

2e1
19



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**“ESTUDIO DE SEDIMENTOS DE LA PLATAFORMA
CONTINENTAL DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC, MEXICO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A N :

Isaias Montoya Ayala

Juan Andrés Vega Saldaña

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1989



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.

INDICE

		Pág.
RESUMEN		i
CAPITULO	I INTRODUCCION.....	i
CAPITULO	II AREA DE ESTUDIO.....	10
CAPITULO	III METODO DE TRABAJO.....	17
CAPITULO	IV FISIOGRAFIA DE LA PLATAFORMA...	20
CAPITULO	V ANALISIS COMPOSICIONAL.....	23
CAPITULO	VI TECTONICA Y SEDIMENTACION.....	39
CAPITULO	VII IMPLICACIONES ECONOMICAS.....	47
CAPITULO	VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	55
BIBLIOGRAFIA	59

INDICE DE FIGURAS

		Entre Páginas
Fig. 1	Localización del área de estudio	10 y 11
Fig. 2	Plano geológico del área circundante a la zona de estudio	12 y 13
Fig. 3a	Perfiles batimétricos	20 y 21
Fig. 3b	Perfiles representativos de la plataforma	21 y 22
Fig. 4	Triángulo de nomenclatura granulométrica (grava, arena y lodo)	26 y 27
Fig. 5	Gráficas de distribución de componentes principales de la fracción arenosa	33 y 34
Fig. 6	Clanes mineralógicos de las arenas de la plataforma	37 y 38

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ubicación de estaciones de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, Méx.	17 y 18
Tabla 2	Porcentajes de grava, arena y lodo en los sedimentos de la plataforma continental, del Golfo de Tehuantepec, México.	18 y 19
Tabla 3	Constituyentes principales y color de los sedimentos de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, México.	25 y 26

LISTA DE PLANOS

Plano	1	Localización de estaciones de muestreo
Plano	2	Batimetría
Plano	3	Color en húmedo de los sedimentos
Plano	4	Color en seco de los sedimentos
Plano	5	Distribución de por ciento de grava
Plano	6	Distribución de por ciento de arena
Plano	7	Distribución de por ciento de lodo
Plano	8	Distribución de por ciento de Terrígenos
Plano	9	Distribución de por ciento de biógenos
Plano	10	Distribución de por ciento de fósforo

RESUMEN

La plataforma continental del Golfo de Tehuantepec al Este de Salina Cruz, Oax. es amplia, mientras que hacia el Oeste es bastante estrecha. En ella se presentan varios rasgos fisiográficos importantes como son: - un cañón submarino al sur de Salina Cruz, posiblemente otro frente a Puerto Madero; una gran fractura que corre paralelamente a la línea de costa y una amplia terraza frente a la población de Majahua.

Los ríos que desembocan en el golfo aportan la mayor parte de los sedimentos de la plataforma continental; su distribución es resultado de la acción de las corrientes superficiales y profundas que actúan en el área. Los sedimentos son depositados paralelamente a la línea de costa; a profundidades menores de 70 m se concentran las gravas y las arenas, mientras que los lodos a profundidades mayores.

En las arenas el constituyente principal es el cuarzo cuyo valor máximo es de 88%, depositándose principalmente a profundidades menores de 70 m. Le siguen en menor proporción y con valores máximos los fragmentos de roca con 55%, los feldespatos con 13%, además de fragmentos de conchas de moluscos y otros minerales accesorios con valores muy bajos.

Mineralógicamente, las arenas predominantemente son cuarzoarenitas en un 50.2%, sublitarenitas en un 25.9% y litarenitas en un 15.2%.

Analizando el color de los sedimentos se determinaron tres tipos: - a) negro; b) gris oscuro, gris muy oscuro y gris olivo oscuro, y c) verde olivo y olivo. El color de los depósitos depende de las condiciones de óxido-reducción en el ambiente de sedimentación y de la composición mineral de los sedimentos.

Las arenas son importantes como material de construcción y los lodos su contenido de fósforo. En los lodos hay dos valores de concentración total mayores al 4% de P_2O_5 lo que los convierte en sedimentos fosfatados importantes económicamente como un recurso potencial de explotación.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La información básica sobre la sedimentología de la plataforma continental y de los litorales de la República Mexicana, es día a día más necesaria para el conocimiento de los recursos minerales del mar y su eventual aprovechamiento cuando los recursos no renovables de tierra firme sean insuficientes para el país.

Tomando en cuenta que el extenso litoral de México es de aproximadamente 10,000 km, dichas investigaciones son aún escasas, por lo tanto, el presente trabajo aporta información sobre las características sedimentológicas del Golfo de Tehuantepec que servirá de apoyo a las investigaciones geológicas futuras, en áreas como la exploración minera y explotación de materiales y asimismo, contribuir al conocimiento de la tectónica del área de estudio.

El uso de minerales siempre ha tenido un lugar importante a lo largo del desarrollo de la humanidad, desde la antigüedad el hombre aprendió a utilizar el hierro en la elaboración de utensilios de trabajo y de defensa, así como otros metales y minerales (cobre, carbón, etc.) en sus distintos usos.

En la Revolución Industrial iniciada en Inglaterra, los terratenientes trabajaban la minería e invertían en la industria. Actualmente tanto los países desarrollados como los no desarrollados, demandan cada vez una cantidad mayor de recursos no renovables por su creciente desarrollo demográfico e industrial. Esta demanda es aún más notable en los países desarrollados que no son autosuficientes en algunos recursos minerales, principalmente los estratégicos (Carranza-Edwards, 1987).

El mercado de minerales y metales siempre ha observado grandes fluctuaciones, pues el creciente consumo de minerales así lo exige y se tiene que recurrir en algunos casos a yacimientos cuyo valor en otros tiempos no eran redituables, trayendo como consecuencia que cada día resulte más costosa la extracción de los mismos, sin excluir que cada vez será más problemática la localización de nuevos yacimientos minerales terrestres.

En base a esto, los países desarrollados ya realizan desde hace algunos años acciones encaminadas a la investigación oceanográfica donde uno de los objetivos es conocer la factibilidad de su aprovechamiento económico (Carranza-Edwards, 1986).

En México la minería ha sido tradicional e importante históricamente pues forma parte de su patrimonio económico y ha influenciado en el desarrollo de asentamientos humanos que han contribuido al crecimiento económico, social e industrial de estos lugares, y para el país en general. A pesar de esto, tanto la minería privada como la paraestatal se dedican principalmente a la explotación de metales preciosos y de uso industrial que se localizan en el continente. Pero conforme se incrementa la demanda se vuelve imperiosa la necesidad de buscar fuentes alternativas para cubrir estas necesidades. La explotación de los recursos no renovables del mar, serán una alternativa para el próximo siglo y dados los extensos litorales de México se espera el desarrollo de la minería marina en las próximas décadas.

Se prevé que del mar se utilizarán elementos tales como: magnesio metálico, utilizable en la elaboración de papel, en hornos de fundición, elaboración de fertilizantes, etc.; bromo, utilizable como antiexplosivo junto con el tetraetilo de plomo y para el funcionamiento de máquinas de combustión interna; potasio como fertilizante; depósitos de placer que sean de valor económico; fosforita como fertilizante; materiales pa-

ra la construcción como grava y arena; glauconita, utilizada en la industria textil, azucarera y cervecera, como colorante y fertilizante; arcillas rojas que son silicoaluminatos hidratados resultantes del intemperismo final de las rocas ígneas, que son utilizables como materia prima en la manufactura de productos arcillosos o como fuente de obtención de --- otros metales; depósitos hidrotermales en las zonas de apertura del piso oceánico, en donde hay un rico aporte de sulfuros de zinc, cobre, fierro y en menores concentraciones oro y plata; nódulos polimetálicos que están compuestos de metales de alto valor estratégico; hidrocarburos y carbón.

Aunque es arriesgado pronosticar cuales recursos no renovables serán los de mayor demanda en un futuro, no se puede descartar que sean algunos de los mencionados anteriormente, por tal motivo es necesario apoyar en nuestro país la investigación oceanográfica, proporcionándosele los suficientes recursos humanos, materiales, apoyo financiero, científico y tecnológico de diversas especialidades dado que las ciencias del mar son de carácter interdisciplinario, y que son requeridas las ciencias de la geología, biología, geofísica, química, entre otras, para lograr la exploración y beneficio de los recursos renovables y no renovables del mar.

El deseo e interés por conocer los recursos minerales y materias primas del mar de un país, ha llevado a que México se preocupe por evaluar sus recursos marinos. Para ello el proyecto emprendido por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de LA UNAM, para conocer los procesos físicos, químicos y biológicos, la fisiografía y los recursos que se encuentran en los litorales mexicanos ha comenzado ya a rendir frutos. Uno de tales proyectos fue realizado en la plataforma continental del -- Golfo de Tehuantepec, a bordo del Barco Oceanográfico "El Puma", durante mayo de 1987.

Considerando el alto costo de las investigaciones oceanográficas es conveniente establecer a nivel internacional, acuerdos multilaterales di

rigidos a obtener beneficios reciprocos y a nivel interno con las instituciones que desarrollen este tipo de actividades y que deberán coordinarse con la iniciativa privada y el sector gubernamental correspondiente, para obtener un mayor beneficio social y de esta manera también se genere el inventario correspondiente de estos recursos.

ANTECEDENTES

Con el propósito de hacer más completa la descripción del Golfo de Tehuantepec, Webber y Ojeda (1957) propusieron otra unidad fisiográfica, las Planicies Costeras del Pacifico, que forman una faja angosta a lo largo de la costa chiapaneca, que al llegar cerca de los límites de Oaxaca se extiende tierra adentro hasta casi juntarse en la porción norte del Istmo de Tehuantepec con la planicie costera del Golfo de México. Al sur y este de la población de Arriaga parece deber su aplanamiento a la acción erosiva del mar; en estas áreas los sedimentos son detritos provenientes de la sierra de Chiapas y en las proximidades de la población de Tehuantepec constituyen un área estructuralmente deprimida, a la que un ajuste de relieve ha llenado con material aluvial; hasta el nivel actual que tiene el gradiente actual de corrientes.

Según la clasificación de Shepard (1963), la zona de estudio es una costa primaria, ya que está influenciada por procesos de erosión continental y marina. Si se utiliza la clasificación de Ottman (1967) esta costa pertenece al tipo "E", pues se encuentra constituida por costas bajas, bordeadas por planicies aluviales, además de presentarse una continuación del relieve terrestre con el marino (Cutz, 1977).

Fisher (1961) es el primero en describir la fisiografía de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, mencionando que presenta una serie de elevaciones y depresiones a profundidades mayores a los 200 m. Mientras que las morfoestructuras del fondo oceánico, en el Golfo de Tehuantepec, se ubican en la provincia definida como la Margen Submarina --

del Sur de México. Dos grandes morfoestructuras definen la fisiografía y tectónica de esta provincia: la Sierra Madre del Sur y la Trinchera Mesoamericana. La primera se extiende desde Bahía de Banderas hasta el Istmo de Tehuantepec y continúa con la Sierra Madre de Chiapas y el Sistema Montañoso de Centroamérica. La segunda es paralela a la margen continental y es continúa desde Cabo Corrientes hasta Panamá. La trinchera es la morfoestructura principal de esta región, siendo secundarios la plataforma y el talud continentales (Lugo, 1985).

La región del Golfo de Tehuantepec se encuentra dentro de la zona -- tropical, siendo el clima por lo general húmedo con abundancia de lluvias. En verano, es afectada por alteraciones atmosféricas tropicales que ocasionan las abundantes lluvias a lo largo de la costa; en invierno, azotan fuertes vientos del norte denominados "Tehuantepecos", que son originados por masas de aire continental polar que invaden el Golfo de México, siendo en ocasiones aún más fuertes que los mismos "nortes" del Golfo de México (Hurd, 1929).

Las corrientes del Golfo de Tehuantepec siguen una dirección sureste y este-sureste durante los meses de invierno, mientras que durante el resto del año la dirección es noroeste y oeste-noroeste. La anchura que presenta la corriente es de aproximadamente 360 millas con una contracorriente que corre pegada a la costa (Sria. Marina, 1978).

En las lagunas cercanas a la costa del Istmo de Tehuantepec una --- gran parte de la sedimentación reciente es de tipo orgánico, debido a que una parte considerable de la cubierta rocosa localizada en la vecindad de esas lagunas, está formada por fragmentos de conchas trituradas (Webber y Ojeda, 1957).

Según Cutz (1977), la parte occidental del Golfo de Tehuantepec, es una zona de lagunas cuya sedimentología es importante por los ríos que de

sembocan en ellas. En esta zona quedan incluidas la Laguna Superior e inferior, La Joya y el Mar Muerto.

Para Avendaño (1978), la zona oeste-este del Golfo de Tehuantepec -- queda incluida dentro del grupo de las arenas, encontrándose arenas de tamaño medio a fino; su grado de clasificación es de tres tipos: moderadamente bien clasificada, moderadamente clasificada y mal clasificada; siendo casi simétrico, asimétrico y muy simétrico, para los tamaños finos, -- gruesos y muy gruesos respectivamente.

Al estudiar Carranza-Edwards (1980), los ambientes sedimentarios recientes de la llanura costera sur del Istmo de Tehuantepec se determinaron una serie de parámetros en los sedimentos como son el color, composición mineralógica, distribución porcentual de tamaños, carácter modal, tamaño gráfico promedio, coeficiente de clasificación y grado de asimetría. A partir de los resultados obtenidos se considera que los ambientes sedimentarios más sensitivos a la tectónica regional fueron el fluvial, lagunar deltáico y el de playa barrera reflejando principalmente una tectónica moderada por deformación horizontal, y que los sedimentos de importancia económica se localizan en los ambientes de playa barrera y fluvial, - la concentración de magnetita es altamente probable encontrarla en el ambiente de playa barrera.

Martín Barajas y Osuna J. (1982) en el estudio sedimentológico de minerales pesados de la Playa de la Ventanilla en el litoral oaxaqueño, encontraron una importante concentración de estos minerales pesados. Ellos son ilmenita, rutilo, leucoxeno y zircón; de lo que se concluye que en este depósito predomina la arena media, bien clasificada y que dichos minerales de concentración económica redituable se localizan en las fracciones de arena media a muy fina.

También al efectuar el estudio sedimentológico del depósito de are--

nas titaníferas de El Cayacal, Gro., México, se localizó un depósito de arenas titanoferríferas con una alta concentración de ilmenita, magnetita y zircón en la fracción de arenas finas y se concluye que estos sedimentos reflejan un área tectónicamente activa (Martín Barajas, 1982).

Por otra parte, Morales de la Garza, et.al. (1984), en la sedimentología de la plataforma continental del estado de Guerrero, deducen que -- las zonas de posible interés económico son las constituidas por elementos de fierro y titanio que están representadas por magnetita, ilmenita y zircón y que se concentran en arenas finas y arenas muy finas a profundidades de entre 20 y 70 m.

Cardona García y Andrade Guzmán (1985), estudiaron las características texturales y mineralógicas de tres ambientes sedimentarios modernos -- del litoral de Punta Guelaguichi, Oaxaca: dunas, playa y laguna. Para el ambiente de playa el sedimento tiene un tamaño promedio de arena media, -- moderadamente bien clasificada, con asimetría hacia gruesos, texturalmente clasificada como submadura y predominando las litarenitas feldespáticas.

El ambiente de duna, presentó un tamaño de arena media a fina; es decir tendiendo a la madurez textural; siendo representada por subfelsarenitas. Finalmente en el ambiente lagunar, los sedimentos tienen un tamaño de arena media a gruesa en los extremos y arena muy fina en su parte central, con mala clasificación y características de un ambiente inmaduro.

Por último se determinó que mineralógicamente hay una concentración anómala del 18% en promedio de magnetita, ilmenita, esfena y grosularita; correspondiendo a la playa el 19%, a dunas 26% y a lagunar 9%, considerándose así la zona litoral de Punta Guelaguichi como una zona económicamente explotable.

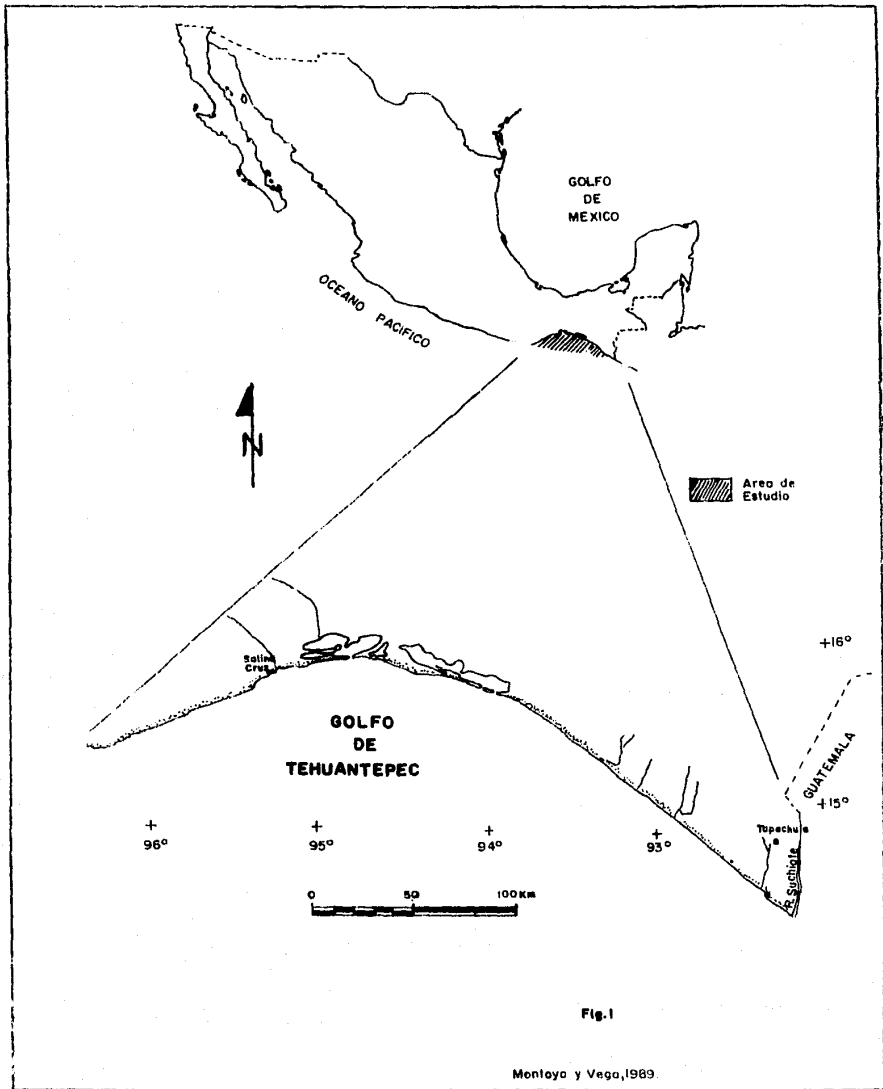
Otro estudio realizado por Carranza-Edwards (1986), es el de sedimentología de playas del estado de Chiapas. Observó que a pesar de la variabilidad de ambientes de playa, las muestras estudiadas presentan una gran semejanza en su constitución de arenas medias, de moderadamente bien clasificadas a moderadamente simétricas. Concluye que la homogeneidad composicional y la frecuencia de estructuras laminares son reflejo de la uniformidad geológica y geomórfica de la región; que la naturaleza de los sedimentos denotan la inestabilidad tectónica como producto del choque de la Placa de Cocos con la Placa Americana y aunque la madurez textural es baja y también el cuarzo, los fragmentos de roca (preferentemente volcánicas) es alto.

Sobre la sedimentología de las playas del estado de Oaxaca, se encontró que del total de las muestras estudiadas existe un mayor predominio de arenas medias, moderadamente bien clasificadas, simétricas y mesocúrticas; asimismo, más del 90% son feldsarenitas submaduras que parecen indicar una estrecha relación entre la sedimentación y tectónica del área de estudio. En las submuestras analizadas se observó que conforme el tamaño gráfico promedio del sedimento es más fino, el contenido de minerales es mayor y de igual manera la pendiente también disminuye, notándose un incremento de fierro y titanio como elementos de mayor concentración. El incremento del tamaño gráfico promedio del sedimento implica un incremento en la concentración de magnetita. En el aspecto económico los análisis por fluorescencia, difracción de rayos X y absorción atómica encuentran que en la fracción de 2.5 a 3.0 ϕ hay valores altos de fierro y titanio por la presencia de magnetita e ilmenita principalmente en las playas de Cocolotepec, Mazunte, La Colorada y La Ventosa (Carranza-Edwards, et. al., en prensa).

OBJETIVOS

- a) Determinar la relación batimétrica con el entorno tectónico circundante.
- b) Conocer la distribución de los sedimentos desde el punto de vista granulométrico.
- c) Determinar la relación existente entre la batimetría y el tipo de sedimento existente.
- d) Determinar el color del sedimento y la relación que guarda con los aportes del mismo.
- e) Analizar la composición mineralógica e importancia económica del sedimento.

La obtención de estos datos permitirá conocer el potencial económico de los sedimentos en la plataforma del Golfo de Tehuantepec y a incrementar el conocimiento de la geología marina en el país.



CAPITULO II

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio está localizada en el Golfo de Tehuantepec frente a las costas de los estados de Chiapas y Oaxaca al suroeste de la República Mexicana. Geográficamente está delimitada por las siguientes coordenadas: 14° 11' y 16° 13' de latitud Norte y 92° 14.5' y 95° 55' de longitud Oeste (Fig. 1)

La porción litoral del Golfo de Tehuantepec, abarca la totalidad de la planicie costera del estado de Chiapas y la porción sur-occidental del estado de Oaxaca. La planicie tiene una longitud aproximada de 360 km, - presentando una amplitud máxima y mínima de 45 y 12 km respectivamente, - con un promedio de 28 km; ésta se va estrechando hacia Salina Cruz, Oax. hasta ser nula (S.P.P. 1981).

Hurd (1929), menciona que el área de estudio se encuentra dentro de la zona tropical presentando un clima húmedo con una gran abundancia de - lluvias.

El clima de la planicie costera del Golfo de Tehuantepec es cálido - subhúmedo (Aw) y cálido húmedo con lluvias en verano (Am), que hacia la - sierra se vuelve templado húmedo con lluvias en verano (Cw). La temperatura media anual es de 26°C y presenta precipitaciones que varían desde - los 800 a los 1600 mm anuales (según Köppen, modificada por García, 1964).

