tomadas al azar en tiempo y espacio, han sido utilizadas para mostrar las características de las olas por medio de rosas de oleaje, para una zona o región oceanográfica específica. Para las Costas Mexicanas, corresponden 16 regiones, de las cuales 10 son para el Pacífico y 6 para el Golfo de México. (Figura Núm. 1).

Cada rosa de oleaje (Figura Núm. 2), es una representación gráfica a escala de la frecuencia mensual de las alturas de oleaje local y distante en 8 direcciones resultante de la acumulación de datos en un período de observación de 10 años continuos.



El oleaje local es representado por líneas sobre las cuales se anotan los porcentajes de observación de cada rango de altura de ola, en la dirección respectiva y con relación al número total de observaciones en la misma dirección respectiva cuyo porcentaje con respecto a todas las direcciones, se anota en el extremo de la línea. El número total de observaciones - para todos los rangos y para todas las direcciones, se anota - en la parte superior izquierda del cuadro de la propia figura Núm. 2. Para el caso de oleaje distante, la notación es total mente semejante al oleaje local, solamente que las líneas co - rrespondientes a este oleaje en la rosa, son las más gruesas, y el número total de observaciones está anotado en la parte in ferior izquierda. Los números colocados en la parte superior e inferior derecha corresponden al porcentaje de calmas con - respecto al número de observaciones totales mostradas en el la do izquierdo respectivamente.

Los rangos de altura para cada dirección, son defini dos en la tabla siguiente:

Tipo de Oleaje.	R a n g o			
	Bajo	Medio	Alto	Calmas
Oleaje local	1' a 3'	3' a 8'	mayor a 8'	menor de 1'
Oleaje distante	1' a 6'	6' a 12'	mayor al 12'	menor de 1'

El porcentaje para oleaje bajo, es el indicado con el número más próximo al centro de la rosa y el más alejado, co - rresponde al oleaje medio, ambos números colocados a lo largo - de las líneas representativas de oleaje local y distante. La - diferencia al 100% de la suma de los porcentajes de oleaje bajo y medio corresponde al oleaje alto.

Cuando el porcentaje total de observaciones por dirección es inferior al 15% pero mayor que el 6%, éste se indica para un solo rango, acompañándose por tanto con la letra B, M ó A, significando respectivamente la presencia exclusivamente de oleaje, bajo, medio o alto. Los porcentajes totales por dirección iguales o inferiores a 6% no son anotados en la rosa de oleaje.

Para comprender lo anteriormente explicado, a continuación se presenta un ejemplo basándose en la rosa de la Figura Núm. 2, supuesta con datos arbitrarios.

Oleaje local; el número total de observaciones de todos los rangos y para todas las direcciones es de 178 de las cuales el 8% corresponden a calmas. El 14% de las observaciones es en la dirección SW y únicamente oleaje medio, el 31% de las observaciones es en la dirección Oeste, del cual el 55% corresponde a oleaje bajo, el 36% para oleaje medio y el 9% restante será de oleaje alto; el 17% de las observaciones es en la dirección Noroeste, del cual el 67% corresponde a oleaje bajo y el 33% para oleaje medio; el 7% de las observaciones se presenta en la dirección Norte y únicamente oleaje alto.

Oleaje distante; para éste corresponden 117 observaciones de las que el 8% son de calmas; el 7% para la dirección Este con oleaje medio exclusivamente; el 13% para la dirección Sureste con oleaje bajo únicamente, el 26% para la dirección Sur, del cual el 33% es para oleaje bajo y el 67% para oleaje medio, el 17% fué en la Dirección Suroeste con un 50% de oleaje bajo, y el otro 50% para oleaje medio, el 13% es en la dirección Oeste con rango medio solamente, finalmente, para la dirección Noroeste es el 8% con oleaje alto exclusivamente.

### 3.- METODO DE CALCULO

- a. Cálculo de los porcentajes de oleaje alto en una zona específica, tanto para local (sea) como para distante (swell) y para todas las direcciones registradas. Se obtiene restando de 100% la suma de los porcentajes parciales del oleaje bajo y oleaje medio.
- b. Cálculo del número de observaciones para cada uno de los tres rangos en una dirección específica. Se obtienen multiplicando el porcentaje ya sea de bajo, medio o alto por el porcentaje de observaciones para esa dirección y por el número total de observaciones de oleaje distante o local.
- c. Cálculo del número total de observaciones. Igual al número de observaciones de oleaje local sumado al número de observaciones de oleaje distante.
- d. Cálculo del tiempo de acción del oleaje para cada rango. Se calculó multiplicando el número de observaciones de cada rango, por el tiempo ya sea en segundos, horas o días que tiene un mes y dividido este producto entre el número total de observaciones.



- e. El número de observaciones reales para oleaje distante o local, se obtienen restando el número de calmas registradas a su correspondiente número de observaciones de oleaje distante o local.
- f. De acuerdo y debido a los tres rangos de clasificación de datos se hace un histograma de frecuencias, siendo los intervalos de clase igual al rango de cada clase de oleaje (bajo medio, alto.)
- g. Como ya se había dicho anteriormente, la altura de la ola significativa será igual a la altura media del tercio superior, la cual obtendremos tomando momentos de las áreas parciales que integran el tercio superior y dividiendo su suma entre el tercio de área mencionada (ver ejemplo.)
- h. Cálculo de la altura de ola significativa media - por dirección y tiempo de acción del oleaje para cada trimestre. Será igual al promedio de los 3 meses considerados, tomando sus tiempos de acción correspondientes como peso para cada uno de -- ellos. El tiempo de acción será igual a la suma de los tiempos de acción del oleaje en la dirección especificada durante los 3 meses.
- i. Cálculo de la ola significativa media anual y -- tiempo de acción. Será el promedio pesado de -- las alturas significantes en la dirección especificada en los 12 meses. El tiempo de acción será igual a la suma de los tiempos de acción de -- todo el oleaje en la dirección establecida durante 12 meses.

3.1. Ejemplo numérico del cálculo de altura de ola  
significante

Tomando los datos de la Zona I, para el mes de Enero  
se tiene:

OLEAJE DISTANTE			NUM. OBS.	Tiempo de acción en horas.
Direc.	Frec. total por direc.	Frec. pa ra cada clase		
W	23%	B - 67%	131.76	54.65
		M - 21%	41.29	17.13
		A - 12%	23.60	9.79
NW	42%	B - 55%	197.51	81.92
		M - 30%	107.73	44.68
		A - 15%	53.86	22.34
Calmas	21%		179.55	74.47
Otras direc- ciones	14%		119.70	49.66
Total	100%		855	354.64

OLEAJE LOCAL			NUM. OBS.	Tiempo de acción en horas.
Direc.	Frec. total por direc.	Frec. pa ra cada clase.		
N	15%	B - 75%	101.70	42.18
		M - 20%	27.12	11.25
		A - 5%	6.78	2.81
W	11%	B - 100%	99.44	41.25
NW	33%	B - 60%	178.99	74.24
		M - 35%	104.41	43.31
		A - 5%	14.92	6.19
Calmas	18%		162.72	67.49
Otras direcciones	23%		207.92	86.24
Total	100%		904	374.96

### 3.1.1. Oleaje Distante.

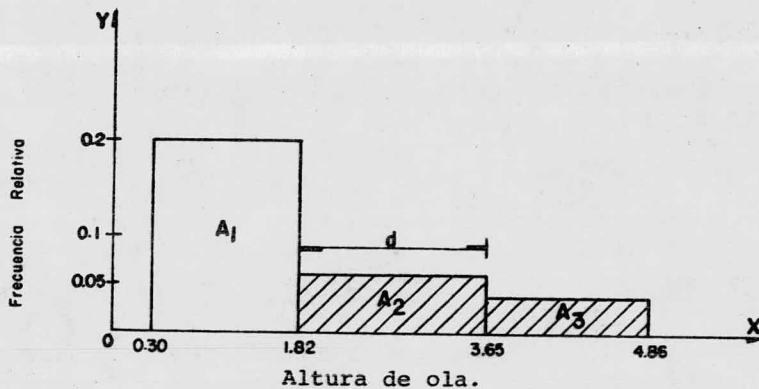
Dirección W

Número de observaciones reales del oleaje distante.

$$= (\text{total de observaciones distantes}) - (\text{Calmas distantes}) = 855 - 179.55 = 675.45 \text{ observaciones.}$$

Frecuencia relativa de cada clase =

Rango de clase.	Anchura de clase. ( $d_i$ )	Frecuencia de clase.	Frecuencia acumulada.	Frecuencia relativa. ( $f_i$ )
0.30-1.82	1.52	131.76	131.76	0.1950
1.82-3.65	1.83	41.29	173.05	0.0611
3.65-4.86	1.21	23.60	196.65	0.0349



Histograma para los datos de la tabla anterior.

Area total bajo el mínimo grado ( $A_t = A_1 + A_2 + A_3$ )

$$A_t = 0.195 \times 1.8210.0411 + 0.0611 \times 1.83 + 0.0349 \times 1.21 = 0.2964 + 0.111813 + 0.042229$$

$$A_t = 0.450442$$

$$A_{1/3} = \frac{A_t}{3} = 0.15015; A_3 + A_2 > A_{1/3} > A_3$$

Luego el área del tercio superior será igual al área completa del rango alto y parte del área de rango medio, entonces:

$$d = \frac{A_{1/3} - A_3}{f_2} = \frac{0.15015 - 0.042229}{0.0611} = 1.7663$$

Tomando momentos de las áreas parciales que comprenden el tercio superior:

$$\sum M_y = H_{1/3} A_{1/3} = \sum \bar{H}_i A_i$$

$$\sum \bar{H}_i A_i = (A_3) \left( 0.30 + d_1 + d_2 + \frac{d_3}{2} \right) + (A_{1/3} - A_3) \left( 0.30 + d_1 + d_2 - \frac{d}{2} \right)$$

$$\sum \bar{H}_i A_i = (0.042229) \left( 0.30 + 1.52 + 1.83 + \frac{1.21}{2} \right) + (0.15015 - 0.042229) \left( 0.30 + 1.52 + 1.83 - \frac{1.7663}{2} \right)$$

$$\sum \bar{H}_i A_i = 0.17968 + 0.29843 = 0.47811$$

$$\therefore H_{1/3} = \frac{\sum \bar{H}_i A_i}{A_{1/3}}$$

$$H_{1/3} = \frac{0.47811}{0.15015}$$

$$H_s = 3.18 \text{ m.}$$

### 3.1.2. Oleaje local.

Dirección N.

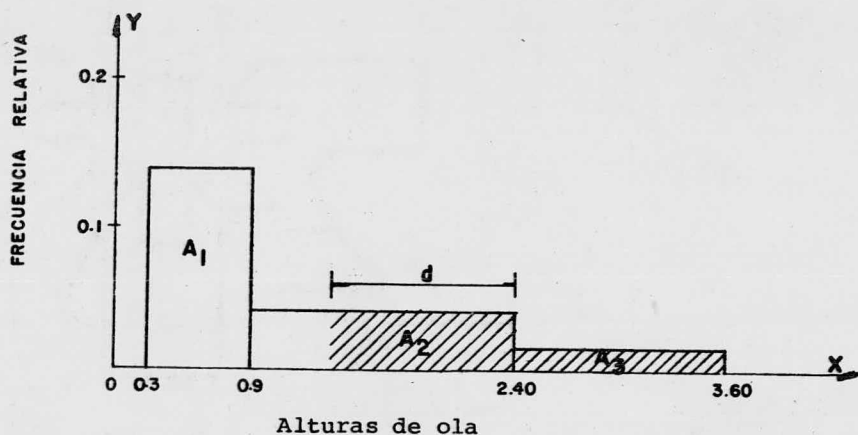
Número de observaciones reales del oleaje local.

= (total de observaciones local) - (calmas local)

= 904 - 162.72 = 741.28

Frecuencia relativa de cada clase =

Intervalo de clase	Anchura de clase ( $d_i$ )	Frecuencia de clase	Frecuencia acumulada.	Frecuencia relativa. ( $f_i$ )
0.30-0.90	0.60	101.70	101.70	0.13719
0.90-2.40	1.50	27.12	128.82	0.03658
2.40-3.60	1.20	6.78	135.60	0.009146



Histograma para los datos de la tabla anterior.

$$A_t = A_1 + A_2 + A_3$$

$$A_t = 0.13719 \times 0.60 + 0.03658 \times 1.50 + 0.009146 \times 1.20$$

$$A_t = 0.082314 + 0.05487 + 0.010976$$

$$A_t = 0.14816$$

$$A_{1/3} = \frac{A_t}{3} = \frac{0.14816}{3} = 0.0493867$$

$$A_3 + A_2 > A_{1/3} > A_3$$

$$d = \frac{A_{1/3} - A_3}{f_2} = \frac{0.0493867 - 0.010976}{0.03658} = 1.05$$

$$\sum M_y = H_{1/3} A_{1/3} = \sum \bar{H}_i A_i$$

$$\sum \bar{H}_i A_i = A_3 \left( 2.40 + \frac{d_3}{2} \right) + (A_{1/3} - A_3) \left( 2.40 - \frac{d}{2} \right)$$

$$\sum \bar{H}_i A_i = 0.010976 \times 3.00 + 0.0384107 \times 1.875$$



$$\sum \bar{H}_i A_i = 0.032928 + 0.07202 = 0.104948$$

$$H_s = \frac{0.104948}{0.0493867} = 2.125$$

### 3.2. Programa para máquina computadora.

El programa elaborado para el procesamiento de esta información en base al método descrito, es mostrado a continuación y proporciona los siguientes datos:

- a).- Altura de ola significativa mensual por dirección para cada zona.
- b).- Tiempo de acción para cada rango de altura en una dirección; en segundos, horas y días.
- c).- Altura media significativa para cada dirección en forma trimestral y anual.
- d).- Tiempo de acción de la ola media significativa en horas en forma trimestral y anual.

### RECOMENDACIONES

- 1).- Para las costas del Golfo de México, y Mar Caribe, se recomienda emplear la información del Atlas Oceanográfico del Océano Atlántico Norte, y para las costas del Pacífico, la correspondiente al Atlas "Sea and Swell" para el Océano Pacífico Norte, ambas publicaciones, de la Oficina Oceanográfica de la Armada de los Estados Unidos de América.

2).- Los datos de la información del Instituto Nacional de Oceanografía del Ministerio de Tecnología de Inglaterra, deberán ser tomados con reserva, pues sus áreas oceanográficas son muy grandes y en algunos casos, establecen erróneamente las mismas características del oleaje en los lados del Pacífico y del Golfo de México.

Oleaje local (SWELL)                      Oleaje distante (SEA)

DIRECCION OESTE (W)

Bajas	Medias	Altas	Bajas	Medias	Altas
45	4	0	54	14	5
DIRECCION SUR (S)					
2	0	0	14	4	2
DIRECCION SUROESTE (SW)					
7	1	0	17	2	0

RESUMEN DE VOLUMENES TRANSPORTADOS ANUALMENTE  
PARA CADA DIRECCION Y PERIODO DE OLEAJE

Arrastre litoral

Volúmenes anuales (m3/año)

T = 3 seg.

CRITERIO/DIR.	W	S	SW (B-NTE)	SW (B-SUR)	NETO
Larras	+ 1992.23	- 291.41	+ 251.56	- 309.77	+ 1642.61
C.E.R.C.	+ 68897.70	- 10334.66	+ 8847.63	- 11088.60	+ 56322.07
Springall	+ 6168.12	- 906.43	+ 776.25	- 972.56	+ 5065.38

Arrastre litoral

Volúmenes anuales (m3/año)

T = 5 seg.

CRITERIO/DIR.	W	S	SW (B-NTE)	SW (B-SUR)	NETO
Larras	+ 4138.20	- 832.30	+ 356.82	- 442.37	+ 3220.35
C.E.R.C.	+ 112964.67	- 23298.97	+ 9973.27	- 12499.35	+ 87139.62
Springall	+ 4478.11	- 904.86	+ 386.15	- 485.44	+ 3473.96

Arrastre litoral

Volúmenes anuales (m3/año)

T = 7 seg.

CRITERIO/DIR.	W	S	SW (B-NTE)	SW (B-SUR)	NETO
Larras	+ 5368.92	- 1943.69	- o -	- o -	+ 3425.23
C.E.R.C.	+ 108297.69	- 40205.53	- o -	- o -	+ 68092.16
Springall	+ 2846.96	- 1035.47	- o -	- o -	+ 1811.49

CONVENCION DE SIGNOS:

- + El material se mueve en dirección NW a SE (B. NTE. B SUR)
- El material se mueve en dirección SE a NW (B. SUR a B. NTE)

El volumen anual neto promedio es el siguiente:

T (seg)	Volumen anual neto (m3)
3	+ 21,010
5	+ 31,278
7	+ 24,443

En base a estos resultados se puede entonces sugerir que el transporte anual neto esperado será entre 20 y 30 mil m3/año aproximadamente.

V.6. TRANSPORTE EOLICO

Las partículas de arena son frecuentemente transportadas por el viento tierra adentro a lo largo de la costa, formando dunas y ocasionalmente obstruyendo bocas o accesos de cuerpos de agua costeros; de aquí que la determinación de su magnitud sea un aspecto importante en la Ingeniería de costas. A este respecto y para fines de este estudio, se evaluará el transporte de arena por viento en función de la fórmula propuesta por Bagnold.

Bagnold.- Propuso la siguiente fórmula, la cual evalúa el gasto de arena transportada por unidad de ancho, por unidad de tiempo:

$$Q = c \ d/D \ \rho/g \ (U^*)^3$$

Donde:

d: Es el diámetro del grano medido en mm.

$\rho$ : Es la densidad del aire.

- g: Es la aceleración de la gravedad.
- D: Es el diámetro estandar usado por Bagnold en sus experimentos  $D = 0.25$  mm.
- C: Es un coeficiente empírico que varia en función de la uniformidad de la distribución de los granos de arena, según se muestra en la siguiente tabla:

C	Distribución de los granos de arena
1.5	Casi uniforme.
1.8	Arena natural.
2.8	Arena ampliamente distribuida.

\*U: Es la velocidad "tractiva" y se obtiene a partir de la ecuación:

$$U = 5.75 U' \log_{10} Z/Z' + U'$$

Donde  $Z'$  y  $U'$  son constantes experimentales que se obtienen como sigue:

$$Z' = 10 d \text{ en mm.}$$

$$U' = 8.94 d \text{ en m/seg.}$$

U: Es la velocidad del viento a una elevación  $Z$  sobre la superficie de la arena.

