

39

20



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**Caracterización Textural de Sedimentos Recientes  
del Area del Suchiate, Chiapas, México**

**T E S I S**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO GEOLOGO**

**P R E S E N T A :  
ALICIA TOVAR GUERRERO**



**MEXICO, D. F.**

**AGOSTO 1990**



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 está 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.

## RESUMEN

La finalidad del presente trabajo, es caracterizar texturalmente los ambientes Fluvial, Litoral y de Plataforma Continental de la región del Río Suchiate. Además dentro de este mismo trabajo se comparan las características texturales de estos ambientes con el fin de analizar la distribución de los sedimentos en los ambientes de depósito correspondientes.

Para alcanzar tales objetivos se analizaron 51 muestras: 6 fluviales, recolectadas manualmente sobre la margen derecha del Río Suchiate; 5 litorales recolectadas también en forma manual y localizadas a lo largo de la Costa Chiapaneca, hasta llegar a las cercanías con la desembocadura del Río Suchiate; finalmente las 40 restantes fueron recolectadas a bordo del Buque MARSEP del CESTMAR de Puerto Madero y del B/O "El Puma", utilizando para ello una draga tipo almeja de 5 lt. de capacidad y otra tipo Smith Mc.Intyre.

En términos generales las muestras son similares en sus parámetros texturales, esto puede deberse a la posible influencia que ejerce el Río Suchiate en la zona y al fuerte intemperismo químico, que también influye en la caracterización de los sedimentos.

En el área de estudio se observó que las isofleas de porcentajes de grava, arena, limo y arcilla, al igual que las de  $M_z$ ,  $G_1$ ,  $S_{ki}$  y  $K_g$ , permiten inferir la posible existencia de una antigua línea de costa.

Los sedimentos fluviales van de arena gruesa hasta arena muy fina, mal clasificada, de asimétrica hacia finos hasta casi simétrica y de mesocúrr

tica a leptocórtica. Los litorales son arenas medias moderadamente clasificadas, asimétricas hacia finos y mesocórticas; por último los sedimentos de plataforma continental, varían de arena gruesa hasta limo grueso, mal clasificados, de asimétricos hacia gruesos hasta asimétricos hacia finos y de platicórticos hasta leptocórticos.

Se puede decir que si se realizan estudios similares en la República Mexicana, mediante la construcción de isolíneas de grava, arena y lodo, se podrán cubrir grandes extensiones litorales y de plataforma para obtener resultados en poco tiempo, logrando con ello un conocimiento adecuado de la Zona Económica Exclusiva.

## INDICE GENERAL.

	Págs.
RESUMEN	
CAPITULO I. INTRODUCCION	1
CAPITULO II. ANTECEDENTES	4
CAPITULO III. AREA DE ESTUDIO	10
CAPITULO IV. METODO DE TRABAJO	17
CAPITULO V. CARACTERIZACION TEXTURAL DE SEDIMENTOS FLUVIALES.	24
CAPITULO VI. CARACTERIZACION TEXTURAL DE SEDIMENTOS LITORALES.	31
CAPITULO VII. CARACTERIZACION TEXTURAL DE SEDIMENTOS DE PLATAFORMA CONTINENTAL.	35
CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	44
 BIBLIOGRAFIA.	
 ILUSTRACIONES.	

## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS.

- FIGURA 1. PLANO DE LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.
- FIGURA 2. CLIMA.
- FIGURA 3. PROVINCIAS FISIOGRAFICAS.
- FIGURA 4. UNIDADES COSTERAS DE LA REPUBLICA MEXICANA.
- FIGURA 5. ZONAS DE PAISAJE DE LA REPUBLICA MEXICANA.
- FIGURA 6. GEOLOGIA REGIONAL DEL AREA DE ESTUDIO.
- FIGURA 7. MAPA BATIMETRICO.
- FIGURA 8. PROCEDIMIENTO EFECTUADO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO DE LAS MUESTRAS.
- FIGURA 9. CURVAS GRANULOMETRICAS DEL AMBIENTE FLUVIAL.
- FIGURA 10. CARACTERISTICAS TEXTURALES DE SEDIMENTOS FLUVIALES.
- FIGURA 11. CARACTERISTICAS TEXTURALES DE SEDIMENTOS LITORALES.
- FIGURA 12. CURVAS GRANULOMETRICAS DEL AMBIENTE LITORAL.
- FIGURA 13. CURVAS GRANULOMETRICAS DEL AMBIENTE DE PLATAFORMA CONTINENTAL.
- FIGURA 14. DISTRIBUCION DE GRAVA ( % ).
- FIGURA 15. DISTRIBUCION DE ARENA ( % ).
- FIGURA 16. TAMAÑO GRAFICO PROMEDIO (  $M_z$  ).
- FIGURA 17. GRADO DE ASIMETRIA GRAFICA INCLUSIVA (  $SK_1$  ).
- FIGURA 18. CURTOSIS (  $K_g$  ).
- FIGURA 19. DISTRIBUCION DE LIMO ( % ).
- FIGURA 20. DISTRIBUCION DE ARCILLA ( % ).
- FIGURA 21. DESVIACION ESTANDAR GRAFICA INCLUSIVA (  $G$  ).

- TABLA 1. CLASES DE COSTAS SEGUN GRANDES EFECTOS DE TECTONICA DE PLACAS-  
( INMAN Y NORDSTROM, 1971 ).
- TABLA 2. CLASIFICACION GENETICA Y GEOMORFOLOGICA DE COSTAS ( SHEPARD, -  
1973 ).
- TABLA 3. TIEMPO Y PROFUNDIDADES PARA EL PIPETEADO DEL LODO.
- TABLA 3a. COORDENADAS Y PROFUNDIDADES DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.
- TABLA 4. FORMULAS Y LIMITES DE PARAMETROS ESTADISTICOS ( MODIFICADO DE  
FOLK, 1974 ).
- TABLA 5. PORCENTILES DE LOS SEDIMENTOS DEL AMBIENTE FLUVIAL.
- TABLA 6. PARAMETROS TEXTURALES DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES Y PORCENTAJES  
DE GRAVA, ARENA, LIMO Y ARCILLA.
- TABLA 7a. NOMENCLATURA DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES.
- TABLA 8. CARACTERISTICAS MEGASCOPICAS DE SEDIMENTOS FLUVIALES.
- TABLA 9. CONCENTRACION DE MAGNETITA.
- TABLA 10. PORCENTILES DE LOS SEDIMENTOS DEL AMBIENTE LITORAL.
- TABLA 11. PARAMETROS TEXTURALES DE LOS SEDIMENTOS LITORALES Y PORCENTAJE  
DE GRAVA, ARENA, LIMO Y ARCILLA.
- TABLA 12. NOMENCLATURA DE LOS SEDIMENTOS LITORALES.
- TABLA 12a. CARACTERISTICAS MEGASCOPICAS Y CONCENTRACION DE MAGNETITA DE  
SEDIMENTOS LITORALES.
- TABLA 13. PORCENTILES DE LOS SEDIMENTOS DEL AMBIENTE DE PLATAFORMA CONTI  
NENTAL.
- TABLA 14. PARAMETROS TEXTURALES DE LOS SEDIMENTOS DE PLATAFORMA CONTINE  
NTAL Y PORCENTAJE DE GRAVA, ARENA, LIMO Y ARCILLA.
- TABLA 15. NOMENCLATURA DE LOS SEDIMENTOS DE PLATAFORMA CONTINENTAL.
- TABLA 16. CARACTERISTICAS TEXTURALES DE SEDIMENTOS DE PLATAFORMA CONTINE  
NTAL.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

Esta tesis resulta del proyecto UNAM-CONACYT que se denomina "Investigaciones Geológicas y Químicas de Recursos Minerales Marinos Mexicanos (Clave P 221 CCGN 880148)".

Actualmente para el país, es importante el conocimiento de sus recursos naturales, tanto renovables como no renovables, debido a que de éstos se obtienen numerosos beneficios, por citar algunos se puede decir que las grandes industrias son consumidoras de materias primas, petróleo, carbón, gas o minerales, de los cuales se obtiene después de un proceso determinado, productos necesarios para la vida actual, como son entre otros las medicinas, la ropa, aditivos etc., en el caso del petróleo, materiales para la construcción y equipos de laboratorios en el caso de los minerales. Sin embargo, en muchas ocasiones estas materias primas no son suficientes para abastecer a la industria, lo cual constituye un problema a resolver, ello se hace en ocasiones mediante la importación de éstas.

Por lo tanto, se trata mediante la investigación de las zonas aún no exploradas, llegar al descubrimiento de nuevas fuentes de recursos. En este caso dicha investigación se lleva a cabo en el mar teniendo en cuenta que la República Mexicana cuenta con 500,000 Km<sup>2</sup> de plataforma, y que además existen relativamente pocos trabajos realizados en ésta, que aportan la información necesaria para pensar que existen suficientes recursos minerales que podrían explotarse en ella.



Se sabe, según la línea de pensamiento de Charles Lyell que "el presente es la llave del pasado", por lo cual se han hecho en diferentes áreas de la Geología, estudios de fenómenos que se suceden actualmente, los que después de un minucioso análisis de datos así como de resultados, han llevado a establecer parámetros que permiten el reconocimiento de eventos semejantes sucedidos en el pasado, importantes ahora, porque mediante su correcta interpretación se puede llegar a reconstruir gran parte de la historia de la tierra.

En este caso el reconocimiento de sedimentos recientes, así como la cuantificación de sus características físicas, texturales y estadísticas, permiten hacer una analogía con las correspondientes a sedimentos antiguos y por lo tanto llevan también al establecimiento del paleoambiente en que fueron depositados éstos. La importancia de los últimos, radica en que muchos de los fenómenos sucedidos en el pasado no podrían ser explicados y entendidos si no fuera por las investigaciones que tienen contemplados estos problemas.

Las diferentes expediciones oceanográficas realizadas en mares mexicanos durante los últimos años han aportado información necesaria en el estudio del fondo marino, así mismo esto ha permitido el descubrimiento de áreas con posible interés económico para la industria.

En el caso concreto del proyecto UNAM-OTRACYT, anteriormente mencionado, el área de estudio ha sido principalmente en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec y ha contribuido entre otras cosas al descubrimiento de dos bancos de fosforita asociados a una zona de oxígeno mínimo, así como una gran fractura en la plataforma continental denominada

Fractura de Tehuantepec la cual se le puede asociar con la subducción de la Placa de Cocos, bajo la Placa Americana.

### OBJETIVOS

La presente tesis, tiene los siguientes objetivos:

- 1.- Realizar una caracterización textural de los ambientes fluvial, litoral y de plataforma de la región del Suchiate.
- 2.- Hacer una comparación basada en las características texturales obtenidas, de los distintos ambientes en la zona de estudio.
- 3.- Analizar la utilidad de los parámetros texturales, los cuales pueden reflejar las condiciones de depósito así como la fuente de origen de los sedimentos fluviales, litorales y de plataforma.

Con estos objetivos se pretende obtener un panorama general del área del Suchiate, que permita en forma cualitativa y cuantitativa aportar información sedimentológica que complementa los diferentes estudios que se realizan en el Golfo de Tehuantepec, y con ello también a la posible utilización posterior de los resultados para la comparación de ambientes semejantes que se hayan desarrollado en el pasado, aunque no sea precisamente en la zona, sino en zonas ahora emergidas.

## CAPÍTULO II

### ANTecedentes

Las investigaciones sedimentológicas litorales de nuestro país son escasas, a pesar de que se cuenta con 9753 Km. de litoral en la República Mexicana. Por lo que se refiere a los estudios de la plataforma, también son escasos si se toma en consideración que se cuenta con 500,000 Km<sup>2</sup> de la misma. En el aspecto fluvial son aún menores los estudios realizados.

Entre la literatura existente de los diversos estudios realizados tanto para la zona de estudio, como para otras partes de la República Mexicana, se pueden citar las siguientes:

- 1) Aguayo-Camargo J.E., 1984, en el estudio que hace sobre Sedimentos Terrígenos de la Cuenca de Guaymas en el Golfo de California, llega a caracterizar las provincias de sedimentación en Valles por deriva activos, Fondo Océánico y Talud. Esto lo hace tomando en cuenta su posición estructural.
- 2) Alvarez-Rivera et al (1986), determinan que las concentraciones de Zn, Cu, Fe, Mn y Ni, están en función del tamaño del grano y del contenido de materia orgánica de los sedimentos correspondiendo hasta en un 22.96% a la fracción no detrítica, y el resto del peso correspondió a la fracción detrítica. Mediante el estudio de 3 núcleos de sedimentos colectados en diferentes secciones del río, los perfiles de concentración de metales homogéneos con la profundidad.
- 3) Avendaño S. y Zárate, 1978, en el estudio que hacen sobre granulome

tría de la porción norte y oriental del Golfo de Tehuantepec respectivamente logran la clasificación de los sedimentos así como la determinación de los diferentes ambientes existentes.

- 4) Carranza-Edwards (1980), realiza un estudio de los más completos - en lo que a diferentes ambientes se refiere, pues reúne las características propias de ambiente fluvial, lagunar deltaico, lagunar de duna y de playa-barrera, presentes en la Llanura Costera Sur -- del Istmo de Tehuantepec. También mediante los parámetros analiza dos: color del sedimento in situ, composición mineralógica, distribución porcentual de tamaños, carácter modal, tamaño gráfico promedio, coeficiente de clasificación, grado de asimetría, curtosis, - madurez textural y estructuras primarias, llega a determinar que - en los ambientes de playa-barrera y fluvial es donde se encuentra el mayor interés económico por las mejores concentraciones de minerales pesados, presentes en la fracción de arena fina.
- 5) Carranza-Edwards (1986), en este estudio se determinó que de acuerdo a la similitud en granulometría, composición mineralógica y madurez textural, se supone que la región es geológica y geomorfológicamente uniforme. También de acuerdo a la clasificación composicional, indica que se trata de litarenitas submaduras las que - reflejan la inestabilidad tectónica del área de los cual es responsable el fenómeno de colisión de la Placa de Cocos con la Placa - Americana.
- 6) Carranza-Edwards et al (1986), en este trabajo se tiene como resultado del estudio de sedimentos superficiales de la plataforma y de

información batimétrica, datos que permiten conocer la composición de los sedimentos, los que en su fracción arenosa están compuestos por cuarzos, micas, material biogénico y en menor proporción por feldespatos, fragmentos de roca, anfíboles, piroxenos, materia orgánica, magnetita, ilmenita y zircón entre otros. Las zonas de interés económico son aquellas que presentan una concentración de Fe y Ti alta en arenas finas y otro interés de estos estudios son las arenas que se localizan entre los 30 y 70 m de profundidad, debido a su utilización como posible materia prima en la construcción.

- 7) Carranza-Edwards et al (1988), en el trabajo que llevan a cabo sobre Sedimentos Litorales de Sonora, destacan las concentraciones de hierro hasta de un 41.66% y de titanio con un 4.68% haciendo también un análisis de la fuente de aporte de los sedimentos.
- 8) Carranza-Edwards et al (1988), en el estudio que hacen de Metales en Arenas de Playa de San Antonio Mar, Baja California, realizan una evaluación del contenido metálico de arenas negras asociadas a los sedimentos de esta playa, destacando la presencia del Hierro y el Titanio en las fracciones finas de las muestras de los niveles más altos del perfil de playa.
- 9) Carranza-Edwards et al (1988), realizan un trabajo en donde determinan que los sedimentos estudiados se caracterizan por un predominio de arenas medias, moderadamente bien clasificadas, simétricas y mesocórticas. La tectónica activa del área de estudio influye notablemente en la composición, ya que en su mayoría se trata de felsarénitas submaduras y finalmente concluyen también que en algunas de

las playas estudiadas, existe una alta concentración de Hierro y Titanio, además de encontrarse tierras raras y algunos valores relativamente altos de plata.

- 10) Carranza-Edwards et al (1989), hacen referencia a la presencia de una gran fractura en el Golfo de Tehuantepec de 300 km de largo, así como a la presencia de dos bancos de Fosforita, estos hallazgos fueron posibles debido a la integración de la información obtenida de los estudios de sedimentos recolectados durante las campañas Mimar III, IV y V, realizadas por el Instituto de Ciencias de Mar y Limnología con el buque oceanográfico (B/O) "El Puma".
- 11) Cutz E., 1977. Mediante el análisis que hace del comportamiento sedimentológico y orgánico en la Porción Sureste del Golfo de Tehuantepec, destaca la importancia que tienen los sedimentos de los ríos y lagunas de esa zona.
- 12) Márquez-García et al (1988), estudian las características de playas de la Isla Clarión y encuentran que son muy semejantes a otras playas continentales del Pacífico Mexicano, existiendo dos procesos diferentes de depositación y mencionan además que la composición del sedimento es básicamente coralino.
- 13) Morales de la Garza et al (1988), en el estudio que hace sobre la distribución de Sedimentos Superficiales del río Balsas, observa que ésta ha cambiado notablemente durante los últimos 19 años, ello se debe a la construcción de las presas El Infiernillo y La Villita, que han ocasionado la disminución del aporte de sedimentos fluviales hacia la plataforma continental. Y debido a la --

existencia de cañones submarinos en la zona, se ha producido un retroceso litoral al ser cortados éstos por la erosión que provoca la falta de más sedimentos.