Las estaciones en el Golfo de Tehuantepec se pueden dividir en una - seca y generalmente ventosa, de noviembre a abril, y una lluviosa y usualmente en calma de mayo a octubre. Durante la primera estación una faja - de vientos de alta velocidad se extiende hacia el sur desde el Istmo de -

Tehuantepec, con una longitud de 500 km; su anchura es de unos 200 km y - las velocidades mayores tienen lugar en la extremidad norte del Golfo.

Por otra parte, en el verano los vientos son generalmente débiles y soplan hacia el oriente. Ocasionalmente se presentan vientos muy fuertes durante el paso de los huracanes, que ocurren con una frecuencia de dos - por mes durante septiembre. A través del Istmo de Tehuantepec, las ondas frías que vienen del norte llegan al Golfo que tiene una atmósfera más cá lida, lo que origina violentos vientos locales conocidos como "Tehuantepecos", siendo más frecuentes durante el invierno (Hurd, 1929; Roden, 1961).

De acuerdo con Tamayo (1970), estos vientos llegan a alcanzar ve locidades de hasta 12 m/seg. como consecuencia de la diferencia de presiones barométricas entre el Golfo de México y el Golfo de Tehuantepec.

El conocimiento del régimen de vientos es importante ya que uno de - sus efectos sobre la superficie del océano, es mover el agua provocando - las corrientes superficiales de la zona.

De acuerdo con Roden (1961), en la región de los vientos fuertes la corriente se mueve hacia el sur con una velocidad media de 20 cm/seg. La circulación local del Golfo de Tehuantepec se observa hacia el sur, hasta las latitudes de 12°N o 13°N donde se localiza una de las corrientes oceá nicas mayores, que es la Corriente Ecuatorial del Norte. En el verano - las corrientes presentan una dirección hacia el oeste y suroeste, con velocidades de unos 15 cm/seg.

Así también según Wyrtyk (en Carranza-Edwards, 1986), el oleaje que - se origina a los 25° de latitud sur, incide perpendicularmente sobre la - costa con un rumbo suroeste-noreste.

Cubierta por una gran capa de sedimentos, que en el Golfo de Tehuantepec alcanza más de 4000 m de espesor (Sánchez Barreda, 1981) la plataforma continental se considera como la extensión de la corteza continental en el océano. El aporte de sedimentos proviene de las zonas emergidas por lo que es importante considerar las características geológicas de las áreas circundantes.

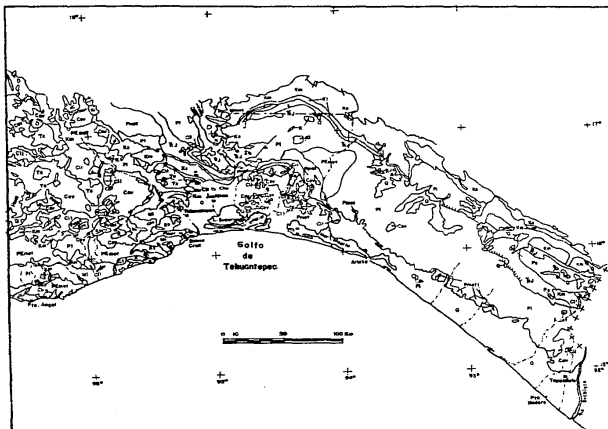
El Istmo de Tehuantepec está bordeado por dos áreas positivas que son la Sierra Madre del Sur al oeste y por el Macizo o Sierra Madre de Chiapas al este (Fig. 2).

La primera de ellas está formada por la porción sureste del complejo metamórfico conocido como Terreno Juárez, que corresponde al más oriental de los terrenos metamórficos del sur de México, y que se encuentra constituido por un conjunto de rocas sedimentarias y volcánicas submarinas del Mesozoico Superior; esta secuencia presenta deformación muy severa. La secuencia está formada por areniscas y lutitas calcáreas del Jurásico Superior en la parte superior, calizas con bandas de pedernal del Neocomiano junto con rocas volcánicas andesíticas, así como también algunos cuerpos ultramáficos (Campa y Coney, 1983).

La segunda área es la Sierra Madre de Chiapas, ha sido dividida en dos zonas, una al norte constituida por calizas y formaciones clásticas del Mesozoico y Cenozoico que fueron plegadas durante la Orogenia Laramide, y en la porción sur se presenta un conjunto de rocas ígneas intrusivas ácidas y básicas y por grandes espesores de rocas metamórficas de probable edad Precámbrica (Alvarez Jr., 1968 y Salas G., 1975).

En el área continental que circunda a la zona de estudio se encuentra una gran variedad de rocas de diferente carácter y edad que se describirán brevemente a continuación.

Hay dos localidades que presentan rocas precámbricas, una entre Puer



LEYENDA

1. Línea del Concreto	2. Línea de drenaje
2. Línea de drenaje	3. Línea de drenaje
3. Línea de drenaje	4. Línea de drenaje
4. Línea de drenaje	5. Línea de drenaje
5. Línea de drenaje	6. Línea de drenaje
6. Línea de drenaje	7. Línea de drenaje
7. Línea de drenaje	8. Línea de drenaje
8. Línea de drenaje	9. Línea de drenaje
9. Línea de drenaje	10. Línea de drenaje
10. Línea de drenaje	11. Línea de drenaje
11. Línea de drenaje	12. Línea de drenaje
12. Línea de drenaje	13. Línea de drenaje
13. Línea de drenaje	14. Línea de drenaje
14. Línea de drenaje	15. Línea de drenaje
15. Línea de drenaje	16. Línea de drenaje
16. Línea de drenaje	17. Línea de drenaje
17. Línea de drenaje	18. Línea de drenaje
18. Línea de drenaje	19. Línea de drenaje
19. Línea de drenaje	20. Línea de drenaje
20. Línea de drenaje	21. Línea de drenaje
21. Línea de drenaje	22. Línea de drenaje
22. Línea de drenaje	23. Línea de drenaje
23. Línea de drenaje	24. Línea de drenaje
24. Línea de drenaje	25. Línea de drenaje
25. Línea de drenaje	26. Línea de drenaje
26. Línea de drenaje	27. Línea de drenaje
27. Línea de drenaje	28. Línea de drenaje
28. Línea de drenaje	29. Línea de drenaje
29. Línea de drenaje	30. Línea de drenaje
30. Línea de drenaje	31. Línea de drenaje
31. Línea de drenaje	32. Línea de drenaje
32. Línea de drenaje	33. Línea de drenaje
33. Línea de drenaje	34. Línea de drenaje
34. Línea de drenaje	35. Línea de drenaje
35. Línea de drenaje	36. Línea de drenaje
36. Línea de drenaje	37. Línea de drenaje
37. Línea de drenaje	38. Línea de drenaje
38. Línea de drenaje	39. Línea de drenaje
39. Línea de drenaje	40. Línea de drenaje
40. Línea de drenaje	41. Línea de drenaje
41. Línea de drenaje	42. Línea de drenaje
42. Línea de drenaje	43. Línea de drenaje
43. Línea de drenaje	44. Línea de drenaje
44. Línea de drenaje	45. Línea de drenaje
45. Línea de drenaje	46. Línea de drenaje
46. Línea de drenaje	47. Línea de drenaje
47. Línea de drenaje	48. Línea de drenaje
48. Línea de drenaje	49. Línea de drenaje
49. Línea de drenaje	50. Línea de drenaje
50. Línea de drenaje	51. Línea de drenaje
51. Línea de drenaje	52. Línea de drenaje
52. Línea de drenaje	53. Línea de drenaje
53. Línea de drenaje	54. Línea de drenaje
54. Línea de drenaje	55. Línea de drenaje
55. Línea de drenaje	56. Línea de drenaje
56. Línea de drenaje	57. Línea de drenaje
57. Línea de drenaje	58. Línea de drenaje
58. Línea de drenaje	59. Línea de drenaje
59. Línea de drenaje	60. Línea de drenaje
60. Línea de drenaje	61. Línea de drenaje
61. Línea de drenaje	62. Línea de drenaje
62. Línea de drenaje	63. Línea de drenaje
63. Línea de drenaje	64. Línea de drenaje
64. Línea de drenaje	65. Línea de drenaje
65. Línea de drenaje	66. Línea de drenaje
66. Línea de drenaje	67. Línea de drenaje
67. Línea de drenaje	68. Línea de drenaje
68. Línea de drenaje	69. Línea de drenaje
69. Línea de drenaje	70. Línea de drenaje
70. Línea de drenaje	71. Línea de drenaje
71. Línea de drenaje	72. Línea de drenaje
72. Línea de drenaje	73. Línea de drenaje
73. Línea de drenaje	74. Línea de drenaje
74. Línea de drenaje	75. Línea de drenaje
75. Línea de drenaje	76. Línea de drenaje
76. Línea de drenaje	77. Línea de drenaje
77. Línea de drenaje	78. Línea de drenaje
78. Línea de drenaje	79. Línea de drenaje
79. Línea de drenaje	80. Línea de drenaje
80. Línea de drenaje	81. Línea de drenaje
81. Línea de drenaje	82. Línea de drenaje
82. Línea de drenaje	83. Línea de drenaje
83. Línea de drenaje	84. Línea de drenaje
84. Línea de drenaje	85. Línea de drenaje
85. Línea de drenaje	86. Línea de drenaje
86. Línea de drenaje	87. Línea de drenaje
87. Línea de drenaje	88. Línea de drenaje
88. Línea de drenaje	89. Línea de drenaje
89. Línea de drenaje	90. Línea de drenaje
90. Línea de drenaje	91. Línea de drenaje
91. Línea de drenaje	92. Línea de drenaje
92. Línea de drenaje	93. Línea de drenaje
93. Línea de drenaje	94. Línea de drenaje
94. Línea de drenaje	95. Línea de drenaje
95. Línea de drenaje	96. Línea de drenaje
96. Línea de drenaje	97. Línea de drenaje
97. Línea de drenaje	98. Línea de drenaje
98. Línea de drenaje	99. Línea de drenaje
99. Línea de drenaje	100. Línea de drenaje

SIMBOLOGIA

□ Capital del Estado	— Río y arroyo
● Ciudad importante	— Laguna
⊕ Límite Internacional	— Contorno geológico
— Límite Estado	— Puerto

Escala 1:200,000
 Tomado de la Carta Geológica de la República Mexicana
 M. E. A. 1976.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	PLANO GEOLOGICO E HIDROLOGICO DEL AREA DE ESTUDIO.	
	MONTYA ETALA REJAS YESA BALDARA JUAN ANDRES	
P.L.S	MEXICO, 1980.	

to Angel-Salina Cruz cerca de la población de Morro de Ayutla en Oaxaca y en Chiapas cerca de la población de Arriaga.

Las rocas en Oaxaca son metamórficas y consisten de cuarcitas anfibolitas, esquistos, gneises y mármol con numerosas pegmatitas.

Mientras que en la población de Arriaga, la secuencia está compuesta de esquistos y gneises que se encuentran intrusionados por un granito rosa de probable edad 700 m.a.

La secuencia original de carácter pelítico y carbonatada, probablemente fue depositada en una cuenca geosinclinal, que después de ser sometida a tectonismo y metamorfismo regional fue intrusionada por los cuerpos graníticos (Ortega-Gutiérrez, 1981; Sánchez-Barreda, 1981).

Para el Paleozoico se tiene una gran variedad de rocas metamórficas y sedimentarias. Cerca de las poblaciones de Arriaga y Tonalá, Chiapas, se encuentran las rocas metamórficas paleozoicas constituidas por gneises, ortogneises y rocas metasedimentarias. Las rocas sedimentarias están formadas por conglomerados y areniscas de grano grueso ligeramente metamorfoseadas, así como lutitas de la Formación (Fm) Sta. Rosa. Se presenta también alternancia de calizas y lutitas correspondientes al Grupo Paso Hondo y a la Fm. Grupera.

La actividad ígnea de la zona consiste en una serie de intrusiones, algunas de las cuales se encuentran afectando a las rocas metamórficas. El más grande de estos intrusivos es el Macizo de Chiapas, que consiste principalmente de granitos rosas y granodioritas que se encuentran cortados por diques andesíticos en algunas porciones y cuya edad se ha determinado como Pérmico. La longitud de este intrusivo es de unos 300 km por 80 km de ancho, con una orientación NW-SE. El origen de esta serie de cuerpos intrusivos probablemente se encuentra relacionado con la orogenia Taconiana o Acadiana y su relación con la actividad tectónica ejercida por la Cor

dillera Mesoamericana, asociada a un posible sistema de junta triple en la zona hace aproximadamente 400 m.a. (Burkart 1983; Sánchez-Barreda, 1981).

El Mesozoico parece ser un período principalmente de influencia sedimentaria, ya que no hay presencia de rocas metamórficas y solo algunas evidencias de volcanismo o magmatismo en la zona. Las rocas sedimentarias -- son del Triásico, Jurásico y Cretácico. Esta secuencia sedimentaria consiste de depósitos de molasas de capas rojas, esto es, areniscas y arenas conglomeráticas de color rojizo, que corresponden a la Fm. Todos los Santos. Los conglomerados derivan de rocas sedimentarias y de rocas graníticas paleozoicas. También se presentan secuencias de lutitas y calizas --- (López-Ramos, 1979; Burkart et. al., 1987).

En cuanto a la actividad ígnea, esta se encuentra representada por la presencia de varios derrames de rocas ígneas extrusivos de tipo andesítico en la base de la formación y se les asigna una edad Triásico Superior. Así también se presentan cuerpos de rocas andesíticas, que dan la apariencia de estar en forma de estratos y que se depositaron posteriormente a los Lechos Rojos con edades que varían del Cretácico Inferior al Terciario Inferior (Herrera Soto y Estavillo González, 1988).

El Cenozoico se encuentra constituido por rocas ígneas y sedimentarias. Estas últimas consisten de areniscas y lutitas interestratificadas cerca de Tuxtla Gutiérrez y Comitán, Chis., a las que se les ha asignado una edad del Paleoceno, se presentan además lutitas cubiertas por areniscas y conglomerados del Eoceno.

En las rocas ígneas se presenta una secuencia de tobas conocidas como Tobas Rosario que cronológicamente corresponden al Oligoceno-Mioceno. Estos depósitos se localizan entre las poblaciones de Cintalapa y Chicomosuglo, Chis., y que probablemente fueron originados por algunos volcanes cercanos (volcán de la Unión y Tacaná).

En el flanco sur de la Sierra Madre de Chiapas, se presenta una franja de granodioritas, cuarzo monzonitas y stock de granito cuya edad probable es Mioceno Temprano y Tardío. El origen de estos cuerpos y tobas probablemente se encuentra asociado, con el magmatismo y volcanismo de la -- Trinchera Mesoamericana. Burkart (1983) asocia tal actividad con un arco de islas desarrollado durante el Mioceno, cuyas manifestaciones más intensas se encuentran en el sureste de Oaxaca y al sur de Guatemala con una -- posible continuidad del volcanismo en la plataforma continental del Golfo.

Asimismo, la evolución tectónica del Golfo de Tehuantepec parece estar asociada con el desarrollo de un sistema de junta triple como resultado de la unión de tres placas continentales distintas como son la Placa Norteamericana, de Cocos y del Caribe (Burkart, 1983).

Por otra parte, de acuerdo con Dengo (en Nairn, 1985) en el área de estudio se presentan tres grandes bloques que geológicamente tienen rasgos muy similares y diferencias igualmente notorias, pero siendo todos ellos de naturaleza cratónica, estos tres bloques son el bloque Oaxaca, Maya y Chortis.

La historia tectónica de estas regiones es compleja, durante el Paleozoico el bloque Oaxaca se encuentra fijo y sin rotación con respecto al -- bloque Norteamericano, mientras que el bloque Maya se encuentra ubicado al norte del bloque Oaxaca (Sánchez-Barreda 1981). Se considera que en el -- Paleozoico el bloque Chortis, se encuentra en el lado del Pacífico junto -- al bloque Oaxaca. Probablemente durante el Pérmico Superior tanto el bloque Maya como el Chortis comenzaron a desplazarse hacia el sur y a rotar -- con respecto a los bloques Norteamericano y Oaxaqueño; alcanzando su posición actual el bloque Maya durante el Triásico-Jurásico, mientras que el -- bloque Chortis alcanzó su posición frente al Macizo de Chiapas durante el Cretácico Temprano.

En el Devonico, la Orogenia Acadiana ocasiona que estos bloques sean afectados por deformación, plegamiento e intrusiones entre ellos. Ya en su posición actual, los bloques de ven sujetos a una serie de movimientos tafrogénicos durante el Triásico. Mientras que en Jurásico-Cretácico Inferior esta zona se encuentra afectada por transgresiones y consecuentemente por sedimentación marina que son rasgos comunes tanto en el bloque Oaxaca como para el Maya y correspondiendo ambos al geosinclinal mexicano.

En la Orogenia Laramide que tuvo lugar desde el Cretácico Superior -- hasta el Eoceno, produjo plegamientos en la cuenca Chiapas-Guatemala que resulta de la interacción de los sedimentos contra la Sierra Madre de Chiapas.

En el Mioceno hay una etapa de subsidencia parcial, juntamente con plegamientos y fallamiento, resultando el sistema de fallas Polochic-Motagua.

Finalmente, desde el Terciario Superior hasta el Reciente la región se caracteriza principalmente por la actividad volcánica, que sólo se localiza en la parte occidental del bloque chortis y en el extremo oriental -- del bloque Oaxaca, no existiendo evidencia de esta en el bloque Maya.

CAPITULO III

METODO DE TRABAJO

El trabajo de campo se realizó durante la Campaña Oceanográfica MIMAR III, del 14 de Mayo al 5 de Junio de 1987 a bordo del Buque Oceanográfico (B/O) "EL PUMA" de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Durante la campaña se efectuaron 44 transectos distanciados entre sí, cada cinco minutos de meridiano, con un total de 244 estaciones de las cuales, en 243 se obtuvieron muestras de sedimentos superficiales.

El posicionamiento de las estaciones se logró con el sistema de navegación por satélite del B/O "EL PUMA".

Los transectos se realizaron casi perpendicularmente a la línea de costa, muestrándose sedimentos a profundidades de 20, 40, 70, 100, 150 y 200 metros (Tabla 1, Plano 1).

Las muestras se colectaron con una draga modelo Smith-Mc Intyre que obtiene un espesor promedio de 25 cm de sedimento superficial inalterado, del cual se procedió a tomar una porción variable entre 15 y 70 gr para el análisis preliminar en el laboratorio del barco. Ahí se procedió a observar los sedimentos en un microscopio binocular marca Swift de 20 aumentos, estimándose cualitativamente el contenido de biógenos y terrígenos en una fracción de la muestra, que previamente fue lavada para eliminar la fracción lodosas.

El análisis faunístico de los sedimentos lo realizó el equipo biológico participante del crucero.

TABLA No. 1.- UBICACION DE LAS ESTACIONES DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC, MEXICO (Carranza-Edwards et al, 1987)

ESTACION	PROF. (m)	LATITUD N	LONGITUD W	ESTACION	PROF. (m)	LATITUD N	LONGITUD W
01	22	14°31.4'	92°19.9'	49	71	14°47.7'	93°05.0'
02	32	14°26.1'	92°19.9'	50	106	14°44.0'	93°04.9'
03	22	14°31.4'	92°19.9'	51	150	14°38.3'	93°04.8'
04	16	14°36.5'	92°24.6'	52	204	14°32.0'	93°04.5'
05	40	14°24.4'	92°25.0'	53	202	14°34.8'	93°10.3'
06	53	14°19.6'	92°24.9'	54	154	14°39.0'	93°10.6'
07	90	14°14.1'	92°30.0'	55	102	14°43.6'	93°10.4'
08	70	14°15.4'	92°30.2'	56	72	14°51.7'	93°10.2'
09	43	14°26.6'	92°29.0'	57	40	15°08.8'	93°10.6'
10	21	14°38.4'	92°30.0'	58	24	15°19.6'	93°10.0'
11	22	14°43.1'	92°35.0'	59	25	15°23.9'	93°14.9'
12	42	14°33.2'	92°35.0'	60	39	15°14.6'	93°15.0'
13	71	14°20.5'	92°35.1'	61	70	14°57.7'	93°15.0'
14	103	14°16.6'	92°35.0'	62	101	14°55.2'	93°14.7'
15	163	14°12.9'	92°35.1'	63	149	14°48.1'	93°15.0'
16	210	14°11.4'	92°35.1'	64	201	14°42.3'	93°15.0'
17	202	14°16.3'	92°40.0'	65	201	14°50.5'	93°19.9'
18	155	14°17.9'	92°40.1'	66	149	14°54.4'	93°19.9'
19	104	14°21.2'	92°40.3'	67	102	14°59.7'	93°21.0'
20	72	14°23.7'	92°40.4'	68	72	15°01.9'	93°20.2'
21	40	14°38.4'	92°40.1'	69	40	15°17.9'	93°20.1'
22	20	14°50.0'	92°39.9'	70	24	15°27.9'	93°20.1'
23	22	14°55.0'	92°45.0'	71	24	15°31.7'	93°25.0'
24	42	14°45.1'	92°45.0'	72	40	15°23.5'	93°25.0'
25	70	14°30.4'	92°45.0'	73	74	15°07.8'	93°25.0'
26	106	14°26.4'	92°45.0'	74	105	15°05.2'	93°25.1'
27	158	14°24.2'	92°44.6'	75	152	14°59.1'	93°25.3'
28	215	14°20.4'	92°44.6'	76	200	14°54.3'	93°25.2'
29	207	14°25.7'	92°50.1'	77	200	14°57.8'	93°30.1'
30	153	14°28.1'	92°50.3'	78	150	15°04.8'	93°30.0'
31	103	14°31.2'	92°50.7'	79	100	15°08.4'	93°30.3'
32	71	14°35.0'	92°50.4'	80	71	15°11.3'	93°30.2'
33	40	14°47.0'	92°50.2'	81	40	15°26.4'	93°30.9'
34	22	14°59.0'	92°50.1'	82	25	15°37.3'	93°29.9'
35	24	15°04.5'	92°56.7'	83	25	15°41.3'	93°35.0'
36	40	14°55.6'	92°57.1'	84	39	15°32.6'	93°35.1'
37	71	14°39.8'	92°55.0'	85	70	15°17.1'	93°35.0'
38	104	14°35.9'	92°55.0'	86	109	15°13.8'	93°34.9'
39	155	14°31.1'	92°54.8'	87	151	15°10.8'	93°35.0'
40	209	14°27.9'	92°54.9'	88	201	15°00.8'	93°35.0'
41	207	14°30.3'	92°00.1'	89	199	15°04.9'	93°39.9'
42	155	14°34.1'	93°01.3'	90	149	15°13.3'	93°40.1'
43	101	14°37.2'	93°00.3'	91	99	15°17.4'	93°40.1'
44	72	14°39.5'	93°01.0'	92	71	15°19.7'	93°40.3'
45	39	14°59.2'	93°00.2'	93	40	15°36.6'	93°40.3'
46	21	15°11.6'	93°00.1'	94	26	15°45.7'	93°40.0'
47	24	15°15.6'	93°05.1'	95	25	15°49.9'	93°45.0'
48	39	15°04.9'	93°05.0'	96	39	15°41.0'	93°45.0'

TABLA No. 1.- (CONT.)