De esta manera si aplicamos las expresiones anteriores al caso específico de Tóbari se tendría:

Cálculo de la velocidad del viento a una elev.  $Z$  sobre la superficie de la arena.

Puesto que en este caso se consideró, como se dijo al principio los datos de vientos para Cd. Obregón, a 90 Km. de Tóbari, se pudo comprobar en base a los registros proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional (período 1964-1982), que la velocidad media de los vientos máximos durante dicho período era de 19.5 m/seg. Además si consideramos por el otro lado que estos datos provienen del puerto aéreo de esa Cd. y que además el anemómetro se encuentra localizado sobre la torre de control de vuelo de aproximadamente 12 m. de altura, entonces en base a estos datos podríamos sugerir un valor para la velocidad tractiva:

En dichas condiciones:

$$19.5 = 5.75 U^* \log_{10} 12,000/4.0 + 3.58$$

Si:

$$Z' = 10 (0.4) = 4.0 \text{ mm.}$$

$$U' = 8.94 (0.4) = 3.58 \text{ m/seg.}$$

$$\text{entonces: } 19.50 = 20 U^* + 3.58$$

$$\text{y } U^* = 0.8 \text{ m/seg.} = 80 \text{ cm/seg.}$$

utilizando este valor en la expresión de Bagnold, se tiene:

$$q = 2.8 \cdot 0.4/0.25 \cdot 0.001293/981 \cdot (80)^3$$

$$q = 2.4 \text{ gramos/cm. seg.}$$

Con el objeto de tener otro criterio de comparación de cálculo, para el transporte de arena por viento, desarrollaremos el propuesto por Kawamura. Considerando resultados experimentales, Kawamura propuso la siguiente fórmula:

$$q = K \rho/g (U^* - U^*c) (U^* + U^*c)^2$$

Donde  $U^*$  corresponde al valor crítico de la velocidad del viento; es decir, cuando el movimiento de los gramos es -incipiente.  $U^*c$  se obtiene de la figura anexa:

$K^*$  es una constante experimental cuyo valor corresponde a 2.78' dejar aproximadamente 12 espacios verticales para hacer una gráfica.

El resto de las variables involucradas tienen el mismo significado que en la expresión de Bagnold. En estas condiciones y para el caso de Tóbari "q" puede ser calculado de la siguiente manera:

Cálculo de la velocidad crítica.

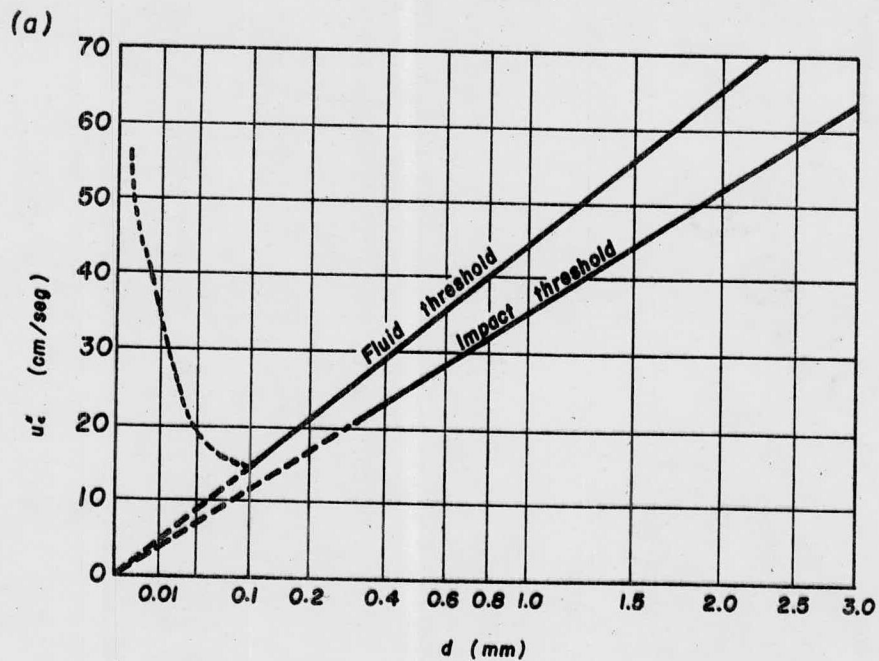
Puesto que conocemos el diámetro del grano del material playero, el cual se ha dicho es de = 0.4 mm. de tal forma que considerando este valor, de la figura se obtiene  $U^*c \approx 30$  cm/seg.

• El transporte de arena puede ser calculado como:

$$q = 2:78 \cdot 0.001293/981 (80-30) (80+30)^2$$

$$q = 2:22 \text{ gramos/cm seg.}$$

Como podemos ver la discrepancia entre ambos métodos no resulta significativo, lo cual se ha visto, sucede generalmente cuando los vientos adquieren velocidades fuertes como en este caso. Ahora bien, con el objeto de tener una idea del volumen de arena que sería transportado en caso de vientos de carácter ciclónicas, se procederá a repetir el procedimiento de cálculo para una velocidad de 100 km/hr. 27.8 m/seg. que corresponde a la velocidad máxima registrada en Tóbari durante el paso del ciclón "Pauline" en octubre de 1968.



GRAFICA DEL MOVIMIENTO INCIPIENTE DEL SEDIMENTO



En estas condiciones:

$$27.8 = 5.75 U^* \log_{10} 12000/4 + 3.58$$

de donde  $U^* = 1.21 \text{ m/seg} = 121 \text{ cm/seg}$ .

Y:

$q = 8.24 \text{ gramos/cm seg. (según Bagnold)}$

$q = 7.60 \text{ gramos/cm seg. (según Kawamura)}$

Es decir que en promedio, se puede esperar que un viento huracanado de 100 K.P.H. de una duración de 6 h. transporte 6.65 m<sup>3</sup>/m. (suponiendo  $\rho = 2.6 \text{ ton/m}^3$ ). Esto por supuesto - si la dirección y magnitud del viento fueran sostenidas, lo cual es ciertamente improbable; además el grado de humedad del material playero tiene también cierta influencia sobre el transporte, sobre todo si la velocidad del viento es grande; no obstante, este efecto se considera pequeño y su evaluación en cambio resulta difícil, por lo que se consideró despreciable en los cálculos anteriores.

#### V.7. ARRASTRE SOLIDO EN LOS DRENES

Con el objeto de tener una idea del volumen de material sólido aportado por los drenes que descargan en el estuario de Tóbari, contribuyendo al azolve del mismo se realizó una evaluación aproximada en base a los datos disponibles, según criterios propuestos por Duboys y Stauber.

Quienes proponen evaluar el gasto sólido de fondo en una corriente natural según la sgte: expresión.

$$Q_{sb} = \psi \cdot \epsilon_0 (\epsilon_0 - \epsilon_c)$$

Donde

$Q_{sb}$ : Es el gasto sólido de fondo (kg/seg/m).

$\tau_0$ : Es el esfuerzo cortante producido por la corriente. ( $\tau_0 = \mu RS$ ) (kg/m<sup>2</sup>).

$\tau_c$ : Es el esfuerzo cortante resistente y es función del diámetro del grano del sedimento (kg/m<sup>2</sup>).

$\psi'$ : Es el parámetro de Duboys, función también del diámetro del grano del sedimento.

Para nuestros fines prácticos  $\tau_0$  y  $\psi'$  se estiman a partir de la figura anexa entrando en la misma con el diámetro representativo del material que constituye los sedimentos y que generalmente se considera el  $D_{50}$  en la curva granulométrica, ó bien el material se encuentra ampliamente distribuido se acostumbra calcular D como:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n D_i P_i}{100}$$

Donde  $P_i$  es el % de material acumulado en peso para un diámetro  $D_i$  en la curva granulométrica.

Cálculo del arrastre de fondo.

Datos y expresiones generales.

$$D_{50} = 0.075 \text{ mm.} \quad \tau_c = 0.08 \text{ kg/m}^2 \quad \psi' = 10$$

$$D_{95} = 1.80 \text{ mm.} \quad \tau_0 = \mu RS$$

$$n = \frac{(D_{95})^{1/6}}{27} = 0.04$$

D R E N	AREA	$P_m$	Rh	V	S	Y	Q	Zo.
Arroyo 16	8.25	10.00	0.83	0.32	0.0002	1.10	2.61	0.1660
Cocoraque margen derecha	9.00	9.00	1.00	0.07	$7.8 \times 10^{-6}$	1.50	0.632	0.0078
Cocoraque margen izquierda	5.40	7.00	0.77	0.19	0.0001	1.10	1.05	0.0770
Cocoraquito	9.62	16.30	0.59	0.05	$8 \times 10^{-6}$	0.70	9.495	0.0047
Primario Tóbari	2.70	6.00	0.45	0.08	$2.9 \times 10^{-5}$	1.20	0.210	0.0131
Calle 2600	9.80	14.00	0.70	0.05	$6.4 \times 10^{-6}$	0.80	0.537	0.0045

D R E N	$\frac{q}{B}$ Kg/m/seg
Arroyo 16	0.1428
Cocoraque margen derecha	0
Cocoraque margen izquierda	0
Cocoraquito	0
Primario Tóbari	0
Calle 2,600	0

no existe  
arrastre.

ya que  $\zeta_c > \zeta_o$

Donde:

Area (m<sup>2</sup>)                       $\zeta_o$  (kg/m<sup>2</sup>)  
V (m/seg)                      Q (m<sup>3</sup>/seg)  
Y (m)

De los resultados anteriormente descritos parecen indicarnos que bajo condiciones normales, la corriente en los drenes no es suficientemente fuerte como para arrastrar el material de fondo, por lo tanto en volumen de sedimentos aportado por los drenes es nulo o insignificante. Esto es comprensible debido a las pendientes extremadamente bajas de los drenes, de tal manera que estos sólo aportarían sedimentos al estuario en época de lluvias, cuando la velocidad de la corriente fuera capaz de vencer el esfuerzo resistente del material constitutivo de los sedimentos. Sin embargo, es un hecho que la Bahía sufre de un azolve progresivo, el cual proviene seguramente de la cuenca misma, ya que se trata de terrenos de cultivo y el suelo por tanto se encuentra desprotegido ante la erosividad que le causa la lluvia. En estas condiciones, resultaría útil evaluar, aunque fuera de manera gruesa el volumen anual de socavación esperando en la cuenca, lo cual depende fundamentalmente de los tipos de material y vegetación predominantes, así como de la pendiente y de la intensidad de la lluvia, se puede calcular a partir de la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE por sus siglas en Inglés) desarrollada por el "Agricultural Research Service" de los E.E.U.U. de Norteamérica.

Esta ecuación de carácter empírico y predictivo permite calcular la masa del suelo perdido por unidad de área y tiene la forma:

$$A = RK SL CP$$

Donde:

A = Suelo perdido por unidad de área.

R = Índice de erosión por lluvia para un periodo de retorno dado.

- K = Factor de erodabilidad del suelo.
- LS = Factor de longitud y pendiente.
- C = Factor de uso del suelo.
- P = Factor de control de erosión.

Para el caso específico de Tóbari, estos valores se obtuvieron de la manera siguiente:

Factor R.

tradicionalmente este índice se define según Wischmeier y Smith:

$$R_i = EI/100$$

Donde:

- E: Es la energía cinética total para una tormenta dada.
- I: Es la intensidad máxima de lluvia para una duración de 30 minutos.

Este procedimiento tiene la desventaja de que para su aplicación es necesario contar con suficientes y apropiados registros de lluvia; así que investigaciones posteriores basadas en este método original llevaron a fórmulas simplificadas que permiten calcular este factor para cualquier duración de lluvia; tal es el caso de la siguiente expresión:

$$R_i = 15.00 p^{2.2} / Hr^{0.6065}$$

Donde:

- P: Altura de la lluvia para una tormenta dada, en pulgadas.
- Hr: Duración de la lluvia en horas.

Para duraciones de lluvia igual a 24 hrs. es posible evaluar  $R_i$  según:

$$R_i = 2.176 (P_{24 \text{ hr}})^{2.2}$$

En donde:

$P_{24 \text{ hrs.}}$  = Altura de lluvia, en pulgadas para una duración de 24 horas.

Para los fines de nuestro estudio y además como no disponemos de otra información, se consideró la altura de lluvia máxima en 24 horas. para Cd. Obregón, distante de Tóbari 40 km. Según los registros proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional, durante 1964 - 1974 la altura máxima de lluvia se registró el 12 de agosto de 1966 y corresponde a un valor de 60 mm. = 2.36 pulg. de altura de lluvia.

En estas condiciones:

$$R_i = 2.176 (2.36)^{2.2}$$

$$R_i = 14.39$$

ó también utilizando la segunda expresión.

$$R_i = 15.00 (2.36)^{2.2} / 24.00^{0.6065}$$

que es el factor aproximadamente igual al valor obtenido previamente

Factor K.

Puesto que ahí tenemos un terreno de cultivo, cuya composición es areno-arcillosa; entonces un valor representativo para K resulta ser igual a 0,30

Factor LS

Obtención de (L)

Para determinar (L) se consideró una franja rectangular de la cuenca que drena hacia el estuario de Tóbari de longitud igual a la del dren.

Cocoraque (margen derecha). Se seleccionó este dren por ser de los más importantes y por su posición relativa con respecto al estuario. Por lo tanto; (L) lo podemos calcular como:

$$(L) = 0.5 DA/LCH$$

donde:

DA : Area drenada por la cuenca

LCH : La suma de las longitudes de todos los canales de la cuenca.

En éste caso solamente consideraremos el área y los canales que drenan hacia el estuario.

Según datos proporcionados por SARH., ésta área resulta ser de  $4.6 \times 10^8 \text{ m}^2$  mientras que la suma de longitudes de los canales se estimó en aproximadamente 87200 m.

D esta forma: 
$$L = \frac{0.5 (4.6 \times 10^8)}{87,200}$$

$$L = 2,638 \text{ m} = 8,653 \text{ pies.}$$

Obtención de (S)

Para éste caso podríamos pensar en una pendiente ponderada entre el total de canales; sin embargo, se ha considerado, que la pendiente del dren Cocoraque, dadas su longitud y su posición relativa con respecto al estuario, sería de igual forma

representativa de la pendiente media de la cuenca y se considerará entonces  $S = 0.00078\%$

De manera (LS) puede ser estimado como:

$$(LS) = 8.52 (L/72.6)^{0.5} (0.0076 + 0.0053S + 0.00076S^2)$$

$$(LS) = 93.02 [(0.0076 + 0.0053 (0.00078) + 0.00076 (0.00078)^2)]$$

$$(LS) = 0.71$$

Factor C

Puesto que se trata de una cuenca predominantemente agrícola  
 $C = 0.9$

Factor P.

La ecuación para calcular el valor de P en una cuenca es:

$$P = (1.0 \times SR) + (0.30 \times SR \ W \ W) + (P_t \times T)$$

SR = Porción de la cuenca con surcos derechos de cultivo.

SR W W = Porción de la cuenca con surcos derechos y canales cubiertos de pasto.

$P_t$  = Factor de control de erosión por terrazamientos.

T = Parte de la cuenca con terrazamientos.

Para éste caso, y puesto que carecemos de datos confiables a este respecto se tomará un valor de 0.9, puesto que se trata de terrenos de cultivo donde la protección al suelo es escasa y/o nula. En dichas condiciones, es posible estimar la masa de suelo perdido anualmente mediante la ecuación univer-



sal de pérdida de suelo, que en unidades métricas queda:

$$A = 2.242 \times 10^5 \text{ R K L S C P (kg/km}^2\text{)}$$

$$A = 2.242 \times 10^5 (14.39) (0.35) (0.71) (0.9) (0.9)$$

$$A = 649,393 \text{ kg/km}^2 = 0$$

$$A = 0.65 \text{ kg/m}^2$$

Si se considera para el azolve una densidad  $\rho \approx 2000 \text{ kg/m}^3$  la lámina de suelo perdida anualmente será:

$$A = 0.65/2000 = 0.00033 \text{ m.}$$

Es decir que para toda el área se tendría un volumen de suelo perdido de:

$$V = 4.6 \times 10^8 (0.00033) = 151,800 \text{ m}^3/\text{año}$$

Esta cifra resulta conservadora si se le compara con el azolve registrado en el estuario durante los últimos 30 años, estimado en aproximadamente  $5.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ , es decir, en promedio se tendría un volumen anual de azolve de más ó menos -- 170,000  $\text{m}^3/\text{año}$ , no obstante ambas cantidades son del mismo orden según puede apreciarse.

A este respecto, cabe destacar el hecho de que la ecuación universal de pérdida de suelo fué concebida originalmente como apoyo a campos agrícolas en la selección del suelo adecuado y el mejor aprovechamiento del agua y su aplicación al cálculo de cantidades de sedimentos en problemas de erosión, ha sido muy poco utilizado y puede decirse que esta práctica no ha sido desarrollada a fondo, por lo que resultados como los obtenidos para el caso de Tóbari deberían tomarse con cierta reserva, si no se hubiera podido evaluar el volumen de sedimentos en el estuario.

CUADRO RESUMEN ARRASTRE SOLIDO EN LOS DRENES

Criterios de Duboys y Stauber.

$$Q_{sb} = \tau \left( \tau - c \right) \text{ fórmula gasto sólido de fondo.}$$

donde:

$Q_{sb}$  = Es el gasto sólido de fondo (Kg/seg/m.)

$\tau$  = Es el esfuerzo cortante producido por la corriente ( $\tau = RS$ ) ( $\text{kg/m}^2$ )

$c$  = Es el esfuerzo cortante resistente y es función del diámetro del grano del sedimento ( $\text{kg/m}^2$ )

$\tau$  = Es el parámetro de Duboys.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n D_i P_i}{100}$$

donde:

$P_i$  = Es el % de material acumulado en peso para un diámetro  $D_i$  en la curva granulométrica

$A = R KSL CP =$  Fórmula empírica para calcular la masa del suelo perdido por unidad de área.

$R_i = EI/100 =$  Obtención de factor  $R$ .

donde:

$E =$  Energía cinética total para una tormenta dada

$I =$  Intensidad máxima de lluvia para una duración de 30 minutos.

$$P = (1.0 \times SR) + (0.30 \times SR \ W \ W) + P_t \times T$$

Donde:

SR = Porción de la cuenca con surcos derechos de cultivo.

