

290



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SEDIMENTOLOGIA DE LAS BAHIAS SAN IGNACIO,
NAVACHISTA Y PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA
ADYACENTE, ESTADO DE SINALOA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A :

SANTIAGO VERGARA MENDEZ

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

I N D I C E

	Pag.
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	3
III. OBJETIVOS	5
1) Antecedentes	6
IV. AREA DE ESTUDIO	11
1) Localización	11
2) Vías de Acceso	18
3) Clima	19
4) Hidrografía	20
5) Batimetría	23
6) Suelos	25
7) Geomorfología	27
8) Geología	30
V. METODOS DE TRABAJO	36
1) De Campo	36
2) De Laboratorio	41
3) De Gabinete	46
VI. GEOMORFOLOGIA LITORAL	50
VII. ANALISIS GRANULOMETRICO	54
VIII. ANALISIS COMPOSICIONAL	65
IX. RESULTADOS Y DISCUSION	72
X. CONCLUSIONES	83
BIBLIOGRAFIA	85

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pag.
1	Ubicación del área de estudio	12
2	Toponimia del área	13
3	Batimetría	24
4	Geología y Ambiente sedimentarios	35
5	Localización de las estaciones de muestreo	40
6	Fisiografía litoral	51
7	Grupos de sedimentos establecidos de acuerdo al criterio de Shepard (1954)	61
8	Mapa de distribución de los grupos textura-- les establecidos de acuerdo al criterio de - Shepard (1954)	62
9	Grupos texturales propuestos al correlacio- nar el diámetro promedio con los índices de clasificación y asimetría, según el método de Inman y Chamberlain (1955)	63
10	Contenido porcentual de carbonatos	69
11	Contenido de materia orgánica	71
12	Mapa de distribución de los grupos textura- les de acuerdo al criterio de Inman Y Cham- berlain (1955)	73
13	Distribución de color del sedimento	76

T A B L A S

	Pag.	
1	Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo	37
2	Color del sedimento	38
3	Textura de los sedimentos	55
4	Tamaño Medio (Mz)	56
5	Grado de Clasificación (ϕ)	57
6	Grado de Asimetría (SK_1)	58
7	Mineralogía	66
8	Por ciento de carbonatos	68
9	Por ciento de materia orgánica	70

I RESUMEN

En el mes de octubre de 1991, se realizó un estudio sedimentológico marino en la porción Norte de la costa de Sinaloa; comprendió las bahías San Ignacio, Navachiste y parte de la - plataforma continental. Las bahías están separadas del Golfo - de California por una barrera litoral arenosa, denominada Isla San Ignacio; tiene una longitud aproximada de 22 km, constituf da en su mayor parte por antiguos cordones de playa y dunas de arena.

La bahía Navachiste es somera, con 1 m de profundidad media; tiene un sistema de canales bien formado, desarrollados - desde la boca lagunar hasta el borde interior de la misma. La máxima profundidad de la bahía es de 10 m en el canal princi-- pal de entrada.

En la bahía San Ignacio, la profundidad media es de 0.70 m; el fondo es llano, con un sistema de canales bien definido; en el canal principal de entrada se tiene una profundidad de - 7 m y se encuentra comunicada con la bahía Navachiste, por un amplio canal. Las bahías cubren un área aproximada de 25,000 - has, de las cuales 21,400 has corresponden a la bahía Navachis te.

Los rasgos fisiográficos identificados en el área son: antiguos cordones de playa, antiguas llanuras de inundación fluvial, playas, tómbolos y ganchos que pueden ser considerados como remanentes de antiguas formaciones costeras.

Los sedimentos lagunares fueron clasificados en cuatro -- grupos texturales, los cuales varían desde arenas gruesas hasta limos muy finos. El grupo predominante es el de las arenas finas a muy finas, las cuales comprenden 78 % de las muestras analizadas distribuidas ampliamente en el sustrato de las bahías y la plataforma continental.

El contenido porcentual de carbonatos totales varía de 2 a 94 %, estando la mayoría de los valores entre 4 y 20 %, los mayores porcentajes se obtuvieron dentro de la bahía Navahis--te en las estaciones 15 y 30 con valores de 55 y 94 % respectivamente. Los valores menores de 2 a 7 % corresponden en general, con los sedimentos arenosos de la plataforma.

Los sedimentos que cubren la superficie de las bahías San Ignacio y Navachiste, así como los de la plataforma, son de origen continental transportados hacia la cuenca de depósito principalmente los ríos Fuerte y Sinaloa.

II INTRODUCCION

JUSTIFICACION

Debido a las diversas necesidades de desarrollo en nuestro país y por consiguiente el mejor conocimiento de nuestros mares territorial y patrimonial; así como, de las lagunas litorales, bahías y estuarios, por lo que respecta a los recursos que en ellos se encuentran y la conservación de los mismos, dentro de los lineamientos y esfuerzos que hacen algunas instituciones, como la U.N.A.M., la Secretaría de Marina, entre otras; se realizó como una contribución al conocimiento de estos recursos, en el mes de noviembre del 91, un estudio sedimentológico marino en la porción noroeste del estado de Sinaloa, que comprende las bahías de San Ignacio y Navachiste parte de la plataforma continental.

Las áreas antes mencionadas, son importantes en la producción de alimentos, relacionado a las pesquerías. El conocimiento de la distribución de sedimentos en las lagunas litorales y bahías, está asociado a la posibilidad del mejor aprovechamiento en los cultivos y especies, tales como: el camarón, ostión, pata de mula, etc., ya que las larvas de estos organismos se desarrollan mejor en sedimentos limo-arcillosos que en otro tipo de sedimento. Así mismo en su etapa juvenil y de madurez, el habitat de estos crustáceos en zonas marinas está relacionado con sedimento de textura fina.

No obstante, la importancia del conocimiento sedimentológico, la exploración de los mares, lagunas litorales y bahías, es escasa, a pesar de contar con más de 2 000 000 km² que constituyen la zona económica exclusiva.

Dentro del ciclo de las rocas, vemos que la generación de sedimentos proviene del interperísmo y erosión de la roca madre, e implica los diversos tipos de transporte (saltación, suspensión y tracción), el cual se lleva a cabo por corrientes fluviales de gran magnitud, como los ríos, arroyos y el viento.

Al hablar de roca madre estamos considerando que éstas se encuentran en zonas positivas, al mencionar el interperísmo nos referimos a todas las condiciones climatológicas que afectan a la roca madre.

Por lo tanto, al hacer un estudio sedimentológico; implica conocer el marco geológico de las zonas adyacentes, la orografía, la hidrografía, clima y los procesos físico-químicos en las zonas receptoras de los sedimentos.

III OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar las características texturales de los sedimentos y su distribución en el área estudiada, así como el contenido de carbonatos y de materia orgánica en los detritos, para asociarlos desde un punto de vista económico con la producción biológica.

Objetivos Particulares.

- Conocer la dirección de transporte de los sedimentos y la -
dinámica a que han sido sometidos, con base en la distribu-
ción, por medio de la disminución del tamaño promedio de -
las partículas.
- Deducir la fuente de origen de los sedimentos.
- Describir los rasgos fisiográficos más notables del área, -
para determinar el carácter progredante de la región.

Los resultados obtenidos son una contribución al conoci-
miento geológico marino de la zona, así como, los procesos -
oceanográficos vinculados a disciplinas de aplicación tales -
como: Desarrollo de pesquerías, Ingeniería de costas, Ecolo-
gía marina, Exploración de minerales sedimentarios, entre -
otros.

ANTECEDENTES

Los trabajos sedimentológicos que se han realizado en la zona son escasos; sin embargo, se han desarrollado algunas investigaciones en áreas cercanas a la que nos ocupa, tocando - aspectos geológicos, biológicos, fisicoquímicos, geofísicos, climatológicos, etc., dentro de los cuales podemos mencionar algunos estudios que son de interés.

De los trabajos que se han efectuado en el Golfo de California, tenemos: Roden (1958), estudia aspectos oceanográficos y meteorológicos; Byrne y Emery (1960), describen los sedimentos a lo largo del Golfo (textura, composición y tasa de depositación); Curray (1961), hace una descripción de los cambios del nivel del mar en el cuaternario; Phleger y Ewing - (1962), realizan un estudio oceanográfico y sedimentológico - de las lagunas costeras de Baja California; Van Andel (1963), describe algunos aspectos de sedimentación reciente; Van Andel (1964), realiza una interpretación sobre la distribución, - transporte sedimentario, aportes y origen de los detritos, influencia batimétrica, morfología submarina y facies de plataforma, talud y cuencas oceánicas.

Contreras y Campos (1988), describen el comportamiento sedimentológico de la terraza continental sureste (plataforma y talud) del Golfo de California.

Investigaciones de tipo sedimentológico y geomorfológico de los litorales y plataforma realizadas en diversas localidades de Sonora y Sinaloa, las tenemos en: Curray y Moore (1963), sedimentos e historia de la costa de Nayarit; Curray (1964), progradacion deltaica de la terraza continental del Pleistoceno de la costa de Nayarit; Curray (1969), historia de la planicie costera en las lagunas de Nayarit; Lecuanda - (1967), trata aspectos sedimentológicos relacionados con sedimentos detríticos; López (1986), describe las características morfológicas y sedimentológicas en la plataforma continental de Sinaloa.

Algunos estudios realizados en sistemas lagunares, bahías y esteros los encontramos en: Phleger y Ayala (1969), - en su trabajo describen la geología marina de las bahías Topolobampo y Ohuira, y del estero Lechugilla; Alba et al - (1979), estudian la bahía de Puerto Viejo, Mazatlán; para conocer la distribución de sedimentos y la dirección prevalente de depósito en base a sus atributos texturales, estructurales y mineralógicos; Ayala et al (1980) describen - las características texturales de los sedimentos y su distribución

bución, analizando los procesos que actúan sobre la sedimentación, tales como marea, viento y corrientes de litoral, en la región de Yavaros, Sonora; otros estudios referentes a determinar las características geomorfológicas y sedimentológicas de las lagunas Agiabampo y de la región circundante fueron hechos por Ayala et al (1990).

Otros trabajos realizados en el Golfo de México, efectuados en las lagunas El Carmen, Pajonal y la Machona, Tabasco y en el sistema lagunas Atasta-Pom. Campeche, se hicieron estudios para determinar las características geomorfológicas y sedimentológicas; efectuados por Gutiérrez-Estrada et al - (1982) y (1983) respectivamente; Méndez et al (1986), estudió la importancia de la granulometría en la distribución de organismos bentónicos. Estudio de playas en el Estado de Veracruz.

