

2 ej. 14



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESTUDIO GEOLOGICO-MARINO DE LAS ALTERNATIVAS  
1 Y 5, PARA LA OBRA DE TOMA DE LA  
PLANTA TERMoeLECTRICA  
MANZANILLO; COLIMA, MEXICO**

**T E S I S**  
que para obtener el título de  
**INGENIERO GEOLOGO**  
p r e s e n t a :  
**JAIME R. VALLARINO GUZMAN**

México, D. F.

1979



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.

## C O N T E N I D O

RESUMEN

INTRODUCCION

GENERALIDADES

GEOMORFOLOGIA

BATIMETRIA

HIDROGRAFIA

MAREA

OLEAJE

CORRIENTES DE LITORAL

MARCO GEOLOGICO REGIONAL

SEDIMENTOLOGIA

CONCLUSIONES

AGRADECIMIENTOS

LITERATURA CITADA

APENDICE

## CONTENIDO

Figuras		Entre páginas
1a	Mapa de localización	1 y 2
1b	Mapa base y toponímico	2 y 3
2	Diagramas que indican la dirección de los vientos dominantes, dirección W-E	3 y 4
3	Diagramas que indican la dirección de los vientos dominantes, dirección E-W	3 y 4
4	Diagramas que indican la dirección de los vientos dominantes, dirección SW-NE	3 y 4
5	Diagramas que indican la dirección de los vientos dominantes, dirección SE-NW	3 y 4
6	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, agosto 1977	4 y 5
6a	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, agosto 1977	4 y 5
7	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, septiembre 1977	4 y 5
7a	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, septiembre 1977	4 y 5
8	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, octubre 1977	4 y 5
8a	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, octubre 1977	4 y 5
9	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, noviembre 1977	4 y 5
9a	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, noviembre 1977	4 y 5
10	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, diciembre 1977	4 y 5

## Figuras

10a	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, diciembre, 1977	4 y 5
11	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, enero, 1978	4 y 5
11a	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, enero, 1978	4 y 5
12	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, febrero, 1978	4 y 5
13	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, marzo, 1978	
13a	Gráfica que muestra la temperatura del agua lagunar y del ambiente, marzo, 1978	4 y 5
14	Perfil playero	16 y 17
15	Batimetría de la Laguna Cuyutlán	17 y 18
16	Batimetría de la Punta Ventanas	17 y 18
16a	Perfil batimétrico de Punta Ventanas	17 y 18
17	Batimetría de la Playa Campos	18 y 19
18	Perfil batimétrico de Playa Campos	18 y 19
19	Altura de ola significativa, agosto-septiembre, 1977	23 y 24
19a	Altura de ola significativa, agosto-septiembre, 1977	23 y 24
20	Altura de ola significativa, noviembre 1977	23 y 24
21	Altura de ola significativa, enero-febrero, 1978	23 y 24
21a	Altura de ola significativa, enero-febrero, 1978	23 y 24
22	Sección generalizada del movimiento lateral de las placas Americana y Cocos	34 y 35

## Figuras

23	Grupo textural establecido al correlacionar los parámetros granulométricos	38 y 39
24	Curva acumulativa de los sedimentos de playa	38 y 39
25	Curva acumulativa de los sedimentos fluviales	38 y 39
26	Curva acumulativa de los sedimentos fluviales	38 y 39
27	Perfil transversal del Río Cihuatlán	42 y 43
28	Perfil transversal del Río Armerfa	42 y 43
29	Curvas de frecuencia de los sedimentos de playa	43 y 44
30	Curvas de frecuencia de los sedimentos fluviales	43 y 44
31	Curvas de frecuencia de los sedimentos fluviales	43 y 44

## Anexos

1	Estudios petrográficos
2	Gráficas de registro mensual de Limnógrafo
3	Mapa litológico y toponímico (Fig. 1c)
4	Resultados de los análisis con el tubo de sedimentación.

## R E S U M E N

Se analizan las alternativas Ventanas y Campos, propuestas por el Instituto de Ingeniería, UNAM, a la Comisión Federal de Electricidad, para la construcción de las obras de toma y de descarga de la Planta Termoelectrica Manzanillo (Fig. 1a).

Se establecen las condiciones geológicas (estructura, litología) y dinámico-costeras (oleaje, marea, corrientes litorales) que, aunadas a los factores climatológicos (temperatura, viento, lluvia), favorecen la decisión para la construcción de la obra de toma en el área litoral denominada "Ventanas" y de la obra de descarga en la playa "Campos".

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

El proyecto de la construcción y operación de la Planta Termoelectrica Manzanillo, forma parte de un programa que la Comisión Federal de Electricidad ha desarrollado a partir del año de 1973. El Instituto de Ingeniería, UNAM, realizó en 1975 una serie de estudios hidrodinámicos para conocer el comportamiento hidrodinámico de la Laguna de Cuytlán y a la construcción de las obras de toma y descarga para dicha planta. De una serie de alternativas propuestas por el Instituto de Ingeniería, en el presente trabajo se analizan las alternativas: a) Ventanas como el sitio probable para la obra de toma y b) Campos como el lugar apropiado para la obra de descarga.

El objetivo de este trabajo es: 1) obtener la información hidrodinámica necesaria y geológica fundamental que permita conocer las características estructurales, litológicas y morfológicas para optar por las alternativas favorables para la construcción de las obras de toma y de descarga de la planta termoeléctrica en Manzanillo, Colima; y 2) - obtener el grado de Ingeniero Geólogo, mediante la elaboración de la tesis profesional respectiva, de acuerdo a los requerimientos de la Facultad de Ingeniería, UNAM.

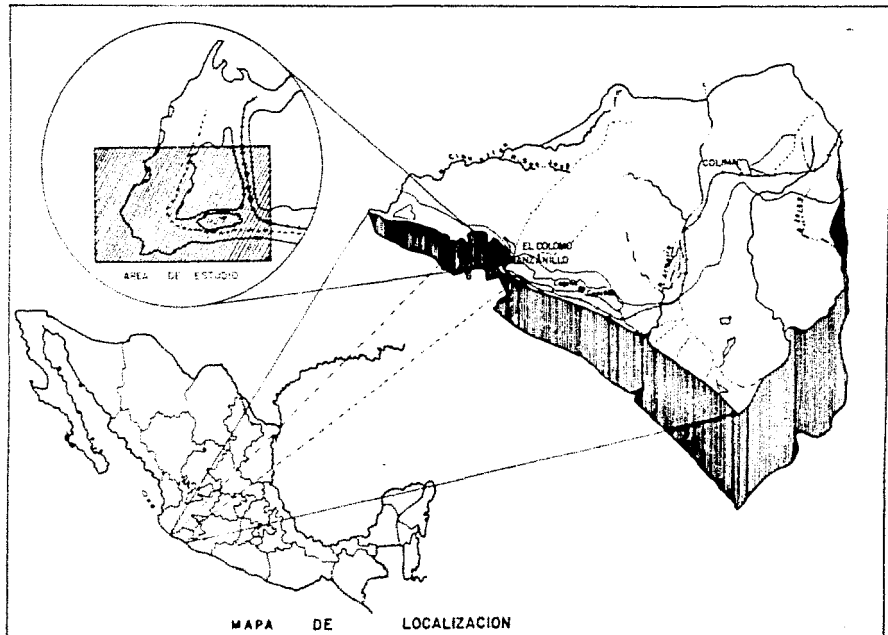
La información geológica e hidrodinámica del Estado de Colima es escasa; de los trabajos realizados se tiene, entre otros, a los del Instituto de Geología (1938, 1971, 1976) y los de la Secretaría de Marina, Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo (1973).

El Estado de Colima es citado o inferido dentro de un marco fisiográfico o morfológico, en los trabajos de Ordoñez (1936), Alvarez, Jr. - (1961), Guzmán y de Cserna (1964), Raisz (1964) y López Ramos (1974).

#### G E N E R A L I D A D E S

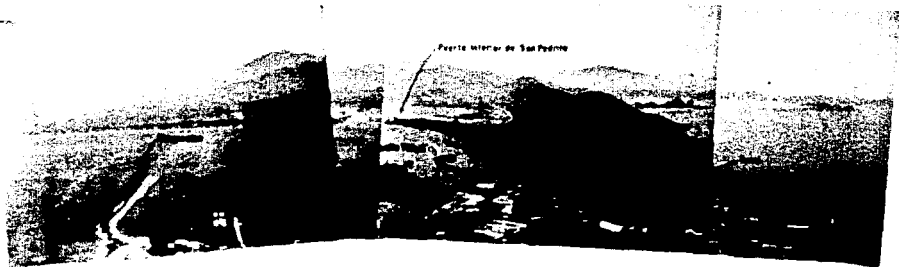
El área de estudio se localiza en el litoral del Océano Pacífico, entre las coordenadas 19°01', 19°05' de latitud N y 104°18', 104°20' de longitud W (Figs. 1a,b). La Bahía de Manzanillo, Colima, tiene como límites naturales a las puntas de Santiago y de Campos. Hacia el SSE - de la Bahía de Manzanillo se encuentra a la Laguna de Cuyutlán de - aproximadamente 3 km en su parte más ancha y de 35 km de largo, y esta separada del Océano Pacífico por una barrera litoral arenosa.





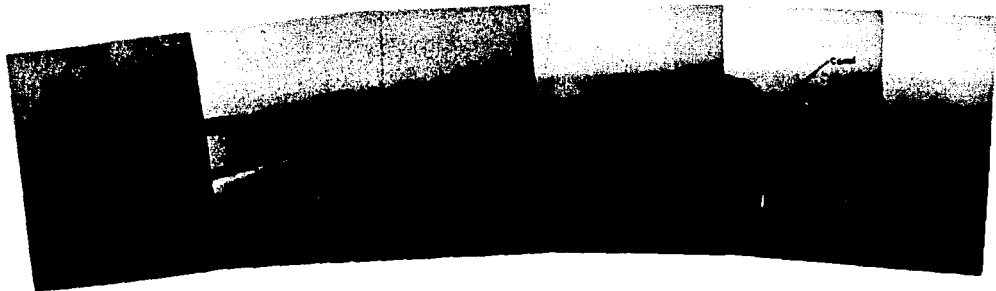
MAPA DE LOCALIZACION

FIGURA N° 1a



Puerto Interior de San Pedro

ROMPEOLAS, MUELLE DE PEMEX, MUELLE FISCAL, CANAL DE SAN PEDRITO Y BAHIA DE MANZANILLO A LA IZQUIERDA, VISTA PARCIAL DE LA LAGUNA GRANDE DE CUIYUTLAN A LA DERECHA.



LAGUNA CHICA, AL FONDO SE PUEDE APRECIAR LA P. T. MANZANILLO Y EL OCEANO PACIFICO

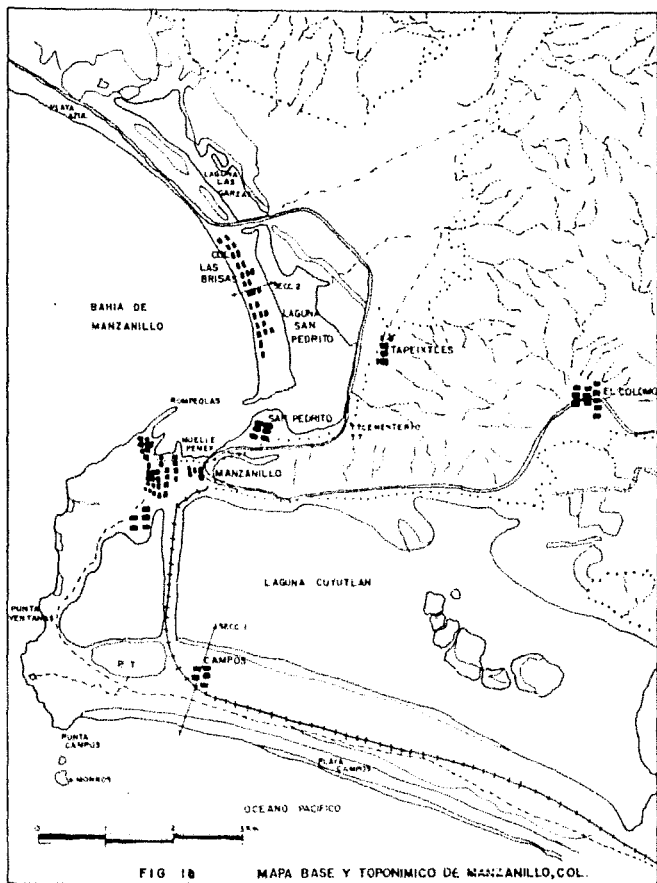


FIG 10 MAPA BASE Y TOPONIMICO DE MANZANILLO, COL.

104° 0'

104° 5'

104° 10'

19° 05'

19° 10'

19° 15'

19° 20'

19° 25'

Hacia el NW de la Bahía de Manzanillo, se localiza a la Bahía gemela de Santiago limitada, hacia el E, por la Punta Santiago y, al W, por la Punta Juluapan o Gorda y por la Laguna de Juluapan. La Bahía de Manzanillo limita hacia el E con la pequeña Laguna de San Pedrito.

Por su extensión en el país el Estado de Colima, con superficie aproximada de 5,455 km<sup>2</sup>, ocupa el vigésimo noveno lugar. Sus límites naturales son, al N y NW el Río Cihuatlán frontera con el Estado de Jalisco; al E y SE el Río Coahuayana que limita con el Estado de Michoacán; y al S y W el Océano Pacífico.

De acuerdo con la clasificación de Köppen (1936), modificada por García (1964), el clima de la región es tropical lluvioso, cálido subhúmedo con lluvias en verano, Aw<sub>0</sub>(w)i. La temperatura media anual es mayor o igual a los 22°C y durante el mes más frío la temperatura es mayor a los 18°C; las condiciones son isotermales con oscilación menor de 5°C. Los meses lluviosos son de junio a octubre, siendo septiembre el de mayor precipitación; la lluvia del mes más seco es menor a los 60 mm y el porcentaje de lluvia invernal oscila entre el 5 y el 10.2 % de la anual. El índice de humedad o de Lang (coeficiente P/T, Mohr y Van Bares, 1954) es menor de 43.2.

Los vientos dominantes proceden del W; la intensidad es mayor durante los meses de noviembre y diciembre, y menor a fines de septiembre y durante octubre (Figs. 2-5).

Son de importancia los vientos continentales procedentes del E; su intensidad es mayor en el mes de enero y menor durante el mes de agosto.

DIRECCION W-E

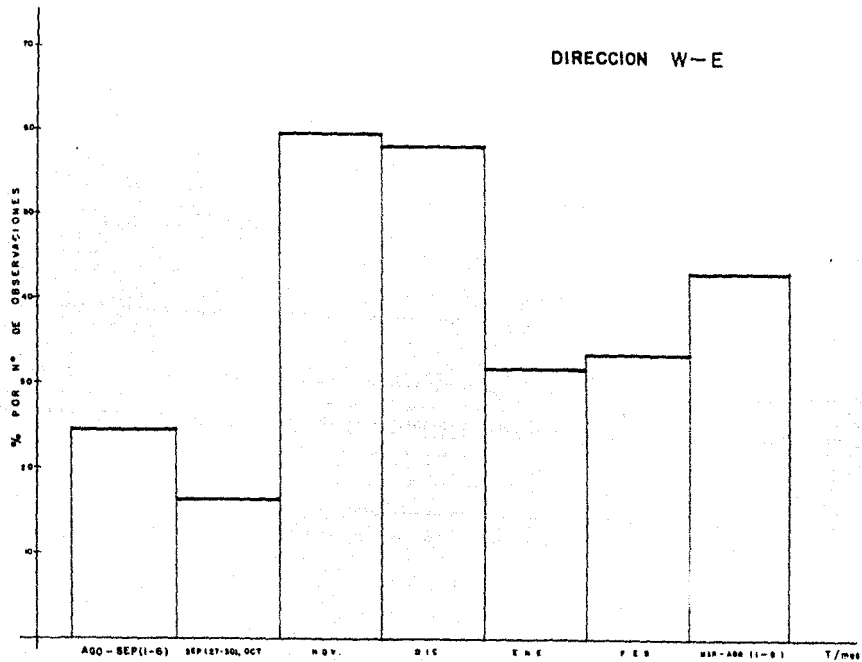


FIG. 2

DIRECCION E-W

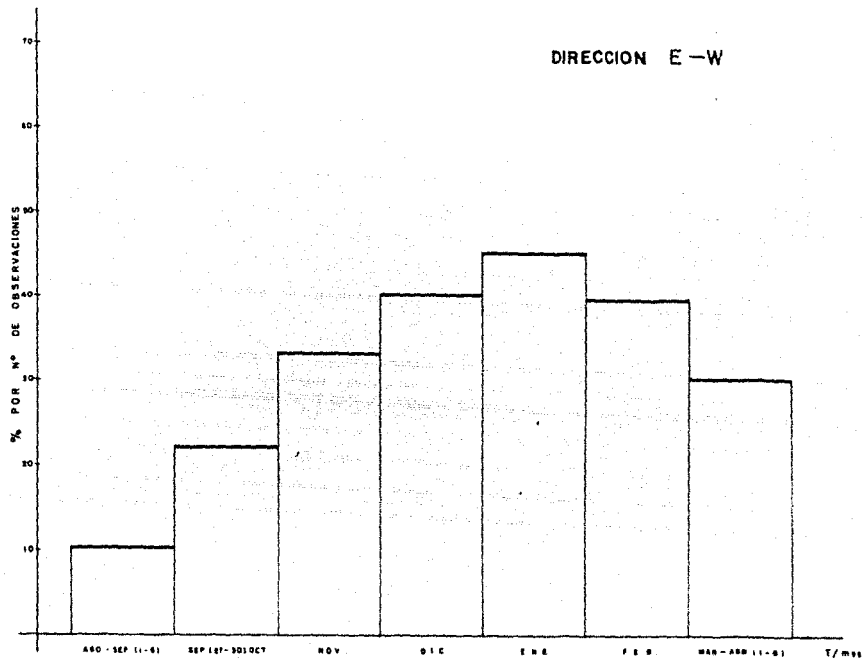


FIG. 3

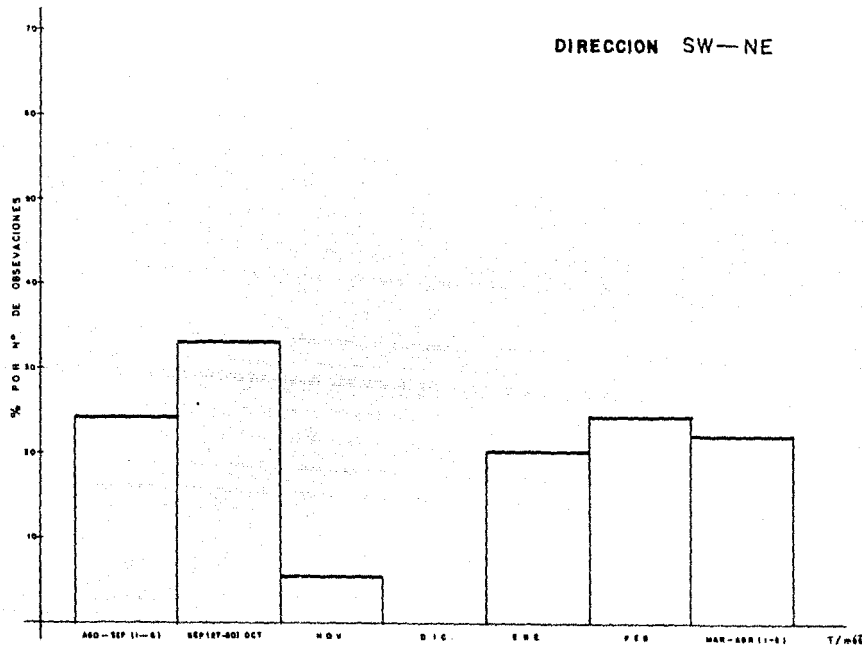


FIG. 4



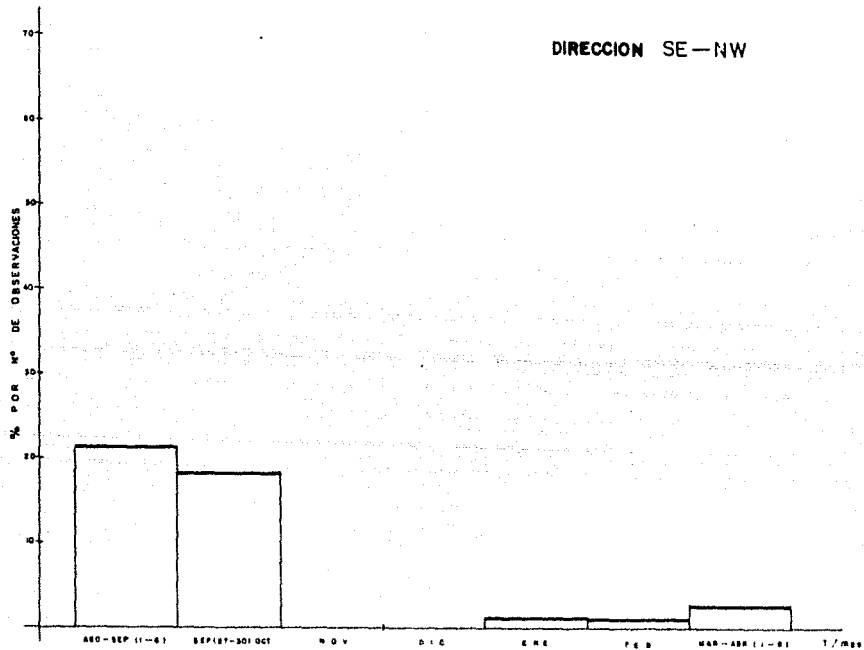


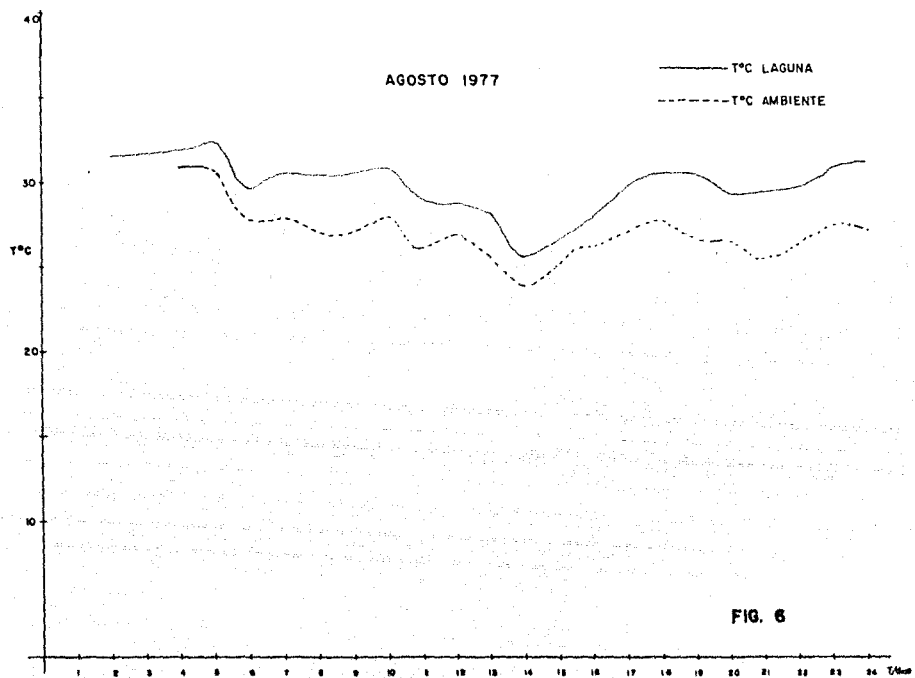
FIG. 5

La temperatura media anual del agua marina es de 27.09°C (Dirección General de Oceanografía, 1977), siendo marzo el mes de menor temperatura (24.1°C) y agosto el de mayor (29.7°C). La temperatura ambiente y la de la Laguna de Cuyutlán se midió directamente, con el uso de un termómetro de cubeta, con escala a cada 0.10°C (Figs. 6-13a).

La salinidad media anual del agua de mar es de 34.26 ‰ (Dirección General de Oceanografía, 1977).

En la clasificación de Provincias Bióticas propuesta por Tamayo (1962) el Estado de Colima está localizado en la provincia denominada BALSAS SUDPACIFIQUENSE; esta provincia comprende a las zonas central y baja del Valle del Río Balsas y a la Planicie Costera del Pacífico, comprendida desde la desembocadura del Río Santiago, Nayarit, hasta el Río Ometepec, Oaxaca. Incluye a las porciones surorientales de Nayarit, oriental de Jalisco, sur y suroriental de Michoacán, norte y sur de Guerrero y a gran parte del Estado de Colima, excepto en su parte nororiental.

Debido a la temperatura calurosa y a la escasa precipitación durante el año, esta provincia está cubierta casi en su totalidad, por sabanas; en el Valle de Tepalcatepec y en algunas zonas bajas del Valle del Balsas hay pequeñas extensiones de estepa. En esta provincia se incluye a la vegetación poco vigorosa del litoral y se exceptúa a la vegetación de las márgenes de las lagunas y de las cercanías a las de desembocaduras de los ríos; esta vegetación penetra poco a lo largo de la ribera de las corrientes. Algunos bosques de pequeña extensión se



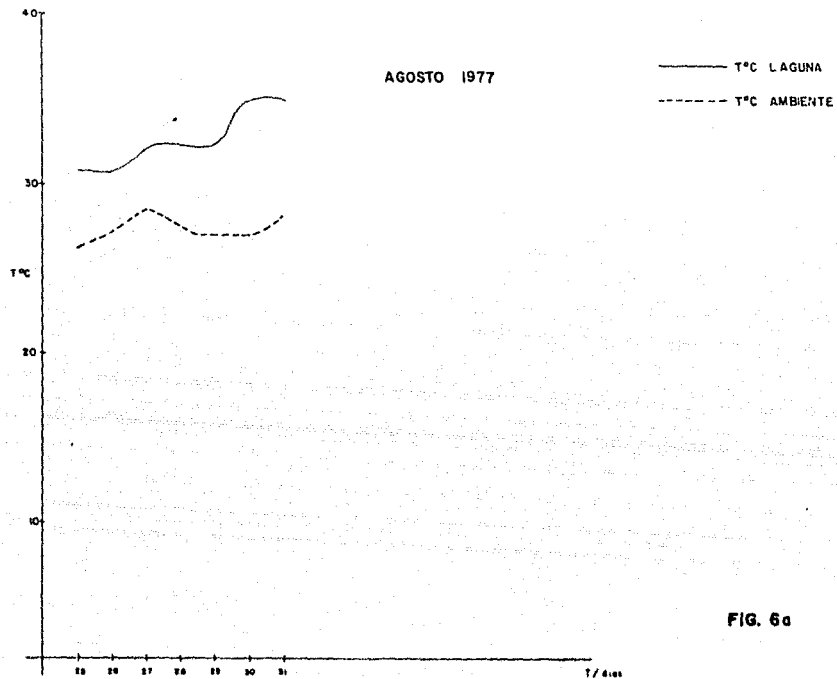


FIG. 6a

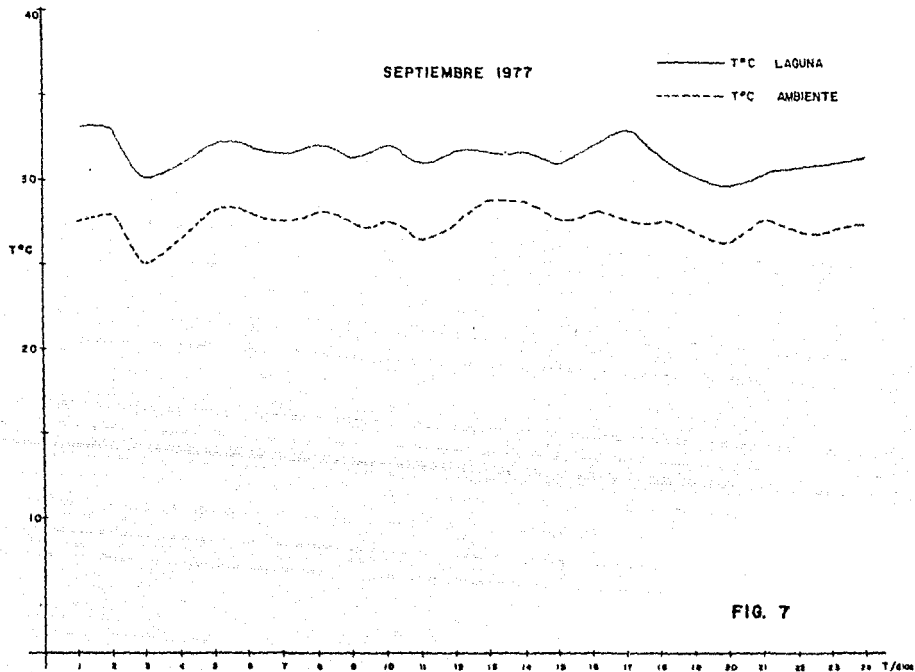


FIG. 7

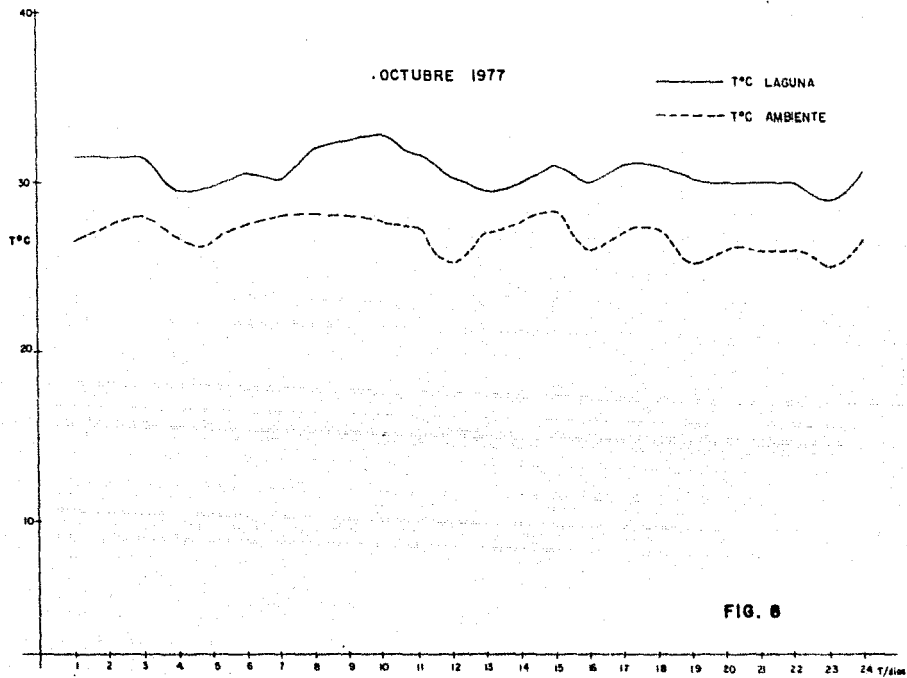


FIG. 8

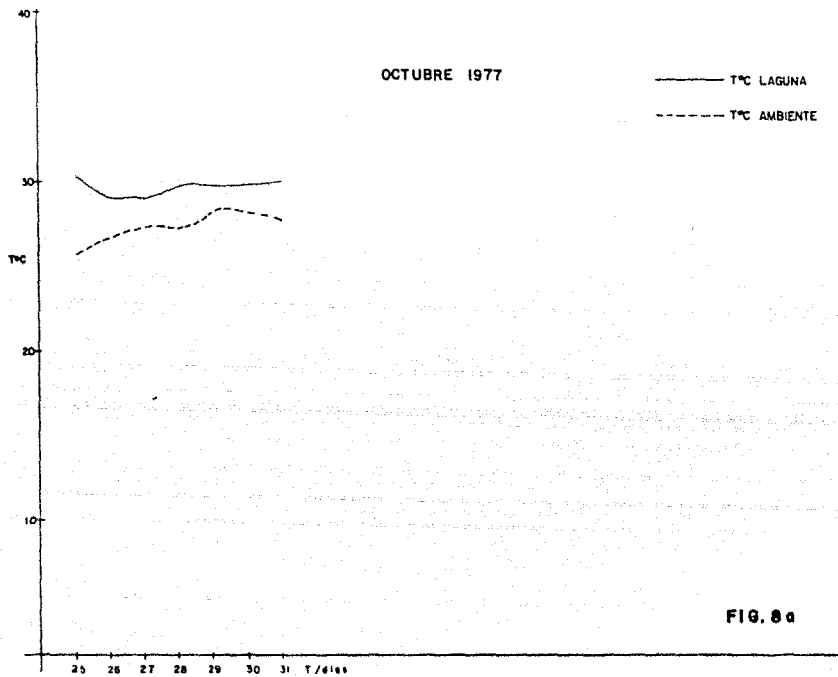
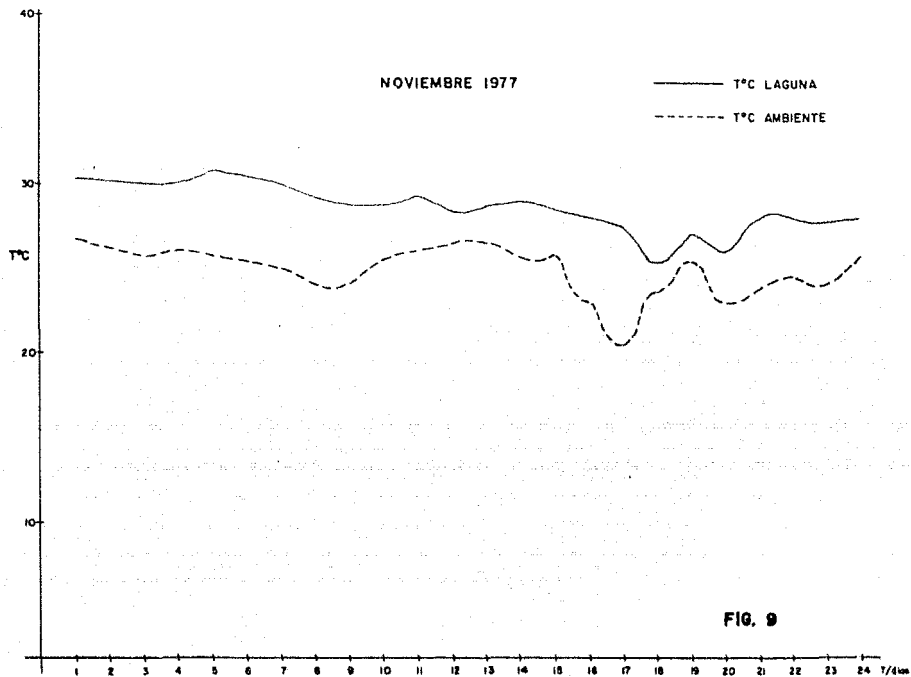