SRWW = Porción de la cuenca con surcos derechos y canales cubiertos con pasto.

$P_t$  = Factor de control de erosión por terrazamientos.

T = Parte de la cuenca con terrazamientos.

Se tomó un factor de 0.9 por tratarse de terrenos de cultivo.

$$A = 2.242 \times 10^5 \ R \ K \ L \ S \ C \ P \ (\text{kg}/\text{km}^2) \ \text{Ecuación Universal de pérdida de suelo.}$$

$$R = 14.39 \quad K = 0.35 \quad L = 0.71 \quad S = 0.9 \quad C = 0.9$$

$$A = 2.242 \times 10^5 \ (14.39) \ (0.35) \ (0.71) \ (0.9) \ (0.9)$$

$$A = 649,393 \ \text{kg}/\text{km}^2 = 0.65 \ \text{kg}/\text{m}^2$$

$$\div 2000 \ \text{kg}/\text{m}^3 \ \text{densidad del material de azolve:}$$

$$A = 0.65/2000 = 0.00033 \ \text{m.}$$

$$A = 4.6 \times 10^8 \ (0.00033) = 151 \ 800 \ \text{m}^3/\text{año.}$$

$5.2 \times 10^6 \ \text{m}^3$  azolve durante los últimos 30 años:

Con  $170,000 \ \text{m}^3/\text{año}$  de azolve.

## VI DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

El problema de la bahía de Tóbari es básicamente local y como tal, los datos utilizados para su análisis, deberían ser locales; no obstante, la escasa información que existe sobre el sitio hace que el uso de este tipo de datos no sea posible y en su lugar sea necesario utilizar información regional. Debido a esta incompatibilidad de escalas entre el problema y la información, no se puede lograr una gran precisión en las predicciones de un comportamiento altamente específico como es el estuario. En estas condiciones los estudios y cálculos hechos sobre fenómenos tales como oleaje, arrastre litoral, transporte eólico y estimación de azolve son, a nivel del presente estudio, un antecedente del comportamiento de dichos fenómenos en la zona de Tóbari. En adición a lo anterior, el funcionamiento hidrodinámico de la Bahía tampoco puede ser muy preciso, debido una parte a las simplificaciones mismas de los métodos de cálculo y, por otra parte, a la magnitud física de la Bahía. Pese a todo esto la integración de los diferentes estudios hidráulicos y marítimos realizados conducen a conclusiones aceptables, ya que las principales consideraciones y resultados fueron los siguientes:

- a).- Debido a su posición, las direcciones en que la costa de Tóbari recibe una cantidad significativa de energía de oleaje son las direcciones Oeste, Sur y Suroeste.
- b).- El volumen anual transportado por la fuerza del oleaje se estimó entre 20 y 30 mil m<sup>3</sup> por año. La dirección del transporte se estableció de NW a SE, es decir de la boca norte a la boca sur.

- c).- En cuanto a las direcciones de viento dominante según los registros proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional, se definieron procedentes del Oeste, Oeste-Suroeste del Suroeste, del Sur-Suroeste y del Este-Noroeste, mismas que fueron consideradas en el trazo de los canales de penetración al estuario así como para verificar las direcciones predominantes de oleaje.
- d).- El análisis ciclónico, basado en las trayectorias ciclónicas entre 1960 y 1982 permitió establecer las características de oleaje en la zona de generación. La revisión de la trayectoria del ciclón Pauline permitió establecer valores máximos para la velocidad que serían usados posteriormente en el arrastre eólico. Las características del oleaje en la costa de Tóbari se definieron a partir del oleaje significante.
- e).- Como se ha dicho, el comportamiento de un estuario como Tóbari es altamente específico, sobre todo si se consideran los dos aspectos siguientes:
- e.1.) Al estuario descara un área significativa ( $4.6 \times 10^8 \text{ m}^2 = 46,000 \text{ Ha. y/o } 460 \text{ centiáreas}$ ) de terrenos principalmente agrícolas y por ende, sujetos a la erosión del medio ambiente.

- e.2.) La Isla Huivulai que protege al estuario del oleaje es una formación arenosa altamente erosionable ante la fuerza del viento, sobre todo si éste adquiere proporciones ciclónicas.

Ante estas situaciones se consideró necesario evaluar el arrastre de sedimentos (1er caso) y el transporte de arena debido al viento (2o. caso) A esto último se concluyó que un viento de características ciclónicas (100 km./hr.) actuando durante 6 hrs. podría transportar casi  $7m^3$  por cada metro de ancho; naturalmente es poco frecuente que un viento de estas características se sostenga un tiempo igual al mencionado y actuando con la misma fuerza, de cualquier forma estos resultados hacen pensar que el transporte eólico es un fenómeno que no debe pasarse por alto ya que contribuye con cantidades significantes de azolve. En cuanto al transporte de sedimentos, se llegó a la conclusión de que se puede prescindir del arrastre de fondo de los drenes ya que en condiciones normales y debido a su poca pendiente, estos drenes difícilmente transportan cantidades importantes de sólido de fondo; en cuanto al arrastre por suspensión no pudo evaluarse ya que no existen datos confiables de una estación aforadora cercana que proporcionase la concentración de sólidos en dichos drenes. Por último se estimó el volumen anual de suelo perdido en la cuenca, el cual resultó de aproximadamente  $152000 m^3/año$ . Esta cifra resultó muy parecida a la obtenida estadísticamente ( $170,000 m^3/año$ ) lo que hace que estos resultados puedan tomarse con cierto grado de confiabilidad. Resulta interesante mencionar que si el volumen de agua en el estuario es de aproximadamente 100 millones de  $m^3$  entonces el volumen de azolve aportado por la cuenca misma constituiría apenas un 0.15% anual; sin embargo, las cantida

des de arenas por viento provenientes de Huivulai constituyen además un peligro potencial para la salud del estuario, por esta razón es imperativo tomar medidas en la Isla a fin de establizarla y evitar que aporte más arena al estuario. Con base en el análisis realizado, el diagnóstico de la situación de la Bahía de Tóbari puede resumirse como sigue:

El azolvamiento de la Bahía de Tóbari es evidente según se aprecia en los bajos existentes en diferentes puntos de la Bahía y en los playones que se han formado a ambos lados del bordo en la proximidad del continente.

Teóricamente la capacidad de un estuario como Tóbari aceptará grandes volúmenes de azolve, antes de perecer completamente; sin embargo mucho antes de ese tiempo, el estuario dejaría de ser realmente eficiente y como consecuencia, las comunidades pesqueras y agrícolas que hasta ahora se han desarrollado con éxito se verían seriamente afectadas, probablemente en forma permanente.

La boca norte presenta una tendencia muy clara de un cierre paulatino, ya que se observan acumulaciones de arena en el mar frente a la boca, además el arrastre litoral ha empezado a formar una barra que progresa rápidamente y está dificultando el intercambio de agua entre el mar y la Bahía. Debido a la información recabada y del análisis de que ha sido objeto, todo parece indicar que el cierre paulatino de la Boca Norte, así como el azolvamiento que ha tenido lugar en la Bahía de Tóbari ha sido consecuencia del camino de acceso que se construyó para comunicar el continente con la Isla Huivulai.

Debido a la construcción del bordo, la zona norte de la Bahía no logra almacenar los volúmenes de agua inducidos por la acción de la marea, esto es, entre más pequeña sea el área de transmisión de la marea en la Bahía cubre un menor tiempo toda la zona, disminuyendo la diferencia de niveles entre el mar y la Bahía. Al reducirse el gradiente Hidráulico entre el mar y la bahía las velocidades en la boca disminuyen.

Lo anterior explica el proceso de azolvamiento que ha sufrido la boca norte ya que al disminuirse las velocidades se propicia la sedimentación del material en suspensión, además de que seguramente estas velocidades de entrada y salida por esa boca son menores a la velocidad de la corriente litoral, - - siendo por ello incapaces de remover las arenas de acarreo playero. Se puede decir que la zona sur de la Bahía no ha sido - afectada de manera importante, ya que las velocidades en la boca sur no han cambiado significativamente pues por efecto del - bordo se estima que ha aumentado un diez por ciento; sin embargo, existen problemas locales al inicio del bordo, en donde las descargas de sedimento procedente de los drenes se ha depositado formando playones debido a las bajas velocidades causadas por ese obstáculo.

El gran movimiento de volúmenes de agua, inclusive - en condiciones actuales, hace pensar que la Bahía de Tóbari puede resolver por sí misma su problema de saneamiento. En las figuras V.3.7 y 8 se presentan las gráficas que muestran los fuertes gastos de entrada y salida para diferentes condiciones de marea. Tomando en cuenta los resultados del estuario, parece ser conveniente quitar el bordo, no sólo desde el punto de vista técnico sino también desde el punto de vista social; sin embargo, esto no puede ser removido sin extraer el material de la zona ya que a largo plazo volvería a formarse, de tal forma que se requeriría vaciar el material sobre la isla de Huivulai y sobre la zona continental.



## VII PROYECTO

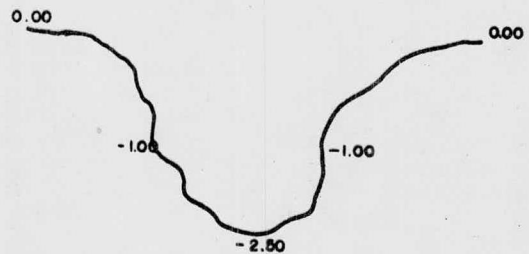
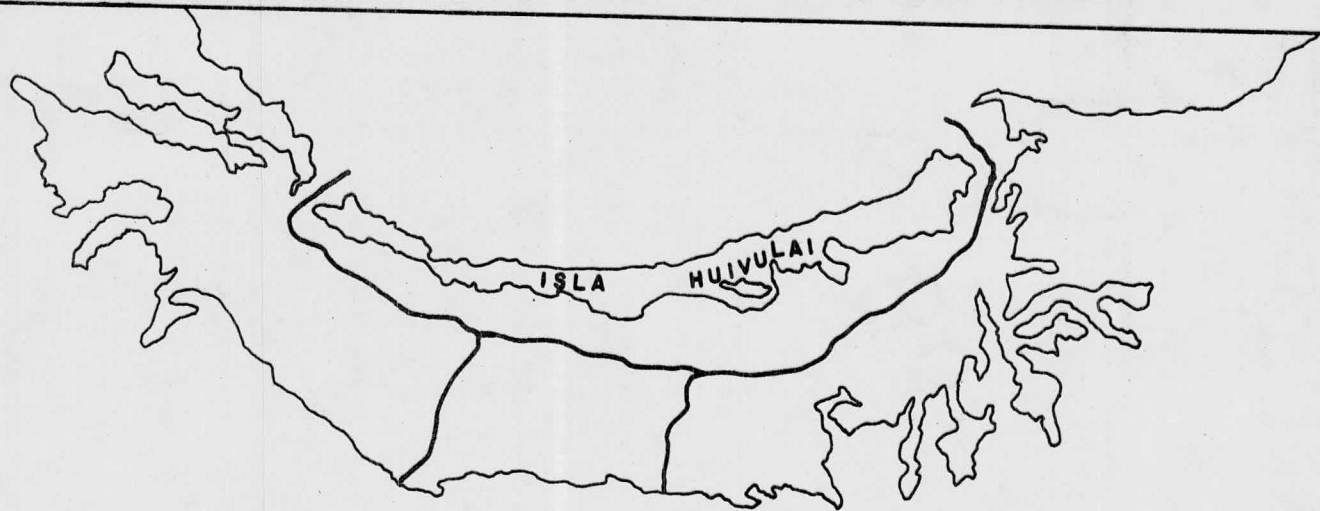
De acuerdo al diagnóstico de funcionamiento del estuario de la Bahía de Tóbari, descrito en el capítulo V de este estudio, en donde se plantea que abrir nuevas alcantarillas en el bordo no mejorarían de manera significativa al comportamiento hidráulico de la Bahía, no se han diseñado nuevas alcantarillas y el proyecto se ha concretado al diseño de canales de penetración, que permitirán mejorar el problema de los accesos a los centros de recepción de Paredón, Colorado y Paredoncito.

En estos canales se incrementará también la renovación de aguas en el estuario, al mejorar a lo largo de ellos su eficiencia hidráulica.

### VII.1 TRAZO DE LOS CANALES DE PENETRACION

Teniendo en cuenta el levantamiento batimétrico; se propusieron alternativas de trazo que cumplieran con las condiciones de unir las bocas de la Bahía con los centros de recepción. Dichas alternativas fueron evaluadas en función de su ruta y de los volúmenes de excavación; en el plano 5 se muestran los canales proyectados.

Como se podrá observar el trazo fué proyectado siguiendo lo más posible los canales naturales existentes, con lo cual se redujo el volumen de excavación al mínimo. La red de los canales de navegación proyectados está formada por un canal principal que une ambas bocas y pasa por la alcantarilla, a partir de este canal se tienen dos canales hacia las poblaciones de Paredón Colorado y de Tóbari.



CORTE DE UN CANAL DE  
PENETRACION

NOTA: En el trazo de los canales de penetracion se buscará la mayor profundidad para evitar mayores volúmenes de excavacion.



El canal principal cambia de dirección ocasionalmente con el objeto de buscar las zonas de mayor profundidad; los cadenamien-  
tos se tomaron a partir de la boca norte y se terminaron en la boca sur y los rumbos que sigue su eje son los siguientes:

CANAL PRINCIPAL

CADENAMIENTOS		RUMBOS
0 + 000	1 + 320	N 70° 45' E
1 + 320	2 + 620	N 89° 30' E
1 + 620	3 + 260	S 74° 30' E
3 + 260	4 + 030	S 38° 00' E
4 + 030	6 + 550	N 87° 15' E
6 + 550	11 + 060	S 48° 10' E
11 + 060	13 + 960	S 03° 00' E
13 + 960	15 + 455	S 26° 30' E
15 + 455	16 + 228	S 07° 35' E
16 + 228	17 + 000	S 26° 25' W

El canal entre Paredón Colorado y el canal principal tiene una longitud de 2,120 m. siguiendo un rumbo de S 40°45' W se inicia en la rampa de acceso del centro de recepción y termina en el cadenamiento 11 + 060 del canal principal. Se tiene una longitud de 4,250 m. con un rumbo de S 36° 25' W, entre el centro de recepción de Tóbari y el canal principal, dando inicio en la rampa del poblado Paredoncito, terminando en el cadenamiento 15 + 648 del canal principal.

VII. 2 SECCIONES TRANSVERSALES DE LOS CANALES

Para definir la sección transversal de los canales se tomaron -

los siguientes criterios:

Se tomó un talud conservador de 2.5 a 1, ya que la condición más desfavorable del talud, sería en los tramos del canal cercanos a los centros de recepción ya que para cuando se tuvieran condiciones de marea baja y quedara sin agua una parte del canal, se formarían líneas de corriente en la vecindad del canal que buscarían escurrir por ese medio debido a que se formaría una gradiente hidráulica entre el suelo saturado y el nivel de agua en el canal proyectado, estos escurrimientos hacia el canal podría afectar y arrastrar el suelo que conforma los taludes.

Teniendo esta problemática se consideró que aunque desde el punto de vista de estabilidad el talud 2.5 a 1 es conservador para problemas de flujo de agua en el suelo transversal al canal, resulta adecuado.

En lo que respecta a la profundidad del canal se seleccionó un valor de 2.0 m. abajo del nivel de baja mar media inferior teniendo en cuenta los siguientes aspectos, el calado de las 125-embarcaciones existentes en los centros pesqueros varía entre 0.50 y 0.70 metros y la profundidad de la propela de los motores fuera de bordo queda 0.50 m. una abajo que la quilla de las lanchas para los motores Yamaha y Evinrude que son los más usuales en el estuario y cuyas potencias varían entre 25 y 50 H.P., la profundidad que requiere la embarcación más desfavorable es de 1.20 m.; sin embargo, tomando en cuenta que en Yavaros se tiene registrada una marea máxima de 1.22 m. respecto al nivel de baja mar media inferior se tendrían solamente 6 cm. de holgura en la condición más desfavorable de mareas. Para el ancho de los canales se consideraron 30 metros en la plantilla teniendo en cuenta que aunque la manga más ancha de las embarcaciones pesqueras de Tóbari es de seis pies y que teóricamente con un ancho de 30 pies podrían circular las lanchas sin problemas en

los canales proyectados, para mejorar la circulación de corrientes en el estuario se ha propuesto el ancho mencionado de 30 m. en la plantilla.

En el plano Núm. 6 se ha dibujado el perfil de los canales y las secciones transversales proyectadas.

### VII. 3 VOLUMENES DE OBRA

Se han desglosado los volúmenes de dragado de los canales de penetración diferenciando si se trata de arenas o material fino - arcilloso (azolve).

A continuación se presenta una tabla con subtotales de volúmenes de material.