ESTACION	PROF. (m)	LATITUD N	LONGITUD W	ESTACION	PROF. (m)	LATITUD N	LONGITUD W
97	72	15°25.1'	93°44.9'	145	71	15°50.9'	94°25.1'
98	101	15°21.4'	93°44.8'	146	116	15°49.2'	94°25.0'
99	152	15°18.1'	93°44.9'	147	158	15°48.1'	94°24.9'
100	196	15°11.2'	93°45.0'	148	209	15°45.4'	94°25.0'
101	201	14°56.3'	93°50.0'	149	198	15°48.8'	94°29.8'
102	148	15°22.2'	93°50.0'	150	152	15°51.0'	94°29.8'
103	96	15°25.0'	93°50.0'	151	105	15°50.5'	94°30.0'
104	70	15°28.6'	93°49.8'	152	70	15°52.4'	94°29.9'
105	40	15°43.9'	93°50.0'	153	39	16°01.6'	94°30.0'
106	26	15°53.5'	93°50.0'	154	24	16°08.5'	94°29.9'
107	25	15°56.4'	93°54.9'	155	22	16°09.1'	94°34.9'
108	40	15°47.3'	93°54.9'	156	40	16°03.7'	94°35.0'
109	73	15°31.3'	93°55.0'	157	73	15°55.4'	94°35.0'
110	111	15°28.9'	93°54.7'	158	107	15°54.0'	94°35.0'
111	150	15°27.2'	93°54.9'	159	150	15°51.7'	94°35.0'
112	200	15°20.4'	93°55.1'	160	203	15°49.3'	94°35.0'
113	201	15°24.0'	94°00.1'	161	200	15°50.4'	94°40.2'
114	149	15°30.6'	94°00.0'	162	145	15°53.5'	94°39.7'
115	101	15°32.4'	94°00.0'	163	95	15°54.4'	94°39.7'
116	72	15°35.2'	94°00.2'	164	70	15°55.9'	94°39.9'
117	40	15°49.9'	94°00.2'	165	40	16°03.9'	94°39.9'
118	28	15°56.7'	94°00.0'	166	24	16°08.6'	94°39.9'
119	27	15°59.0'	94°05.0'	167	24	16°08.8'	94°45.0'
120	40	15°51.4'	94°04.8'	168	39	16°04.3'	94°45.0'
121	71	15°38.5'	94°05.0'	169	71	15°58.6'	94°45.0'
122	101	15°36.6'	94°04.9'	170	103	15°57.0'	94°44.9'
123	152	15°34.9'	94°05.0'	171	153	15°55.8'	94°45.0'
124	202	15°29.5'	94°05.0'	172	202	15°52.6'	94°45.3'
125	203	15°32.3'	94°10.0'	173	200	15°53.2'	94°49.9'
126	150	15°37.0'	94°10.0'	174	148	15°55.9'	94°49.9'
127	94	15°38.3'	94°10.0'	175	92	15°57.7'	94°49.9'
128	72	15°39.5'	94°10.0'	176	72	15°59.7'	94°50.0'
129	40	15°53.0'	94°10.1'	177	40	16°05.9'	94°50.0'
130	25	16°01.9'	94°10.1'	178	22	16°10.6'	94°50.0'
131	27	16°04.0'	94°15.0'	179	22	16°10.0'	94°55.1'
132	39	15°57.7'	94°15.1'	180	40	16°06.9'	94°55.0'
133	70	15°44.8'	94°14.9'	181	72	16°01.0'	94°54.8'
134	110	15°42.5'	94°14.9'	182	104	15°57.8'	94°55.3'
135	158	15°41.2'	94°14.9'	183	156	15°54.8'	94°55.2'
136	209	15°36.3'	94°15.0'	184	202	15°52.5'	94°55.2'
137	200	15°40.8'	94°20.0'	185	202	15°43.5'	95°00.1'
138	148	15°43.9'	94°20.1'	186	148	15°55.8'	95°00.1'
139	95	15°45.1'	94°20.2'	187	97	15°58.1'	94°59.9'
140	71	15°47.1'	94°20.0'	188	72	15°59.2'	94°59.9'
141	39	15°56.8'	94°20.0'	189	38	16°03.4'	95°00.1'
142	23	16°06.5'	94°20.0'	190	24	16°08.7'	95°00.1'
143	23	16°08.3'	94°25.0'	191	20	16°06.3'	95°05.0'
144	42	15°59.2'	94°24.9'	192	41	16°01.2'	95°05.0'

TABLA NO. 1.- (CONT.)

ESTACION	PROF. (m)	LATITUD N	LONGITUD W	ESTACION	PROF. (m)	LATITUD N	LONGITUD W
193	72	15°58.6'	95°05.0'	240	54	15°48.3'	95°55.1'
194	98	15°57.6'	95°05.0'	241	76	15°47.5'	95°55.4'
195	150	15°55.8'	95°05.0'	242	108	15°47.0'	95°55.1'
196	200	15°53.6'	95°05.0'	243	159	15°46.6'	95°55.3'
197	200	15°51.9'	95°10.0'	244	203	15°45.9'	95°55.0'
198	147	15°52.6'	95°10.0'	245	523	15°42.4'	95°55.2'
199	101	15°55.1'	95°10.6'				
200	69	15°57.1'	95°11.1'				
201	39	16°01.0'	95°10.9'				
202	20	16°16.5'	95°10.5'				
203	30	16°06.3'	95°14.8'				
204	39	16°03.1'	95°15.1'				
205	70	15°56.7'	95°15.0'				
206	97	15°54.9'	95°15.1'				
207	151	15°51.4'	95°15.0'				
208	210	15°50.6'	95°15.1'				
209	200	15°49.8'	95°20.0'				
210	148	15°51.5'	95°20.3'				
211	96	15°55.5'	95°20.2'				
212	71	15°57.2'	95°20.1'				
213	38	16°02.6'	95°20.0'				
214	29	16°03.5'	95°20.0'				
215	53	15°57.7'	95°25.1'				
216	70	15°57.0'	95°24.9'				
217	100	15°54.3'	95°25.0'				
218	150	15°50.0'	95°25.0'				
219	210	15°48.6'	95°25.0'				
220	212	15°47.7'	95°30.7'				
221	148	15°48.6'	95°30.4'				
222	95	15°53.4'	95°30.2'				
223	78	15°56.0'	95°30.4'				
224	76	15°55.0'	95°35.3'				
225	104	15°53.8'	95°35.2'				
226	149	15°50.1'	95°34.5'				
227	225	15°48.5'	95°35.1'				
228	200	15°47.9'	95°40.0'				
229	149	15°50.0'	95°40.1'				
230	94	15°52.4'	95°40.0'				
231	81	15°53.2'	95°40.2'				
232	73	15°51.5'	95°45.1'				
233	99	15°51.0'	95°45.2'				
234	150	15°49.1'	95°45.0'				
235	209	15°46.9'	95°45.1'				
236	203	15°45.8'	95°50.0'				
237	150	15°47.3'	95°50.0'				
238	96	15°48.1'	95°50.0'				
239	69	15°48.8'	95°50.0'				

La segunda parte del trabajo de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Sedimentología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se realizó el tamizado de la muestra total, obteniéndose la relación de grava, arena y lodo mediante la separación por tamices por vía húmeda, - cuantificando el peso total de la submuestra seca. A partir de la cual se obtuvo el peso total del lodo, al separar la fracción gruesa (% de grava y % de arena) de la fracción fina (% de lodo) con un tamiz de abertura 4ϕ - (0.063 mm). Posteriormente se procedió a separar las gravas de las arenas, utilizando tamices de abertura 2ϕ (4 mm) para separar gravas y 4ϕ para -- arenas finas (Tabla 2).

De las 243 muestras se procedió a observar en el microscopio los siguientes parámetros: cuarzo, fragmentos de roca, material biógeno y materia orgánica, micas y otros minerales (magnetita, hematita, zircón, apatita, - fosforita, etc.) todos ellos estimados en por ciento (Tabla 3), utilizándose cuadros comparativos de por ciento visual. Para ello se utilizó una porción de la muestra total, de la cual se eliminó la fracción lodosa por medio de un tamiz de abertura 4ϕ (0.063 mm) obteniéndose la fracción gruesa y la cual se observaba en el microscopio.

También se determinó el color de los sedimentos en húmedo y en seco, - basándose en comparaciones visuales de color con la Carta de Color de -- Munsell (1975).

Las determinaciones de fósforo (P_2O_5) en los sedimentos se realizaron por personal del Laboratorio de Química Marina del ICMYL mediante el método gravimétrico para determinación de fósforo y cuya metodología consiste en: tomar un gr de sedimento de cada una de las 243 muestras, a la cual se procede a hacer una digestión ácida con ácido clorhídrico (HCl) y ácido nítrico (HNO_3) para extraer el fósforo del mineral que lo contiene,

TABLA 2. Porcentajes de grava, arena y lodo en los sedimentos de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, México.

Estación	%Grava	% Arena	% Lodo	Estación	%Grava	% Arena	% Lodo
1	2.80	18.64	78.56	45	1.02	97.35	1.63
2	4.96	49.53	45.54	46	0.27	10.86	88.87
3	0.16	12.41	87.44	47	0.19	39.86	59.95
4	2.90	29.18	67.92	48	5.56	87.94	6.50
5	0.004	97.51	2.49	49	0.15	45.63	4.21
6	1.92	95.31	2.78	50	0.55	67.23	32.22
7	0.79	82.34	16.87	51	0.38	69.16	30.45
8	5.44	84.98	9.58	52	0.70	74.19	25.11
9	7.05	85.18	7.77	53	0.48	64.57	29.95
10	0.82	50.58	48.60	54	1.45	64.66	33.89
11	1.33	38.53	60.13	55	1.19	87.92	10.89
12	4.10	92.37	3.53	56	0.60	96.54	2.86
13	0.25	94.78	4.97	57	1.71	93.56	4.73
14	0.57	67.41	32.02	58	0.49	29.62	69.89
15	0.02	59.93	40.05	59	0.40	70.35	29.25
16	0.98	59.46	39.56	60	3.14	95.12	1.75
17	0.24	41.91	57.85	61	0.27	91.82	7.91
18	-	41.20	58.80	62	0.61	48.34	51.05
19	0.11	39.82	60.07	63	2.15	57.11	40.73
20	1.18	93.23	5.60	64	0.41	45.24	54.35
21	3.21	95.06	1.72	65	0.35	25.16	74.49
22	2.31	21.63	76.06	66	3.42	31.53	65.04
23	0.71	48.61	50.68	67	1.11	71.41	27.48
24	8.10	87.24	4.66	68	1.07	93.67	5.26
25	0.68	91.80	7.52	69	7.53	89.46	3.02
26	1.40	56.84	41.76	70	0.60	29.70	69.70
27	0.84	60.82	38.34	71	0.53	59.25	40.25
28	3.65	59.51	36.85	72	7.77	90.03	2.20
29	0.05	54.61	45.33	73	0.84	90.93	8.23
30	0.13	34.84	65.03	74	1.50	65.90	32.60
31	0.69	65.86	33.45	75	0.06	23.20	76.74
32	12.74	76.56	10.70	76	1.40	28.18	70.42
33	1.44	97.21	1.31	77	2.89	31.20	65.91
34	0.72	36.02	63.20	78	0.01	22.82	77.18
35	0.92	34.00	65.08	79	0.31	88.76	10.93
36	6.37	89.29	4.34	80	3.39	91.41	5.20
37	5.13	89.13	5.74	81	1.78	92.80	5.42
38	0.19	66.55	32.46	82	0.16	76.51	23.33
39	0.49	95.06	4.46	83	4.13	83.69	12.18
40	5.03	73.74	21.23	84	3.52	90.02	6.46
41	0.05	65.21	34.74	85	0.67	96.90	2.43
42	1.03	72.04	26.93	86	0.24	49.79	49.97
43	-	-	-	87	0.16	26.47	73.37
44	0.18	93.17	6.66	88	0.11	32.95	66.95

Estación	% Grava	% Arena	% Lodo
89	0.06	26.83	78.12
90	0.01	32.26	67.73
91	0.14	92.78	7.02
92	0.24	94.87	4.89
93	1.64	93.99	4.37
94	1.47	77.86	20.67
95	0.03	98.17	1.81
96	3.67	92.35	3.98
97	0.20	93.24	6.56
98	0.04	94.14	5.82
99	0.04	42.30	37.66
100	0.42	27.49	72.09
101	3.27	79.06	17.67
102	0.14	37.08	62.79
103	1.38	97.66	0.96
104	0.64	96.86	2.32
105	5.03	91.24	3.93
106	0.18	56.16	43.66
107	1.91	91.61	6.48
108	0.22	97.38	2.39
109	0.26	93.60	6.14
110	0.06	51.36	48.58
111	1.04	45.79	53.17
112	0.14	34.96	64.91
113	0.02	92.22	7.76
114	-	34.14	65.96
115	0.76	42.57	56.66
116	0.42	96.24	3.34
117	0.51	97.18	2.30
118	0.14	94.39	5.47
119	3.63	82.48	13.89
120	2.33	94.45	3.22
121	0.19	98.00	1.80
122	0.11	85.21	14.69
123	-	30.64	69.36
124	0.51	42.17	57.32
125	0.16	28.31	71.53
126	-	32.65	67.35
127	0.12	95.92	3.96
128	0.30	95.74	3.96
129	2.33	95.06	2.61
130	0.50	47.06	52.44
131	1.30	72.72	25.98
132	1.54	95.75	2.72
133	0.52	96.37	3.11
134	0.07	91.34	8.59
135	0.03	32.14	67.83
136	-	8.36	91.64
137	-	7.22	92.78
138	0.20	39.81	59.99

Estación	% Grava	% Arena	% Lodo
139	2.99	94.21	2.80
140	2.41	95.73	1.78
141	20.43	75.45	4.12
142	0.08	96.72	3.20
143	0.27	98.41	1.33
144	-	-	-
145	0.05	97.29	2.66
146	0.03	89.48	10.49
147	-	29.42	70.58
148	-	1.81	98.19
149	0.01	4.94	95.06
150	-	36.95	63.05
151	0.02	96.85	3.14
152	0.27	96.60	3.13
153	2.88	92.31	4.81
154	0.07	98.60	1.33
155	0.0014	97.57	2.42
156	10.54	77.58	11.88
157	0.11	97.24	2.65
158	0.08	96.57	3.35
159	0.02	40.23	59.75
160	-	4.12	95.88
161	0.50	7.61	91.89
162	0.15	67.15	32.70
163	0.04	97.67	2.29
164	0.26	96.72	2.82
165	3.84	89.09	7.07
166	-	96.28	3.72
167	0.05	97.66	2.29
168	1.31	95.89	2.80
169	0.36	93.92	5.71
170	0.06	94.43	5.51
171	-	33.08	66.92
172	-	4.74	95.26
173	0.04	2.74	97.22
174	-	18.59	81.41
175	1.12	93.82	5.07
176	0.63	89.85	9.51
177	0.85	67.78	31.37
178	1.24	97.40	1.35
179	0.23	95.45	4.32
180	0.52	48.64	50.85
181	0.59	48.85	50.56
182	-	18.57	81.43
183	-	5.36	94.64
184	-	1.70	93.30
185	9.63	66.94	23.44
186	-	3.73	96.27
187	-	8.20	91.80
188	0.04	13.03	86.93

Estación	% Grava	% Arena	% Lodo
189	0.10	47.17	52.73
190	2.88	95.40	1.72
191	0.08	52.78	47.13
192	-	22.14	77.86
193	-	5.00	95.00
194	-	2.37	97.63
195	-	2.20	97.80
196	0.03	1.87	98.10
197	-	35.84	64.16
198	0.35	30.42	69.23
199	-	2.24	97.76
200	0.02	0.95	99.03
201	0.02	4.93	95.05
202	0.11	29.38	70.51
203	1.37	69.29	29.34
204	0.06	8.92	91.02
205	-	1.08	98.82
206	-	1.44	98.56
207	0.50	60.74	38.75
208	0.41	13.62	85.97
209	-	1.09	98.91
210	-	1.76	98.24
211	-	1.24	98.76
212	-	2.11	97.89
213	0.07	65.04	34.89
214	0.20	73.10	26.70
215	0.02	42.57	57.41
216	-	-	-
217	0.01	2.83	97.17
218	-	0.40	99.60
219	-	0.63	99.37
220	-	-	-
221	1.21	10.39	88.40
222	0.17	9.76	90.07
223	0.02	16.25	83.73
224	0.17	10.55	89.28
225	0.04	4.45	95.52
226	-	0.49	99.51
227	-	-	-
228	-	0.27	99.73
229	-	0.69	99.31
230	-	4.50	95.50
231	0.16	7.55	92.39
232	-	15.52	84.48
233	-	5.50	94.50
234	-	0.87	99.17
235	0.02	0.37	99.61
236	-	-	-
237	-	1.28	98.72
238	-	-	-

Estación	% Grava	% Arena	% Lodo
239	0.02	30.49	69.49
240	0.45	35.80	63.75
241	0.17	24.01	75.82
242	0.87	25.99	73.14
243	7.66	7.66	80.22
244	1.37	1.37	98.54

y una vez obtenida la solución se hace precipitar una mezcla de molibdato - de amonio (NH_4Mo_3) y nitrato de amonio (NH_4NO_3) obteniéndose como producto final fosfomolibdato de amonio. A este precipitado se le hacen varios lavados con agua destilada para eliminar el ácido que pudiera contener aún. Posteriormente se deja sedimentar el precipitado y se extrae el agua, haciendo se tres lavados para eliminar la acidez del precipitado. Después sigue la titulación utilizando sosa a 0.324 normal disolviéndola el precipitado y se le agrega fenolftaleína. En seguida se evalúa el contenido de fósforo por medio de la disolución con sosa y titulación con ácido nítrico a 0.324 normal.

Por último el trabajo de gabinete consistió en la elaboración de planos y gráficas utilizando los datos proporcionados por las diferentes observaciones y análisis realizados con las muestras de sedimentos; así como la recopilación de información para la redacción del presente trabajo de investigación.

CAPITULO IV

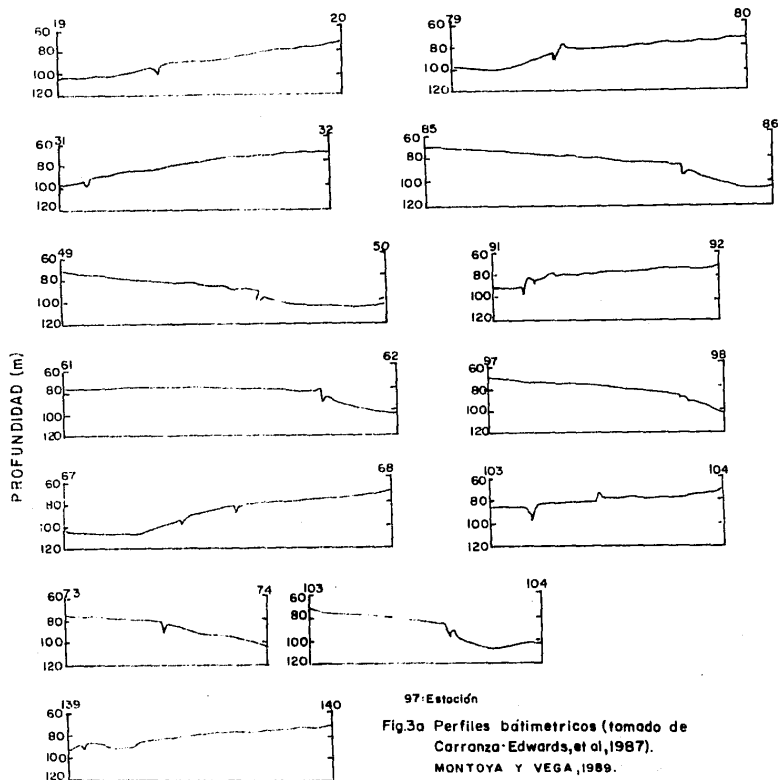
FISIOGRAFIA DE LA PLATAFORMA

La plataforma continental se ha definido como la zona del fondo marino, que va desde el nivel del mar hasta una profundidad que tradicionalmente se ha considerado de 200 m. Sin embargo, esto no es correcto, ya que las plataformas raramente terminan a los 200 m de profundidad. Algunas no alcanzan ni los 20 m mientras que otras terminan a más de los 500 m de profundidad. Por ello es preferible limitar la plataforma hasta donde abruptamente cambia la pendiente (Shepard, 1963).

El origen de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec se encuentra relacionado con el descenso del mar en el oeste de México y la sedimentación que se provocó, 19000 años antes del presente. El descenso fue de aproximadamente 115 m durante el último período glacial ocurrido en el Holoceno. Además de la sedimentación, se formaron terrazas y cañones submarinos (Shepard, 1963; Sánchez-Barreda, 1981).

Existen pocos estudios sobre la plataforma continental en esta zona; la descripción general de ésta fue hecha por Fisher (1961) a profundidades mayores a los 200 m. Siendo estrecha al oeste de Salina Cruz y amplia al este de esta población. Describe una terraza entre los 280 m y 370 m de profundidad y asimismo un inusual descenso de la pendiente de la plataforma entre los 128 m y 165 m de profundidad a los 95° 15' de longitud oeste, al sur de Salina Cruz. Aquí se localiza un gran cañón que forma el límite entre la parte oeste y este de la plataforma.

Entre Salina Cruz y el gran cañón, cerca de los 93° 30' de longitud oeste la ruptura de la pendiente se encuentra entre los 297 m y 315 m de



profundidad. Mientras que la parte más profunda de la plataforma comienza cerca de los 95° 00' de longitud oeste.