FIG. 8a





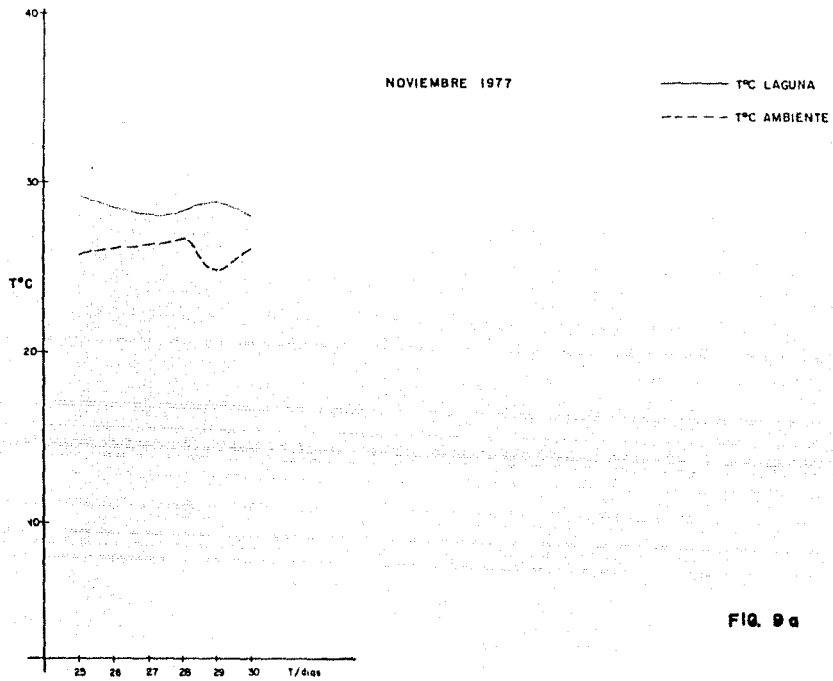


FIG. 9a

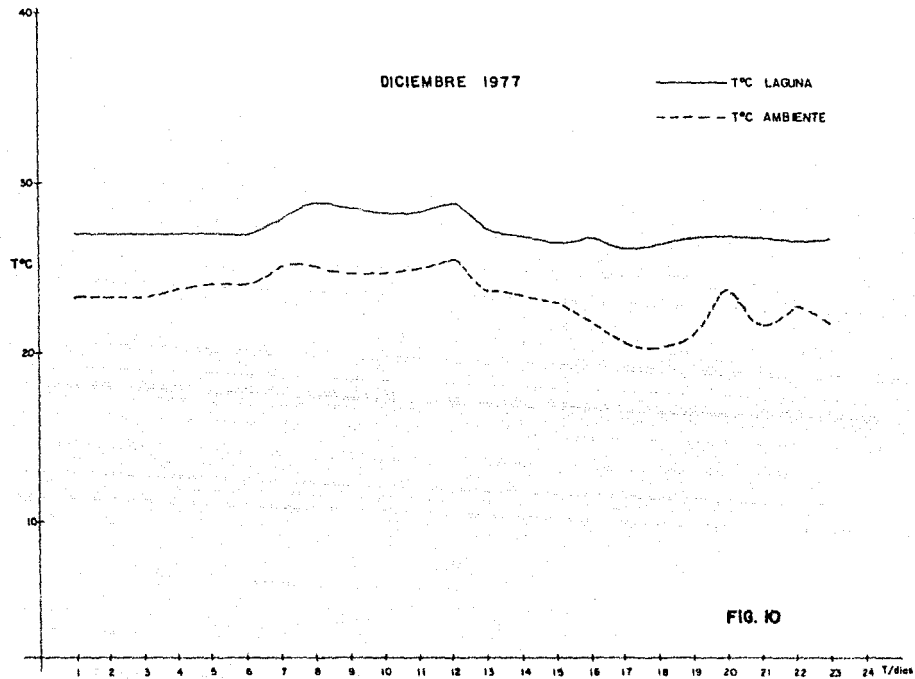


FIG. 10

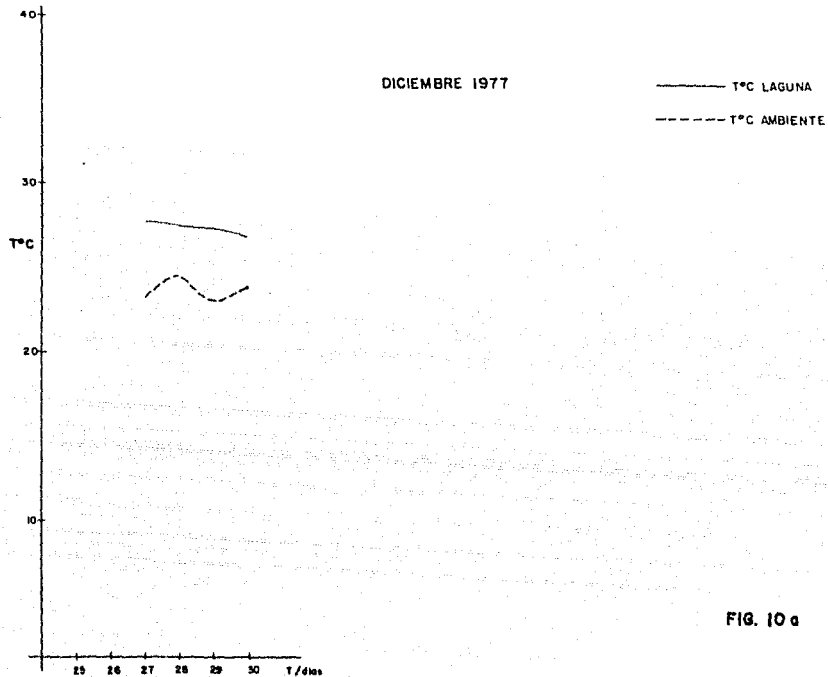


FIG. 10 a

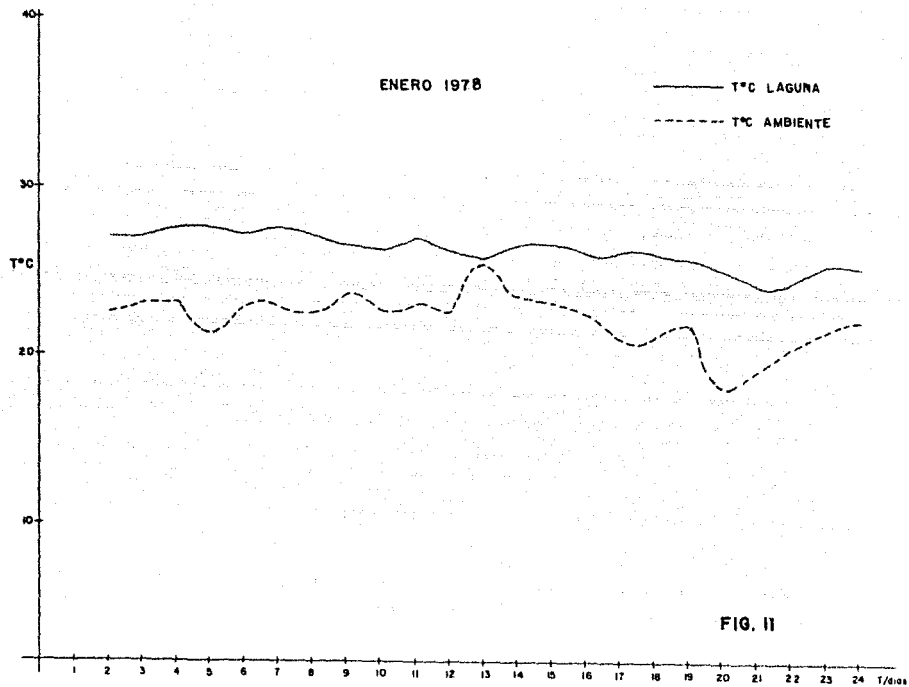


FIG. II

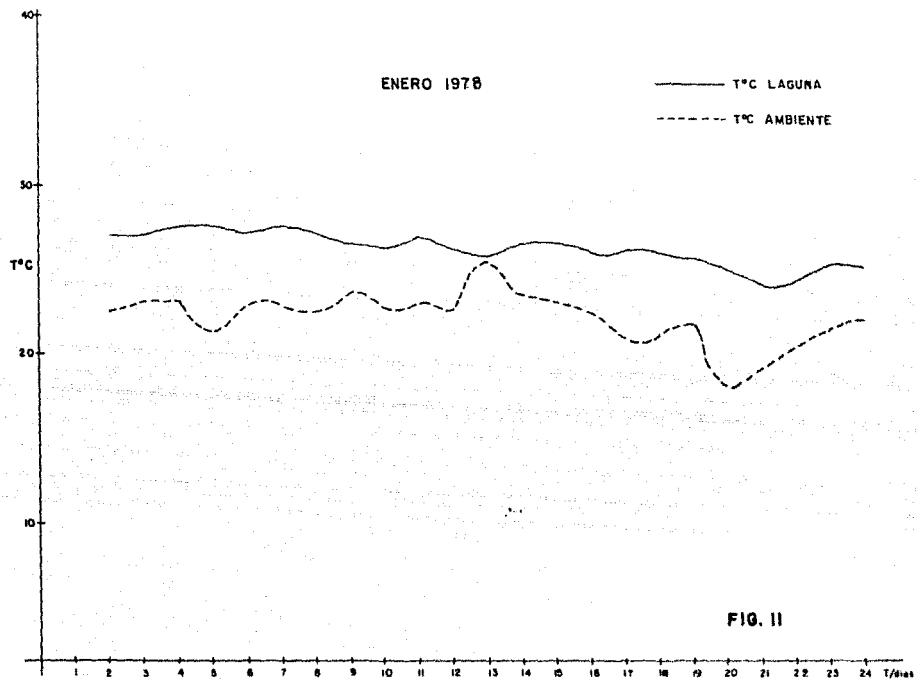


FIG. 11

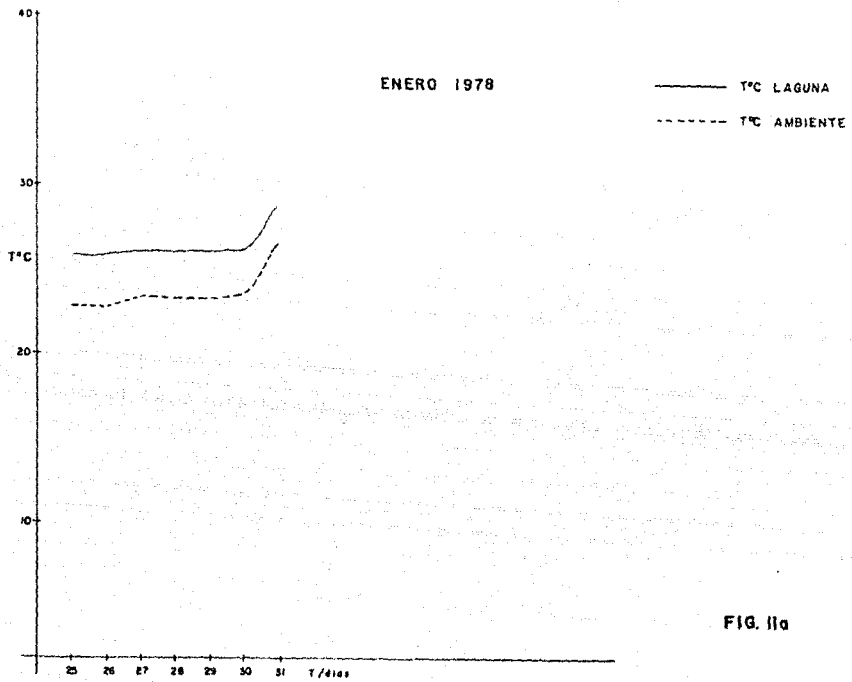


FIG. IIa

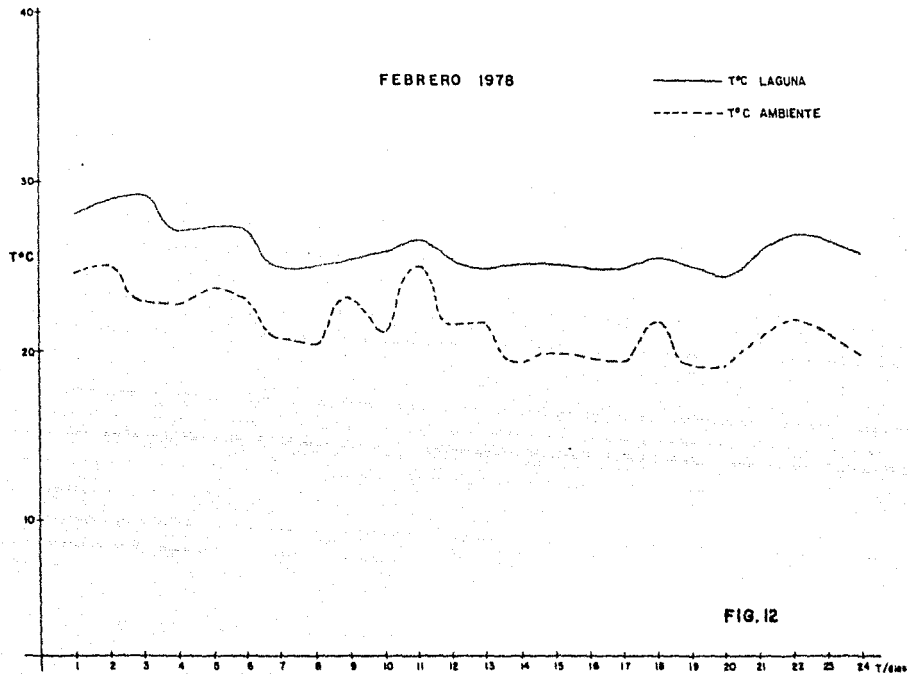


FIG. 12

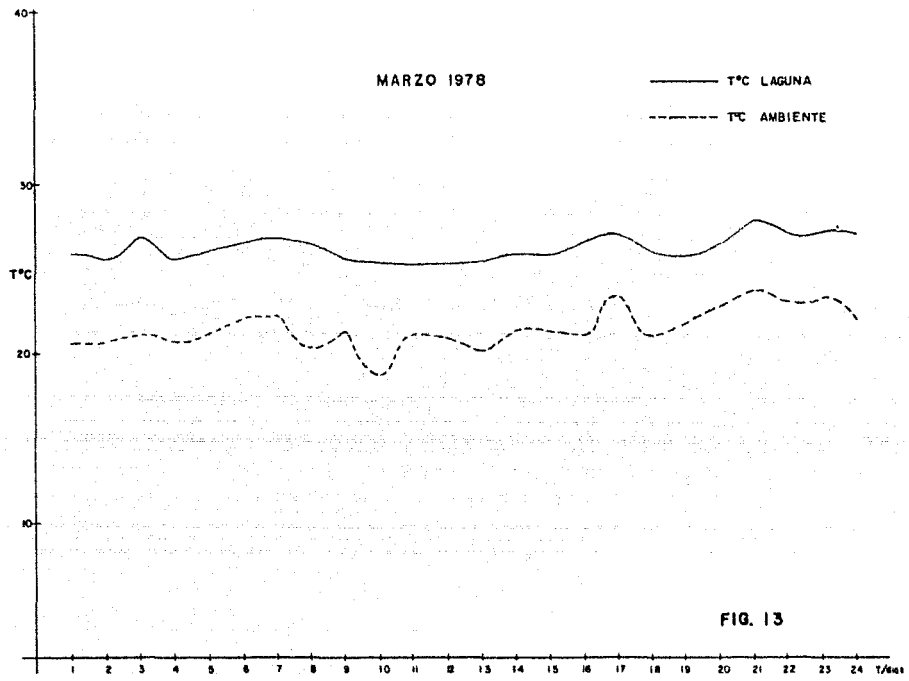


FIG. 13



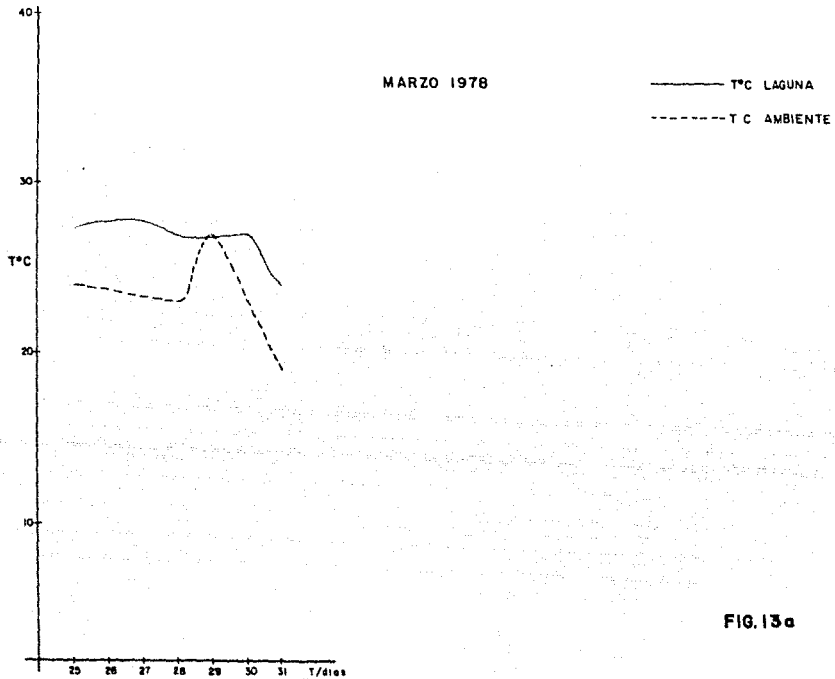


FIG. 13a

presentan en el límite con la Sierra Madre del Sur y en las laderas norte de las serranías costeras y a lo largo de los valles.

La flora en esta área es muy variada; las plantas más destacadas son:

<u>Nombre Común</u>	<u>Nombre Científico</u>
Cedro	<u>Cedrela mexicana</u>
Pochote	<u>Eriodendron occidentale</u>
Palo del Brasil	<u>Haemotoxylon boreale</u>
Colorín	<u>Erythrina corallodendron</u>
Palo bobo	<u>Ipomoea murucoides</u>
Palma de coco	<u>Cocos nucifera</u>
Plátano de flor	<u>Heliconia bihai</u>
Mangle	<u>Rhizophora mangle</u>

La fauna característica de esta provincia, está representada por los siguientes: A. Mamíferos

<u>Nombre Común</u>	<u>Nombre Científico</u>
Murciélago	<u>Noctilio leporinus</u> <u>mexicanus</u>
Martucha	<u>Potos flavus querrerensis</u>
Mapache	<u>Procyon lotor</u>
Tigrillo	<u>Felis pardalis nelsoni</u>
Ardilla	<u>Otospermophilus annulatus</u> <u>annulatus</u>
Cuiniquis	<u>Otospermophilus adocetus</u>
Tuza	<u>Pappogeomys bulleri</u>
Tuza	<u>Orthogeomys grandis</u>
Rata espinosa	<u>Hodomys alleni alleni</u>
Rata magdalena	<u>Xenomys nelsoni</u>
Jabalí	<u>Tayassu pecari</u>
Zorrillo	<u>Mephitis mephitis</u>

La variedad de aves en esta zona es abundante en especies, así como en colorido. Se tiene las siguientes aves:

<u>Nombre Común</u>	<u>Nombre Científico</u>
Codorniz nayarita	<u>Lophortyx douglasii</u> <u>impedita</u>

<u>Nombre Común</u>	<u>Nombre Científico</u>
Quequex de San Blas	<u>Cissilopha San Blasiana</u> <u>nelsoni</u>
Tanagra hormiguera rosada	<u>Habia rubica rosea</u>
Agujilla parda de islas marías	<u>Buteo jaicensis fumosus</u>
Quebrantahuesos de islas marías	<u>Polyborus cheriway pallidus</u>
Rascón piduco nayarita	<u>Rallus longirostris</u> <u>nayaritensis</u>
Catarina de islas marías	<u>Forpus cyanopygius insularis</u>
Cotorra cabeza amarilla de islas marías	<u>Amazona ochrocephala</u>
Pochocuete de islas marías chuparrosa de Lawrence	<u>Cyananthus latirostris</u>
Carpintero	<u>Dendrocopos scalaris</u>
Degollado de islas marías	<u>Platysaris aqlalae</u> <u>insularis</u>
Saltapared reyesuelo del tular	<u>Thryothorus felix</u>
Mulato de islas marías	<u>Melanotis caerulescens</u> <u>longirostris</u>
Primavera chivillo de islas marías	<u>Turdus rufo palliatus</u>
Jilguero	<u>Myadestes obscurus</u> <u>insularis</u>
Vireo de forrer	<u>Vireo virescens</u>
Rosillo de islas marías	<u>Granatellus venustus</u> <u>francescae</u>
Calandria de fuego	<u>Icterus postulated</u>
Camínero de islas marías	<u>Piranga bidentata flammea</u>
Cardenal de islas marías	<u>Richmondena cardinales</u> <u>marlae</u>
Cerquero colimense	<u>Atimophila humeralis</u> <u>asticta</u>

La información anterior fue obtenida durante las investigaciones de campo, de Tamayo (1962), Ramírez (1902), Sharpe (1900) y Walker (1964).

De acuerdo con Falcón y García (1974), en el Estado de Colima se tienen los siguientes tipos de suelos: a) Litosol; b) Regosol; c) Gleysol; d) Suelos derivados de cenizas volcánicas; e) Aridisoles; f) Oxl

soles, Laterfíticos y g) Aluviales, Fluviales.

La agricultura en este estado es de temporal o de riego (para lo que se utiliza el gasto de los ríos o arroyos de Cihuatlán, Coahuzyana, - Amela, Tecuanillo-Alcuzahue y Peñitas). La producción agrícola comprende, principalmente los siguientes productos: palma de coco (copra), limón (primer productor del país), plátano, maíz, caña de azúcar, - ajonjolí, arroz, papaya, tamarindo, chile verde, frijol, sorgo, coqui to de aceite, mango, aguacate y lechuga.

Debido a que Colima dispone de pocas extensiones de pastos, la ganadería no ha tenido un gran desarrollo. Cuenta con ganado bovino fino, porcino, caballar, caprino, ovino, asnal y mular.

En lo relacionado con la explotación forestal, según Falcón y García (1974), las especies principales son: cedro rojo, amapa, pino, encino, parota, y varias especies corrientes de tipo tropical; así como coqui to de aceite y palma real.

La producción pesquera no es tan buena como debiera, aún cuando en condiciones naturales es abundante. Las especies principales que se obtienen son: tortuga, huachinango, lisa, pargo, mojarra, camarón, sierra, cazón, langostino y ronco. Deberá dársele una mayor proyección a la pesca en el estado.

La capacidad total de energía eléctrica instalada en el estado es de 13,000 kw; las plantas principales, de combustión interna, son El Progreso, 4,480 kw, Tecomán, 4,582 kw y el Colomo, 3,100 kw. Las locali

dades que tienen energía eléctrica son 75 y los habitantes beneficiados son 202,950 (Falcón y García, 1974). Los datos anteriores no incluyen a la Planta Termoeléctrica de Manzanillo, cuya capacidad será de 1,200 Mw, distribuidos de la siguiente forma: a) primera fase, 2 - unidades de 300 Mw cada una; b) segunda fase, 2 unidades más de 300 - Mw cada una. Las fechas estimadas para la operación comercial de fase 1 de la planta son: U-2, febrero de 1981; y U-1, agosto de 1982. - Aún no se determina la fecha de operación comercial para la fase 2.

En el Estado de Colima la red de comunicaciones se considera buena; - comprende al ferrocarril México-Guadalajara-Manzanillo y a las carreteras interestatales pavimentadas, Colima, Col. - Guadalajara, Jal. - Jiquilpan, Mich., que comunica a la entidad con el resto del país y - Colima, Col. - Manzanillo, Col. - Barra de Navidad, Jal., además se - tiene a las carreteras estatales que unen a las poblaciones de Tecomán - Cerro de Ortega - Boca de Pascuales y Comala - Estación Alzadaxtlahuacán. Se cuenta con aeropuertos en las ciudades de Colima y - Manzanillo y aeródromos en Minatitlán y en Tecomán, con los que se establece comunicación aérea con las ciudades de México o Guadalajara y con el resto del país o el extranjero.

El transporte marítimo del Estado de Colima se realiza mediante el - puerto de Manzanillo.

En Colima las industrias son de tipo extractivo y de transformación. - La industria extractiva cuenta con el Consorcio Minero Benito Juárez (Peña Colorada), que es uno de los yacimientos de hierro más ricos - del país. Estos yacimientos serán explotados, para la producción de

acero por SICARSA (Siderúrgica Lázaro Cárdenas, S. A.). En la entidad existen yacimientos de hierro en el municipio de Villa de Alvarez (Mesa del Hierro) y el "Hierro" en Coquimatlán. Hay también salinas en El Real, Los Pascuales, El Ciruelo, Colomos, etc., localizadas en la región costera de Cuyutlán.

La industria de transformación cuenta con la planta de extracción de Aceite Esencial de Limón y con las industrias azucarera y de beneficio del coco (fabricación de jabones, por ejemplo); de menor importancia son las empresas beneficiadoras de arroz, de elaboración de refrescos y de aguas gaseosas y las industrias alimenticias.

Como fuente de trabajo habrá que agregar, a este conjunto de industrias, la Planta Termoeléctrica de Manzanillo, la que aún en etapa de construcción, es una importante fuente de trabajo.

En el marco histórico y político del país, el actual Estado de Colima se pronuncia como territorio en el año de 1846; pero fue hasta el año de 1857 cuando surgió como estado libre y soberano junto con la Constitución Política del mismo año. La división administrativa del estado, comprende 10 municipios y 590 localidades.

#### MÉTODOS DE TRABAJO

Estos métodos comprenden el trabajo de gabinete, de laboratorio y de campo. A continuación se hace una breve descripción de cada uno de ellos.

#### DE GABINETE

Compilación de la Información topográfica, geológica y fotográfica - existente del área; estudio estereoscópico de fotografías aéreas verticales escala 1: 20 000 y elaboración del fotomosaico geológico y - del mapa base respectivo; procesado e Interpretación de la Informa--- ción obtenida durante el trabajo de campo: del oleaje, del viento, de la temperatura, del agua de las modificaciones en el nivel de la Laguna de Cuyutlán (en la porción llamada Laguna Chica), de las corrientes de litoral, de las secciones playeras, de los sedimentos (parámetros granulométricos estadísticos), de las rocas (estudios petrográficos). Así como la elaboración de mapas, revelado de material fotográfico y la consulta bibliográfica complementaria e Integración de la - información.