- 14) Nolasco-Montero y Carranza-Edwards (1988), mediante el estudio — que realizan llegan a caracterizar textural y composicionalmente los sedimentos litorales superficiales tanto de Yucatán, como de Quintana Roo, en donde la variación en ambos no es grande debido a que se encuentran en una área tectónicamente estable dentro de una fase crónica, dando como resultado un relieve suave y propicio para la precipitación de carbonatos por la ausencia de terrígenos, concluyéndose también que se podría obtener materia prima de probable uso en la construcción.
- 15) Pedrazzini et al (1982), realizan una evaluación en la parte noroccidental del Golfo de Tehuantepec, de tipo geológico y geoquímico.
- 16) Rosales-Hoz et al (1986), analizan las características sedimentológicas, químicas e hidrológicas presentes en los sedimentos del Río Papaloapan en dos épocas diferentes del año. Sus resultados indican una baja concentración de metales con patrones de distribución altamente homogéneos.
- 17) Sánchez-Sarreda L., 1981. Mediante la realización de estudios de geología superficial, así como el análisis de datos paleomagnetísticos, gravimétricos y de reflexión sísmica, describe cual es la evolución geológica de la Margen Continental del Golfo de Tehuantepec.

- 18) Secretaría de Marina, 1978. A través de la Dirección General de Oceanografía, realizó varios estudios con la finalidad de obtener las características físicas, químicas y geológicas del Golfo de Tehuantepec.

Como se puede observar según lo descrito anteriormente, existen estudios en los litorales y plataformas de la República Mexicana, pero éstos son insuficientes. En su mayoría, estos estudios han dado buenos resultados en lo que a recursos minerales se refiere lo cual constituye un interés económico favorable.

De los dieciocho estudios citados solamente ocho se refieren a la zona de estudio, es decir al Golfo de Tehuantepec y uno en especial a Chiapas.



### CAPITULO III

#### AREA DE ESTUDIO

##### LOCALIZACION Y VIAS DE COMUNICACION.

El área de estudio se encuentra en el Sureste del país, en el Estado de Chiapas, dentro de los paralelos 14°00' y 15°30' latitud norte y los meridianos 93°00' y 92°00', de longitud Oeste (fig. 1).

El centro de población más importante de la zona es Tapachula, la cual está comunicada por las carreteras federales 200, 18 y 19. Existe también el aeropuerto de Tapachula.

Por vía marítima se puede llegar a Puerto Madero. Existe otra ciudad más pequeña pero más cercana al área del estudio, Ciudad Hidalgo la cual está comunicada por la carretera federal 19 y por el ferrocarril - Ixtepec-Arriaga-Tonalá-Tapachula.

##### CLIMA

El clima en la región se clasifica según Köppen, modificada por García (1964), (fig. 2), en Aw Tropical con lluvias en verano. La temperatura en todos los meses es mayor de 18°C, y las lluvias se producen durante los meses de verano, siendo éstas menos intensas, si bien superiores al límite de 900 mm, hacia el Pacífico la lluvia media anual oscila en torno a los 1400 mm. Estas condiciones climáticas se encuentran cubriendo las siguientes áreas colindantes con la zona de estudio:

Valle Central de Chiapas, porción N.E. de la Sierra Madre de Chiapas y

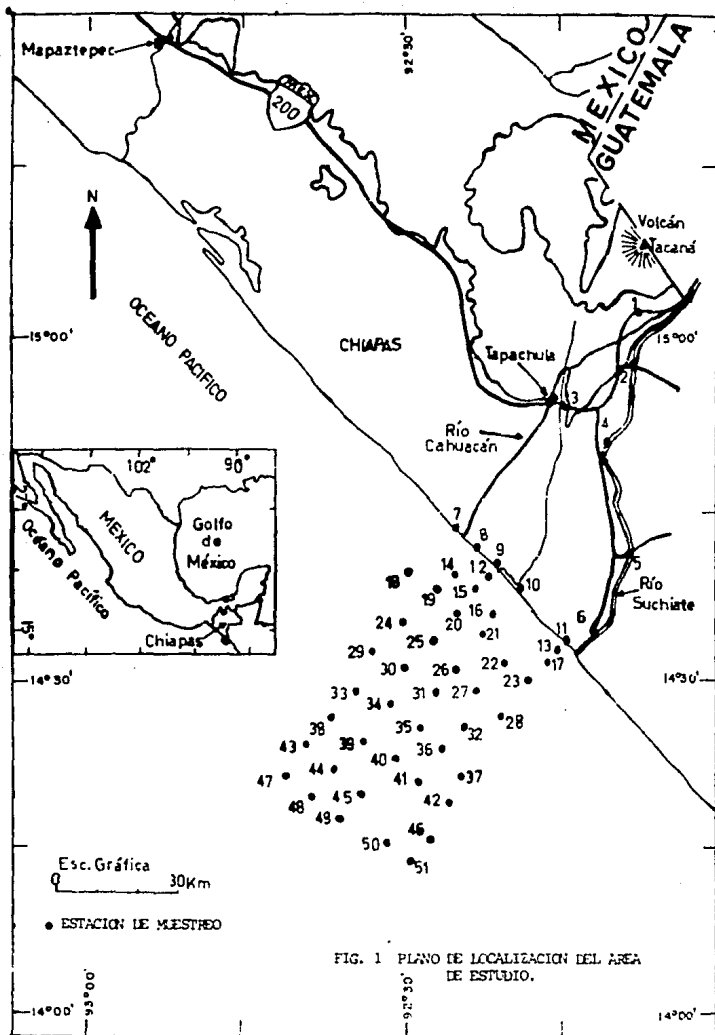


FIG. 1 PLANO DE LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

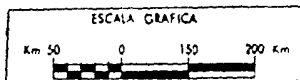
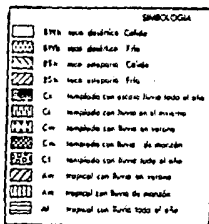
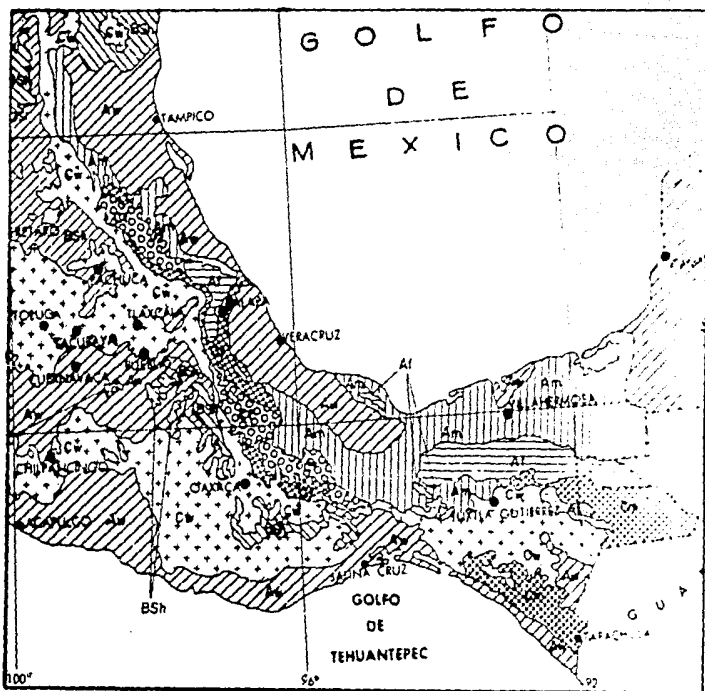


FIG. 2. CLIMA ( SEGUN TAMAYO, 1974 )

la vertiente marítima de esta serranía. Finalmente la planicie costera del Pacífico, que comprende desde el Río Suchiate hasta cerca del paralelo 24° entrando profundamente en el continente y ocupando amplia área de la parte media y baja de la cuenca del Río Balsas. Las superficies con este clima tienen una vegetación herbácea de tipo Sabana. (Tamayo - 1979).

De acuerdo con los datos de la estación mareográfica de Salina Cruz, - Oax., que es la más cercana al área de estudio, la marea es mixta semi-diurna y entre el nivel de pleamar media y el bajamar media la amplitud es de 1.094 m (Instituto de Geofísica, UNAM, 1978).

Las corrientes superficiales existentes en el área de estudio tienen - por lo general durante todo el año una dirección preferencial SE-NW, - con velocidades que varían entre 0.1 y 0.3 nudos (Wyrki, 1965).

El oleaje se genera a 25° de latitud sur e incide perpendicularmente -- con un rumbo SW-NE, y la mayor altura de las olas es de 2.4 a 3.6 m, es to es con una frecuencia del 3% y en ocasiones mayor al menos durante - dos cuartas partes del año (Meisburger, 1962).

En lo que se refiere a los vientos, éstos llegan a las costas del Pacífico de México con una fuerza 4 de la escala Beaufort en los meses de - enero y julio; su frecuencia es del 0 al 15% (Davies, 1980).

Según Strakhov (1967), la zona costera dentro de la cual se incluye el área de estudio, se encuentra en una zona de clima tropical donde predominan un intenso intemperismo químico.

## FISIOGRAFIA

A lo largo del litoral del estado de Chiapas, gran parte de éste presenta cordones litorales y albuferas, las cuales están formadas por el crecimiento de manglares que cubren terrenos emergidos produciendo avances sobre el mar (Tamayo 1970). El litoral representa a la porción oriental del límite meridional de la Planicie Costera Istmica Chiapaneca.

Esta planicie tiene una dirección NNW-SSE, una pendiente suave y una amplitud promedio de 25 km. Está limitada hacia el ENE por la Vertiente Pacífica de la Sierra Madre de Chiapas o Sierra de Soconusco.

Se encuentra incluida en la provincia fisiográfica correspondiente a la Cordillera Centroamericana (INEGI, 1984), (fig. 3).

Uno de los rasgos fisiográficos regional es la Sierra Madre de Chiapas, situada en su mayor parte dentro del Estado de Chiapas y una pequeña porción de Oaxaca, puede considerarse que se extiende desde el río Ostuta hasta la frontera con la República de Guatemala, donde penetra. Ocupa hasta la parte sur de esos estados y se extiende en las proximidades — del Océano Pacífico, constituyendo una divisoria de aguas continental — que deja al sur la vertiente del Pacífico y al norte el Valle Central — de Chiapas, que desagua en el Golfo de México. Su longitud es de 280 — Km y la altitud media de 1500 m, si bien tiene algunas cimas más elevadas particularmente en su porción oriental en la que su anchura llega — a 90 km. Se destacan cimas tan importantes como la de Cruz de Piedras que pasa los 5500 m, Cerro de San Miguel 2800 m, Pico de Niquivil 2725 m, y Volcán de Tacaná a 4026 m, la cima de éste último es un vértice — del límite internacional con Guatemala.

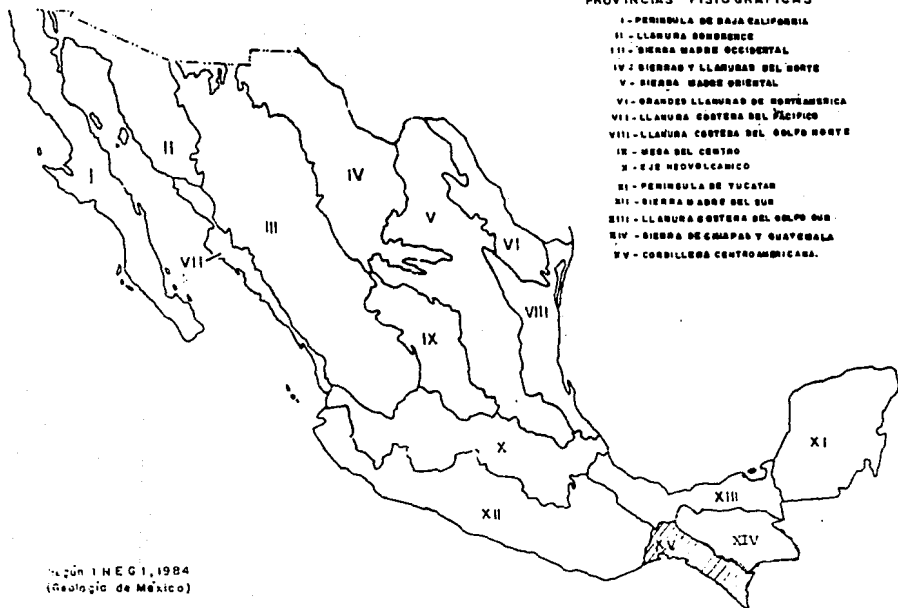


FIG. 3. PROVINCIAS FISIOGRAFICAS.



según NEGI, 1984  
(Geología de México)

FIG. 3. PROVINCIAS FISIOGRAFICAS.

#### HIDROGRAFIA

El drenaje del área es principalmente detrítico. Los ríos más importantes de W a E son los siguientes: Huehuetán, Coatán, Cahuacán y Suchiate. Estos ríos nacen en la parte Sur en la montaña de Chiapas y tienen las siguientes características:

Río Huehuetán, nace casi en los límites con Guatemala, se dirige hacia el pueblo de Huehuetán, recibiendo las aportaciones de los ríos Histapa, Chinalpa y Cuyamaba para pasar 15 km más adelante a la zona de la marisma donde también descarga el río Coapantes, por lo que se incluye dentro de esta cuenca, la que resultó de 760 Km<sup>2</sup>. El volumen anual de agua arrojada al mar se estima en 1716 millones de m<sup>3</sup>.

Río Coatán, desciende de la falda del volcán Tacaná y pasa al oeste de Tapachula, uniéndosele por la derecha los ríos Guacas y Pupuapa, para terminar perdiéndose en la marisma. Su cuenca de captación abarca 1080 Km<sup>2</sup> dentro de nuestro país y 360 Km<sup>2</sup> en Guatemala. Se ha estimado su escurrimiento en 2874 millones de m<sup>3</sup>.

Río Cahuacán, se forma al SW del volcán de Tacaná con los escurrimientos de esta elevación; sólo una insignificante área de su cuenca queda dentro de Guatemala, por lo que es posible considerar que los 265 km<sup>2</sup> determinados dentro de México, corresponden a casi la totalidad de la cuenca. Pasa al este de Tapachula y en sus inmediaciones recibe algunos afluentes en su ribera izquierda para finalmente desaguar en la barra de Cahuacán. Su volumen medio anual se estima en 694 millones de m<sup>3</sup>.



Río Suchiate, forma parte de nuestro límite internacional con Guatemala en sus 85 kms finales y la última corriente del Pacífico según el orden que hemos seguido. Nace en Guatemala y se dirige al SW, pasando entre los volcanes de Tacaná y Tlajmulco, recibiendo numerosos afluentes, -- principalmente por la margen izquierda. Desagua en la Bahía de Ocosingo, México, contribuye a la cuenca de captación con 450 km<sup>2</sup>.

Es particularmente interesante hacer notar que los puertos que permiten la comunicación con la parte central del Estado se localizan en el poniente, precisamente entre los valles de los ríos Ostuta y Cintalapa, -- por una parte y Siquipilas y Arriaga por la otra, habiendo sido empleado el primero para dar paso a la carretera Panamericana.

#### TECTONICA

Desde el punto de vista tectónico y/o genético y geomorfológico, la zona de estudio queda clasificada por Carranza-Edwards et al (1975), siguiendo los criterios de Inman y Nordstrom (1971, tectónico) y de Shepard (1973, genético y geomorfológico) como Unidad IX, la cual se extiende desde las vecindades de Tehuantepec, Oax. hasta los límites con la República de Guatemala y comprende unos 300 km. de longitud. Se localiza en la Planicie Costera Istmica-Chiapanea (Tanayo 1970) de la provincia fisiográfica de la sierra de Chiapas (Alvarez 1962).

En esta unidad se tiene una llanura costera en desarrollo, de amplitud moderada, contrastante con una plataforma continental amplia, de talud moderadamente pronunciado (Tectonic Map of Mexico, 1961). Quizá se presente un control de subsuelo y submarino por el Batolito Cretácico de --

Chiapas que parece influir genéticamente en esta unidad.

Esta unidad costera se encuentra afectada tectónicamente por el contacto entre la Placa de Cocos y la Placa de América, la cual correspondería a una costa de colisión de acuerdo con la clasificación tectónica de Inman y Nordstrom (1971).

De acuerdo con Shepard (1973), las costas de esta unidad se pueden considerar como costas secundarias, por depositación marina, costas de barrera, playas de barrera, islas de barrera y ganchos de planicies aluviales.

El mapa de la figura 4 muestra la clasificación de las diferentes Unidades Costeras de la República Mexicana. Asimismo la tabla I y II muestran la clasificación de costas.

La zona de estudio también se encuentra localizada dentro de la Planicie Costera Sud-Pacífica (Tamayo 1974), de acuerdo con la clasificación de zonas de paisaje de la República Mexicana, y se extiende a lo largo de la costa, desde el río Ostuta en el Estado de Oaxaca, hasta Centroamérica.

En su mayor parte está formada por depósitos del pleistoceno y reciente que han sido puestos al descubierto por la emersión y además por la formación de llanuras aluviales al depositarse los productos de la erosión de la Sierra Madre del Sur. Comprende una pequeña porción del Estado de Oaxaca y todo el litoral del Estado de Chiapas.