Con respecto a estudios de contenido de carbón orgánico se citarán únicamente, por estar muy cerca del área de estudio, los siguientes trabajos: García (1989), materia orgánica en los sedimentos de la plataforma sureste del Golfo de California, relaciones ecológicas y granulométricas; Muhech (1990), distribución granulométrica y contenido de carbón orgánico en sedimentos de las bahías de Dhúira, Topolobampo y Santa María Sinaloa; Muhech (1991), distribución granulométrica y contenido de carbono orgánico en los sedimentos del

sistema lagunar Teacapan - Agua Brava, Sinaloa, Nayarit.

En lo que se refiere a trabajos relacionados con la geología del área, podemos citar el trabajo de Weed (1902), en el cual describe una sección a través de la Sierra Madre Occidental en los estados de Chihuahua y Sinaloa; en este aspecto Hisazumi (1929), realiza un informe geológico preliminar de la parte norte del estado de Sinaloa; así como Mina (1950), tocante a este aspecto efectúa unas notas para la geología de Sinaloa; De Cserna (1961), hace un mapa geológico de reconocimiento y secciones estructurales de la región de San Blas y el fuerte, estados de Sinaloa y Sonora. Rodríguez y Córdoba (Inst. Geología) hacen la cartografía geológica del Edo. de Sinaloa.

Moran (1984), en su descripción de la geología de Sonora y Sinaloa, menciona que la Llanura Costera del Pacífico "se caracteriza por el desarrollo de una planicie constituida por la evolución de un sistema de deltas que han avanzado paulatinamente hacia el oeste". Entre los deltas que se incluyen en el área, se tienen las desembocaduras de los ríos Fuerte y Sinaloa. Este mismo autor menciona que dichos deltas han cubierto prominencias rocosas constituidas antiguamente como islas.

El litoral presenta desarrollo de acumulaciones arenosas producto de la acción de las corrientes litorales, las mareas y el oleaje, que han re trabajado los sedimentos deltaicos formando diversas estructuras costeras (Moran op. cit.).

Referente a la Plataforma Continental (Van Andel op. cit.), en su descripción del Golfo de California menciona, que hacia el sur de Guaymas existe una extensa planicie costera, de sedimentos deltaicos y costeros del cuaternario, que bordean la alta cordillera de la Sierra Madre Occidental. También indica que hacia el sur del delta del Río Fuerte el quiebre de la plataforma-talud ocurre entre los 180 y 220 m. y que el talud superior es por lo general suave y ligero, lo que indica que se trata de una terraza deposicional de subsidencia lenta. Por otro lado, las islas rocosas y muchos afloramientos volcánicos dentro del delta, indican la presencia de una cobertura sedimentaria delgada sobre un sustrato irregular.

Desarrollo de plataforma similares se presentan en la región de la bahía Kino, donse se encuentra una terraza deposicional larga y redondeada y sin un rompimiento brusco entre la plataforma y el talud (Contreras y Campos, 1988).

IV AREA DE ESTUDIO

LOCALIZACION

El área de estudio se encuentra en el litoral noroccidental de la República Mexicana, en la porción Norte de la costa del estado de Sinaloa; comprende las bahías de San Ignacio y Navachiste, y parte de la plataforma continental.

El área se ubica entre los paralelos 25° 20' y 25° 34' de latitud Norte y los meridianos 108° 40' y 109° 03' de longitud oeste, figuras 1 y 2.

La zona de estudio ocupa una superficie de 100,000 hectáreas aproximadamente y cuenta con dos lagunas y dos canales principales, que de acuerdo a la toponimia del lugar se les llama "bahías", siendo la de mayor área la Bahía Navachiste.

De acuerdo con Contreras (1985), la bahía San Ignacio se localiza en la costa norte de Sinaloa, entre los paralelos 25° 27' y 25° 30' de latitud norte y los meridianos 108° 51' y 109° 02' de longitud oeste. Se encuentra semicerrada por la Isla de San Ignacio; al Oeste se comunica con el Golfo de California y al este con la Bahía Navachiste. Se ubica al sur de la Sierra Navachiste.

Lankford (1977), hace una clasificación regional y la considera del tipo II-A, la cual está caracterizada por:

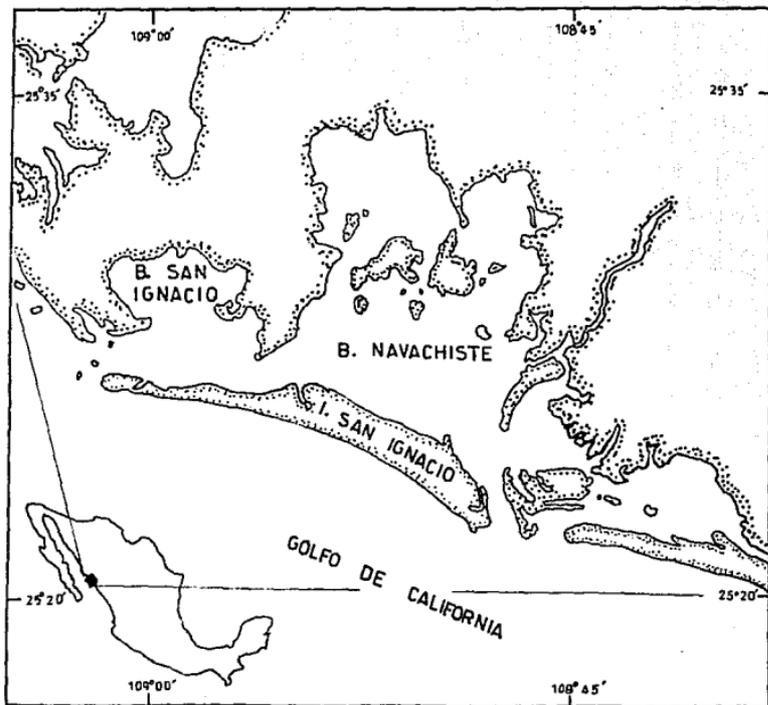


FIG. 1. UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

(VERGARA M. S., TESIS PROFESIONAL, FAC. DE ING., UNAM, 1993.)

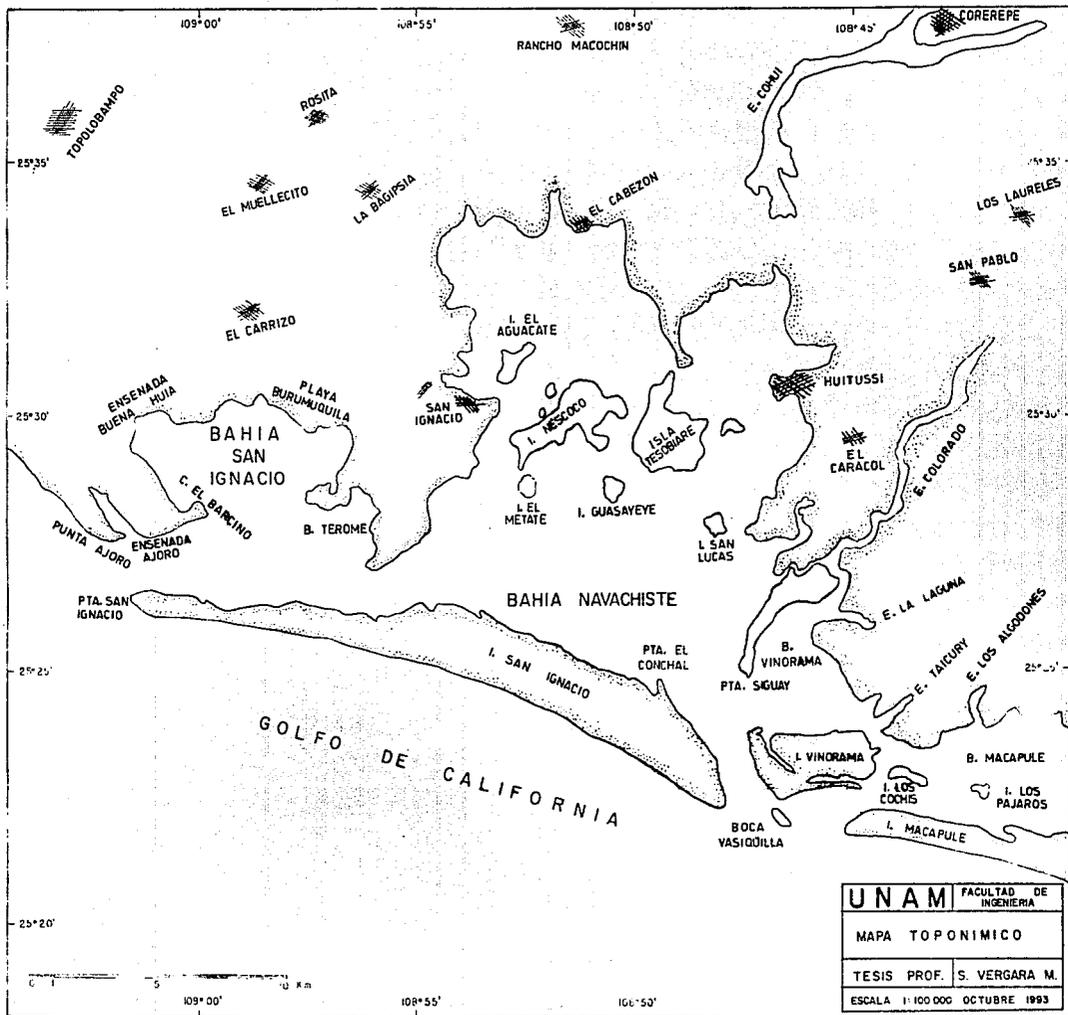


FIG. 2. TOPONIMIA DEL AREA DE ESTUDIO

TIPO II. Sedimentación terrígena diferencial. Lagunas -
costeras asociadas con sistemas deltáicos fluviales pro-
ducidos por sedimentación irregular o subsidencias de -
superficie que causa la compactación de los efectos de -
carga. Se formaron y varios se han modificado durante -
los últimos 5 mil años; algunos otros son muy jóvenes -
geológicamente (cientos de años). Se forma rápidamente
barreras arenosas, que envuelven depresiones marginales
o intra deltáicas muy someras; deltas de insumo de sedi-
mentos bajos que pueden ser someros y frecuentemente efí-
meras, lagunas elongadas entre montículos de playa.