Para describir la plataforma a profundidades menores a los 200 m, se utilizó el plano batimétrico realizado con los datos de profundidad obtenidos durante la campaña oceanográfica, así como por la descripción de cinco perfiles representativos que se ubican en el mismo plano (Plano 2, Fig. 3b).

En términos generales al oeste de Salina Cruz la plataforma es estrecha con una amplitud promedio de 20 km, mientras que hacia el oriente hasta los límites con Guatemala es amplia, con un promedio de 55 km.

La longitud de la plataforma de extremo a extremo (Morro de Ayutla, Oax. hasta los límites con Guatemala) es de aproximadamente 400 km. La amplitud máxima de la plataforma se presenta frente a la población de Maja hua, Chis., con cerca de 90 km de ancho y la mínima frente a bahía Mazatán, Oax., con cerca de 23 km lo que da una amplitud promedio de toda la plataforma de 56.5 km.

El plano batimétrico muestra como la plataforma hasta la isobata de 100 m conserva características homogéneas, sin abruptos rompimientos de pendiente o presencia de cañones submarinos que la corten. En toda la porción oriental de la plataforma, la pendiente es suave como lo atestiguan los perfiles A-A', B-B' y C-C' (Fig. 3b) en donde la pendiente a profundidades menores de 100 m es menor de 0.12°, mientras que a profundidades entre los 100 y 200 m la pendiente se incrementa ligeramente pero sin llegar a ser mayor de 1°. Al oeste de Salina Cruz la pendiente para profundidades menores de 50 m es aproximadamente 0.14° y a profundidades mayores la pendiente se incrementa pero sin ser mayor a 1° (perfiles D-D' y E-E', Fig. 3b).

Frente a la desembocadura del río Tehuantepec se encuentra una serie de elevaciones y depresiones, que parecen estar relacionadas con el cañón

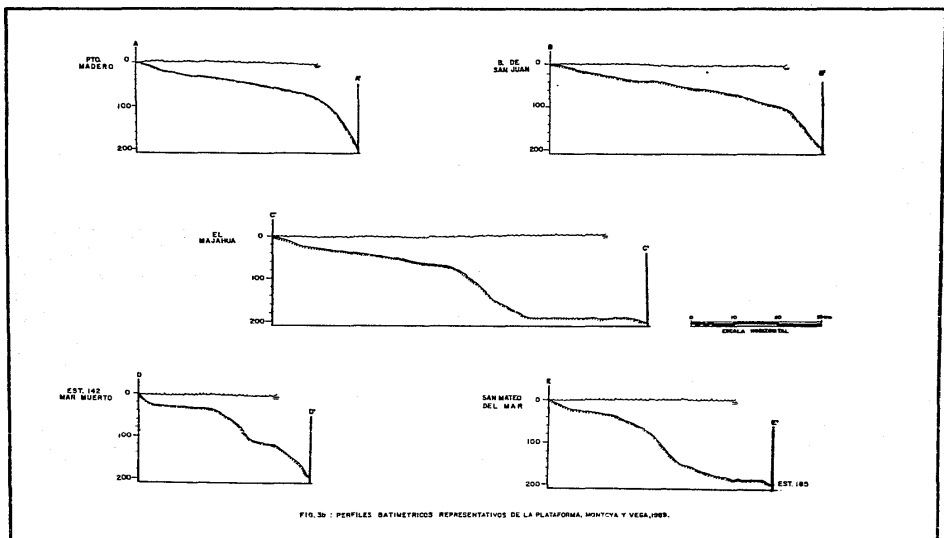


FIG. 3b : PERFILES BATIMÉTRICOS REPRESENTATIVOS DE LA PLATAFORMA, MONTCÁ Y VEGA, 1969.

submarino que se localiza justo al sur de Salina Cruz y que fue descrito - por Fisher (1961).

Mientras que frente a la laguna Mar Muerto, por el comportamiento de las curvas de profundidad, probablemente también se relacione con un cañón submarino que comienza su desarrollo en este punto (Sección D-D', Fig. 3b).

Asimismo, a partir de los registros de ecosonda, se obtuvieron grandes variaciones de profundidad algunas de hasta más de 500 m frente a Puerto -- Madero, Chis. y que sin duda también se encuentran relacionadas con la presencia de uno o varios cañones submarinos a profundidades mayores a los -- 200 m.

Resulta por demás interesante también la presencia de una terraza a -- profundidades de 190 m a 200 m frente a la población de Majahua, cuyas dimensiones son de 40 x 30 km y en la cual, se registran valores altos de -- P₂₀₅ (Sección C-C', Fig. 3b).

También se detectó una gran fractura con una extensión aproximada de -- 200 km, entre las estaciones 19 y 140 manteniendo un marcado paralelismo a la línea de costa y ubicándose entre los 80 m y 100 m de profundidad (Plano 2). Esta gran fractura tiene un salto de unos 15 m y en el cual ha tenido lugar un crecimiento arrecifal posiblemente favorecido al descubrirse el -- sustrato duro en la pared de este levantamiento. La Fig. 3a muestra el -- comportamiento de esta fractura entre aquellas estaciones donde se regis-- tró su presencia y en donde se aprecia el levantamiento de uno de los bloques.

CAPITULO V

ANALISIS COMPOSICIONAL

Al aumentar el interés económico sobre los recursos minerales en los últimos 50 años, se han incrementado las investigaciones para conocer los procesos que actúan a lo largo de las plataformas continentales. Esto resulta esencial para entender la naturaleza, distribución y origen de los sedimentos en estas extensas áreas.

Color del Sedimento.

Para el color en húmedo de los sedimentos superficiales se obtuvieron los siguientes grupos de color (Plano 3).

- a) Negro
- b) Gris oscuro, gris muy oscuro y gris olivo oscuro
- c) Verde olivo y olivo

Los cuales se encuentran distribuidos en la forma siguiente:

El primer grupo es el de menor abundancia y se encuentra representado en el extremo oriental del Golfo de Tehuantepec, como dos manchones o lengüetas de forma irregular que se localizan: una frente a las barras de San Juan y San Simón cuyas dimensiones son en su extremo más largo y corto respectivamente de 75 y 35 km, desde una profundidad de 10 a 200 m.

El segundo, en forma de lengüeta se desarrolla frente a las barras de Caluacán y del Suchiate. Sus dimensiones aproximadas son de 10 km de ancho y extendiéndose más de 50 km de longitud.

Para el segundo grupo, que es el de mayor abundancia y se localiza -- prácticamente en toda la plataforma sin una forma definida y dentro del -

cual se distinguen los demás grupos presentes.

Mientras que el tercer grupo con forma irregular, guarda cierto paralelismo con la línea de costa. Se extiende desde la desembocadura del río Tehuantepec hasta la población de Arista, Oax., persistiendo una serie de manchones más al oriente frente a la Laguna Buenavista y a la población de El Zapotal. Con una extensión de 132 km de longitud y 35 km de ancho, -- abarcando desde la línea de costa hasta profundidades de 150 m.

Los colores en seco (plano 4) no muestran un patrón de distribución bien definido. Pero se determinaron cuatro grupos de color que son los siguientes:

- 1) Gris olivo
- 2) Gris olivo oscuro y gris oscuro.
- 3) Olivo, y
- 4) Olivo pálido.

Con ellos se pueden diferenciar dos grandes áreas, dividiendo la zona de estudio casi por la mitad a la altura de la Laguna de La Joya.

Los colores gris olivo, gris olivo oscuro y gris oscuro se encuentran predominando en la porción oriental. Distribuidos en forma irregular como manchones y lengüetas, algunos de varios kilómetros siendo el más grande -- de ellos, el que se encuentra frente a las barras de Zacapulco y de San Simón y otra frente a la desembocadura del río Suchiate. El primero de ---- ellos con cerca de 100 km de largo por 20 km de ancho y el siguiente con -- una dimensión aproximada de 38 km de longitud por 22 km de ancho.

Por el contrario, en la zona occidental los sedimentos con este color son los menos abundantes y se presentan como pequeños manchones enfrente -- de la Laguna Mar Muerto y uno más de forma irregular en la desembocadura -- del río Tehuantepec, extendiéndose hacia la población de Sta. María del --

Mar, con una longitud de 28 km y una amplitud de 12 km.

En cuanto a los colores olivo y olivo pálido, en esta área encuentran su más amplia distribución, mientras que en la porción opuesta únicamente se presentan como manchones frente a la población de Pampa Honda.

El color de los sedimentos está determinado por el ambiente químico bajo en cual han sido depositados, así como por dos de los factores más importantes como son la composición mineralógica y el contenido de materia orgánica.

Asimismo, el sedimento también se encuentra regulado por factores como el color de la matriz, el color en conjunto de todos los minerales y por el tamaño de los granos que forman el sedimento (Krumbein y Sloss, 1969).

De acuerdo con Reineck y Singh (1975), los sedimentos con colores de pardo a rojo presentan dicha coloración por la oxidación del hierro en su forma (Fe^{3+}), mientras que aquellos con coloraciones de verde a gris presentan hierro reducido (Fe^{2+}) y probablemente adoptando tonalidades verdes por la presencia de clorita y glauconita en los sedimentos.

Tomando en consideración el color en seco de los sedimentos, las dos grandes áreas de sedimentos gris olivo deben su color tal vez a la presencia de materia orgánica aportada por las descargas de los ríos Huehuetán, Coatlán, Cahuacán y Suchiate.

Conforme mayor es la profundidad la posibilidad de un ambiente reductor se ve incrementada y con ello la de los sedimentos con tonalidades de olivo a grises, lo cual es corroborado por los datos de oxígeno determinados en el Golfo de Tehuantepec (Carranza-Edwards, et. al., 1988) así como de las observaciones de color en húmedo de los sedimentos (Tabla 3).

TABLA 3.- CONSTITUYENTES PRINCIPALES DE LOS SEDIMENTOS DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL, DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC, MEXICO.

EST.	QZ %	FDK %	F.R. %	MICAS	MAT. ORG.	MAT. BIOG.	OTROS	COLOR HUMEDO		COLOR SECO	
1	53	2	15	5	-	22	3	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/2	GRIS OLIVO
2	48	3	10	8	-	25	6	5Y 3/1	GRIS MUY OSCURO	5Y 5/2	"
3	55	5	8	5	-	25	2	5Y 3/1	GRIS MUY OSCURO	5Y 5/2	"
4	44	3	15	2	-	28	8	5Y 2.5/1	NEGRO	5Y 5/2	"
5	38	12	18	2	-	15	15	5Y 2.5/1	"	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO
6	55	5	10	-	-	15	15	5Y 2.5/1	"	5Y 3/2	"
7	32	3	15	-	-	50	2	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 4/2	GRIS OLIVO
8	34	4	20	-	-	40	2	5Y 3/2	"	5Y 4/2	"
9	60	-	8	2	-	20	10	5Y 3/2	"	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO
10	58	2	14	5	-	20	1	5Y 3/1	GRIS MUY OSCURO	5Y 5/2	GRIS OLIVO
11	45	3	20	5	-	25	2	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/2	"
12	37	7	15	3	-	28	10	5Y 3/1	GRIS MUY OSCURO	5Y 4/2	"
13	24	15	38	15	-	5	5	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO
14	15	1	12	3	3	63	3	5Y 3/2	"	5Y 4/2	GRIS OLIVO
15	15	-	5	12	1	55	12	5Y 3/1	GRIS MUY OSCURO	5Y 4/2	"
16	15	-	4	11	-	57	13	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 4/2	"
17	12	-	5	10	-	60	13	5Y 3/2	"	5Y 4/2	"
18	20	-	5	10	-	60	5	5Y 3/2	"	5Y 4/2	"
19	25	3	10	8	-	52	2	5Y 3/2	"	5Y 4/2	"
20	25	13	25	5	-	25	7	5Y 3/1	GRIS MUY OSCURO	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO
21	17	3	55	3	-	15	7	5Y 2.5/1	NEGRO	5Y 3/2	"
22	20	2	34	4	-	36	4	5Y 2.5/1	"	5Y 5/2	GRIS OLIVO

TABLA 3. (CONT.)

EST.	QZ %	FDK %	F.R. %	MICAS	MAT. ORG.	MAT. BIOG.	OTROS	COLOR HUMEDO	COLOR SECO
23	40	8	20	2	-	25	5	SY 3/1 GRIS MUY OSCURO	SY 5/2 "
24	35	5	10	3	-	40	7	SY 2.5/1 NEGRO	SY 4/1 GRIS OSCURO
25	38	5	15	2	-	35	5	SY 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	SY 4/2 GRIS OLIVO
26	11	-	2	1	-	68	18	SY 3/2 "	SY 5/2 "
27	8	-	4	3	-	65	20	SY 2.5/2 NEGRO	SY 4/2 "
28	5	-	1	2	-	80	12	SY 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	SY 4/2 "
29	15	-	3	2	-	68	12	SY 2.5/2 NEGRO	SY 4/2 "
30	15	-	4	5	-	70	6	SY 2.5/2 "	SY 4/2 "
31	9	-	2	3	-	75	11	SY 2.5/2 "	SY 5/2 "
32	25	-	15	5	-	50	5	SY 2.5/2 "	SY 5/2 "
33	35	3	30	2	-	20	10	SY 2.5/2 "	SY 3/2 GRIS OLIVO OSCURO
34	38	2	15	7	-	25	13	SY 3/1 GRIS MUY OSCURO	SY 5/2 GRIS OLIVO
35	45	3	10	3	-	35	4	SY 3/1 "	SY 5/1 GRIS
36	58	5	10	2	-	15	10	SY 2.5/1 NEGRO	SY 3/2 GRIS OLIVO OSCURO
37	52	4	15	1	-	20	8	SY 2.5/2 "	SY 4/2 GRIS OLIVO
38	8	-	7	5	-	70	10	SY 2.5/2 "	SY 5/2 "
39	7	-	4	3	-	77	9	SY 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	SY 3/2 GRIS OLIVO OSCURO
40	7	-	3	2	-	73	15	SY 3/2 "	SY 5/2 GRIS OLIVO
41	9	-	5	4	-	70	12	SY 2.5/2 NEGRO	SY 4/2 GRIS OLIVO
42	11	-	8	3	-	58	20	SY 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	SY 4/2 "
43	DRAGA SIN MUESTRA DE SEDIMENTOS (VESTIGIOS DE CONCHAS)								
44	25	3	35	2	-	25	10	SY 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	SY 4/2 GRIS OLIVO
45	33	5	30	2	-	15	15	SY 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	SY 4/1 GRIS OSCURO

TABLA 5. (CONT.)

FST.	QE %	FBK %	F.R. %	NICAS	MAT. ORG.	MAT. BIOG.	OTROS	COLOR HUMEDO		COLOR SECO	
46	20	-	10	8	-	50	12	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 6/2	GRIS OLIVO CLARO
47	30	5	25	7	-	20	15	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 6/2	GRIS OLIVO CLARO
48	35	3	10	5	-	18	20	5Y 3/2	GRIS MUY OSCURO	5Y 5/2	GRIS OLIVO
49	42	5	30	3	-	8	12	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 4/3	OLIVO
50	25	-	10	8	-	40	17	5Y 3/2	"	5Y 4/2	GRIS OLIVO
51	22	-	11	7	-	45	15	5Y 3/2	"	5Y 4/2	"
52	15	-	10	-	-	55	20	5Y 3/2	"	5Y 4/2	"
53	11	-	7	1	-	65	16	5Y 3/2	"	5Y 4/2	"
54	30	2	30	5	-	20	13	5Y 3/1	GRIS MUY OSCURO	5Y 5/2	"
55	25	2	22	3	-	30	18	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO
56	27	-	13	1	-	44	15	5Y 3/2	"	5Y 4/2	GRIS OLIVO
57	35	3	23	4	-	30	4	5Y 3/2	"	5Y 4/2	GRIS OLIVO
58	30	1	20	3	-	28	18	5Y 3/2	"	5Y 5/2	GRIS OLIVO
59	33	2	18	3	-	25	19	5Y 3/1	GRIS MUY OSCURO	5Y 4/1	GRIS OSCURO
60	35	1	28	6	-	15	15	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 4/3	OLIVO
61	80	3	1	1	-	10	5	5Y 3/2	OLIVO GRIS OSCURO	5Y 5/2	GRIS OLIVO
62	19	-	-	1	-	80	tz	5Y 3/2	"	5Y 6/3	OLIVO PALIDO
63	30	-	-	1	-	68	1	5Y 3/2	"	5Y 6/3	"
64	20	-	-	1	-	79	-	5Y 3/2	"	5Y 4/2	GRIS OLIVO
65	9	-	-	1	-	90	-	5Y 3/2	"	5Y 5/2	GRIS OLIVO
66	8	-	-	1	-	81	10	5Y 3/2	"	5Y 4/2	GRIS OLIVO
67	15	1	tz	1	-	80	3	5Y 3/2	"	5Y 5/2	GRIS OLIVO
68	80	tz	tz	1	-	18	1	5Y 3/2	"	5Y 4/2	GRIS OLIVO

TABLA 5. (CONT.)

EST.	QZ %	FDK %	F.R. %	MICAS	MAT. ORG.	MAT. BIOL.	OTROS	COLOR HUMEDO		COLOR SECO	
69	75	1	1	2	-	20	1	5Y 3/2	"	5Y 5/2	GRIS OLIVO
70	45	7	3	5	-	38	2	5Y 4/2	GRIS OLIVO	5Y 6/2	GRIS OLIVO CLARO
71	55	5	2	10	-	20	8	5Y 4/2	"	5Y 5/2	GRIS OLIVO
72	60	10	8	7	-	10	5	5Y 4/3	OLIVO	5Y 5/3	OLIVO
73	57	3	2	5	-	30	3	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 6/3	OLIVO PALIDO
74	37	3	5	3	-	53	2	5Y 3/2	"	5Y 6/3	"
75	9	-	-	1	-	90	-	5Y 3/2	"	5Y 5/3	OLIVO
76	10	-	-	t7	-	90	tz	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
77	10	-	-	t7	-	90	-	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
78	8	-	-	2	-	89	1	5Y 3/1	GRIS MUY OSCURO	5Y 5/3	"
79	83	1	2	3	-	10	1	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/2	GRIS OLIVO
80	77	2	5	4	-	10	2	5Y 3/2	"	5Y 5/2	"
81	52	5	20	3	-	15	5	5Y 3/1	GRIS MUY OSCURO	5Y 4/2	GRIS OLIVO
82	69	1	10	2	-	15	3	5Y 3/1	"	5Y 4/2	GRIS OLIVO
83	66	1	10	3	-	15	5	5Y 3/1	"	5Y 5/2	GRIS OLIVO
84	67	2	8	5	-	14	4	5Y 3/1	"	5Y 4/2	GRIS OLIVO
85	72	2	5	3	-	6	10	5Y 2.5/2	NEGRO	5Y 4/3	OLIVO
86	9	-	2	6	-	80	3	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/2	GRIS OLIVO
87	12	-	3	5	-	75	5	5Y 3/1	GRIS MUY OSCURO	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO
88	18	-	-	2	-	80	-	5Y 3/1	GRIS MUY OSCURO	5Y 4/2	GRIS OLIVO
89	15	-	-	tz	-	85	tz	5Y 3/1	"	5Y 4/2	"
90	18	-	-	1	-	80	1	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 4/2	"
91	72	2	8	5	-	10	3	5Y 3/2	"	5Y 4/3	OLIVO

TABLA 3. (CONT.)

EST.	QZ %	FDK %	F.R. %	MICAS	MAT. ORG.	MAT. BIOL.	OTROS	COLOR HUMEDO	COLOR SECO
92	74	5	7	5	-	8	2	5Y 4/3 OLIVO	5Y 5/4 "
93	70	5	8	5	-	10	2	5Y 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	5Y 4/2 GRIS OLIVO
94	75	2	4	5	-	15	1	5Y 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/2 GRIS OLIVO
95	60	5	10	7	-	15	3	5Y 3/2 "	5Y 5/4 OLIVO
96	65	8	4	5	-	15	3	5Y 4/2 GRIS OLIVO	5Y 4/3 OLIVO
97	69	3	5	2	-	20	1	5Y 4/2 "	5Y 4/3 "
98	64	2	3	1	-	30	tz	5Y 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/3 "
99	10	-	-	1	-	89	tz	5Y 3/2 "	5Y 5/3 "
100	10	-	-	tz	-	90	tz	5Y 3/2 "	5Y 5/5 "
101	15	-	-	5z	-	80	(5%)	5Y 3/2 "	5Y 4/2 GRIS OLIVO
102	20	-	-	2	-	77	1	5Y 3/2 "	5Y 5/3 OLIVO
103	88	1	2	5	-	5	1	5Y 4/4 OLIVO	5Y 5/4 OLIVO
104	80	1	1	4	-	12	2	5Y 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/4 OLIVO
105	75	5	5	2	-	14	1	5Y 3/2 "	5Y 5/3 OLIVO
106	50	1	2	2	-	44	1	5Y 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/3 OLIVO
107	60	3	2	10	-	20	5	5Y 4/2 GRIS OLIVO	5Y 5/2 GRIS OLIVO
108	79	1	5	5	-	10	2	5Y 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/4 OLIVO
109	79	1	1	3	-	15	1	5Y 3/2 "	5Y 5/4 "
110	5	-	-	1	-	94	tz	5Y 3/2 "	5Y 5/2 GRIS OLIVO
111	9	-	-	1	-	90	tz	5Y 3/2 "	5Y 5/3 OLIVO
112	10	-	-	-	-	90	-	5Y 3/2 "	5Y 5/3 "
113	5	-	-	1	-	94	-	5Y 3/2 "	5Y 5/3 "
114	9	-	-	1	-	90	tz	5Y 3/2 "	5Y 5/3 "

TABLA 5. (CONT.)