La precipitación en esta zona ocurre debido a la acción conjunta de monzones y del frente intertropical, presentándose una temporada de lluvias de cinco meses y un acentuado verano en el resto del año. En la mayor parte del paisaje, el clima es tropical lluvioso tipo sabana con invierno

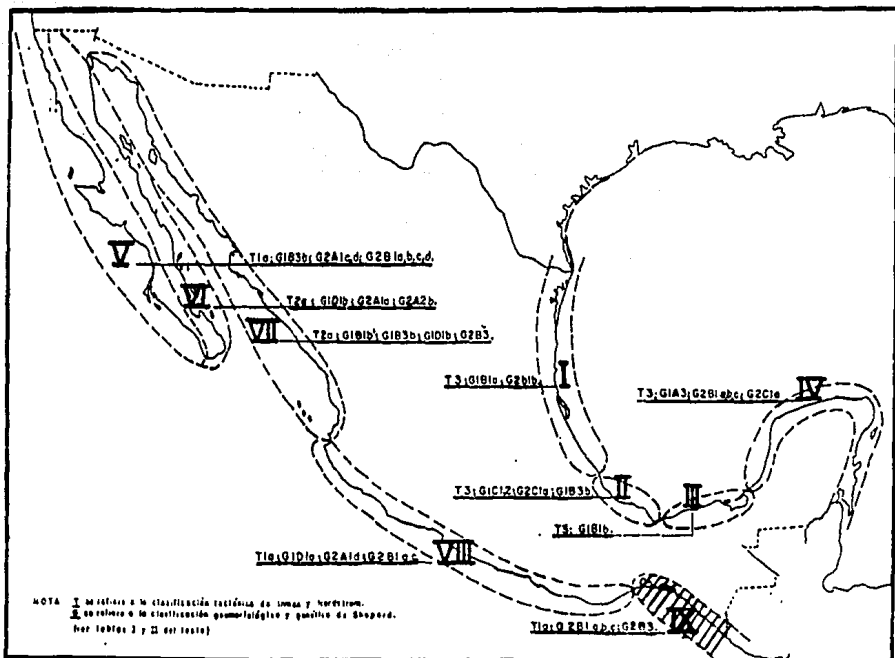


FIG. 4. UNIDADES COSTERAS DE LA REPUBLICA MEXICANA ( TOMADO DE CARRANZA EDWARDS, ET AL, 1986 )

TABLA I

CLASES DE COSTAS SEGUN GRANDES EFECTOS DE TECTONICA DE PLACAS (INMAN Y NORDSTROM, 1971)

1. Costas de choque
  - 1a. Costas de colisión continental
  - 1b. Costas de colisión de arco lateral
2. Costas de eje de arrastre
  - 2a. Costas de arrastre de neo-eje
  - 2b. Costas de arrastre de afro-eje
  - 2c. Costas de arrastre de amero-eje
3. Costas de marcos marginales

TABLA II

CLASIFICACION GENETICA Y GEOMORFOLOGICA DE COSTAS (SHEPARD, 1973)

1. Costas Primarias
  - A) Costas de erosión terrestre
    - 1) Costas de Ría
      - a) Dendrítica
      - b) Triélica
    - 2) Costas labradas por erosión glacial
      - a) Fioridos
      - b) Gargantas glaciales
    - 3) Topografía Kénitica sumergida
  - B) Costas de deposición subaérea
    - 1) Costas por deposición de ríos
      - a) Costas deltaicas (digitadas, lobadas, arqueadas, cupadas, deltas parcialmente cubiertos)
      - b) Costas de complejos deltaicos
      - c) Costas de llanura aluvial (tomada de Shepard, 1967)
    - 2) Caracteres de deriva parcialmente sumergidos
      - a) Morrenas parcialmente sumergidas
      - b) Drumlina parcialmente cubiertos
      - c) Costas de complejos de abanicos aluviales
    - 3) Costas de deposición por viento
      - a) Costas con dunas progradantes
      - b) Costas con dunas
      - c) Costas con dunas fósiles

- 4) Costas por deslizamiento
- C) Costas volcánicas
  - 1) Costas de flujo de lava
  - 2) Costas de tefra
  - 3) Costas de explosión o colapso volcánico
- D) Costas formadas por movimientos diastrosóficos
  - 1) Costas de fallas
    - a) Costas en escarpes de falla
    - b) Valles de falla o costas de "rift"
    - c) Cabañaladura
  - 2) Costas plegadas
    - a) Domo salino
    - b) Protuberancias de lecho
- E) Costas de Hielo
2. Costas Secundarias
  - A) Costas de erosión por oleaje
    - 1) Promontorios cortados por olas
      - a) Cortados en materiales homogéneos
      - b) Costas de rumbo arqueado
      - c) Costas de línea de falla
      - d) Costas con terrazas elevadas cortadas por oleaje
      - e) Costas con terrazas hundidas cortadas por oleaje
    - 2) Costas irregulares de erosión por olas
      - a) Costas busantes
      - b) Costas en formaciones heterogéneas
  - B) Costas por deposición marinas
    - 1) Costas de barrera
      - a) Playas de barrera
      - b) Islas de barrera
      - c) Ganchos de barrera
      - d) Bahías de barrera
      - e) Abanicos relevados
    - 2) Frentes cuspidos
    - 3) Planicies de playa
    - 4) Planicies de lodo o pantanos salados
  - C) Costas construidas por organismos
    - 1) Costas de arrecifes coralinos
      - a) Costas de arrecifes bordantes
      - b) Costas de barreras arrecifales
      - c) Atolones
      - d) Costas de arrecifes elevados
    - 2) Costas de arrecifes tripulidos
    - 3) Costas de arrecifes de mariscales
    - 4) Costas de manglar
    - 5) Costas de prados marismos

no seco (Aw), que en la vertiente de la serranía se convierte en clima templado (Cw), (fig. 5).

#### GEOLOGIA REGIONAL

Las rocas más antiguas del área de estudio consisten de rocas metamórficas y rocas ígneas intrusivas ácidas del Paleozoico, le siguen en edad rocas ígneas extrusivas intermedias, las que constituyen al volcán Tacaná, rocas ígneas extrusivas ácidas y conglomerados del Terciario, el Pleistoceno y el Reciente están representados principalmente por suelos y depósitos de aluvión y lacustres cubriendo una gran extensión de la llanura costera.

En lo que respecta a la Sierra Madre de Chiapas, está formada por rocas cristalinas Precámbricas, sedimentos Mesozoicos y rocas volcánicas recientes. Es notable el contraste de las vertientes, violenta y pronunciada en el declive sur y más atenuada hacia la del norte (fig. 6).

Los datos correspondientes a las coordenadas geográficas, así como las profundidades de las estaciones muestreadas para el ambiente fluvial, litoral y de plataforma continental, se encuentran resumidas en la Tabla 3a.



FIG. 5. ZONAS DE PAISAJE DE LA REPUBLICA MEXICANA ( TAMAYO, 1974 ).

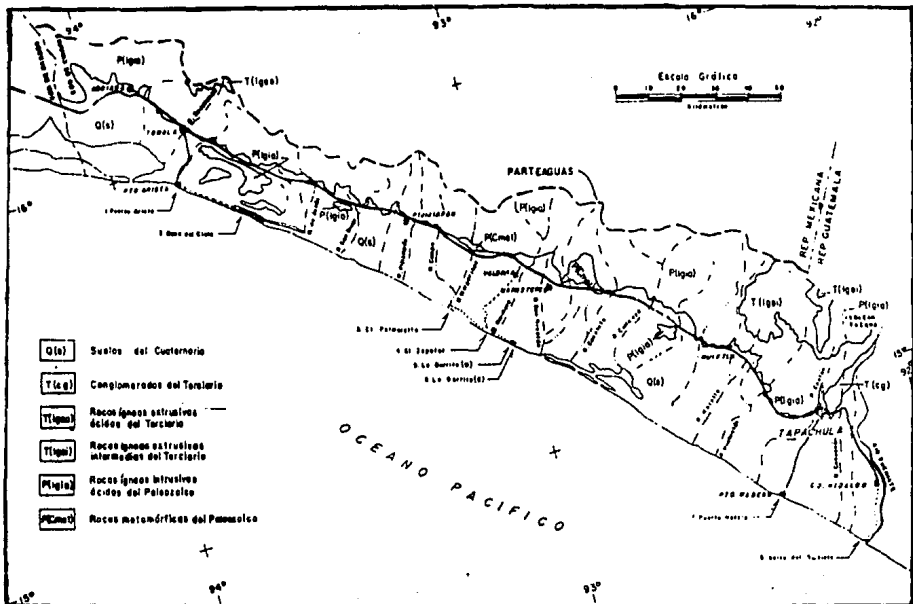


FIG. 6. GEOLOGIA REGIONAL DEL AREA DE ESTUDIO ( TOMADO DE CARRANZA EDWARDS 1986 ).

TABLA 3a. COORDENADAS Y PROFUNDIDADES DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

EST.	LATITUD	LONGITUD	PROF(m)
1	15° 01' 00"	92° 7' 00"	---
2	14° 59' 00"	92° 7.3' 00"	---
3	14° 55.5' 00"	92° 14' 00"	---
4	14° 52.5' 00"	92° 8.5' 00"	---
5	14° 41.5' 00"	92° 7.5' 00"	---
6	14° 33.9' 00"	92° 9.2' 00"	---
7	14° 43.7' 00"	92° 26' 00"	0
8	14° 42' 00"	92° 24.2' 00"	0
9	14° 40.5' 00"	92° 22.7' 00"	0
10	14° 38.8' 00"	92° 20.7' 00"	0
11	14° 34.3' 00"	92° 16.8' 00"	0
12	14° 39.5' 00"	92° 25.7' 00"	8
13	14° 33.3' 00"	92° 17.25' 00"	10
14	14° 39.9' 00"	92° 25.7' 00"	15
15	14° 38.5' 00"	92° 24.4' 00"	15
16	14° 36.4' 00"	92° 22.8' 00"	15
17	14° 32.3' 00"	92° 18' 00"	15
18	14° 39.82' 00"	92° 30.12' 00"	20
19	14° 38.08' 00"	92° 27.08' 00"	18
20	14° 36.08' 00"	92° 25.03' 00"	19
21	14° 34.03' 00'	92° 23.02' 00"	18
22	14° 32.05' 00"	92° 20.03' 00"	17
23	14° 30.22' 00"	92° 18.18' 00"	18
24	14° 34.9' 00"	92° 29.98' 00"	30



25	14° 32.94'00"	92° 27.07' 00"	28
26	14° 30.95'00"	92° 24.96' 00"	28
27	14° 28.91'00"	92° 22.88' 00"	28
28	14° 26.93'00"	92° 21.19' 00"	28
29	14° 32.91'00"	92° 33.13' 00"	38
30	14° 31.11'00"	92° 30.08' 00"	36
31	14° 29.04'00"	92° 27.02' 00"	36
32	14° 25.9' 00"	92° 24.97' 00"	38
33	14° 29.86'00"	92° 34.84' 00"	45
34	14° 27.88'00"	92° 31.88' 00"	45
35	14° 25.83'00"	92° 28.86' 00"	45
36	14° 23.86'00"	92° 26.89' 00"	45
37	14° 21.83'00"	92° 25.02' 00"	47
38	14° 27.82'00"	92° 37.09' 00"	50
39	14° 25.03'00"	92° 34.10' 00"	54
40	14° 23.04'00"	92° 31.04' 00"	52
41	14° 21.04'00"	92° 28.99' 00"	53
42	14° 19.20'00"	92° 26.18' 00"	54
43	14° 24.8' 00"	92° 38.87' 00"	64
44	14° 21.83'00"	92° 36.76' 00"	68
45	14° 19.88'00"	92° 33.83' 00"	64
46	14° 15.99'00"	92° 28.018' 00"	60
47	14° 22.09'00"	92° 41.12' 00"	96
48	14° 20.16'00"	92° 38.97' 00"	112
49	14° 18.10'00"	92° 36.12' 00"	104
50	14° 15.90'00"	92° 32.81' 00"	98
51	14° 13.94'00"	92° 29.94' 00"	100

#### CAPITULO IV

##### METODO DE TRABAJO

Para el desarrollo del trabajo se siguió el método que a continuación se describe el cual consta de tres etapas:

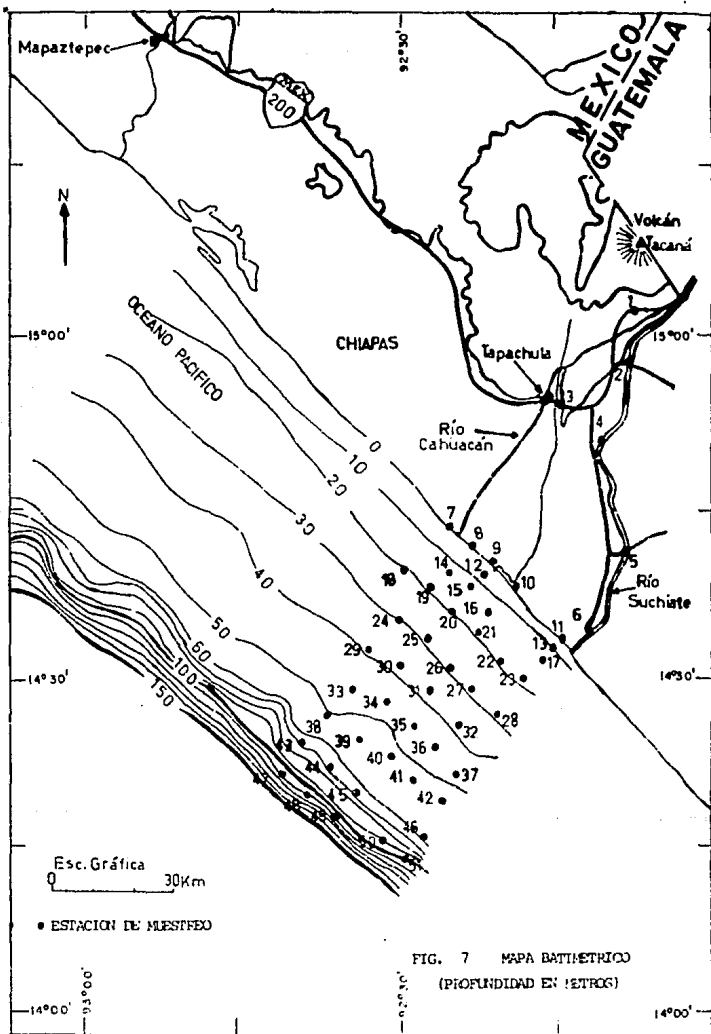
Muestreo.- Se llevó a cabo a bordo del buque oceanográfico (B/O) "El Pu<sub>ma</sub>", que fue creado para impulsar y desarrollar las Ciencias del Mar. Cuenta dentro de sus instalaciones con los equipos e instrumentos necesarios en la investigación oceanográfica, así como con varios laboratorios útiles también para lograr su objetivo.

Las muestras fueron recolectadas durante la Campaña Oceanográfica Munar V, realizada del 10. al 16 de mayo de 1989.

A bordo del buque, la extracción de los sedimentos se hizo con ayuda de una draga del tipo Smith-McIntyre, que tiene como característica principal, la de extraer el sedimento sin alterarlo. La localización de las estaciones fue determinada por medio de satélite y radar, en tanto que las profundidades fueron determinadas con ayuda de la ecosonda del puente de mando.

También a bordo del buque se hizo un estudio preliminar de las muestras, determinándose su proporción de grava, arena y lodo con un tamizado en húmedo. Con los datos de profundidades se pudo elaborar un plano batimétrico (fig. 7).

Dentro de esta etapa, en una segunda salida de campo del 17 al 26 de agosto de 1989, se recolectaron las muestras de las estaciones 12 a 14



17, utilizando para ello una draga tipo almeja de cinco litros de capacidad, esto se hizo a bordo del buque MARSEP del CETMAR de Puerto Madro, Chiapas. Se recolectaron también las muestras de la estación 1 a - la 6 sobre la margen derecha del río Suchiate. No se usó ningún equipo especial ya que el muestreo fue manual.

Laboratorio.- Las actividades de laboratorio se realizaron en el laboratorio de sedimentología del ICMyL, donde se hizo el análisis granulométrico, siguiendo los pasos que a continuación se describen.

Eliminación de materia orgánica. Para evitar que se formen agregados - que después son difíciles de dispersar, se debe eliminar la materia orgánica, sobre todo de la fracción lodosa. En caso de que el sedimento sea en su mayor parte arenoso, se debe analizar toda la muestra, en caso contrario, es decir que la predominancia sea lodosa, entonces sólo - deberá tomarse una cucharada del total de la muestra, previamente homogenizada. Ahora esta fracción pasará a ser el total de la muestra, la que se deposita en un vaso de precipitado con capacidad de un litro, - conteniendo medio litro de agua oxigenada, diluida a once volúmenes. Hecho esto, se debe dejar por lo menos 24 hrs., después esta mezcla se vacía en un recipiente y se pone a calentar. Se debe vigilar constantemente la mezcla para evitar que se derrame o queme e ir agregando más - agua según vaya siendo necesario. Esto se debe hacer hasta que la materia orgánica haya desaparecido, lo cual se sabe cuando el olor fétido y la espuma verdosa características de ésta, se han eliminado, dando paso en su lugar a una espuma clara o blanca. Se deja calentar otro poco y después se vuelve a vaciar en el vaso de precipitado perfectamente lim-

pio, se debe tener cuidado de no perder material en ninguna de las operaciones.

Tamizado en húmedo. Mediante este paso se van a separar la arena y el lodo, es necesario para ello la utilización de un tamiz US estándar 230 y agua destilada.

A la muestra antes obtenida ya sin materia orgánica, se le agrega medio litro de agua destilada y se mezcla perfectamente, utilizando un agitador de vidrio. Cuando se deja de mover, deben transcurrir tres o cuatro segundos, para permitir que la arena presente en la muestra se asiente y el agua con lodo se vierte en la malla 230 con un recipiente abajo que sirve como colector del resto del agua. Esto se hace 3 ó 4 veces, - teniendo cuidado de que no pase arena al tamiz y lo tape. El agua lodosa se vierte en un vaso de 2 litros, donde se deja en un lugar en el que casi no haya movimiento durante 48 horas o más, para decantar el lodo - posteriormente.

La fracción de arena ya limpia se deja secar y en caso de tener grava, - ésta se separa usando para ello un tamiz de abertura igual a 2 mm y se - pesan cada una por separado.