A. Depresión intradeltáica y marginal. Presenta típicas
barreras arenosas; el escurrimiento puede ser directo o
el agua del río puede entrar a las lagunas a través de -
ensenadas; ocurren rápidamente modificaciones en la for-
ma y batimetría; la energía es usualmente baja, excepto
en los canales y ensenadas; hay salinidad típicamente ba-
ja, pero puede mostrar estacionalidad y variaciones cor-
tas en tiempo.

Carranza - Edwards et al (1975) la registra en la unidad
VII. A continuación se describe.

UNIDAD VII. Se ubica dentro de la Planicie Costera Noroccidental limitada al sur por el extremo occidental de la Cordillera Neovolcánica (Tamayo, 1970). Fisiográficamente se localiza dentro de la Llanura Costera de Sinaloa propuesta por Alvarez (1962).

Se encuentra relacionada con una plataforma continental amplia, de posible carácter deposicional. Parece ser que esta unidad se ha desplazado unos 300 km, respecto de la unidad VI (Rusnak, et al., 1964).

El límite occidental de la unidad VII está controlado por un patrón NW - SE de fallas de bloque del Sistema San Andrés.

Las rocas asociadas son muy variables tanto litológica - como cronológicamente en los dos tercios septentrionales. Hacia el tercio Sur dominan rocas volcánicas terciarias.

La llanura costera, desde Mazatlán a los Mochis, Sinaloa forma un plano inclinado hacia el suroeste, razón por la cual en ésta región el curso de los ríos es normal a la costa.

Clasificación. De acuerdo al criterio tectónico sugerido por Inman y Nordstrom (1971), en esta unidad se tendrían costas de arrastre de neo - eje.

Desde un punto de vista geomorfológico y genético (Shepard, 1973) se pueden tener en términos generales tres tipos de costas:

Costas Primarias, por depositación subaérea, depositación de ríos, costas de complejos deltáicos.

Costas primarias, depositación subaérea, depositación por vientos, costas con dunas. Costas primarias, formadas por movimientos diastróficos, costas de falla, costas de "rift". Costas secundarias, por depositación marina, planicies aluviales.

La bahía Navachiste se ubica en la costa de Sinaloa (Contreras, op. cit.), entre los paralelos 25° 22' y 25° 34' de latitud norte y los meridianos 108° 42' y 108° 56' de longitud oeste. Se encuentra semicerrada por la Isla de San Ignacio; al oeste se comunica con la bahía San Ignacio, al sur con el Golfo de California y al sureste con la bahía Macapule; la boca de este sector sureste está dividido en dos por una isla arenosa denominada "Vinorama", formada por la influencia de corrientes litorales y corrientes de marea de entrada y salida a las lagunas. Algunos autores lo denominan como canales, y hay que hacer la aclaración que son canales de mareas.

Lankford op - cit., la define en el tipo III-A, el cual se describe a continuación:

TIPO III. Plataforma de barrera interna. Depresiones - inundadas en los márgenes internos del borde continental, al que rodean superficies terrígenas en sus márgenes internos y al que protegen del mar barreras arenosas producidas por corrientes y olas. La antigüedad de la formación de la barrera data del establecimiento del nivel - del agua actual, dentro de los últimos 5 mil años. Los - ejes de orientación paralelos a la costa. Batimetricamente son típicamente muy someros, excepto en los canales - erosionados, modificados principalmente por procesos litorales como actividad de huracanes o vientos; se localiza sedimentación terrígena. "Laguna Costera Típica", aparece a lo largo de planicies costeras de bajo relieve - con energía de intermedia a alta.

A. Barrera de Gilbert Beaumont. Barreras arenosas externas, ocasionalmente múltiples; escurrimiento ausente o - muy localizado; forma y batimetría modificadas por la acción de las mareas, oleajes producidos por tormenta, arena traída por viento y presencia de corrientes locales - que tienden a segmentar las lagunas; energía relativamente baja, excepto en los canales y durante condiciones de tormenta; salinidad variable, según las zonas climáticas.

Pertenece a la unidad VII de Carranza Edwards et al. (op cit.), descrita anteriormente.

Dentro de la bahía Navachiste se encuentran en la parte central, las islas Nescoco, Tesobiare, y hacia el norte de esta se ubica la isla El Aguacate; y al sur de la misma, se localizan las islas El Metate y Guasayeye, y existen otras muy pequeñas situadas en diferentes puntos: I. San Lucas, I. Desoquiara e I. La Ventana; también, hacia la parte sureste de la bahía Navachiste, se encuentra una pequeña bahía conocida localmente como bahía "Vinorama".

VIAS DE ACCESO

El acceso a la zona se puede efectuar por vía aérea, a través del aeropuerto de los Mochis; vía férrea de oriente a poniente por el Ferrocarril Chihuahua - Pacífico, con terminal en Topolobampo y por vía terrestre. A través de la carretera federal N° 15 hasta el poblado de Benito Juárez, y de esta localidad se dirige hacia el Oeste por carretera pavimentada pasando por los poblados de Los Laureles y Emiliano Zapata, hasta el poblado de Huitussi; o por la carretera federal N° 15 hasta el poblado de Guayparime para dirigirse al Oeste pasando por el poblado de Bachoco y de ahí por un camino de terracería hasta el poblado de San Ignacio.

CLIMA

De acuerdo a la carta de climas de la República Mexicana, I.N.E.G.I. (1984), y al sistema de clasificación climática de Koppen, modificado por E. García (1973), en la región domina el clima tipo BW (h') w (e), caracterizado por un clima cálido, muy seco, con temperatura media anual sobre 22°C y media del mes más frío de 18°C, con lluvias en verano, la precipitación pluvial promedio es de 302 mm anuales, los meses lluviosos comprenden de julio a octubre, un porcentaje de lluvia in vernal entre 5 y 10.2 de la total anual; la oscilación térmica es entre 7°C y 14°C.

HIDROGRAFIA

La red hidrográfica del área pertenece en términos generales a la vertiente Occidental y se ubica dentro de la región hidrológica N° 10 (S.A.R.H., 1975). Todas sus corrientes se generan en la vertiente oeste de la Sierra Madre Occidental, o en sus estribaciones. Abarca una superficie aproximada de 103,212 km², lo que la sitúa en el sexto lugar, atendiendo a la extensión de las demás regiones hidrológicas del país. Está relacionada, orográficamente, con un bloque montañoso constituido principalmente por la Sierra Madre Occidental, en un tramo sensiblemente paralelo a la costa del Golfo de California.

Las corrientes principales, que tienen mayor influencia en el área estudiada, son los ríos, Fuerte y Sinaloa. A continuación, se mencionan algunos aspectos importantes de estos ríos para el desarrollo del trabajo; los datos fueron extraídos del boletín hidrológico (S.A.R.H., op. cit.), que estudia dicha región.

El Río Fuerte. Su cuenca es la más importante de la Región Hidrológica N° 10, tanto por su extensión como por los escurrimientos que en ella se generan, y las obras que se han realizado. Abarca un área total de 35,590 km² hasta San Blas. Comprende aproximadamente 5,919 de km² en Sinaloa.

El río Fuerte toma este nombre a partir de la confluencia del Río Urique y el Río San Miguel, provenientes ambos de la Sierra Madre Occidental, el cual recibe por su margen derecha primero, las aguas del Río Urique y después las del Río Chinipas, en las cercanías del punto donde coinciden los límites de los estados de Chihuahua, Sonora y Sinaloa. En este lugar cambia su dirección hacia el sur y ya dentro del estado de Sinaloa recibe su afluente derecho, el Río Choix, a la altura de la población de Agua Caliente de Lanfar; cambia su curso nuevamente hacia el oeste penetrando así en el estado de Sonora donde recibe arroyos que provienen de la Sierra de Bavispe y Tepalcate, como el arroyo Jáguare y el arroyo las Tablas. Después de un corto recorrido por Sonora se interna nuevamente en el estado de Sinaloa para descargar sus aguas en la Presa Miguel Hidalgo, sigue una trayectoria sinuosa con dirección suroeste; pasa por la población de El Fuerte recibiendo; aguas abajo de dicha población y por la margen izquierda, el arroyo Barotín. Aguas abajo de la confluencia anterior recibe la aportación de el arroyo Alamos por la margen derecha y finalmente, antes de pasar por San Blas recibe la última aportación de importancia, el arroyo Sivajahui, por la margen izquierda. Existen numerosos canales y cauces no descritos, ajenos a la cuenca, así como numerosas obras hidráulicas, caminos, etc., que complican la hidrografía y únicamente

permiten identificar el curso del Río que, con dirección suroeste va de San Blas hacia los Tastes, donde cambia su dirección al oeste hasta Higuera de Zaragoza, sitio en que vuelve a desviarse, ahora hacia el suroeste para ir a desembocar, finalmente en la Bahía del Caracol al norte de Topolobampo, en el Golfo de California, en un sitio donde se forma un amplio médano conocido como médano de las piedras.

Río Sinaloa. Nace en el Cerro Mohinora, perteneciente a la Sierra Madre Occidental en el estado de Chihuahua, conociéndosele en sus orígenes como Río Petatlán. Sigue una trayectoria de este a oeste, penetra al estado de Sinaloa donde sigue con rumbo general noroeste y después suroeste. Recibe la aportación de varios arroyos, entre los que se mencionan Los Molinos, San José de Gracia y el Río Las Tahonas, pasando por las poblaciones de Bacubirito y de Sinaloa de Leyva. Ya en la zona baja recibe la confluencia, por la margen derecha, del Arroyo Cabrera y del arroyo Ocoroni y, finalmente desemboca en el Golfo de California.

BATIMETRIA

Las bahías son someras, con un valor máximo de 10 m en la boca de la bahía Navachiste (fig. 3). El fondo de las bahías es sensiblemente plano y sus rasgos geomorfológicos son: 1) canales naturales; 2) dos canales principales ubicados en las bocas de acceso al sistema de bahías; 3) islas volcánicas; 4) islas barrera, tómbolos y ganchos.

En la bahía Navachiste hay algunas islas grandes entre las que destacan las islas Nescoco, Tesobiare y El Aguacate y varios islotes. En las bocas lagunares, los rasgos batimétricos dominantes son los canales de marea estables y bien desarrollados, hacia el interior de las bahías.