EST.	QE %	FDK %	F.R. %	MICAS	MAT. ORG.	MAT. BIOL.	OTROS	COLOR HUMEDO		COLOR SECO
115	84	2	1	2	-	10	1	5Y 4/2	GRIS OLIVO	5Y 5/4 "
116	79	5	5	2	-	10	1	5Y 4/3	OLIVO	5Y 5/4 "
117	75	3	2	3	-	15	2	5Y 4/4	OLIVO	5Y 5/4 "
118	78	1	1	5	-	10	5	5Y 4/2	GRIS OLIVO	5Y 5/4 "
119	78	1	1	10	-	5	5	5Y 4/1	GRIS OSCURO	5Y 5/1 GRIS
120	86	-	1	1	-	10	2	5Y 4/3	OLIVO	5Y 5/4 OLIVO
121	85	3	2	3	-	6	1	5Y 4/4	"	5Y 5/4 "
122	53	2	2	2	-	40	1	5Y 4/3	"	5Y 5/3 "
123	5	-	-	1	-	95	tz	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/3 "
124	2	-	-	tz	-	98	tz	5Y 3/2	"	5Y 5/3 "
125	2	-	-	5z	-	98	tz	5Y 3/2	"	5Y 5/3 "
126	4	-	-	1	-	95	tz	5Y 3/2	"	5Y 5/3 "
127	86	2	5	1	-	5	1	5Y 4/3	OLIVO	5Y 5/4 OLIVO
128	84	3	5	2	-	5	1	5Y 4/4	"	5Y 5/3 "
129	85	2	1	1	-	12	1	5Y 4/3	"	5Y 5/3 "
130	52	2	3	5	-	35	3	5Y 4/1	GRIS OSCURO	5Y 5/2 GRIS OLIVO
131	65	5	10	10	-	5	5	5Y 4/2	GRIS OLIVO	5Y 5/3 OLIVO
132	70	5	10	3	-	10	2	5Y 4/3	GRIS OLIVO	5Y 5/4 "
133	87	2	3	2	-	5	1	5Y 4/4	OLIVO	5Y 5/6 "
134	70	2	1	1	-	25	1	5Y 4/3	OLIVO	5Y 5/3 "
135	4	-	-	1	-	95	-	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/3 "
136	5	-	-	1	-	94	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3 "
137	5	-	-	1	-	94	-	5Y 3/2	"	5Y 5/3 "

TABLA 5. (CONT.)

EST.	Q.C. %	F.D.R. %	F.R. %	MICAS	MAT. ORG.	MAT. BIOL.	OTROS	COLOR HUMEDO		COLOR SECO	
158	15	-	-	5	-	60	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
159	69	2	5	5	-	20	1	5Y 4/4 OLIVO	"	5Y 5/3	"
140	76	1	5	2	-	15	1	5Y 4/3	"	5Y 5/4	"
141	70	2	5	8	-	15	2	5Y 4/2 GRIS OLIVO	"	5Y 5/3	"
142	78	5	1	5	-	10	1	5Y 4/3 OLIVO	"	5Y 5/2 GRIS OLIVO	"
145	80	5	2	2	-	10	1	5Y 4/3	"	5Y 5/3 OLIVO	"
144	85	1	2	1	-	10	1	5Y 4/3	"	5Y 5/3	"
145	81	1	5	2	-	10	1	5Y 4/4	"	5Y 5/4	"
146	78	-	1	1	-	20	-	5Y 4/3	"	5Y 5/3	"
147	5	-	-	1	-	94	-	5Y 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	"	5Y 5/3	"
148	5	-	-	1	-	94	-	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
149	5	-	-	2	-	92	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
150	5	-	-	1	-	93	1	5Y 4/2 GRIS OLIVO	"	5Y 5/3	"
151	70	-	15	3	-	10	2	5Y 4/3 OLIVO	"	5Y 5/4	"
152	75	2	8	5	-	10	2	5Y 4/3 OLIVO	"	5Y 5/4 OLIVO	"
153	67	2	4	10	-	15	2	5Y 4/2 GRIS OLIVO	"	5Y 5/3 OLIVO	"
154	85	3	5	3	-	5	2	5Y 4/4 OLIVO	"	5Y 2.5/6 AMARILLO	"
155	82	2	3	3	-	8	2	5Y 4/2 GRIS OLIVO	"	5Y 5/3 OLIVO	"
156	75	1	1	3	-	18	2	5Y 4/2	"	5Y 5/3	"
157	79	3	10	2	-	5	1	5Y 4/4 OLIVO	"	5Y 3/4	"
158	81	2	10	1	-	5	1	5Y 4/3 OLIVO	"	5Y 5/3	"
159	8	-	-	2	-	89	1	5Y 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	"	5Y 5/3	"
160	5	-	-	2	-	91	2	5Y 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	"	4Y 4/2 GRIS OLIVO	"

TABLA 3. (CONT.)

EST.	Q ₂ %	FDK %	F.R. %	MICAS	MAT. ORG.	MAT. BIOL.	OTROS	COLOR HUMEDO		COLOR SECO
161	2	-	-	1	-	95	2	SY 3/2	"	SY 5/3 OLIVO
162	60	-	-	3	-	35	2	SY 3/2	"	SY 5/3 "
163	90	2	5	1	-	10	2	SY 4/3 OLIVO	"	SY 5/4 "
164	79	1	8	1	-	10	1	SY 4/3	"	SY 5/4 "
165	73	2	5	8	-	10	2	SY 4/2 GRIS OLIVO	"	SY 5/2 GRIS OLIVO
166	75	2	5	5	-	10	3	SY 4/3 OLIVO	"	SY 5/4 OLIVO
167	72	2	5	5	-	15	1	SY 4/2 GRIS OLIVO	"	SY 5/3 "
168	73	2	5	3	-	15	2	SY 4/3 OLIVO	"	SY 5/3 "
169	73	1	5	5	-	15	1	SY 4/3	"	SY 5/3 "
170	75	2	5	6	-	10	2	SY 4/3	"	SY 5/3 "
171	8	-	-	1	-	90	1	SY 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	"	SY 5/3 "
172	2	-	-	1	-	97	tz	SY 3/2	"	SY 5/3 "
173	1	-	-	1	-	98	5z	SY 3/2	"	SY 5/3 "
174	2	-	-	2	-	96	tz	SY 3/2	"	SY 5/3 "
175	81	2	5	5	-	5	2	SY 4/3 OLIVO	"	SY 5/3 "
176	79	2	3	5	-	10	1	SY 4/3 OLIVO	"	SY 5/3 "
177	72	1	2	8	-	15	2	SY 4/2 GRIS OLIVO	"	SY 5/3 "
178	71	5	10	2	-	10	2	SY 5/3 OLIVO	"	SY 5/4 "
179	66	5	4	10	-	10	5	SY 3/1 GRIS MUY OSCURO	"	SY 5/2 GRIS OLIVO
180	62	1	5	5	-	25	2	SY 4/3 OLIVO	"	SY 5/3 OLIVO
181	47	1	5	5	-	40	2	SY 3/2 GRIS OLIVO OSCURO	"	SY 5/3 "
182	25	-	-	3	-	70	2	SY 3/2	"	SY 5/3 "
183	5	-	-	1	-	93	1	SY 3/2	"	SY 5/3 "

TABLA 3. (CONT.)

EST.	QZ %	FDK %	F.R. %	MICAS	MAT.	MAT.	OTROS	COLOR HUMEDO		COLOR SECO	
184	3	-	-	1	-	96	-	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
185	5	-	-	-	-	80	-	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
186	4	-	-	1	-	94	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
187	8	-	-	2	-	90	tz	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
188	50	-	-	5	-	45	5z	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
189	78	-	-	7	-	10	5	5Y 4/2	GRIS OLIVO	5Y 5/3	"
190	67	3	5	8	-	15	2	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/2	GRIS OLIVO
191	74	2	2	6	2	10	4	5Y 4/2	GRIS OLIVO	5Y 5/2	"
192	72	-	1	6	2	15	4	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/2	"
193	70	-	-	8	-	20	2	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/3	OLIVO
194	10	-	-	5	2	81	2	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
195	5	-	-	5	-	88	2	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
196	8	-	-	5	-	87	tz	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
197	2	-	-	1	-	97	tz	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/3	OLIVO
198	10	-	-	5	-	83	2	5Y 4/2	GRIS OLIVO	5Y 5/3	"
199	8	-	-	3	-	89	tz	5Y 4/2	"	5Y 5/3	"
200	5	-	-	1	-	94	tz	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/3	"
201	67	1	1	5	-	20	5	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
202	59	3	5	10	-	20	2	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
203	64	-	1	5	1	30	2	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
204	71	1	1	8	1	15	3	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
205	12	-	-	2	-	85	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
206	10	-	-	5	-	84	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"

TABLA 5. (CONF.)

EST.	QZ %	FPK %	F.R. %	MICAS	MAT. ORG.	MAT. BIOL.	OTROS	COLOR HUMEDO		COLOR SECO	
207	5	-	-	-	tz	94	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
208	5	-	-	2	1	91	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
209	5	-	-	1	-	93	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
210	2	-	-	1	-	97	tz	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
211	10	-	-	5	2	82	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
212	25	-	-	10	2	48	5	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
213	53	-	-	10	-	35	2	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
214	66	-	-	10	1	20	3	5Y 5/2	GRIS OLIVO	5Y 5/3	"
215	66	1	1	10	1	20	2	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/3	"
216	64	tz	tz	5	-	30	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
217	35	-	-	4	-	60	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
218	5	-	-	2	-	93	tz	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
219	5	-	-	1	-	94	tz	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
220	25	-	-	15	-	45	15	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
221	30	-	-	15	-	40	15	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
222	67	-	2	10	-	15	5	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
223	60	-	-	15	-	20	5	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
224	70	-	-	10	-	15	5	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
225	67	-	-	10	-	20	3	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
226	10	-	-	5	-	82	3	5Y 3/2	GRIS OLIVO OSCURO	5Y 5/3 OLIVO	"
227	5	-	-	tz	-	90	5	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
228	2	-	-	1	-	97	tz	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"
229	5	-	-	3	-	92	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3	"

TABLA 3. (CONT.)

EST.	Q ₂ %	FDK %	F.R. %	MICAS	MAT. ORG.	MAT. BIOL.	OTROS	COLOR HUMEDO		COLOR SECO
230	47	-	-	10	1	40	2	5Y 3/2	"	5Y 5/3 "
231	69	-	-	10	1	15	5	5Y 3/2	"	5Y 5/3 "
232	75	-	-	12	1	10	3	5Y 3/2	"	5Y 5/3 "
233	65	-	-	12	-	15	8	5Y 3/2	"	5Y 5/3 "
234	10	-	-	3	1	85	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3 "
235	5	-	-	1	tz	93	1	5Y 3/2	"	5Y 5/3 "
236	10	-	-	2	1	85	2	5Y 3/2	"	5Y 5/3 "
237	20	-	-	10	1	64	5	5Y 3/2	"	5Y 5/3 "
238	62	-	-	10	1	25	3	5Y 3/2	"	5Y 6/4 OLIVO PALIDO
239	69	1	1	15	1	10	10	5Y 3/2	"	5Y 6/4 "
240	66	tz	1	10	1	15	7	5Y 3/2	"	5Y 5/3 OLIVO
241	66	tz	1	10	1	15	7	5Y 3/2	"	5Y 5/3 OLIVO PALIDO
242	73	tz	tz	10	1	15	2	5Y 3/2	"	5Y 6/4 "
243	12	-	-	8	tz	79	1	5Y 3/2	"	5Y 6/3 OLIVO PALIDO
244	30	-	-	10	-	59	1	5Y 3/2	"	5Y 6/3 "

De la distribución de los colores en seco se puede concluir que los colores gris olivo, gris olivo oscuro y gris oscuro parecen denotar una influencia directa de los sistemas de circulación de las Lagunas Superior e Inferior y del Mar Muerto, así como de la desembocadura de los ríos que --descargan en el golfo y que de acuerdo con Reineck Singh (1975) indicarían un ambiente reductor. Mientras que los colores olivo y olivo pálido no revelan una influencia específica, pues éstos se presentan a cualquier profundidad a lo largo de toda la plataforma.

Clasificación y Tipo de Sedimento.

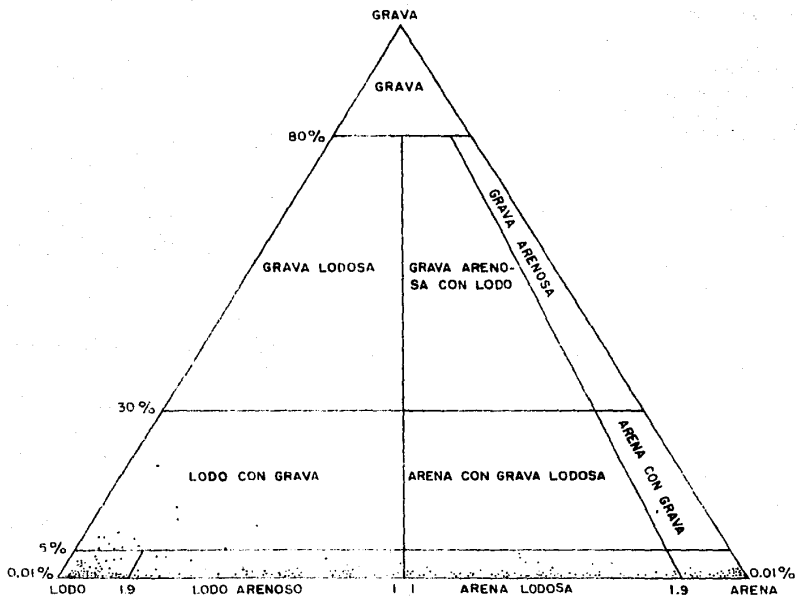
En relación a la clasificación de los sedimentos, se tamizaron en el Laboratorio de Sedimentología del ICMYL para determinar el porcentaje de grava, arena y lodo como se muestra en la Tabla 2, y posteriormente con --los datos obtenidos proceder a obtener la nomenclatura correspondiente a --los sedimentos superficiales obtenidos para cada una de las estaciones.

Para ello se procedió a graficar todas las muestras en sus tres fracciones, en un diagrama triangular de acuerdo con Folk (1969; en Carranza-Edwards, 1980).

Siendo la arena y el lodo las dos fracciones mayores, se pudo observar que el material se agrupa fundamentalmente en los siguientes grupos: - a) Lodo con algo de grava o lodo; b) Lodo arenoso con algo de grava o lodo arenoso; c) Arena lodosa con algo de grava o arena lodosa, y d) Arena con algo de grava o arena (Fig. 4).

Del total de 243 muestras sólo 15 de ellas no caen en cualquiera de --estas clasificaciones, pero si en cualquiera de las tres siguientes, con --un predominio hacia el último: e) Lodo con grava f) Arena con grava lodosa y g) Arena con grava.

**Fig. 4. Triangulo de nomenclatura granulometrica (grava, arena y lodo), segun Folk, 1969.
Montoya y Vega, 1989.**



Comparando los cuatro primeros grupos (a, b, c y d) con los parámetros utilizados para clasificar los sedimentos superficiales de la plataforma continental del estado de Guerrero (Márquez y Morales, 1984), no se observa ninguna variación significativa, por lo cual se decidió adoptar esta última. Así que los parámetros utilizados para determinar el tipo de sedimento es el siguiente:

<u>¿ DE ARENA</u>	<u>TIPO DE SEDIMENTO</u>
≥ 90	ARENA
⇒ 50 < 90	ARENA LODOSA
⇒ 10 < 50	LODO ARENOSO
< 10	LODO

La distribución de la grava a lo largo de la plataforma es irregular, siendo el sedimento de menor abundancia y alcanzando un valor máximo de 20% frente a la laguna del Mar Muerto (Plano 5).

Es posible observar dos diferentes tendencias en la distribución de la grava con respecto a la línea de costa. La primera de ellas con una orientación casi perpendicular a la costa, extendiéndose desde la desembocadura del río Suchiate hasta la barra de Zacapulco a una profundidad entre los 20 y 100 m. Otra tendencia en la distribución de grava presenta un marcado paralelismo desde el poniente de la barra Zacapulco hasta la desembocadura del río Tehuantepec, generalmente alcanzando profundidades similares a las de la primera franja, con excepción de un depósito que se localiza frente a la desembocadura del río Tehuantepec a profundidades de más de 150 m.

Cabe aclarar que la mayor parte de los constituyentes de este tipo de sedimentos, se encuentran compuestos por fragmentos de organismos y que posteriormente se explicará más detalladamente al verse la composición y distribución de terígenos y biógenos.

En cuanto a las arenas, estas muestran un marcado paralelismo a la línea de costa, el cual sólo se ve interrumpido por la aparente influencia que ejercen las lagunas Superior e Inferior, el Mar Muerto y por la desembocadura del río Tehuantepec (Plano 6).

Las interrupciones se caracterizan principalmente por la presencia de cuatro lengüetas de arena frente al Mar Muerto, en la porción centro occidental del área de estudio y entre este cuerpo de agua y la laguna Inferior. La primera de ellas se localiza frente a la población de Arista, mientras que la segunda frente al Mar Muerto y ambas están a profundidades menores de 40 m. Las otras dos lengüetas de arena se encuentran a profundidades comprendidas entre los 20 y 40 m.

Frente a la población de Sta. María del Mar, la distribución de las arenas se orienta hacia el este, incrementándose también el porcentaje de lodo seguramente a la influencia ejercida por el río Tehuantepec al desembocar en el golfo.

Es posible diferenciar en el plano de distribución de arenas (Plano 6) dos grandes franjas paralelas, desde la desembocadura del río Suchiate hasta aproximadamente los 95° de longitud oeste.

Una se localiza a profundidades menores de 40 m y que de acuerdo con las observaciones composicionales hechas en el microscopio (Tabla 3), manifiestan una marcada influencia del continente. Mientras que la segunda franja se ubica entre los 70 y 200 m de profundidad, se encuentra constituida por arenas con un marcado carácter biógeno.

Los sedimentos marinos se caracterizan por la disminución de su tamaño respecto a la profundidad. Así pues, en regiones cercanas a la línea de costa se esperaría encontrar sedimentos gruesos como son grava y arenas mientras que a mayor profundidad se encontraría material más fino como lo

es el lodo. Contrariamente a esta distribución normal en los tamaños de los sedimentos en los ambientes marinos, en la plataforma del Golfo de Tehuantepec se encuentran franjas de arena y algo de grava entre los 70 m y 100 m de profundidad y cuyo depósito seguramente se encuentra relacionado con las variaciones sufridas por el nivel del mar durante el Holoceno y -- que ubicaría una antigua línea de costa a estas profundidades (Shepard, - 1963).

Del plano de distribución de la fracción lodosa (Plano 7), se nota - que el lodo tiene también un marcado paralelismo respecto a la línea de -- costa. Se pueden distinguir dos franjas de lodo con porcentajes mayores - al 10% separadas a la vez por una de menor concentración. Las profundida- des a las que se encuentran es a menos de 40 m la primera y la siguiente en- tre los 70 y 200 m. Estas franjas de lodo se extienden desde el río Su- chiate hasta la laguna de Buenavista, con una longitud promedio para la -- primera franja de 210 km y un poco más de 361 km para la segunda.

Sólo existe una lengüeta de lodo entre los 100 y los 200 m de profun- didad con porcentajes de 50 a 90 por ciento de lodo, frente a la bahía de Mazatán.

Por otra parte, la distribución de los terrígenos disminuye conforme aumenta la profundidad a lo largo de toda la plataforma. Notándose un con- siderable incremento en su porcentaje, en las zonas de descarga de los --- principales ríos del área y en una menor proporción a profundidades meno- res de 40 m a lo largo de toda la costa, como se observa en el Plano 8.

En cuanto a la distribución del material biógeno es amplia en el --- área de estudio. Siendo los mayores valores de 40% y 50% a profundidades de 20 a 120 m, específicamente frente a la barra de Zacapulco y a la pobla- ción de Arista, Chiapas.

A profundidades entre los 150 y 200 m. la concentración llega hasta el 90% con una clara disposición paralela a la costa a lo largo de toda la plataforma (Plano 9).

Se han realizado varios trabajos en las plataformas continentales a lo largo de todo el mundo, cuya principal finalidad ha sido conocer los -- procesos que actúan en estas zonas y su influencia en los sedimentos que -- reciben por la descarga de los ríos.

Uno de estos trabajos se realizó en la plataforma continental de Oregon, E.U.A. (Kulm et. al, 1975) del que se concluyó que la distribución de los sedimentos en la plataforma está determinada por la influencia de los ríos, sistemas de circulación de las lagunas, dimensión y dirección del -- oleaje, corrientes superficiales y de fondo, la estratificación por densidad de la columna de agua y por la acción de organismos bentónicos.

Trabajos similares se han estado desarrollando en los litorales mexicanos, verificándose en distintas áreas la influencia de dichos factores -- sobre la distribución de los sedimentos (Márquez y Morales, 1984; Solleiro R.E., 1987; Pérez R.G., 1988; entre otros).

En la plataforma del Golfo de Tehuantepec estos factores no han sido estudiados completamente y en detalle, pero se ha podido definir la influencia de algunos de ellos.

La Corriente Ecuatorial del Norte al incidir sobre el litoral centroamericano, produce una corriente superficial que corre paralela a la costa desde Panamá hasta el Golfo de Tehuantepec, con una dirección surete-noroeste (Wyrтки, 1965).

Aunque no hay datos sobre corrientes profundas para la zona, de acuerdo a la distribución obtenida de los sedimentos, se puede deducir la exis--

tencia de una corriente profunda con una dirección sureste-noroeste. Esta dirección sería válida por lo menos para el período en que se muestreó, ya que como es sabido, la dinámica de los procesos marinos es muy variable. Por lo cual resulta importante realizar un estudio más detallado de la distribución de los sedimentos a lo largo de todo el año y determinar la presencia de corrientes profundas.

Las corrientes de fondo y las superficiales distribuyen los sedimentos que han sido descargados por los ríos que desembocan en esta zona. --- Siendo los materiales más gruesos transportados por la corriente litoral del golfo, que corre paralelamente a la costa probablemente hasta una profundidad de 40 m y que es definida por la isolínea de 90% de arena. Sin embargo, existe un promedio de 50% de arena y de lodo a una profundidad de 20 m, lo que podría indicar que la acción del oleaje a profundidades menores de 40 m es mayor, impidiendo que los sedimentos entren en reposo. Por el contrario a profundidades mayores a los 40 m, la acción del oleaje es menor y permite el depósito de aquellos sedimentos que se encuentran en suspensión. Estos son redistribuidos por las corrientes de fondo a profundidades mayores a los 40 m.

A profundidades menores de 40 m, el ambiente es de alta energía originando el retrabajo de los sedimentos por la acción de las olas y las corrientes. Esto concuerda con lo dicho por Reineck y Singh (1975), acerca de que los sedimentos de la plataforma tienen una mala clasificación.

Por el patrón de clasificación de los sedimentos, se denota que la zona se encuentra influenciada por la desembocadura de los ríos y que se verifica por el carácter detrítico de los sedimentos.