#### DE LABORATORIO

El método de laboratorio comprende la preparación y análisis textural de las muestras obtenidas, de acuerdo a la secuela siguiente:

##### a) Preparación:

- 1) Tratamiento con agua oxigenada al 10%, con el fin de suprimir la materia orgánica.
- 2) Lavado con agua destilada, por succión a través de filtros milipore C-3, para eliminar las sales disueltas.
- 3) Lavado por succión con una solución de carbonato y oxalato de sodio (agentes peptizadores), utilizando los mismos filtros.
- 4) Lavado a través de un tamiz U.S. Standard 230, con abertura - de malla de 0.0625 mm, utilizando peptizador.

b) Análisis mecánico:

- 1) La fracción arenosa retenida en el tamiz 230, fue analizada en el tubo de sedimentación, según el proceso descrito por Emery (1938).
- 2) La fracción limo-arcillosa, que pasó a través del tamiz 230, fue analizada usando el método de pipeteo descrito por Krumbein (1932).
- 3) Se calcularon los porcentajes acumulativos y se construyeron curvas de granulometría utilizando papel de probabilidades.
- 4) Se determinaron los parámetros granulométricos, de acuerdo al criterio sugerido por Inman y Chamberlain (1955) y Folk (1965).
- 5) Se empleó la relación entre el diámetro medio y los coeficientes de clasificación y asimetría, como criterio para distinguir grupos de sedimentos, de acuerdo con Inman (1952).
- 6) Con las curvas de granulometría acumulativa, se procedió al análisis modal, según el criterio de Curray (1960).

c) Análisis mineralógico de la fracción ligera:

El análisis mineralógico de la fracción ligera fue realizado de acuerdo al método empleado por los investigadores del Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

Comprende los siguientes pasos:

- 1) La muestra de arena se somete a la acción de los vapores del ácido fluorhídrico, durante un período aproximado de 5 minutos. Se lava con agua destilada.
- 2) Al microscopio se observa si hay o no corrosión de los feldespatos.
- 3) Se agrega cobaltinitrito de sodio, luego se lava y se deja secar a la intemperie; los feldespatos potásicos adquieren un tono amarillento.
- 4) Por último se añade verde malaquita, se lava y se deja secar a la intemperie; si hay feldespatos sódico-cálcicos, los granos adquieren un tono azul verdoso.

En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos.



## DE CAMPO

El trabajo de campo se llevó a cabo durante los meses de agosto de 1977 a abril de 1978. Comprendió las siguientes etapas: 2 de agosto al 2 de septiembre de 1977, 8 al 30 de noviembre de 1977 y 9 de enero al 4 de febrero de 1978. Se realizaron dos períodos cortos de trabajo en el campo del 27 de septiembre al 7 de octubre de 1977 y del 10 al 24 de abril de 1978. En el primero se adiestró al personal de la Planta Termoelectrica, en la obtención de algunos parámetros meteorológicos e hidrodinámicos (viento, temperatura, período de olas, etc.) en el segundo período se dió término a las observaciones de campo.

Durante la primera etapa del trabajo de campo, se realizó la prospección geológica del área y se seleccionó el extremo suroeste de la Laguna de Cuyutlán (Laguna Chica), como el lugar adecuado para la instalación de un limnógrafo de registro mensual, marca Rossbach, se anejan copias de los registros (ver apéndice).

Durante la investigación de campo, se realizaron mediciones directas de oleaje siguiendo el método conocido como "Polo en el Horizonte" - descrito por Davis (1977), utilizando un estadal y un cronómetro marca Horr y Choperena, con aproximación de 1/10 de seg; la velocidad y dirección del viento se obtuvieron con un anemómetro portátil marca Rossbach y una brújula tipo Brunton.

La medición de las corrientes de litoral se realizó mediante el uso de flotadores lanzados desde la playa hacia fuera de la zona de rompiente. La velocidad y dirección fueron determinadas a lo largo de -



LIMNIGRAFO DE REGISTRO MENSUAL

una línea base de 100 m de longitud, trazada en la playa. El tiempo de recorrido fue controlado utilizando un cronómetro con aproximación a 1/10 de segundo; en forma paralela a estas observaciones se determinó la altura y el período de las olas y la velocidad-dirección del viento.

El registro de la temperatura ambiente y del agua lagunar, se obtuvo con un termómetro de cubeta, con escala graduada de 0° a 40°C y con divisiones a cada 0.1°C. Se hicieron secciones playeras, utilizando un tránsito marca Rossbach y estatal de charnela y fueron colectadas muestras de roca y de sedimentos de playa y de río.

#### GEOGRAFÍA

El Estado de Colima está comprendido en la Zona Montañosa de la Costa del Sureste, que, junto con la de Guerrero-Oaxaca, constituye a la Sierra Madre del Sur (Alvarez, 1961). Esta zona se extiende desde San Blas, Nay., hasta el puerto de Acapulco, Gro.

La Sierra alcanza alturas hasta de 1,500 mts, y se caracteriza por presentar una planicie costera muy estrecha, 10 km de ancho en promedio, exceptuando el área inmediata a la desembocadura del Río Tomatlán, Jal. donde su anchura es menor, existen porciones costeras donde las montañas se aproximan a la costa y prácticamente no hay planicie costera.

La orientación del litoral y la profundidad de sus márgenes continen-

tales se deben a su proximidad con la Trinchera Mesoamericana (Lancin y Carranza, 1976).

En un marco local, el área de estudio se localiza al SSE de la Bahía de Manzanillo (Fig. 1a), que junto con la Bahía de Santiago, integran el conjunto de grandes bahías comprendidas en el litoral del Pacífico, entre Cabo Corrientes, Jal., y Salina Cruz, Oax. La Laguna de Cuyutlán está aislada del Océano Pacífico por una barrera litoral constituida por varias series de antiguos cordones de playa y es de aproximadamente 35 km de largo y de 3 km en su parte más ancha (Fig. 1c) y en su porción NE se observan unos afloramientos de composición granítica. Las puntas rocosas y pequeñas penínsulas son típicas en el litoral. Así, se tiene a las Puntas Juluapan, Gorda, Salahua, La Audiencia, Santiago, Chiquita, Del Viejo, Ojo de Agua, Ventanas y Campos. - En este tipo de costas rocosas un rasgo morfológico distintivo está - indicado por las playas de bolsillo tales como las de Tortugas, Del - Viejo, de Ventanas, etc., situadas hacia el NW del Canal de Ventanas y formadas por la acumulación de arena, precisamente entre dos puntas rocosas. Las playas son arenosas, a excepción de una pequeña playa, dispuesta al NNE de Punta Juluapan formada por guijarros.

El aporte de sedimentos de los ríos Cihuatlán, 39 km hacia el NW de - Manzanillo y Armería, 44 km al SE del puerto, ha permitido la forma-- ción de importantes llanuras fluviales (Fig. 1c). Hacia el NE, N y - NW de la Bahía de Manzanillo, hay tres grandes planicies fluviales - que en conjunto forman un rasgo morfológico notable. Estas planicies fluviales están formadas por depósitos de aluvión con alternancia de

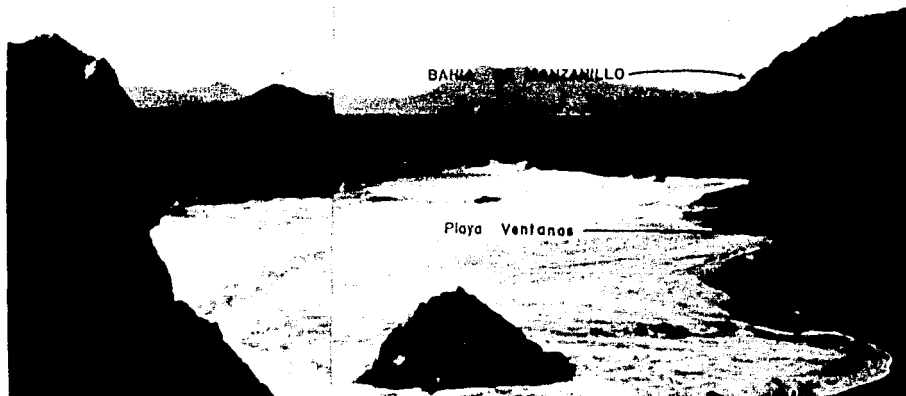
horizontes permeables y no consolidados de arcillas, arenas, gravas y boleos de origen reciente. Se considera que el espesor de estos depósitos varía de 80 a 120 metros y sobreyacen a un basamento granítico que, de acuerdo a los estudios realizados por el Departamento de Geohidrología de la Comisión Federal de Electricidad es impermeable.

La presencia de tómbolos, barras, spits, etc.; indica que evidentemente, se trata de costas de sumersión en la etapa de juventud tardía a madurez temprana. En el capítulo correspondiente a clasificación morfológica, se hace una descripción detallada del tipo de costas en esta área del Pacífico.

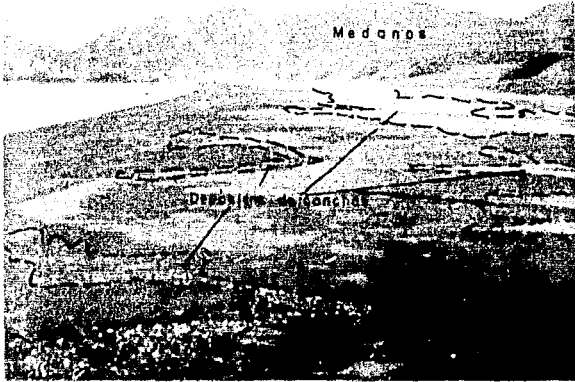
Playas.- El término playa es aplicado a los depósitos costeros de arena o grava. Por definición, es la zona de material no consolidado que comprende desde la llamada línea de agua baja hacia tierra adentro donde se presentan cambios en el material o forma fisiográfica como por ejemplo, las zonas de vegetación permanente de antiguos cordones de playa, o bien un farallón o un escarpe, (Shepard, 1973).

Las playas del área están formadas por: a) anteplaya, casi siempre constituida por pequeños escalones de playa; b) zona de intermareas o "estrán", separada de la anteplaya por un microacantilado o escarpe de erosión; y c) postplaya, comprendida desde la línea de bajamar media hacia el mar que incluye a la zona de rompiente. De la anteplaya hacia tierra adentro se localiza la zona de médanos de arena.

El perfil de estas playas es el resultado del equilibrio dinámico entre el ascenso y el descenso de la marea, del oleaje y además, de la



UN ASPECTO DE PLAYA VENTANAS



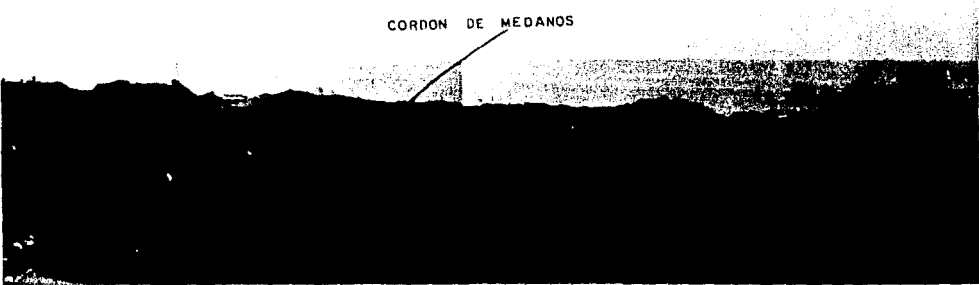
PLAYA Y MEDANOS EN CAMPUS



OTRO ASPECTO DE LAS BEACH CUSPS (MEDIAS LUNAS DE LA  
PLAYA O "CUSPILITOS")



CORDON DE MEDANOS



MEDANO MAYOR EN PLAYA CAMPOS (ACUARIO)

relación primaria entre la permeabilidad de la playa y la granulometría del sedimento. Por esta razón, las playas de arena fina, se caracterizan por sus pendientes suaves y muy suaves.

RELACION ENTRE LA PENDIENTE DE LA PLAYA Y LOS SEDIMENTOS SHEPARD

( 1 9 7 3 )

<u>Sedimento</u>	<u>Pendiente Promedio</u>
Arena muy fina	1o
Arena fina	3o
Arena media	5o
Arena gruesa	7o
Arena muy gruesa	9o
Gránulos	11o

Otros factores que afectan la morfología de las playas son el: a) rango y tipo de marea; y b) tiempo de exposición al ataque de las olas. Las perturbaciones meteorológicas, tormentas, huracanes, etc., alteran, en períodos de tiempo cortos, el contorno de estas playas.

Las antiguas líneas de costa son cordones arenosos acrecentados en la parte superior de las playas de verano por la acción del oleaje de tormenta.

En el perfil topográfico de la figura 14, se observa que están presentes varios cordones de escaso relieve.

Las características morfológicas de estos rasgos varían ampliamente - dependen del suministro del material sedimentario y de la acción del

PERFIL PLAYERO

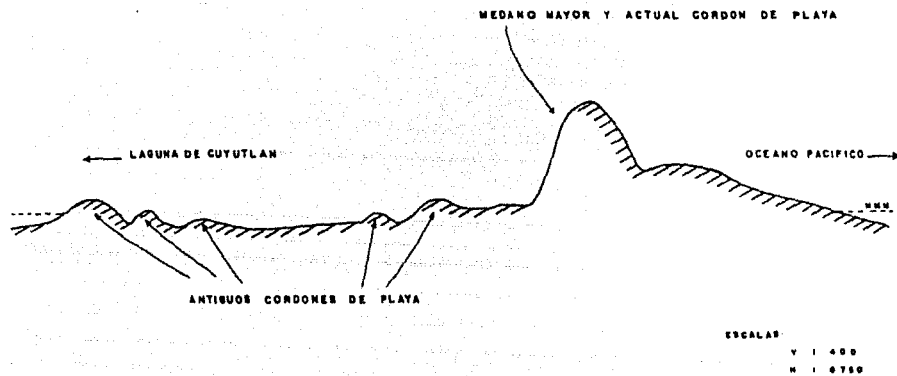


FIGURA N° 14

oleaje invernal (erosivo).

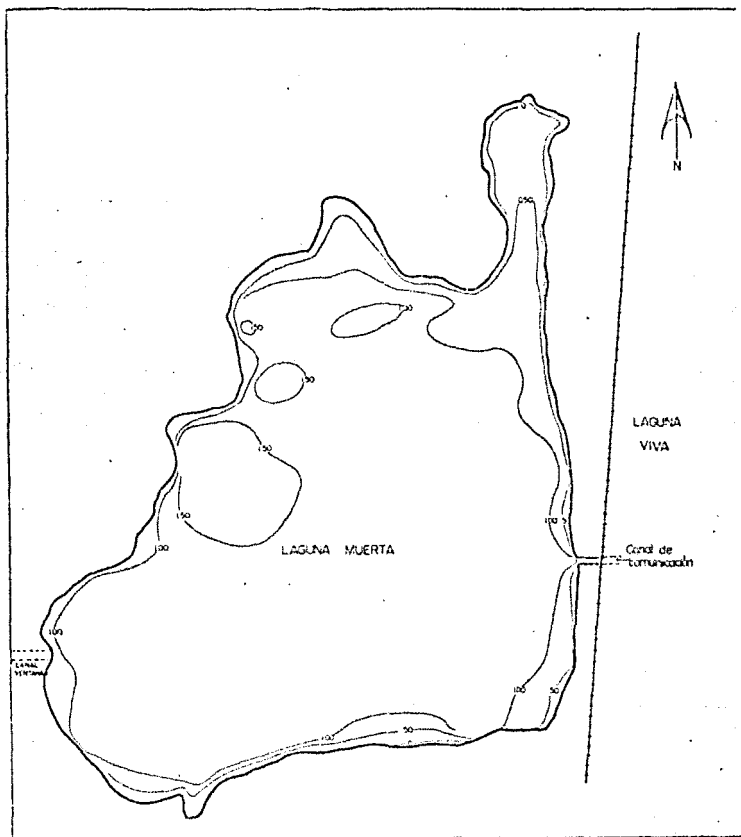
Las playas de Santiago y de Manzanillo son playas acrecentadas en la porción interna de la bahía y de acuerdo con Lancin y Carranza (1976) presentan la traza característica de arco de círculo.

Además de la Laguna de Cuyutlán, se hallan a las lagunas de San Pedro, situada al E de la Bahía de Manzanillo, y la de las Garzas y la de Juluapan al NW de la Bahía de Santiago, todas ellas de menores dimensiones y rellenas de sedimentos terrígenos. La presencia de estas lagunas es índice de una regularización de la traza de la bahía, debida a la construcción del cordón litoral arenoso que forma las playas actuales. En los bordes de las lagunas hay vegetación de tipo tropical característica de pantano (manglar).

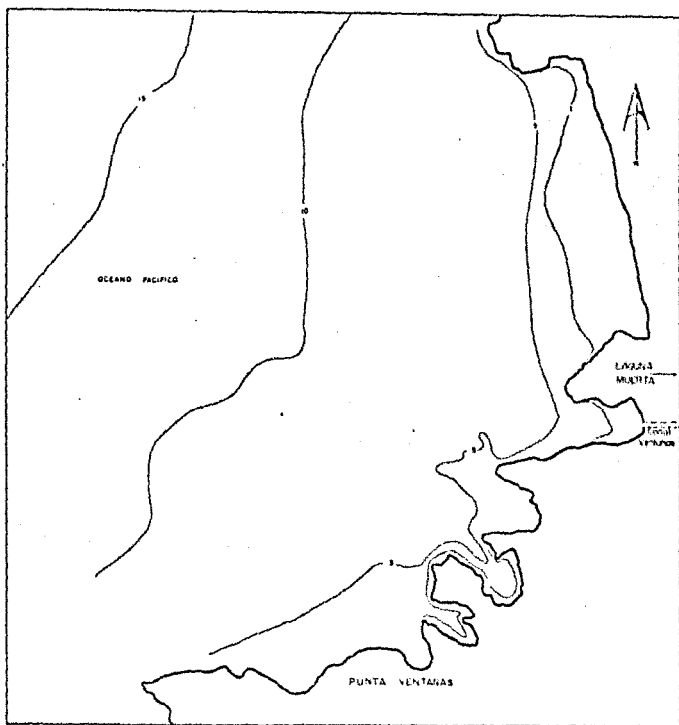
#### BATIMETRIA

Los rasgos morfológicos costeros situados a profundidades de 1.0 a 60.0 m fueron determinados por medio de levantamientos batimétricos - llevados a cabo por la Brigada de Evaluación y Estudios Especiales de la Comisión Federal de Electricidad, durante el mes de noviembre de 1977.

Las áreas estudiadas son: a) la Laguna Chica o Muerta, con 10.0 km<sup>2</sup> de superficie aproximada (Fig. 15); b) el canal y la Punta Ventanas, 600 m<sup>2</sup> aproximadamente (Fig. 16 y 16a) y c) la Playa de Campos, 3.0 - km<sup>2</sup> aproximadamente (Fig. 17). La profundidad media de la Laguna Chica es de 1.0 m, con valores mínimos registrados de 0.25 m y máximos -



BATIMETRIA LAGUNA DE CUYUTLAN  
FIGURA N.º 15



BATIMETRIA DE PUNTA VENTANAS

FIGURA Nº 16

# PERFIL VENTANAS

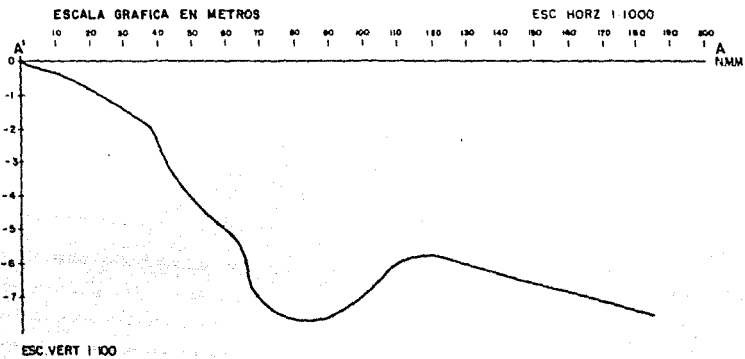


FIGURA 160

de 1.75 m.

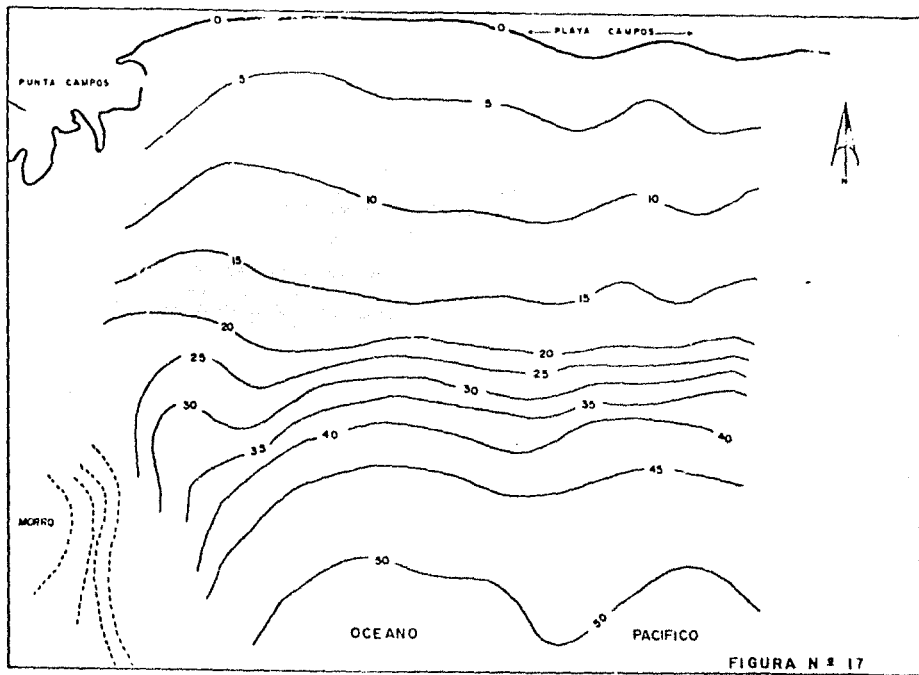
En la Playa Ventanas se determinó una profundidad de 15 m a 400 m de distancia del litoral (Fig. 16). En Playa Campos, la profundidad registrada fue de 60 m a 1,200 m de distancia, con pendiente más o menos constante,  $2^{\circ}20'$ , hasta los 455 m de distancia. Desde esta zona y hasta los 660 m de distancia el gradiente es de  $7^{\circ}$ ; a partir de este punto, el gradiente se suaviza y se mantiene constante por lo menos hasta los 1,200 m ( $1^{\circ}40'$ ), (Fig. 18). Es probable que estas variaciones en el gradiente submarino estén asociadas a la actividad del oleaje, en especial durante las épocas de perturbaciones meteorológicas. En el capítulo correspondiente, se indica la importancia del oleaje en los cambios de la topografía marina próxima a la costa.

#### HIDROGRAFIA

De acuerdo con Tamayo (1962), el Estado de Colima es uno de los estados más pequeños de la República Mexicana y tiene una buena red hidrológica con vertiente hacia el Océano Pacífico. Los principales son los ríos Cihuatlán, Armería y Coahuayana. A continuación se mencionan sus características más relevantes.

Río Cihuatlán.- Este río es el límite natural noroccidental entre los estados de Colima y Jalisco, y tiene su origen en Autlán, Jal., con el nombre de Mamey o Paticajo (para los Collmotes el primero y para los Jaliscienses el segundo); siguiendo una dirección constante hacia el E, recibe por la parte izquierda a los ríos Cacao y San Jo-





BATIMETRIA DE PLAYA CAMPOS

FIGURA N.º 17

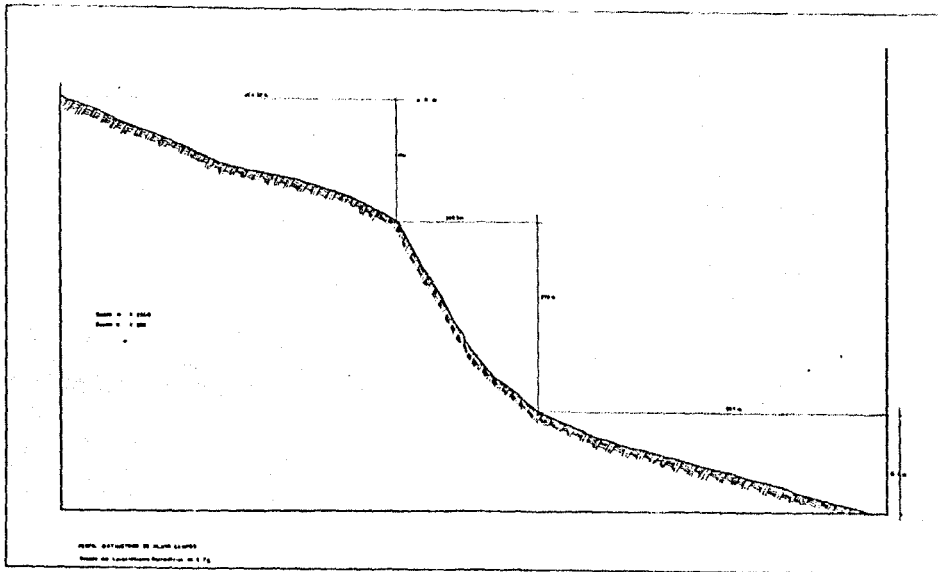


FIGURA Nº 18

sé Camotlán y por su parte derecha al Arroyo de Pueblo Nuevo y al Rfo Maravasco, para desembocar en Barra de Navidad, Jal., debe mencionarse, que el Rfo Maravasco, es el de mayor importancia y nace en Autlán, Jal., en la porción noroccidental con el nombre de San Miguel; toma una dirección hacia el S y por su parte izquierda, recibe los arroyos de Tecuán, Arado y Resolana. El área total de la cuenca del Rfo Cihuatlán es de 3,700 km<sup>2</sup>; si se le considera como troncal, la corriente tiene una longitud de 115 km, y 127 km si se toma al Rfo Maravasco como principal. La descarga de esta corriente en el Océano Pacífico se estima en aproximadamente 890 millones de m<sup>3</sup> anuales.

Rfo Armería.- Al igual que el Rfo Cihuatlán, el Rfo Armería tiene su origen en el Estado de Jalisco, en las inmediaciones y al W de los lagos Chapala, Sayula, San Marcos y Zapotlán. Este rfo se forma por la unión de las importantes corrientes de los rfos Tuxcacuesco o Tecolotlán y el Ayuquilla, los que se encuentran en la población de Tolimán; donde toma el nombre de Rfo Armería, sigue hacia el S, penetra en el Estado de Colima, al que cruza en toda su anchura, pasa al oeste del Volcán de Colima y recibe al Rfo Colima para desembocar en el Océano Pacífico, en el lugar llamado Boca de Pascuales. De Tolimán hacia el mar recorre 150 km, de los cuales 33 km corresponden a Jalisco. El área total de su cuenca se estima en 10,000 km<sup>2</sup>. Su escurrimiento medio anual es de aproximadamente 1,200 millones de m<sup>3</sup>.

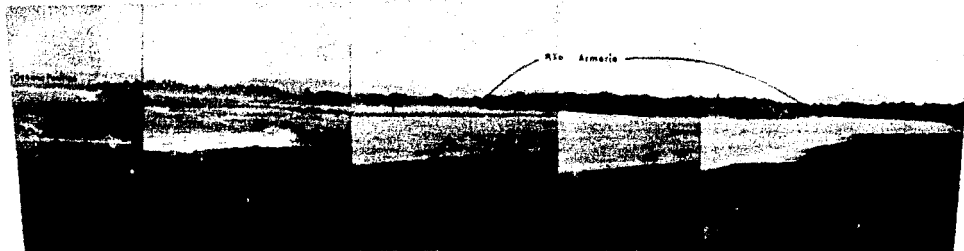
Rfo Coahuayana.- Nace al igual que los anteriores en el Estado de Jalisco, con el nombre de Rfo Tuxpan y en esa porción, es límite natural entre los estados de Jalisco y Colima. De la misma manera que -



## PUENTE SOBRE EL RIO ARMERIA

.....

.....



BOCA DE PASCUALES. LUGAR DE DESEMBOQUE DEL RIO ARMERIA

los ríos Cihuatlán y Armería, este río desemboca en el Océano Pacífico, en el lugar llamado Boca de Apiza. En las porciones en que se denomina Río del Naranja y Coahuayana, sirve de límite natural entre los estados de Colima y Michoacán. Su cuenca de captación alcanza una extensión aproximada de 7,500 km<sup>2</sup> y su longitud total, considerando al Río Tuxpan como corriente principal, alcanza 225 km; su escurrimiento es de 1,495 millones de m<sup>3</sup> anuales aproximadamente.

#### MAREA

Por definición, puede decirse que la marea es un tipo de onda de amplio período, que resulta de la atracción gravitacional de la luna - en gran parte y en una pequeña parte del sol. Hay una relación directa entre las fuerzas de atracción gravitacional que ejercen la Luna y el Sol sobre la Tierra, y las mareas; ésto es, por ejemplo, - cuando el Sol y la Luna coinciden en el mismo lado de la Tierra (Luna Nueva), o bien directamente en los lados opuestos (Luna Llena), - es cuando se presentan las mareas más altas llamadas también mareas de primavera.

Las mareas de rango menor se presentan cuando el Sol y la Luna tienen una posición en ángulo recto con respecto a la Tierra (primer y tercer cuarto); estas mareas son conocidas como mareas muertas - (Shepard, 1973).

Debido al movimiento de rotación de la Tierra y al movimiento de la Luna alrededor de ella, la onda de marea comúnmente tiene un período medio de 12 horas y 26 minutos entre pleamares o bajamares sucesivas.

En Manzanillo, el régimen de mareas es de tipo mixto (marea semidiurna), con dos pleamares y dos bajamares en 24 horas; aunque en el período de zizigias, Luna Nueva y Luna Llena, hay un amortiguamiento - en las segundas pleamares y bajamares, éstas desaparecen uno o dos días antes de las cuadraturas, cuartos creciente y menguante; posteriormente se tiene marea diurna con una sola pleamar y una bajamar; dos o tres días después de las cuadraturas, el régimen vuelve a ser semidiurno. El rango de marea observado durante las investigaciones de campo fue de 0.90-1.20 m.

#### OLEAJE

El oleaje se origina por el esfuerzo tangencial ejercido en forma - irregular por el viento sobre la superficie del agua.

Las características del oleaje quedan determinadas por los siguientes parámetros: 1) la altura (H) como la diferencia en elevación entre la cresta y el valle; 2) la longitud (L), como la distancia entre dos crestas o dos valles; 3) el período (T), tiempo empleado por dos crestas sucesivas en pasar por el mismo punto; y 4) la velocidad física de la ola (C), igual a la longitud de la ola dividida entre - el período:  $C = L/T$ . Además la altura significativa ( $H_{1/3}$ ), que es - el promedio de altura de un tercio de las olas más altas durante un intervalo de tiempo establecido, comúnmente 20 minutos.