La amplitud de la boca de la isla San Ignacio es de 2 km con una profundidad de 7 m, la de la bahía Navachiste es de 2 km y su profundidad es de 10 m. En el sistema de bahías, el intercambio de agua con el Golfo de California es considerable, ya que la proporción de intercambio de agua y las velocidades de flujo y reflujo de las mareas están en relación al tamaño, la forma, el número y la amplitud de las bocas que, a mayor velocidad de las corrientes, los canales tienden a ser más profundos y a incrementar la amplitud de las bocas, favoreciendo la migración o la erosión de los canales naturales de marea (Contreras, 1985).

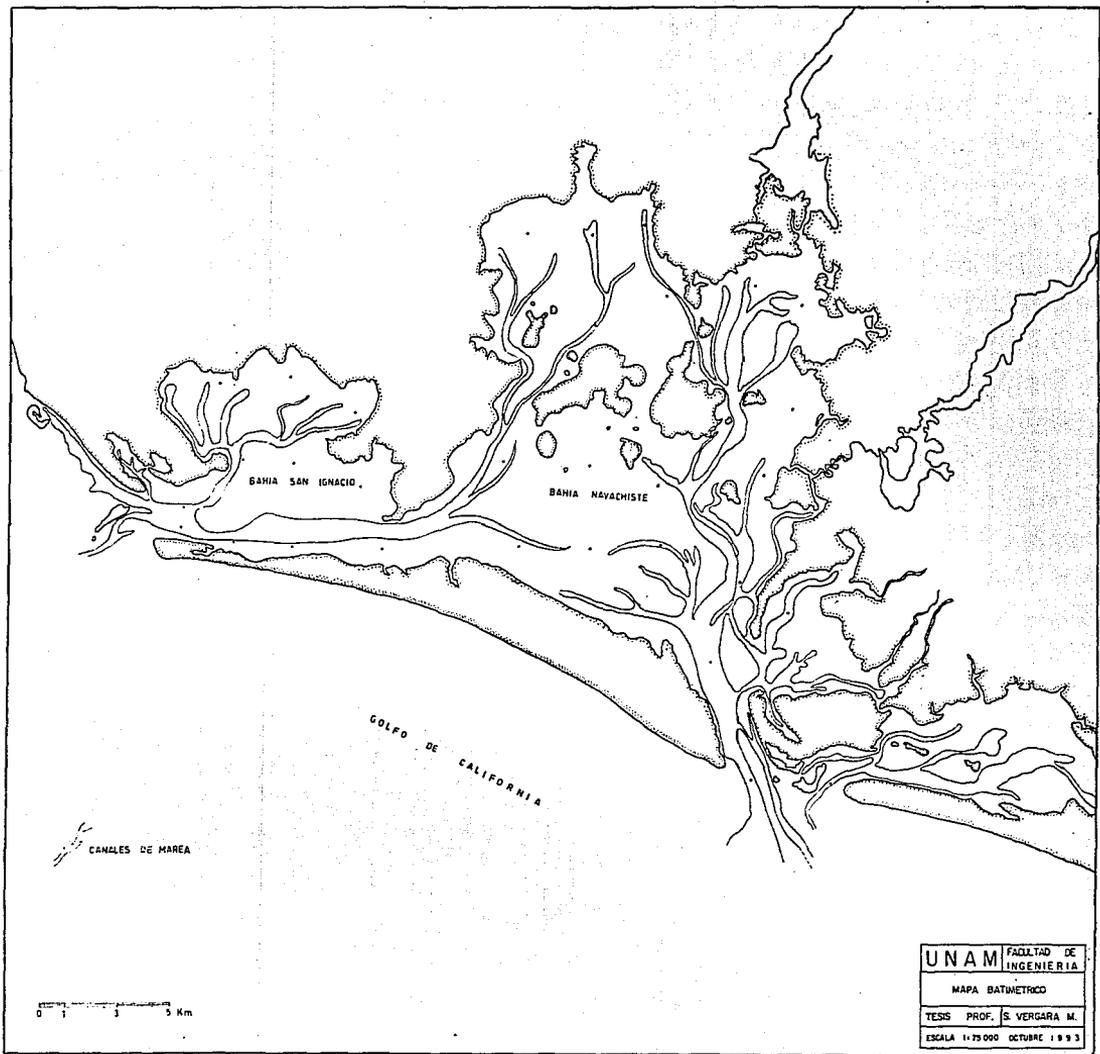


FIG. 3 BATIMETRIA DEL AREA DE ESTUDIO

SUELOS

La zona de estudio tiene cuatro diferentes tipos de suelos, todos ellos referidos a las islas, islotes, zonas de marismas y planicies costeras que rodean el área.

Por el propósito del trabajo se consideró la descripción que hace la Carta Geológica del I.N.E.G.I. (1984), ya que más que tratar los tipos de suelos, dá una información muy provechosa de los ambientes sedimentarios subaéreos. En la figura 4 se muestran las zonas de cada uno de los suelos que se presentan en el área estudiada, y se hace un breve análisis de los constituyentes de cada uno de ellos (I.N.E.G.I., 1984):

Ambiente Litoral.- Constituido por arena suelta de grano fino, depositada por los movimientos de intermareas; sus componentes principales son: cuarzo, feldespato, fragmentos de conchas, de rocas volcánicas y de manganeso. Se localizan por grupos de alineaciones paralelas que forman barras, ganchos, tómbolos y playas; atestiguan indicios de antiguas líneas de costa y regresión marina del Reciente. En algunos lugares está cubierto por dunas.

Ambiente Lacustre.- Esta constituido por arcilla limosa expansiva de poco espesor, sobreyace a arena fina y su color rosa cambia a café rojizo cuando se humedece. Sufre contaminación salina debido a la invasión intermitente del mar sobre el continente. Su morfología es de planicie y se encuentra a lo largo de la línea de costa.

Ambiente Eólico.- Este material arenoso ha sido transportado y depositado por procesos eólicos que han desarrollado - cerca de la costa, cordones de dunas asimétricos, subparalelas entre sí, algunas con altura hasta de 30 m. Las dunas cuyos componentes principales son: cuarzo, feldespato, escasos fragmentos finos de roca volcánica y conchas, son de grano fino de color amarillo claro, sin consolidar, con estratificación cruzada.

Ambiente Aluvial.- Está compuesto por grava, arena, limo y arcilla no consolidada, su granulometría varía de material grueso al pie de la sierra a fino en los valles y en la costa, su color es café claro. Se originó por los depósitos de material detrítico que generaron los ríos Fuerte y Sinaloa al unir sus deltas en la región de la actual bahía de Topolobampo, la cual es de origen tectónico (Rodríguez y Córdoba, 1978). Estos materiales, rodearon a prominencias rocosas que formaban antiguas islas. Actualmente las formas deltaicas son de tipo lobado en su desembocadura y de extensa planicie en la mayor parte del área.

GEOMORFOLOGIA

El área de estudio se localiza en el estado de Sinaloa y fisiográficamente, de acuerdo a la clasificación de Raisz - (1964), pertenece a la subprovincia costa de Sinaloa y Nayarit.

Se presentan tres unidades geomorfológicas que destacan: la primera de montañas complejas, se halla en la porción nor-este; la segunda la constituyen montañas volcánicas que se localizan al norte de Villa Ahome, al sureste de Topolobampo y al sur de Guamuchil y la tercera unidad es una extensa planicie con orientación noroeste - sureste que ocupa la mayor parte del área (I.N.E.G.I., 1984).

La primera unidad es formada por movimientos tectónicos e intrusiones ígneas que plegaron, fallaron y fracturaron rocas metamórficas, sedimentarias y volcánicas, cuya edad varía del Paleozoico Superior al Terciario. Estas montañas se encuentran disectadas por angostos y profundos cañones con orientación preferencial noreste - suroeste (I.N.E.G.I., op. cit.).

La segunda unidad está constituida por derrames y emisiones de material ígneo extrusivo de composición ácida, intermedia y básica que tuvieron su origen durante los eventos que conformaron la Sierra Madre Occidental y la apertura del Golfo de California, en un período que va del Terciario Medio al Cuaternario. Su relieve es de picachos y mesetas irregulares disectadas por angostos cañones, rellenos en su base por material clástico continental del Reciente (S.P.P., 1982).

La tercera unidad corresponde a los deltas desarrollados por los ríos Fuerte y Sinaloa, con acumulaciones de material detrítico del Reciente que rodean prominencias que correspondieron a antiguas islas. En la franja costera hay estuarios y depósitos arenosos que han sido depositados por las corrientes litorales, mareas, vientos y oleaje, dando lugar a la formación de dunas, barreras, islas de barrera y tómbolos. Estos materiales pertenecen a antiguas líneas de costa y sugieren una regresión (I.N.E.G.I., 1984).

De acuerdo a las características anteriormente citadas se consideran tres etapas geomorfológicas: 1) de madurez en las montañas complejas y volcánicas, 2) de rejuvenecimiento en los materiales clásticos del Plioceno y Cuaternario que se localizan al pie de las primeras y 3) de juventud temprana en la planicie.

El relieve es de marcado contraste, las sierras situadas en el este alcanzan elevaciones de 2900 m snm, entre ellas sobresale la Sierra Madre Occidental, cuya orientación dominante es noroeste - sureste. Hacia el oeste las elevaciones disminuyen gradualmente, las sierras y lomas con promedios de altura de 1000 m snm, separadas por pequeños valles, marcan la transición con la planicie costera, en donde se encuentra ubicada la zona (I.N.E.G.I., op. cit.).

La Sierra Madre Occidental por su magnitud y extensión - representa el principal elemento geomorfológico. Los materiales que la componen son principalmente piroclásticos y escasos derrames lávicos con poca inclinación, por lo que presentan aspecto de meseta. La topografía es abrupta, disectada - por profundos cañones, que por sus características geomorfológicas se encuentran dentro de la etapa juvenil. La planicie - costera del Pacífico muestra pendiente suave, zonas de inundación, gran cantidad de meandros abandonados y escasos afloramientos de roca.

GEOLOGIA

Las unidades litológicas cercanas al área abarcan un rango estratigráfico del Paleozoico Superior al Reciente, I.N.E. G.I. (1984).

La secuencia del Paleozoico Superior es la más antigua y está representada por rocas metamórficas de carácter regional; esquistos de clorita y sericita, derivados de rocas pelíticas con intercalaciones calcáreas y de arenisca (Rodríguez y Córdoba, 1978).

Las rocas del Mesozoico son unidades metavolcánicas del Triásico - Jurásico, derivadas de toba y brecha volcánica de composición ácida, afectadas por metamorfismo dinámico (Rodríguez y Córdoba op. cit.).