Los ríos que constituyen la cuenca hidrológica de la parte continental del área de estudio, anualmente aportan varios millones de metros cúbicos de agua y transportan también varios miles de metros cúbicos de sedimentos en suspensión o como carga de fondo (S.R.H., 1975).

La mayor parte de los sedimentos han sido transportados en suspensión y saltación y se han distribuido homogéneamente cerca de la línea de costa a profundidades menores de 40 m. Aunque no hay datos sobre el tipo de sedimentos a profundidades menores a los 20 m induce a pensar que se presentan los materiales más gruesos. Frente a las lagunas esta homogeneidad es interrumpida por los propios sistemas de circulación de las lagunas, que provocan interrupciones en la sedimentación.

Los ríos son los que transportan la mayor parte de los sedimentos gruesos y finos, mientras que las lagunas actúan como trampas de los sedimentos gruesos provocando su acumulación frente a ellas y permitiendo que los sedimentos finos que se encuentran en suspensión se transporten hacia mayores profundidades en donde puedan entrar en reposo.

Este hecho puede claramente apreciarse en la franja de arenas que se ubica a profundidades menores a los 40 m. Frente a las lagunas de Buenavista y Mar Muerto, la arena pierde su continuidad a lo largo de la costa debido a la influencia que ejercen los sistemas de circulación de las lagunas, mientras que el lodo se distribuye a mayores profundidades (Planos 6 y 7).

No debe pasarse por alto, que el aporte de los sedimentos por los ríos y lagunas de esta zona, depende de las variaciones estacionales. Durante la época de lluvias y ciclones, la cantidad de sedimentos transportada es mayor y seguramente una gran parte de ellos es redistribuida a lo largo de la plataforma.

Sin embargo, los cambios en la distribución de los sedimentos por efecto de las variaciones estacionales aún no han sido estudiados como para poder ahondar al respecto.

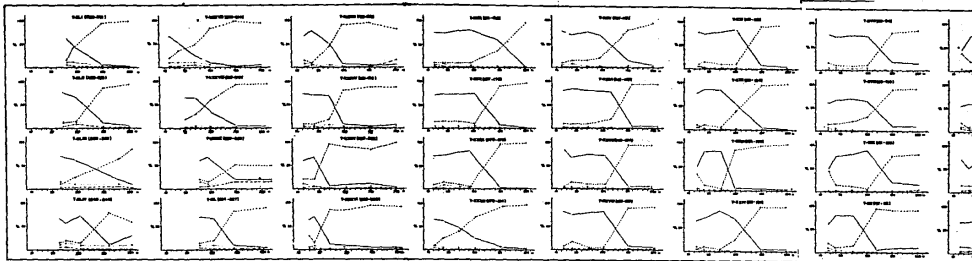
Las variaciones del nivel del mar que afectaron a todo el mundo producto de las glaciaciones, durante el Holoceno en el noroeste de la República Mexicana provocaron un descenso de 115 m. Comenzando a partir del Holoceno una transgresión hasta hace aproximadamente 3000 años, adquiriendo el actual nivel del mar (Shepard, 1963). Este hecho provocó acumulaciones de arena a mayores profundidades, que las de los actuales depósitos de arena, así como una plataforma amplia y la formación de cañones submarinos.

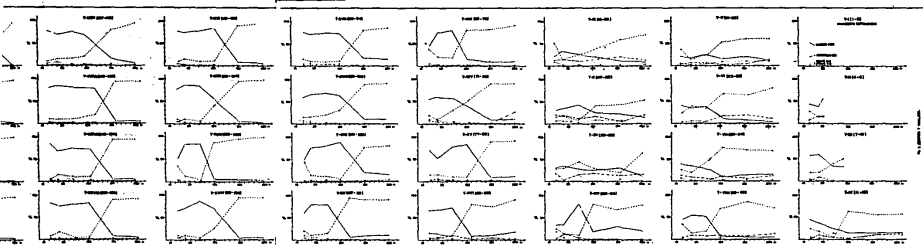
La determinación de los principales constituyentes que componen la fracción arenosa del sedimento, con sus respectivas variaciones y su asociación en función de la profundidad es de gran utilidad en el conocimiento sedimentológico del área en cuestión.

El análisis composicional hecho en la fracción arenosa con la ayuda de un microscopio petrográfico, permitió observar la presencia de los siguientes constituyentes: cuarzo (QZ), micas (M), biógenos (B), feldespatos (FK), fragmentos de roca (FR) y otros (anfíboles, ilmenita, magnetita, esfena, olivino, granate y fosforita), (Tabla y Fig. 5).

Utilizando el cuarzo, micas, biógenos y otros, en relación con la profundidad, su relación y variación se expone gráficamente en la figura 5. En ésta se observa que el cuarzo y los biógenos son los principales componentes, cuya relación es inversamente proporcional en función de la profundidad. Sólo en los primeros tres transectos esta tendencia no se observa, probablemente por la influencia de la descarga del río Suchiate y la escasez de las muestras.

La relación entre terrígenos y biógenos (definida a partir del contenido de cuarzo y biógenos) varía en función de la influencia que ejercen los ríos, las corrientes superficiales y de fondo, y la amplitud de la plataforma. El dominio que tiene uno con respecto al otro cambia entre los 70 y 150 m de profundidad.





El cuarzo es el constituyente dominante de la fracción arenosa, cuyos valores máximo y mínimo son de 88% y 1% respectivamente. La mayor concentración invariablemente se presenta en zonas poco profundas, disminuyendo conforme aumenta la profundidad. Entre los 90 y 150 m disminuye considerablemente, con excepción de los transectos V, VI y XII en los cuales el cuarzo no es el constituyente principal en alguna profundidad en particular y ello se debe quizá a la influencia de los procesos de distribución de los sedimentos. Los granos de cuarzo se encuentran entre angulosos ($\phi=0.05$) y subangulosos ($\phi=0.4$) según la clasificación de Pettijohn, 1975; con la presencia esporádica de cristales bien desarrollados.

La principal fuente de suministro de sedimentos se encuentra en el macizo de la Sierra Madre de Chiapas y la porción meridional de la Sierra Madre del Sur, que están constituidas por rocas ígneas y metamórficas (gneises, esquistos, diques andesíticos, tobas y pegmatitas) (Fig.2).

Las micas son minerales muy frecuentes, se encuentran presentes en rocas ígneas, volcánicas y metamórficas. En los sedimentos se observó que se presentan dos clases de micas, la biotita que es la más abundante y la menos frecuente que es la muscovita. Por su forma laminar todas las micas fácilmente se mantienen en suspensión, lo que les ayuda a ser ampliamente distribuidas a lo largo de la plataforma y principalmente en zonas donde el sedimento en suspensión puede depositarse. El valor máximo de micas que fue determinado en los sedimentos arenosos es del 15% con una amplia variación dentro de este rango, llegando incluso a ser nula su presencia. Las micas se distribuyen homogéneamente en cualquier tipo de sedimento, abundando ligeramente a profundidades mayores a los 80 m.

En cuanto a los feldespatos, éstos son uno de los componentes principales en la fracción arenosa; son minerales muy importantes y abundantes en todo tipo de rocas, pudiendo alcanzar hasta el 60% en las rocas ígneas. Suelen ser minerales poco resistentes y muy inestables, provocando una rá

vida eliminación de los mismos y por lo tanto su presencia casi siempre es muy baja. El valor más alto determinado en los sedimentos es del 13%, que se encuentra muy cerca del 15% promedio determinado por Pettijohn (1975) - para las arenas, disminuyendo hasta ser nula su presencia en un gran número de muestras (Tabla 3).

El predominio y presencia de los feldespatos en los sedimentos se encuentra directamente relacionado con las zonas de descarga de los ríos --- (principalmente el Suchiate y Tehuantepec), a profundidades menores a los 100 m y predominando en las arenas y arenas lodosas. El área de aporte de feldespatos la constituye la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre de --- Chiapas, con su gran variedad de rocas que contienen una parte importante de este mineral.

Considerando que Pettijohn (1975) menciona que los fragmentos de roca en las arenas modernas, son notablemente más altos en arenas gruesas; - observando la distribución que tienen la plataforma del golfo, es claro -- que esto concuerda con esta afirmación. La distribución de los fragmentos de roca se restringe principalmete a sedimentos arenosos en profundidades menores a los 100 m. Su importancia es fundamental si se considera el porcentaje de las muestras de carácter lítico (sublitarenitas 25.9% y litarenitas 15.2% en la fracción arenosa).

Dentro de la plataforma las muestras presentan una gran variedad de de los fragmentos de roca cuyo valor máximo es de 55%, alcanzando valores importantes a profundidades de 150 m a partir del río Suchiate hasta aproximadamente los 93° de longitud oeste. Disminuyendo drásticamente los -- fragmentos de roca a porcentajes menores al 20% a la altura de barra Zacapulco hasta barra de Ayutla, restringiéndose a profundidades menores de -- 70 m. Este hecho sin duda se encuentra relacionado con la acción erosiva del oleaje sobre los fragmentos de roca en las zonas de alta energía.

Los fragmentos de roca provienen primordialmente de rocas metamórficas (gneises y esquistos) y algunos de rocas volcánicas. Algunas de las fuentes de aporte, se encuentran en la línea de costa como sucede con la parte occidental del río Tehuantepec y otras cerca de las lagunas Superior, Inferior y Mar Muerto. Mientras que en el resto de la costa la planicie costera se interpone entre el mar y las fuentes de aporte que se encuentran en promedio unos 20 km tierra adentro (Fig. 2).

Por consistir de una asociación de minerales la disgregación, alteración y eliminación de los minerales que componen los fragmentos de roca, en zonas de alta energía se ve acelerada pero no se compara con la rápida eliminación que sufren los feldespatos debido a su inestabilidad. Ello explica porque hay un predominio de fragmentos de roca respecto de los feldespatos en la zona.

Los biógenos consisten principalmente de fragmentos de concha (moluscos) en los sedimentos arenosos y areno lodosos y por foraminíferos en sedimentos lodosos a profundidades de 150 a 200 m.

Los restos de moluscos se concentran marcadamente en una franja entre los 40 y 150 m de profundidad, teniendo un valor máximo de 98% frente a Sta. María del Mar y también a una profundidad de 100 a 200 m frente a la laguna Mar Muerto. En cuanto a su origen la mayor parte debe ser transportada por las corrientes profundas durante la época de tormentas, provocando su acumulación a estas profundidades ya que normalmente deberían concentrarse a profundidades menores a los 40 m. Otra pequeña parte de conchas como dicen Webber y Ojeda (1957), una parte considerable de la cubierta rocosa localizada en la vecindad de las lagunas Superior, Inferior, La Joya y el Mar Muerto, está formada por fragmentos de concha trituradas.

En unas pocas muestras que se localizan frente a la desembocadura -- del río Tehuantepec (Tabla 3) se observó la presencia de restos de plantas y madera que se clasificó con fines prácticos como materia orgánica. La eliminación de la materia orgánica en las zonas poco profundas está relacionada con la presencia de un ambiente altamente oxidante.

El grupo de minerales que se ha denominado otros, es un conjunto de minerales que individualmente tienen valores diferentes y que en conjunto proporcionan el porcentaje representado en la tabla 3. En ellos se consideran los anfíboles, ilmenita, magnetita, esfena, olivino, granate y fosforita, los cuales tienen una distribución poco uniforme en los sedimentos.

Con la asociación de las fracciones de grava, arena y lodo que constituyen los sedimentos, se obtuvo al graficarlas en un diagrama triangular que el 47% del total de las muestras son arenas y arenas lodosas, mientras que el 44.8% son lodos arenosos y lodos y el resto son arenas con grava y arena con grava lodosa (Fig. 4).

De acuerdo con la composición mineralógica de las arenas (cuarzo -- feldespatos y fragmentos de roca), resulta que estas son cuarzoarenitas en un 50.2%, sublitarenitas en un 25.9%, litarenitas 15.2%, subfelsarenitas -- 6.2% y litarenitas fedespáticas el 2.5% (Fig. 6).

Se han realizado análisis por difracción de rayos x (en la fracción de 2.5 a 3.0 ϕ) para dos muestras de playas del área de estudio (Carranza-Edwards, et.al., en prensa), en la porción correspondiente al estado de Oaxaca. Por difracción de rayos x, a la muestra colectada junto a la desembocadura del río Tehuantepec se le determinó: magnetita, granate, cuarzo, anfíboles, zircón, monacita y xenotimo; la segunda muestra ubicada entre las lagunas Inferior y el Mar Muerto tiene: magnetita, ilmenita, anfíboles, zircón, xenotimo y cuarzo.

CLANES MINERALOGICOS
 C- Cuarzoarenitas
 SF-Subfelsarenitas
 SL-Sublitarenitas
 F- Felsarenitas
 FL-Felsarenitas líticas
 LF-Litarenitas feldespáticos
 L- Litarenitas

MONTOYA Y VEGA, 1989.

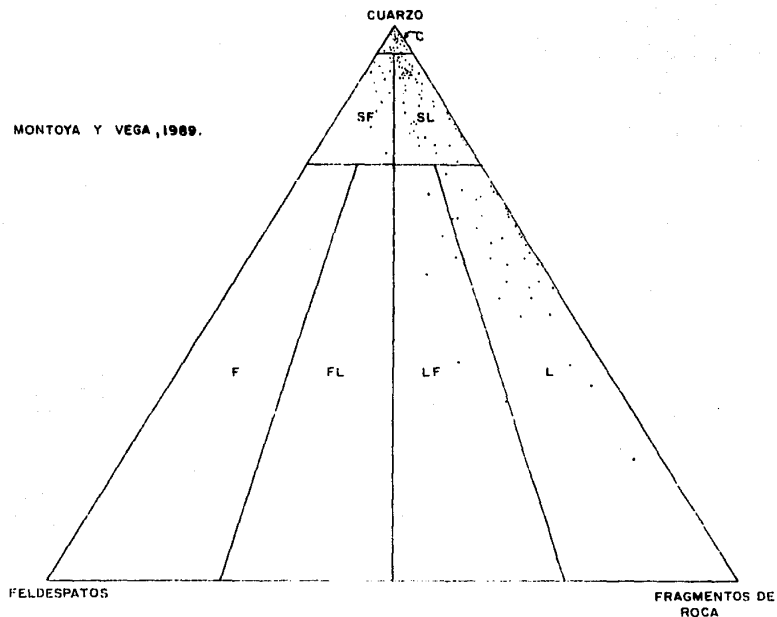


Fig 6. Clanes mineralógicos de las arenas de la plataforma, según Folk, 1969.

Mientras que los análisis hechos por fluorescencia de rayos x, indicaron la presencia de los siguientes elementos; primero en la muestra La Ventosa, Oax.: Fe, Ti, Zr, Mn, Y, Zn, Ce, La, Th y Nb. Para la segunda muestra de Aguachil, Oax.: Fe, Ti, Mn, Sr, Y, Zr, Zn y Ag.

De la plataforma continental del área de estudio, se analizaron por difracción de rayos x, seis muestras cuyos resultados se mostrarán enseguida (los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Físico-Química del Consejo de Recursos Minerales).

- Muestra 8: feldespatos, calcita, anfíboles y caolinita.
- " 25: feldespatos, cuarzo, anfíboles, calcita, montmorillonita, mica, hematita y caolinita.
- " 46: feldespato, cuarzo, calcita, caolinita, mica y anfíboles.
- " 119: feldespatos, cuarzo, hematita, anfíboles, calcita y caolinita.
- " 156: cuarzo, feldespatos, calcita, hematita, mica, anfíboles y cristobalita.
- " 185: calcita, cuarzo, feldespatos, hematita, mica, caolinita, clorita y olivino.

Como puede apreciarse los minerales reportados son prácticamente los mismos obtenidos por observaciones al microscopio, con excepción de algunas arcillas. La clorita también se observó en algunas alteraciones y en foraminíferos reemplazados y que probablemente presentan glauconita, ésta última que no fue reportada en las muestras analizadas.

Se espera que en posteriores trabajos se realicen análisis mineralógicos más detallados para conocer la composición de los sedimentos en la plataforma del Golfo de Tehuantepec.

CAPITULO VI

TECTONICA Y SEDIMENTACION

La concepción de que la corteza terrestre se encontraba dividida en fragmentos de litósfera, mejor conocida posteriormente como tectónica de placas o tectónica global vino a revolucionar la geología, dándole una nueva interpretación a la disposición de los continentes, formación de las montañas, movimientos sísmicos, fallas, volcanismo, plutonismo, estructuras oceánicas y mineralización entre otros aspectos.

De acuerdo con Dewey (1972), las márgenes entre los límites de placas son de tres tipos: las cordilleras oceánicas, donde se está creando nueva litósfera; las trincheras oceánicas, en las que la litósfera es consumida y regresa al manto, y las fallas transformantes, donde las placas se deslizan una al lado de la otra.

En el área de estudio se presenta una margen de consumo, la que hasta el presente se encuentra activa y también se ha considerado que se presenta una unión triple entre las Placas Norteamericana, de Cocos y del Caribe, la cual fue activa en otra época.

La principal morfoestructura oceánica en el Océano Pacífico Mexicano, es la Trinchera Mesoamericana. Esta estructura fue originalmente descrita por Fischer (1961), tratándose de una gran fosa que corre paralelamente al continente desde las Islas Marias hasta el límite de Panamá y América del Sur. La Trinchera Mesoamericana puede dividirse en dos secciones, una al norte de la intersección con la Dorsal de Tehuantepec con una dirección noroeste y otra al sur de la dorsal de dirección sureste.

En forma global la Trinchera Mesoamericana es una de las menos profundas de la tierra, con sus 6497 m de profundidad frente a las costas de Guatemala (Fischer, 1961; Lugo, 1985).

La plataforma continental, es la estructura más importante en la margen continental submarina por su amplitud y extensión, así como por la gran importancia económica que representa tener importantes espesores de sedimentos en la búsqueda de hidrocarburos, minerales no metálicos y metálicos.

A lo largo de la trinchera la plataforma presenta distintas amplitudes, contrastando dos áreas a partir de las siguientes coordenadas: 15° 00' N y 95° 30' W que es el límite entre ellas. Desde el oeste del golfo hasta las Islas Mariás la plataforma generalmente es estrecha con un promedio de 20 km, siendo el sitio de mayor amplitud el que se encuentra frente a Punta Maldonado, Guerrero, con una extensión de 35 km. En contraste hacia el este de Salina Cruz, Oaxaca, la plataforma se ensancha con una amplitud promedio de 60 km continuando así hasta Centroamérica (Fischer, 1961).

El relieve de la plataforma al oeste de Salina Cruz es estrecho y al este se amplía, cuyo límite al occidente de la plataforma lo determina un cañón submarino al sur de esta población, el cual puede observarse en el plano batimétrico (Plano 2). En la parte más amplia, el paulatino descenso en la profundidad sugieren un abateamiento descendente o bien fallamiento descendente bajo la plataforma (Fischer, 1961), o bien como consecuencia de las variaciones del nivel del mar durante el Holoceno produjeron la formación de terrazas y cañones submarinos, estos últimos se encuentran a profundidades de 360 m y que según los registros de la ecosonda de la campaña oceanográfica su formación se aprecia desde los 200 m de profundidad (Sánchez-Barrera, 1981; Carranza-Edwards et al., 1987).

La trinchera es la causante de los principales focos sísmicos localizados en la costa pacífica de México. Esta actividad se lleva a cabo con una gran intensidad afectando la planicie costera de Chiapas y Oaxaca, la Sierra Madre del Sur, la Sierra Madre de Chiapas y desde luego la plataforma continental. Según Mota-Palomino et.al. (1986), la zona del Istmo de Tehuantepec-Chiapas presenta una fuerte concentración y actividad sísmica entre el eje de la trinchera y la línea de costa, con la mayor actividad profunda localizada al norte del Istmo y la parte costera del límite Chiapas-Guatemala.

El área continental que circunda a la zona de estudio, se encuentra caracterizada por tres grandes sistemas de fallamiento. El primero corre de noroeste-sureste, paralelamente a la orientación seguida por el eje de la trinchera y los sistemas montañosos del área. El otro sistema es perpendicular al anterior y el de mayor abundancia de fracturamiento. Por último, un tercer grupo de fallamiento oblicuo con una orientación variada, a este sistema se encuentra asociado el sistema de fallamiento Polochic-Motagua. El sistema Polochic-Motagua atraviesa una porción de la planicie costera y del Golfo de Tehuantepec hasta intersectarse con la trinchera, sirviendo además como límite entre dos de las tres grandes placas que se reúnen en esta zona (Salas, 1975; Guerra-Peña, 1976; Muehlberger y Ritchie, 1975).

Estas estructuras se manifiestan por el alineamiento de arroyos y ríos, como el río Tehuantepec y por los afloramientos rocosos a lo largo de la planicie costera.

Cabe la posibilidad de que algunas de estas fallas se extiendan a la plataforma afectando la gruesa secuencia sedimentaria de la zona del golfo, además contribuirá a la formación de cañones submarinos, como los que se encuentran al sur de Puerto Madero, y sur de Salina Cruz (Fischer, 1961; Sánchez-Barreda, 1981; Pedrazzini et.al., 1982).

Durante la campaña oceanográfica MIMAR IV realizada un año después de la campaña MIMAR III de la cual se ocupa este trabajo, se registró en el -- golfo una protuberancia de aproximadamente 15 m de alto y que probablemente se extienda a lo largo de la gran fractura que corre paralela a la trinchera a una profundidad promedio de 100 m (Carranza-Edwards et.al., 1987 y -- 1988). Este fracturamiento de la plataforma continental, seguramente se encuentra relacionado con la acreción de los sedimentos en el talud y pie -- del continente como producto de la subducción de la Placa de Cocos y la -- Placa Americana y del Caribe. Los esfuerzos de compresión ejercidos sobre los sedimentos, han provocado el alabeamiento y deformación de los mismos; -- esto ha sido verificado por las observaciones hechas por el programa "Deep Sea Drilling Project" en las costas de Guerrero, Guatemala y Costa Rica --- (McMillen et.al., 1982; Moore et.al., 1982; Shipley et.al., 1982).

Actualmente mediante observaciones mareográficas en Puerto Angel, Oax. y Acapulco, Gro., se han registrado levantamientos de 14 y 23 cm respectiva -- mente en cada una de estas poblaciones. Estos levantamientos se asocian a -- sismos y corroboran la actividad presente de esta zona, como producto de la interacción de la Placa de Cocos y Americana (Grivel-Piña y Arce-Ugarte, -- 1971).