Las olas pueden ser de tipo sinusoidal o trocoidal, siendo la predominante la trocoidal; debe hacerse notar que hay un límite en la agu



OLAS DE VOLUTA, PLAYA CAMPOS (ACUARIO)







ROMPIENTE DE DESPARRAME PLAYA VENTANAS

deza de la cresta, cuya relación es de un ángulo mínimo de  $120^\circ$  y una altura de ola igual a  $1/7$  de la longitud de la misma. Cuando se pasa estos límites, la ola rompe (Mitchell, 1893), (Davis, 1977).

Las olas, al igual que las emisiones de luz, pueden ser reflejadas, - refractadas y difractadas. Se produce reflexión cuando las olas encuentran en su desplazamiento algún obstáculo vertical, inciden en él y son reflejadas con una pequeña pérdida de energía; la refracción es un combamiento del frente de las olas; esto sucede cuando una parte - de ellas alcanza primero las aguas someras que el resto. Esto puede presentarse en un montículo subacuático.

Dentro de la dinámica costera los agentes activos más importantes, - son las olas y las corrientes de litoral, cuyos efectos están directamente asociados a la topografía marina.

En Manzanillo las olas son largas ( $T = 11$  seg de promedio) y altas - ( $H = 1.70$ ), con longitud de 190 m. Este tipo de olas son poderosas, pero como la ola se refracta cuando la profundidad del agua es inferior a la mitad de su longitud de onda, una ola larga se amortigua en agua más profunda que una ola corta. De aquí que su acción modeladora se vea disminuida sensiblemente.

En la Playa Campos se tiene una profundidad de 45 m, aproximadamente a 660 m del litoral, sin embargo, a 455 m de la costa, la profundidad es de 18 m aproximadamente; es decir hay una diferencia de 27 m en el tirante de agua en una distancia aproximada de 200 m. Por lo que, si

la longitud de ola  $L$ , en aguas Intermedias\* es de 190 m en promedio y la profundidad ( $h$ ) de escasos 50 m, el arribo de las olas se verá acompañado de disminución de la energía cinética o potencial, cuyo reflejo es el de una acción modeladora poco acentuada en el litoral de Ventanas y de Campos.

Las características del oleaje varían según su zona de generación. - El oleaje de verano es corto y constructivo, y procede del Hemisferio Sur; el oleaje de invierno es largo y erosivo, y procede del Hemisferio Norte.

Las alturas significantes, obtenidas de mediciones directas, indican para los tres períodos de observación, que en Ventanas la altura significativa,  $H_{1/3}$ , es de 1.45 m, mientras que para Campos es de 1.70 m (Figs. 19-21.1). La incidencia del oleaje en la costa es por lo general diagonal (lo que contribuye al transporte litoral de sedimento); si aunado a esto tenemos playas de grano medio en su mayoría (como sucede en el área de Manzanillo) en la playa tendrán origen los llamados "cuernos de luna" o "cuspillitos" (ver ilustraciones), que son acumulaciones arenosas debidas y modificadas por el oleaje.

#### CORRIENTES DE LITORAL

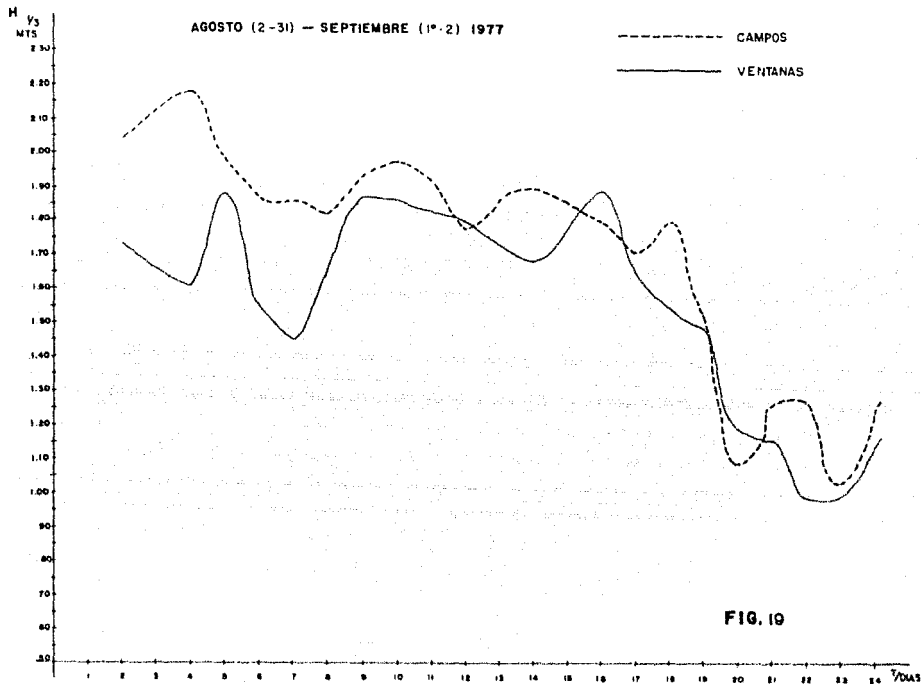
La arena se mueve a lo largo de las playas, ya sea hacia adentro o hacia afuera de ellas, a expensas del oleaje. Las olas usualmente rompen con un pequeño ángulo en la playa. Debido a esto es que se -

---

\* (se considera como "aguas intermedias" cuando se cumple la siguiente relación:  $0.05 \leq \frac{h}{L} \leq 0.5$ ).



"BEACH CUSPS" O MEDIAS LUNAS DE LA PLAYA (CUSPILITOS)  
EN CAMPOS (ACUARIO)



H/3  
MTS

AGOSTO (2-31) SEPTIEMBRE (2) 1977

----- CAMPOS  
———— VENTANAS

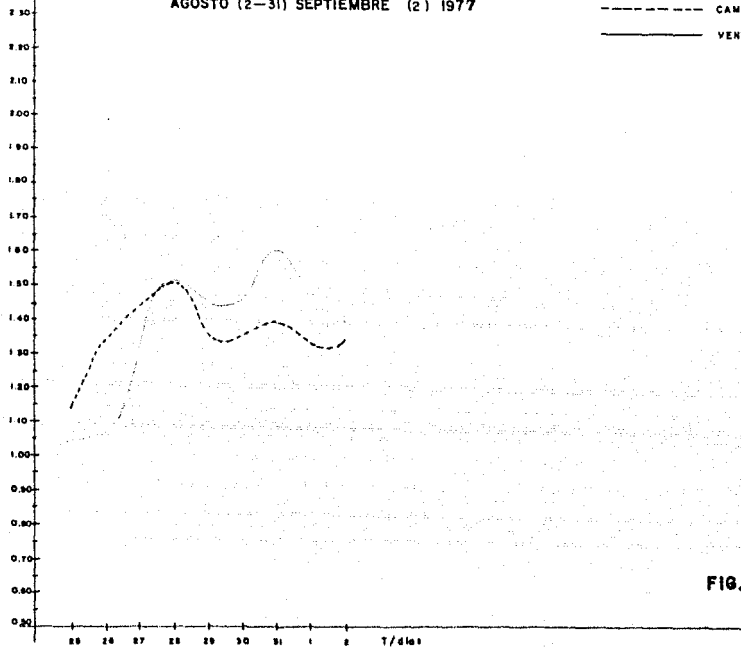
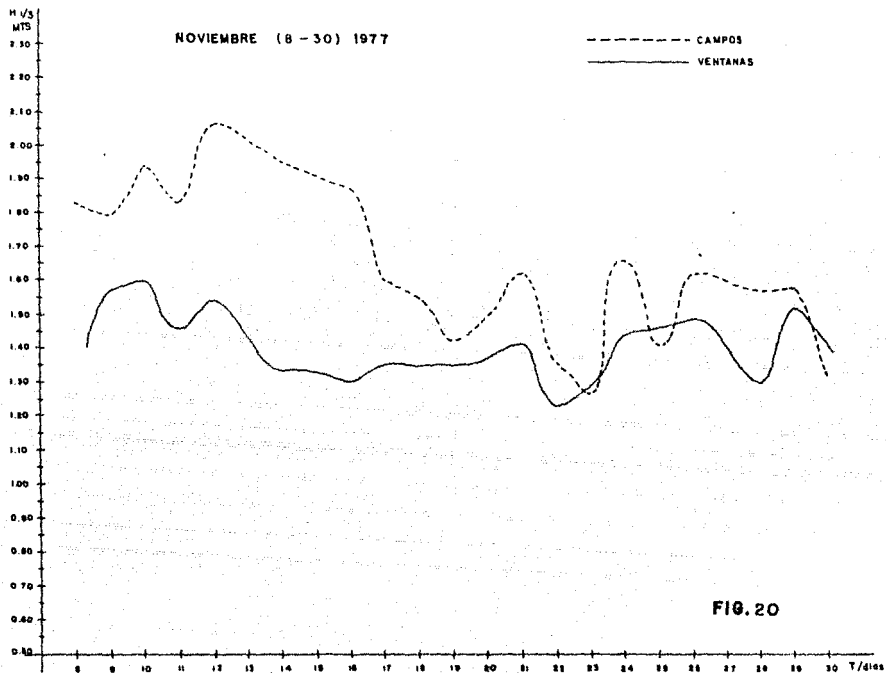


FIG. 19.1



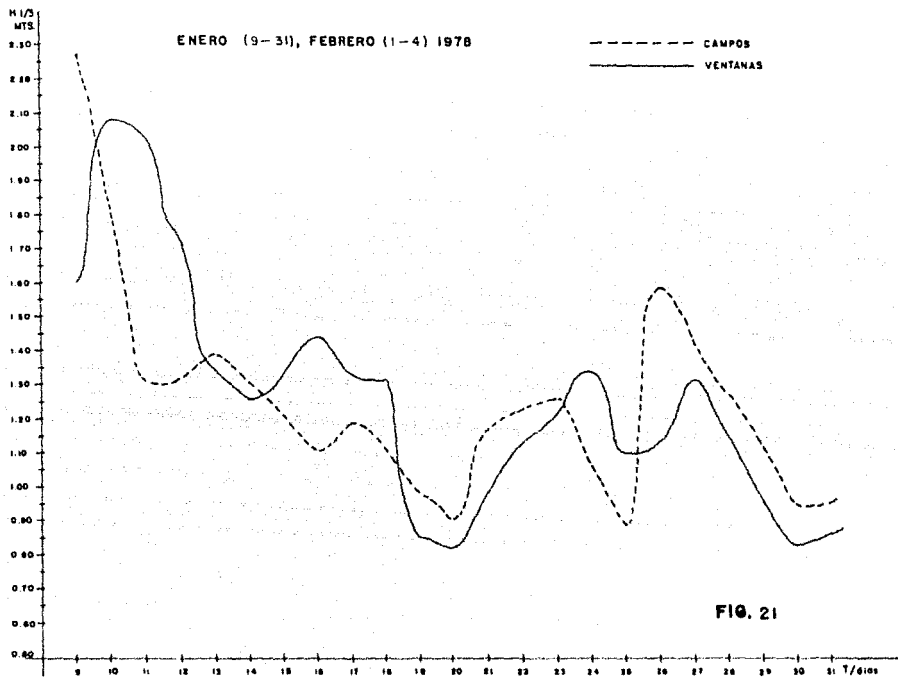


FIG. 21



ENERO (9-31) FEBRERO (1<sup>a</sup>-4) 1978

----- CAMPOS  
———— VENTANAS

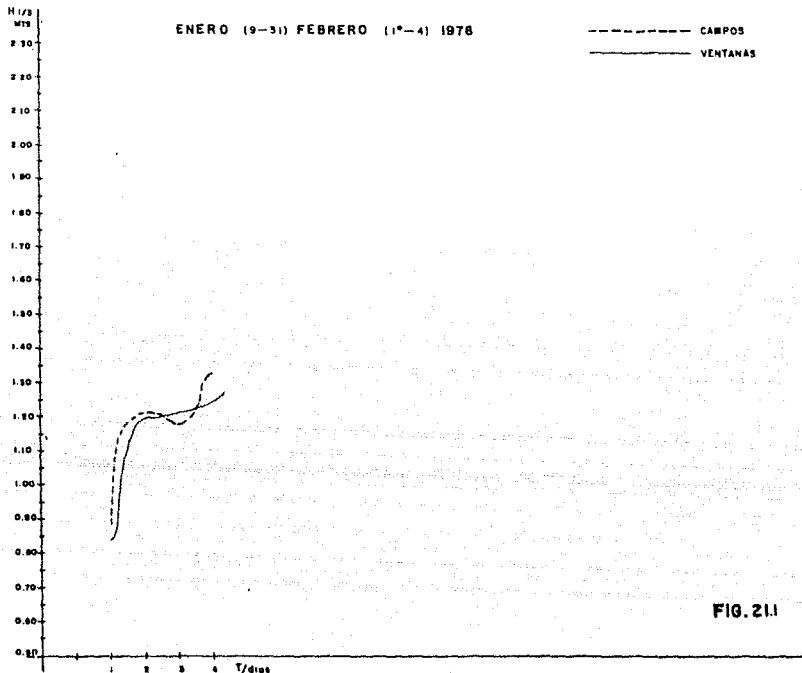
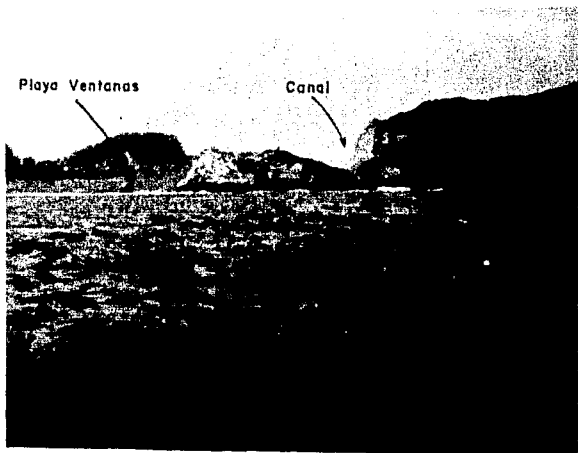


FIG. 21.1



ASPECTO GENERAL VISTO DESDE EL MAR DE PLAYA VENTANAS  
Y DEL CANAL

forma una corriente que fluye a lo largo de la playa. Esta corriente se denomina corriente litoral. Por lo tanto, el agua de la rompiente baña la cara de la playa con un movimiento ascendente-descendente, a lo largo de ella. En cuanto a los agentes hidrodinámicos costeros, las corrientes de litoral son de gran importancia, dado el papel que desempeñan en el transporte de sedimentos.

Los resultados obtenidos en el mes de agosto de 1977 indican que en la Playa de Ventanas, la corriente de litoral no fue uniforme y fluctuó entre 1.2 y 50 cm/seg, con dirección hacia el N, con intensos pulsos aislados de hasta 491 cm/seg, con igual dirección. Estos pulsos fueron debidos a perturbaciones atmosféricas (pulsos registrados el 9 de enero de 1978, día en que se registraron fuertes vientos de tormenta). Durante los meses de septiembre y noviembre de 1977, y enero-febrero de 1978, la dirección dominante fue hacia el S, con velocidades que fluctuaron entre 1.5 y 50 cm/seg. En la Playa de Campos, la corriente de litoral presentó velocidades mínimas de 0.8 cm/seg y máximas de 74.3 cm/seg con dirección hacia el W, con variantes hacia el E durante el mes de agosto de 1977.

#### MARCO GEOLOGICO REGIONAL

Las rocas más abundantes en la parte continental del Estado de Colima son ígneas, sedimentarias y metamórficas; del Precámbrico (?), del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico.

En el área, afloran principalmente, rocas cristalinas de amplia dis--

tribución, rocas sedimentarias, metamórficas de contacto y volcánicas.

Es digno de mencionarse los depósitos minerales, principalmente de yacimientos de hierro, cobre y manganeso.

La Geología del área puede resumirse de la siguiente forma:

- 1) Rocas Plutónicas
- 2) Rocas Sedimentarias
- 3) R. Hipabisales
- 4) Rocas Volcánicas
- 5) Rocas Metamórficas de Contacto

Rocas Plutónicas.- Constituidas por rocas de composición granítica - que van desde granitos hasta dioritas.

Granitos y Granodioritas. Son las rocas de mayor distribución en el área, regionalmente estas rocas están cubiertas por rocas sedimentarias del Cretácico Inferior, así como por derrames lávicos del Cenozoico. El color del granito es rosa a gris con estructura compacta, cristalina, observándose feldespatos potásicos, biotita y cuarzo. La granodiorita es de color gris claro a gris crema.

Monzonitas y Cuarzomonzonitas. Forman afloramientos de roca fresca y ligeramente fracturada.

Diorita. Cerca de Manzanillo, Col., se observa esta roca intruyendo una secuencia sedimentaria.

Rocas Sedimentarias.- Las rocas sedimentarias están representadas principalmente por calizas. Estas rocas han sido observadas en casi

toda el área, formando casquetes remanentes de erosión, o bien maci--  
zos rocosos o en forma estratificada. Existen también sedimentos cal--  
cáreas arcillosos suprayaciendo a las calizas. El Instituto de Geolo--  
gía (1938) reporta calizas fosilíferas (Rudistas) en la margen izquier--  
da del Río Armería, y en la margen derecha del mismo, Armenta (1964)  
reporta un afloramiento de yeso. Por otra parte, en Armería (el po--  
blado) la caliza es arenosa y se interestratifica con capas de arenis--  
ca calcárea.

Armenta (1964), reporta contactos entre caliza y diorita, así como en--  
tre caliza y rocas de composición ácida.

El mismo autor reporta brechas cerca de Peña Colorada (Minatitlán, -  
Col.).

Rocas Hipabisales.- Las rocas hipabisales quedan representadas por -  
diques de diabasa y apilita, principalmente. La primera está presente  
en forma amplia en el área, la segunda aflora en el "Complejo Granfí--  
co Jalisco-Colima".

Rocas Volcánicas.- Principalmente representadas por andesitas, cuya  
distribución en toda el área es de gran amplitud. Se reporta también,  
rocas más ácidas (Armenta 1964), tales como la Dacita, Riolita y to--  
bas de composición andesítica (Instituto de Geología, 1938).

Rocas Metamórficas de Contacto.- Estas rocas están representadas por  
Hornfels, que suele presentarse como una aureola de metamorfismo en--  
tre el intrusivo y su contacto con la caliza.

De las muestras colectadas y analizadas del área de estudio (Fig. 1a), se tienen las características siguientes:

**Rocas Plutónicas.-**

Monzodiorita de Piroxeno, de color verde grisáceo, que forma macizos de roca. Aflora en la porción NW de la Bahía de Santiago, Manzanillo, Col.

Al microscopio presenta:

Textura Hipidiomórfica, minerales:

Esenciales: Plagioclasa sericitizada y ortoclasa

Accesorios: Augita, Hauyina, Hornblenda y menos del 1% de Cuarzo.

Secundarios: Sericita y óxidos de hierro

Diorita de hornblenda y biotita, de color gris verdoso, forma macizos rocosos. Aflora en la porción NNE de la Bahía de Santiago, Manzanillo, Col.

Al microscopio presenta:

Textura hipidiomórfica, minerales:

Esenciales: Andesina, Labradorita y Oligoclasa

Accesorios: Hornblenda, Biotita, Esfena

Secundarios: Clorita (alteración de los máficos), Sericita (alteración de las plagioclasas)

**Rocas Volcánicas.-**

Andesita microlítica, de color verde pardusco, forma lomos suaves, - morros y peñascos. Aflora al SW de la Bahía de Manzanillo, así como al SE de la Laguna de Juluapan, Manzanillo, Col.

Al microscopio presenta:

Textura pilotaxítica, minerales:

Esenciales: Andesina y Oligoclasa

Accesorios: Máficos Cloritizados

Secundarios: Menos del 10% de cuarzo, relleno de calcita de alteración, sericita y óxidos de hierro

Andesita porfídica, rojo pardusco o violáceo, forma lomos suaves. -  
Aflora al SSE de la Laguna de Juluapan, y al NNE y N de la llamada --  
Punta Gorda o Punta Juluapan, Manzanillo, Col.

Al microscopio presenta:

Textura porfídica con matriz afanítica, minerales:

Esenciales: Andesina, Oligoclasa y Labradorita

Accesorios: Epidota alterada y epidota de manganeso (PIED-MONTITA)

Secundarios: Sericita, cuarzo y óxidos de hierro

La forma en que los distintos tipos de rocas se manifiesta en la morfología del Estado, se describe breve y sustancialmente a continuación: los granitos se encuentran en varias localidades, entre otras formando la Sierra de Piscila, cuya base forman el Valle del Periquillo y los terrenos de la Hacienda de Santiago. Las dioritas se presentan en dos formas, como intrusivos o bien como macizos. En la primera forma aparecen en la Sierra de Piscila, en donde el Instituto de Geología (1938), reporta las dioritas en contacto con dacitas; intrusionando a las calizas se les ve en el cerro de Las Minas y en la segunda forma, de macizos, se presentan predominantemente en la porción SW del Estado.

En la falda occidental de la Sierra de Piscilla están presentes las diabasas.

Las andesitas son muy abundantes y constituyen el macizo principal del Volcán de Colima, en donde se encuentran cubiertas en algunas porciones por tobas de composición andesítica, así como brechas de composición similar, o bien, por cenizas volcánicas. Existen también en las riberas del Río Salado, en la ranchería de las Trancas, del municipio de Ixtlahuacán, en los cerros al N de la Laguna de Cuyutlán, en la Sierra de Santa Rita, Arroyo Arenas, Peñón de San Pedro, y otros sitios.

Las riolitas, el Instituto de Geología (1938), las reporta formando el cerro del Vigía.

En lo que respecta a las rocas sedimentarias, estas se encuentran formando varias de las eminencias importantes del Estado, como los cerros del Platanarillo, Juluapan, San Gabriel, Tecolapa, Fresnal, Cuesta del Agua Salada; así como pequeñas colinas como las del Valle del Periquillo. El mismo Instituto de Geología reporta pizarras arcillosas, que a veces se mezclan con carbonato de calcio, formando margas. Reporta también conglomerados con fragmentos de andesitas, en las cercañas de Puente Negro, que forma parte del Cerro del Rincón.

Las brechas, tobas, arenas y cenizas volcánicas, así como sedimentos acarreados por vía fluvial y arenas de playa, ocupan extensiones considerables en el Estado, se concentran principalmente en el fondo de los valles, en las cuencas de los ríos y a lo largo de las costas y -



en las lagunas.

La tectónica en el Estado de Colima, está representada por fracturas y fallas, cuya orientación aproximada es N-S, es decir, correspondiendo aproximadamente, a la de los accidentes tectónicos regionales, ya que en general, la dirección dominante del conjunto montañoso es NW-SE. Esta orientación se ve interrumpida por sierras transversas, razón por la cual la topografía regional es compleja.

Según Lancín y Carranza (1976), la región está comprendida por el batolito granítico de Jalisco al NW, las Ignimbritas de la Sierra Madre Occidental al N, los volcanes Nevado de Colima y del Fuego al E (pertenecientes al Eje Neovolcánico) y el complejo metamórfico-sedimentario de la Sierra Madre del Sur al SE.

El Intemperismo en el área de estudio va de moderada a altamente avanzado.

Como se menciona al principio de este capítulo, es de tomarse en cuenta la presencia de importantes yacimientos minerales en el Estado, - particularmente de hierro. Por esta razón, a continuación se hace - una breve descripción de la petrogénesis de estos yacimientos.

De los diversos estudios efectuados en las costas de los estados de - Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, que reporta el Consejo de Recursos Minerales (antes C.R.N.N.R., 1959); se encontró que la - presencia de rocas calizas en contacto con los intrusivos es definitiva en la localización de los cuerpos de hierro.

La composición de las rocas plutónicas, en todas estas áreas, presenta variaciones notables en su petrografía; formando un complejo de rocas de tipos ácido, intermedio y básico. Según el Consejo (1959), este complejo constituye un batolito cuya masa principal es de un granito de biotita de grano que varía de mediano a grueso, que aflora en los lugares de más profunda erosión, de casi toda esa parte de la costa del Pacífico.

El mismo Consejo (1959), notó que invariablemente cambiaba la naturaleza de la roca conforme se acerca el contacto de este intrusivo con la caliza, haciéndose paulatinamente más básica, pasando por granodiorita, monzonita, diorita cuarcífera y diorita, ya directamente en el contacto con las calizas. Agrega el Consejo en sus estudios (1959), que en todos los casos observados, la mineralización de hierro ocurre asociada a las calizas y a las rocas monzoníticas o dioríticas, y que en ningún caso se le encontró asociada con los granitos. De una clasificación propuesta por Hickok (1933) - comprende 3 asociaciones - el Consejo encontró, que en el área de la Costa del Pacífico estudiada, todos los yacimientos correspondían con la segunda asociación: "la diorita cuarcífera y la diorita se asocian a yacimientos minerales de magnetita que tienen pequeñas cantidades de calcopirita y abundante ganga constituida por silicatos de alta temperatura".

En las líneas siguientes se menciona la definición de "metamorfismo ígneo", descrita por el Consejo (1959): El término "metamorfismo ígneo", incluye tanto el endomorfismo, o sea la alteración interna de la misma roca intrusiva, como el exomorfismo, o la alteración de las

rocas invadidas, causada, ya sea por los fluidos provenientes del magma (metasomatismo de contacto), o simplemente por el calor proveniente de éste sin introducción de material de la roca ígnea a las paredes de la roca invadida (metamorfismo de contacto normal).

#### Geología Histórica.-

Según R. H. Palmer (1928), en cualquier sitio de la costa de Colima, Michoacán, Guerrero o Oaxaca, ha habido intrusiones post-turonianas (Cretácico Superior) de rocas graníticas, granodioríticas.

Según F. K. G. Mullerried (1949), en la serie metamórfica foliada Pre-Cámbrica, del S y SE de México, existen rocas intrusivas (granitos y granodioritas), que no intrusiónan los sedimentos Pérmicos y Mesozoicos. Razón por la que se les considera del Pre-Cámbrico.

Según Carl Fries (1962), en una medición radiométrica realizada en una muestra de granito, expuesto en la carretera Manzanillo - Barra de Navidad, cerca del pueblo de Cihuatlán, Jal., mediante el método de plomo-alfa o método del Zircón, obtuvo una edad Mississípico Superior (310 a 345 millones de años). A partir de esta determinación, De Cserna propuso dos nombres: "Faja Estructural Jalisqueña" y "Batoilito de Jalisco".

En base a la información anterior, puede decirse, que las rocas más antiguas del área, están constituidas por gneisess, esquistos, cuarcitas, charnockitas, anortositas y granitos; y según Armenta (1964), la relación charnockita-anortosita, se asocia al Pre-Cámbrico y Cámbrico, por lo que de una manera tentativa, se les asigna esta edad.

Durante el Cretácico Inferior, es cuando se empieza a depositar la caliza. La edad de la caliza fue determinada por el Instituto de Geología, siendo esta del Albiano. La acumulación y sedimentación de la caliza continúa en el Cretácico Superior, durante el Cenomaniano, edad determinada por Burckardt (1930). Seguido a la formación y sedimentación de las calizas, hubo una serie de interestratificaciones de areniscas con la caliza; o bien fenómenos tectónicos; pues la arenisca, se encuentra tanto interestratificada como sobreyaciendo a la caliza. Luego siguió un período de erosión que dió lugar a brechas. Después de este evento, tuvieron lugar una serie de intrusiones cuarzomonzoníticas, aplíticas, monzoníticas, dioríticas y gábricas que cortan las rocas antiguas e intrusión las calizas y las metamorfizan; de este metamorfismo provienen los hornfels. Armenta (1964).

Ya durante el Terciario tienen lugar derrames volcánicos, aportando riolitas, dacitas, andesitas, así como sus tobas respectivas.

Según Gómez Juárez (1961), la actividad volcánica pertenece al Terciario Superior, de acuerdo con su estudio, las tobas descansan sobre las rocas volcánicas. Durante el Cuaternario se observa la formación de un conglomerado típicamente erosional y de aluvión, Armenta (1964).

El planteamiento general de los factores geológicos que se presenta a continuación, tiene por objeto, determinar la relación entre el origen de las rocas distribuidas en el área que, en su gran mayoría son ígneas, con la Tectónica de Placas y los elementos inherentes a la misma

## GENERALIDADES

El espesor de la corteza terrestre fluctúa entre 6.5 km, bajo del océano, y 35 km o más bajo los continentes (Shepard, 1973). La corteza está separada del manto por la discontinuidad de Mohorovicic (Línea Moho). La discontinuidad de Gutenberg - Wiechert, determina el límite entre el núcleo esférico de la Tierra, con radio aproximado de 2 900 km, y el manto (Wyllie, 1976). La composición química del núcleo se ha inferido por medio de evidencias indirectas (métodos geofísicos), dado que por ahora, es inaccesible obtener información directa de su interior; la sismología, como todas las ciencias, tiene sus herramientas de trabajo específicas, que en el estudio de los temblores, están indicadas por el análisis de las ondas alternantes de compresión y expansión, conocidas como ondas longitudinales. Estas ondas son de tres tipos: a) ondas primarias (P), las que debido a su velocidad superior, en relación al resto de las ondas formadas, llegan primero a puntos distantes del lugar donde se origina el temblor; b) ondas secundarias (S), u ondas transversales que se mueven con menor rapidez que las ondas P pero son de amplitud mayor; y c) ondas largas (L) llamadas así porque su longitud de onda y su amplitud son mayores que en las vibraciones P y S. Debido a que las ondas S, que se forman solamente en los materiales rígidos, no se transmiten a través del núcleo de la Tierra, se infiere que, en parte, éste debe de estar líquido (fundido). De acuerdo con Whitten y Brooks (1974), se estima que la densidad del núcleo fluctúa de 9.5 gr/cm<sup>3</sup> a, por lo menos, 14.5 gr/cm<sup>3</sup> y que su temperatura es superior a los 2 700°C, con una presión de 3.5 x 10<sup>6</sup> bars.

La actividad volcánica actual está concentrada a lo largo de cadenas arqueadas de volcanes, algunas de ellas de miles de kilómetros de longitud. Estas cadenas tienen lugar en el borde oeste de la Placa Americana y a lo largo de los arcos de islas de la porción Oriental de Asia, de la Placa Euroasiática y Suroeste de Alaska.