Lavado del lodo. El agua lodosa antes obtenida se deja decantar y cuando se observe la ausencia de lodo en suspensión se procede a sacar el - agua utilizando un sifón, éste se debe colocar en el centro del vaso, - evitando que toque las paredes en las cuales hay material, tampoco deberá tocar el fondo donde se ha acumulado el sedimento. Una vez extraída el agua, se agrega un litro más de agua destilada, dejándose en reposo - durante dos o tres días permitiendo con ello que el lodo vuelva a deposi

tarse y nuevamente se extrae el agua con el sifón. El procedimiento completo se debe repetir por lo menos tres veces.

Tamizado de arena y grava. La arena y grava limpias, secas y pesadas se tamizan a intervalos de  $1/4 \phi$ , para lo cual se usan tamices estándar que van de  $-1$  a  $4.0 \phi$ , para las arenas y de  $3.25$  a  $-1.0 \phi$ , para las gravas. En caso de que el contenido de grava sea menor al 5% del total de la muestra, no se tamizará.

Se coloca entonces la muestra en los respectivos tamices, si es arenosa en tamices de  $-1$  a  $4 \phi$ , si contiene grava en los que van de  $-3.25$  a  $1 \phi$  y para tamaños de grava mayores que  $-3.25$  se utilizará un acrílico diseñado especialmente para ello. Hecho esto, se colocan los tamices en un rotap por espacio de 15 min., tiempo suficiente para que se hayan pasado todos los tamaños. Transcurrido ese tiempo, se retiran del rotap y se limpian uno por uno, recuperando absolutamente todo el material, que se coloca en una bolsita previamente etiquetada, que se utilizará para posteriores análisis. El residuo mayor que  $4 \phi$  se incorpora al resto de lodo limpio que se pipeteará después.

Pipeteado del lodo. Para realizar este procedimiento se debe tomar en cuenta que el principio básico es que la velocidad de sedimentación de las partículas en un líquido está en función de su tamaño, siguiendo la ley física de Stokes la cual relaciona la velocidad de sedimentación con el tamaño y redondez de las partículas.

Una vez que el lodo ha quedado limpio, se pone a secar a temperatura ambiente para evitar que se queme o endurezca, originando con ello que la

estructura molecular de las arcillas se altere, haciendo imposible la separación de las partículas y con ello impidiendo el análisis. Ya seco el lodo, se pesa en una balanza de precisión.

Debido a que el análisis granulométrico de lodo es muy difícil de realizar, porque no es posible obtener partículas individuales de arcilla ya que la distribución de tamaño resultante corresponde a su grado de disgregación (Folk, 1969), se debe tomar en cuenta que la distribución según este autor es confiable hasta diámetros de 6 a 7  $\mu$  (0.016-0.008 mm), pero para el caso de tamaños menores, la velocidad de sedimentación es muy variable y depende en gran medida del tipo de arcilla que se trate.

Para evitar la floculación de las arcillas y hacer que la suspensión sea homogénea y con una concentración baja, se usa un dispersante. En este caso se usó el oxalato de sodio, 5 gr., por cada litro de agua. Para cada muestra es necesario un litro de agua con dispersante, pero se debe preparar otro más por las pérdidas que pueden haber y para tomar 5 alícuotas de agua con dispersante que se ponen a secar y se pesan, determinando su concentración exacta, tomando el promedio de éstas.

El lodo que se va a pipetear se coloca en un cilindro graduado de vidrio de un litro, al cual se le agrega la solución dispersante. Para pipetear es necesario que la muestra no pese más de 20 gr. para evitar errores.

El lodo y el dispersante se agitan con un batidor mecánico que mezcla homogéneamente el sedimento en cada nivel del cilindro, con un movimiento vertical vigoroso. Al terminar se deja reposar aproximadamente 24 horas o más hasta que ya no exista ningún agregado.

Dispersado el lodo. Se comienza el pipeteado a un intervalo de uno  $\beta$  - Se vuelve a agitar la mezcla con el batidor mecánico con movimiento vertical y homogéneo, y a partir de que se saca el batidor..se comienza el conteo del tiempo de deposición. Para cada fracción se extrae una - alicuota de 20 ml. que se coloca en un vaso ya pesado y limpio.

Cada fracción de tamaño se toma a una profundidad "h" y a un tiempo "t", estos parámetros han sido determinados para una temperatura ambiente de 20°C. Para este trabajo se utilizaron los siguientes tiempos y profundidades para cada fracción, tomando en cuenta las experiencias del laboratorio de sedimentología del ICMYL (Sanchez-Lara, 1986).

TABLA 3  
TIEMPOS Y PROFUNDIDADES PARA EL PIPETEADO DEL LODO

Intervalo (phi)	diámetro (mm)	Tiempo para extracción de alicuotas	Profundidad de extracción (cm)
4 - 5	0.341 - 0.085	20 seg.	20.0
5 - 6	0.085 - 0.021	1 min. 57.2 seg.	10.0
6 - 7	0.021 - 0.005	7 min. 48 seg.	10.0
7 - 8	0.005 - 0.001	31 min. 15.3 seg.	10.0
8	0.001	1 hr. 2 min. 30.6 seg.	5.0

Cada vaso con su correspondiente fracción se seca; el sedimento seco se coloca en una campana de vacío para extraer toda la humedad; a continuación se pesa cada fracción. En el peso de la primera alicuota (4 - 5  $\beta$ ) se tienen todos los tamaños, por lo que se debe restar el peso de la segunda alicuota, a ésta se le resta el peso de la siguiente y así sucesivamente hasta llegar a la fracción de 8.0  $\beta$  y al peso obtenido se le resta el peso promedio del dispersante.



El peso obtenido de la fracción, se multiplica por 50, ya que se tomó 1/50 de un litro de la suspensión, de esta forma se obtiene el peso de cada fracción de lodo a intervalos de 1.0  $\mu$ . El residuo de sedimento del cilindro se pasa por una malla de 30 micras, con la cual se logra la separación del limo grueso y el lodo. La síntesis de todo el procedimiento se resume en el diagrama de la fig. 8.

Gabinete. Una vez obtenidos los datos de la etapa anterior se integran para su análisis correspondiente.

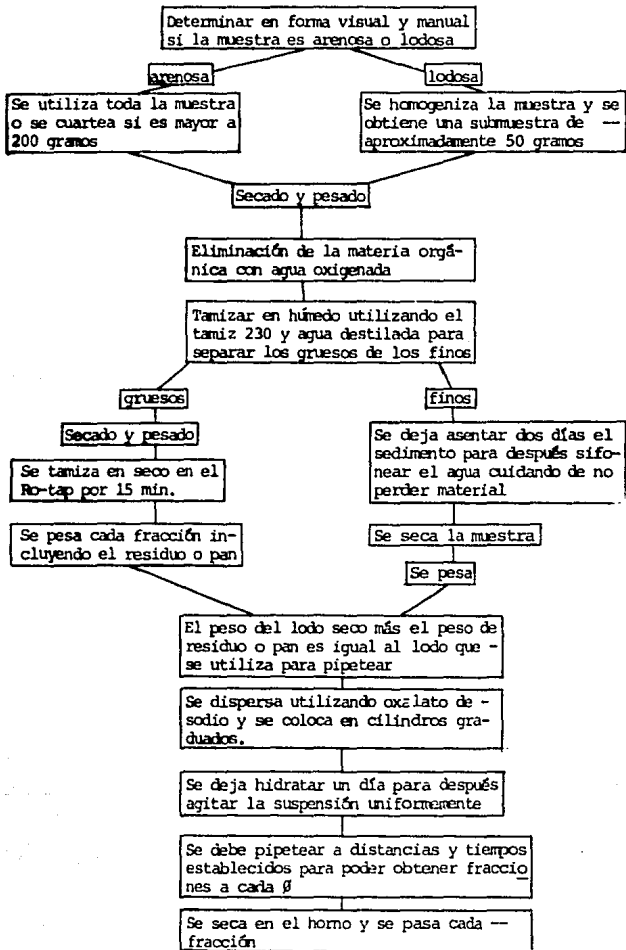
Se hicieron primero los cálculos respectivos al peso total de la muestra, porcentaje y porcentaje acumulativo, los que sirvieron para trazar las gráficas correspondientes, de las cuales se obtuvieron los porcentajes, mismos que después se procesaron mediante un programa elaborado por el M. en C. Hugo Fernández, y procesado en una calculadora Texas Instrument, programable, que permitió determinar los parámetros texturales ( $M_z$ ,  $G_1$ ,  $S_{ki}$  y  $K_g$ ). Hecho esto también se calculó el porcentaje de grava, arena, limo y arcilla para las muestras fluviales, litorales y de plataforma.

Finalmente los parámetros obtenidos fueron configurados para obtener iso líneas de  $M_z$ ,  $G_1$ ,  $S_{ki}$ ,  $K_g$ , grava (%), arena (%), limo (%) y arcilla (%).

Los lugares de muestreo del ambiente fluvial y litoral, así como las dragas utilizadas para el muestreo del ambiente de plataforma continental, se pueden apreciar en las láminas Ia, Ib, IIa y IIb respectivamente.

FIGURA 8

PROCEDIMIENTO EFECTUADO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO DE LAS MUESTRAS



## CAPITULO V

### CARACTERIZACION TEXTURAL DE SEDIMENTOS FLUVIALES

El fluvial, es un ambiente sedimentario asociado siempre a un río.

Las características de un río difieren con respecto a otro dependiendo de los factores que actúan en ellos. Se puede mencionar entre otros el tipo, tamaño, forma y composición del material que lleven en su cauce.

Generalmente los sedimentos que lleva un río son de diferentes tamaños y de poca o mucha variedad en lo que se refiere a su composición. Esto último se debe en gran parte a las distintas fuentes de aporte que contribuyen con material al cauce del río durante su trayectoria y hasta - llegar a la desembocadura.

Tiene que tomarse en cuenta también la velocidad con que se depositan - los sedimentos que constituyen este ambiente, así como la forma en que - se asientan y el movimiento de éstos ya sea por suspensión, saltación o tracción.

Al estudiarse los procesos que actúan en el depósito de sedimentos del ambiente fluvial, se puede establecer las condiciones generales de flujo del fluido.

Para estudiar los factores que regulan el depósito de sedimentos fluviales es necesario conocer las características de éstos. Una forma de hacerlo es mediante la interpretación de los resultados granulométricos - obtenidos en el laboratorio y los parámetros estadísticos utilizados en la determinación textural de los sedimentos.

Los parámetros texturales utilizados son los definidos por Folk (1969),

los cuales son descritos a continuación:

#### TAMAÑO GRAFICO PROMEDIO ( $M_z$ )

Este parámetro permite obtener la mejor medida gráfica del tamaño medio, su cálculo está basado en tres puntos y proporciona así una mejor representación de la medida de tamaño, Folk la emplea como medida estándar de tamaño.

#### DESVIACION ESTANDAR GRAFICA INCLUSIVA ( $G$ )

A este parámetro se le considera como una buena medida del grado de la clasificación, es decir de la dispersión de la tendencia central en unidades  $\beta$ .

#### GRADO DE ASIMETRIA GRAFICA INCLUSIVA ( $Sk_1$ )

Es la medida del grado de asimetría en las colas de la curva con la cual no solo se mide en su parte central ya que precisamente en las colas es donde se presentan las diferencias más críticas entre las muestras.

#### CURTOSIS GRAFICA ( $K_g$ )

Este parámetro describe cuantitativamente el alejamiento de la normalidad, mide la razón entre el grado de clasificación de las colas y el de la parte central de la curva. Si la parte central tiene mejor clasificación que las colas, la curva de frecuencia es fuertemente puntiaguda o sea leptocúrtica; si las colas tienen mejor clasificación que la porción central, la curva muestra poca agudez o sea platicúrtica.

Cada uno de estos parámetros se ha obtenido de las gráficas que se elaboraron con los datos de las muestras ya procesadas en el laboratorio, utilizando para su cálculo las fórmulas y límites que muestra la Tabla 4.

Parámetros y Fórmulas	Límites
Tamaño gráfico promedio $Mz = (\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}) / 3$	Arena muy gruesa: - 1 $\phi$ a 0 $\phi$ (2 a 1 mm) Arena gruesa: 0 $\phi$ a 1 $\phi$ (1 a 0.5 mm) Arena media: 1 $\phi$ a 2 $\phi$ (0.5 a 0.25 mm) Arena fina: 2 $\phi$ a 3 $\phi$ (0.25 a 0.125 mm) Arena muy fina: 3 $\phi$ a 4 $\phi$ (0.125 a 0.0625 mm)
Desviación estándar gráfica inclusiva $\sigma_g = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_{5}}{6.6}$	Muy bien clasificado: menor de 0.35 $\phi$ Bien clasificado: 0.35 $\phi$ a 0.50 $\phi$ Moderadamente bien clasificado: 0.50 $\phi$ a 0.71 $\phi$ Moderadamente clasificado: 0.71 $\phi$ a 1.00 $\phi$ Mal clasificado: 1.00 $\phi$ a 2.00 $\phi$ Muy mal clasificado: 2.00 $\phi$ a 4.00 $\phi$ Extremadamente mal clasificado: mayor de 4.00 $\phi$
Grado de asimetría gráfica inclusiva $SKI = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{5} + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_{5})}$	Muy asimétrico hacia finos: +1.00 a +0.30 Asimétrico hacia finos: +0.30 a +0.10 Simétrico: +0.10 a -0.10 Asimétrico hacia gruesos: -0.10 a -0.30 Muy asimétrico hacia gruesos: -0.30 a -1.00
Curtosis $K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$	Muy platocúrtico: menor de 0.67 Platocúrtico: 0.67 a 0.90 Mesocúrtico: 0.90 a 1.11 Leptocúrtico: 1.11 a 1.50 Muy leptocúrtico: 1.50 a 3.00 Extremadamente leptocúrtico: mayor de 3.00

TABLA 4

FORMULAS Y LIMITES DE PARAMETROS ESTADISTICOS  
(MODIFICADO DE FOLK, 1974)

Los percentiles  $\beta 16$ ,  $\beta 25$ ,  $\beta 50$ ,  $\beta 75$ ,  $\beta 84$  y  $\beta 95$  de cada una de las muestras, se encuentran contenidos en la Tabla 5. Finalmente los valores de los parámetros texturales así como los porcentajes de grava, arena, limo y arcilla de las muestras recolectadas de este ambiente son mostradas en la Tabla 6. Con los resultados analizados se puede llegar a la caracterización del ambiente fluvial (Fig. 10).

Las muestras fluviales colectadas son seis, de las cuales la muestra 3 fue la única que es un tanto diferente a las demás; se la caracteriza por su tamaño gráfico promedio como grava, muy mal clasificada, con tendencia muy asimétrica hacia gruesos y platicúrtica. Las otras cinco — muestras fluviales, tienen un tamaño gráfico promedio que se encuentra en el rango de arena media y arena fina, están mal clasificadas y varían de simétricas hasta muy asimétricas hacia finos. Esta variación ocurre conforme los sedimentos se encuentran más cercanos a la desembocadura del río Suchiate. En cuanto a la curtósis, su variación se encuentra entre mesocúrtica y muy leptocúrtica, predominando la mesocúrtica.

Con los datos de porcentaje acumulativo se construyeron las gráficas de la figura 9, en las cuales se observa el comportamiento de los sedimentos en lo referente a la forma de transporte de éstos. Se puede observar que debido al tipo de ambiente y a que se tiene en la zona un fuerte interperismo químico, los sedimentos recolectados son transportados en — un 5% por arrastre, un 85% por saltación y un 10% por suspensión. Estos porcentajes varían al acercarse a la desembocadura del Río Suchiate, aumentando notoriamente el porcentaje de sedimentos transportados por suspensión (21%).

TABLA 5

PORCENTILES DE LOS SEDIMENTOS DEL AMBIENTE FLUVIAL.

MUESTRA	ø5	ø16	ø25	ø50	ø75	ø84	ø95
1	-1.00	-0.25	0.10	0.85	1.62	2.00	2.70
2	-0.06	0.38	0.60	1.10	1.75	2.00	2.95
3	-5.75	-5.50	-2.80	2.00	2.60	2.80	3.40
4	1.20	1.80	2.10	2.60	3.30	3.50	6.20
5	0.64	0.98	1.40	2.38	3.00	3.40	4.75
6	1.60	2.15	2.25	3.00	3.80	4.70	7.30

TABLA 6

PARAMETROS TEXTURALES DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES Y PORCENTAJES DE GRAVA, ARENA, LIMO Y ARCILLA.

MUESTRA	Mz	σ <sub>7</sub>	SK <sub>1</sub>	Kg	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA (%)
1	0.87	1.12	0.01	1.00	0.27	99.72	0.01	—
2	1.23	0.91	0.22	1.07	---	99.99	0.01	—
3	-0.23	3.45	-0.75	0.69	26.48	73.50	0.02	—
4	2.63	1.18	0.25	1.71	---	90.86	7.53	1.60
5	2.25	1.23	0.00	1.05	---	92.85	5.7	1.45
6	3.28	1.50	0.42	1.51	---	78.95	17.14	3.91

TABLA 10. CARACTERISTICAS TEXTURALES DE SEDIMENTOS DE FLUVIALES.

CARACTERISTICAS	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE TAMAÑOS.
GRAVA	
ARENA	
LIMO	
ARCILLA	

TAMAÑO GRAFICO PROMEDIO.

ARENA MUY GRUESA	
ARENA GRUESA	
ARENA MEDIA	
ARENA FINA	
ARENA MUY FINA	
LIMO GRUESO	
LIMO MEDIANO	

COEFICIENTE DE CLASIFICACION.

ENTRADAMENTE MAL CLASIFICADO	
MUY MAL CLASIFICADO	
MAL CLASIFICADO	
MODERADAMENTE CLASIFICADO	
MODERADAMENTE BIEN CLASIFICADO	
BIEN CLASIFICADO	
MUY BIEN CLASIFICADO	

ASIMETRIA.