La tectónica de placas ha permitido tener ahora un nuevo punto de vis -- ta, respecto a la relación que guarda con la formación de los sistemas montañosos y con la sedimentación (Bissell, 1974; Coney, 1970; Wang, 1972; -- Schwab, 1971; entre otros).

Con el transcurso del tiempo cualquier sistema montañoso se verá redu -- cido a tierras bajas, como producto de un gran número de procesos erosivos que actúan sobre ellos. Las cadenas montañosas gradualmente son expuestas a estos procesos, que acabarán suministrando grandes volúmenes de sedimen -- tos con características propias que permitirán saber más acerca de su origen. Tales procesos de exposición se llevan a cabo por el levantamiento de

la corteza y en menor proporción por la descompensación producida por la -- erosión de las montañas (Dewey, 1972; Dickinson, 1974).

La interacción de dos límites de placas, origina varios tipos de acti -- vidad geológica como son el volcanismo y plutonismo, que asociados produci -- rán una gran variedad de rocas con diferente carácter composicional (Best, 1982; Press y Siever, 1974), contribuyendo también a la formación de las -- montañas y después como producto del intemperismo, relieve, velocidad de -- erosión y transporte de los sedimentos en los sistemas montañosos.

Según Krynine (1941), el tipo de sedimento se encuentra relacionado -- con tres etapas principales del ciclo tectónico: a) Fase de quietud que -- origina ortocuarcitas (cuarzoarenitas de Folk, 1974); b) Fase geosinclinal, productora de grauvacas (filarenitas o litarenitas con fragmentos de -- rocas metamórficas, de acuerdo con Folk (1974); y c) Fase Post-geosinclinal, generadora de arcosas (feldsarenitas de Folk, 1974).

Dentro del área de estudio, Carranza-Edwards (1986) analizó 27 mues -- tras de sedimentos superficiales de ocho playas del estado de Chiapas, las -- cuales son similares entre sí en granulometría, composición y madurez textu -- ral. Tratándose de litarenitas submaduras que reflejan la inestabilidad -- tectónica de la zona.

Anteriormente este mismo autor realizó un estudio de sedimentos super -- ficiales, en varios ambientes de la llanura costera del Istmo de Tehuantepec y de lo cual obtuvo sus características mineralógicas y texturales, mismas -- que reflejan un cuadro tectónico de deformación horizontal (Carranza-Ed -- wards, 1980).

Estos datos son de sumo interés, para reconocer el tipo de sedimento -- presente en la llanura costera de Chiapas y Oaxaca, y que por diferentes -- medios serán depositados en la plataforma continental de esta zona.

En cuanto a los sedimentos superficiales de la plataforma, composicionalmente corresponden a cuarzoarenitas, sublitarenitas y litarenitas y unas pocas muestras que son litarenitas feldespáticas y subfeldsarenitas - (Fig. 6).

De acuerdo con Folk (1974), las cuarzoarenitas se encuentran asociadas a zonas tectónicamente estables, donde los procesos erosivos han eliminado tanto los feldespatos como los fragmentos de roca. Este tipo de sedimento se localiza principalmente en la porción occidental del Golfo de Tehuantepec, desde Punta Guelaguichi hasta aproximadamente los 96° de longitud oeste. Aquí la plataforma continental es estrecha, la zona de aporte de materiales se encuentra en la margen continental y el área es inestable; por lo tanto la presencia de cuarzoarenitas es producto de la acción erosiva del oleaje sobre la margen continental y su acción clasificadora, al eliminar los inestables y menos resistentes feldespatos y fragmentos de roca. Estos al fracturarse se rompen en fracciones más finas, originando arcillas en el caso de los feldespatos, las cuales son transportadas por las corrientes a las zonas de sedimentos finos a lo largo de la plataforma. Asimismo, la presencia de arcillas se debe al aporte de ellas por los distintos ríos que desembocan a lo largo de la plataforma.

Las sublitarenitas y litarenitas se distribuyen desde la barra del - Suchiate hasta la desembocadura del río Tehuantepec. En gran parte, su -- presencia se debe al aporte de estos dos grandes ríos cuyos sedimentos son redistribuidos a lo largo de la plataforma por las corrientes superficiales y profundas en el área.

En la llanura costera circundante al golfo, se presentan litarenitas en donde predominan los fragmentos de roca metamórfica y ocasionalmente rocas sedimentarias y volcánicas (Carranza-Edwards 1980). Sin duda, que la llanura constituye una fuente de aporte de estos sedimentos y que deben ser transportados en un medio fluvial hacia un ambiente submarino somero.

Las observaciones visuales hechas en los sedimentos de la plataforma, muestran también un predominio de fragmentos de roca metamórfica (gneis y esquisto) y escasamente por fragmentos volcánicos cercanos. De acuerdo con Krynine (1941) ambos tipos de sedimentos se encuentran asociados con una zona de deformación moderada o fase geosinclinal lo cual parece corresponder con la amplitud de la plataforma y la gran capa de sedimentos que la forma y que se ven sometidos a deformación como consecuencia de la subducción que afecta el área.

Mientras que en la llanura costera los sedimentos se encuentran en una fase submadura (Carranza-Edwards, 1980); si tomamos en consideración que la mayor parte de los sedimentos presentan más del 5% de lodo (Tabla 2) --- ello nos permitirá clasificarlos como inmaduros (en la muestra total), entonces los sedimentos de la plataforma se encuentran dentro de esta fase y solo una pequeña fracción cercana a la costa serían submaduros.

Pero desde luego es necesario tomar en consideración que en este trabajo, sólo se tomó en consideración la fracción arenosa para el análisis de los sedimentos.

Donde el magmatismo y tectonismo son ligeros o están ausentes el clima y el relieve son los factores principales en la composición mineralógica de los sedimentos, al igual que de la madurez de los sedimentos que llegan a la plataforma.

No es posible considerar la madurez del sedimento de la plataforma, únicamente como función de un conjunto de factores aislados sino por el contrario más bien como producto de una interacción de la composición mineralógica, proveniencia, depositación y diagénesis (Ingersoll et. al., 1984; Mack, 1984) y de su asociación con la fuente de aporte, clima y relieve (Pettijohn, 1975).

El gran predominio que tiene el lodo en los sedimentos de la plataforma y en menor proporción la arena, nos indica que los principales procesos erosivos como son la abrasión, con la ayuda de las corrientes que desembocan en el golfo, el oleaje y las corrientes superficiales y profundas en gran medida proporcionan en carácter inmaduro de los sedimentos. A profundidades menores de 40 m predominan las arenas, cuyos componentes se presentan muy angulosos y mal clasificados lo que refleja la actividad tectónica del área la que no ha permitido que los sedimentos alcancen la madurez y que por lo tanto reflejan la inestabilidad tectónica a que se encuentra sometida el área de estudio.

CAPITULO VII

IMPLICACIONES ECONOMICAS

La importancia de la tectónica de placas reside no solamente en la explicación del origen de los continentes y de las estructuras geológicas, sino también contribuye al conocimiento de la distribución y origen de los diversos depósitos minerales. Asimismo, a través de ella se pueden entender los cambios en las mineralizaciones, relacionándolos directamente con cambios en los procesos magmáticos y tectónicos (Mitchell y Garsón, 1976).

La actividad tectónica relacionada con la zona de subducción en el área de estudio, contribuye a la formación de yacimientos minerales en la porción continental. Entre éstos se encuentran los pórfidos de cobre, sulfuros de Cu-Pb-Zn-Ag-Au, de Fe-Cu-Ti; Mg, entre otros, como puede apreciarse en la carta metalogénica de la República Mexicana (Salas, 1975).

La presencia de minerales de interés económico en los sedimentos depende de su formación en los fondos marinos (minerales autigénicos, petróleo, etc.), su existencia en la fuente de aporte y de su resistencia a los agentes erosivos. Gracias a la estabilidad de muchos de ellos, en los fondos oceánicos se encuentran varios recursos de interés económico. Algunos de los recursos que es posible encontrar en las plataformas continentales son de varios tipos: depósitos de placer, depósitos de material biógeno, fosforitas, materiales de construcción, minerales autigénicos, yacimientos de petróleo y gas natural (Cronan, 1980).

Ante el auge económico, industrial, social y científico que ha alcanzado la humanidad durante el siglo XX, y ante la deficiencia y escasez de materias primas y recursos no renovables, ha provocado una búsqueda de nuevas fuentes de aprovisionamiento.

Considerando que el 71% de la superficie terrestre está ocupada por agua y en donde las plataformas continentales ocupan el 5.5%, es en estas morfoestructuras donde se acumula la mayor parte de los sedimentos terrígenos. Es importante tomar en cuenta la posibilidad de aprovisionamiento a partir de los grandes recursos que se localizan en las plataformas.

México es un país rico en cuanto a extensión de sus litorales y ya que se realizan estudios en ellos, orientados a conocer el potencial que se tiene, no solamente en las costas sino también en la plataforma continental. Ejemplo de ello son los estudios realizados por Márquez y Morales en 1984, sobre la plataforma del estado de Guerrero; en la plataforma continental del estado de Baja California Norte por Solleiro R., 1987; en tre otros trabajos.

El presente trabajo tiene además la intención de contribuir al conocimiento de los recursos minerales como fosforitas, glauconita, algunos minerales metálicos, y otros que se encuentran en la plataforma del Golfo de Tehuantepec.

Uno de los recursos que pueden explotarse a futuro están la grava y la arena, cuya distribución ya ha sido definida anteriormente. Como las arenas son ricas en minerales silíceos no sería recomendable su utilización en la industria de la construcción debido a la reacción de los álcalis del cemento con los agregados de este tipo y dada su solubilidad se debilitaría la cohesión entre los componentes de la mezcla. Una buena alternativa para prevenir esto sería utilizar un cemento de baja alcalinidad (Krynine y Judd, 1975). Debido a su alto contenido de sílice se recomienda su uso preferentemente para la industria del vidrio.

La cercanía a la que se encuentra la arena, permitirá una mayor facilidad para la extracción y reducción de los costos de extracción. Mientras que la grava presenta estas mismas ventajas en aquellas áreas con profundidades menores a los 20 m, pero una porción de ellas se localiza a

Considerando que el 71% de la superficie terrestre está ocupada por agua y en donde las plataformas continentales ocupan el 5.5%, es en estas morfoestructuras donde se acumula la mayor parte de los sedimentos terrígenos. Es importante tomar en cuenta la posibilidad de aprovisionamiento a partir de los grandes recursos que se localizan en las plataformas.

México es un país rico en cuanto a extensión de sus litorales y ya - que se realizan estudios en ellos, orientados a conocer el potencial que se tiene, no solamente en las costas sino también en la plataforma continental. Ejemplo de ello son los estudios realizados por Márquez y Morales en 1984, sobre la plataforma del estado de Guerrero; en la plataforma continental del estado de Baja California Norte por Solleiro R., 1987; en tre otros trabajos.

El presente trabajo tiene además la intención de contribuir al conoci miento de los recursos minerales como fosforitas, glauconita, algunos minerales metálicos, y otros que se encuentran en la plataforma del Golfo - de Tehuantepec.

Uno de los recursos que pueden explotarse a futuro están la grava y la arena, cuya distribución ya ha sido definida anteriormente. Como las arenas son ricas en minerales silíceos no sería recomendable su utiliza ción en la industria de la construcción debido a la reacción de los álca lis del cemento con los agregados de este tipo y dada su solubilidad se - debilitaría la cohesión entre los componentes de la mezcla. Una buena al ternativa para prevenir esto sería utilizar un cemento de baja alcalinidad (Krynine y Judd, 1975). Debido a su alto contenido de sílice se recomien da su uso preferentemente para la industria del vidrio.

La cercanía a la que se encuentra la arena, permitirá una mayor fa - cilidad para la extracción y reducción de los costos de extracción. Mien - tras que la grava presenta estas mismas ventajas en aquellas áreas con -- profundidades menores a los 20 m, pero una porción de ellas se localiza a

profundidades entre los 40 y 100 m, además de presentar una gran cantidad de materia biógena constituida principalmente por fragmentos de molucos. Por la profundidad a la que se encuentra este segundo grupo de gravas --- (Plano 5) resulta poco costable su extracción.

Las arenas presentan altas concentraciones de feldespatos en áreas cercanas a la costa. El feldespato, se utiliza en la industria del vidrio y la cerámica como materia prima; en la fabricación de artículos de esmalte; como aglomerante en la fabricación de muelas abrasivas; en dentaduras postizas, jabones y polvos de limpieza y materia de carga en pinturas (Kraus et.al., 1967).

Aquellos sedimentos que tienen una gran cantidad de conchas (principalmente gravas) es posible utilizarlos para producir cemento y cal para aquellas zonas que carecen de estos materiales en el continente y que -- además no resultará costable el traslado de estos materiales de otras partes.

Uno de los minerales más importantes determinado en los sedimentos es la fosforita o fluorapatita carbonatada . Las fosforitas son depósitos sedimentarios que ocurren en aguas someras, cálidas a profundidades -- entre los 30 y 300 m pudiendo encontrarse aún a mayores profundidades --- (Bromley, 1967). Ocurren en las márgenes de los continentes asociadas con sedimentos terrígenos, calcáreos y silíceos.

En la actualidad el fósforo es un elemento muy importante y útil en -- varias áreas. Desempeña un papel importante en la vida de los organismos; en forma de diversos compuestos químicos se emplea en la industria de la seda, en levaduras, bebidas, purificadores de agua, fabricación de productos de vidrio, fabricación de cerámica, para refinar azúcar, como abono, para fabricar cerillos y veneno, para obtener ácido fosfórico, en la fotografía, en los reactivos químicos, en medicamentos, para la fabricación -- de proyectiles y para fumigar, entre otras cosas (Kraus et.al., 1967).

A pesar de la gran utilidad que representa para el hombre, es poco lo que se conoce acerca de los procesos que dan origen a los depósitos y yacimientos de fósforo.

La hipótesis más aceptada para explicar la formación de las fosforitas es el concepto de "surgencia oceánica" (upwelling), que consiste en el choque de las corrientes polares con las corrientes ecuatoriales alrededor de los 10° y 30° de latitud Norte y Sur, que ocasiona variaciones en la temperatura y en el pH, favoreciendo la precipitación de los fosfatos (Kasakov, 1937; en Guzzy, 1987), así también Blackwelder (1916) y -- Mansfield (1927) (en Guzzy, 1987) sugirieron que la precipitación podría darse en aguas pobres de oxígeno, lo que indicaría un alto contenido de materia orgánica.

En México, D'Anglejan (1967) realizó un estudio de la costa oeste de Baja California Sur, en donde se conocía la existencia de fosforitas. Concluyendo que el medio ambiente había favorecido la depositación del fósforo, pudiendo ocurrir actualmente ya que se encuentran fuentes de aporte de fósforo disuelto durante las surgencias; transferencia y concentración por parte de organismos; bajos potenciales de oxígeno y bajos rangos de sedimentación. Además propone que el posible origen del fosfato no sea resultado directo de la precipitación del agua de mar, sino del reemplazamiento diagnético de material sólido rico en carbonato.

Goldberg y Parker (1960) reportan en el Golfo de Tehuantepec la presencia de fosforita. Durante la expedición realizada por el Instituto -- Scripps de Oceanografía al área de estudio, se descubrió un fragmento de madera fosfatizada a una profundidad de 410 m determinándosele una edad de 28000 años. El muestreo de esta expedición comenzó a los 14° 25' lat. N y 93° 05' de long. W y concluyó en los 14° 27' de lat. N y 93° 11' de long. W.

La muestra fosfatada encontrada, composicionalmente es similar a la fluorapatita carbonatada ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4\text{CO}_3)_6\text{F}_{2-3}$), presentando además 13 ppm de uranio y 0.2 ppm de thorio, concordando con otros valores obtenidos para otras fosforitas marinas.

En cuanto a su origen, se propone que la fosfatización se realizó por penetración de agua rica en fósforo en la madera. Conjuntamente la reacción del oxígeno disuelto y la oxidación de la materia orgánica, se reduce entonces el Eh. Permitiendo a la vez la disminución del pH y el carbonato. Aunque la variación del pH controla la precipitación del carbonato de calcio y fosfato de calcio, el alto contenido de fósforo disuelto en el agua favorece la depositación de apatita.

Durante las campañas oceanográficas MIMAR III y IV del ICMYL de la UNAM (Carranza-Edwards et.al., 1987 y 1988) se determinó la presencia de fosforita en los sedimentos de la plataforma. Los nódulos de fosforita que se observaron parecen derivar del reemplazamiento que se lleva a cabo principalmente en foraminíferos; se encontraron también algunas concreciones de color negro compuestas de fosforita y restos de organismos vegetales y animales fosfatizados.

Los sedimentos obtenidos en ambas campañas se analizaron, en el laboratorio de química marina del ICMYL, cuyos resultados se expresan en el plano de distribución de por ciento de fosforita (Plano 10; Ruiz, "Análisis químico en sedimento marino de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec", en prensa).

Cressman y Swanson (1964; en Guzzy, 1987) consideran que para que una roca sea llamada "fosforita" estrictamente debe contener más del 19.5% de P_2O_5 y aquellos valores intermedios entre 19.5% y 7.8% de P_2O_5 pueden ser definidos como roca fosfática. Algunos otros autores consideran que un sedimento es fosfático si su contenido de P_2O_5 es dos o tres veces mayor que el promedio normal, es decir alrededor o mayor de 0.6%.

Considerando que el promedio normal de P_2O_5 en sedimentos de los fondos marinos es de 0.2%; así como 0.6% para que un sedimento sea fosfático y tomando como valor económico para la explotación 4.6% (para Sto. Domingo, B.C.S. Méx.) se utilizarán estos parámetros para describir la distribución de fosfato en los sedimentos del área de estudio.

En notorio que los sedimentos en la plataforma del Golfo de Tehuantepec contienen valores mayores al promedio normal; cuyos valores máximo y mínimo son de 8.75% y 0.11% respectivamente.

Aquellos sedimentos fosfatados con un porcentaje entre 0.2% a 0.6%, son los más abundantes a lo largo de la plataforma. La profundidad a la que se distribuyen es variable, desde los 40 a 200 m. Solamente desde la barra de San Simón a la desembocadura del río Tehuantepec estas profundidades se mantienen a menos de 150 m mientras que en el extremo occidental se encuentran a todas las profundidades. Estos promedios de sedimento fosfatado se encuentra en cualquier tipo de sedimento.

Los valores entre 0.6% a 4.0% se localizan a profundidades mayores a los 150 m en promedio, con algunas excepciones, como la que se localiza frente a la población de Boquerón donde estos porcentajes se encuentran a menos de 30 m y el otro frente a la desembocadura del río Tehuantepec, -- con valores entre 0.6% a 0.9% a profundidades menores de 40 m. Dichos valores principalmente se encuentran en lodos arenosos y lodos.

Tomando en cuenta el valor mayor a 4.6% de P_2O_5 como económico para explotación, en la zona en cuestión se presentan dos localidades, con estas características. La primera de ellas, es la más pequeña y se encuentra entre las siguientes coordenadas: $15^{\circ} 43.5'$ y $15^{\circ} 47.3'$ de lat. N y entre los $94^{\circ} 56.7'$ y $95^{\circ} 1.8'$ de long. W (véase el Plano 10). La extensión que se ha podido definir, es de 7 km y se presenta en sedimentos lodosos a profundidades mayores a los 150 m.

La segunda zona se localiza a $14^{\circ} 55.6'$ y $15^{\circ} 20.1'$ de lat. N y a los $93^{\circ} 37.3'$ y $94^{\circ} 00'$ de long. W. Las dimensiones que tiene, son de --carca de 50 km de longitud por 30 km de ancho y las profundidades a la -- que se ubica son mayores a los 150 m en sedimentos lodosos.

Lo que se puede inferir respecto a su origen, aún no se conoce sin embargo, puede considerarse lo dicho por D'Anglejan (1967) y Goldberg y -- Parker (1960); los cuales proponen la acción del choque de corrientes provenientes de regiones polares con las corrientes ecuatoriales en el área de estudio.

En la zona del Golfo de Tehuantepec entre los 10° y 20° de latitud norte confluyen dos grandes sistemas de corrientes, la corriente polar -- del norte y la corriente ecuatorial provocando un sistema local de circulación con características físicas y químicas particulares. El choque de estas corrientes originan variaciones en la temperatura, Eh, pH, concentración de minerales, entre otros factores que directamente contribuyen a la precipitación del fosfato. Entre estos factores, dos son muy importantes como son la concentración de oxígeno en las áreas donde se está produciendo P_2O_5 y además la presencia de carbonato en las aguas.

Es importante ahora que se conoce la presencia del P_2O_5 en estas -- aguas, deba procederse a entender su génesis, así como evaluar y delimitar correctamente las zonas con altos valores; conocer por medio de perforaciones su continuidad vertical que permita cuantificar su extensión en tiempo y volumen. Asimismo, es recomendable hacer exploración a mayores -- profundidades, dentro de esta gran cuenca sedimentaria.

Por otra parte, los depósitos arenosos con concentraciones de minerales con alto peso específico (mayor a 2.85) de interés industrial (magnetita, ilmenita y algunos sulfuros) son escasos y en porcentajes bajos, -- pero no debe descartarse su interés económico a futuro.

En sí, la gran acumulación de sedimentos que se encuentra en esta --
cuenca sedimentaria tiene un gran interés económico, por su potencial pro-
ductor de petróleo y gas del cual se ha verificado su presencia (Pedrazzi
ni et.al., 1982).