CANAL	LONGITUD TOTAL (m)	VOLUMENES M <sup>3</sup> )	
		Arena	Azolve
Principal	17,000	231,200	- o -
Principal-Paredón Colorado	2,120	88,200	8,900
Principal-Paredón cito	4,250	139,500	8,000
		458,900	16,900
Total	475,800 M <sup>3</sup>		

A continuación se presentan los volúmenes de excavación desglosados de cada uno de los canales:

CANAL PRINCIPAL

VOLUMEN DE EXCAVACION M<sup>3</sup>

CADENAMIENTO	PARCIAL	ACUMULADO
0 + 000	- 0 -	- 0 -
0 + 200	- 0 -	- 0 -
0 + 400	- 0 -	- 0 -
0 + 600	- 0 -	- 0 -
0 + 800	- 0 -	- 0 -
1 + 000	- 0 -	- 0 -
1 + 200	- 0 -	- 0 -
1 + 400	- 0 -	- 0 -
1 + 600	- 0 -	- 0 -
1 + 800	- 0 -	- 0 -
2 + 000	- 0 -	- 0 -
2 + 200	5,100	5,100
2 + 400	6,437	11,537
2 + 600	4,495	16,032
2 + 800	1,878	17,910
3 + 000	2,007	19,917
3 + 200	2,007	21,924
3 + 400	2,595	24,519
3 + 600	4,556	29,075
3 + 800	6,277	35,352
4 + 000	3,571	38,923
4 + 200	712	39,635
4 + 400	2,124	41,759
	2,887	44,646

CANAL PRINCIPAL

CADENAMIENTO	VOLUMEN DE EXCAVACION M <sup>3</sup>	
	PARCIAL	ACUMULADO
4 + 600		
4 + 800	2,887	47,533
5 + 000	4,072	51,605
5 + 200	6,572	58,177
5 + 400	8,312	66,489
5 + 600	7,190	73,679
5 + 800	4,602	78,281
6 + 000	2,452	80,733
6 + 200	- 0 -	80,733
6 + 400	- 0 -	80,733
6 + 600	- 0 -	80,733
6 + 800	- 0 -	80,733
7 + 000	1,650	82,383
7 + 200	4,410	86,793
7 + 400	5,697	92,490
7 + 600	3,715	96,205
7 + 800	4,200	100,405
8 + 000	7,080	107,485
8 + 200	7,245	114,730
8 + 400	9,275	124,005
8 + 600	5,125	129,130
8 + 800	4,612.50	133,742.50
9 + 000	4,499.50	138,242

## CANAL PRINCIPAL

VOLUMEN DE EXCAVACION M<sup>3</sup>

CADENAMIENTO	PARCIAL	ACUMULADO
9 + 000	4,227	142,469
9 + 200	4,180	146,649
9 + 400	4,180	150,829
9 + 600	4,180	155,009
9 + 800	4,180	159,189
10 + 000	4,070	167,329
10 + 400	4,180	171,509
10 + 600	4,180	175,689
10 + 800	4,180	179,869
11 + 000	4,180	184,049
11 + 200	4,180	188,229
11 + 400	4,452.50	192,681.50
11 + 600	4,499.50	197,181
11 + 800	4,227	201,408
12 + 000	4,180	205,588
12 + 200	4,070	209,658
12 + 400	4,230	213,888
12 + 600	4,560	218,448
12 + 800	3,960	222,408
13 + 000	3,190	225,598
13 + 200	2,722.50	228,320.50
13 + 400	2,020	230,340.50
13 + 600	840	231,180.50
13 + 800		



**CANAL PRINCIPAL**

CADENAMIENTO	VOLUMEN DE EXCAVACION M <sup>3</sup>	
	PARCIAL	ACUMULADO
13 + 800	- 0 -	231,180.50
14 + 000	- 0 -	"
14 + 200	- 0 -	"
14 + 400	- 0 -	"
14 + 600	- 0 -	"
14 + 800	- 0 -	"
15 + 000	- 0 -	"
15 + 200	- 0 -	"
15 + 400	- 0 -	"
15 + 600	- 0 -	"
15 + 800	- 0 -	"
16 + 000	- 0 -	"
16 + 200	- 0 -	"
16 + 400	- 0 -	"
16 + 600	- 0 -	"
16 + 800	- 0 -	"

CANAL PAREDONCITO - CANAL PRINCIPAL

CADENAMIENTO	VOLUMEN EXCAVACION ARENA (M <sup>3</sup> )		VOLUMEN EXCAVACION AZOLVE (M <sup>3</sup> )	
	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO
0 + 000	16,283	16,283	3,280	3,280
0 + 200	13,645	29,928	1,932	5,212
0 + 400	12,605	48,533	1,599	6,811
0 + 600	11,335	53,868	1,175	7,986
0 + 800	10,355	64,223	- 0 -	
1 + 000	9,875	74,098		
1 + 200	9,375	83,473		
1 + 400	8,910	92,383		
1 + 600	8,575	100,958		
1 + 800	8,085	109,043		
2 + 000	7,640	116,683		
2 + 200	7,010	123,693		
2 + 400	3,290	126,983		
2 + 600	- 0 -	126,983		
2 + 800	2,250	129,233		
3 + 000	2,315	131,548		
3 + 200	65	131,613		
3 + 400	1,430	133,043		
3 + 600	3,300	136,343		
3 + 800				

**CANAL PAREDONCITO - CANAL PRINCIPAL**

CADENAMIENTO	VOLUMEN EXCAVACION ARENA (M <sup>3</sup> )		VOLUMEN EXCAVACION AZOLVE (M <sup>3</sup> )	
	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO
3 + 800				
4 + 000	2,500	138,843		
4 + 200	630	139,473		
4 + 250	- o -	139,473		

CANAL PAREDON COLORADO - CANAL PRINCIPAL

CADENAMIENTO	VOLUMEN EXCAVACION ARENA (M <sup>3</sup> )		VOLUMEN EXCAVACION AZOLVE (M <sup>3</sup> )	
	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO
0 + 000				
0 + 200	18,262.50	18,262.50	3,275	3,275
0 + 400	14,867.50	33,130	2,390	5,665
0 + 600	9,175	42,305	1,490	7,155
0 + 800	6,825	49,130	790	7,945
1 + 000	7,935	57,065	565	8,510
1 + 200	6,580	63,645	410	8,920
1 + 400	5,815	69,460		
1 + 600	5,122.50	74,582.50		
1 + 800	4,613	79,195.50		
2 + 000	4,500	83,695.50		
2 + 200	4,500	88,195.50		

VII.4. COSTOS

Para la integración de los costos de dragado de los canales se hicieron estas consideraciones:

1. Disponibilidad de una draga hidráulica marca DIXIE CS 200 S 300 en el Puerto de Guaymas, Son.
2. La distancia máxima de descarga del azolve se ha supuesto a un chalán y transportado a los bajos de la Isla Huivulai.
3. La disponibilidad y facilidad del alquiler en la Bahía de Tóbari, de una lancha de 15 pies de eslora y motor de 40 H.P.
4. Se ha considerado un volumen total a dragar de 475,800 m<sup>3</sup> - sin diferenciar el tipo de material a bombear.



- d) Almacenaje:  $A = KD = 0.06 (3,320) =$  \$ 199.20/hr.
- e) Mantenimiento:  $M = QD = 0.80 (3,320) =$  \$ 2,656.00/hr.
- Cargos Fijos: \$ 10,358.40/hr.

## II. CONSUMOS:

### a) Combustibles:

- E = epc  
 e = factor para diesel = 0.15  
 p = potencia de operación = 1,343 H.P.  
 c = costo de combustible = \$14.20/litro  
 E =  $0.15 \times 1,343 \times \$14.20/\text{litro}$  \$ 2,860.59/hr.

### b) Lubricantes:

- L = apl.  
 a = factor  $\frac{c}{t} + (0.0035) (p)$   
 c = capacidad carter = 1 lto.  
 t = cambios aceite = 100 hrs.  
 pl = precio lubricante = \$170.00/lto.  
 a =  $\frac{1}{100} + 0.0035 (1,343)$   
 a = 4.71  
 L =  $(4.71) (\$170.00) =$  \$ 800.70/hr.  
 SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 3,661.29/hr.

## III OPERACION:

- Salario del personal de operación: \$ 8,208.33/j  
 H = (8 horas) (0.75)  
 H = (6 horas)  
 O =  $\frac{\$ 8,208.33/j}{6 \text{ hrs./j}} =$  \$1,368.06/hr  
 TOTAL COSTO HORARIO ACTIVO \$ 15,387.75/hr.  
 =====

IV ANALISIS PARA COSTO HORARIO INACTIVO:

A. CARGOS FIJOS.-

1. Depreciación D = (\$3,320/hr.) (0.15) =	\$ 498.00/hr.
2. Inversión I = (\$3,486/hr.) (1.00) =	3,486.00/hr.
3. Seguros S = (\$697.20/hr.) (1.00)=	697.20/hr.
4. Almacenaje A = (\$199.20/hr.) (1.00)=	199.20/hr.
5. Mantenimiento M = (\$2,656/hr.) (0.05)=	132.80/hr.
TOTAL CARGOS FIJOS	<u>\$ 5,013.20/hr.</u>

B. CONSUMOS.-

1. Combustibles E = (\$2,860.59/hr.) (.0.05)=	\$ 143.03/hr.
2. Lubricantes L = (\$800.70/hr.) (0.05) =	40.04/hr.
TOTAL CONSUMOS	<u>\$ 183.07/hr.</u>

C. OPERACION.-

1. Operación O = (\$1,368.06/hr.) (1.00) =	\$ 1,368.06/hr.
TOTAL OPERACION	<u>\$ 1,368.06/hr.</u>

COSTO HORARIO INACTIVO

\$ 6,564.33/hr.  
=====

2. Barco cisterna y de faena motor Diesel de 150 H.P. casco metálico.

DATOS GENERALES

- a) Valor de adquisición (Va) \$ 1'950,000  
 b) Valor de rescate (Vr) = 20% 390,000  
 c) Tasa de interés (i) = 10%  
 d) Prima de seguros (s) = 4%  
 e) Vida económica (Ve) = 10 años  
 f) Horas por año (Ha) = 1,600 hrs.  
 g) Motor diesel de 150 H.P.  
 h) Factor de operación 85%  
 i) Potencia de operación = 0.85 (150) = 127.5 H.P. op.  
 j) Coeficiente de almacenaje = 0.06 (K)  
 k) Coeficiente de mantenimiento = 0.80 (Q)

I. CARGOS FIJOS:

- a) Depreciación:  $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{1'950,000 - 390,000}{10 (1,600)} = \$ 97.50/hr.$   
 b) Inversión:  $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i = \frac{1'950,000 + 390,000}{2 (1,600)} (0.10) =$   
 $\$ 73.13/hr.$   
 c) Seguros:  $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} S = \frac{1'950,000 + 390,000}{2 (1,600)} (0.04) =$   
 $\$ 29.25/hr.$   
 d) Almacenaje:  $A = KD = 0.06 (97.50) = \$ 5.85/hr.$   
 e) Mantenimiento:  $M = QD = 0.80 (97.50) = \$ 78.00/hr.$
- Cargos Fijos: \$283.73/hr.



## II CONSUMOS:

### a) Combustibles:

$$E = epc$$

$$e = \text{factor para diesel} = 0.15$$

$$p = \text{potencia de operación} = 127.50 \text{ H.P.}$$

$$c = \text{costo de combustible} = \$14.20/\text{litro}$$

$$E = 0.15 \times 127.50 \times \$14.20/\text{litro} \quad \$ 271.58/\text{hr.}$$

### b) Lubricantes:

$$L = apl.$$

$$a = \text{factor } \frac{c}{t} + (0.0035) (p)$$

$$c = \text{capacidad carter} = 1 \text{ lto.}$$

$$t = \text{cambios aceite} = 100 \text{ hrs.}$$

$$pl = \text{precio lubricante} = \$170.00/\text{lto.}$$

$$a = \frac{1}{100} + (0.0035) (127.50)$$

$$a = 0.46$$

$$L = (0.46) (170.00) = \quad \$ 78.20/\text{hr.}$$

$$\text{SUMA CONSUMOS POR HORA} \quad \underline{\underline{\$ 349.78/\text{hr.}}}$$

## III OPERACION:

$$\text{Salario del personal de operación} = \$3,000$$

$$H = (8 \text{ horas}) (0.75)$$

$$H = (6 \text{ horas})$$

$$O = \frac{\$ 3,000 / j}{6 \text{ hrs.} / j} =$$

$$\text{TOTAL COSTO HORARIO ACTIVO}$$

$$\underline{\underline{\$ 500.00/\text{hr.}}}$$

$$\underline{\underline{\underline{\$ 1,133.51/\text{hr.}}}}}$$

IV ANALISIS PARA COSTO HORARIO INACTIVO

A. CARGOS FIJOS.-

1. Depreciación	D = (97.50) (0.15) =	\$ 14.63/hr.
2. Inversión	I = (73.13) (1.00) =	73.13/hr.
3. Seguros	S = (29.25) (1.00) =	29.25/hr.
4. Almacenaje	A = (5.85) (1.00) =	5.85/hr.
5. Mantenimiento	M = (78.00) (0.05) =	3.90/hr.
TOTAL CARGOS FIJOS		<u>\$ 126.76/hr.</u>

B. CONSUMOS.-

1. Combustibles	E = (\$271.58) (0.05) =	\$ 13.58/hr.
2. Lubricantes	L = (\$78.20) (0.05) =	3.91/hr.
TOTAL CONSUMOS		<u>\$ 17.49/hr.</u>

C. OPERACION.-

1. Operación	O = (\$500.00/hr.) (1.00) =	\$ 500.00/hr.
TOTAL OPERACION		<u>\$ 500.00/hr.</u>

COSTO HORARIO INACTIVO

\$ 644.25/hr.  
=====

3. Chalán con capacidad de 50 TON. casco de acero de 15.85 m. de eslora y 4.88 m. de manga.

DATOS GENERALES

- a) Valor de adquisición (Va) \$ 2'000,000.00  
 b) Valor de rescate (Vr) = 20% \$ 400,000.00  
 c) Tasa de interés (i) = 20%  
 d) Prima de seguros (S) = 4%  
 e) Vida económica (Ve) = 12 1/2 años  
 f) Horas por año (Ha) = 2,000 hrs.  
 g) Coeficiente de almacenaje = 0.06 (K)  
 h) Coeficiente de mantenimiento = 0.80 (Q)

I. CARGOS FIJOS:

- a) Depreciación:  $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{\$2'000,000 - \$400,000}{(12 \frac{1}{2}) (2,000)}$  \$ 64.00/hr.  
 b) Inversión:  $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i = \frac{(\$2'000,000 + \$400,000)}{(2 (2,000))} 0.20 =$   
 \$120.00/hr.  
 c) Seguros:  $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} S = \frac{(2'000,000 + \$400,000)}{(2 (2,000))} (0.04) =$   
 \$ 24.00/hr.  
 d) Almacenaje:  $A = (KD) = (0.06) (64.00) =$  \$ 3.84/hr.  
 e) Mantenimiento:  $M = QD = 0.80 (64.00)$  \$ 51.20/hr.

Cargos Fijos: \$263.04/hr.  
 =====

## II OPERACION:

Operador chalán \$ 2,166.68/j

H = (8 horas) (0.75)

H = (6 horas)

O =  $\frac{\$ 2,166.68/j}{6 \text{ hrs./j}} =$  \$ 361.11/hr.

COSTO, HORA ACTIVA

\$ 624.15/hr.  
=====

## IV ANALISIS PARA COSTO HORARIO INACTIVO

### A. CARGOS FIJOS.-

1. Depreciación	D = (64.00)	(0.15)	\$ 9.60/hr.
2. Inversión	I = (120.00)	(1.00)	120.00/hr.
3. Seguros	S = (24.00)	(1.00)	24.00/hr.
4. Almacenaje	A = (3.84)	(1.00)	3.84/hr.
5. Mantenimiento	M = (51.20)	(0.05)	2.56/hr.
TOTAL CARGOS FIJOS			<u>\$ 160.00/hr.</u>

### C. OPERACION.-

1. Operación	O = (361.11/hr.)	(1.00)	\$ 361.11/hr.
TOTAL OPERACION			<u>\$ 361.11/hr.</u>
COSTO HORARIO INACTIVO			<u>\$ 521.11/hr.</u> =====

4. Tubería de descarga de 600 m. de longitud, conexiones Ball Joint, flotadores, codo giratorio en "y"

DATOS GENERALES

- a) Valor de adquisición = (Va) \$ 6'394,400.20  
 b) Valor de rescate (Vr) = 20% 1'278,880.00  
 c) Tasa de interés (i) = 20%  
 d) Prima de seguros (S) = 4%  
 e) Vida económica (Ve) = (4 años)  
 f) Horas por año (Ha) = 2,000 hr.  
 g) Coeficiente de almacenaje = 0.06 (K)  
 h) Coeficiente de mantenimiento = 0.80 (Q)

I. CARGOS FIJOS:

- a) Depreciación:  $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{\$6'394,400.20 - \$1'278,880.00}{4 (2,000)} =$   
 $\$ 639.44/hr.$
- b) Inversión:  $I = \left(\frac{Va + Vr}{2 Ha}\right) i = \frac{\$6'394,400.20 + 1'278,880.00}{2 (2,000)} 0.20 =$   
 $\$ 383.66/hr.$
- c) Seguros  $S = \left(\frac{Va + Vr}{2 Ha}\right) S = \frac{\$6'394,400.20 + 1'278,880.00}{2 (2,000)} 0.04 =$   
 $\$ 76.73/hr.$
- d) Almacenaje:  $A = KD = 0.06 (639.44) =$  \$ 38.37/hr.  
 e) Mantenimiento:  $M = QD = 0.80 (639.44) =$  \$ 511.55/hr.
- Cargos Fijos: \$1,649.75/hr.

II OPERACION:

Salario del personal de operación:	\$ 2,166.68/j
H = (8 horas) (0.75)	
H = 6 horas	
$O = \frac{\$ 2,166.68/j}{6 \text{ horas/j}} =$	\$ 361.11/hr.
TOTAL COSTO HORARIO ACTIVO	<u><u>\$ 2,010.86/hr.</u></u>

IV ANALISIS PARA COSTO HORARIO INACTIVO:

A. CARGOS FIJOS.-

1. Depreciación	D = (\$639.44/hr.) (0.15) =	\$ 95.92/hr.
2. Inversión	I = (\$383.66/hr.) (1.00) =	383.66/hr.
3. Seguros	S = (\$ 76.73/hr.) (1.00) =	76.73/hr.
4. Almacenaje	A = (\$ 38.37/hr.) (1.00) =	38.37/hr.
5. Mantenimiento	M = (\$511.55/hr.) (0.05) =	25.58/hr.
TOTAL CARGOS FIJOS		<u>\$ 620.26/hr.</u>

B. OPERACION.-

1. Operación	O = (361.11/hr.) (1.00)	\$ 361.11/hr.
TOTAL OPERACION		<u>361.11/hr.</u>
TOTAL COSTO HORARIO INACTIVO		<u><u>\$ 981.37/hr.</u></u>

5. Lancha de 15' de eslora, motor fuera de borda de 40 H.P. motor de gasolina.

DATOS GENERALES

- a) Valor de adquisición (Va) \$ 375,000.00  
 b) Valor de rescate (Vr) = 20% 75,000.00  
 c) Tasa de interés (i) = 20%  
 d) Prima de seguros (S) = 4%  
 e) Vida económica (Ve) = 7 años  
 f) Horas por año (Ha) = 1,800 hr.  
 g) Motor gasolina de 40 H.P.  
 h) Factor de operación 95%  
 i) Potencia de operación 0.95(40) = 38. H.P. op.  
 j) Coeficiente de almacenaje = 0.06 (K)  
 k) Coeficiente de mantenimiento = 0.80 (Q)

CARGOS FIJOS:

- a) Depreciación:  $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{\$375,000.00 - 75,000.00}{7 (1,800)} = \$ 23.81/hr.$
- b) Inversión:  $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \quad i = \frac{\$375,000 + 75,000}{2 (1,800)} \times 0.20 = \$ 25.00/hr.$
- c) Seguros:  $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \quad S = \frac{\$375,000 + 75,000}{2 (1,800)} (0.04) = \$ 4.00/hr.$
- d) Almacenaje:  $A = KD = 0.06 (23.81) \quad \$ 1.43/hr.$
- e) Mantenimiento:  $M = QD = 0.80 (23.81) \quad \$ 19.05/hr.$
- Cargos Fijos: \$ 73.29/hr.