MUY ASIMETRICO HACIA FINOS	
ASIMETRICO HACIA FINOS	
SIMETRICO	
ASIMETRICO HACIA GRUESOS	
MUY ASIMETRICO HACIA GRUESOS	

CURTOSIS.

MUY PLATICURTICO	
PLATICURTICO	
MESOCURTICO	
LEPTOCURTICO	
MUY LEPTOCURTICO	
ENTRADAMENTE LEPTOCURTICO	



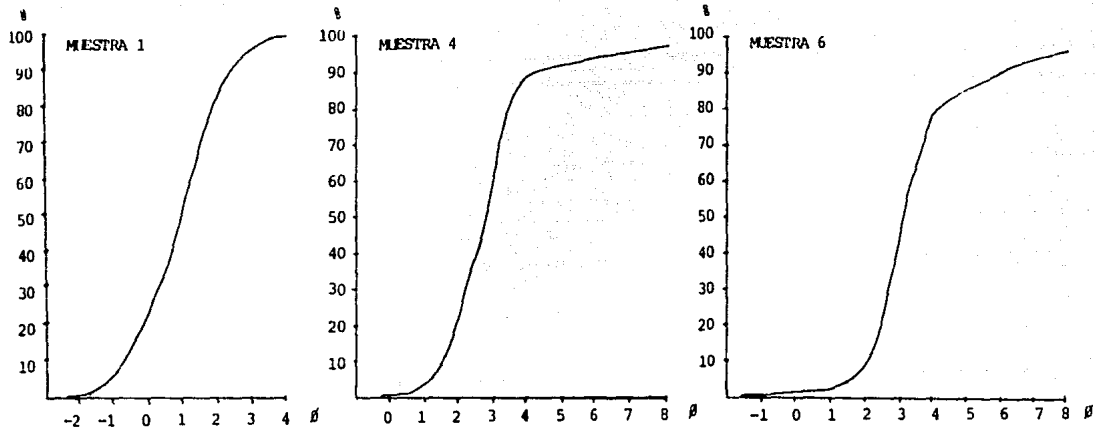


FIG. 9 CURVAS GRANULOMETRICAS DEL AMBIENTE FLUVIAL.

También a la mala clasificación que presentan la mayoría de las muestras se puede considerar que la mayor parte de los sedimentos no provienen de una sola fuente de origen, sino que aunque en el área no haya gran variedad de rocas, si hay a través de la trayectoria del Río Suchiate, por lo menos dos tipos diferentes de rocas, predominando las rocas volcánicas provenientes del volcán Tacaná y Tlajomulco, accidentes fisiográficos por los cuales atraviesa el río en su trayectoria hacia el Pacífico.

Los parámetros texturales así como los porcentajes de grava, arena, limo y arcilla se resumen en la figura 10, lo que permite una visualización rápida de las características de los sedimentos. Las características megascópicas de las muestras del ambiente fluvial se muestran en la Tabla 8.

TABLA 8. CARACTERISTICAS MEGASCOPICAS DE SEDIMENTOS FLUVIALES

Estación	Descripción de la muestra
1	Arena parda grisácea muy oscura
2	Arena parda grisácea oscura
3	Arena parda grisácea muy oscura
4	Arena parda grisácea muy oscura
5	Arena parda grisácea oscura
6	Arena lodosa parda grisácea oscura

Se observa que el color no es muy variable y que su textura varía de arena a arena lodosa, lo cual es acorde con el tamaño gráfico promedio obtenido y que se incluye en la descripción de la nomenclatura de los sedimentos fluviales (Tabla 7a).

TABLA 7a NOMENCLATURA DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES

- 1.- Arena gruesa, mal clasificada, simétrica, mesocúrtica.
- 2.- Arena media, moderadamente clasificada, asimétrica hacia finos, mesocúrtica.
- 3.- Grava, muy mal clasificada, muy asimétrica hacia gruesos, platocúrtica.
- 4.- Arena muy fina, mal clasificada, muy asimétrica hacia finos, muy leptocúrtica.
- 5.- Arena fina, mal clasificada, simétrica, mesocúrtica.
- 6.- Arena muy fina, mal clasificada, muy asimétrica hacia finos, muy leptocúrtica.

Usando cuadros comparativos, se hicieron estimaciones sobre el porcentaje de magnetita; Tabla 9.

TABLA 9. CONCENTRACION DE MAGNETITA

Estación	
1	5% de magnetita
2	2% de magnetita
3	30% de magnetita
4	10% de magnetita
5	15% de magnetita
6	5% de magnetita

Estos resultados varían ampliamente, ya que van desde un 2% hasta un 30%. Esto puede deberse en gran parte a la variación de la avenida del río, ya que no es la misma en todas las épocas del año. También tiene que ver las rocas que afloran en el sitio donde se recolectó la muestra.

La muestra número 3 fue recolectada en un afluente del río Suchiate y - sus características se salen un poco del marco general que se tiene de las otras cinco que sí fueron colectadas en el cauce del Río Suchiate. Esto se observa también en el alto porcentaje de magnetita que contiene, así como en sus parámetros texturales, su tamaño gráfico promedio es - grava, muy mal clasificada, muy asimétrica hacia gruesos y platicórtica. Todo esto indica un comportamiento diferente en las condiciones dinámicas, texturales y composicionales en el afluente del río.

Se puede decir sin embargo, que a pesar de que el río no tiene una longitud muy grande (85 Km), el comportamiento de sus sedimentos es muy parecido a la de los grandes ríos (Río Balsas y Río Bravo por ej.) y es -

debido, como ya se dijo al gran intemperismo químico existente en la zona.

La localización de las estaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se muestran en la figura 1.

## CAPITULO VI

### CARACTERIZACION TEXTURAL DE SEDIMENTOS LITORALES

El ambiente costero es considerado como un ambiente de transición o una zona limítrofe entre el continente y el mar. Por lo tanto se encuentra influenciado por los avances y retrocesos del mar. Los materiales que se depositan en esta zona son arenosos, formando la franja conocida como línea de costa. Y dependerá de la distancia que haya entre el área que se esté estudiando y el continente, lo que determinará sus características particulares.

El litoral arenoso del área de estudio, puede considerarse como un subambiente de la zona costera, y definirse desde un punto de vista sedimentológico, como playa. Este ambiente está limitado por la acción de las olas y su límite superior lo constituye la línea más alta que alcanzan las olas durante los temporales, y el límite inferior se establece mar adentro, en el punto donde el oleaje deja de tener influencia directa sobre el fondo marino.

En este ambiente fueron recolectadas las muestras 7, 8, 9, 10 y 11 - (fig. 1), sus porcentiles, parámetros texturales y sus porcentajes de grava, arena, limo y arcilla son mostrados en las Tablas 10 y 11 respectivamente.

Las características de los sedimentos litorales se encuentran resumidas en la figura 11 y permiten una visualización rápida de los resultados.

El tamaño gráfico promedio en la mayoría de las muestras es de arena me



FIG. 11. CARACTERISTICAS TEXTURALES DE SEDIMENTOS LITORALES.

CARACTERISTICAS	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE TAMAÑOS.
GRAVA	
ARENA	
LIMO	
ARCILLA	

TAMAÑO GRAFICO PROMEDIO.

ARENA MUY GRUESA	
ARENA GRUESA	
ARENA MEDIA	
ARENA FINA	
ARENA MUY FINA	
LIMO GRUESO	
LIMO MEDIANO	

COEFICIENTE DE CLASIFICACION.

EXTREMADAMENTE MAL CLASIFICADO	
MUY MAL CLASIFICADO	
MAL CLASIFICADO	
MODERADAMENTE CLASIFICADO	
MODERADAMENTE BIEN CLASIFICADO	
BIEN CLASIFICADO	
MUY BIEN CLASIFICADO	

ASIMETRIA.

MUY ASIMETRICO HACIA FINOS	
ASIMETRICO HACIA FINOS	
SIMETRICO	
ASIMETRICO HACIA GRESOS	
MUY ASIMETRICO HACIA GRESOS	

CURTOSIS.

MUY PLATICURTICO	
PLATICURTICO	
MESOCURTICO	
LEPTOCURTICO	
MUY LEPTOCURTICO	
EXTREMADAMENTE LEPTOCURTICO	



día. Su desviación estándar varía de moderadamente bien clasificadas a bien clasificadas, el rango de asimetría queda comprendido entre asimétrico hacia gruesos y asimétrico hacia finos. Esto último se debe a que las condiciones dinámicas existentes en el litoral no son siempre las mismas, la fuerza de las olas varía en el transcurso del día así como de la estación del año.

En cuanto al grado de curtosis es casi uniforme, existiendo sólo una muestra leptocúrtica (muestra 7) y las restantes mesocúrticas, lo que indica poca variación en el grado de clasificación, ya que la curva que la representa, es más o menos semejante, tanto en las colas como en su parte central. La nomenclatura de los sedimentos se resumen en la Tabla 12.

Existe una muestra con características diferentes a las cuatro restantes del ambiente litoral, es la muestra 8 y esto se debe a que el lugar donde fue colectada es el canal de dragado de Puerto Madero.

El tamaño gráfico promedio es arena muy fina, mal clasificada, muy asimétrica hacia finos y mesocúrtico estos datos concuerdan con los porcentajes obtenidos de grava, arena, limo y arcilla, observándose una ausencia total de grava, un porcentaje alto de arena (66%), pero sin ser tan alto (99.99%) como en las otras muestras. La concentración de limo que da en 2o. lugar (24%) y finalmente con un 10%, la arcilla queda en 3er. término. Con estas comparaciones se puede demostrar que tanto los porcentajes de grava, arena, limo y arcilla, como los parámetros texturales  $M_z$ ,  $\sigma$ ,  $S_{ki}$  y  $K_g$ , indican las características sedimentológicas de un medio ambiente determinado.

TABLA 12. NOMENCLATURA DE LOS SEDIMENTOS LITORALES.

- 7.- Arena media, moderadamente bien clasificada, asimétrica hacia gruesos, leptocúrtica.
- 8.- Arena muy fina, mal clasificada, muy asimétrica hacia finos, mesocúrtica.
- 9.- Arena media, bien clasificada, asimétrica hacia gruesos, mesocúrtica.
- 10.- Arena media, moderadamente bien clasificada, asimétrica hacia finos, mesocúrtica.
- 11.- Arena media, bien clasificada, asimétrica hacia finos, mesocúrtica.

Por otra parte las características sedimentológicas de las muestras del ambiente litoral, así como su concentración de magnetita se describen en la Tabla 12a.

TABLA 12a. CARACTERISTICAS MEGASCOPICAS Y CONCENTRACION DE MAGNETITA DE SEDIMENTOS LITORALES

Estación	Descripción del sedimento	% de magnetita
7	Arena gris muy oscura	5
8	Arena lodosa gris olivo oscura	5
9	Arena gris muy oscura	35
10	Arena negra	30
11	Arena gris oscura	15

El color es muy semejante en todas las muestras y en general es similar al del ambiente fluvial descrito con anterioridad. Nuevamente la muestra que varía un poco es la correspondiente al canal de dragado de Puerto Madero.

En cuanto a la concentración de magnetita, esta varía desde un 5% hasta un 35%, sin observarse una selección en ello. Es parecida también a las muestras del ambiente fluvial.

Para las muestras del ambiente litoral se hizo también un análisis por difracción de rayos X y de composición elemental por fluorescencia de rayos X efectuados en el Instituto de Geología, esto se efectuó tomando una muestra representativa, que fue la número 7. (Informe Técnico Final Proyecto UNAM-CONACYT clave P22100UN860148, inédito).

En la caracterización mineralógica de esta muestra por difracción de rayos X, los minerales identificados fueron: Si, Ca, Fe, Ti, K, Al, Mg, S,

P, Cl y trazas de: Sr, Zn, Cu y As.

Para la difracción de rayos X se usó ánodo de cobre y generador Philips PW 1130/96 y para la fluorescencia se utilizó ánodo de cromo y generador Philips PW 1423/00.

Con estos resultados se observa de manera general la composición mineralógica básica de los sedimentos, encontrando nuevamente que el clima influye de manera directa en la interperización química de la cual son objeto los materiales que se encuentran a lo largo del litoral. Esto es claro ya que la ilmenita al igual que la hematita son productos directos de las alteraciones que sufren las rocas volcánicas existentes en la zona.

Tomando en cuenta la granulometría que presentan los sedimentos en el litoral, es importante saber también la forma en que éstos son transportados y depositados hasta este lugar.

Se puede observar en las gráficas representativas del ambiente litoral (fig. 12) que los sedimentos se transportan en un 4% por arrastre, en un 90% por saltación y en un 6% por suspensión. Disminuyendo este último hasta casi un 0.5%. Esto es resultado de la acción directa que ejerce el movimiento de las olas en el área, y al aumento de energía en la zona de la desembocadura del Río Suchiate, lo cual hace que haya un porcentaje muy bajo de sedimentos en suspensión. Analizados los factores que determinan la textura de los sedimentos, así como la composición de los mismos, se puede decir que con excepción de la muestra que fue colectada en el canal, las demás son muy semejantes, dejando ver también la influencia que ejerce el río Suchiate en la zona litoral ya que los sedimentos no varían mucho en sus parámetros texturales.

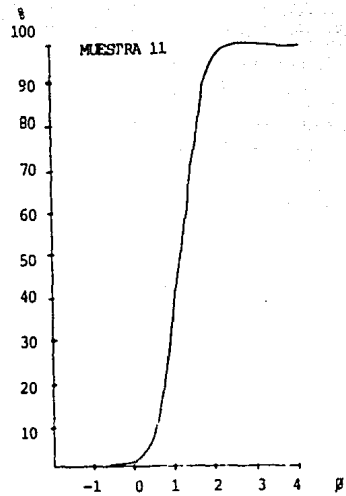
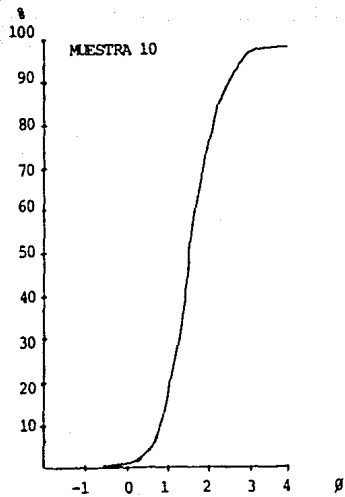
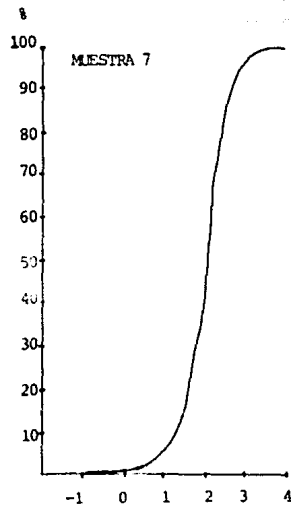


FIG. 12. CURVAS GRANULOMETRICAS DEL AMBIENTE LITORAL.

## CAPITULO VII

### CARACTERIZACION TEXTURAL DE SEDIMENTOS DE PLATAFORMA CONTINENTAL

El ambiente de plataforma continental está incluido en el área llamada de Precontinente, que es una zona intermedia entre la de transición y la propiamente oceánica. Es en este lugar donde se desarrolla la mayor variedad de vida, es también la zona donde existe una considerable sedimentación detrítica.

La plataforma continental constituye por lo tanto, una zona de enlace entre el continente y el océano. Se define de acuerdo a su morfología y no a su batimetría, pues ésta es variable (en algunos lugares se le ha considerado hasta más de 600 m). El relieve que la caracteriza es generalmente uniforme, con muy pocos cambios de pendiente, considerando como promedio el 1% de ésta. Por lo que a su extensión se refiere al igual que su batimetría, es variable, ya que en unas regiones se encuentra muy desarrollada y en otras sucede lo contrario. Su extensión se limita a una franja muy estrecha de transición entre la costa y los fondos marinos. Sus límites son por lo general paralelos al continente y bordeándolos.

Existen en la plataforma continental profundos valles que la surcan perpendicularmente, denominados cañones submarinos. Tienen su cabecera situada en la misma plataforma y su desembocadura se encuentra en el borde precontinental o pie de talud. La forma más común de estos cañones submarinos es de V más o menos cerrada. Se les considera como valles de erosión a lo largo de los cuales se transportan materiales detríticos, -

provenientes de la plataforma continental y que su destino final lo constituye los grandes fondos de la llanura abisal.

En la plataforma continental, debido al gran dominio de vida que hay, - los sedimentos que la forman se hayan con frecuencia bioturbados, encontrándose en ocasiones capas formadas por la acumulación de conchas. Los sedimentos que predominan son los constituidos por margas, limos o arcillas. El medio de transporte de los sedimentos ha sido en su mayor parte, por suspensión.

Para la caracterización textural de los sedimentos que constituyen este ambiente, en el área del río Suchiate, se analizaron 40 muestras, las - cuales fueron recolectadas a una profundidad que varía desde los 5 m, - las más cercanas al continente y hasta 112 m, la más alejada, en pleno dominio de la plataforma continental. Su configuración batimétrica se muestra en la figura 7.

Los sedimentos de este ambiente provienen del continente, son transportados en su mayoría en suspensión, el comportamiento general del medio de transporte se observa en las gráficas representativas de la figura 13.

De acuerdo con los datos obtenidos del laboratorio se construyó la Tabla 13 que contiene los percentiles correspondientes, mismos que fueron utilizados para calcular los parámetros estadísticos que contiene la Tabla 14, también se encuentra en ella la información correspondiente a los - porcentajes de grava, arena, limo y arcilla.