El Jurásico se encuentra representado por una secuencia volcanosedimentaria, que fué afectada posteriormente por metamorfismo cataclástico y alteración hidrotermal. Está compuesta por derrames lávicos andesíticos con intercalaciones detriticas y calcáreas, correlacionables con los desarrollos de arco insular y mar marginal (Campa, 1978), a estas últimas unidades sobreyacen en discordancia erosional depósitos calcáreos, pelíticos y evaporíticos, formados en ambiente batial y somera respectivamente durante el Cretácico Inferior.

El Cretácico Superior sobreyace en discordancia erosional a las rocas metamórficas del Triásico y Jurásico, constituidas por depósitos volcanoclásticos y sedimentos detríticos de composición intermedia, acompañados por derrames lávicos - andesíticos. Estos materiales se muestran deformados, y alterados por hidrotermalismo.

Durante el Cretácico y Principios del Terciario, se emplazaron cuerpos plutónicos de granito, granodiorita, hornblendita y diques aplíticos, que intrusieron las secuencias antes mencionadas.

La era Cenozoica se inicia con derrames andesíticos que subyacen a eventos volcánicos de composición ácida, compuestos por potentes espesores de coladas y emisiones piroclásticas, que atestiguan uno de los eventos volcánicos más notables ocurridos en el país, durante el Oligoceno-Mioceno, y que conformó la Sierra Madre Occidental. (I.N.E.G.I. 1984).

A finales del terciario los eventos volcánicos son de composición intermedia y básica. En este periodo y el Cuaternario se depositaron sedimentos clásticos continentales que rellenaron las fosas tectónicas.

Finalmente durante el Cuaternario, hubo coladas de basalto de olivino y emisiones piroclásticas de composición básica que constituyen el último evento volcánico; así como depósitos de clásticos gruesos, medianos y finos de origen aluvial, eólico, litoral y lacustre. (INEGI. 1984).

A continuación se describen las unidades litológicas más importantes (fig. 4), que se localizan dentro del área, que influyen en los depósitos sedimentarios.

LITOLOGIA

Andesita - Brecha Volcánica Intermedia Ts(A- Bvi). La -
 constituyen derrames y material piroclástico de composición -
 intermedia, localizados alrededor de la bahía San Ignacio, -
 formando la Sierra de Navachiste. La andesita subyace y esta
 intercalada con brecha volcánica intermedia, se halla fractu-
 rada intensamente; en algunos lugares tiene alteración hidro-
 termal. Su color en superficie fresca es gris claro y oscuro,
 al intemperismo se torna café claro; su textura es holocrista
 lina y microcristalina porfídica, contiene minerales de plagio
 clasa sódica y cálcica, pigeonita, lamprobolita, hiperstena,
 biotita, circón y hematita, aflora en la ribera norte de la -
 bahía Navachiste formada por el "Cerro Cabezón", y en la par-
 te central de la misma bahía formando las islas Nescoco, Teso
 biare y otras de menor tamaño. La brecha volcánica contiene -
 fragmentos angulosos de rocas ígneas extrusivas intermedias,
 textura microcristalina y estructura piroclástica, localizada
 al norte de la bahía San Ignacio. Dentro de esta unidad se ob
 servan en forma aislada intercalaciones de material epiclásti
 co y arena tobácea. Se correlaciona con la formación Comodú
 del Mioceno, que es una secuencia de material volcánico y vol
 canoclástico, (Mina M. 1957), la morfología que expresan es -
 de sierras sepultadas y escalonadas con parteaguas agudo, -
 (I.N.E.G.I., 1984).

Basalto - Brecha Volcánica Básica Q (B-Bvb). La integra una alternancia de lavas y material piroclástico de composición básica. El basalto está compuesto por minerales de plagioclasa cálcica, olivino, hematita y magnetita, con matriz vítrea; su estructura es compacta y vesicular y se encuentra intensamente fracturada. La roca presenta una coloración que varía de negro a rojo, al intemperizarse adquiere coloración café. La brecha contiene fragmentos subangulosos de rocas ígneas extrusivas básicas e intermedias con minerales de plagioclasa sódica, olivino y hematita; los afloramientos se localizan al noroeste y este de la bahía San Ignacio; es de color rojo y café, de textura micro cristalina, estructura piroclástica, en matriz areno tobácea. Sobreyace discordantemente a la secuencia volcánica básica, intermedia y volcanoclástica del Terciario Superior. Su expresión morfológica es de lomeríos y mesetas, éstas en algunos flancos presentan pendientes verticales, (I.N.E.G.I. 1984); coincidiendo con Ledezma - Guerrero et al (1974).

Aluvi6n, Q (Al). Unidad de dep6sitos de arena, grava, limo y arcilla sin consolidar, que han sido depositados por los r6os y arroyo del 6rea, dando as6 lugar a una gran planicie costera que rodea el 6rea estudiada, Malpica - Cruz et al (1975).

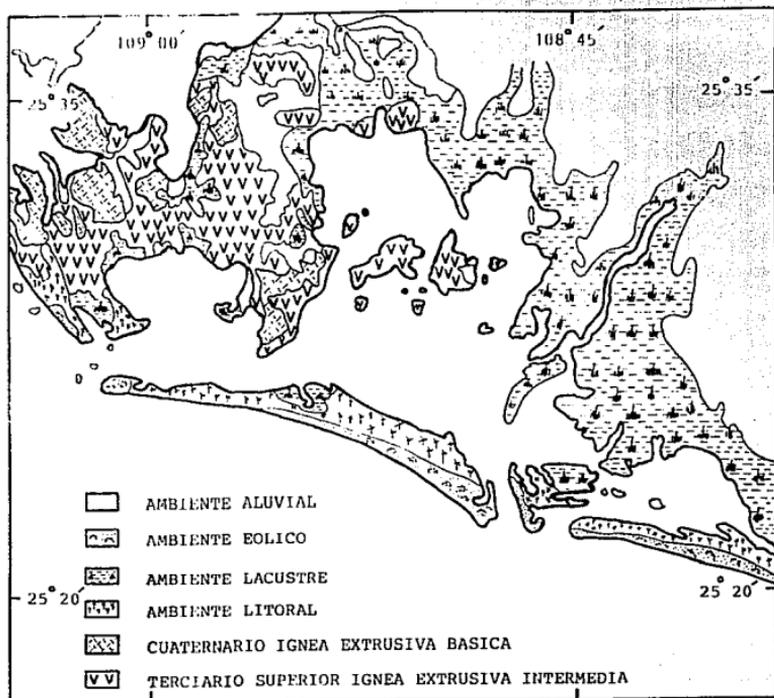


FIG. 4. GEOLOGIA Y AMBIENTES SEDIMENTARIOS SUBAEREOS (OBTENIDO DE LA CARTA GEOLOGICA "LOS MOCHIS", S.P.P., 1984)

(VERGARA M. S., TESIS PROFESIONAL, FAC. DE ING., UNAM, 1993)

V METODOS DE TRABAJO

DE CAMPO

Para llevar a cabo este trabajo se planeó una red de muestreo en la que estuviera contemplada la mayor parte de la zona en cuestión (ver figura 5). Tabla I.

Las muestras se obtuvieron a bordo de una lancha con motor fuera de borda tipo "panga", habiéndose recuperado muestras en 56 estaciones, las cuales se distribuyeron de tal manera que cubrieron toda el área de las bahías San Ignacio y Navachiste, así como de la Plataforma Continental; con una separación aproximada entre estación y estación de dos millas. Dicha recuperación se llevo a cabo con una draga tipo "Pettersson" con capacidad de 10.5 litros. sujeta a una cuerda de nylon de 3/4 de pulgada de diámetro y 25 m. de longitud. La profundidad de recuperación del sedimento se realizó entre 1 a 10 m. dentro de las bahías y entre 1 a 20 m en la plataforma. Del material obtenido con la draga se tomo un kilogramo del sedimento más superficial y se guardo en una bolsa doble de polietileno previamente rotuladas con los datos de campo. Así mismo en la libreta de control se anotaron las características del sedimento como: textura observable y color del sedimento in situ, comparado con la tabla de colores estándar preparada por la Geological Society of America (1984), tabla 2.

BAHIA	Nº DE EST.	LATID	LONGITUD
S	1	25º 26' 50"	109º 00' 50"
A	2	25º 27' 30"	109º 00' 50"
N	3	25º 26' 50"	108º 59' 40"
	4	25º 28' 30"	108º 59' 30"
I	5	25º 29' 50"	108º 59' 50"
G	6	25º 29' 50"	108º 58' 30"
N	7	25º 28' 30"	108º 58' 15"
A	8	25º 26' 45"	108º 58' 10"
C	9	25º 26' 30"	108º 56' 10"
I	10	25º 28' 00"	108º 57' 00"
O	11	25º 29' 20"	108º 57' 30"
<hr/>			
BAHIA	12	25º 26' 30"	108º 53' 40"
	13	25º 28' 00"	108º 53' 35"
N	15	25º 33' 10"	108º 53' 30"
	16	25º 33' 10"	108º 51' 50"
A	17	25º 31' 30"	108º 51' 45"
	18	25º 28' 00"	108º 51' 40"
V	19	25º 26' 30"	108º 51' 30"
	20	25º 26' 30"	108º 49' 50"
A	21	25º 28' 00"	108º 49' 50"
	22	25º 31' 45"	108º 50' 00"
C	23	25º 33' 10"	108º 50' 45"
	24	25º 31' 50"	108º 48' 10"
H	25	25º 28' 45"	108º 47' 45"
	26	25º 26' 30"	108º 48' 00"
I	27	25º 24' 30"	108º 48' 15"
	28	25º 25' 45"	108º 46' 15"
S	29	25º 29' 45"	108º 46' 45"
	30	25º 31' 45"	108º 46' 50"
T	31	25º 22' 00"	108º 45' 30"
	32	25º 22' 00"	108º 47' 15"
<hr/>			
	18A	25º 20' 30"	108º 41' 00"
	25A	25º 20' 30"	108º 43' 00"
P	29A	25º 20' 30"	108º 44' 45"
	33	25º 22' 00"	108º 49' 30"
L	34	25º 22' 00"	108º 50' 50"
	35	25º 22' 00"	108º 52' 15"
A	36	25º 22' 00"	108º 53' 50"
	36A	25º 20' 30"	108º 46' 50"
T	37	25º 22' 00"	108º 55' 30"
	38	25º 22' 00"	108º 59' 00"
A	42	25º 23' 30"	109º 02' 00"
	43	25º 23' 30"	109º 00' 20"
F	44	25º 23' 30"	108º 58' 40"
	44A	25º 20' 30"	108º 48' 30"
O	45	25º 23' 30"	108º 57' 10"
	46	25º 23' 30"	108º 55' 40"
R	47	25º 23' 30"	108º 54' 00"
	48	25º 23' 30"	108º 52' 45"
M	49	25º 23' 30"	108º 51' 05"
	49A	25º 20' 30"	108º 50' 00"
A	58A	25º 20' 30"	108º 51' 45"
	60A	25º 21' 15"	108º 52' 00"
	62A	25º 20' 40"	108º 53' 20"
	71A	25º 20' 40"	108º 54' 50"

Tabla 1 Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo.