Al parecer, éste es el ambiente propicio para la generación de las andesitas, ya que gran parte del material volcánico expelido es de tipo andesítico. La gran mayoría de los volcanes andesíticos activos o recientes se localizan cerca de los epicentros de los temblores de foco profundo o intermedio, profundidad mayor de 75 km, asociados con las zonas de subducción. Una zona de subducción o de Benloff se desarrolla desde la superficie oceánica hasta los 700 km de profundidad, aproximadamente (Fig. 22). Esta zona representa la subducción de una placa oceánica con respecto a la placa continental; define costas de colisión continental o de ar-

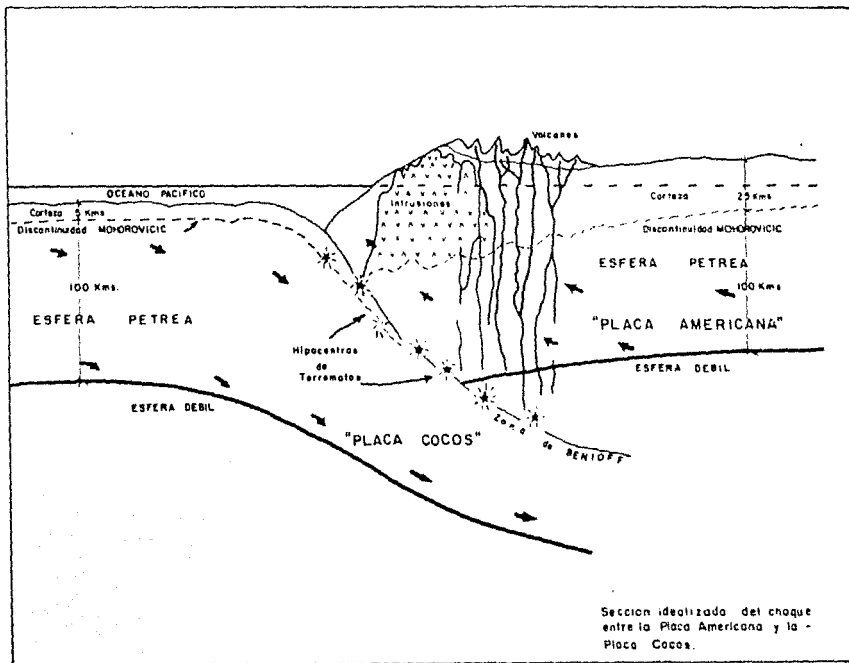


FIGURA N° 22

cos de islas y da lugar a depresiones denominadas trincheras submarinas, profundas y localizadas desde unos cuantos kilómetros de la costa hasta unos 200 km mar adentro. Estas depresiones suelen contener sedimentos que, en algunos casos, se encuentran deformados. Paralelas a las trincheras hay zonas en donde la gravedad presenta anomalías negativas debidas a la acumulación de sedimentos; o positivas, probablemente asociadas a la densidad de la placa oceánica que desciende.

De acuerdo con datos obtenidos por sismicidad, el vulcanismo andesítico está restringido por lo común a áreas de la zona de Benioff donde la profundidad es de 100 a 300 km.

De las varias hipótesis propuestas para el origen de las andesitas se mencionan Osborn (1959); Green y Ringwood (1968), McBirney (1969), Dickinson (1970), Boettler (1973), Ringwood (1975), entre otros; se tiene que su localización y el proceso asociado, son los aspectos fundamentales. En cuanto a la localización, esta puede ser el manto, la corteza continental, o bien una secuencia oceánica (diferenciación magmática); si la localización corresponde a la corteza continental, pueden estar presentes factores tales como: contaminación, mezcla de magmas o fusión de la corteza. El proceso asociado puede ser: 1) cristalización fraccionada (cristalización de magnetita, con empobrecimiento de Fe y enriquecimiento de sílice; fraccionamiento de anfíboles, de granate y de clinopiroxenos); 2) fusión parcial; 3) cristalización y fusión; y 4) contaminación silícea. Otra hipótesis sobre el origen de las andesitas relacionada con las zonas de subducción es la propuesta por Ringwood (1974) y comprende los siguientes elementos: a) fusión parcial de las anfibolitas; b) fusión de las eclogitas cuárcicas a más de 90 km de profundidad; c) fusión parcial del manto que se encuentra encima de la placa que se hunde en la zona de subducción y d) fusión parcial de las piroxenitas granatíferas.

En general, puede decirse que las diversas hipótesis citadas se complementan y de ellas cabe destacar la propuesta por Dickinson y Hatherton (1968), quienes demostraron la relación lineal existente entre el valor del  $K_2O$  en las lavas andesíticas y la profundidad de la zona de Benioff.

El tema es muy extenso y por sí solo sería suficiente para sustentar cualquier trabajo, lo cual no es el objeto del presente estudio; por otra parte, el autor se inclina por la hipótesis que asocia el origen de las andesitas con la zona de Benioff.

Parece que la asociación de andesitas con la zona de subducción queda bien establecida aún cuando en algunas áreas como por ejemplo, Asia Central y Norte de la India, los focos profundos de los temblores no están asociados al vulcanismo an-

andesítico.

El emplazamiento de plutones graníticos puede estar asociado a erupciones de rocas volcánicas de química similar y quizás relacionadas genéticamente. Dicho emplazamiento depende de las condiciones geológicas regionales dominantes.

De lo anterior, puede considerarse que la región de Manzanillo se localiza en el borde de colisión de la Placa Americana (continental) - con la Placa de Cocos (oceánica) y afectada por vulcanismo andesítico asociado a la zona de subducción desarrollada entre Cabo Corrientes, Jal. y Salina Cruz, Oax. (Fig. 22).

Esta zona está constituida por esquistos paleozoicos, intrusiones graníticas y calizas del Mesozoico; en el extremo noroeste, la Sierra Madre del Sur está cubierta por lavas riolíticas y en Colima por derrames basálticos y andesíticos del Terciario. Los sedimentos del Mesozoico se encuentran en un estado avanzado de erosión.

El Instituto de Geología (1938) y Lancín y Carranza (1976), reportan los siguientes tipos litológicos en el Estado de Colima: a) intrusivos de composición intermedia a ácida (diorítica a granítica); b) intrusivos de composición básica (diabasas); c) extrusivos de composición ácida (riolitas y dacitas), y d) extrusivos de composición intermedia (andesitas y tobas andesíticas).

La descripción macroscópica y los análisis petrográficos efectuados en las muestras colectadas (Fig. 1c), indican: 1) andesita microlítica (JV-77-7); 2) andesita porfídica (JV-77-6); 3) andesita porfídica de hornblenda (JV-77-5); 4) andesita porfídica (JV-77-4); 5) monzodiorita de piroxeno (JV-77-2); y 6) andesita microlítica (JV-77-1); la muestra (JV-77-3), diorita de hornblenda y biotita, fue colectada en la porción noreste de la Bahía de Santiago y su localización no se indica en el mapa litológico de la figura 1c.



#### CLASIFICACION MORFOLOGICA.-

De la clasificación de unidades Morfo-Tectónicas Continentales de las Costas Mexicanas propuesta por Carranza-Edwards et. al. (1975), basada en las clasificaciones propuestas por Inman y Nordstrom (1971) y Shepard (1948), se tiene que la Costa del Estado de Colima está comprendida en la unidad VIII con longitud aproximada de 1,260 km, esta unidad limita con Puerto Vallarta, Jalisco, al norte y Tehuantepec, Oaxaca, al sur, e incluye a la Planicie Costera Suroccidental circunscrita por la Sierra Madre del Sur, al norte, por la Cordillera Neovolcánica, al oeste y por el Portillo Istmico, al este (Tamayo, 1970). - De las provincias fisiográficas descritas por (Alvarez, Jr., 1962), - esta unidad morfotectónica se asocia con la Zona Montañosa de la Costa del Suroeste, la Cuenca del Balsas y la Zona Montañosa de Guerrero-Oaxaca.

La Plataforma Continental contenida en esta unidad, es angosta y se amplía ligeramente en las inmediaciones del delta del Río Balsas y del batolito de Oaxaca. La línea de costa es paralela a la Trinchera de México, en los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, existe entre ambas una distancia aproximada de 100 km. La Trinchera de México, comprende los siguientes elementos tectónicos: - a) Fosa de Manzanillo, de 4,762 m de profundidad; b) Fosa de Petacalco, de 5,020 m de profundidad; y c) Fosa de Acapulco, de 4,570 m de profundidad. La Trinchera se inicia al suroeste de la Isla María Madre y termina frente a Puerto Angel, Oax. La mayor profundidad observada dentro de la Trinchera de México es de 5,700 m y se localiza hacia el W de Acapulco.

En lo general, la costa del Estado de Colima es rocosa y abrupta, con excepción de algunas áreas en donde, por influencia de las corrientes fluviales, se ha desarrollado una angosta planicie aluvial costera.

De acuerdo con el criterio tectónico, la costa de Colima es de Colisión Continental y desde el punto de vista geomorfológico-genético, predominan las costas primarias formadas por movimientos diastróficos, con fallas y escarpes de falla y en menor proporción se presentan costas secundarias caracterizadas por erosión de oleaje con promontorios, costas con terrazas elevadas, costas secundarias por acumulación marina con ganchos de barrera.

#### SEDIMENTOLOGIA

Los sedimentos recientes colectados en los diversos ambientes de depósito se analizaron en cuanto a su textura (granulometría, curvas acumulativas y de frecuencia, parámetros estadísticos y análisis modal) y a la composición mineralógica de la fracción ligera.

#### GRANULOMETRIA

Los análisis granulométricos se efectuaron de acuerdo a lo indicado en el capítulo de métodos de trabajo.

De las curvas acumulativas (Figs. 24-26), se determinó gráficamente una serie de parámetros estadísticos, según el criterio de Inman (1952) y Folk (1965). Los parámetros granulométricos estadísticos se calcularon en unidades  $\phi$ ,  $\phi = -\log_2 d$ ; donde  $d$  es el diámetro de

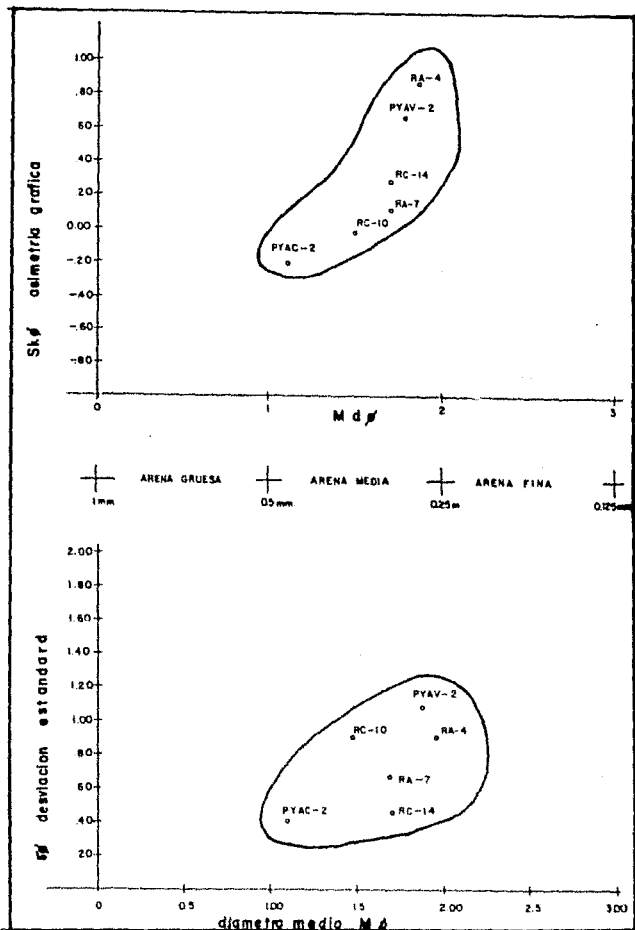


FIG.23 GRUPO TEXTURAL ESTABLECIDO AL CORRELACIONAR LOS PARAMETROS GRANULOMETRICOS.

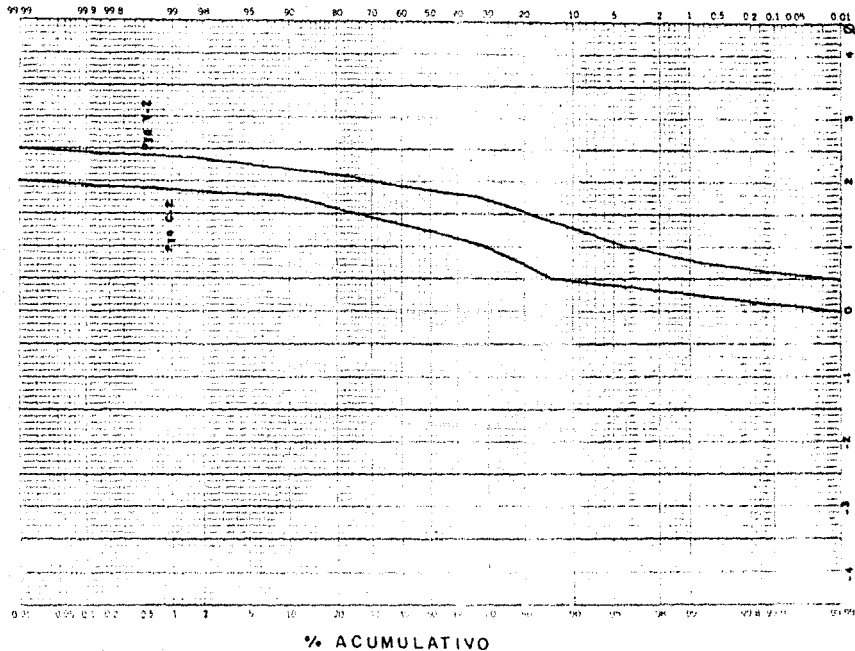


FIGURA N: 24

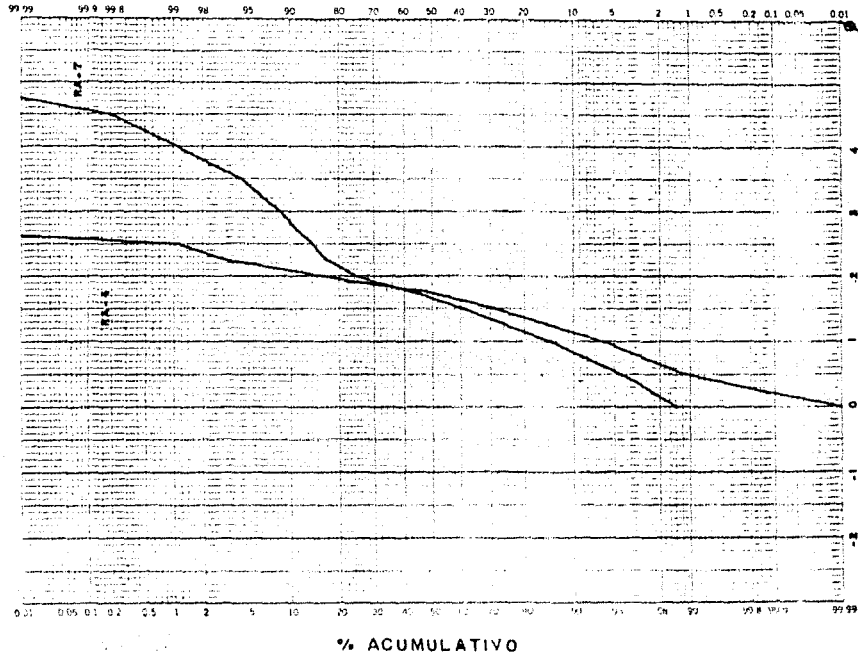


FIGURA N° 25

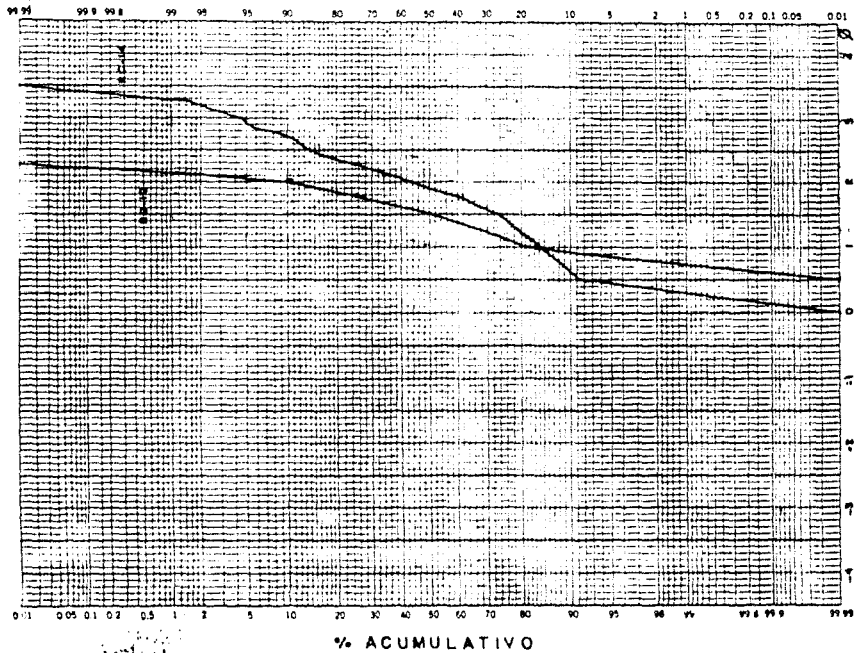


FIGURA N° 26

la partícula, en milímetros. La escala  $\phi$  tiene la ventaja de poderse usar tanto en la descripción como en el análisis de los sedimentos. - Los parámetros determinados son los siguientes:

Diámetro Mediano Gráfico ( $Md\phi$ ), que corresponde al punto medio de la curva acumulativa; es decir, con frecuencias iguales hacia ambos extremos.

Diámetro Promedio, ( $M\phi$ ), que corresponde al tamaño medio de los granos.

Desviación estandar gráfica, ( $\sigma\phi$ ), es una medida de dispersión que indica la manera de como los granos se distribuyen hacia uno y otro lado del diámetro medio en la curva acumulativa. Se determina utilizando la siguiente ecuación  $(\phi 84 - \phi 16) / 2$ . Un coeficiente de clasificación perfecto, con todos los granos del mismo tamaño, sería igual a 0.0, en tanto que si la medida de clasificación es pobre, esa cifra aumentará; en general, pueden aceptarse los siguientes índices de clasificación, propuestos por Folk (1965):

PERFECTAMENTE clasificados	0.0 $\phi$
MUY BIEN clasificados	0.0 a 0.35 $\phi$
BIEN clasificados	0.35 a 0.50 $\phi$
MODERADAMENTE BIEN clasificados	0.50 a 0.71 $\phi$
MODERADAMENTE clasificados	0.71 a 1.00 $\phi$
MAL clasificados	1.00 a 2.00 $\phi$
MUY MAL clasificados	2.00 a 4.00 $\phi$
EXTREMADAMENTE MAL clasificados	más de 4.00 $\phi$

Según Folk (1965) y Ward (1967), la mejor distribución en sedimentos naturales es, aproximadamente, de 0.25 a 0.35  $\phi$ .

Asimetría, ( $Sk_d$ ), en una distribución simétrica, el diámetro mediano, el diámetro promedio y el modo coinciden; pero si se trata de una distribución asimétrica unos cambian con respecto a otros. Dos curvas granulométricas pueden ser similares en diámetro y en clasificación, pero una puede ser simétrica y la otra asimétrica. La asimetría se mide tanto en grado como en signo, es decir, si presenta asimetría hacia la derecha, será positiva, o hacia la izquierda, negativa; correspondiendo a la distancia y sentido en que se encuentran el modo y la mediana dentro de la curva. Las curvas simétricas tienen por coeficiente de asimetría un valor de 0.0; las asimétricas con predominio de partículas finas tienen un grado de simetría positivo y las curvas asimétricas con predominio de partículas gruesas, grado de asimetría negativo. Después de haber determinado la distribución acumulativa, se construyeron las curvas de frecuencia. Esta curva es definida como la primera derivada de la curva acumulativa, pudiendo ser obtenida por un método gráfico (Krumbein, 1934) o por métodos matemáticos de diferenciación (Brotherhood y Griffiths, 1947).

Un método menos preciso consiste en tomar sólo las primeras diferencias correspondientes a intervalos de  $1/4 \phi$ . El cambio en el porcentaje acumulativo, correspondiente a cada intervalo  $1/4 \phi$  ( $\phi = 1/4$ ), es graficado como la ordenada de la primera derivada de la curva de frecuencia; una vez que se han obtenido todos los puntos, se traza la curva.



Moda, ( $M\phi$ ), la moda o modo principal, corresponde al diámetro de las partículas que presenta mayor frecuencia y comprende al punto de inflexión de la curva acumulativa o al punto más alto de la curva de frecuencia.

#### TEXTURA Y DISTRIBUCION TEXTURAL

Los sedimentos se clasificaron con base a los parámetros estadísticos granulométricos y a las curvas granulométricas; esa información se utilizó para conocer su distribución regional y averiguar las normas que la rigen. Se empleó el método desarrollado por Inman y Chamberlain (1955), que consiste en establecer grupos de sedimentos utilizando la correlación entre el diámetro medio ( $M\phi$ ), la desviación estándar gráfica ( $\sigma\phi$ ) y el coeficiente de asimetría ( $Sk\phi$ ), propuesto por Trask (1932).

El uso del triángulo de Shepard (1954), con el que se establecen grupos texturales de sedimentos según sus porcentajes respectivos de arena, limo y arcilla, demostró la ausencia de materiales más finos que 4  $\phi$ .

Siguiendo el método de Inman y Chamberlain (1955), se distinguió el grupo textural que se muestra en la figura 23. A continuación se describen brevemente las características texturales del grupo establecido y su distribución regional.

GRUPO UNICO. Constituido por sedimentos arenosos de grano medio; de acuerdo a la desviación estándar gráfica, los granos de arena varían

desde muy bien a moderadamente bien clasificados ( $\sigma$  entre 0.35 a -- 0.72  $\phi$ ); el grado de asimetría ( $Sk$ ) fluctúa desde - 0.20 hasta + 0.86  $\phi$  por lo que predominan los sedimentos finos. La distribución de este grupo es amplia y comprende a las playas de la Bahía de Manzanillo y a las de Campos.

T A B L A 1

Muestra No.	Parámetros Granulométricos				Clasificación Litológica
	M $\phi$	Md $\phi$	$\phi$	Sk $\phi$	
Pya C - 2	1.11	1.22	0.52	-0.21	Arena
Pya V - 2	1.79	1.57	0.34	0.65	Arena
RA - 4	1.86	1.55	0.36	0.86	Arena
RA - 7	1.70	1.64	0.65	0.09	Arena
RC -10	1.49	1.51	0.50	-0.04	Arena
RC -14	1.77	1.90	0.78	-0.17	Arena

Los sedimentos fluviales, correspondientes a este grupo textural, forman el cauce de los ríos Cihuatlán (Fig. 27) y Armería (Fig. 28), a excepción de la muestra RC-14 localizada en el lecho mayor del Río Cihuatlán. Por lo anterior, se concluye que en ambos ríos la energía de transporte es baja, pues según la curva propuesta por Hjulström (1939), con la cual se establece la relación existente entre la velocidad de la corriente y el tamaño del grano con respecto a la erosión, transporte y deposición de los sedimentos, los sedimentos fluviales, arenas de

PERFIL RIO CIHUATLAN



ESCALA HORIZONTAL 1:1000

FIGURA N° 27

PERFIL RIO ARMERIA

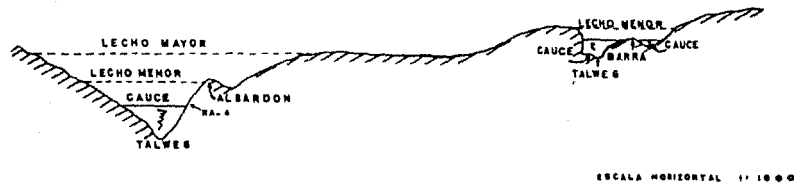


FIGURA N° 29

grano medio, requieren velocidades de 5 a 20 cm/seg, para ser transportadas y de 4.5 a 9 cm/seg para ser depositadas. Asimismo se observa que estos sedimentos requieren velocidades de hasta 45 cm/seg para ser puestos nuevamente en movimiento.

#### ANALISIS MODAL

Por varios años se ha utilizado la distribución del tamaño de las partículas sedimentarias como elementos para tratar de resolver algunos problemas geológicos. Sin embargo, existen serias limitaciones pues no es aplicable en muchos casos o bien es preciso utilizar diferentes técnicas de expresión de sus características de distribución. El sistema de análisis modal de los sedimentos, desarrollado por Curray (1960), ayuda a lograr un mejor entendimiento de ciertos sedimentos complejos.

El uso de parámetros granulométricos se basa en la suposición de que la distribución del tamaño de los granos se aproxima a la normalidad, siendo posible evaluar sus desviaciones. En muchos casos, tales desviaciones se incrementan debido a que el sedimento es, probablemente, la mezcla de dos o más componentes, cada uno de los cuales puede tener distribución normal, aún cuando la mezcla resultante no lo sea y, por lo tanto, la distribución sea multimodal (Figs. 29-31).

A fin de identificar los modos representantes de un sedimento constituido por componentes múltiples, se estudiaron las curvas de frecuencia, y se tuvo especial cuidado de no interpretar como tales a pequeñas inflexiones de la curva de frecuencia.

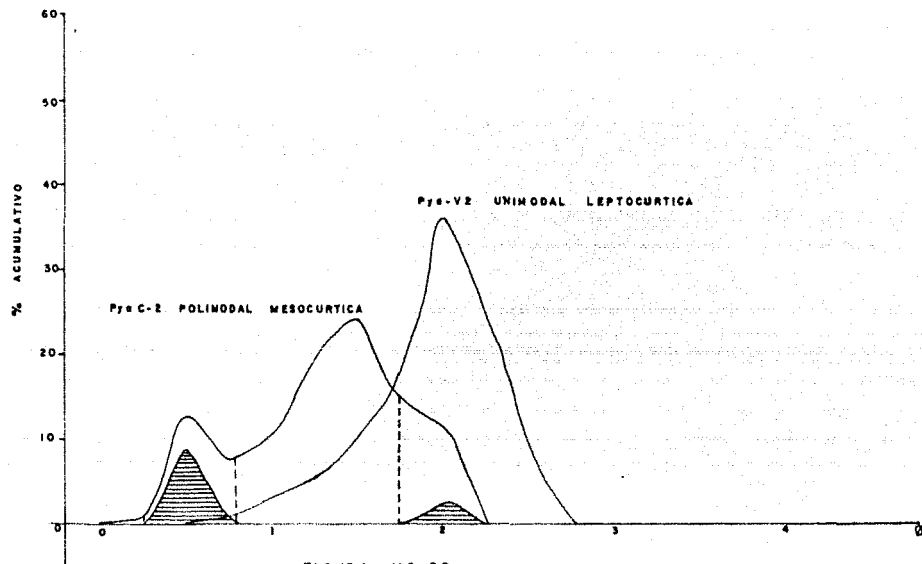


FIGURA Nº 29

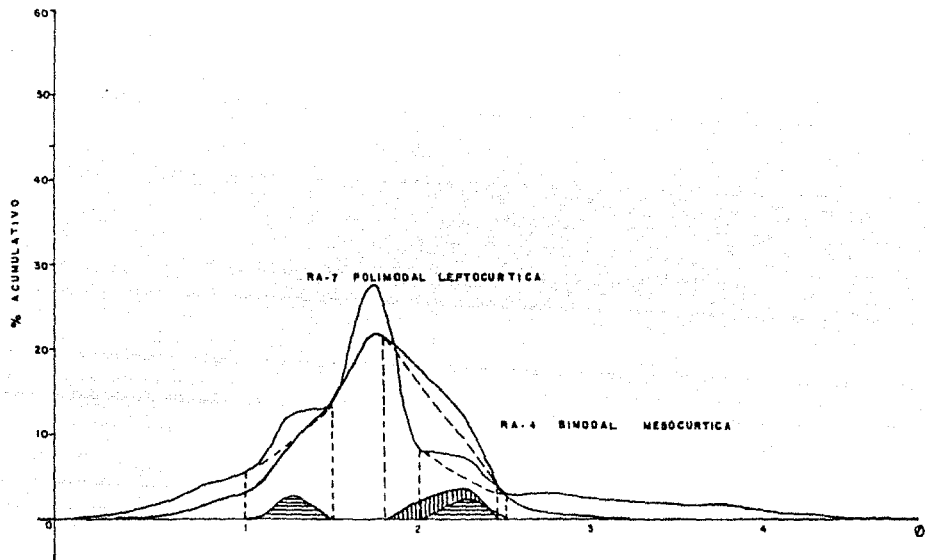


FIGURA N° 30

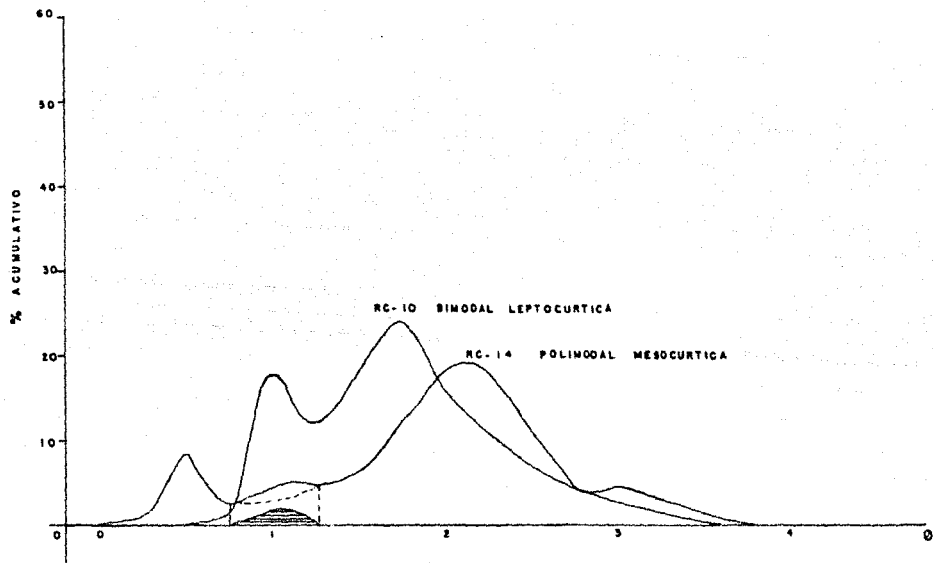


FIGURA N° 31



De las curvas de frecuencia determinadas, la correspondiente a la muestra Pya V-2 es unimodal, bimodales los sedimentos RA-4 y RC-10 y multimodales las muestras Pya C-2, RA-7 y RC-14; las curvas de frecuencia ideales, correspondientes a los sedimentos multimodales, fueron interpretadas como un conjunto de curvas normales de Gauss. Cuando se mezclan diversos sedimentos cada uno tiende a retener sus propias características, las que no son modificadas por los procesos de transporte. Si es posible reconocer las características de los componentes, presentes en cantidades suficientemente amplias, entonces se podrá utilizar la distribución de cada masa de sedimento determinado, su presencia en los sedimentos mezclados.