La grava se distribuye en forma irregular, por lo que al paralelismo con la costa se refiere, pero muestra un patrón muy selectivo que deja ver claramente la influencia del río Suchiate, ya que se haya ausente en

FIG. 13. CURVAS GRANULOMETRICAS DEL AMBIENTE DE PLATAFORMA  
CONTINENTAL.

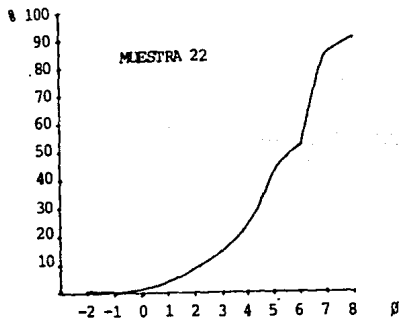
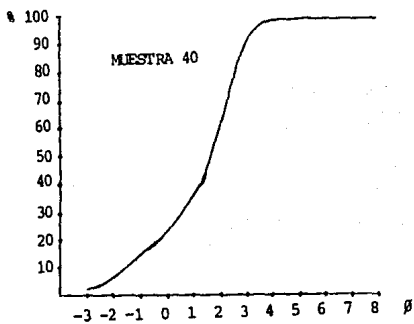
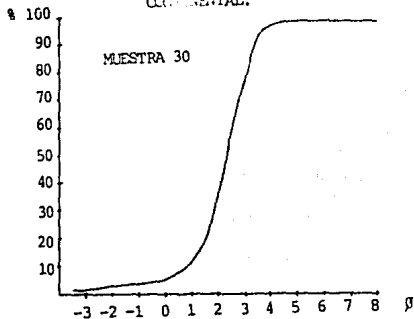




TABLA 13

## PORCENTILES DE LOS SEDIMENTOS DEL AMBIENTE DE PLATAFORMA CONTINENTAL

Muestra	Ø5	Ø16	Ø25	Ø50	Ø75	Ø84	Ø95
12	3.30	3.65	3.80	4.00	4.90	5.75	7.20
13	2.60	3.70	4.00	5.20	6.40	6.90	8.60
14	2.35	3.15	3.80	4.85	6.30	6.60	8.00
15	3.20	4.00	4.45	5.64	6.50	6.80	8.40
16	3.20	3.90	4.55	5.85	6.55	6.85	7.45
17	0.05	2.50	3.80	5.20	6.30	6.70	8.20
18	1.50	2.70	3.60	4.95	5.90	6.45	7.50
19	0.30	1.80	2.50	4.20	5.00	5.80	8.10
20	1.00	2.60	3.20	4.30	6.20	6.50	8.50
21	1.20	2.30	2.90	4.80	6.10	6.60	8.00
22	1.40	3.30	4.10	5.60	6.60	6.95	8.20
23	1.40	3.80	4.40	5.60	6.50	7.00	8.40
24	0.90	2.00	2.50	3.10	3.90	4.40	6.30
25	1.10	1.90	2.40	3.00	3.80	5.00	7.60
26	1.30	2.00	2.30	2.70	3.00	3.20	3.60
27	1.10	1.44	1.68	1.80	2.30	2.40	2.70
28	1.20	2.50	2.80	3.70	6.00	6.60	9.10
29	-2.20	-1.50	-1.00	1.00	1.50	1.80	2.50
30	0.00	1.30	1.60	2.30	2.80	3.10	3.30
31	1.00	1.60	1.80	2.40	2.70	2.90	3.30

Continúa.....

Muestra	$\beta_5$	$\beta_{16}$	$\beta_{25}$	$\beta_{50}$	$\beta_{75}$	$\beta_{84}$	$\beta_{95}$
32	-1.50	-0.60	0.00	0.70	1.50	1.60	2.30
33	-1.80	-1.10	-0.50	0.60	1.78	2.40	3.78
34	-2.10	-0.50	0.30	1.00	1.60	1.90	2.30
35	-0.10	0.70	1.00	1.50	1.84	2.10	2.60
36	-1.10	0.10	0.40	1.00	1.50	1.75	2.20
37	0.30	1.50	1.80	2.40	2.80	3.00	3.50
38	-1.10	0.60	1.30	2.10	2.80	3.20	3.80
39	1.30	1.50	1.70	2.00	2.30	2.60	3.00
40	-2.20	-0.80	0.20	1.60	2.20	2.64	3.30
41	0.08	0.60	0.85	1.38	2.00	2.27	2.73
42	0.00	0.60	0.80	1.40	2.00	2.40	2.90
43	0.10	0.90	1.40	2.00	2.60	2.90	3.50
44	-0.10	0.78	1.20	1.70	2.44	2.70	3.50
45	-0.10	0.30	1.00	1.70	2.30	2.60	3.40
46	-0.50	0.50	1.00	1.60	2.30	2.50	3.00
47	0.60	1.30	1.50	2.20	3.00	3.50	6.60
48	1.60	2.90	3.40	3.70	4.20	5.50	9.00
49	1.80	2.80	3.10	3.70	4.50	4.90	8.40
50	1.55	2.25	2.65	3.50	4.30	4.50	4.95
51	1.50	2.20	2.60	3.30	3.80	4.50	8.40

TABLA 14

PARAMETROS TEXTURALES DE LOS SEDIMENTOS DE PLATAFORMA  
CONTINENTAL Y PORCENTAJE DE GRAVA, ARENA, LIMO Y ARCILLA.

Muestra	$M_s$	$\bar{G}_1$	$S_{k1}$	Kg	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
12	4.47	1.12	0.65	1.45	0	56.16	41.31	2.54
13	5.27	1.71	0.10	1.02	0.55	25.41	65.09	8.95
14	4.87	1.72	0.06	0.93	0	33.98	61.21	4.80
15	5.48	1.49	-0.05	1.04	0.23	17.48	74.66	7.63
16	5.53	1.38	-0.28	0.87	0	19.92	73.99	6.08
17	4.80	2.28	-0.27	1.34	0.44	29.46	63.88	6.22
18	4.70	1.85	-0.175	1.07	0.10	32.69	58.78	8.43
19	3.93	2.18	-0.10	1.28	1.74	43.55	49.58	5.13
20	4.47	2.11	0.12	1.02	2.18	41.90	48.88	7.05
21	4.57	2.11	-0.11	0.87	0.11	44.33	50.58	4.98
22	5.28	1.94	-0.25	1.11	0.14	23.70	67.40	8.77
23	5.47	1.86	-0.16	1.37	0.82	20.14	71.37	7.66
24	3.17	1.42	0.13	1.58	0.19	76.83	20.21	2.77
25	3.30	1.76	0.35	1.90	0.57	77.31	17.42	4.69
26	2.63	0.65	-0.19	1.35	0	98.01	1.09	0.90
27	1.88	0.48	0.19	1.06	0.02	99.96	0.02	0
28	4.27	2.22	0.39	1.01	-	58.34	31.88	9.79
29	0.43	1.54	-0.44	0.77	8.54	91.45	0.01	-
30	2.23	0.95	-0.25	1.13	2.64	94.84	1.14	1.37
31	2.30	0.67	-0.22	1.05	0.60	98.22	0.54	0.63

Continúa.....

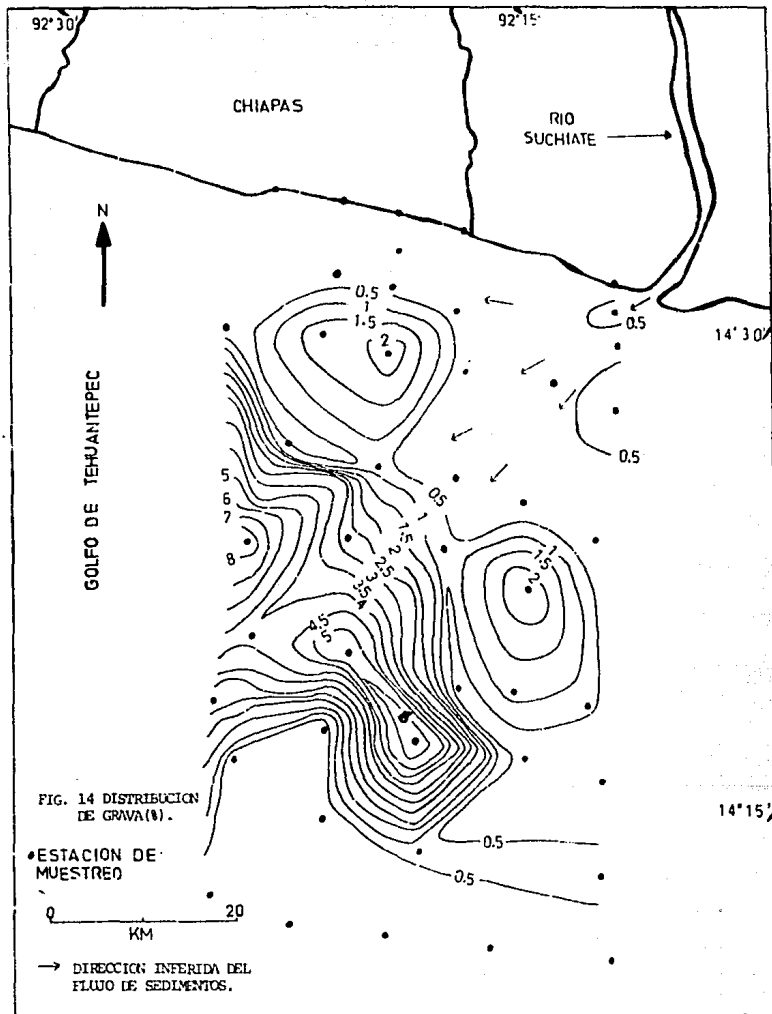
Muestra	$M_z$	$\bar{G}_i$	SKi	Kg	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
32	0.57	1.13	0.17	1.04	2.47	96.90	0.48	0.14
33	0.63	1.72	0.08	1.00	4.10	92.11	2.12	1.67
34	0.80	1.27	-0.33	1.39	5.40	94.59	0.01	-
35	1.43	0.76	-0.16	1.32	0.48	98.50	0.86	0.16
36	0.95	0.91	-0.18	1.23	1.21	98.77	0.01	-
37	2.30	0.86	-0.26	1.31	0.55	97.81	0.68	0.95
38	1.97	1.39	-0.23	1.34	2.65	93.58	1.77	2.00
39	2.03	0.53	0.13	1.16	0.07	99.44	0.22	0.27
40	1.15	1.69	-0.39	1.13	6.75	92.04	0.73	0.48
41	1.42	0.82	0.04	0.94	0.02	99.83	0.15	-
42	1.47	0.89	0.07	0.99	0.15	98.76	0.43	0.66
43	1.93	1.02	-0.11	1.16	0.43	97.06	1.53	0.97
44	1.73	1.03	0.02	1.19	0.39	96.24	1.50	1.86
45	1.53	1.11	-0.12	1.10	0.59	97.29	1.12	1.00
46	1.53	1.03	-0.15	1.10	0.77	98.30	0.34	0.60
47	2.33	1.46	0.32	1.64	0.02	89.08	6.24	4.66
48	4.03	1.77	0.41	3.79	0.36	68.78	24.52	6.33
49	3.80	1.53	0.28	1.93	-	65.33	28.84	5.83
50	3.42	1.08	-0.13	0.84	-	61.64	37.14	1.22
51	3.33	1.62	0.26	2.36	-	79.41	14.97	5.62

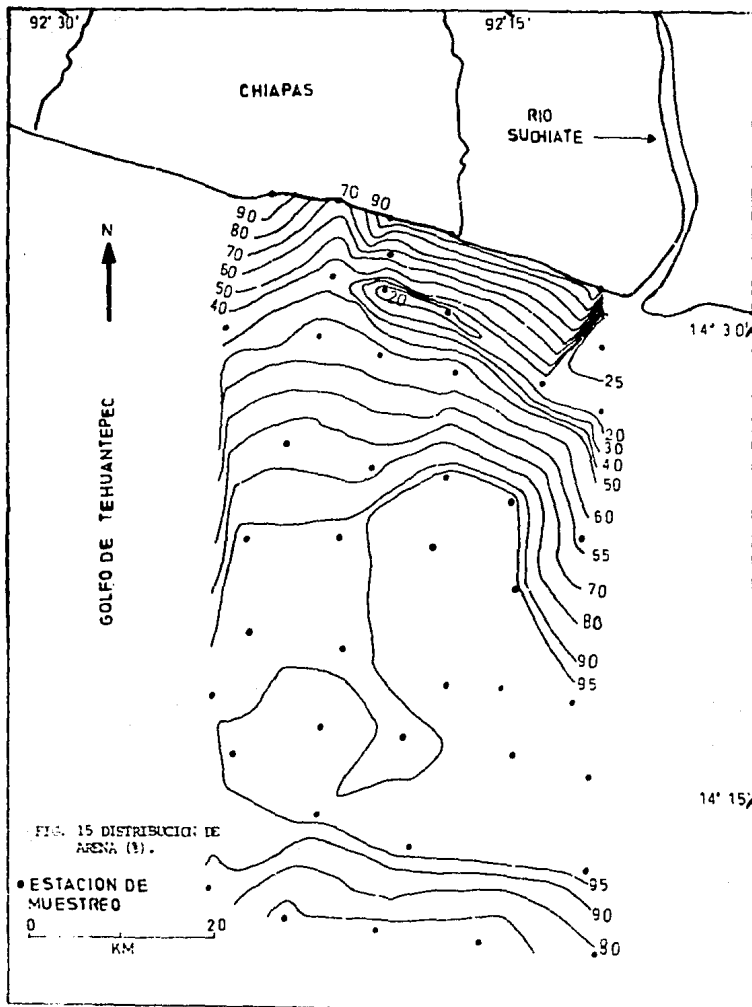
el frente de la desembocadura de éste y a lo largo del litoral. También puede observarse como la dirección del flujo de material proveniente del río, parece estar bien definida según lo indican las flechas (fig. 14). Otro rasgo importante es el posible cañón submarino que se forma en dirección SW respecto a la desembocadura del Río Suchiate, lo cual puede apreciarse en la figura 7.

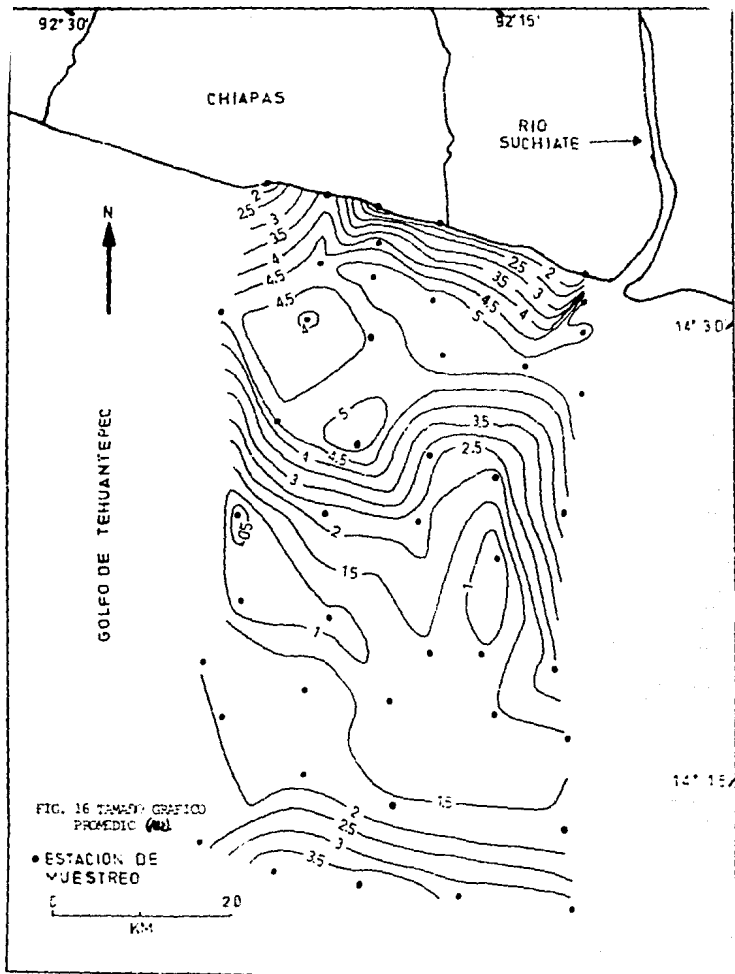
La distribución de la grava, así como la presencia del cañón submarino son evidencias claras de la influencia que ejerce el río en el área.

Por otro lado, la concentración de arena sigue un patrón casi paralelo a la línea de costa (fig. 15), disminuyendo considerablemente hacia mar adentro. El tamaño gráfico promedio varía de arena muy gruesa hasta arena muy fina y su distribución también parte de la línea de costa hacia mar adentro. Sin embargo, a una distancia aproximada de 30 km de la costa se observa nuevamente una distribución de arena, abarcando una área considerable, disminuyendo después hasta arena muy fina y a profundidades mayores (fig. 16). Esta distribución parece evidenciar una antigua línea de costa. Hacia esa misma zona, el grado de asimetría que predomina es simétrico y la curtosis observada tiende a mesocúrtica (fig 17 y 18). Tales características son más propias de un ambiente de playa, que de plataforma, con ello se aporta aún más datos que ayudan a confirmar la teoría de la existencia de una antigua línea de costa, en la zona de estudio.