## II COMBUSTIBLES:

### a) Combustibles:

$$G = epc$$

$$e = \text{factor para gasolina} = 0.20$$

$$p = \text{potencia de operación} = 38 \text{ H.P.}$$

$$c = \text{costo combustible} = \$24.40/\text{lto.}$$

$$G = 0.20 \times 38 \times 24.40 = \quad \quad \quad \$ \quad 185.44/\text{hr.}$$

### b) Lubricantes:

$$L = apl$$

$$a = \text{factor } \frac{c}{t} + (0.0035) (p)$$

$$c = \text{capacidad carter} = 1 \text{ lto.}$$

$$t = \text{cambios aceite} = 100 \text{ hrs.}$$

$$pl = \text{precio de lubricante} = \$ 170.00/\text{lto.}$$

$$a = \frac{1}{100} + (0.0035) (38) = 0.14$$

$$L = 0.14 (170.00) \quad \quad \quad \$ \quad 23.80/\text{hr.}$$

$$\text{SUMA CONSUMOS POR HORA} \quad \quad \quad \underline{\underline{\$ \quad 209.24/\text{hr.}}}$$

## III OPERACION:

$$\text{Salario de personal de operación} = \$ 620.00/\text{j.}$$

$$H = (8 \text{ horas}) (0.75)$$

$$H = 6 \text{ horas}$$

$$O = \frac{\$ 620.00/\text{j}}{6 \text{ hrs./j}} = \quad \quad \quad \$ \quad 103.33/\text{hr.}$$

$$\text{TOTAL COSTO HORARIO ACTIVO} \quad \quad \quad \underline{\underline{\$ \quad 385.86/\text{hr.}}}$$



IV. ANALISIS PARA COSTO HORARIO INACTIVO:

A. CARGOS FIJOS.-

1. Depreciación	D =	(\$23.81/hr) (0.15)	\$ 3.57/hr.
2. Inversión	I =	(\$25.00/hr.) (1.00)	25.00/hr.
3. Seguros	S =	(\$4.00/hr.) (1.00)	4.00/hr.
4. Almacenaje	A =	(\$1.43/hr.) (1.00)	1.43/hr.
5. Mantenimiento	M =	(19.05/hr.) (0.05)	0.95/hr.
TOTAL CARGOS FIJOS			<u>\$ 34.95/hr.</u>

B. CONSUMOS.-

1. Combustibles	G =	(\$185.44/hr) (0.05)	\$ 9.27/hr.
2. Lubricantes	L =	(\$23.80/hr.) (0.05)	1.19/hr.
TOTAL CONSUMOS			<u>\$ 10.46/hr.</u>

C. OPERACION.-

1. Operación	O =	(\$103.33) (1.00)	\$ 103.33/hr.
TOTAL OPERACION			<u>103.33/hr.</u>

COSTO HORARIO INACTIVO

\$ 148.74/hr.  
=====

6. Draga de arrastre sobre orugas marca Link-Belt capacidad 1 1/2 Yd<sup>3</sup> de 112 H.P. y motor diesel:

DATOS GENERALES

- a) Valor de adquisición (Va) \$25'450,000.00  
 b) Valor de rescate (Vr) 10% 2,545,000.00  
 c) Tasa de interés (i) = 20%  
 d) Prima de seguros (S) = 4%  
 e) Vida económica (Ve) = 7 años  
 f) Horas por año (Ha) = 1,400 hrs.  
 g) Motor diesel de 112 H.P.  
 h) Factor de operación 90%  
 i) Potencia de operación 100.80 H.P. *op.*  
 j) Coeficiente de almacenaje = 0.06 (K)  
 k) Coeficiente de mantenimiento = 0.80 (Q)

I CARGOS FIJOS:

- a) Depreciación:  $d D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{25'450,000 - 2'545,000}{7 \times 1,400} =$   
 $\$ 2,337.25/hr.$
- b) Inversión:  $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \quad i = \frac{25'450,000 + 2'545,000}{2 (1,400)} \quad 0.20 =$   
 $\$ 1,999.64/hr.$
- c) Seguros:  $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \quad S) = \frac{25'450,000 + 2'545,000}{2 (1,400)} \quad 0.04\% =$   
 $\$ 399.93/hr.$
- d) Almacenaje:  $A = KD = 0.06 (2,337.25) =$   $\$ 140.24/hr.$
- e) Mantenimiento:  $M = QD = 0.80 (2,337.25) =$   $\$ 1,869.80/hr.$
- Cargos Fijos: \$ 6,746.86/hr.

## II. CONSUMOS:

### a) Combustibles:

$$E = epc$$

$$e = \text{factor para diesel} = 0.15$$

$$p = \text{potencia de operación} = 100.80 \text{ H.P.}$$

$$c = \text{costo de combustible} = \$14.20/\text{lto.}$$

$$E = 0.15 \times 100.80 \times \$14.20/\text{lto.} \quad \$ \quad 214.70/\text{hr.}$$

### b) Lubricantes:

$$L = apl$$

$$a = \text{factor } \frac{c}{t} + (0.0035) (p)$$

$$c = \text{capacidad carter} = 1 \text{ lto.}$$

$$t = \text{cambios aceite} = 100 \text{ hrs.}$$

$$pl = \text{precio lubricante} = \$170.00/\text{lto.}$$

$$a = \frac{1}{100} + (0.0035) (100.80)$$

$$a = 0.36$$

$$L = 0.36 (170.00) \quad \$ \quad 61.20/\text{hr.}$$

$$\text{SUMA CONSUMOS POR HORA} \quad \$ \quad \underline{\underline{275.90/\text{hr.}}}$$

## III. OPERACION:

$$\text{Salario del personal de operación} = \$ 8,208.34/\text{j}$$

$$H = (8 \text{ horas}) (0.75)$$

$$H = 6 \text{ horas}$$

$$O = \frac{\$ 8,208.34/\text{j}}{6 \text{ hrs./j}} \quad \$ 1,368.06/\text{hr.}$$

$$\text{TOTAL COSTO HORARIO ACTIVO} \quad \underline{\underline{\$ 8,390.82/\text{hr.}}}$$

IV. ANALISIS PARA COSTO HORARIO INACTIVO:

A. CARGOS FIJOS.-

1. Depreciación	D = (\$2,337.25) (0.15) =	\$ 350.50/hr.
2. Inversión	I = (\$1,999.64) (1.00) =	1,999.64/hr.
3. Seguros	S = (\$399.93) (1.00) =	399.93/hr.
4. Almacenaje	A = (\$140.24) (1.00) =	140.24/hr.
5. Mantenimiento	M = (\$1,869.80) (0.05) =	93.49/hr.
TOTAL CARGOS FIJOS		<u>\$2,983.89/hr.</u>

B. CONSUMOS.-

1. Combustibles	E = (\$214.70) (0.05) =	\$ 10.74/hr.
2. Lubricantes	L = (\$61.20) (0.05) =	3.06/hr.
TOTAL CONSUMOS		<u>\$ 13.80/hr.</u>

C. OPERACION.-

1. Operación	O = (\$1,368.06) (1.00) =	\$1,368.06/hr.
TOTAL OPERACION		<u>1,368.06/hr.</u>

COSTO HORARIO INACTIVO

\$4,365.75/hr.  
=====

## RESUMEN DE EQUIPO

1. Draga Dixie CS-200 Serie 300  
de 16"Ø de succión y 12"Ø de descarga  
motor principal de 1,125 H.P. y motor  
auxiliar de 455 H.P. motor diesel.

ACTIVO - - -	\$	15,387.75/hr.
INACTIVO - - -	\$	6,564.33/hr.

2. Barco cisterna y de faena motor  
Diesel de 150 H.P. casco metálico.

ACTIVO - - -	\$	1,133.51/hr.
INACTIVO - - -	\$	644.25/hr.

3. Chalán con capacidad de 50 TON.  
casco de acero de 15.85 m. de eslora  
y 4.88 m. de manga.

ACTIVO - - -	\$	624.15/hr.
INACTIVO - - -	\$	511.11/hr.

4. Tubería de descarga de 600 m. de  
longitud, conexiones Ball Joint,  
flotadores, codo giratorio en "Y"

ACTIVO - - -	\$	2,010.86/hr.
INACTIVO - - -	\$	981.37/hr.

5. Lancha de 15' de eslora, motor fuera de borda de 40 H.P. motor de gasolina.

ACTIVO	- - -	\$	385.86/hr.
INACTIVO	- -	\$	148.74/hr.

6. Draga de arrastre sobre orugas marca Likn Belt capacidad 1 1/2 Yd<sup>3</sup> de 112 H.P. y motor diesel.

ACTIVO	- - -	\$	8,390.82/hr.
INACTIVO	- -	\$	4,365.75/hr.

TOTAL		\$	<u>41,148.50/hr.</u>
-------	--	----	----------------------

MANO DE OBRA

1. Operador de draga	\$ 1,666.67/j.
2. Maniobrista	\$ 1,041.67/j.
3. Maquinista	\$ 1,125.00/j.
4. Bontonero	\$ 833.33/j.
5. Linieros	\$ 833.33/j.
6. Lancharo	\$ 620.00/j.

COSTO DIRECTO EQUIPO Y PERSONAL  
PARA EL DRAGO.

$$\frac{\text{Costo total horario maquinaria}}{\text{rendimiento de la draga}} = \frac{\$ 41,148.50/\text{hr.}}{450 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 91.44/\text{m}^3$$

450 m<sup>3</sup>/hr. = rendimiento de la draga.

Personal de supervisión.

$$\frac{\text{Costo total del personal de supervisión}}{\text{rendimiento de la draga}} = \frac{\$ 6,120.00/\text{hr.}}{450 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 13.60/\text{m}^3$$

Costo directo		<u>\$105.04/m<sup>3</sup></u>
Indirectos	25%	\$ 26.26/m <sup>3</sup>
		<u>\$131.30/m<sup>3</sup></u>
utilidad	(10%)	\$ 13.13/m <sup>3</sup>
		<u>\$144.43/m<sup>3</sup></u>
Precio unitario		=====



## COSTO TRASLADO DE MAQUINARIA

a) Considerando que el equipo disponible está en Guaymas, Son.

a) DRAGA Y TUBERIA.-

Distancia Guaymas - Tóbari = 150.00 km.

Velocidad media = 15.00 km./hr.

TIEMPO DE RECORRIDO.

$$t = \frac{150.00 \text{ km.}}{15.00 \text{ km./hr.}} = 10.00 \text{ hr.}$$

Costo hr. inactiva draga \$ 6,564.33/hr.

Costo hr. inactiva tubería \$ 981.37/hr.

\$ 7,545.70/hr.

COSTO TRASLADO IDA Y VUELTA.

$$(\$7,545.70/\text{hr.}) (10 \text{ hr.}) \times 2 = \$ 150,914.00$$

\$ 150,914.00 traslado de draga y tubería Guaymas-Tóbari-Guaymas.

Costo unitario:

$$\frac{\$ 150,914.00}{475,800 \text{ m}^3} = \frac{\$ 0.317/\text{m}^3}{}$$

b) Chalán empujador para 50 TON.

Costo hora inactiva chalán = \$ 511.11/hr.

$$\text{traslado} = (511.11/\text{hr.}) (10 \text{ hr.}) (2) = \$ 10,222.20$$

Costo unitario.

$$\frac{\$ 10,222.20}{475,800 \text{ m}^3} = \frac{\$ 0.021/\text{m}^3}{}$$

c) Barco cisterna.

Costo hora inactiva barco = \$ 644.25/hr.

• traslado = (\$644.25/hr.) (10 hr.) (2) = \$12,885.00

Costo unitario.

$$\frac{\$ 12,885.00}{475,800 \text{ m}^3} = 0.027/\text{m}^3$$

Costo total traslado de maquinaria.

Draga - - - - - \$ 0.317/m<sup>3</sup>

Chalán - - - - - \$ 0.021/m<sup>3</sup>

Barco - - - - - \$ 0.027/m<sup>3</sup>  
\$ 0.365/m<sup>3</sup>

Precio unitario del equipo y personal \$ 144.43/m<sup>3</sup>

Costo directo del traslado de maquinaria \$ 0.365/m<sup>3</sup>

PRECIO UNITARIO - - - - - \$ 144.795/m<sup>3</sup>

Costo de dragado:

$$(475,800 \text{ m}^3) (\$144.795/\text{m}^3) = \underline{\underline{\$ 68'893,461.00}}$$

COSTO TRANSPORTE DE MAQUINARIA PARA  
EL TIRO DE MATERIAL PRODUCTO DEL DRAGADO.

1. CHALAN:

Guaymas-Tóbari = 150.00 km.

Velocidad media = 15.00 km./hr.

TIEMPO DE RECORRIDO:

$$t = \frac{150 \text{ km.}}{15.00 \text{ km./hr.}} = 10.00 \text{ hr.}$$

COSTO TRASLADO IDA Y VUELTA.

t. muerto = (\$511.11/hr.) (10 hr.) (2) = \$10,222.20

$$\text{Costo unitario} = \frac{\$10,222.20}{475,800 \text{ m}^3} = \$ 0.021/\text{m}^3$$

2. DRAGA:

Cd. Obregón - Tóbari = 45 km.

Velocidad media = 35 km./hr.

$$t = \frac{45 \text{ km.}}{35 \text{ km./hr.}} = 1.286 \text{ hr.}$$

COSTO TRASLADO IDA Y VUELTA.

t. muerto = (\$4,365.75/hr.) (1.286 hr.) (2) = \$ 11,228.71

$$\text{costo unitario} = \frac{\$ 11,228.71}{475,800 \text{ m}^3} = \$ 0.024/\text{m}^3$$

**COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO Y PERSONAL PARA TIRO**

Chalán hr. activa - - - - -	\$ 624.15/hr.
Chalán hr. inactiva - - - - -	\$ 511.11/hr.
Draga hr. activa - - - - -	\$ 8,390.82/hr.
Draga hr. inactiva - - - - -	\$ 4,365.75/hr.
<b>TOTAL - - - - -</b>	<b>\$13,891.83/hr.</b>

**COSTO DIRECTO SUPONIENDO UNA EFICIENCIA DEL 100% DE  
450 m<sup>3</sup>/hr.**

$$\frac{\$ 13,891.83/\text{hr.}}{450 \text{ m}^3/\text{hr.}} = 30.87/\text{m}^3$$

Costo directo - - - - -	\$ 30.87/m <sup>3</sup>
indirectos (25%) - -	\$ 7.72/m <sup>3</sup>
<b>SUMA - -</b>	<b>\$ 38.59/m<sup>3</sup></b>
utilidad (10%) - -	\$ 3.86/m <sup>3</sup>
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>\$ 42.45/m<sup>3</sup></b>

**Total del precio unitario:**

Equipo y personal - - - - -	\$ 42.45/m <sup>3</sup>
Chalán traslado - - - - -	\$ 0.021/m <sup>3</sup>
Draga traslado - - - - -	\$ 0.024/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>\$ 42.495</b>

Costo por tiro de material a la Isla de Huivulai.

$$(\$42.495/m^3) (475,800/m^3) = \underline{\underline{\$20'219,121}}$$

Costo total de la obra de dragado y tiro de material:

Producto del dragado:

Dragado - - - - -	\$68'893,461.00
Tiro de material - - -	<u>\$20'219,121.00</u>
TOTAL - - - - -	<u><u>\$89'112,582.00</u></u>

## VII. 5 BANCOS DE TIRO: PARA EL MATERIAL DE AZOLVE.

Se han propuesto dos zonas para descargar, el material producto del dragado, dichos volúmenes de material servirán para rellenar las zonas pantanosas existentes al centro y al sur de la Isla Huivulai.

En la figura VII. 5.1 se muestran de manera esquemática la ubicación de dichas zonas pantanosas, y al no descargar estos volúmenes en el estuario se beneficiará su funcionamiento hidráulico.

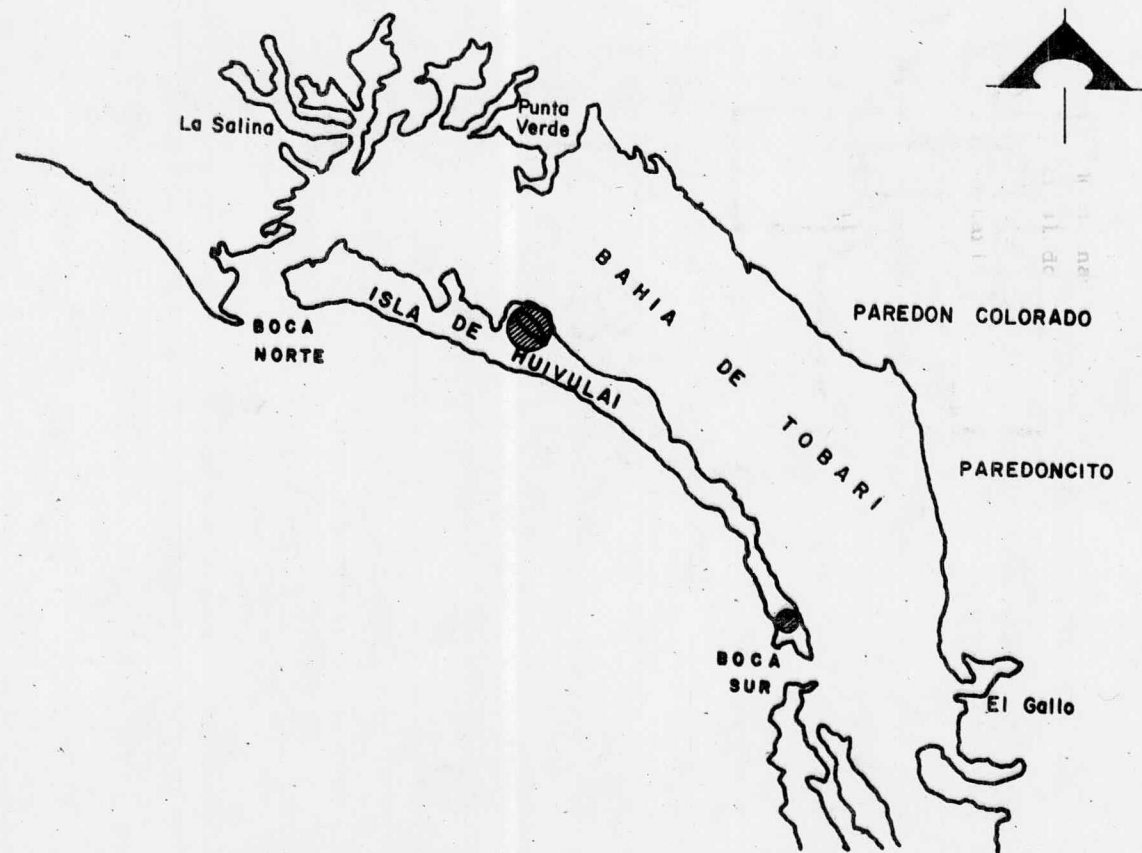


Fig. VII.5.1 B LOCALIZACION DE BANCOS DE TIRO DE AZOLVE

## VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### VIII.1 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS.