La muestra Pya C-2 es una arena de grano medio, según lo muestran los parámetros ( $M\phi$ : 1.11  $\phi$ ;  $M\phi$ : 1.22  $\phi$ ;  $\sigma$ : 0.52  $\phi$ ;  $Sk\phi$ : - 0.21  $\phi$ ); su curva de frecuencia en el modo primario tiende a ser mesocúrtica y multimodal. El modo principal se sitúa a 1.5  $\phi$  que corresponde a arena media. Los modos secundarios se observan hacia la izquierda de la moda, con tendencia hacia los gruesos (0.5  $\phi$ ); y hacia la derecha, a 2.0  $\phi$ , con tendencia hacia los finos. Lo anterior indica que en la Playa Campos, la muestra Pya C-2 esta formada por 3 tipos principales de arena, siendo el dominante, el correspondiente a arena de grano grueso.

El modo secundario localizado a 0.5  $\phi$  es leptocúrtico y está comprendido entre 0.25  $\phi$  a 0.75  $\phi$ ; se asocia a granos arenosos gruesos de cuarzo transparente, de color ámbar claro, angulosos, con índice de redondeamiento ( ): 0-0.15, de acuerdo a la clasificación de Russell y Taylor (1937).

El modo secundario situado a 2.0  $\phi$ , comprendido entre 1.75 y 2.25  $\phi$ ; corresponde con arena de grano medio a fino de cuarzo transparente, incoloro o ligeramente amarillado, moderadamente redondeado, con Índice de redondeamiento comprendido entre 0.15 - 0.30, el sedimento colectado en la Playa Ventanas es una arena de grano medio (Md: 1.79) su curva de frecuencia es unimodal leptocúrtica el modo principal se sitúa a 2.0  $\phi$  y corresponde al límite entre la arena media y la fina; como la curva es asimétrica con tendencia hacia los sedimentos de grano grueso (Fig. 29), a este sedimento se le considera como arena pura de grano medio.

La muestra RA-4 colectada en el lecho menor del Río Armería es una arena de grano medio, con el modo principal situado a 1.75  $\phi$ . Presenta un modo secundario hacia la fracción fina. Además la curva acumulativa es bimodal y mesocúrtica con un rango ( $1.80 \phi \leq Md: \leq 2.46 \phi$ ), situándose los puntos de inflexión a 1.75  $\phi$  y 2.25  $\phi$ .

El sedimento que forma el cauce del Río Armería (Muestra RA-7) es arenoso de grano medio, polimodal con el modo principal situado a 1.75  $\phi$  y la curva de frecuencia es francamente leptocúrtica. Los modos secundarios se encuentran distribuidos de la siguiente forma: el correspondiente a 1.26  $\phi$  es mesocúrtico y corresponde a un rango ( $1 \phi \leq \phi \leq 1.5$ ), es decir arenas de grano medio; el modo secundario correspondiente a 2.30  $\phi$  es francamente mesocúrtico y corresponde a un rango comprendido entre  $2 \phi \leq \phi \leq 2.5$  y corresponde con arenas de grano medio a fino (Fig. 30).

La muestra RC-10 corresponde con arena fluvial de grano medio y pre-

senta una curva de frecuencia bimodal en la que el modo principal se sitúa a 1.75  $\phi$ ; dicha curva es leptocúrtica. El modo secundario se sitúa a 1.0  $\phi$ , es decir, con tendencia a los fragmentos gruesos.

La muestra RC-14 al igual que la anterior, es un sedimento fluvial arenoso; el modo principal se sitúa a 2.10  $\phi$ ; y la curva de frecuencia, tiende a ser mesocúrtica y polimodal con dos modos secundarios que se observan hacia la izquierda de la moda; el primero, bien definido, indica mayor tendencia a los gruesos (0.5  $\phi$ ); el segundo con menor tendencia a los gruesos tiene un diámetro medio equivalente a 1.04  $\phi$ ; ambos modos tienden a ser mesocúrticos aunque el segundo es más franco (Fig. 31).

En base a los rangos modales obtenidos, se establece un tipo único que se describe brevemente a continuación.

Son partículas arenosas de grano medio, con rango de variación comprendido entre 0.5 y 2.0  $\phi$ , contenidas en los sedimentos arenosos de las playas Ventanas y Campos. La posición de los modos, principal o moda y secundarios, en las curvas de frecuencia, refleja la acción selectiva de las corrientes marinas que motivan el retrabajo, mezcla y depósito final de los sedimentos. Este tipo modal muestra la relativa homogeneidad de los sedimentos localizados en la Playa Ventanas, que en este caso se trata de una playa de bolsillo, descrita en capítulos antes, y en la Playa de Campos, que no es otra cosa que una barrera arenosa, que separa a la Laguna de Cuyutlán del Océano Pacífico.

TABLA 2  
COMPOSICION DE LA FRACCION INORGANICA

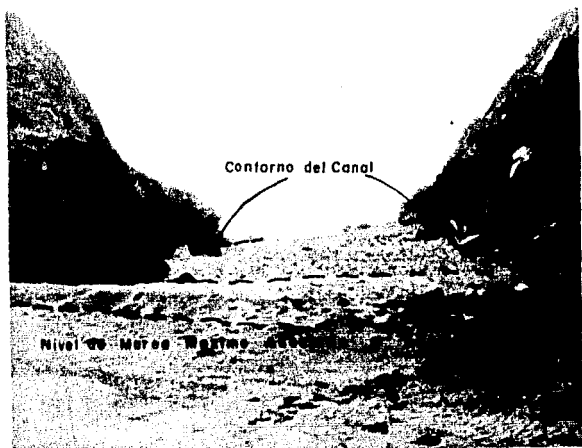
Muestra No.	Cuarzo	Feldespatos Potásicos	Feldespatos sódico-cálcicos	Fragmentos Líticos	Minerales Oscuros	Total	F/Q
Pya V-2 1-4	6.00	84.3	9.70			100	15.66
Pya V-2 2-4	5.33	59.67	5.00	30.00		100	12.13
Pya C-2 1-4	5.30	85.33	6.70	2.67		100	17.35
Pya C-2 2-4	1.33	2.33	27.33	30.68	38.33	100	22.30
RA - 4 1-4	8.00		53.67	29.33	9.00	100	6.70
RA - 4 2-4	24.00		53.00	11.67	11.33	100	2.20
RA - 7 1-4	5.00	88.67	1.00	4.00	1.33	100	17.93
RA - 7 2-4	3.33	0.33	6.33	75.68	14.33	100	2.00
RC -10 1-4	21.00	3.67	73.67		1.66	100	3.68
RC -10 2-4	26.00	5.33	60.67	5.67	2.33	100	2.53
RC -14 1-4	22.33	0.68	74.33	1.33	1.33	100	3.35
RC -14 2-4	19.67	3.00	72.33	2.00	3.00	100	3.82

Del análisis modal de los sedimentos fluviales se puede establecer, - que las partículas arenosas de grano medio, están contenidas en los - sedimentos arenosos y areno-limosos de los albardones y del cauce en los ríos Cihuatlán y Armería. Este rango modal (1.75  $\phi$  en el punto - de inflexión máxima) está bien definido y es el modo principal en los sedimentos arenosos.

#### CONCLUSIONES

De las diversas alternativas tendientes a comunicar el Océano Pacífico con la Laguna de Cuyutlán (ampliación del antiguo túnel de Manzanillo, la construcción de un nuevo túnel por el sitio llamado San Pedroto o de un canal en la Playa de Ventanas), la que presenta las condiciones más adecuadas es, al parecer, el canal en la Playa de Ventanas. La morfología de la costa favorece su localización, ya que en el litoral hay puntas rocosas que refractan al oleaje procedente del suroeste y disminuyen la energía hidrodinámica.

Los sedimentos analizados son arenas de grano medio que varían de muy bien a bien clasificadas con predominio de partículas gruesas. Estas características texturales indican que los ambientes de depósito investigados son de energía hidrodinámica moderada, dados los diámetros medios de todas las muestras analizadas (tabla 1), la velocidad promedio requerida, para que puedan ser transportados sus sedimentos es de 2.5 a 3.0 cm/seg; con variaciones momentáneas, de fuerte intensidad, causadas por tormentas cercanas.



VISTA DEL MAR HACIA LA LAGUNA ANTES DE LA CONSTRUCCION  
DEL CANAL (MAYO DE 1977)

La fracción mineralógica ligera de las arenas, formada principalmente, por granos de cuarzo translúcidos de coloración ámbar con redondeamiento deficiente y por granos de cuarzo transparentes, blancos y mejor redondeados. Los feldespatos están presentes en los sedimentos, aún cuando el contenido de éstos es variable, los correspondientes a las muestras Pya V-2, Pya C-2 y RA-7, presentan un predominio de feldespatos potásicos (K), mientras que los correspondientes a las muestras RA-4, RC-10 y RC-14, el predominio resulta ser de los feldespatos sódico-cálcicos (Na-Ca). En conjunto, estos minerales indican dos fuentes principales de sedimentos que parecen corresponder, la primera, con el Río Cihuatlán que erosiona rocas cristalinas, sedimentarias, etc., y la segunda, con la plataforma continental interna, cubierta por materiales arenosos no consolidados que son transportados hacia las playas por el oleaje especialmente, durante las perturbaciones meteorológicas.

Los resultados obtenidos mediante el análisis modal, permiten obtener conclusiones que concuerdan con lo ya citado.

Las características morfológicas y litológicas de la costa en el área del canal, permiten suponer que la erosión por oleaje no es importante, y que el transporte litoral dominante estará formado por arenas de grano medio a grueso y serán escasos los limos y arcillas; por lo que se puede descartar la posibilidad de floculación de arcillas en el canal (la mayoría de las playas de la zona están constituidas por material arenoso de grano medio).

AREA DE LA P.T.



VISTA DEL CANAL EN PROCESO DE CONSTRUCCION, EN ESTA  
OCASION EL PROYECTO SUFRIO ATRASO POR INUNDACION



La pendiente de la playa en Ventanas y en Campos está asociada a factores tales como la granulometría de las arenas, al perfil de la playa submarina (motivado por lo escaso de su dimensión lateral y la presencia de la Trinchera Mexicana), al oleaje (de tipo oceánico) y tiempo de exposición a éste, así como el régimen de viento. Cabe señalar que las variaciones cíclicas diurnas o estacionales (de tormenta o anuales), de los agentes meteorológicos, son de importancia en el comportamiento del litoral investigado. El ciclo de esas variaciones no ha sido bien determinado, y generalmente, se fija en un período de tiempo que va de 7 a 11 años. Las características estratigráficas de las planicies fluviales permiten suponer la presencia de mantos acuíferos, lo que resulta importante para la construcción y funcionamiento de la planta termoelectrica, ya que proveerán el adecuado suministro de agua.

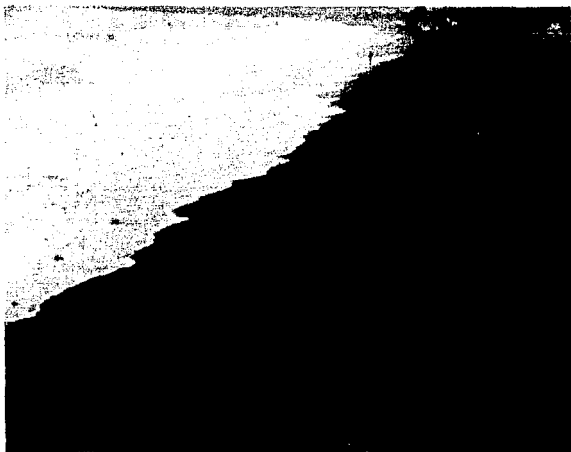
Los estudios realizados permiten ver con optimismo la localización y funcionamiento del canal. Las condiciones hidrodinámicas del canal deberán considerarse durante su funcionamiento y así determinar, en última instancia, si se requiere la construcción de obras exteriores de protección. En caso de que así fuese, siempre resultará más económico que desarrollar cualquiera de las otras alternativas.

La descarga se hará en la Playa de Campos, sin mayor relevancia técnica y geológica, no así ecológica, en esa porción de la playa; ya que el agua descargada llevará una temperatura siempre mayor a la del mar.

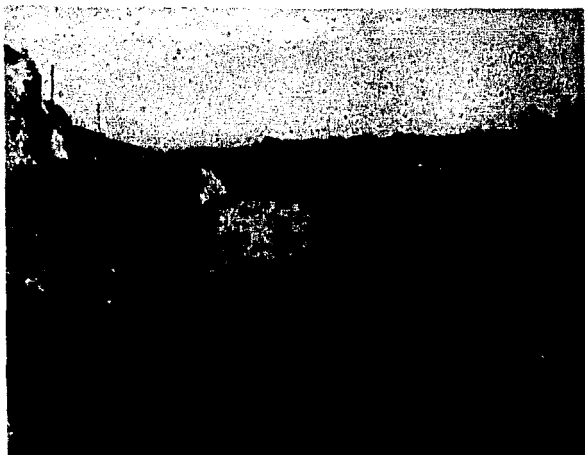
Desde el punto de vista, producción y beneficios sociales siempre se



ALTERACION DE LA MORFOLOGIA DE LA PLAYA EN UN LAPSO DE  
3 DIAS DEPRESION TROPICAL (AGOSTO DE 1977)



EFFECTOS EROSIVOS EN EL PERFIL DE LA PLAYA DURANTE UNA  
DEPRESION TROPICAL (AGOSTO DE 1977)



**OTRO ASPECTO DEL CANAL CON EL PUENTE YA EN SERVICIO**



VISTA DEL CANAL DESDE EL PUENTE

rá mejor y mayor la aportación de la Planta Termoeléctrica, tanto en proceso de construcción (etapa actual) como cuando se encuentre en funcionamiento como tal.

No se niegan las futuras alteraciones ecológicas en la porción de descarga, pero se reconoce que los beneficios generados por la planta son y serán 100 % mayores. Hay que recordar que la Industria pesquera en Manzanillo no está a la altura de otros puertos.

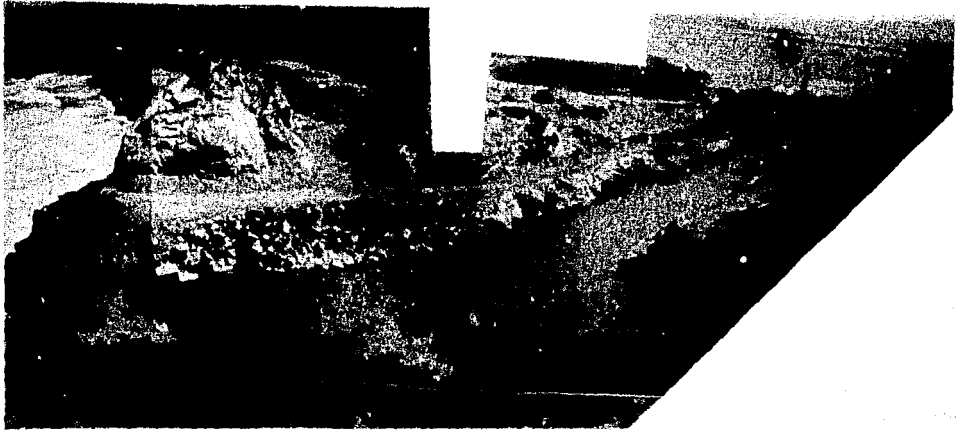
La tubería de la obra de descarga se colocará en la cota -3 hacia el mar.

Los pantanos de manglar comunes en las márgenes de la laguna, retienen a sedimentos finos, limos y arcillas, ricos en materia orgánica vegetal. Las condiciones reductoras de la porción norte-noroeste de la Laguna Chica, manifestadas por intensa producción de  $H_2S$ , serán inhibidas, al mejorarse la oxidación de las aguas y del sedimento, mediante las obras en proyecto (apertura del canal).

Este trabajo constituye un aporte al conocimiento de las características geológicas de los litorales mexicanos, y es el deseo del autor el ampliar el horizonte de la Geología y brindarle mejores y mayores alcances.



VISTA DEL CANAL DESDE EL MAR



VISTA GENERAL DEL CANAL ABIERTO DEL LADO DE LA LAGUNA





EN LA PORCION IZQUIERDA OTRO ASPECTO DE LA P. T. MANZANILLO, A LA DERECHA LA PLAYA CAMPOS (ACUARIO) Y EL OCEANO PACIFICO

### AGRADECIMIENTOS

Deseo hacer patente mi agradecimiento a las siguientes personas e Instituciones: A los ingenieros Carlos García Herrera, Jefe del Departamento de Geología y Minería y Miguel Ramírez Gutiérrez, Jefe de la Brigada Móvil de Perforación de la Comisión Federal de Electricidad, por las facilidades otorgadas para la elaboración de este trabajo.

Al M. en C. Mario Gutiérrez Estrada del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, por la dirección de la presente tesis profesional. Al Ing. Leovigildo Cepeda Dávila, por la revisión crítica de los estudios petrográficos y del manuscrito en general.

A los Ingenieros Fernando Ríos McBeath y Claudio Molina Torres, así como a la Doctora Balanca E. Bultrón, por la revisión y observaciones realizadas al manuscrito.

Al Ingeniero Benjamín Márquez Castañeda, por sus enseñanzas y orientación en el difícil pero estimulante ejercicio de la Geología.

Al Departamento de Geología de la Facultad de Ingeniería, UNAM, cuyo personal siempre mostró gran sentido de colaboración.

Al personal académico y técnico del Laboratorio de Geología Marina del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, por las facilidades brindadas durante la elaboración de la tesis.

Al Sr. Pablo Ramírez del Laboratorio de Sedimentología del Instituto de Geología, UNAM.

Al Oceanólogo Rafael Saenger Fernández, por la Información facilitada.

Al señor Feliciano Rodríguez, encargado de la biblioteca de Geología, por su gran espíritu de colaboración.

Al compañero Raúl Alvarez Mejía, por su colaboración en la elaboración de mapas y secciones.

A la señorita Elena León Roa, quien mecanografió el trabajo con gran voluntad.

A los compañeros del Proyecto Hidroeléctrico "Aguamilpa", Nay., por su constante preocupación y compañerismo.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, Jr. M., 1961. Provincias Fisigráficas de la República Mexicana. Bol. Soc. Geol. Mexicana, 24 (2): 20 p.
- ANONIMO, 1938. Reseña Geológica del Estado de Colima, Instituto de Geología, Univ. Nat. Autón. Méx., 10 p.
- ARAÑA, S. V. y J. LOPEZ-RUIZ (1974). Volcanismo, Dinámica y Petrología de sus Productos. Colección Colegio Universitario, 4 Ediciones Istmo. 481 págs.
- ARMENTA, C. F., 1964. Exploración Geoquímica Regional en una parte de los Estados de Jalisco-Colima. Fac. Ingeniería, Univ. Nat. Autón. México. Tesis Profesional (inédito).
- CARMICHAEL, I.S.E., F. J. TURNER, J. VERHOOGEN, 1974. Igneous Petrology. (Ed.) McGraw-Hill.
- CARRANZA-EDWARDS, A., M. GUTIERREZ-ESTRADA y R. RODRIGUEZ, (1975). Unidades Costeras de la República Mexicana. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México, 3 (1).
- CHAVEZ-SALCEDO, G., 1975. Elementos de Oceanografía (Ed.). Compañía Editorial Continental, S. A., 256 p.
- DAVIS, A. Jr., 1977. Principles of Oceanography. Second Edition (Ed.) Addison Wesley, 505 p.

DIRECCION GENERAL DE OCEANOGRAFIA Y SEÑALAMIENTO MARITIMO, 1973.

Estudio Geográfico de la Región de Manzanillo, Col. Secretaría de Marina. Estados Unidos Mexicanos.

-----, 1977. Calendario Gráfico de Mareas. Manzanillo, Col.-  
Lázaro Cárdenas, Mich.

-----, 1978. Calendario Gráfico de Mareas.

EMERY, K. O., 1938. Rapid Method of Mechanical Analysis of Sands.

Jour. Sedim. Petrol., 8 (3): 105-111.

FOLK, R. L., 1969. Petrografía de Rocas Sedimentarias. Inst. Geol.

Univ. Nal. Autón. México, 403 p.

GAITAN, M. J., 1975. Sedimentología de la Laguna de Nuxco, Estado

de Guerrero. Univ. Autón. de San Luis Potosí, México. Tesis profesional (Inédito).

GARCIA, E. (1964). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, México, D. F. 71 p., 9 gráficas.

GUTIERREZ-ESTRADA, M., 1971. Fisiografía y Sedimentología del Delta

del Río Balsas, Michoacán, México. Inst. de Geol. Univ.

Nal. Autón. México, Bol. 92, 50 p.

-----, 1977. Sedimentología del Area de Transición entre las Provincias Terrígena y Carbonatada del Suroeste del Golfo de México. Fac. Ciencias Univ. Nal. Autón. México. Tesis de Maestría en Ciencias (Inédito).

INST. GEOF. UNIV. NAL. AUTON. MEXICO, 1977. Tablas de Predicción de Mareas. Puertos del Océano Pacífico. Apéndice I, Parte B de los An. Inst. Geof., Univ. Nal. Autón. México.

-----, 1978. Tablas de Predicción de Mareas.

KERR, P. F., 1959. Optical Mineralogy. (Ed.) McGraw-Hill. 442 p.

LANCIN, H. y A. CARRANZA-EDWARDS, 1976. Estudio Geomorfológico de la Bahía y de la Playa de Santiago en Manzanillo, Col. - Revista del Inst. Geol. Univ. Nal. Autón. México (2): 43-65.

LONGWELL, CH. R. y R. F. FLINT, 1971. Geología Física. (Ed.) Limusa-Wiley 545 p.

LOPEZ-RAMOS, E., 1974. Geología General y de México. Edición Escolar. Fac. Ingeniería, Univ. Nal. Autón. México, 209 p.

HAPES, E., 1959. Los Yacimientos Ferríferos de Las Truchas, Mich. C.R.N.N.R. Boletín No. 46: 128 págs.

MUNK, W. H. y M. TAYLOR, 1947. Refraction of Ocean Waves: a Process Linking Underwater Topography to Beach Erosion. Jour. Geol. 55 (1), 34 p.

ORDOÑEZ, E., 1936. Principal Physiographic Provinces of Mexico. Am. Assoc. Petrol. Geol. 20 (10): 1277-1307.

OTTOMAN, F. C., 1967. Introducción a la Geología Marina y Litoral (Ed.) Univ. Buenos Aires (traducción del francés) 287 p.

- PETERSON, R. T., 1960. A Field Guide to the Birds of Texas (Ed.)  
Houghton-Mifflin Co. Boston, 304 p.
- PETTIJOHN, F. J., 1975. Sedimentary Rocks. Third Edition (Ed.)  
Harper and Row, 628 p.
- RAMIREZ, J., 1902. Sinonimia Vulgar y Científica de las Plantas Me-  
xicanas (Ed.) Ofic. Tip. de la Secretaría de Fomento.  
160 p.
- RUSSELL, R. D. y R. E. TAYLOR, 1937. Roundness and Shape of Missi-  
ssipi River Sands. Jour. Geol. 45 (3): 225-267.
- RINGWOOD, A. E., 1975. Composition and Petrology of the Earth's  
Mantle. (Ed.) McGraw-Hill.
- SCIENTIFIC AMERICAN, 1976. Deriva Continental y Tectónica de Placas.  
2a. Ed. Hihb Blume Ediciones. 271 p.
- SCIENTIFIC AMERICAN BOOK, 1969. (Ed.) W. H. Freeman and Co. The  
Ocean. 140 p.
- SEYFERT, C. K. y L. A. SIRKIN, 1973. (Ed.) Harper and Row. Earth  
History and Plate Tectonics. 504 p.
- SHARPE, R. B., 1900. A Hand List of the Genera and Species of Birds.  
Vol. II. British Museum (Natural History). (Ed.) London  
Trustees.
- , 1900. A Hand List of the Genera and Species of Birds.  
Vol. III. British Museum (Natural History). (Ed.) London

Trustees.

SHEPARD, F. P., 1948. Submarine Geology. (Ed.) Harper & Row, New York, 348 p.

-----, 1973. Submarine Geology. Third Edition. (Ed.) Harper & Row, New York, 517 p.

TAMAYO, J. L., 1962. Geografía General de México. (Ed.) Libros de México. Inst. Mexicano de Investigaciones Económicas, Vol. I a IV.

TURNER, F. J. y J. VERHOOGEN, 1960. Igneous and Metamorphic Petrology. Second Edition. McGraw-Hill, 694 p.

WALKER, E., 1964. Mammals of the World. Third Edition. Vols. I y II. (Ed.) Baltimore, J. Hopkins.

WIEGEL, R. L., 1964. Oceanographical Engineering (Ed.) Prentice-Hall. 532 p.

WILLIAMS, H., F. J. TURNER y C. M. GILBERT, 1968. Petrografía. (Ed.) Compañía Editorial Continental, S. A., 430 p.



## A N E X O S

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBCOMISION DE INGENIERIA BASICA  
Area de Geología y Minería  
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No.

I DATOS DE CAMPO

Muestra No: JV-77-1

Colector: JAIME R. VALLARINO GUZMAN

Localidad: CANAL VENTANAS, AL SUROESTE DE LA BAHIA DE MANZANILLO, COL.

Descripción de la muestra: MORROS DE ROCA, ASI COMO PEÑASCOS

Estudio requerido: PETROGRAFICO

II DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: VERDE PARDUSCO

Textura y estructura: AFANITICA

Minerales observados:

III DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Textura: PILOTAXITICA

Minerales: ANDESINA-OLIGOCLASA, 10%, QZ, CALCITA DE ALTERACION Y SERICITA

ESENCIALES

ANDESINA Y OLIGOCLASA

SECUNDARIOS

MENOS DEL 10% DE QZ, RE-  
LLENO DE CALCITA DE ALTE-  
RACION SERICITA Y OXIDOS  
DE HIERRO

MICRISTALIZACION

ACCESORIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

SUSTANCIAS INTRODUCIDAS

MAFICOS CLORITIZADOS

CARACTERES ESPECIALES

IV ORIGEN DE LA ROCA VOLCANICA

V CLASIFICACION ANDESITA MICROLITICA  
ALTERACION: PROPILITIZACION

Fecha: MARZO DE 1978

ING. JAIME R. VALLARINO GUZMAN  
Petrografa

# COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

SUBDIRECCION DE INGENIERIA BASICA

Area de Geología y Minería

LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No.

## I DATOS DE CAMPO

Muestra No: **JV-77-2**

Colector: **JAIWE R. VALLARINO GUZMAN**

Localidad: **PORCION NORESTE BAHIA DE SANTIAGO, MANZANILLO, COL.**

Descripción del yacimiento: **MACIZO DE ROCA QUE AFLORA EN LA PLAYA**

Estudio requerido: **PETROGRAFICO**

## II DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: **VERDE GRISACEO**

Estructura y textura: **FANERITICA**

Minerales esenciales: **FELDESPATOS**

## III DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Textura: **HIPIDIOMORFICA**

Mineralogía:

**ESENCIALES  
PLAGIOCLASA SERICITIZADA Y  
ORTOCLASA**

**SECUNDARIOS  
SERICITA Y OXIDOS DE  
HIERRO**

**RECRISTALIZACION**

**ACCESORIOS  
AUGITA, HAUYNA, HORNBLEN  
DA Y MENOS DEL 1% DE QZ.**

**MATRIZ O CEMENTANTE**

**SUSTANCIAS INTRODUCIDAS**

**CARACTERES ESPECIALES**

**I. ORIGEN DE LA ROCA: ROCA PLUTONICA, INTRUSIVA**

**V. CLASIFICACION: MONZODIORITA DE PIROXENO**

Fecha: **MARZO DE 1978**

**ING. JAIWE R. VALLARINO GUZMAN**

**Petrologo**

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBDIRECCION DE INGENIERIA BASICA  
Area de Geología y Minería  
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No.

I DATOS DE CAMPO

Muestra No: JV-77-3

Colector: JAIME R. VALLARINO GUZMAN

Lugar: BAHIA DE SANTIAGO PORCION NNE, MANZANILLO, COL.

Descripción del afloramiento: LA CARRETERA CORTA DICHO AFLORAMIENTO, LLEGA HASTA LA PLAYA, EN FORMA DE PUNTA

Estudio requerido:

II. DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: GRIS VERDOSO

Estructura y Textura: FANERITICA

Minerales observados: PRESENTA FENOCRIETALES

III. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Forma: HIPIDIMORFICA

Minerales:

ESENCIALES  
ANDESINA, LABRADORITA Y  
OLIGOCLASA

SECUNDARIOS  
CLORITA (ALTERACION DE  
LOS MAFICOS) SERICITA  
(ALTERACION DE LAS PL  
GIOCLASAS)

RECRYSTALIZACION

ACCESORIOS  
HORNBLENDA, BIOTITA,  
ESFENA

MATRIZ O CEMENTANTE      SUSTANCIAS INTRODUCIDAS

CARACTERES ESPECIALES

IV. ORIGEN DE LA ROCA      ROCA PLUTONICA      INTRUSIVA

V. CLASIFICACION      DIORITA DE HORNBLENDA Y BIOTITA

Fecha: MARZO DE 1978

ING. JAIME R. VALLARINO GUZMAN  
Fot. S. S. S. S.

# COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

SUBCOMISION DE INGENIERIA BASICA

Area de Geología y Minería  
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTRUC. PETROGRAFICO

## 1 DATOS DE CAMPO

Mostrador No. **JV-77-4**

Nombre: **JAI ME R. VALLARINO GUZHAN**

Localidad: **PORCION SSE LAGUNA JULUAPAN EN LA BOCA BAHIA DE SANTIAGO MANZANILLO, COL.**

Localidad de la muestra: **PARTE INFERIOR DE LA SIERRITA O PENINSULA**

Division geológica: **PETROGRAFICO**

## II DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: **ROJO PARDUSCO**

Textura y estructura: **AFANITICA**

Minerales característicos:

## III DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Textura: **PORFIDICA CON MATRIZ AFANITICA**

Minerales:

**ESENCIALES  
ANDESINA Y LABRADORITA  
ZONADOS**

**SECUNDARIOS  
OXIDOS DE HIERRO**

**RECISTALIZACION**

**ACCESORIOS  
EPIDOTA DE ALTERACION**

**MATRIZ O CEMENTANTE**

**SUSTANCIAS INTRODUCIDAS**

**CARACTERES ESPECIALES**

## IV ORIGEN DE LA ROCA **ROCA VOLCANICA**

## V CLASIFICACION **ANDESITA PORFIDICA**

Fecha: **MARZO DE 1978**

**ING. JAI ME R. VALLARINO GUZHAN**  
Petrología

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBCOMISION DE INGENIERIA BASICA  
Aica de Geología y Minería  
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No.