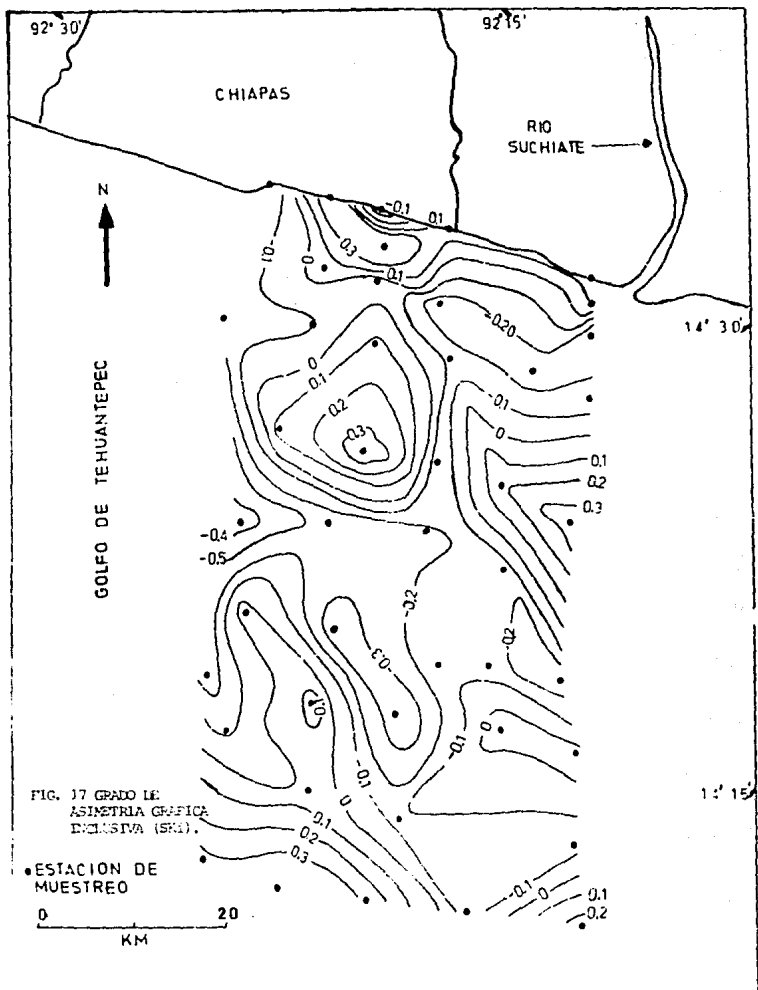
El limo y la arcilla siguen un patrón de distribución muy semejante, és to puede observarse claramente en las figuras 19 y 20 respectivamente. La forma de las curvas son muy parecidas, teniéndose una concentración

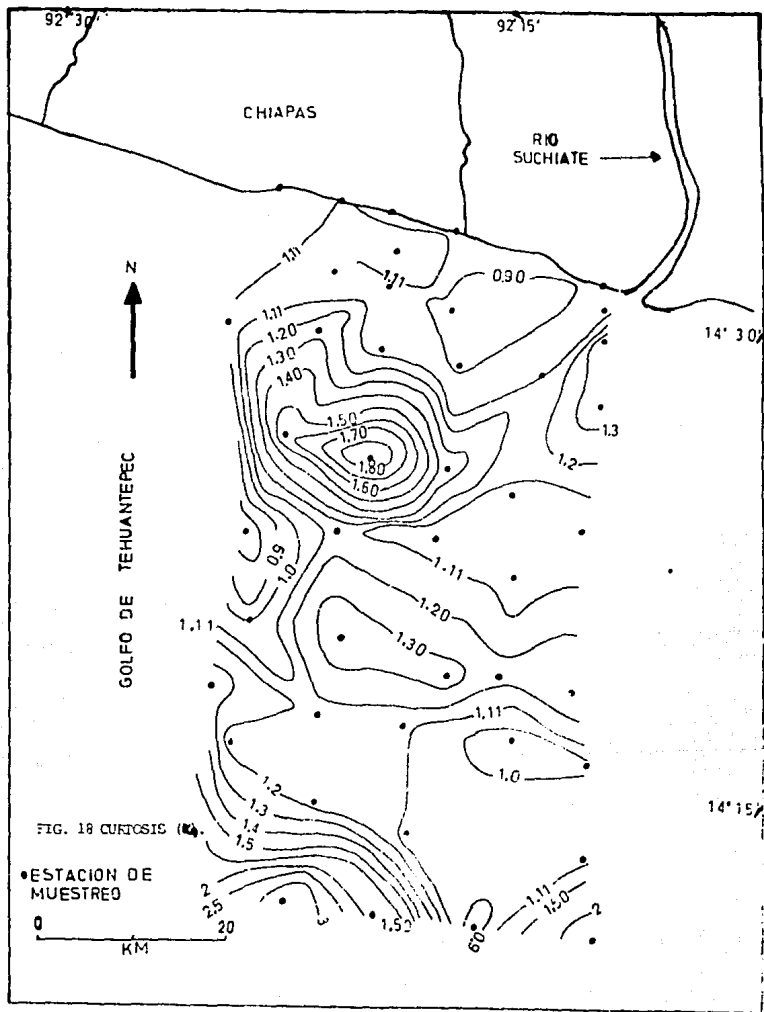


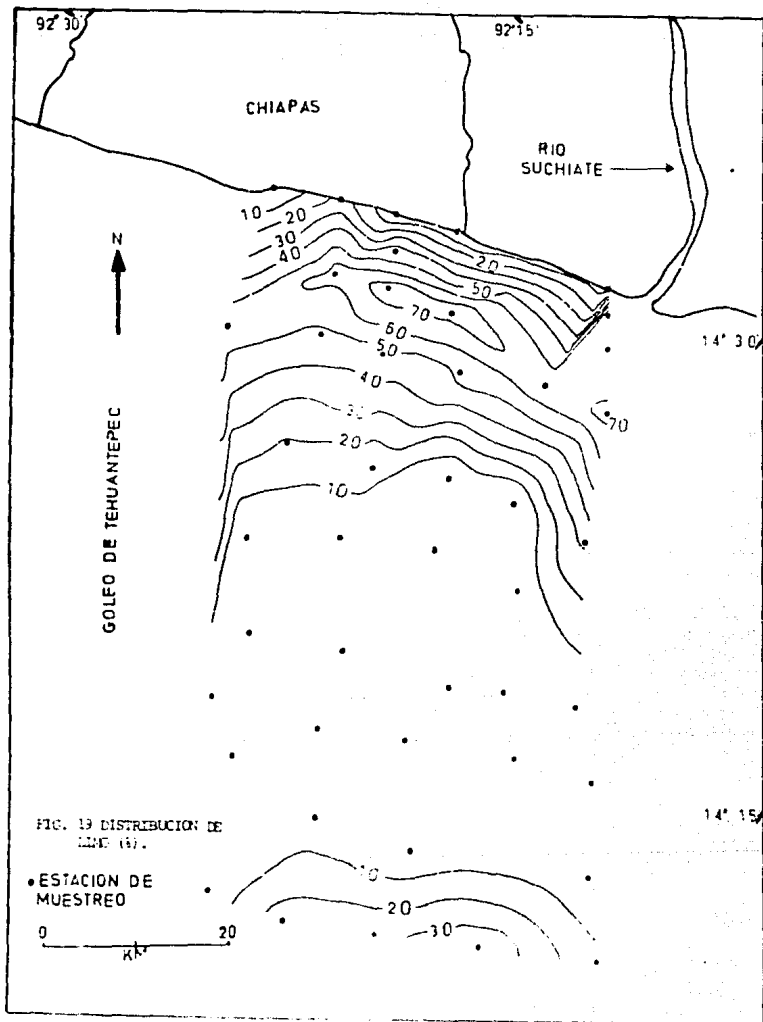


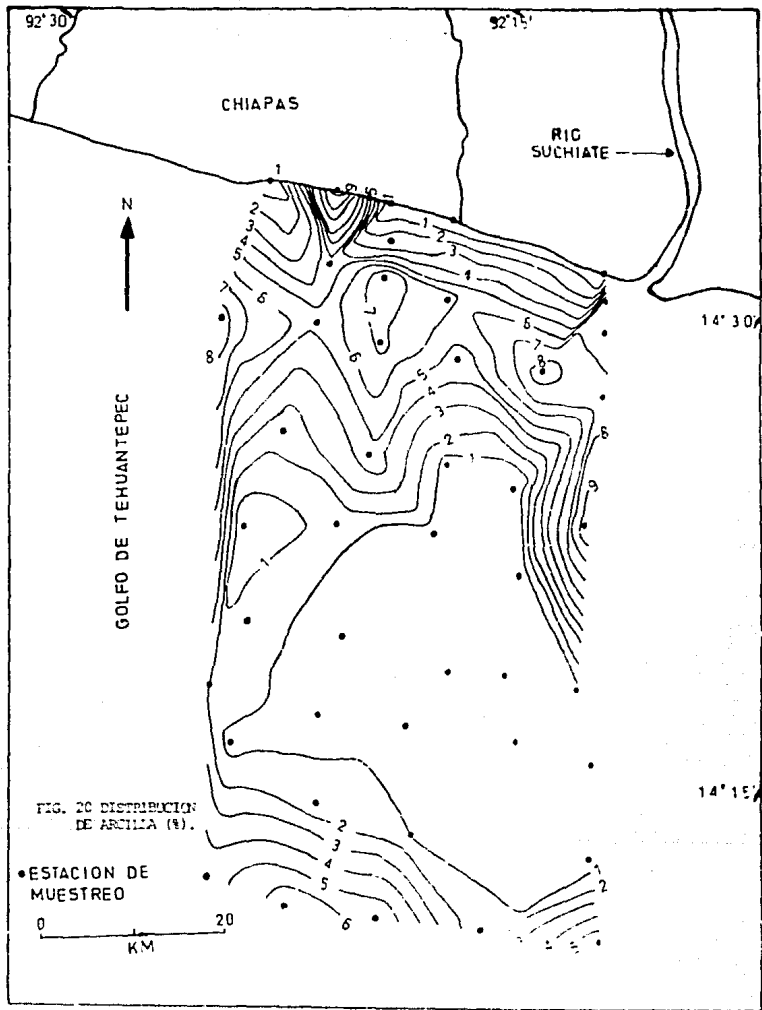










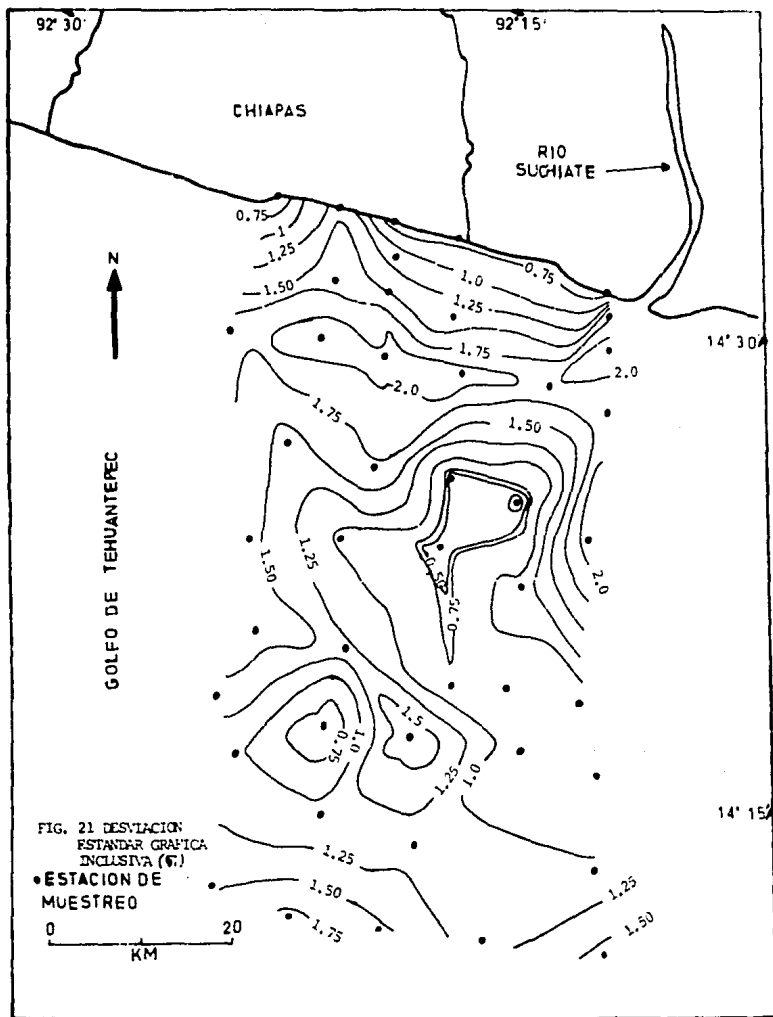


alta hacia mar adentro. Sin embargo, hay una amplia zona en ambas distribuciones, en la que disminuye su concentración, llegando incluso a ser cero. Esta zona nuevamente coincide con la propuesta para las características ya descritas que evidencian una antigua línea de costa. También vuelve a aparecer la distribución desde porcentajes de 1 y 10% hasta 6 y 30% de arcilla y limo respectivamente, conforme la profundidad aumenta.

Existe una alta concentración de arcilla en la desembocadura del río - así como en la región aledaña al canal de dragado de Puerto Madero, mostrando en ambos casos la influencia que tienen éstos en la distribución de los sedimentos (fig. 20).

Por lo que se refiere a la Desviación Estándar la clasificación va de moderadamente clasificado en la zona litoral, a mal clasificado y muy mal clasificado hacia la plataforma continental. Existiendo sin embargo una zona dentro de la plataforma, en donde el grado de clasificación es moderadamente clasificado, característica que faltaba por sumarse a las que se han señalado para esa zona y que nuevamente proporciona información para definir una posible antigua línea de costa en ese lugar (Fig. 21). Existe no obstante, una pequeña variación hacia la parte occidental de la zona mencionada, en donde los sedimentos son mal clasificados, esto puede deberse a la diferencia de profundidad a la que se colectó la muestra, existiendo tal vez una profundidad un poco mayor, sedimentos con una desviación estándar igual a los que existen en la parte oriental.

Por otro lado, de manera general se tiene que los sedimentos de plata-



forma continental son considerados como mal clasificados y sólo a una profundidad donde la energía no es tan alta, pueden llegar a ser moderadamente clasificados y hasta bien clasificados, si no existe ninguna corriente que los afecte.

En las muestras 26, 27, 30, 31, 35, 36, 37, 39, 41 y 42, se tiene que su clasificación varía de moderadamente bien clasificadas a bien clasificadas lo cual indica una franja en la cual la energía no es muy alta, aunque la profundidad no sea uniforme, pues varía de 36 m a 54 m de W a E. El resto de las muestras están clasificadas. La nomenclatura de cada muestra está contenida en la Tabla 15.

También de manera general todos los parámetros analizados así como los contenidos de grava, arena, limo y arcilla, se encuentran resumidos en la Tabla 16, permitiendo una visualización rápida de los mismos.

También se hicieron los siguientes análisis en el Instituto de Geología (op. cit), con los resultados que se muestran a continuación.

La caracterización mineralógica por difracción de rayos X, indica que los minerales identificados son principalmente plagioclasas, cuarzo, anfíboles y micas.

La composición elemental por fluorescencia de rayos X, proporciona información sobre los elementos existentes, que básicamente son; Si, Al, Ca, K, Fe, Ti, Mg, P, S, Cl y trazas de: Sr, As, Ba, Ni, Cu y Zn.

La información obtenida puede considerarse como representativa de la zona de plataforma continental. Tomando en cuenta las características del área, es posible hacer extensivos los resultados para las demás muestras colectadas en la zona.

TABLA 15. NOMENCLATURA DE LOS SEDIMENTOS DE PLATAFORMA CONTINENTAL.

- 12.- Limo grueso, mal clasificado, muy asimétrico hacia finos, leptocúrtico.
- 13.- Limo grueso, mal clasificado, asimétrico hacia finos, mesocúrtico.
- 14.- Limo grueso, mal clasificado, simétrico, mesocúrtico.
- 15.- Limo grueso, mal clasificado, muy asimétrico hacia gruesos, mesocúrtico.
- 16.- Limo grueso, mal clasificado, asimétrico hacia gruesos, platocúrtico.
- 17.- Limo grueso, muy mal clasificado, asimétrico hacia gruesos, leptocúrtico.
- 18.- Limo grueso, mal clasificado, asimétrico hacia gruesos, mesocúrtico.
- 19.- Arena muy fina, muy mal clasificada, asimétrica hacia gruesos, leptocúrtica.
- 20.- Limo grueso, muy mal clasificado, asimétrico hacia gruesos, mesocúrtico.
- 21.- Limo grueso, muy mal clasificado, asimétrico hacia gruesos, platocúrtico.
- 22.- Limo grueso, mal clasificado, asimétrico hacia gruesos, mesocúrtico.
- 23.- Limo grueso, mal clasificado, asimétrico hacia gruesos, leptocúrtico.
- 24.- Arena muy fina, mal clasificada, asimétrica hacia finos, muy leptocúrtica.
- 25.- Arena muy fina, mal clasificada, muy asimétrica hacia finos, muy leptocúrtica.
- 26.- Arena fina, moderadamente bien clasificada, asimétrica hacia gruesos, leptocúrtica.
- 27.- Arena media, bien clasificada, asimétrica hacia finos, mesocúrtica.
- 28.- Limo grueso, muy mal clasificado, muy asimétrico hacia finos, mesocúrtico.
- 29.- Arena gruesa, mal clasificada, muy asimétrica hacia gruesos, platocúrtica.
- 30.- Arena fina, moderadamente clasificada, asimétrica hacia gruesos, leptocúrtica.



Continúa...