BAHIA	ESTACION	COLOR	CLAVE
S A N I G N A C I O	1 1	Café Dusky	5 y R 2/2
	1 2	Negro Oliva	5 y 2/1
	3	Negro Oliva	5 y 2/1
	4	Café Amarillento Dusky	10 y R 2/2
	5	Negro	N1
	6	Negro	N1
	7	Negro	N1
	8	Negro Grisáceo	N2
	9	Negro Cafesoso	5 y R 2/1
	10	Negro Grisáceo	N2
	11	Negro Oliva	5 Y 2/1
	12	Negro Oliva	5 Y 2/1
	13	Negro Cafesoso	5 Y R 2/1
	15	Negro Oliva	5 Y 2/1
	16	Gris Oscuro	N3
	N A V A C H I S T E	17	Negro Oliva
18		Negro Oliva	5 Y 2/1
19		Negro Grisáceo	N2
20		Negro Oliva	5 Y 2/1
21		Negro Oliva	5 Y 2/1
22		Negro Oliva	5 Y 2/1
23		Gris Oliva	5 Y 3/2
24		Gris Oliva	5 Y 3/2
25		Negro Oliva	5 Y 2/1
26		Negro Cafesoso	5 Y R 2/1
27		Negro Cafesoso	5 Y R 2/1
28		Negro Cafesoso	5 Y R 2/1
29		Gris Oliva	5 Y 3/2
30		Gris Oliva	5 Y 3/2
31		Café Amarillento Dusky	10 Y R 2/2
P L A T A F O R M A		32	Café Amarillento Obsc.
	18D	Negro Verdoso	5G 2/1
	25D	Negro Oliva	5 Y 2/1
	29D	Café Amarillento	10 Y R 2/2
	33	Gris Cafesoso	5 Y R 4/1
	34	Gris Oliva	5 Y 3/2
	35	Café Amarillento Dusky	10 Y R 2/2
	36	Café Grisáceo	5 Y R 3/2
	36D	Oliva Gris	5 Y 3/2
	37	Café Amarillento Dusky	10 Y R 2/2
	38	Café Amarillento Dusky	10 Y R 2/2
	42	Gris Oliva	5 Y 4/1
	43	Gris Oliva	5 Y 4/1
	44	Gris Oliva	5 Y 3/2
	44D	Oliva Gris	5 y 4/1
	45	Café Amarillento Dusky	10 Y R 2/2
46	Café Amarillento Dusky	10 Y R 2/2	
47	Café Amarillento Dusky	10 Y R 2/2	
48	Café Amarillento Dusky	10 Y R 2/2	
49	Café Amarillento Dusky	10 Y R 2/2	
49D	Oliva Gris	5 Y 4/1	
58D	Oliva Gris	5 Y 4/1	
60D	Oliva Gris	5 Y 4/1	
62D	Café Amarillento Oscuro	10 Y R 4/2	
71D	Café Amarillento Oscuro	10 Y R 4/2	
74D	Oliva Gris	5 Y 4/1	

Tabla 2 Color del sedimento

Con la finalidad de conocer las características texturales de los sedimentos depositados en el fondo de las bahías y de la plataforma continental, se tomaron muestras de 56 estaciones, de las cuales las primeras 11 corresponden a la bahía San Ignacio, las siguientes 20 se muestrearon dentro de la bahía Navachiste y las 25 restantes se ubican en la plataforma (ver figura 5).

Para las muestras de materia orgánica, estas se tomaron aparte, de la recuperación de sedimento de cada estación; tomando una muestra de 5 gr. aproximadamente con una cuchara no metálica, inmediatamente después se secaron cada una de las muestras en una estufa (40 - 60°C), con la finalidad de evitar alguna alteración de la materia orgánica contenida en el sedimento.

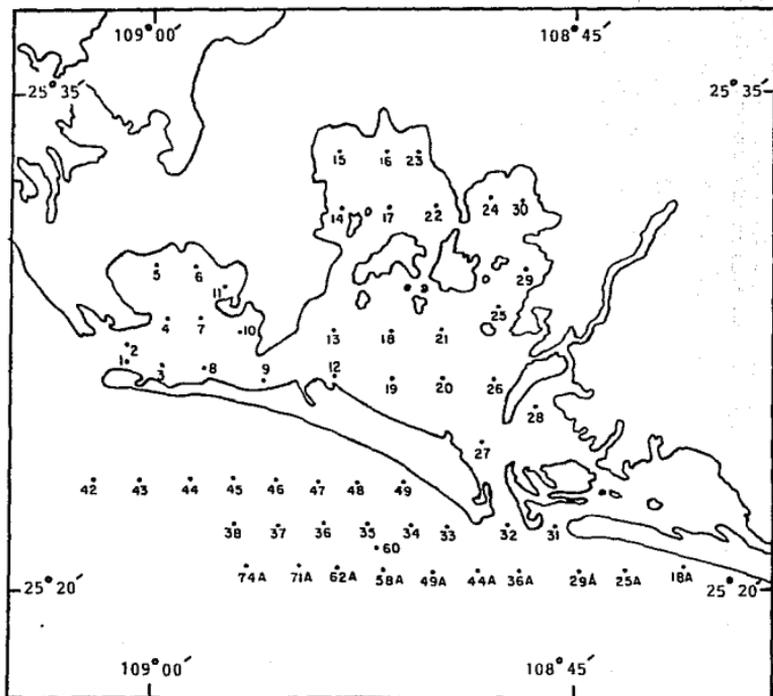


FIG. 5. LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

(VERGARA M. S., TESIS PROFESIONAL, FAC. DE ING., UNAM, 1993)

TRABAJO DE LABORATORIO

En el laboratorio se trabaja con 50 gr. de muestra aproximadamente, de peso en seco. Las operaciones de pesaje se realizaron con una balanza analítica marca Sartorius con capacidad máxima de 200 gr. y una aproximación graduada de 0.0001 gr; el secado de las muestras se realizó en un horno marca Soil-Test a una temperatura de 70°C

Para el análisis granulométrico, este se dividió en dos etapas, las cuales son:

- a) Tratamiento de la fracción fina
- b) Tratamiento de la fracción gruesa

Antes de iniciar el análisis granulométrico, a las muestras de sedimento se les practica un pretratamiento; esto se hace con el fin de evitar la floculación entre las partículas sedimentarias, para tal efecto se utilizó el método de digestión con peróxido de hidrógeno al 30%, citado por Folk (1965).

Una vez que ha cesado la reacción que produce el peróxido de hidrógeno en el sedimento, este se procede a filtrar, para ello utilizamos dos filtros tipo "vela" y un sistema de vacío, con dicho sistema se eliminaron las sales disueltas contenidas en el sedimento debido a la digestión.

Ya que el sedimento ha quedado limpio de impurezas, este se pasa a través del tamiz con número de malla 230 (U.S. Standard Sieves / Series), con la finalidad de separar la fracción fina de la fracción gruesa.

- a) Tratamiento de la fracción fina.- debido al tamaño -- tan pequeño de las partículas (limos y arcillas), no existen tamices de malla que midan esos diámetros por lo que regularmente se usan métodos hidráulicos, en los cuales el tamaño de las partículas se mide por la velocidad de hundimiento de estos en un medio fluido, de acuerdo a la ley de Stocks (1851); por tal motivo, se empleó para este trabajo el análisis por pipeta, - descrito por Krumbein (1932), y siguiendo las recomen daciones de Folk (1965) y Shackley (1975).

- b) Tratamiento de la Fracción Gruesa.- Para el estudio - de ésta fracción se empleó el tubo de sedimentación - (Emery, 1938). Este método permite evaluar el sedimen to a cada cuarto de ϕ , comprendido entre 0 y 4 ϕ (are nas) fundamentado en la ley del impacto, donde la ve locidad de sedimentación de las partículas es indepen diente de la viscosidad del fluido y es directamente proporcional a la raíz cuadrada del radio de la partí cula, a la diferencia de densidades entre las partícu las y el fluido y a la esfericidad de la partícula - (Poole, 1957).

Análisis de Carbón Orgánico

Las muestras fueron analizadas por el método propuesto - por Walkley y Black (1934), modificado por Jackson (1958), el cual se basa en la oxidación de la materia orgánica por la acción del dicromato de potasio, donde el exceso de reactivo -- oxidante se evalúa por titulación con sulfato ferroso amoniacal hexahidratado.

Los datos resultantes fueron tratados aritméticamente, - mediante la fórmula establecida en el mismo método, dando como resultado el contenido de carbón orgánico:

$$\% \text{ C.P.} = 10 (1-T/S) 1.0N (0.003) (100/W)$$

Donde:

T= ml de la solución de sulfato ferroso amoniacal gastados en la titulación de la muestra.

S= ml de la solución de sulfato ferroso amoniacal gastado en la titulación del blanco estándar.

0.003 - 12/4000 = Peso mcg del carbón

1. 0 N = Normalidad del k2 CR2 07

10 = Volumen k2 CR2 07 en ml

W = Peso de la muestra en gr.

Determinación de Carbonatos.

En términos generales podemos mencionar que el contenido de carbonatos se puede determinar simplemente por pérdida de peso después del tratamiento con HCL, diluído, calentando la muestra durante 1 a 5 minutos en caso necesario a fin de romper los carbonatos menos solubles. Un esquema más detallado de técnicas lo presenta Grant (1971; p. 573 - 596).

Análisis Mineralógico.