I DATOS DE CAMPO

Muestra No: JV-77-5

Ordena: JAIME R. VALLARINO GUZMAN

Lugar: EXTREMO NNE DE LA PENINSULA DE JULUAPAN (PUNTA GORDA) BAHIA DE SAN-  
TIAGO, MANZANILLO, COL.  
Descripción: PORCION DE LA FALDA DE LA PENINSULA

Estudio requerido: PETROGRAFICO

II DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: ROJO CLARO

Estructura y textura: AFANITICA

Minerales observados:

III DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Textura: PORFIDICA CON MATRIZ AFANITICA DEVITRIFICADA

Minerales:

ESENCIALES	SECUNDARIOS	RECRISTALIZACION
ANDESINA, OLIGOCCLASA, FELDSPATO POTASICO, LABRADORITA Y SA	RELLENO DE QZ Y OXIDOS DE HIERRO	
ACCESORIOS EPIDOTA DE MANGANESO (PIEDMONTITA)	MATRIZ O CEMENTANTE	SUSTANCIAS INTRODUCIDAS

CARACTERES ESPECIALES

I ORIGEN DE LA ROCA: ROCA VOLCANICA

V CLASIFICACION: ANDESITA PORFIDICA DE HORNBLENDA

MARZO DE 1978

ING. JAIME R. VALLARINO GUZMAN  
Petrografo

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE INGENIERIA BASICA  
Area de Geología y Minería  
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No.

I DATOS DE CAMPO

Muestra No: JV-77-6

Colector: JAIME R. VALLARINO GUZMAN

Lugar: EXTREMO N DE LA PENINSULA DE JULUAPAN (PUNTA GORDA) BAHIA DE SANTIAGO,  
MANZANILLO, COL.

Localización del afloramiento: TALUD DE LA PENINSULA FRENTE A UNA PLAYA DE GUIJARROS

Estudio solicitado: PETROGRAFICO

II DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: ROJO GUINDA

Estructura y textura: AFANITICA

Minerales observables:

III DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Textura: PORFIDICA CON MATRIZ AFANITICA

Mineralogía:

ESENCIALES	SECUNDARIOS	RECRISTALIZACION
ANDESINA, OLIGOCLASA, LABRA DORITA Y ALBITA	SERICITA, QZ Y OXIDOS DE HIERRO	

ACCESORIOS	MATRIZ O CEMENTANTE	SUSTANCIAS INTERMEDIAS
EPIDOTA ALTERADA		

CARACTERES ESPECIALES

IV ORIGEN DE LA ROCA: ROCA VOLCANICA

V CLASIFICACION: ANDESITA PORFIDICA

Fecha:

MARZO DE 1978

ING. JAIME R. VALLARINO GUZMAN

Petrográfico

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE INGENIERIA BASICA  
Area de Geología y Minería  
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

No.

I DATOS DE CAMPO

Muestra No: JV-77-7

Colector: JAIME R. VALLARINO GUZMAN

Localidad: PORCION SE DE LA LAGUNA DE JULUAPAN, MANZANILLO, COL.

Descripción del afloramiento: PUNTA DE ROCA CON VEGETACION, ALTAMENTE INTERRERIZADA

Estudio requerido: PETROGRAFICO

II DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: VERDE PARDUSCO

Estructura y textura: AFANITICA

Minerales observables: ALGUNOS CRISTALES DE PLANA

III DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Textura: PILOTAXITICA

Minerales:

ESENCIALES  
ANDESINA, OLIGOCLASA Y  
LABRADORITA

SECUNDARIOS  
OXIDOS DE HIERRO

RECRISTALIZACION

ACCESORIOS  
MAFICOS CLORITIZADOS

MATRIZ O CEMENTANTE

SUBSTANCIAS INTRODUCIDAS

CARACTERES ESPECIALES

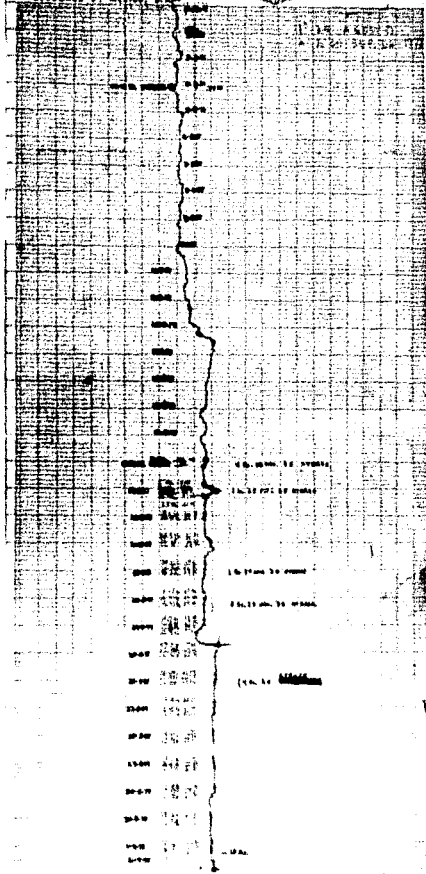
IV ORIGEN DE LA ROCA: ROCA VOLCANICA

V CLASIFICACION: ANDESITA MICROLITICA  
TIPO DE ALTERACION: PROPITILIZACION

Fecha: MARZO DE 1978

ING. JAIME R. VALLARINO GUZMAN  
Petrografa





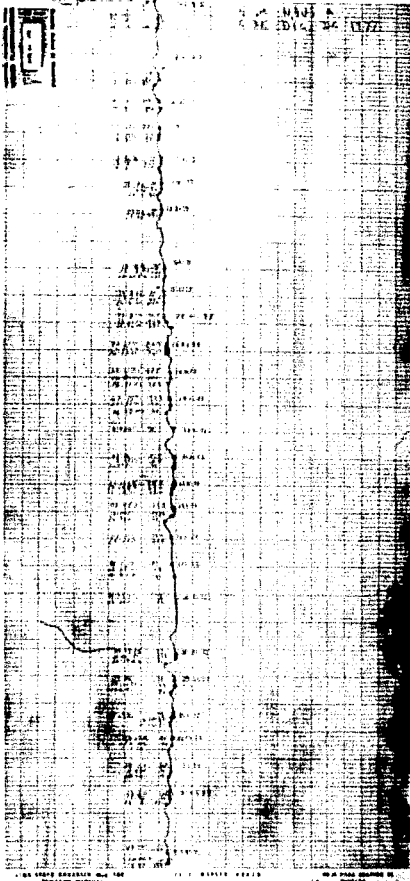
BOSSACH DE MEXICO, S.A.

The document is a ledger or account book with a grid-like structure. It is heavily degraded with significant noise and a jagged vertical tear down the center. The text is mostly illegible, but some faint numbers and characters are visible in the columns. The header at the top reads "BOSSACH DE MEXICO, S.A.". The grid consists of approximately 10 columns and many rows. The left side of the grid contains what appears to be a list of items or accounts, while the right side contains numerical data. The overall appearance is that of a very old and poorly preserved document.



BOSSPACH DE MEXICO, S.A.

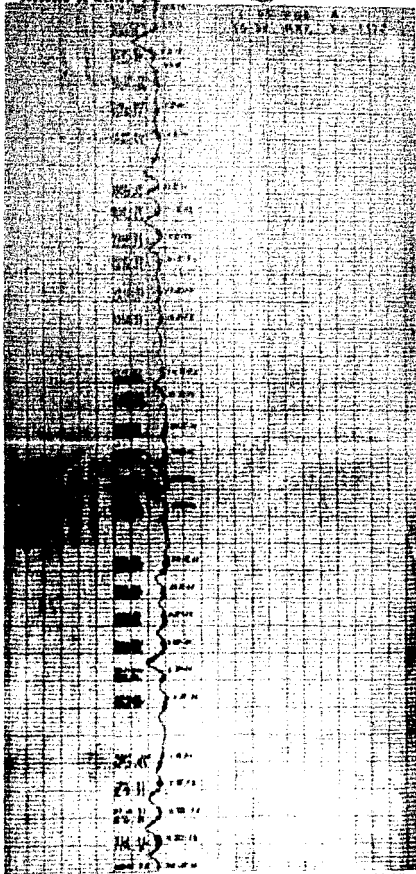
BOSSPACH DE MEXICO, S.A.  
C. M. D. C. 24



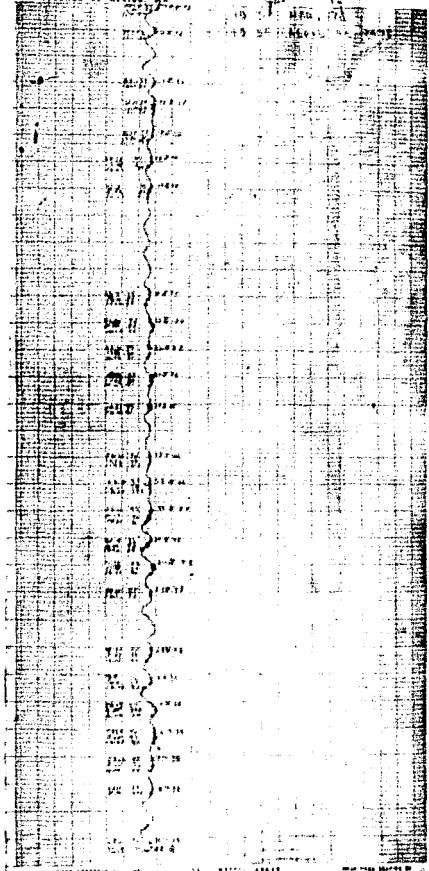
BOSSPACH DE MEXICO, S.A. BOSSPACH DE MEXICO, S.A. BOSSPACH DE MEXICO, S.A.

FECHA	DESCRIPCION	DEBITO	CREDITO	Saldo
1960				
1961				
1962				
1963				
1964				
1965				
1966				
1967				
1968				
1969				
1970				
1971				
1972				
1973				
1974				
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985				
1986				
1987				
1988				
1989				
1990				
1991				
1992				
1993				
1994				
1995				
1996				
1997				
1998				
1999				
2000				
2001				
2002				
2003				
2004				
2005				
2006				
2007				
2008				
2009				
2010				
2011				
2012				
2013				
2014				
2015				
2016				
2017				
2018				
2019				
2020				
2021				
2022				
2023				
2024				
2025				
2026				
2027				
2028				
2029				
2030				
2031				
2032				
2033				
2034				
2035				
2036				
2037				
2038				
2039				
2040				
2041				
2042				
2043				
2044				
2045				
2046				
2047				
2048				
2049				
2050				
2051				
2052				
2053				
2054				
2055				
2056				
2057				
2058				
2059				
2060				
2061				
2062				
2063				
2064				
2065				
2066				
2067				
2068				
2069				
2070				
2071				
2072				
2073				
2074				
2075				
2076				
2077				
2078				
2079				
2080				
2081				
2082				
2083				
2084				
2085				
2086				
2087				
2088				
2089				
2090				
2091				
2092				
2093				
2094				
2095				
2096				
2097				
2098				
2099				
2100				

Year	Value	Year	Value
1950	10.0	1960	10.0
1951	10.0	1961	10.0
1952	10.0	1962	10.0
1953	10.0	1963	10.0
1954	10.0	1964	10.0
1955	10.0	1965	10.0
1956	10.0	1966	10.0
1957	10.0	1967	10.0
1958	10.0	1968	10.0
1959	10.0	1969	10.0
1970	10.0		



BOZEMAN DE MEXICO, S.A.





Registro Nacional

Lugar: HANZANILLO, COL.

Colector: JAIME VALLARINO

Fecha: MARZO DEL 78

Profundidad: m

Fecha:

Parámetros Estadísticos

$\sigma = 1.08$

$\sigma_{11} = 2.12$

Q95=2.25

$(\sigma_{11} - \sigma) / \sigma = (2.12 - 1.08) / 1.08 = 0.96 = \sigma_{11} - \sigma$

$\sigma_{11} = 1.45$

Q75=2.05

$(\sigma_{11} - \sigma) / \sigma = (1.45 - 1.08) / 1.08 = 0.34 = \sigma_{11} - \sigma$

$\sigma_{11} = 1.61$

Q25=1.61

$(\sigma_{11} - \sigma) / \sigma = (1.61 - 1.08) / 1.08 = 0.49 = \sigma_{11} - \sigma$

$\sigma_{11} = 1.57$

Q5=1.09

$(\sigma_{11} - \sigma) / \sigma = 0.22 = \sigma_{11} - \sigma$

$\frac{\sigma_{11}}{\sigma} = \frac{0.22}{0.34} \text{ coef} = 0.65$

DIAMETRO CM

ANILLOS DE CENizas DE TUBO DE SEDIMENTACION

D	m	TIEMPO Y TEMPERATURA DE SEDIMENTACION (min. y seg.)				Unidades de Altura y vol.	Unidades de Altura	% Y Base	% Total Acumulativo
		1	2	3	4				
0.0	0.0	0	0	0	0	0.0		0.0	
0.5	0.05	0	0	0	0	0.0		0.0	
1.0	0.10	0	0	0	0	0.2		3.70	
1.50	0.15	0	0	0	0	1.0		18.52	
2.0	0.20	0	0	0	0	1.8		33.33	
2.5	0.25	0	0	0	0	3.7		68.52	
3.0	0.30	0	0	0	0	4.7		97.04	
3.5	0.35	0	0	0	0	5.1		94.44	
4.0	0.40	0	0	0	0	5.3		98.15	
4.5	0.45	0	0	0	0	5.4		100.00	
5.0	0.50	0	0	0	0				
5.5	0.55	0	0	0	0				
6.0	0.60	0	0	0	0				
6.5	0.65	0	0	0	0				
7.0	0.70	0	0	0	0				
7.5	0.75	0	0	0	0				
8.0	0.80	0	0	0	0				
8.5	0.85	0	0	0	0				
9.0	0.90	0	0	0	0				
9.5	0.95	0	0	0	0				
10.0	1.00	0	0	0	0				
10.5	1.05	0	0	0	0				
11.0	1.10	0	0	0	0				
11.5	1.15	0	0	0	0				
12.0	1.20	0	0	0	0				
12.5	1.25	0	0	0	0				
13.0	1.30	0	0	0	0				
13.5	1.35	0	0	0	0				
14.0	1.40	0	0	0	0				
14.5	1.45	0	0	0	0				
15.0	1.50	0	0	0	0				
15.5	1.55	0	0	0	0				
16.0	1.60	0	0	0	0				
16.5	1.65	0	0	0	0				
17.0	1.70	0	0	0	0				
17.5	1.75	0	0	0	0				
18.0	1.80	0	0	0	0				
18.5	1.85	0	0	0	0				
19.0	1.90	0	0	0	0				
19.5	1.95	0	0	0	0				
20.0	2.00	0	0	0	0				
20.5	2.05	0	0	0	0				
21.0	2.10	0	0	0	0				
21.5	2.15	0	0	0	0				
22.0	2.20	0	0	0	0				
22.5	2.25	0	0	0	0				
23.0	2.30	0	0	0	0				
23.5	2.35	0	0	0	0				
24.0	2.40	0	0	0	0				
24.5	2.45	0	0	0	0				
25.0	2.50	0	0	0	0				
25.5	2.55	0	0	0	0				
26.0	2.60	0	0	0	0				
26.5	2.65	0	0	0	0				
27.0	2.70	0	0	0	0				
27.5	2.75	0	0	0	0				
28.0	2.80	0	0	0	0				
28.5	2.85	0	0	0	0				
29.0	2.90	0	0	0	0				
29.5	2.95	0	0	0	0				
30.0	3.00	0	0	0	0				
30.5	3.05	0	0	0	0				
31.0	3.10	0	0	0	0				
31.5	3.15	0	0	0	0				
32.0	3.20	0	0	0	0				
32.5	3.25	0	0	0	0				
33.0	3.30	0	0	0	0				
33.5	3.35	0	0	0	0				
34.0	3.40	0	0	0	0				
34.5	3.45	0	0	0	0				
35.0	3.50	0	0	0	0				
35.5	3.55	0	0	0	0				
36.0	3.60	0	0	0	0				
36.5	3.65	0	0	0	0				
37.0	3.70	0	0	0	0				
37.5	3.75	0	0	0	0				
38.0	3.80	0	0	0	0				
38.5	3.85	0	0	0	0				
39.0	3.90	0	0	0	0				
39.5	3.95	0	0	0	0				
40.0	4.00	0	0	0	0				
40.5	4.05	0	0	0	0				
41.0	4.10	0	0	0	0				
41.5	4.15	0	0	0	0				
42.0	4.20	0	0	0	0				
42.5	4.25	0	0	0	0				
43.0	4.30	0	0	0	0				
43.5	4.35	0	0	0	0				
44.0	4.40	0	0	0	0				
44.5	4.45	0	0	0	0				
45.0	4.50	0	0	0	0				
45.5	4.55	0	0	0	0				
46.0	4.60	0	0	0	0				
46.5	4.65	0	0	0	0				
47.0	4.70	0	0	0	0				
47.5	4.75	0	0	0	0				
48.0	4.80	0	0	0	0				
48.5	4.85	0	0	0	0				
49.0	4.90	0	0	0	0				
49.5	4.95	0	0	0	0				
50.0	5.00	0	0	0	0				



Preparado por: JAIME R. VALLARINO

Fecha:

Escuela No. 101

Fecha:

Cápsula	Peso Muestra	Vaso Tratamiento	No. Probeta Fracc. Fina	No. Cap. F.G.
ANÁLISIS CON TÁMICES				
		Peso Fracción Gruesa:		
	Cápsula No.	Peso Cápsula	Peso Muestra	Total Peso
1	10			
(1)-(1)	0			
(-3)-(-2)	1			
(-2)-(-1.5)	0.5			
(-1.5)-(-1)	0.5			
(-1)-(-0.5)	0.5			
(-0.5)-0	0.5			
0	1			
ANÁLISIS MINERALÓGICO				
PRINCIPALES CONSTITUYENTES				
				15
				14
				1
				7
				64
Total 100				

PESO F. BRUSA		PESO F. BRUSA		PESO F. BRUSA		PESO F. BRUSA		PESO F. BRUSA		PESO F. BRUSA	
Dif. entre un. m.m.	Cápsula No.	Peso Cápsula	Peso Muestra	Peso Muestra	Unos Quadrados	% Cum.	$a = \frac{Fb \times 100}{a^2} = \frac{b^2}{100}$	$b = \left( 1 - \frac{a \times 100}{a^2} \right) = \frac{a^2 - 100a}{a^2}$	$b_1 = 100 - \left( \frac{b_1 \times 100}{a^2} \right) = \left( \frac{a^2 - b_1^2}{a^2} \right) =$	$b_2 = 100 - \left( \frac{b_2 \times 100}{a^2} \right) = \left( \frac{a^2 - b_2^2}{a^2} \right) =$	$b_3 = 100 - \left( \frac{b_3 \times 100}{a^2} \right) = \left( \frac{a^2 - b_3^2}{a^2} \right) =$
4.00	0.005	b									
5.00	0.032	b <sub>1</sub>									
6.00	0.015	b <sub>2</sub>									
7.00	0.002	b <sub>3</sub>									
8.00	0.004	b <sub>4</sub>									
9.00	0.002	b <sub>5</sub>									

ARENA =

LIMO =

ARCILLA =

Barriles Madres

Localidad:	MANZANILLO, COL.		
Colador:	JAI ME VALLARINO	Fecha:	MARZO DEL 78
Nombre:	Estadísticos		
$\phi$ 5 = 0.90	$\phi$ 10 = 2.0	$\phi$ 25 = 2.11	
	$\phi$ 15 = 1.28	$\phi$ 75 = 1.9	$\phi$ 100 = 2.10
	$\phi$ 5 = 1.55	$\phi$ 25 = 1.45	$\phi$ 75 = 1.86
		$\phi$ 5 = 0.90	$\phi$ 10 = 1.28
		$\phi$ 15 = 1.28	$\phi$ 25 = 1.45
		$\phi$ 5 = 0.31	$\phi$ 10 = 0.36
		$\phi$ 15 = 0.31	$\phi$ 25 = 0.36
		$\phi$ 5 = 0.31	$\phi$ 10 = 0.36
		$\phi$ 15 = 0.31	$\phi$ 25 = 0.36
		$\phi$ 5 = 0.31	$\phi$ 10 = 0.36
		$\phi$ 15 = 0.31	$\phi$ 25 = 0.36

DIMENSIONES		ANÁLISIS COMPLETO DE FERMENTACIÓN						
$\phi$	m.m.	TIEMPO Y TEMPERATURA (Días y Grados)				Unidades de Almidón y Azúcar	Unidades de Almidón	Y. Total Acumulativo
		10*	15*	20*	25*		Peso	
0.0	0.0	0	0	0	0	0.0		0.0
0.5	0.5	1	1	1	1	1.0		1.16
1.0	1.0	2	2	2	2	6.0		6.98
1.5	1.5	3	3	3	3	2.5		79.03
2.0	2.0	4	4	4	4	4.4		51.17
2.5	2.5	5	5	5	5	7.7		83.74
3.0	3.0	6	6	6	6	8.2		95.37
3.5	3.5	7	7	7	7	8.3		96.53
4.0	4.0	8	8	8	8	8.4		97.67
4.5	4.5	9	9	9	9	8.5		98.84
5.0	5.0	10	10	10	10	8.6		100.00
5.5	5.5	11	11	11	11			
6.0	6.0	12	12	12	12			
6.5	6.5	13	13	13	13			
7.0	7.0	14	14	14	14			
7.5	7.5	15	15	15	15			
8.0	8.0	16	16	16	16			
8.5	8.5	17	17	17	17			
9.0	9.0	18	18	18	18			
9.5	9.5	19	19	19	19			
10.0	10.0	20	20	20	20			
10.5	10.5	21	21	21	21			
11.0	11.0	22	22	22	22			
11.5	11.5	23	23	23	23			
12.0	12.0	24	24	24	24			
12.5	12.5	25	25	25	25			
13.0	13.0	26	26	26	26			
13.5	13.5	27	27	27	27			
14.0	14.0	28	28	28	28			
14.5	14.5	29	29	29	29			
15.0	15.0	30	30	30	30			
15.5	15.5	31	31	31	31			
16.0	16.0	32	32	32	32			
16.5	16.5	33	33	33	33			
17.0	17.0	34	34	34	34			
17.5	17.5	35	35	35	35			
18.0	18.0	36	36	36	36			
18.5	18.5	37	37	37	37			
19.0	19.0	38	38	38	38			
19.5	19.5	39	39	39	39			
20.0	20.0	40	40	40	40			

Preparado por: JAIME R. VALLARINO Fecha:

Evaluado por:

Fecha:

Cláusula		Peso Muestra		Vaso Tratamiento:			No. Probeta Fracc. Fina		No. Con. F.G.		
ANÁLISIS CON TAMICES							ANÁLISIS MINERALÓGICO				
Peso Fracción Gruesa:							PRINCIPALES CONSTITUYENTES				
#	mm	Cónsula No.	Peso Muestra	Peso Cálculo	Peso Muestra	Total Peso Acumulado	Terminados	Minerales Pesados	12	#	
-4	75						Carbóníferos	1			
(-4)-(-3)	3						Org. de Carbono				
(-3)-(-2)							Org. de Sólido				
(-2)-(-1.5)	1.5						Org. de Sólido				
(-1.5)-(-1)	1						Org. Vegetales				
(-1)-(-0.5)	0.5						Org. de Sólido				
(-0.5)-[0]							Org. Inorgánico	3	33		
							Org. Inorgánico	85	85		
0											
							Total		100		

PESO F. GRUESA			ANÁLISIS CON TAMICES				CÁLCULOS		
Diferencia en mm.	Cónsula No.	Peso Cálculo	Peso Muestra	Menos Partículas	% Cumul.	$a = \frac{P_0 \times 70}{100}$	$b = \frac{P_1 \times 100}{100 - a}$	$c = \frac{P_2 \times 100}{100 - a - b}$	
4.00	0.0025	b <sub>1</sub>					$b = \left( \frac{0.0025 \times 100}{100 - 0} \right) = \left( \frac{0.25}{100} \right) \times 100 =$		
5.00	0.032	b <sub>2</sub>					$b_2 = 100 - \left( \frac{0.032 \times 100}{100 - 0} \right) = \left( \frac{0.32}{100} \right) \times 100 =$		
6.00	0.015	b <sub>3</sub>					$b_3 = 100 - \left( \frac{0.015 \times 100}{100 - 0} \right) = \left( \frac{0.15}{100} \right) \times 100 =$		
7.00	0.003	b <sub>4</sub>					$b_4 = 100 - \left( \frac{0.003 \times 100}{100 - 0} \right) = \left( \frac{0.03}{100} \right) \times 100 =$		
8.00	0.004	b <sub>5</sub>					$b_5 = 100 - \left( \frac{0.004 \times 100}{100 - 0} \right) = \left( \frac{0.04}{100} \right) \times 100 =$		
9.00	0.002	b <sub>6</sub>					$b_6 = 100 - \left( \frac{0.002 \times 100}{100 - 0} \right) = \left( \frac{0.02}{100} \right) \times 100 =$		
						ARENA =	%	ARCILLA =	%
						LIMO =	%		





Registro Nacional

Localidad: MANZANILLO, COL.					
Colector:	JAIMÉ R. VALLARINO	Fecha:	MARZO DEL 78	Recibido por:	Fecha:
Parámetros Estadísticos:					
$\bar{Q} = 0.85$	$\sigma = 1.99$	$Q95 = 2.07$	$f_1 = 0.10$	$f_2 = 0.50$	$f_3 = 0.90$
$Q25 = 1.11$	$\sigma = 0.99$		$f_1 = 0.10$	$f_2 = 1.49$	$f_3 = -0.04$
$Q75 = 1.575$	$\sigma = 1.51$		$f_1 = 50.02$	$f_2 = 50$	$f_3 = 0.50$

DIMENSIONES		ANÁLISIS CON TUBO DE SEDIMENTACIÓN								
$\phi$	mm.	TIEMPO Y TEMPERATURA SEDIMENTACIÓN (Min. y Cels.)					Unidades de Altura y Vol.	% Unidades de Altura	% Peso	Total Acumulativo
		20"	40"	60"	80"	100"				
0.0	1.0	0	0	0	0	0	0.0		0.0	
0.5	0.75	0	0	0	0	0	0.0		0.0	
1.0	0.50	0	0	0	0	1.3			19.12	
1.50	0.25	0	0	0	0	3.3			48.53	
2.00	0.20	0	0	0	0	5.0			73.53	
2.50	0.15	0	0	0	0	6.1			89.71	
3.00	0.10	0	0	0	0	6.7			98.53	
3.50	0.07	0	0	0	0	6.8			100.00	
4.00	0.05	0	0	0	0					
4.50	0.03	0	0	0	0					
5.00	0.02	0	0	0	0	1.01			1.02	
5.50	0.01	1.92	1.65	1.30	1.00	1.00			1.00	
6.00	0.00	1.47	1.34	1.00	0.75	1.00			1.00	
6.50	0.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00			1.00	
7.00	0.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00			1.00	
7.50	0.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00			1.00	
8.00	0.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00			1.00	
8.50	0.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00			1.00	
9.00	0.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00			1.00	
9.50	0.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00			1.00	
10.00	0.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00			1.00	



Preparado por: JAIME R. VALLARINO

Fecha:

Estudio No.:

Fecha:

Cápsula      Peso Muestra      Vaso Tratamiento      No. Probeta Fracc. Fina      No. Cap. F.G.