- 31.- Arena fina, moderadamente bien clasificada, asimétrica hacia gruesos, mesocúrtica.
- 32.- Arena gruesa, mal clasificada, asimétrica hacia gruesos, mesocúrtica.
- 33.- Arena gruesa, mal clasificada, simétrica, mesocúrtica.
- 34.- Arena gruesa, mal clasificada, muy asimétrica hacia gruesos, leptocúrtica.
- 35.- Arena media, moderadamente clasificada, asimétrica hacia gruesos, leptocúrtica.
- 36.- Arena gruesa, moderadamente clasificada, asimétrica hacia gruesos, leptocúrtica.
- 37.- Arena fina, moderadamente clasificada, asimétrica hacia gruesos, leptocúrtica.
- 38.- Arena media, mal clasificada, asimétrica hacia gruesos, leptocúrtica.
- 39.- Arena fina, moderadamente bien clasificada, asimétrica hacia finos, leptocúrtica.
- 40.- Arena media, mal clasificada, muy asimétrica hacia gruesos, leptocúrtica.
- 41.- Arena media, moderadamente clasificada, simétrica, mesocúrtica.
- 42.- Arena media, moderadamente clasificada, simétrica, mesocúrtica.
- 43.- Arena media, mal clasificada, asimétrica hacia gruesos, leptocúrtica.
- 44.- Arena media, mal clasificada, simétrica, leptocúrtica.
- 45.- Arena media, mal clasificada, asimétrica hacia gruesos, mesocúrtica.
- 46.- Arena media, mal clasificada, asimétrica hacia gruesos, mesocúrtica.
- 47.- Arena fina, mal clasificada, asimétrica hacia finos, muy leptocúrtica.
- 48.- Limo grueso, mal clasificado, muy asimétrico hacia finos, extremadamente leptocúrtico.
- 49.- Arena muy fina, mal clasificada, asimétrica hacia finos, muy leptocúrtica.
- 50.- Arena muy fina, mal clasificada, asimétrica hacia gruesos, platicúrtica.
- 51.- Arena muy fina, mal clasificada, asimétrica hacia finos, muy leptocúrtica.

TABLA 16. CARACTERISTICAS TEXTURALES DE SEDIMENTOS LC.  
PLATAFORMA CONTINENTAL.

CARACTERISTICAS	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE TAMAÑOS.
GRAVA	
ARENA	
LIMO	
ARCILLA	

TAMAÑO GRAFICO PROMEDIO.

ARENA MUY GRUESA	
ARENA GRUESA	
ARENA MEDIA	
ARENA FINA	
ARENA MUY FINA	
LIMO GRUESO	
LIMO MEDIANO	

COEFICIENTE DE CLASIFICACION.

EXTREMADAMENTE MAL CLASIFICADO	
MUY MAL CLASIFICADO	
MAL CLASIFICADO	
MODERADAMENTE CLASIFICADO	
MODERADAMENTE BIEN CLASIFICADO	
BIEN CLASIFICADO	
MUY BIEN CLASIFICADO	

ASIMETRIA

MUY ASIMETRICO HACIA FINOS	
ASIMETRICO HACIA FINOS	
SIMETRICO	
ASIMETRICO HACIA GRUESOS	
MUY ASIMETRICO HACIA GRUESOS	

CURTOSIS.

MUY PLATICURTICO	
PLATICURTICO	
MESOCURTICO	
LEPTOCURTICO	
MUY LEPTOCURTICO	
EXTREMADAMENTE LEPTOCURTICO	

El dato concierne a la caracterización mineralógica, indica que los componentes corresponden al ambiente ya definido, pues a profundidades mayores, las micas tienden a desaparecer debido a que son fáciles de alterar, lo mismo sucede con las plagioclasas.

Por otra parte se debe tener en cuenta que las isolíneas de los parámetros estadísticos, son importantes para la interpretación de los ambientes sedimentarios, pero conviene resaltar que los porcentajes de grava, arena y lodo permiten llegar a resultados igualmente confiables, con la ventaja de que se pueden obtener en un tiempo mucho más corto.

Para la cartografía de los sedimentos del piso oceánico de México, se necesitarán numerosos muestreos que permitan la elaboración adecuada de cartas sedimentológicas marinas.

En particular la Zona Económica Exclusiva de México, tiene una gran extensión (casi 3 millones de Km<sup>2</sup>), por lo cual se deben encontrar métodos de clasificación de sedimentos que sean confiables y rápidos de obtener.

## CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con los objetivos planteados en la presente tesis se llegó a las siguientes conclusiones.

- 1.- Los sedimentos del ambiente fluvial muestran una tendencia a disminuir su tamaño. Cambian de arena gruesa hasta arena muy fina hacia la desembocadura del Río Suchiate.

La clasificación de los sedimentos de este ambiente es mal clasificada, lo cual sucede generalmente en sedimentos fluviales. El grado de asimetría y la curtosis varían, sin embargo deben considerarse conjuntamente con el tamaño gráfico promedio y la desviación estándar, para caracterizar texturalmente al ambiente.

- 2.- Los sedimentos litorales están constituidos principalmente por arenas medias, moderadamente bien clasificadas, asimétricas hacia finos o simétricas y mesocúrticas.
- 3.- En el caso del ambiente de plataforma continental, se tiene que los parámetros estadísticos de los sedimentos varían poco, dependiendo de la localización de la muestra y de la profundidad de la misma. Sin embargo, las características obtenidas permiten inferir la posible existencia de una antigua línea de costa.
- 4.- Se puede observar que en cuanto al tamaño gráfico promedio, en el ambiente fluvial y litoral, la variación es de arena gruesa hasta arena muy fina y en una parte considerable del ambiente de platafor-

ma continental, predominan estos tamaños, se supone que la similitud se debe al gran interperismo químico de la zona y a la influencia que ejerce el Río Suchiate en la misma.

- 5.- En cuanto a la asimetría y la curtosis, también son muy parecidas en los tres ambientes. El grado de clasificación es similar en el ambiente fluvial y de plataforma continental, donde predomina la mala clasificación, mientras que en el litoral se tiene sedimentos moderadamente bien clasificados.
- 6.- Con los datos de tamaño gráfico promedio, desviación estándar, asimetría y curtosis, se construyeron mapas que muestran la configuración de dichos valores.  
  
Se puede apreciar, sobre todo para el ambiente de plataforma continental cual es el comportamiento de los sedimentos así como la influencia que tiene el Río Suchiate al desembocar en esa zona.
- 7.- La mayoría de los sedimentos recolectados en el ambiente fluvial - provienen de las rocas ígneas intrusivas ácidas del Paleozoico y de las rocas volcánicas intermedias del Terciario, las últimas provenientes del volcán Tacaná.
- 8.- Como se ha visto el medio de transporte varía de un medio a otro según las condiciones dinámicas de la zona que se trate. Para el ambiente fluvial se tienen condiciones de mayor energía; para el litoral éstas son variables, debido a la acción que ejercen las olas en este lugar y finalmente para el ambiente de plataforma la energía es muy baja, permitiendo que se depositen los sedimentos que se encuentran suspendidos en la columna de agua.

- 9.- Conviene resaltar que las isolíneas de grava, arena y lodo, proporcionan una información bastante precisa en relación al comportamiento textural de los sedimentos, así como de las condiciones de depósito y de la posible influencia que tiene el Río Suchiate en la región. A través de este tipo de mapas se puede hacer una interpretación tan clara y objetiva, como al utilizar las configuraciones de los parámetros estadísticos, con la ventaja de que el tiempo invertido para la obtención porcentual de grava, arena y lodo, es mucho menor que el correspondiente para la obtención de los parámetros estadísticos.
- 10.- Debido a que el país cuenta con una Zona Económica Exclusiva, con una área de aproximadamente 3 millones de km<sup>2</sup>, de la cual se conoce realmente muy poco, se recomienda hacer más estudios en ésta, - que permitan tener mayor información al respecto, utilizando para ello los datos que proporcionan la interpretación de la configuración del contenido de grava, arena y lodo, puesto que con este tipo de representación, se puede llegar a cubrir un área más extensa de la Zona Económica Exclusiva en un tiempo menor, que si se hiciera por medio de la representación gráfica de los parámetros texturales. De esta manera se ahorran recursos y se pueden obtener resultados igualmente útiles en un tiempo relativamente pequeño.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Aguayo C., J.E., 1984. Estudio de los Sedimentos Terrígenos de la -  
Cuenca de Guaymas, Golfo de California Noreste de México,  
Revista del I.M.P. Vol. XV, N<sup>o</sup>m. 4.
- 2) Alvarez Jr., M., 1961. Provincias Fisiográficas de la República Me-  
xicana. Bol. Soc. Geol. Mex., 24 (2): 3-20
- 3) Alvarez-Rivera U., L. Rosales-Hoz, A. Carranza-Edwards, 1986. Heavy  
Metals in Blanco River Sediments, Veracruz, Mexico. An.  
Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México,  
13 (2): 1-10.
- 4) Avendaño, S. S., 1978. Estudio Granulométrico de Sedimentos de la  
Porción Oeste del Golfo de Tehuantepec. Tesis Prof. ESIA-  
-IPN 42 Pag.
- 5) Carranza-Edwards A., 1980. Ambientes Sedimentarios Recientes de la  
Llanura Costera Sur del Istmo de Tehuantepec. An. Centro  
Ciencias del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 7-  
(2): 13-66.
- 6) Carranza-Edwards A., (1986). Estudio Sedimentológico de Playas del  
Estado de Chiapas, México. An. Inst. Cienc. del Mar y -  
Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 13 (1): 331-344.
- 7) Carranza-Edwards A., Márquez-García A. Z. y Morales de la Garza E.A.,  
1986. Estudio de Sedimentos de la Plataforma Continental  
del Estado de Guerrero y su Importancia Dentro de los Re-  
cursos Minerales del Mar. An. Inst. Cienc. del Mar y Lim-  
nol. Univ. Nal. Autón. México, 13 (3): 241-262.
- 8) Carranza-Edwards A., Rosales-Hoz L., Aguirre-Gómez A. y Galán-Alcalá  
A., 1988. Estudio de Metales en Sedimentos Litorales de  
Sonora, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ.  
Nal. Auton. México, 15 (2): 225-234.
- 9) Carranza-Edwards A., Rosales-Hoz L. y Lozano-Santa Cruz R., 1988. -  
Estudio de Metales en Arenas de Playa de San Antonio del  
Mar, Baja California, México. An. Inst. Cienc. del Mar y -  
Limnol. Univ. Nal. Auton. México, 15 (1): 215-222.
- 10) Carranza-Edwards A., Rosales-Hoz y Lozano-Santa Cruz, 1988. Estudio  
Sedimentológico de Playas del Estado de Oaxaca, México. -  
An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. Méxi-  
co, 15 (2): 23-38.

- 11) Carranza-Edwards A., Rosales-Hoz L., Ruiz-Ramírez E. y Santiago-Pérez S., 1989. Investigation of Phosphorite Deposits in The Gulf of Tehuantepec, México. Marine Mining. Volume 8 pp. 317-323
- 12) Carranza-Edwards A., 1989. Estudios Sedimentológicos Costeros: Algunos Casos de México. Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine, Bordeaux, No. 45, p. 331-33, 2 fig.
- 13) Carranza-Edwards A., L., Rosales-Hoz y S. Santiago-Pérez, 1989. Investigaciones Geológicas y Químicas de Recursos Minerales Marinos Mexicanos, Proyecto UNAM-COINACYT clave P221COIN88 0148, Informe Técnico Final Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. (Inédito).
- 14) Corrales Zarauza J., 1977. Estratigrafía, Editorial Rueda, Madrid, 707 pag.
- 15) Cutz E. N., 1977. Comportamiento Sedimentológico y Orgánico de Sedimentos en la Parte Sureste del Golfo de Tehuantepec. - Tesis prof. ESIA-IPN.
- 16) Davies, J. L., 1980. Geographical Variation in Coastal Development, 2a ed Longman, Londres, 212 p.
- 17) Folk, R. L., 1969. Petrología de las Rocas Sedimentarias. Traducida por Carmen Schlaapfer, Inst. de Geol. UNAM, 405 pag.
- 18) Folk, R. L., 1974. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Pub. Co. Austin, Texas, 182 p.
- 19) García E., 1964. Sistema de Clasificación Climática de Köppen modificado para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana. Com. Estud. Territorio Nal., México.
- 20) Gusi-Arredondo, M. E. A., 1987. Estudio de Sedimentos Superficiales de Plataforma en el Area Cabo San Lázaro Estero San Juan Baja California Sur, Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, UNAM.
- 21) Inman, D. L. y C. E. Nordstrom, 1971. On The Tectonic and Morphologic Classification of Coasts. J. Geol., 79 (1): 1-21.
- 22) Instituto de Geofísica, 1978. Tablas de Predicción de Mareas, 1977. apéndice I, Parte B, An. Inst. Geofísica, Univ. Nal. Auton. México, 24.
- 23) López-Ramos, E., 1979. Geología de México, 2a. Ed. Edición Escolar Tomo III 440 p.



- 24) Márquez-García A. Z., Carranza-Edwards A. y Morales de la Garza E. A., 1986. Características Sedimentológicas de las Playas de la Isla Clarifón, Colima, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México, 15 (2): 39-48.
- 25) Meisburger, E. P., 1967. Frequency of occurrence of ocean surface in various height categories for coastal areas. Report - 1719- R R. U. S. Army Engineer Research and Development Laboratories.
- 26) Morales de la Garza E. A., Carranza-Edwards A. y Márquez-García A. Z., 1986. Distribución de Sedimentos Superficiales del Delta del Río Balsas, Michoacán, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México, 15 (2): 95-104.
- 27) Morán, Z. D. J., 1984. Geología de la República Mexicana. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M. e Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, S.P.A. México.
- 28) Nolasco-Montoro E. y Carranza-Edwards, 1988. Estudio Sedimentológico Regional de Playas de Yucatán y Quintana Roo, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México, 15 (2): 44-61.
- 29) Pedrazzini C., Holgín, H. y Moreno, R., 1981. Evaluación Geológica-Geoquímica de la Parte Noroccidental del Golfo de Tehuantepec. Rev. del Inst. Mex. del Petróleo, Vol. XIV, - 4: 6-26.
- 30) Reading H. G., 1981. Sedimentary Environments and Facies. Blackwell Scientific Publications Osney Mead, Oxford England, 3a. - Reprinted. 569 pag.
- 31) Rosales-Hoz, Carranza-Edwards A. y Alvarez-Rivera, 1986. Sedimentological and Chemical Studies in Sediments from Papaloapan River Mexico. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. - Univ. Nal. Auton. México, 13 (3): 263-272.
- 32) Sánchez-Barrada, L. A., 1981. Geologic Evolution of The Continental Margin of The Golf of Tehuantepec in Southeastern Mexico: Ph. D. Dissertation. Univ. of Texas at Austin, 191 p.
- 33) Sánchez-Lara G., 1986. Tablas de asentamiento para extracción de alicutas en el análisis de papeta, de acuerdo a la Ley de Stokes, Qq. 100g (anchura).
- 34) Secretaría de Marina, Direc. Gen. de Oceanografía, 1976. Estudio Oceanográfico del Golfo de Tehuantepec. Tomos I - III - (Biología; Física y Química; Geología). Inv. Ocean/Tehu.

- 35) Shepard, F. P., 1967. Submarine Geology, Harper and Row. Nueva -- York, 517 p.
- 36) Soyeiro Rebolledo E., 1987. Estudio de Sedimentos Superficiales de Plataforma Continental en San Antonio del Mar de Baja California Norte, Tesis Profesional, Facultad de Ingenieria, UNAM.
- 37) Strakhov, N. M., 1967. Principles of Diathogenesis I. Trans. J. P. Fitzsimons. Oliver y Boyd, Edinburgo.
- 38) Tamayo, J. L., 1970. Geografía Moderna de México. Editorial Trillas, S. A., México, 390 p.
- 39) Tamayo, J. L., 1974. Geografía Moderna de México, Editorial Trillas, S. A., México, 380 p.
- 40) Tectonic Map of Mexico, 1961. Comp. de Czema Z. Geol. Soc. Am., - Esc. 1:2,500,000.
- 41) Wyrski, K., 1965. Surface currents of The Eastern Tropical Pacific - Ocean. Inter. Amer. Typo. Tuna Comm. Bull. 9 (5): 270-304.

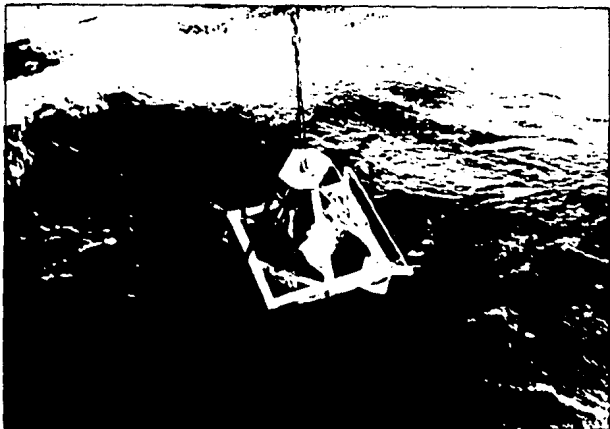
## ILUSTRACIONES



LAMINA Ia. MUESTREO DE SEDIMENTOS FLUVIALES EN LA MARGEN DERECHA DEL RIO SUCHIATE A LA ALTURA DEL PUENTE TUXTLA CHICO, CHIAPAS-TALISMAN GUATEMALA.



LAMINA IIb. MUESTREO DE SEDIMENTOS LITORALES EN LA BARRA CAHUACAN, CHIAPAS.



LAMINA IIA. DRAGA SMITH-MCINTYRE, UTILIZADA A BORDO DEL BUQUE OCEANO-  
GRAFICO " EL PUMA ", PARA EL MUESTREO DE SEDIMENTOS DE PLA  
TAFORMA CONTINENTAL.



LAMINA IIB. DRAGA DE ALMEJA UTILIZADA PARA EL MUESTREO DE -  
SEDIMENTOS DE PLATAFORMA CONTINENTAL, EFECTUADO  
A BORDO DEL BUQUE MAPSET.