Conforme se incremente el conocimiento de los recursos que se empie-
zan a conocer y se completen con futuras investigaciones, la explotación
y beneficio de los recursos marinos presentes en la plataforma del Golfo
de Tehuantepec tomará atractivos rumbos. Lo que implicará una adecuada -
infraestructura científica, técnica y financiera para el óptimo aprovecha-
miento de tan importantes recursos.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones :

1. La plataforma continental del Golfo de Tehuantepec es amplia en su -- porción oriental y muy estrecha hacia la parte occidental. Su pendiente es suave a profundidades menores de 100 m, a partir de la cual se incrementa continuamente; la plataforma se extiende hasta más de 500 m de profundidad donde hay un cambio muy marcado en la pendiente y -- con la posible presencia de cañones submarinos a profundidades mayores a los 200 m.
2. Las zonas de mayor pendiente son regiones de gran erosión marina, --- mientras que en la porción más amplia de la plataforma la influencia principal es por el aporte de sedimento por los ríos que descargan -- principalmente en la parte oriental de la plataforma.
3. Se detectó una gran fractura casi paralela a la línea de costa a una profundidad promedio de 100 m, con un levantamiento en su parte interior de unos 15 m de alto, como producto de la actividad tectónica a que se encuentra sujeta el gran paquete sedimentario que compone esta cuenca.
4. La arena se concentra en franjas paralelas a la costa, disminuyendo -- progresivamente a lodos a profundidades mayores, con un incremento en los fragmentos de conchas a profundidades menores a los 100 m. Los -- sedimentos están constituidos por cuarzo, feldespato, fragmentos de -- roca, biógenos y otros minerales (anfíboles, magnetita, ilmenita, zircón, granate, fosforita, etc.); los constituyentes más importantes --

son el cuarzo, biógenos y fragmentos de roca (generalmente metamórfica).

5. El medio por el cual los sedimentos son transportados, son las corrientes superficiales y profundas presentes en la zona, una vez que son descargados por las principales corrientes fluviales del área. La arena es transportada por saltación y arrastre, a lo largo de la costa distribuyéndose a profundidades menores de 70 m; mientras que los lodos son transportados en suspensión en toda la plataforma hacia áreas de menor energía donde se depositan.

Durante el recorrido de las corrientes desde la zona montañosa hasta el mar a través de la planicie costera se transportan sedimentos algunos de los cuales son destruidos física y químicamente y otros se conservan, proporcionando de esta manera el carácter inmaduro y submaduro de los sedimentos. Ello refleja la acción de los procesos erosivos y en menor proporción la inestabilidad tectónica de la zona.

6. Entre los sedimentos presentes en la zona, las cuarzoarenitas se localizan principalmente en la porción occidental de la plataforma y han sido formadas principalmente por la acción del oleaje, desde Salina Cruz, Oax., hasta la población del Zapotal, Chis., la fracción arenosa de los sedimentos predominantemente está constituida de sublitarenitas y subfeldsarenitas, reflejando así la influencia de los ambientes lagunar y de playa; se presentan principalmente sedimentos arenosos, areno lodosos y en menor proporción lodo arenosos.

Mientras que en la parte oriental, desde la población de Boquerón, Chis., hasta la desembocadura del río Suchiate predominan las litarenitas en la fracción arenosa. Esto evidencia la influencia que tiene el continente sobre la sedimentación, al aportar una importante cantidad de terrígenos, transportados por los ríos que desembocan en la zona.

7. El color de los sedimentos en la porción occidental de la plataforma es verde y verde olivo, debido a las condiciones reductoras y la probable presencia de minerales (clorita y glauconita) que le dan esa tonalidad.

Los sedimentos de la porción oriental son negros y grises, como función del contenido de materia orgánica y de zonas de oxidación.

8. Una gran porción de los sedimentos en la plataforma tienen un porcentaje igual o mayor al 0.6% de P_2O_5 , lo que los convierte en sedimentos fosfatados. Existen además dos áreas con valores superiores al 4% de P_2O_5 en sedimentos lodo arenosos, que los convierte en depósitos de interés económico y que se localizan a profundidades mayores a los 150 m.
9. El potencial económico de los minerales pesados no debe descartarse, a pesar de no haber sido determinados valores de interés económico a primera vista y que pudieran encontrarse en futuras investigaciones.
10. La arena es un recurso interesante por su cercanía a la costa reduciendo con ello gastos de explotación. Otros de los recursos importantes es el petróleo y el gas, por lo que es importante conocer y entender la dinámica de la zona que permitirá su aprovechamiento en el futuro.

Recomendaciones :

1. Realizar estudios batimétricos y sedimentológicos mas detallados, a profundidades desde los 200 m hasta el talud continental que permitan conocer mejor la morfología de la plataforma externa así como evaluar posibles depósitos de minerales autigénicos que estén presentes en el área.

2. Obtener núcleos a profundidades mínimas de 3 m, tanto en la plataforma externa como en la interna, para conocer las variaciones verticales en los sedimentos, las estructuras sedimentarias, la evolución de la plataforma, la influencia en la sedimentación por las variaciones del nivel del mar durante el Holoceno.
3. Determinar la presencia de sedimentos relictos que ayudarán a conocer la historia geológica de la plataforma y la evaluación de aquellas áreas con concentraciones económicas de P_2O_5 con una mejor exploración alrededor de estas potenciales zonas.
4. Es importante la realización de otros estudios, para determinar la presencia y orientación de las corrientes superficiales y profundas, la influencia de las corrientes locales y conocer las condiciones químicas y físicas que permitan conocer los procesos que están actuando o han actuado en la formación de los recursos minerales de los fondos marinos.

Por último, cuantificar y evaluar el potencial de los sedimentos con recursos marinos aprovechables para la industria, ya que el presente trabajo es un estudio preliminar del Golfo de Tehuantepec y tiene como propósito conocer la ubicación, tipo de sedimento, distribución y composición de los sedimentos.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ Jr., M., 1962, Provincias Fisiográficas de la República Mexicana. Bol. Soc. Geol. Mex., 24(2): 3-20.
- NAVARRO G.A. y AGUAYO C.E., 1982. Los Recursos no Renovables del Mar. Inf. Cient. y Tec., CONACYT, vol. IV (43), año VIII, Marzo - Abril.
- AVENDAÑO S.S., 1978. Estudio Granulométrico de Sedimentos de la porción Oeste del Golfo de Tehuantepec. ESIA-IPN, Tesis Profesional.
- BEST M., 1982. Igneous and Metamorphic Petrology. Freedman and Company, New York, 630 p.
- BISSELL H.J., 1974. Tectonic Control of Late Paleozoic and Early Mesozoic Sedimentation near the hinge line of the Cordilleran -- Miogeosynclinal Belt. In Dickinson W.R. (Editor) "Tectonics -- and Sedimentation". Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Publ. -- 28:83-97.
- BLACKWELDER E., 1916. The Geologic rule of Phosphorus. En Guzzy A. -- Ma. E., 1987. Estudio de Sedimentos superficiales de Plataforma en el área de Cabo San Lázaro-Estero de San Juan, B.C.S., México, Fac. Ing., UNAM, Tesis Profesional.
- BROMLEY R.G., 1967. Marine Phosphorites as Depth Indicators. Marine - Geol., vol. 5:503-509.

- BURKART B., 1983. Neogene North American-Caribbean Plate Boundary -- Across Northern Central America: offset along the Polochic -- Fault. Tectonophysics; 99:251-279.
- BURKART B., DEATON, DENG G. and MORENO R., 1987, Tectonic Wedges and Offset Laramide Structures along the Polochic Fault of Guatemala and Chiapas, Mexico: reaffirmation of large Neogene displacement. Tectonics, v.6(4):411-422.
- CAMPA M.F. and CONEY P.J., 1983. Tectono-Stratigraphic Terranes and Mineral Resources distribution in Mexico. Canadian Journal of Earth Sciences, V. 20:1040-1051.
- CARRANZA-EDWARDS A., 1980. Ambientes Sedimentarios recientes de la -- llanura costera sur del Istmo de Tehuantepec. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, México, 7(2):13-66.
- CARRANZA-EDWARDS A., 1986. Perspectivas de los Recursos Minerales del Mar en el México del Siglo XXI. I Simposio Nal. sobre el Desarrollo Histórico de las Investigaciones Oceanográficas en México.
- CARRANZA-EDWARDS A., 1986. Estudio Sedimentológico de Playas del Estado de Chiapas, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. -- UNAM, México, 13(1):331-334.
- CARRANZA-EDWARDS A., 1987. ¿Qué Oculta el Subsuelo Marino?. México Moderno, 25(7):111-125.
- CARRANZA-EDWARDS A. et.al., 1987. Informe Técnico de la Campaña Oceanográfica "MINAR III". Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, Inédito.

- CARRANZA-EDWARDS A. et.al., 1988. Informe Técnico de la Campaña Oceanográfica "MIMAR IV", Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, Inédito.
- CARRANZA-EDWARDS A., ROSALEZ-HOZ I. y LOZANO - SANTA CRUZ R. (en prensa). Estudios Sedimentológicos de playas del Estado Oaxaca, -- México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM.
- CONEY P.J., 1970. Geotectonic Cycle and the New Global Tectonic. Geol. Soc. Amer. Bull., v.81:739-748.
- CARDONA-GARCIA y ANDRADE-GUZMAN, 1985. Características Texturales y Mineralógicas de los Ambientes Sedimentarios Modernos del Litoral de Punta Guelaguichi, Oaxaca, México. Fac. Ing., UNAM, Tesis Profesional.
- GRESSMAN E.R. y SWANSON R.W., 1964. Stratigraphy and Petrology of the Permian rocks of Southwestern Montana. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 313-C.pp. 275-569.
- CRONAN D.S., 1980 Underwater Minerals. Academic Press, London. 362 p.
- CUTZ E.N., 1977. Comportamiento Sedimentológico y Orgánico de Sedimentos en la parte Sureste del Golfo de Tehuantepec. ESIA-IPN. - Tesis Profesional.
- D'ANGLEJAN B.F., 1967. Origin of Marine Phosphorites of Baja California, Mexico. Marine Geology, v.5:15-44.
- DEWEY J. F., 1972. Tectónica de Placas. En Scientific American: Deriva Continental y Tectónica de Placas, 1974. 2a. Ed. Blume. 271 p.

- DENGO G., 1985. Middamerica: Tectonic Setting for the Pacific margin from Southern Mexico to Northwestern Colombia. In NAIRN A.E. (Editor): The Ocean Basins and Margin: The Ocean Pacific, vol. 7A. Plenum Press, New York. 733 p.
- DICKINSON W.R., 1974. Plate Tectonics and Sedimentation. "Tectonic -- and Sedimentation". Soc. Econ. Paleont. Mineral. Spec. Publ., 22:1-27.
- FISHER R.L., 1961. Middle America Trench: Topography and Structure -- Geol. Soc. Amer. Bull., 72:703-720.
- FOLK R.L., 1974. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill. Pub. Co. - Austin, Texas. 182 p.
- GARCIA A.E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3a. Ed. México: Offset Larios.
- GRIVEL-PIÑA F. y ARCE-UGARTE R., 1971. Levantamiento de la corteza terrestre en Puerto Angel, Oaxaca, detectado por observaciones marográficas. Geofísica Internacional, 11(4):163-174.
- GOLFBURG E.D. y PARKER R.H., 1960. Phosphatized wood from the Pacific sea floor. Geol. Soc. Amer. Bull., v.71:631-632.
- GUERRA-PENÁ F., 1976. Interpretación de la Tectónica Mexicana en las Imágenes de Satélite artificial "Landsat-1". XXXIII Congr. - Geogr. Inter., Moscú, URSS, Julio 12 a Agosto 13. CETENAL, México, 19 p., 1 mapa.

- GEZZY A. Ma.E., 1987. Estudio de sedimentos superficiales de Plataforma en el área de Gabo Sn. Lázaro-Estero Sn. Juan, B.C.S., México. Fac. Ing., UNAM. Tesis Profesional.
- HERRERA S.M. y ESTAVILLO G.C., 1988. Estudio Estratigráfico-Sedimentológico de los Lechos Rojos de la Formación Todos Santos en el área de Matías Romero, Oaxaca. IX Convención Geológica Nacional. Soc. Geol. Mex., Resúmenes del 19 al 21 de Octubre, México, D. F.
- HURD W., 1929. Northers of Gulf of Tehuantepec. Mon. Weath. Rev. May: 192-194.
- INGERSOLL R.V., BULLARD T.F., FORD R.J., GRIMM J.P., PICKLE J.D., and SARES S.W., 1984. The effect of grain size on detrital muds: A test of the Gazzy-Dickinson point-counting method. Jour. - Sedmtry. Petrology. 54(1):103-116.
- INMAN D.L. and NORDSTROM C.E., 1971. On the Tectonic and Morphologic classification of coasts. Jour. Geol., 79(1):1-21
- KASAEV A.V., 1973. The Phosphorites facies and Genesis of Phosphorites. En Guzzy A. Ma., 1987, op. cit.
- KRAUS H.E., HUNT F.W. and RAMSDELL S.L., 1967. Mineralogía: una introducción al estudio de minerales y cristales. Ed. del Castillo, Madrid, 665 p.
- KRUMBEIN W.C. y SLOSS L.L., 1969. Estratigrafía y Sedimentación. Ed. IPTHEA, 1a. Ed. en Español.

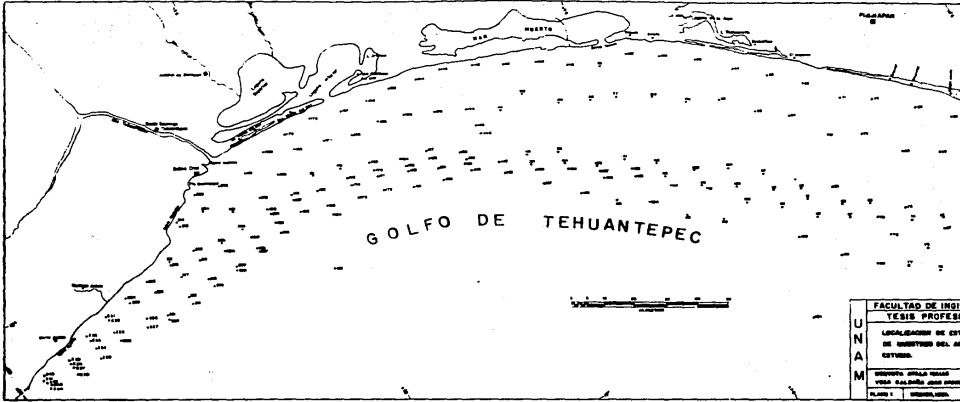
- KRYNINE P.D., 1941. Differentiation of Sediments during the life history of a landmass. Geol. Soc. Amer. Bull., 52:1915 abstract.
- KRYNINE P.D., 1941. Paleogeographic and Tectonic significance of sedimentary Quartzites. Geol. Soc. Amer. Bull., 52:1915-1916. - Abstract.
- KRYNINE P.D., 1941. Paleogeographic and tectonic significance of --- Graywackes. Geol. Soc. Amer. Bull., 52:1918. Abstract.
- KRYNINE P.D. y JUDD W.R., 1975. Principios de Geología y Geotecnia -- para Ingenieros. Ed. Omega, Barcelona. 829 p.
- LOPEZ-RAMOS E., 1979. Geología de México, Tomo III. 2a. Ed. Escolar - 440 p.
- LUGO-HUPB J., 1985. Morfoestructuras del Fondo Oceánico Mexicano. Bol. Inst. Geogr., 15:9-39.
- MACK G.H., 1984. Exceptions to the relationship between plate tectonics and sandstone composition. Jour. Sedmtry Petrol. 54(1): 212-220.
- MARQUEZ-GARCIA A. y MORALES DE LA G. E., 1984. Sedimentología de la -- Plataforma Continental del Estado de Guerrero, México. Fac. - Ing., UNAM, Tesis Profesional.
- MARTIN-BARAJAS A., 1982. Estudio sedimentológico del depósito de arenas Titanoferríferas de El Cayacal, Guerrero. Fac. Ing., UNAM, Tesis Profesional.

- MARTIN-BARAJAS A. y OSUNA J., 1982. Estudio sedimentológico y de minerales pesados en la playa de la Ventanilla, Oaxaca, México. -- Geomimet 120, Nov.-Dic., pp. 45-47.
- McMILLEN K.J., ENKEBOLL R.H., MOORE J.C., SHIPLEY T.H. and LADD J.W. 1981. Sedimentation in different tectonic environments of the Middle American Trenchs, Southern Mexico and Guatemala. In: - Initial Rep. Deep Sea Drill. Proj. Leg.66:107-119.
- MITCHELL H.G. and GARSON M.S., 1976. Mineralization at the plate boundaries. Minerals Sci. Engrng., 8(2):129-169.
- MOORE J.C., WATKINS J.S., McMILLEN K.J., BACHMAN S.B., et.al., 1981. Facies belts of the Middle America Trench and forearc region, Southern Mexico: results from Leg 66 DSDP. In: Initial Rep. -- Deep Sea Drill. Proj., Leg.66:77-94.
- MORALES DE LA G.E., MARQUEZ-GARCIA A., REYES-REBOLLEDO J., TORRES RODRIGUEZ V. y CARRANZA-EDWARDS A., 1984. Cinturones metalogénicos del Estado de Guerrero y su influencia en la sedimentación de la plataforma continental. Soc. Geol. Mex. Memorias de la VII Conv. Nal. Geol.
- MOTA-PALOMINO R., ANDRIEUX J. y BONNIN J., 1986. Bosquejo sismotectónico del sur de México. Geofísica Internacional. 25(1):208-231.
- MUEHLBERGER W.R. and RITCHIE A.W., 1975. Caribbean-American plate -- boundary in Guatemala and Southern Mexico as seen on Skylab -- IV orbital photography. Geology. v.3:232-235.
- MUNSELL, 1975. Soil Color Charts. Soiltest.

- ORTEGA-GUTIERREZ F., 1981. Metamorphic belts of southern Mexico and their tectonic significance. Geofísica Internacional. 20(3): 177-202.
- PEDRAZZINI C., HOLGUIN N. y MORENO R., 1982. Evaluación geológico-geoquímica de la parte noroccidental del Golfo de Tehuantepec. -- Rev. del IMP, XIV (4):6-26. Octubre 1982.
- PEREZ-RAMOS G., 1988. Estudio de sedimentos de la plataforma continental del Golfo de México, desde Tuxpan, Veracruz, hasta Ciudad del Carmen, Campeche. Fac. Ing., UNAM, Tesis Profesional.
- PETTIJOHN E.J., 1975. Sedimentary Rocks. 3a. Ed. Harper and Row, Publishers, New York, 628 p.
- PRESS F. and SIEVER R., 1978. Earth. 2a. Ed. Freeman and Company, Sn. Francisco, 649 p.
- RAISZ E., 1959. Landforms of Mexico. 2a. Corrected, Ed. Cambridge Mass., Mapa y Texto.
- REINECK H.E. and SINGH I.B., 1975. Depositional Sedimentary Environments. Springer-Verlag, Berlin, 439 p.
- RODEN G.I., 1961. Sobre la circulación producida por el viento en el Golfo de Tehuantepec y sus efectos sobre las temperaturas superficiales. Geofísica Internacional. 1(3):55-76.
- RUIZ R.E., (en prensa). Análisis químico en sedimento marino de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec. Fac. Química, -- UNAM, Tesis Profesional.

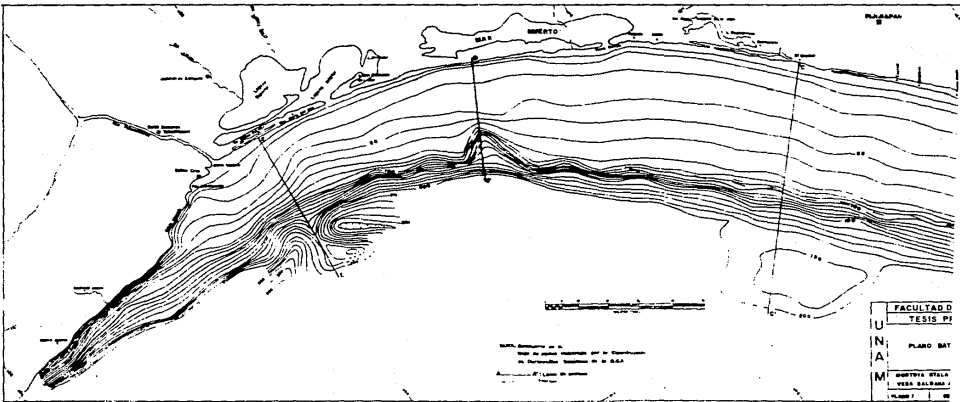
- SALAS G.P., 1975. Carta y provincias metalogenéticas de la República Mexicana. Consejo de Recursos Minerales, publicación 21E, pág. 107-131.
- SANCHEZ-BARRERA I.A., 1981. Geologic evolution of the continental margin of the Gulf of Tehuantepec in southwestern Mexico. Ph. D. Dissertation, University of Texas, Austin, 191 p.
- SCHWAB F.L., 1971. Geosynclinal composition and the new global tectonic. Jour. Sedim. Petrol., 41(4):928-938.
- SHEPARD F.P., 1963. Submarine Geology. Harper and Row. New York. 2a. Ed. 357 p.
- SHIPLEY T.H., LADD J.W., BUFFLER R.T. and WATKINS J.S., 1981. Tectonic processes along the Middle America Trench inner slope. In: Initial Rep. Deep Sea Drill. Proj. Leg.66:95-106.
- SOLLEIRO R.E., 1987. Estudio de sedimentos superficiales de la plataforma continental de San Antonio del Mar, Baja California Norte, México. Fac. Ing., UNAM, Tesis Profesional.
- S.P.P., 1981. Carta Geológica, escala 1:1000000, Hoja Villahermosa -- Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. Secretaría de Programación y Presupuesto.
- S.R.H., 1975. Boletín Hidrológico número 37: Regiones hidrológicas número 23 (Costa de Chiapas) y número 29 (Río Coatzacoalcos). - México.

- SRIA. DE MARINA, 1978. Estudio Oceanográfico del Golfo de Tehuantepec. 1a. Parte: Biología Marina. Inv. Ocean/Tehua.1-78, Méx., D.F., 1-46 p./2a. Parte Física-Química; 3a. Parte: Geología.
- TAMAYO J.L. 1970. Geografía Moderna de México. Ed. Trillas, México, - 390 p.
- WANG C.S., 1972. Geosynclines and the new global tectonics. Geol. Soc. Amer. Bull., 83:2105-2110.
- WEBBER B.N. y OJEDA J.R., 1957. Investigaciones sobre Lateritas fósiles en la región sureste de Oaxaca y sur de Chiapas, Inst. Nal. para la Investigación de Recursos Minerales. Bol. 37:1-49.
- WYRTKY K., 1965. Surface currents of the Eastern Tropical Pacific --- Ocean. Inter. Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 9(5):270-304.



FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 LOCALIZACION DE COSTAS
 EN QUINIENTOS DEL MUNICIPIO DE
 HUIXTLA, OAXACA

UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE OAXACA
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HUIXTLA
 PLANO 1



FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 PLANO BAY

UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE OAXACA
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HUIXTLA
 PLANO 2