Para la realización de este análisis, se procedió de la manera siguiente: se pesaron 5gr de sedimento de cada muestra, una vez pesada la muestra esta se cuarteó y se paso por los tamices con abertura de malla 3 y 3.5 ϕ , el sedimento que quedo retenido en el tamiz 3.5 ϕ , se vació en cápsulas de porcelana, practicándoles el método descrito por Gabriel y Cox (1929), para la tinción de feldespatos, es recomendable para separar mezclas de cuarzo y feldespatos. Para este estudio se identificaron 500 granos de cada una de las muestras, por el método de líneas (Carver, 1971).

Los métodos empleados en los análisis sedimentario, contenido de materia orgánica, determinación de carbonatos y mineralógico, fueron consultados en el "Manual Operativo del Departamento de Geología Marina" de la Dirección de Investigaciones Oceanográficas, Secretaría de Marina.

DE GABINETE

El tratamiento estadístico de los datos se obtuvo con los resultados de las fracciones gruesa y fina, con los cuales se elaboró la curva de frecuencias acumulativa en papel de probabilidad porcentual, obteniéndose los parámetros estadísticos - mediante las formulas propuestas por Folk y Ward (1957), utilizando un programa computacional DAGEO-1 (Contreras y Campos - 1986 a). Con este programa se calcularon la media, el sesgo y la desviación estándar, así como porcentajes de grava, arena - limo y arcilla.

Los límites de los distintos tamaños están dados en unidades ϕ (phi), que corresponde a la escala logarítmica negativa de base 2 del diámetro (d) de la partícula en milímetros.

$$\phi = - \log_2 d \text{ en mm}$$

Los parámetros estadísticos obtenidos fueron:

- Tamaño Medio (Mz) que indica el tamaño promedio de los granos de sedimento, sus valores se calculan en unidades ϕ - (ϕ) mediante la aplicación de la fórmula siguiente:

$$Mz = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3}$$

Con los límites siguientes:

-1 a 0	arena muy gruesa
0 a 1	arena gruesa
1 a 2	arena media
2 a 3	arena fina
3 a 4	arena muy fina
4 a 5	limo grueso
5 a 6	limo medio
6 a 7	limo fino
7 a 8	limo muy fino
8 a 9	arcilla gruesa

- Grado de Clasificación ($\sigma\phi$) que representa el grado de selección de los granos de la muestra, tomando en cuenta el 90% de la distribución y su fórmula es:

$$\sigma\phi = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$$

Con los límites siguientes:

menos de	0.35	muy bien clasificado
	0.35 a 0.50	bien clasificado
	0.50 a 0.71	moderadamente bien clasificado
	0.71 a 1.0	moderadamente clasificado
	1.0 a 2.0	mal clasificado
	2.0 a 4.0	muy mal clasificado
	4.0 ó más	extremadamente mal clasificada

- El Sesgo (Sk_I) es un parámetro estadístico que representa el grado de asimetría de la curva de distribución de frecuencia. Los valores son positivos cuando la población de sedimentos contiene exceso de material fino y la curva presenta cola hacia la derecha; la asimetría negativa o curva con cola a la izquierda nos representa el exceso de material grueso. Se obtiene con la fórmula:

$$Sk_I = \frac{\phi_{84} + \phi_{16} - 2 \phi_{50}}{2 (\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{95} + \phi_{5} - 2 \phi_{50}}{2 (\phi_{95} - \phi_{5})}$$

Los valores obtenidos están sujetos a los límites siguientes:

Sk_I	+	1.0	a	+	0.30	Muy asimétrico hacia los finos
Sk_I	+	0.30	a	+	0.10	Asimétricos hacia los finos
Sk_I	+	0.10	a	-	0.10	Casi simétrico
Sk_I	-	0.10	a	-	0.30	Asimétrico hacia los tamaños gruesos
Sk_I	-	0.30	a	-	1.00	Muy asimétrico hacia los tamaños gruesos

Los valores de ϕ (phi) que se utilizan en las fórmulas corresponden a los percentiles de 5%, 16%, 25%, 50%, 75%, 84% y 95%, obtenidos directamente sobre las curvas acumulativas de frecuencia de cada muestra.

Los sedimentos se clasificaron de acuerdo a los parámetros estadísticos granulométricos obtenidos de las curvas acumulativas; esta información se utilizó para conocer su distribución regional y las normas que la rigen, para ello se emplearon, los siguientes procedimientos:

- 1) El método desarrollado por Inman (1952) e Inman y Chamberlain (1955), que consiste en establecer grupos de sedimentos utilizando la correlación entre el tamaño medio (Mz), la desviación estándar (σ) y el sesgo (Sk_1).
- 2) El diagrama ternario propuesto por Shepard (1954), con el cual se establecen los grupos texturales de sedimentos según los porcentajes de sus tres constituyentes principales.

Con estos parámetros, se elaboraron los planos y gráficas para la interpretación sedimentaria; así como los croquis ilustrativos empleados para la discusión de resultados.

VI GEOMORFOLOGIA LITORAL

Desde el punto de vista fisiográfico, se diferenciaron - las siguientes unidades las cuales se describen de sur a norte y de este a oeste (fig. 6).

- 1.- Isla Macapule. Constituida por un cordón de dunas activas y un cordón de dunas estabilizadas por vegetación pioneras, hacia el extremo oriental se encuentra una llanura de inundación de mareas, constituida por sedimentos limo arcillosos en los que se puede apreciar algunos manglares en los canales de las llanuras.
- 2.- El borde interior de la bahía Macapule esta formado por una llanura de inundación de intermareas, con un patrón de canales bien definidos.
- 3.- En la parte nororiental se encuentra un antiguo sistema de llanuras de inundación fluvial con meandros abandonados; algunos de estos meandros tienen la clásica forma de herradura. Posiblemente este sistema meándrico corresponde a un antiguo cauce del río Sinaloa cuya migración ha ido hacia el sureste, hasta su actual desembocadura en el Golfo de California.
- 4.- También se presenta el estero El Colorado constituido por sedimentos finos de tipo limo arcilloso con su llanura de inundación bien desarrollada.

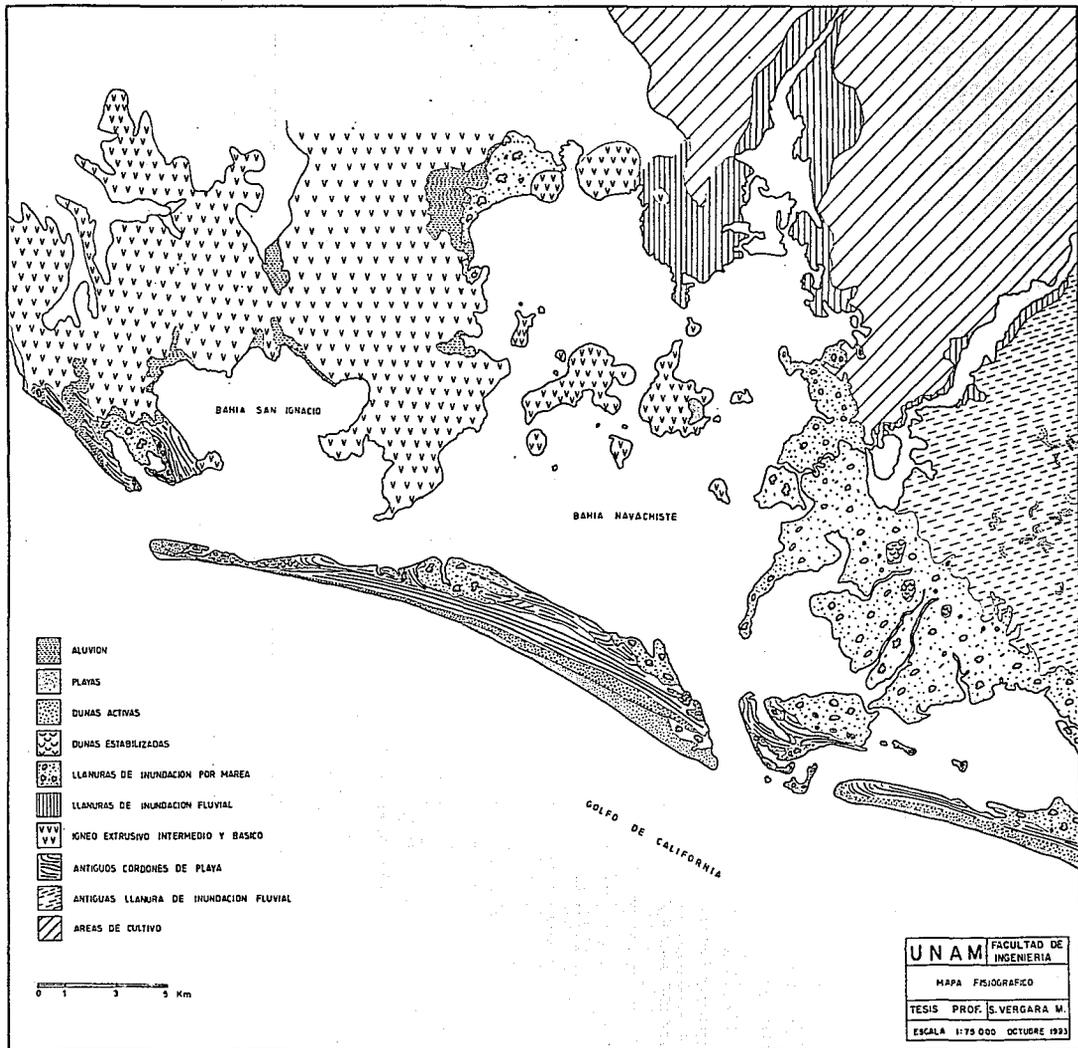


FIG. 8. MAPA FISIOGRAFICO DEL AREA DE ESTUDIO

- 5.- Isla Vinorama. Esta constituida por un cordón de dunas de arena eólica y las formas terminales en punta de gancho, son debidas a las corrientes de marea de entrada y salida del agua de la bahía. La parte interior esta formada por una llanura de intermareas debido a la acumulación de sedimentos finos, en zonas de poca energia cinética hacia el interior de las bahías.
- 6.- Islas de origen volcánico que se encuentran en el interior de la bahía Navachiste.
- 7.- Hacia la parte norte cerca del poblado El Cabezón se localiza una gran llanura de inundación fluvial caracterizada por sedimento areno limoso, presenta también canales de intermarea y en algunas partes se presentan zonas de evaporación.
- 8.- Isla San Ignacio. Consta de una playa activa que da al Golfo de California, un cordón de dunas activas y antiguos cordones de playa que evidencian el carácter progradante de la región y de la isla en particular. Su origen es similar al descrito por Curray, Enmel y Crapton (1969), para Nayarit y sur de Sinaloa. En la parte interior de esta isla existen zonas de inundación con canales de intermarea y vegetación del tipo de manglar. Hacia ambos extremos de la isla se pueden observar barras subaéreas tipo de gancho - las cuales también nos indican el sentido progradante y acumulativo de los sedimentos.