La región donde se encuentra ubicada la Bahía de Tóbari es una de las regiones agrícolas más ricas del país; tal y como lo demuestra la existencia de infraestructura de ingeniería y financiera en la zona; sin embargo, esta prosperidad no ha llegado a la población pesquera de la región.

La razón del retraso social y económico de la población que se dedica a las actividades pesqueras tiene su origen principal en dos males que aquejan en general a la mayoría de los habitantes de México, esto es, el escaso nivel educativo y el alcoholismo.

El bajo nivel educativo en los habitantes de Tóbari no se justifica por la falta de infraestructura, ya que para una población de 1500 habitantes, tanto en Paredón Colorado como en Paredoncito, se tiene escuela primaria con capacidad para 300 alumnos cada una. Por otro lado, la jornada de trabajo para los pescadores jóvenes y adultos no rebasa las cinco horas diarias cuando es la temporada de pesca de camarón dentro de la misma Bahía, de esta manera tampoco se justifica por la falta de tiempo. No fué el objetivo de este trabajo el hacer un análisis exhaustivo del ámbito socioeconómico de los pescadores; sin embargo, la poca información recopilada nos indica que el problema de educación se debe a que la gente no encuentra un satisfactor en el aprendizaje, ya que de cualquier manera los conocimientos de su actividad son adquiridos en el mar y no en las aulas, claro que, tampoco van a poder dedicarse a otra actividad sin una preparación mínima.



De tal manera, una posible solución al problema educativo podría ser el romper con los esquemas tradicionales de enseñanza, de manera que los conocimientos sean más atractivos a la idiosincrasia de la gente. En este sentido del problema, la Secretaría de Pesca podría aportar la experiencia de sus técnicos a través de presentaciones audiovisuales de diferentes temas asociados con el incremento de productividad y nuevas tecnologías en el tema. El alcoholismo es, en este caso, un problema asociado con el nivel de educación y con el exceso de tiempo libre de los pescadores, algunos de ellos van a Guaymas a pescar variedades de escama en mar abierto. Por este concepto llegan a obtener utilidades de hasta \$6,000 diarios; sin embargo, esta cantidad no es representativa de un ingreso mensual fijo, ya que cuando disponen del dinero no vuelven a trabajar hasta que se lo terminan, de tal manera que el ingreso diario se convierte en ingreso semanal ó quincenal. Sin embargo los habitantes de Paredón Colorado por el contrario se dedican a trabajar en la agricultura como peones, pudiendo obtener ingresos de - - \$455.00 diarios, sin embargo el problema es el mismo que el mencionado anteriormente.

Ya que los pescadores no tienen la oportunidad de ser dueños de terrenos agrícolas, el problema del alcoholismo no es fácil de resolver en tanto tengan un exceso de tiempo libre. En este sentido podría ayudar en parte el desarrollo de escuelas técnico-prácticas para los pescadores y la promoción de diferentes actividades recreativas; sin embargo, esto debería ser resultado de una necesidad solicitada por los propios habitantes de la zona, ya que de otra manera cualquier programa correría un alto grado de fracaso. Es necesario estar conciente de que la tradición cultural no es fácil de romper. Sin embargo es necesario concientizar al pescador sobre el beneficio que les pudiera proporcionar el uso adecuado de las obras de infraestructura que les construye la Secretaría de Pesca, y solamente en -

ese momento le sean de utilidad. Con lo que respecta al bordo, es evidente que los pobladores están en contra de su existencia, ya que su principal preocupación es que el desarrollo turístico que se genere los va a entorpecer en sus labores, hasta que finalmente los desplace en forma definitiva de sus dominios.

Este aspecto del problema es importante, ya que cualquier solución ingenieril se ve disminuida por el problema social que se podía generar con el desarrollo turístico.

Cabe hacer mención por otra parte, que un posible desarrollo turístico en la Isla de Huivulai podrá tener problemas serios de ingeniería debido a la inestabilidad de la formación de la Isla; sería recomendable quitar el bordo, ya que, por una parte, mejoraría las condiciones de funcionamiento hidráulico de la bahía y, por la otra parte, se eliminaría un elemento de conflicto social, ya que cualquier descenso en la productividad de la bahía sería atribuida al bordo.

Un posible desarrollo turístico en la Isla de Huivulai, deberá tomar en cuenta estas restricciones y justificar el beneficio de una actividad por el perjuicio en la otra. Por el contrario, los pescadores de la zona esperan con optimismo el trazado de los canales de navegación en la Bahía ya que lo anterior les permitirá usar infraestructura disponible.

Dado que los pescadores están de acuerdo con la obra de dragado, y que la misma aumentará la eficiencia de comercialización del producto, así como de las condiciones hidráulicas de la Bahía, se recomienda realizar los canales de dragado de acuerdo con los lineamientos que se proponen en este estudio.

## VIII.2 CONDICIONES DE LA BAHIA DE TOBARI

Uno de los problemas más importantes en la Bahía de -  
Tóbari, es la paulatina reducción de la profundidad en el estua-  
rio causada en parte por la descarga de los drenes del Distrito  
de Riego Núm. 41 y por el viento que transporta la arena de la  
Isla hacia el cuerpo de agua. Se ha estimado que la reducción -  
del volumen causado por la descarga de los drenes es del 5% en  
los 30 años de existencia del distrito de riego. Por otra parte,  
el efecto del arrastre eólico no se pudo cuantificar debido a -  
que no existe información sobre el avance de la isla hacia el -  
continente; con relación a las descargas de la zona de riego, -  
estas se producen principalmente en la época de tormentas, en -  
la cual se pierde una buena parte de la capa vegetal, por lo -  
cual no se puede atribuir el azolve al riego mismo; de cualquier  
manera, es difícil pensar en disminuir las aportaciones de sali-  
das provenientes de la zona de riego con obras costosas, en per-  
juicio de una de las zonas productoras de alimento más importan-  
tes del país. Con lo que respecta al azolvamiento por efecto -  
del viento, es posible disminuir su efecto a través de siembras  
de vegetación que estabilice el suelo, como pasto y arbustos u  
otro procedimiento de estabilización; una parte de los proble-  
mas del azolve lo ha provocado la construcción del Bordo de co-  
municación entre el continente y la isla, aunque éste ha genera-  
do problemas de carácter local. En la zona de liga del bordo  
con el continente se aprecian los abanicos de depósito, sedimen-  
tados por bajas velocidades.

Por su parte, el bordo ha sido promotor de otro tipo  
de problemas como es la disminución en la eficiencia del funcio-  
namiento hidráulico del estuario, que se refleja principalmente  
en la tendencia al cierre de la boca norte por la disminución -

de las velocidades de entrada y salida del agua a la Bahía. Es te problema no se puede resolver con la construcción de otras - alcantarillas en el bordo, pues se necesitarían cuando menos de 600 m. de ancho para que se notara una mejoría sustancial en el funcionamiento, por lo cual se estima que la única solución es la remoción del bordo.

De los resultados obtenidos del estuario, se encontró que existe contaminación local de coliformes causadas por las - descargas sanitarias de las aguas residuales de los poblados, - pero en general las condiciones físico-químicas y bacteriológicas de la Bahía, resultan propicias para el desarrollo de las - especies que actualmente se explotan. Esto es consecuencia de los grandes volúmenes de renovación de agua en el estuario por los efectos de la marea. Cabe señalar que a pesar del bordo, - se mantiene un porcentaje alto de renovación de agua.

Con excepción de los hidrocarburos halogenados los - cuales se detectaron a nivel de traza no se encontró contaminación por otros pesticidas probablemente porque la época del -- muestreo no corresponde con la fumigación del distrito de riego. La única evidencia de este problema, señalada por los pescados - res, es subjetiva, indicando que cuando esto sucede notan que - la producción baja.

En términos generales, podemos decir en conclusión - que la Bahía de Tóbari es productiva para la pesca, independien - temente de la existencia del bordo; sin embargo, deberán tomarse medidas para evitar el cierre de la boca norte, que de lle - gar a suceder, acabaría formando una marisma con posibilidades de contaminarse y acabar con las especies marinas. Por otro la do no debe olvidarse el problema social que puede generarse no tanto por la presencia del bordo, sino por el posible desarro - llo turístico.

### VIII.3 PROYECTO DE CANALES DE PENETRACION

Los canales de penetración permitirán llegar con el producto hasta los centros de recepción, en donde se podrá utilizar las instalaciones que ha construido la Secretaría de Pesca para beneficio de las cooperativas pesqueras. Adicionalmente, se espera que estos canales contribuyan a mejorar el funcionamiento hidráulico de la Bahía.

Cabe señalar que en los tramos de canal de la zona costera, debido a su cercanía con las descargas de los drenes, son los más propensos al azolve por lo cual podría optarse por construir dos muelles que ligan los centros de recepción con los canales, estas estructuras deberán ser piloteadas y además con una longitud aproximada de 300 m. a la cual el espesor de azolve disminuye hasta 10 cms. Para mejorar el funcionamiento general de la bahía será recomendable dragar las bocas, en especial la Norte que se encuentra en una situación más desfavorable. El producto del dragado de las bocas deberá ser descargado en la isla, el dragado de la boca sur puede ser descargado en el extremo sur en donde las corrientes lo alejarían de la entrada del estuario.

En el capítulo anterior en lo que respecta a la integración de costos no se ha incluido el dragado de las bocas ni la construcción de los muelles debido a que estos trabajos son convenientes pero no estrictamente necesarios. Una actividad importante dentro del proyecto de los canales de penetración lo constituye el mantenimiento de los mismos ya que será necesario dragarlos periódicamente, y la frecuencia del dragado se tendrá que hacer de acuerdo con las observaciones del sitio ya que, -- aunque se hizo una estimación del volumen de material sólido que llega a la bahía, es difícil predecir su distribución dentro de la misma.

Ya que de acuerdo con las observaciones hechas en cam  
po se podrá decidir sobre la conveniencia de contar con una dra  
ga fija o alquilarla durante los periodos de mantenimiento.

## B I B L I O G R A F I A

- BRUUN, PER.  
Stability of Tidal Inlets. Theory and engineering  
Elsevier Scientific Publishing Company.  
Amsterdan - Oxford - New York 1978.
  
- BRUUN, PER AND GIRRITSEN F.  
Stability of Coastal Inlets.  
North - Holland Publishing Company.  
Amsterdan 1960
  
- BUSTAMANTE AHUMADA, ROBERTO et alt.  
Ingeniería Marítima.  
Ediciones temas Marítimos.  
México, D.F. 1976.
  
- CADENA CALZADA, JESUS.  
Estudios de la formación de tómbolos para el control de transporte litoral.  
TESIS, I.P.N.  
México, D.F. 1976
  
- DIRECCION GENERAL DE OBRAS MARITIMAS.  
Régimen de vientos en las Costas Mexicanas, Memorandum técnico Núm. XV.  
SECRETARIA DE MARINA.  
Departamento de Estudios y Laboratorios, Oficina de Navegación interior.  
México, D.F. 1976

- DIRECCION GENERAL DE OCEANOGRAFIA Y SEÑALAMIENTO  
MARITIMO.  
Compendio de Hidrografia -Segunda parte  
Secretaría de Marina  
México, D.F. 1974
  
- HERREJON DE LA TORRE LUIS.  
Estructuras Marítimas  
Editorial Limusa  
México, D.F. 1979
  
- HEYERDAHL, THOR et alt.  
Albatros, Enciclopedia del mar.  
Compañía Internacional Editora, S.A.  
Barcelona España 1980
  
- KRICK E. V.  
Introducción a la Ingeniería y al Diseño en Inge-  
niería.  
Editorial Limusa  
México, D.F. 1976
  
- SPRINGALL G. ROLANDO.  
Hidrología 1<sup>a</sup> parte.  
Instituto de Ingeniería UNAM.  
México, D.F. 1970.
  
- STREETER, VICTOR L. et alt.  
Mecánica de Fluidos  
Libros Mc. Graw-Hill de México  
México, D.F. 1979

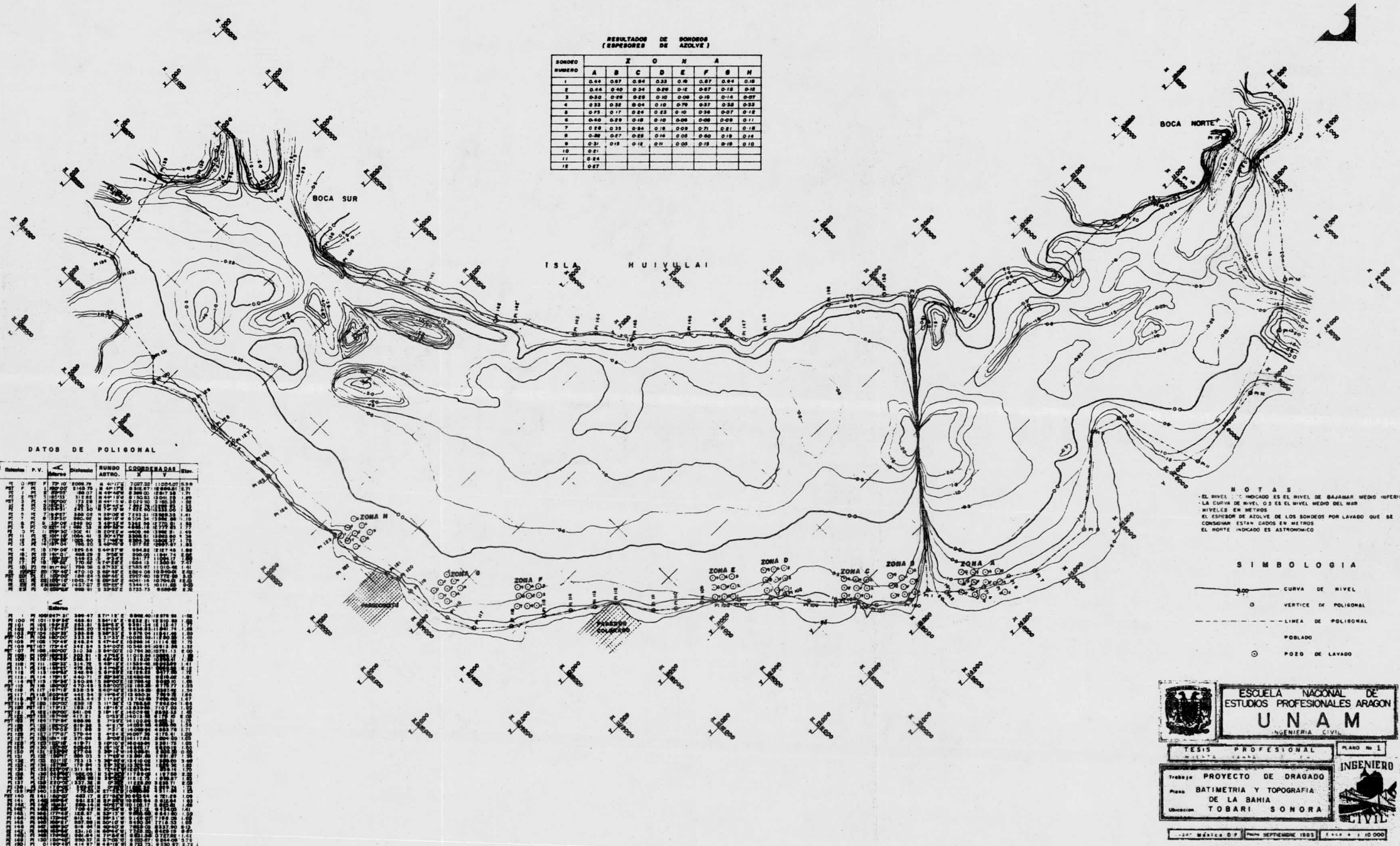


- TORRES HERRERA FRANCISCO.  
Obras Hidráulicas.  
Editorial Limusa  
México, D.F. 1980
- TOSCANO RICARDO.  
Métodos Topográficos  
Editorial Porrúa  
México, D.F. 1979
- SOTELO AVILA GILBERTO.  
Hidráulica General Volumen I y II.  
Editorial Limusa  
México, D.F. 1979.
- COMISION NACIONAL COORDINADORA DE PUERTOS.  
El Sistema Portuario Nacional  
Revista "Ingeniería Civil" Núm. 223 (enero-febrero)  
Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C.  
México, D.F. 1982
- COMITE DE LUCHA, E.S.I.A.  
Apuntes de Obras Portuarias.  
E.S.I.A. I.P.N.  
México, D.F. 1981
- FAIR, G.M. st. alt.  
Abastecimiento de Aguas y remoción de aguas  
residuales.  
Editorial Limusa.  
México, D.F. 1979

- GRANT CROSS, M.  
Oceanography, a view of the Carthprentice Hall,  
Inc.  
Englewood Clifffc, New Jersey 1977
  
- ORBE, A.  
Estudio Prospectivo Pesquero de las Lagunas  
litorales del Estado de Sinaloa-México.  
Dirección General de Acuacultura.  
Secretaria de Pesca  
México, D.F. 1980
  
- LOZANO CABO F.  
Oceanograffa, Biología Marina y Pesca Tomo I.  
Paraninfo, S.A.  
Madrid, España 1978.
  