## ANÁLISIS MINERALÓGICO

ANÁLISIS CON TAMICES			Peso Fracción Gruesa				PRINCIPALES CONSTITUYENTES			
d	mm	Cápsula No.	Peso Cápsula	Peso Cápsula	Peso Muestra	% Total Peso Acumulativo	Características	Alargados Pasados	Z	
4	16						Perforados	120	2	
(-1)-(-3)	17-8						Perforados	120	1	
(-3)-(-2)	3.0						Perforados	120		
(-2)-(-1.5)	4-3.8						Perforados	120		
(-1.5)-(-1)	3.0-2						Perforados	120		
(-1)-(-0.5)	3-1.4						Perforados	120		
(-0.5)-(0)	1.4-1						Perforados	120		
0	1						Perforados	60		

## ANÁLISIS CON PLATA

PESO F. GRUESA		PESO FORTIFICADOR				CÁLCULOS	
Diámetro en m.m.	Cápsula No.	Peso Cap. Muestra	Peso Cápsula	Peso Muestra	Menos Fortificador	% Cum.	$a = \frac{FG \times 20}{100}$
4.00	0.0625 b					$b = \left( \frac{a \times 100}{b} \right) = \frac{\dots}{\dots} \times 100 =$	$a = \frac{FG \times 20}{100}$
5.00	0.032 b <sub>1</sub>					$b_1 = 100 - \left( \frac{b_1 \times 100}{a} \right) = \frac{\dots}{\dots} \times 100 =$	$a = \frac{FG \times 20}{100}$
6.00	0.015 b <sub>2</sub>					$b_2 = 100 - \left( \frac{b_2 \times 100}{a} \right) = \frac{\dots}{\dots} \times 100 =$	$a = \frac{FG \times 20}{100}$
7.00	0.008 b <sub>3</sub>					$b_3 = 100 - \left( \frac{b_3 \times 100}{a} \right) = \frac{\dots}{\dots} \times 100 =$	$a = \frac{FG \times 20}{100}$
8.00	0.004 b <sub>4</sub>					$b_4 = 100 - \left( \frac{b_4 \times 100}{a} \right) = \frac{\dots}{\dots} \times 100 =$	$a = \frac{FG \times 20}{100}$
9.00	0.002 b <sub>5</sub>					$b_5 = 100 - \left( \frac{b_5 \times 100}{a} \right) = \frac{\dots}{\dots} \times 100 =$	$a = \frac{FG \times 20}{100}$

ARENA =

%

LIMO =

%

ARCILLA =

%



Preparado por: JAIME VALLARINO

Fecha:

Escudilla No.:

Fecha:

Cápsula	Peso Muestra	Vaso Tratamiento	No. Probeta Fracc. Fina	No. Can. F.G.				
ANÁLISIS MINERALÓGICO								
ANÁLISIS CON TAMICES			PRINCIPALES CONSTITUYENTES					
Peso Fracción Gruesa:								
Cápsula No.	Peso g/m. Muestra	Peso Cápsula	Peso Muestra	% Total Peso Relativo				
4	10							
(-1) - (-3)	11-3							
(-3) - (-2)	11-2							
(-2) - (-1.5)	11-1.5							
(-1.5) - (-1)	11-1							
(-1) - (-0.5)	11-0.5							
(-0.5) - (0)	11-0							
6	1							
ANÁLISIS CON PROBETA								
PESO F. GRUESA			CÁLCULOS					
Diferencia cm.	Cápsula No.	Peso g/m. Muestra	Peso Cápsula	Peso Muestra	Wenos Tamizador	% Cum.	$a = \frac{FG \times 10}{100} = \frac{a \times 10}{100} = \frac{a \times 10}{100} = a \times 0.1$	$a \times b =$
4.00	0.0025	b				$b = \left( \frac{a}{100} \times 100 \right) = \frac{a \times 100}{100} = a$		
5.00	0.032	b <sub>1</sub>				$b_1 = 100 - \left( \frac{21 \times 100}{100} \right) = 100 - (21 \times 100) =$		
6.00	0.015	b <sub>2</sub>				$b_2 = 100 - \left( \frac{29 \times 100}{100} \right) = 100 - (29 \times 100) =$		
7.00	0.007	b <sub>3</sub>				$b_3 = 100 - \left( \frac{37 \times 100}{100} \right) = 100 - (37 \times 100) =$		
8.00	0.004	b <sub>4</sub>				$b_4 = 100 - \left( \frac{45 \times 100}{100} \right) = 100 - (45 \times 100) =$		
9.00	0.002	b <sub>5</sub>				$b_5 = 100 - \left( \frac{53 \times 100}{100} \right) = 100 - (53 \times 100) =$		
ARENAS = %								
LIMO = %							ARCILLA = %	
Total							100	

NOTA :

EL PLANO

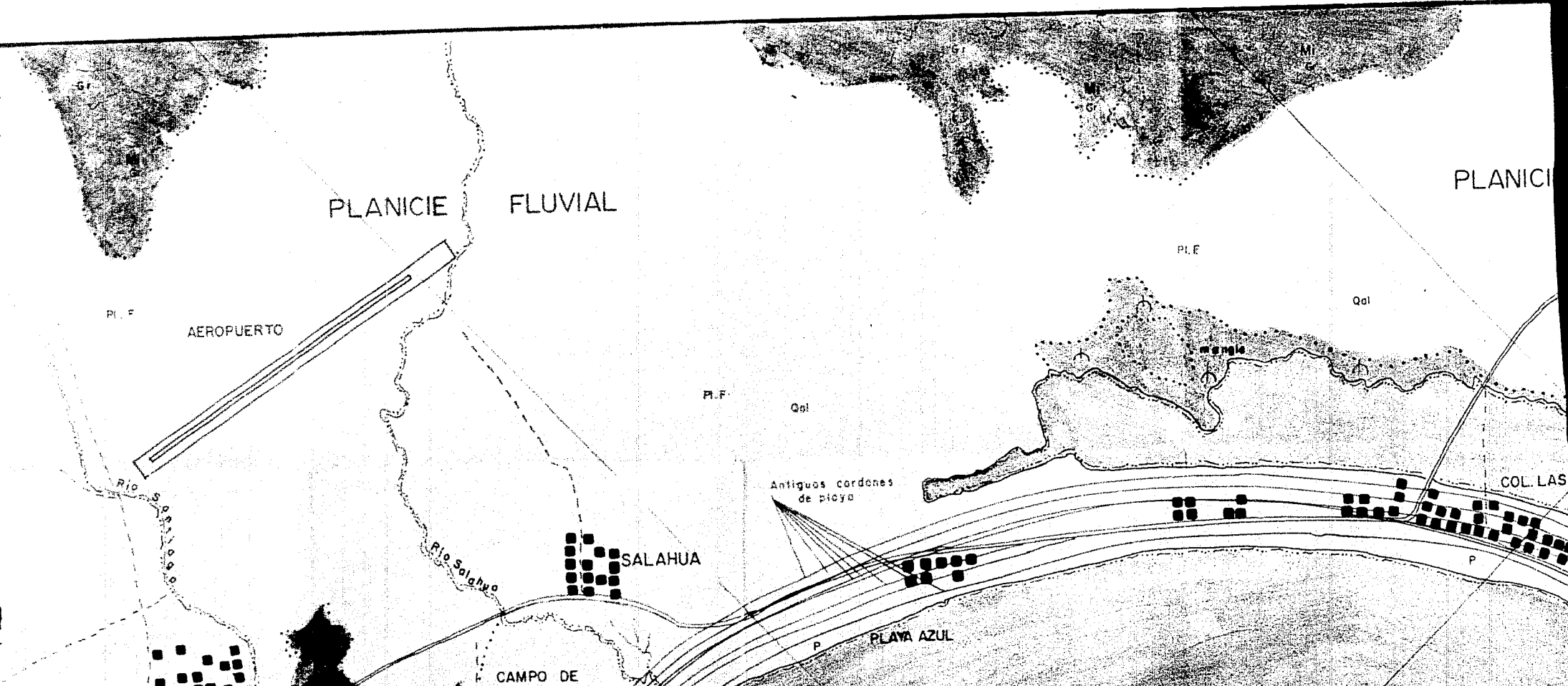
DESPUES DE

PONERLO VERTICAL

SE LEE HACIA

LA DERECHA

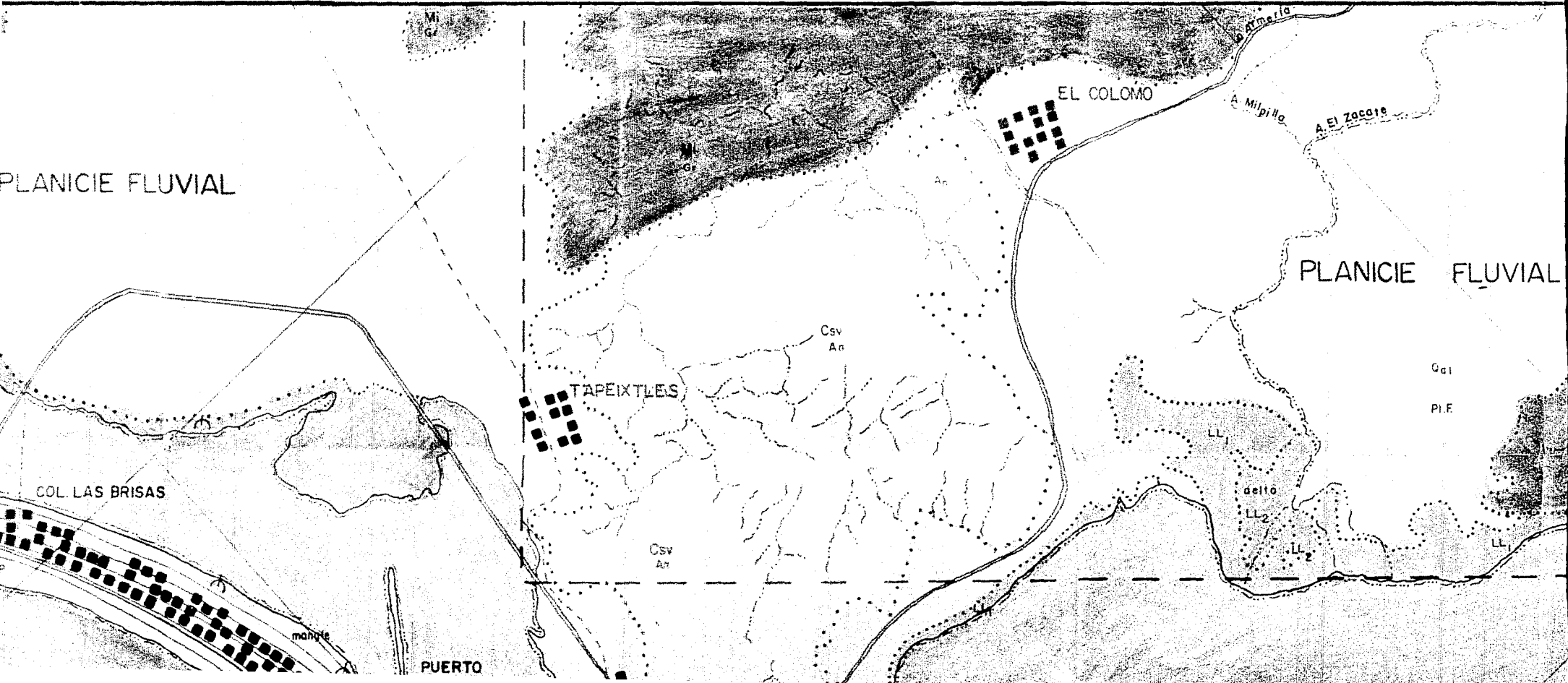
Y HACIA ABAJO



# AL AUTONOMA DE MEXICO

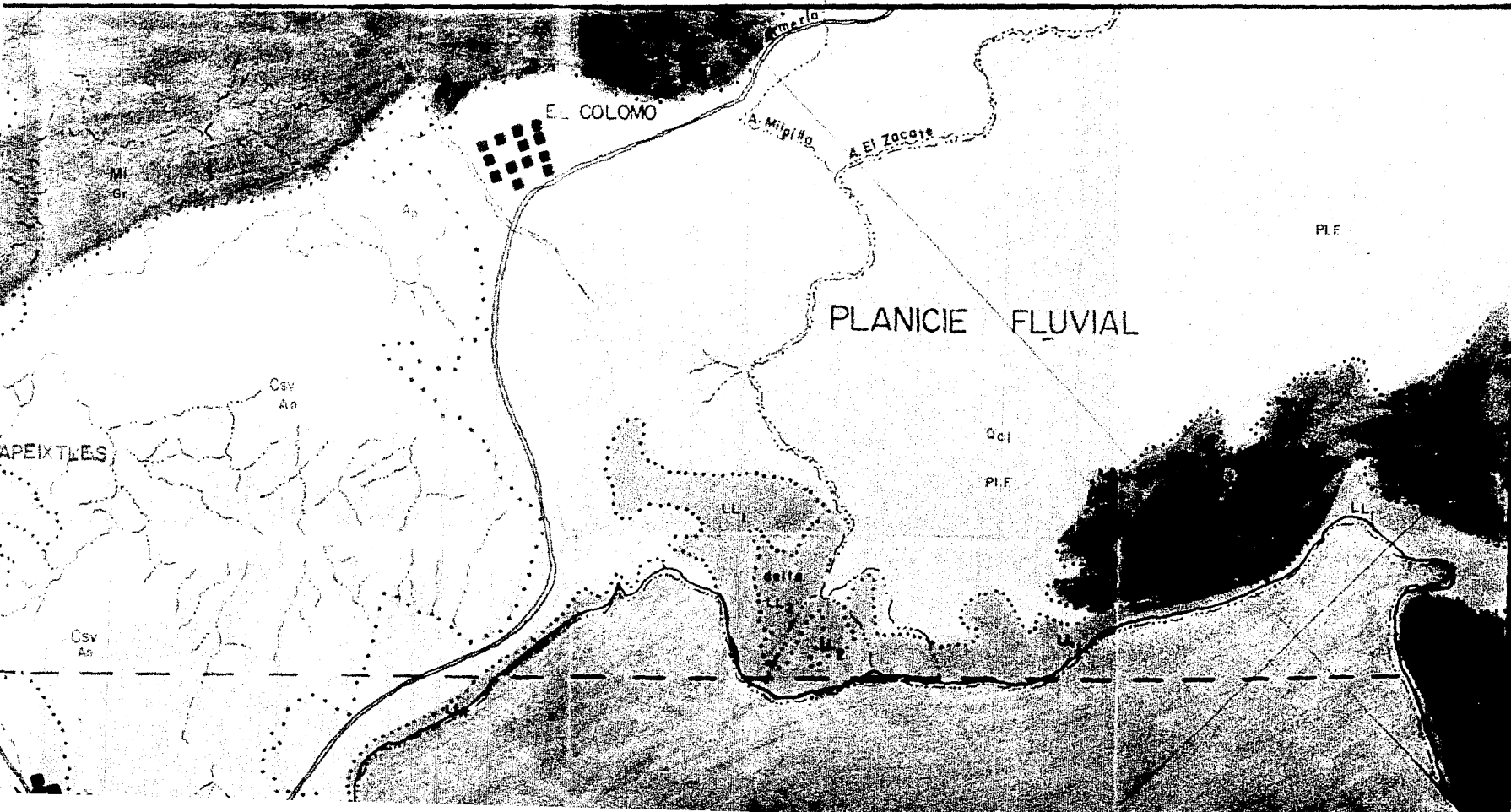
## DE INGENIERIA

VALLARINO GUZMAN JAIME ROLANDO















# DE MEXICO

JZMAN JAIME ROLANDO



# BAHIA DE MANZANILLO

## SIMBOLOGIA

-  Carretera
-  Via de FECC.
-  Brecha
-  Población
-  Arroyo
-  Contacto geológico
-  Pantanos de manglar
-  LL<sub>1</sub> Llanura de inundación por marea
-  LL<sub>2</sub> Llanura de inundación máxima
-  P Playa marina
-  ○<sub>Mn</sub> Muestras de roca
-  △<sub>M-V</sub> Muestras de playa

CENOZOICO SUPERIOR VOLCANICO  
(Mioceno al Reciente, Continental)  
(C<sub>sv</sub>)

An

Roca ignea extrusiva, andesita

MESOZOICO INTRUSIVO  
(Mi)



Roca ignea intrusiva, granodiorita

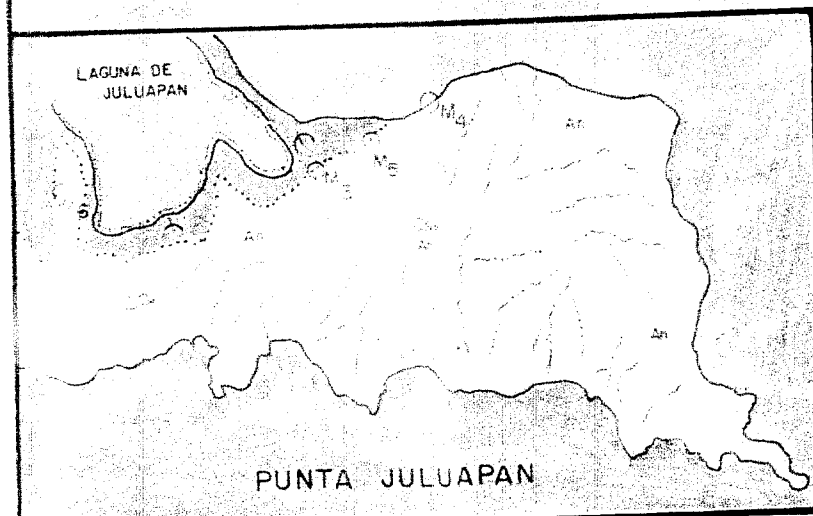
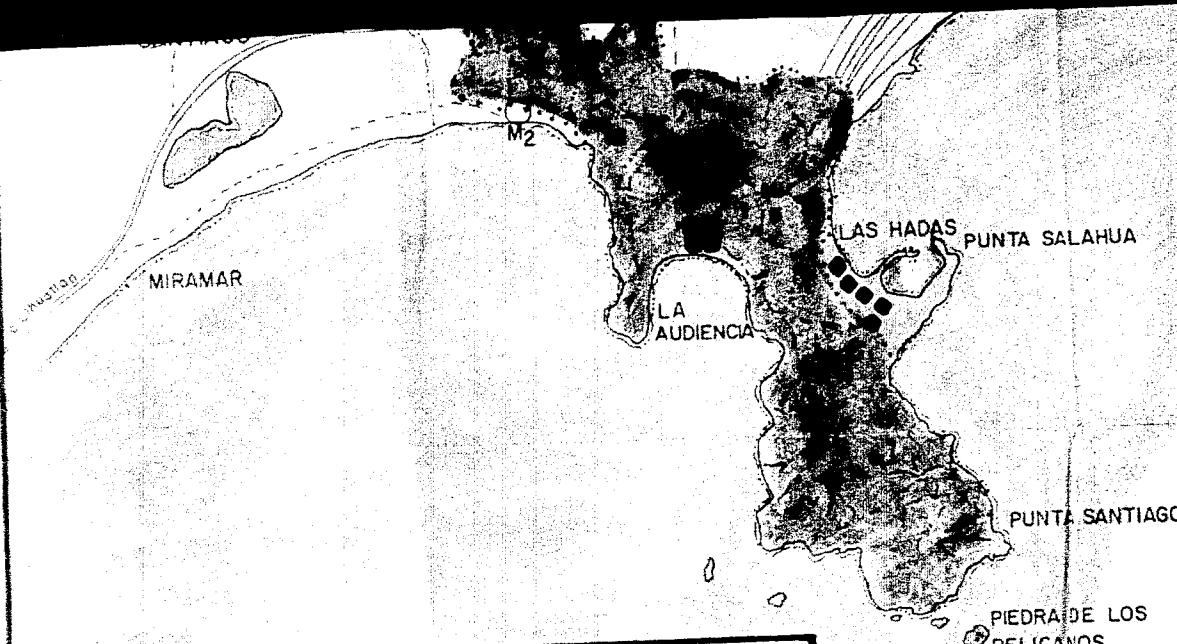


Roca ignea intrusiva, sienita

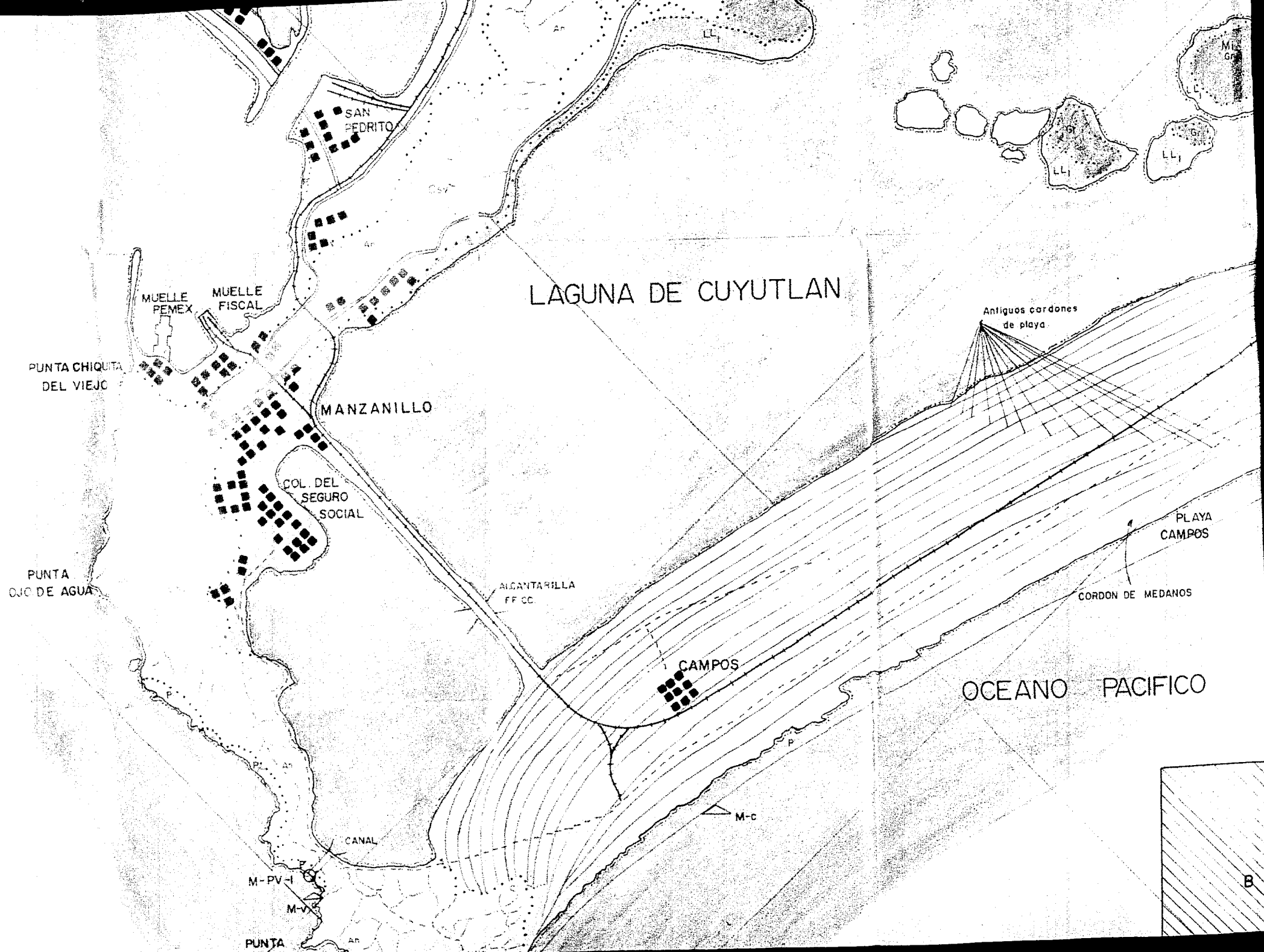
PLEISTOCENO AL RECIENTE  
(Qal)

PI.F.

Planicie fluvial







LAGUNA DE CUYUTLAN

MANZANILLO

COL. DEL SEGURO SOCIAL

CAMPOS

ALCANTARILLA FF.CC.

OCEANO PACIFICO

MUELLE PEMEX  
MUELLE FISCAL

PUNTA CHIQUITA DEL VIEJO

PUNTA OJO DE AGUA

Antiguos cordones de playa

PLAYA CAMPOS

CORDON DE MEDANOS

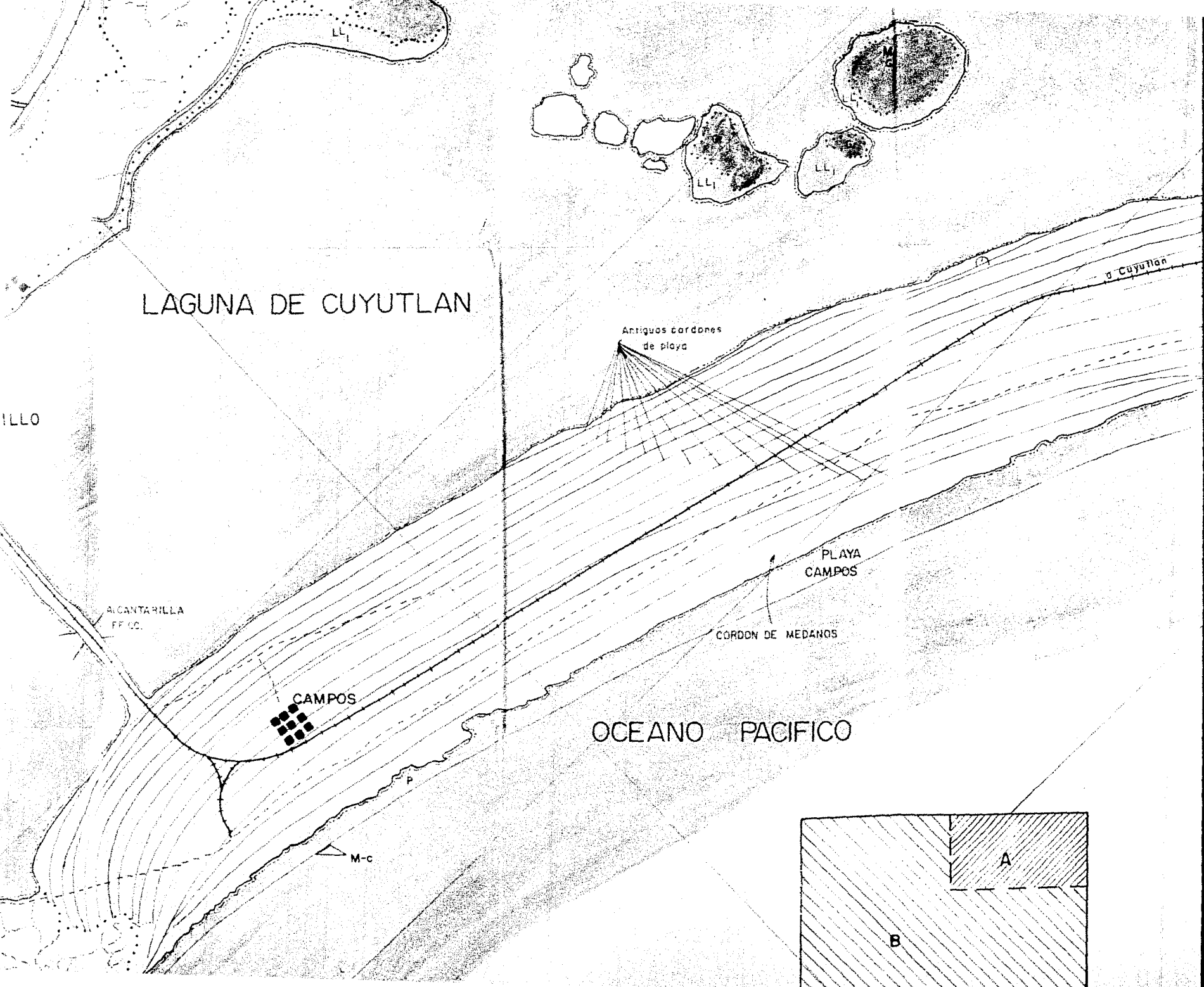
CANAL

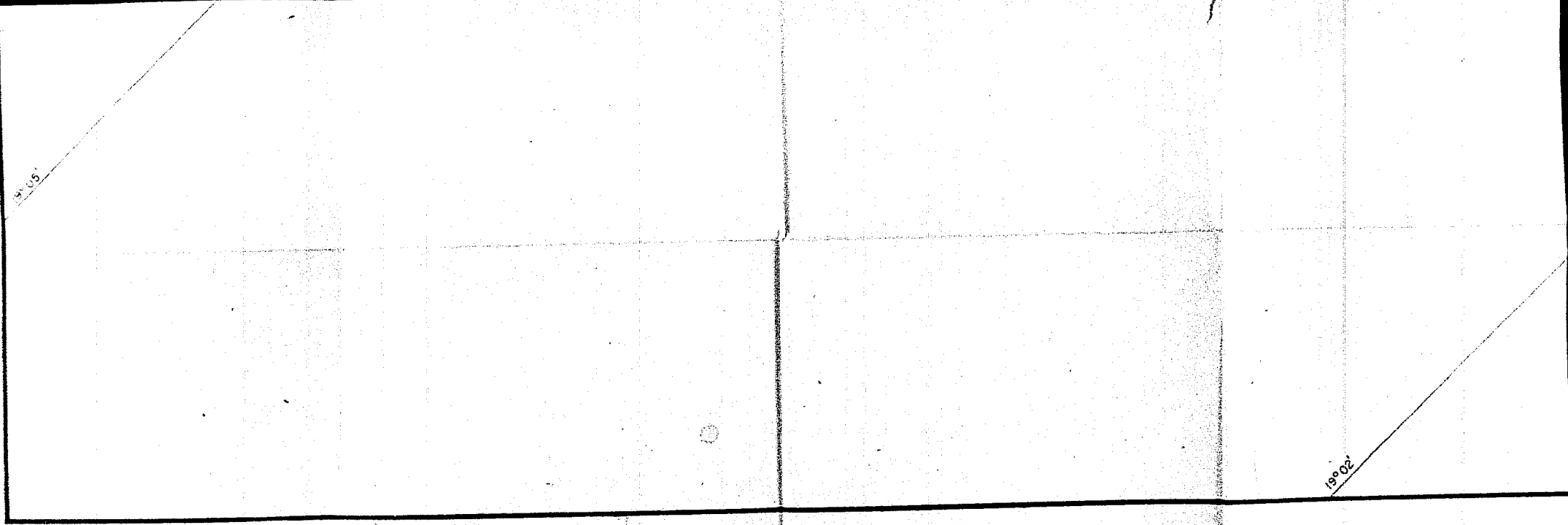
M-PV-I

M-V

PUNTA

B





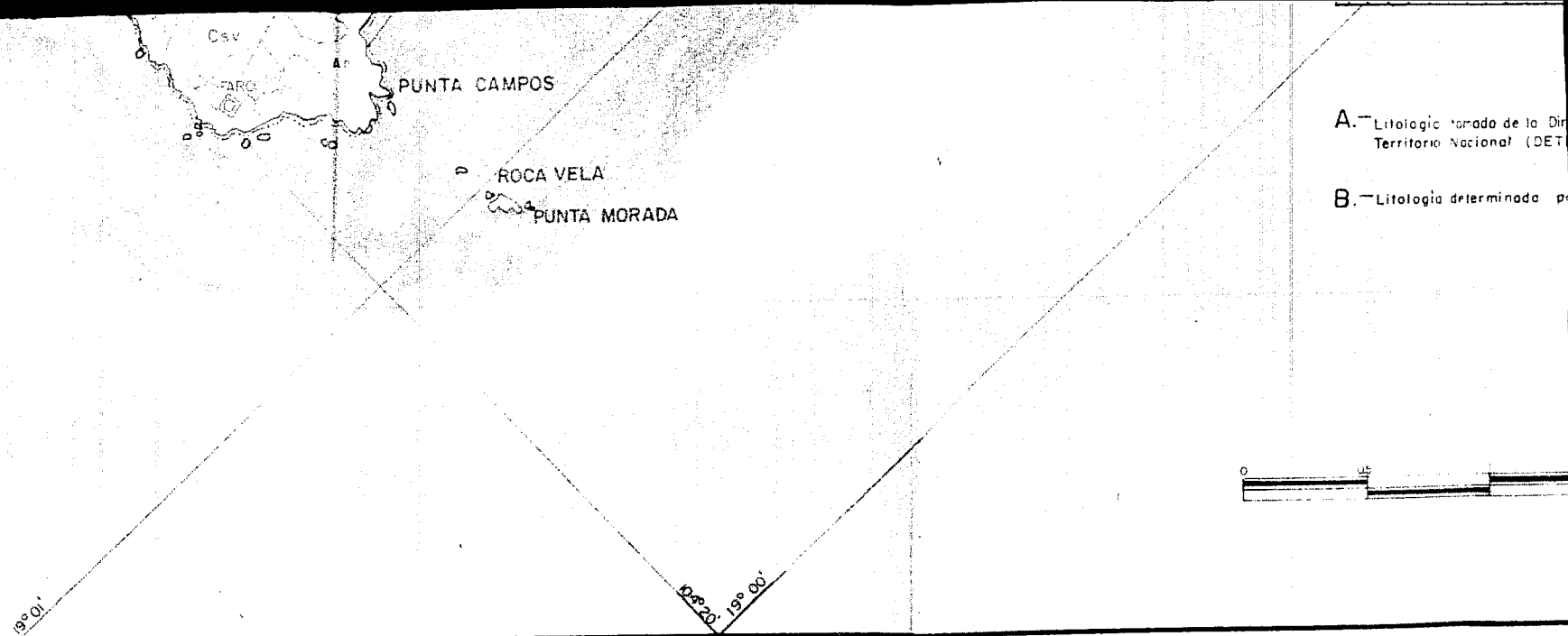


FIGURA N° 1c

MAPA LITOLÓGICO Y TOPONIMICO

PUNTA CAMPOS

ROCA VELA

PUNTA MORADA

A. - Litología tomada de la Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL) Hoja E-13-B-43

B. - Litología determinada por el autor.



104° 20'

190° 00'

104° 18'

# MAPA LITOLOGICO Y TOPONIMICO.

Dibujó: R. Alvarez M.