- SECRETARIA DE PESCA  
Información general respecto a este proyecto.  
México, D.F. 1982.

RESULTADOS DE SONDEOS  
(ESPESORES DE AZOLVE)

SONDEO	Z O N A							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	0.44	0.67	0.34	0.23	0.18	0.27	0.34	0.18
2	0.44	0.40	0.24	0.26	0.12	0.27	0.18	0.12
3	0.20	0.28	0.28	0.10	0.09	0.10	0.16	0.07
4	0.23	0.22	0.04	0.10	0.79	0.27	0.28	0.23
5	0.75	0.17	0.24	0.22	0.10	0.24	0.07	0.12
6	0.40	0.29	0.18	0.10	0.08	0.09	0.09	0.11
7	0.28	0.35	0.24	0.18	0.02	0.71	0.21	0.18
8	0.22	0.27	0.22	0.16	0.02	0.20	0.19	0.16
9	0.21	0.19	0.12	0.11	0.02	0.19	0.18	0.19
10	0.21							
11	0.24							
12	0.27							



DATOS DE POLIGONAL

Estación	P.V.	Distancia	RUEDO ASTRO.	COORDENADAS	Dist.
1	170	1000.79	41°17'	7207.20	1000.07
2	171	1140.79	44°17'	8346.07	1000.07
3	172	1172.56	44°40'	9260.52	1000.07
4	173	1200.00	45°00'	9950.00	1000.00
5	174	1220.00	45°15'	10450.00	1000.00
6	175	1240.00	45°30'	11550.00	1000.00
7	176	1260.00	45°45'	12850.00	1000.00
8	177	1280.00	46°00'	14350.00	1000.00
9	178	1300.00	46°15'	16050.00	1000.00
10	179	1320.00	46°30'	17950.00	1000.00
11	180	1340.00	46°45'	20050.00	1000.00
12	181	1360.00	47°00'	22350.00	1000.00
13	182	1380.00	47°15'	24850.00	1000.00
14	183	1400.00	47°30'	27550.00	1000.00
15	184	1420.00	47°45'	30450.00	1000.00
16	185	1440.00	48°00'	33550.00	1000.00
17	186	1460.00	48°15'	36850.00	1000.00
18	187	1480.00	48°30'	40350.00	1000.00
19	188	1500.00	48°45'	44050.00	1000.00
20	189	1520.00	49°00'	47950.00	1000.00
21	190	1540.00	49°15'	52050.00	1000.00
22	191	1560.00	49°30'	56350.00	1000.00
23	192	1580.00	49°45'	60850.00	1000.00
24	193	1600.00	50°00'	65550.00	1000.00
25	194	1620.00	50°15'	70450.00	1000.00
26	195	1640.00	50°30'	75550.00	1000.00
27	196	1660.00	50°45'	80850.00	1000.00
28	197	1680.00	51°00'	86350.00	1000.00
29	198	1700.00	51°15'	92050.00	1000.00
30	199	1720.00	51°30'	97950.00	1000.00
31	200	1740.00	51°45'	104050.00	1000.00
32	201	1760.00	52°00'	110350.00	1000.00
33	202	1780.00	52°15'	116850.00	1000.00
34	203	1800.00	52°30'	123550.00	1000.00
35	204	1820.00	52°45'	130450.00	1000.00
36	205	1840.00	53°00'	137550.00	1000.00
37	206	1860.00	53°15'	144850.00	1000.00
38	207	1880.00	53°30'	152350.00	1000.00
39	208	1900.00	53°45'	160050.00	1000.00
40	209	1920.00	54°00'	167950.00	1000.00
41	210	1940.00	54°15'	176050.00	1000.00
42	211	1960.00	54°30'	184350.00	1000.00
43	212	1980.00	54°45'	192850.00	1000.00
44	213	2000.00	55°00'	201550.00	1000.00
45	214	2020.00	55°15'	210450.00	1000.00
46	215	2040.00	55°30'	219550.00	1000.00
47	216	2060.00	55°45'	228850.00	1000.00
48	217	2080.00	56°00'	238350.00	1000.00
49	218	2100.00	56°15'	248050.00	1000.00
50	219	2120.00	56°30'	257950.00	1000.00
51	220	2140.00	56°45'	268050.00	1000.00
52	221	2160.00	57°00'	278350.00	1000.00
53	222	2180.00	57°15'	288850.00	1000.00
54	223	2200.00	57°30'	299550.00	1000.00
55	224	2220.00	57°45'	310450.00	1000.00
56	225	2240.00	58°00'	321550.00	1000.00
57	226	2260.00	58°15'	332850.00	1000.00
58	227	2280.00	58°30'	344350.00	1000.00
59	228	2300.00	58°45'	356050.00	1000.00
60	229	2320.00	59°00'	367950.00	1000.00
61	230	2340.00	59°15'	380050.00	1000.00
62	231	2360.00	59°30'	392350.00	1000.00
63	232	2380.00	59°45'	404850.00	1000.00
64	233	2400.00	60°00'	417550.00	1000.00
65	234	2420.00	60°15'	430450.00	1000.00
66	235	2440.00	60°30'	443550.00	1000.00
67	236	2460.00	60°45'	456850.00	1000.00
68	237	2480.00	61°00'	470350.00	1000.00
69	238	2500.00	61°15'	484050.00	1000.00
70	239	2520.00	61°30'	497950.00	1000.00
71	240	2540.00	61°45'	512050.00	1000.00
72	241	2560.00	62°00'	526350.00	1000.00
73	242	2580.00	62°15'	540850.00	1000.00
74	243	2600.00	62°30'	555550.00	1000.00
75	244	2620.00	62°45'	570450.00	1000.00
76	245	2640.00	63°00'	585550.00	1000.00
77	246	2660.00	63°15'	600850.00	1000.00
78	247	2680.00	63°30'	616350.00	1000.00
79	248	2700.00	63°45'	632050.00	1000.00
80	249	2720.00	64°00'	647950.00	1000.00
81	250	2740.00	64°15'	664050.00	1000.00
82	251	2760.00	64°30'	680350.00	1000.00
83	252	2780.00	64°45'	696850.00	1000.00
84	253	2800.00	65°00'	713550.00	1000.00
85	254	2820.00	65°15'	730450.00	1000.00
86	255	2840.00	65°30'	747550.00	1000.00
87	256	2860.00	65°45'	764850.00	1000.00
88	257	2880.00	66°00'	782350.00	1000.00
89	258	2900.00	66°15'	800050.00	1000.00
90	259	2920.00	66°30'	817950.00	1000.00
91	260	2940.00	66°45'	836050.00	1000.00
92	261	2960.00	67°00'	854350.00	1000.00
93	262	2980.00	67°15'	872850.00	1000.00
94	263	3000.00	67°30'	891550.00	1000.00
95	264	3020.00	67°45'	910450.00	1000.00
96	265	3040.00	68°00'	929550.00	1000.00
97	266	3060.00	68°15'	948850.00	1000.00
98	267	3080.00	68°30'	968350.00	1000.00
99	268	3100.00	68°45'	988050.00	1000.00
100	269	3120.00	69°00'	1007950.00	1000.00

NOTAS  
 - EL NIVEL INDICADO ES EL NIVEL DE BAJAMAR MEDIO INFERIOR  
 - LA CURVA DE NIVEL 0.0 ES EL NIVEL MEDIO DEL MAR  
 - NIVELES EN METROS  
 - EL ESPESOR DE AZOLVE DE LOS SONDEOS POR LAVADO QUE SE CONSIGNAN ESTAN DADOS EN METROS  
 - EL NORTE INDICADO ES ASTRONÓMICO

SIMBOLOGIA  
 ——— CURVA DE NIVEL  
 ○ VERTICE DE POLIGONAL  
 - - - LINEA DE POLIGONAL  
 PUEBLO  
 ○ POZO DE LAVADO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
**UNAM**  
 INGENIERIA CIVIL

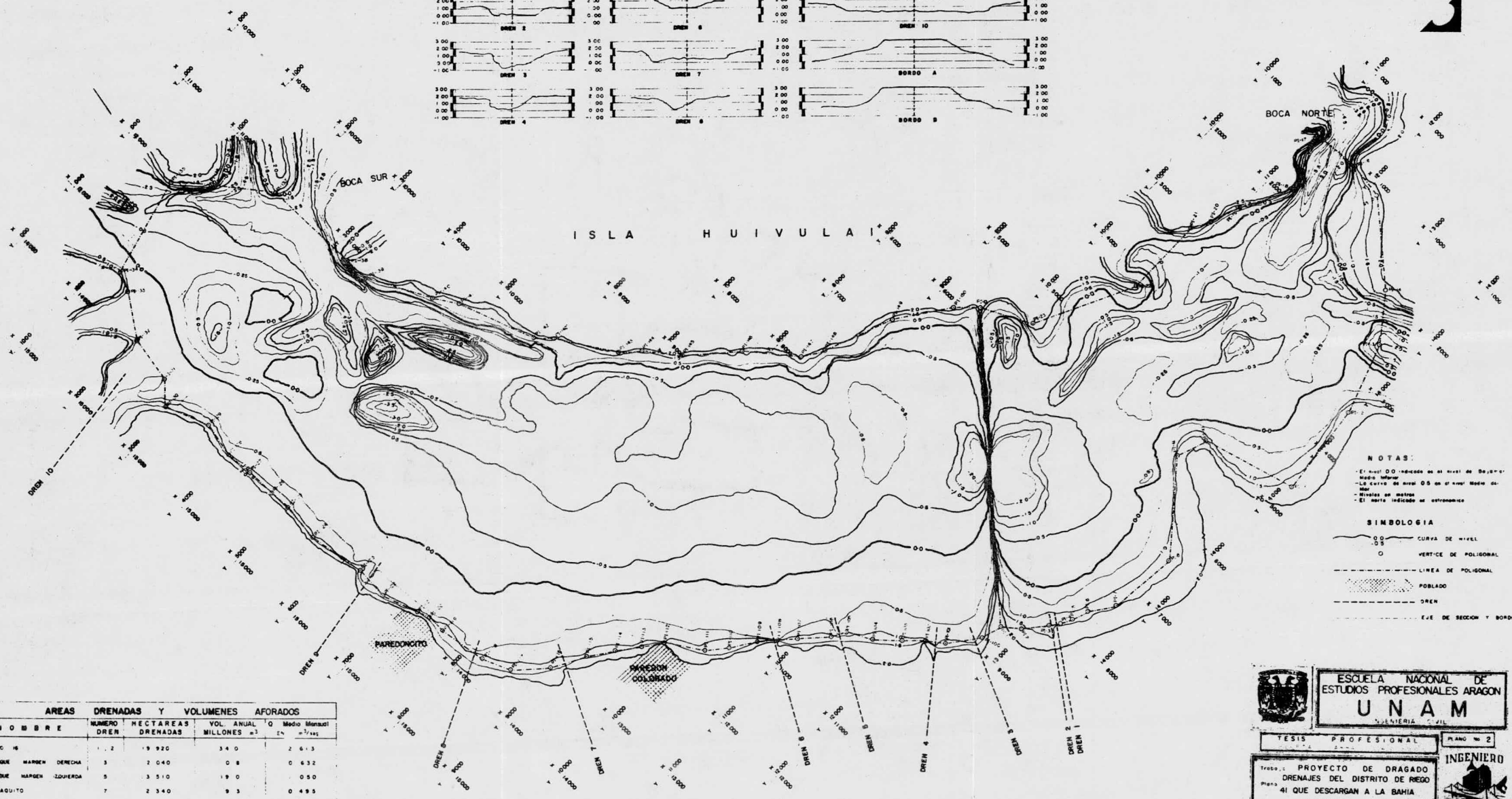
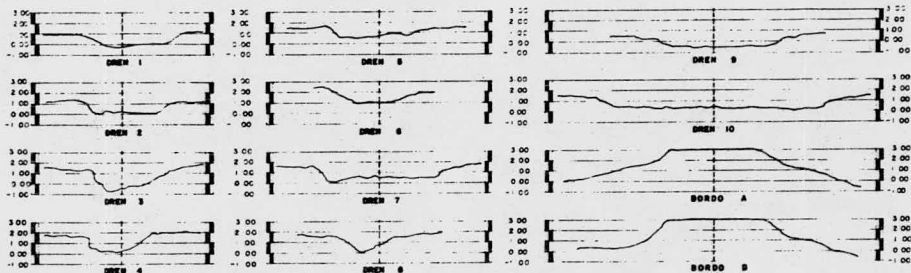
TESIS PROFESIONAL  
 PLANO No. 1

Título: PROYECTO DE DRAGADO  
 Plano: BATIMETRIA Y TOPOGRAFIA DE LA BAHIA DE LA BAHIA  
 Ubicación: TOBARI SONORA

INGENIERO CIVIL

México D.F. 1953

SECCIONES TRANSVERSALES DE DESCARGAS Y BORDO



NOTAS:  
 - El nivel 0.00 indicado es el nivel de Benjamín  
 - Nivel inferior  
 - La curva de nivel 0.00 es el nivel Medio de  
 - Mar  
 - Nivel de mallas  
 - El norte indicado es astronómico

SIMBOLOGIA  
 - CURVA DE NIVEL  
 - VERTICE DE POLIGONAL  
 - LINEA DE POLIGONAL  
 - POBLADO  
 - DREN  
 - EJE DE SECCION Y BORDO

AREAS DRENADAS Y VOLUMENES AFORADOS				
NOMBRE	NUMERO DREN	HECTAREAS DRENADAS	VOL. ANUAL MILLONES m <sup>3</sup>	Q Medio Mensual m <sup>3</sup> /seg
AMBUC H	1, 2	19 920	34 0	2 613
COZAHUAC MARGEN DERECHA	3	2 040	0 8	0 432
COZAHUAC MARGEN IZQUIERDA	5	3 310	19 0	0 50
COCOAQUITO	7	2 340	9 3	0 495
PRIMARIO TOBARI	8	900	2 8	0 210
CALLE 2 800	9	2 730	5 2	0 537

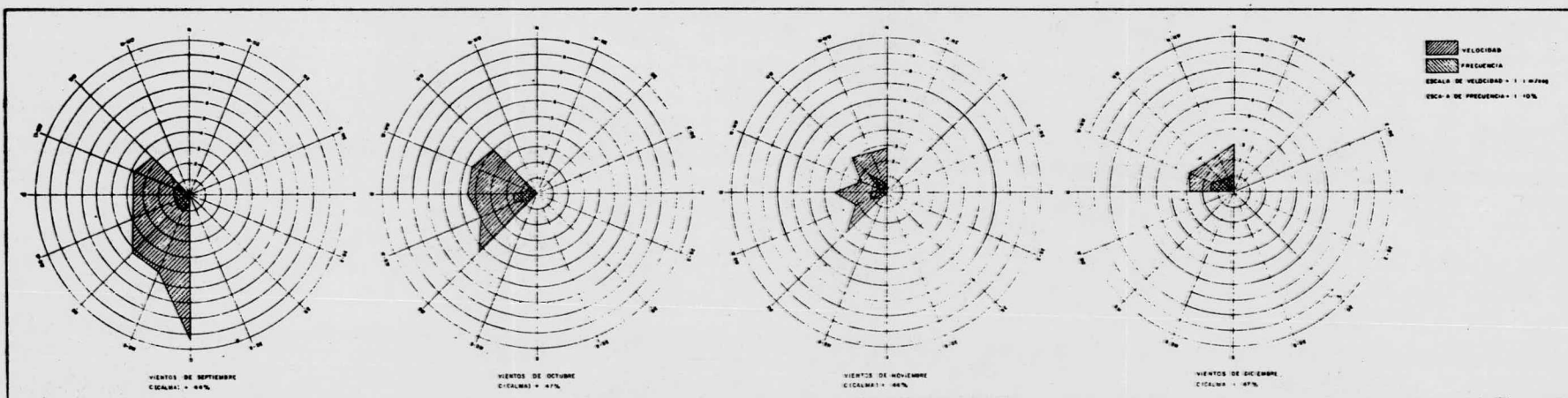
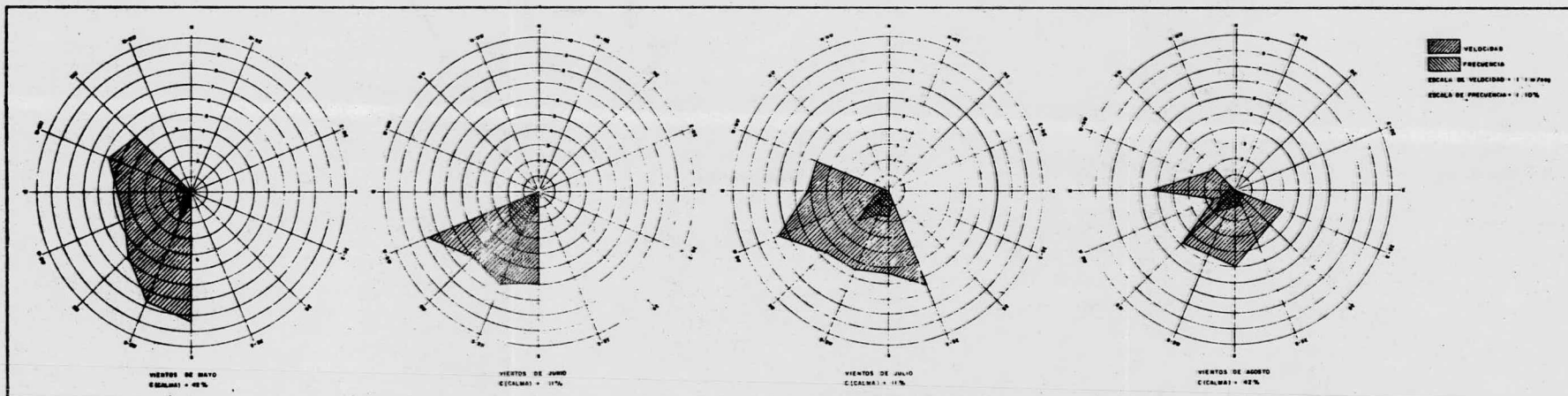
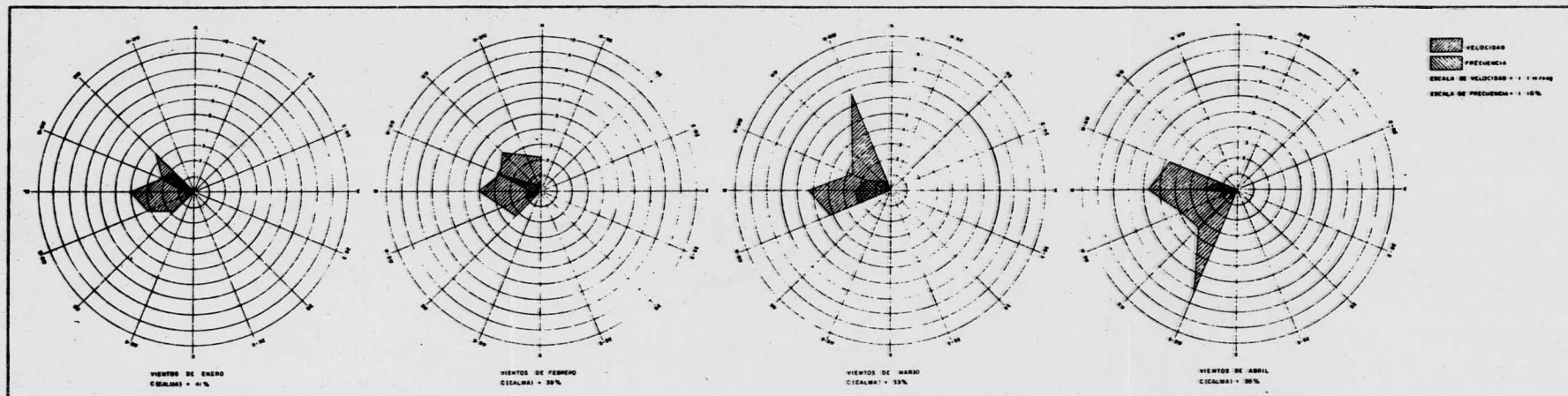


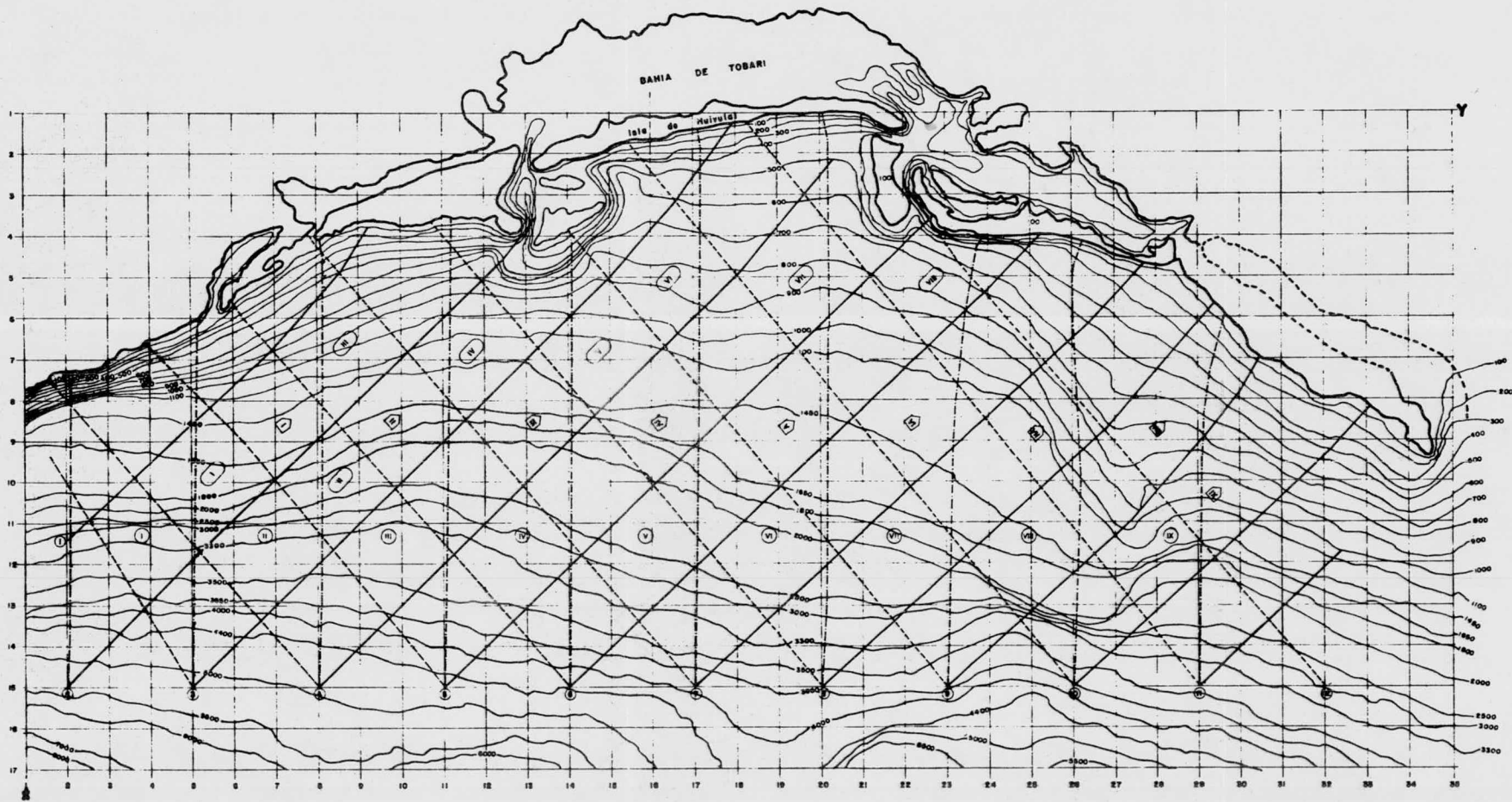
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**UNAM**  
INGENIERIA CIVIL

TESIS PROFESIONAL PLANO No 2

Trabajo: **PROYECTO DE DRAGADO DRENANES DEL DISTRITO DE REGO**  
Plano: **41 QUE DESCARGAN A LA BAHIA**  
Ubicación: **TOBARI SONORA**

MEXICO D.F. - 17 SEPTIEMBRE 1965 - 1:000 - 1:10 000






**SIMBOLOGIA**

- RAYOS DIRECCION SUR ---
- RAYOS DIRECCION OESTE ---
- RAYOS DIRECCION SUROESTE ---
  
- INICIO DEL RAYO ⊙
  
- CANAL SUR ⊙
- CANAL OESTE ⊙
- CANAL SUROESTE ⊙

**NOTAS:**  
 1.- PLANO OBTENIDO DE LA CARTA HIDROLOGICA DE LA SECRETARIA DE MARINA  
 2.- NIVEL D.O ES EL NIVEL MEDIO DEL MAR



**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**UNAM**  
INGENIERIA CIVIL

TESIS PROFESIONAL PLANO No 6

Trabajo **PROYECTO DE DRAGADO**

Plano **REFRACCION DE OLEAJE**

UBICACION **TOBARI SONORA**

**INGENIERO**

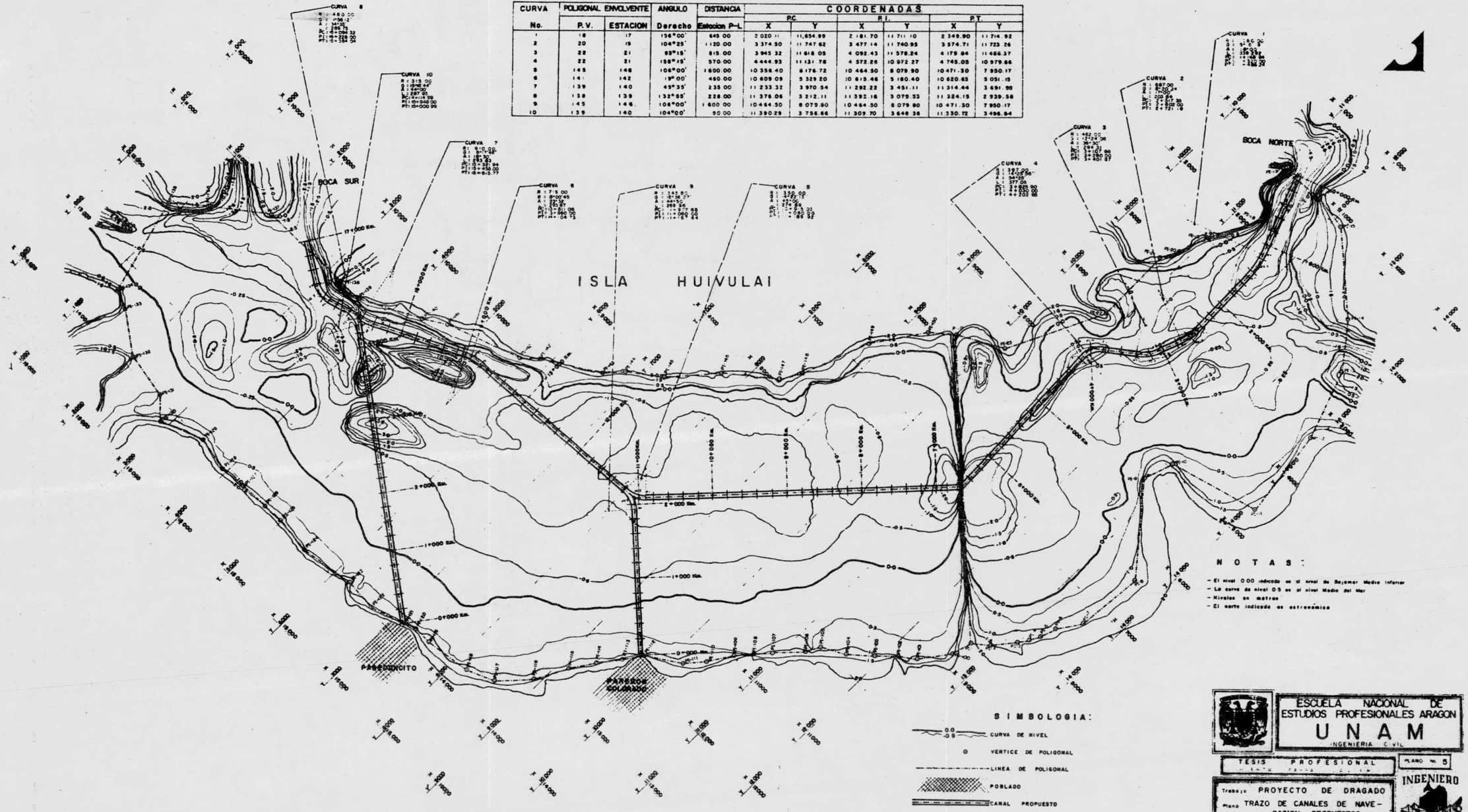


**CIVIL**

México D.F. | Septiembre 1983 | Escala 1:10 000

DATOS DE CANALES

CURVA	POLIGONAL ENVOLVENTE		ANGULO Derecho	DISTANCIA Estacion P-L	COORDENADAS					
	No.	P.V.			ESTACION	PC		X R.I.		Y
1	18	17	156°00'	645.00	2 020.11	11 654.99	2 181.70	11 711.10	2 349.90	11 714.92
2	20	19	104°25'	1 120.00	3 374.50	11 747.62	3 477.14	11 740.95	3 574.71	11 723.26
3	22	21	83°15'	815.00	3 945.32	11 618.05	4 092.43	11 579.24	4 179.84	11 466.37
4	22	21	158°15'	570.00	4 444.93	11 131.78	4 572.26	10 972.27	4 745.00	10 979.66
5	145	148	104°00'	1 800.00	10 336.40	8 176.72	10 464.50	8 079.90	10 471.30	7 950.17
6	141	142	197°00'	480.00	10 809.09	9 329.20	10 815.46	9 180.40	10 620.65	9 091.19
7	139	140	49°35'	235.00	11 233.32	3 970.54	11 282.22	3 451.11	11 514.44	3 491.90
8	138	139	132°55'	228.00	11 376.06	3 212.11	11 392.16	3 079.53	11 324.15	2 939.58
9	145	146	104°00'	1 800.00	10 464.50	8 079.90	10 464.50	8 079.90	10 471.30	7 950.17
10	139	140	104°00'	90.00	11 390.29	3 756.66	11 309.70	3 649.38	11 350.72	3 496.64



NOTAS:

- El nivel 0.00 indicado es el nivel de Bajamar. Marea inferior
- La curva de nivel 0.0 es el nivel medio del mar
- Niveles en metros
- El norte indicado es astronómico

SIMBOLOGIA:

- 0.0 — CURVA DE NIVEL
- VERTICE DE POLIGONAL
- LINEA DE POLIGONAL
- ▨ POBLADO
- CANAL PROPUESTO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON

**UNAM**

INGENIERIA CIVIL

TESIS PROFESIONAL

PLANO No 3

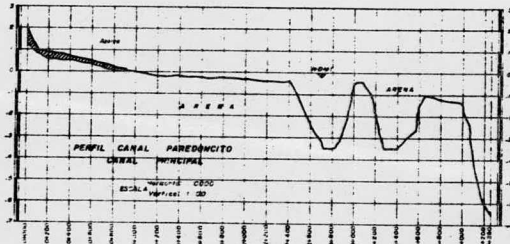
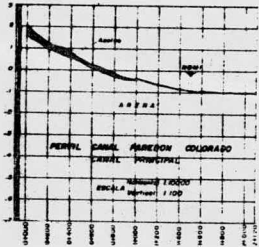
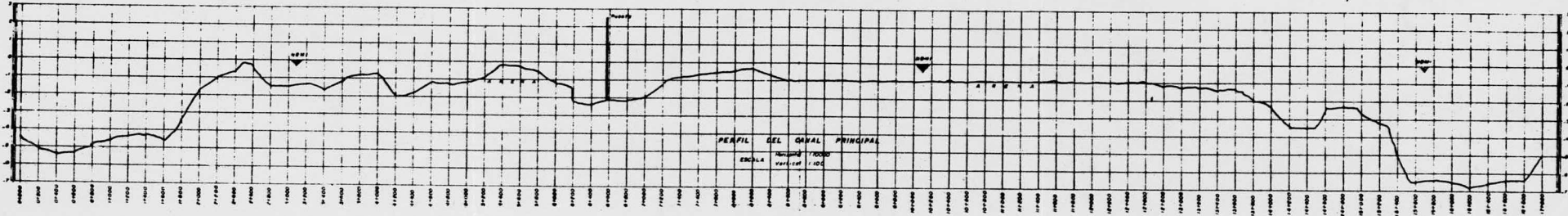
INGENIERO

Trabajo: PROYECTO DE DRAGADO

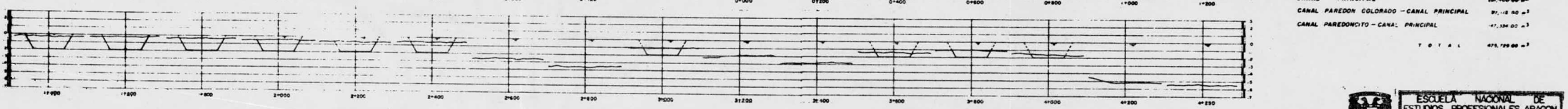
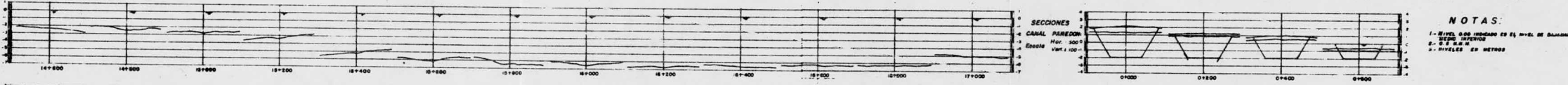
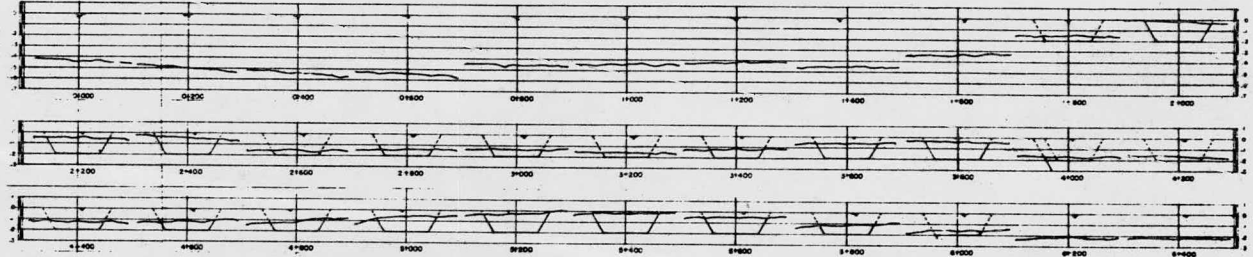
Plano: TRAZO DE CANALES DE NAVEGACION PROPUESTOS

Ubicación: TOBARI SONORA

México, D.F. Septiembre 1963



SECCIONES  
CANAL PRINCIPAL  
Escala: Horizontal 1:500, Vertical 1:100



SECCIONES  
CANAL PAREDON  
CITO  
Escala: Horizontal 1:500, Vertical 1:100



NOTAS:  
1.- NIVEL DEL MAREO EN EL NIVEL DE BARRAS  
2.- NIVEL DEL MAREO  
3.- NIVELES EN METROS

CANTIDADES DE OBRA POR DRAGADO

CANAL PRINCIPAL	26,100.00 m <sup>3</sup>
CANAL PAREDON COLORADO - CANAL PRINCIPAL	27,118.00 m <sup>3</sup>
CANAL PAREDONCITO - CANAL PRINCIPAL	17,130.00 m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>70,348.00 m<sup>3</sup></b>

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
**UNAM**  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

TESIS PROFESIONAL PLANO No. 6

PROYECTO DE DRAGADO  
PERFILES Y SECCIONES DE CANALES DE NAVEGACION PROPUESTOS  
TOBARÍ SONORA

INGENIERO CIVIL

MAR. 1957 SEPTEMBRE 1953 10 000