- 9.- Hacia la parte noroeste se tiene la sierra de Navachiste formada por rocas volcánicas intermedias y básicas, con pequeños depósitos aluviales en las partes bajas, provenientes de la erosión de las mismas rocas volcánicas.
- 10.- En la parte oriental de la bahía San Ignacio, se presenta también un cordón de dunas activas y un cordón de antiguas líneas de costa rodeada por una llanura de inundación con canales de intermarea, en la parte oriental se encuentra un tómbolo, que une lo que fue una isla volcánica con el sistema de antiguos cordones litorales.
- 11.- Las bahías San Ignacio y Navachiste corresponden a lagunas litorales típicas, ampliamente comunicadas con el Golfo de California, a través de dos bocas de más de 1 km de ancho cada una. Estas bahías están separadas del golfo de California por una amplia barrera litoral bien desarrollada que constituye la isla San Ignacio con una anchura de hasta 3 km y una anchura media de 1.5 km y está en parte constituida por arena de dunas.

VII ANALISIS GRANULOMETRICO

Los datos cuantitativos de tamaño, se obtuvieron con el propósito de clasificar el sedimento y describir su distribución e interpretar aspectos de transporte y deposición; ya que la naturaleza ha dotado con una variedad de sedimentos, los cuales, difieren marcadamente en textura, tamaño, forma y arreglo de granos. Es útil para este propósito, clasificar los sedimentos de acuerdo al tamaño que lo componen; para ello se efectuó el análisis granulométrico, con las técnicas ya descritas anteriormente.

Una de las características más marcada de los sedimentos es la predominancia de arenas, tabla 3. La mayoría de las arenas son de grano fino a muy fino con tamaño promedio, Mz, comprendido entre 2.15 y 3.74 ϕ , tabla 4; que varían de muy clasificados a mal clasificados, tabla 5, con el índice de clasificación, $\sigma\phi$, variando de 0.29 a 1.73 ϕ , a excepción de las muestras 10, 15 y 24 cuya caracterización es muy mal clasificada con valores de $\sigma\phi$: 2.48, 3.28 y 3.14 ϕ respectivamente y de muy asimétricas hacia los tamaños finos a muy asimétricas hacia los tamaños gruesos, tabla 6, SK_1 : 0.66 a 0.45.

BAHIA	Nº DE EST.	% GRAVA	ARENA	LIMO	ARCILLA
S	1	0.00	100.00	0.00	0.00
A	2	0.00	100.00	0.00	0.00
N	3	00.00	100.00	0.00	0.00
	4	0.00	100.00	0.00	0.00
I	5	0.00	67.69	20.57	11.74
G	6	0.00	28.22	56.00	15.78
N	7	0.00	33.88	37.83	28.29
A	8	0.00	90.74	4.67	4.39
C	9	0.00	84.06	8.24	7.16
I	10	0.00	72.59	18.18	9.23
O	11	0.00	5.91	67.83	26.26
	12	0.00	91.32	5.69	2.98
	13	0.00	93.33	4.51	2.16
	15	15.21	57.04	19.82	7.57
	16	0.00	45.65	39.27	15.08
	17	0.00	85.09	10.95	3.15
N	18	0.00	86.99	8.25	4.76
A	19	0.00	81.22	12.77	6.01
V	20	7.07	78.46	10.55	3.92
A	21	14.99	68.07	11.97	4.97
C	22	0.00	54.01	37.91	7.99
H	23	0.00	72.95	21.31	5.74
I	24	10.25	52.13	29.66	7.95
S	25	0.00	93.06	4.59	2.35
T	26	0.00	75.77	19.52	4.71
E	27	0.00	98.83	00.36	0.81
	28	0.00	91.83	4.58	3.59
	29	0.00	94.47	3.95	1.58
	30	39.97	37.07	17.71	4.52
	31	0.00	91.91	7.47	0.62
	32	0.00	100.00	0.00	0.00
	18D	0.00	61.91	26.13	11.96
	25D	0.00	13.74	74.68	11.58
	29D	0.00	84.68	7.22	8.09
	33	0.00	100.00	0.00	0.00
	34	0.00	96.44	3.00	0.56
	35	0.00	56.86	34.97	8.17
	36	0.00	78.69	20.29	1.02
P	36D	0.00	97.78	0.29	1.93
L	37	0.00	84.56	14.80	0.64
A	38	0.00	79.79	18.34	1.87
T	42	0.00	100.00	0.00	0.00
A	43	0.00	100.00	0.00	0.00
F	44	0.00	100.00	0.00	0.00
O	44D	0.00	90.34	4.43	5.23
R	45	0.00	97.64	2.22	0.14
M	46	0.00	97.60	2.22	0.18
A	47	0.00	98.70	1.03	0.27
	48	0.00	88.47	10.48	1.05
	49	0.00	92.14	6.01	1.85
	49 D	0.00	65.73	28.03	6.23
	58D	0.00	89.08	8.11	2.81
	60D	0.00	82.48	14.00	3.52
	62D	0.00	95.94	1.04	3.02
	71D	0.00	95.62	2.86	1.52
	74D	0.00	87.10	10.53	2.37

Tabla 3 Textura de los sedimentos

BAHIA	Nº DE EST.	VALOR MZ	CARACTERIZACION
S	1	1.84	arena media
A	2	2.26	arena fina
N	3	2.39	arena fina
	4	2.62	arena fina
I	5	4.22	limo grueso
G	6	4.22	limo grueso
N	7	5.84	limo medio
A	8	2.88	arena fina
C	9	3.12	arena muy fina
I	10	3.38	arena muy fina
O	11	7.03	limo muy fino
	12	2.52	arena fina
	13	2.86	arena fina
	15	2.29	arena fina
	16	5.11	limo medio
	17	3.22	arena muy fina
N	18	3.26	arena muy fina
V	19	3.25	arena muy fina
A	20	2.93	arena fina
C	21	1.93	arena media
H	22	4.48	limo grueso
I	23	4.00	limo grueso
S	24	3.39	arena muy fina
T	25	3.01	arena muy fina
E	26	3.72	arena muy fina
	27	2.70	arena fina
	28	2.82	arena fina
	29	2.84	arena fina
	30	0.94	arena gruesa
	31	3.41	arena muy fina
	32	2.81	arena fina
	18D	4.06	limo grueso
	25D	5.58	limo medio
	29D	3.21	arena muy fina
	33	2.15	arena fina
	34	2.93	arena fina
	35	4.31	limo grueso
	36	3.54	arena muy fina
	36D	2.72	arena fina
P	37	3.25	arena muy fina
L	38	3.58	arena muy fina
A	42	2.57	arena fina
T	43	2.60	arena fina
A	44	2.81	arena fina
F	44D	3.05	arena muy fina
O	45	3.07	arena muy fina
R	46	2.87	arena fina
M	47	2.70	arena fina
A	48	3.33	arena muy fina
	49	3.24	arena muy fina
	49D	3.74	arena muy fina
	58D	2.51	arena fina
	60D	2.85	arena fina
	62D	2.22	arena fina
	71D	2.19	arena fina
	74D	2.41	arena fina

Tabla 4 Tamaño Medio (Mz)

BAHIA	Nº DE EST.	VALOR SI	CARACTERIZACION
S	1	0.35	Muy bien clasificado
A	2	0.41	Bien clasificado
N	3	0.40	Bien clasificado
	4	0.33	Muy bien clasificado
I	5	1.96	Mal clasificado
G	6	3.28	Muy mal clasificado
N	7	2.91	Muy mal clasificado
A	8	0.93	Moderadamente clasificado
C	9	1.38	Mal clasificado
I	10	2.48	Muy mal clasificado
O	11	2.39	Muy mal clasificado
	12	1.06	Mal clasificado
	13	0.77	Moderadamente clasificado
	15	3.28	Muy mal clasificado
	16	2.55	Muy mal clasificado
	17	0.80	Moderadamente clasificado
N	18	1.10	Mal clasificado
A	19	1.69	Mal clasificado
V	20	1.73	Mal clasificado
A	21	2.76	Muy mal clasificado
C	22	1.83	Mal clasificado
H	23	1.29	Mal clasificado
I	24	3.14	Muy mal clasificado
S	25	0.77	Moderadamente clasificado
T	26	1.56	Mal clasificado
E	27	0.47	Bien clasificado
	28	0.96	Moderadamente clasificado
	29	0.55	Moderadamente bien clasificado
	30	3.82	Muy mal clasificado
	31	0.52	Moderadamente bien clasificado
	32	0.37	Bien clasificado
	18D	2.45	Muy mal clasificado
	25D	1.70	Mal clasificado
	29D	1.32	Mal clasificado
	33	0.29	Muy bien clasificado
	34	0.42	Bien clasificado
	35	2.09	Muy mal clasificado
	36	1.04	Mal clasificado
	36D	0.43	Bien clasificado
P	37	0.94	Moderadamente clasificado
L	38	0.94	Moderadamente clasificado
A	42	0.35	Bien clasificado
T	43	0.47	Bien clasificado
A	44	0.56	Moderadamente bien clasificado
F	44D	1.17	Mal clasificado
O	45	0.44	Bien clasificado
R	46	0.60	Moderadamente bien clasificado
M	47	0.52	Moderadamente bien clasificado
A	48	0.64	Moderadamente bien clasificado
	49	0.41	Bien clasificado
	49D	1.57	Mal clasificado
	58D	0.96	Moderadamente clasificado
	60D	1.27	Mal clasificado
	62D	0.40	Bien clasificado
	71D	0.49	Bien clasificado
	74D	1.10	Mal clasificado

Tabla 5 Grado de Clasificación (Gº)

BAHIA	Nº DE EST.	VALOR SKI	CARACTERIZACION
S	1	- 0.17	Asimetría negativa
A	2	- 0.06	Casi simétrica
N	3	- 0.39	Asimetría negativa
	4	- 0.39	Asimetría negativa
I	5	0.80	Asimetría positiva
G	6	0.57	Asimetría positiva
N	7	- 0.09	Casi simétrica
A	8	0.32	Casi positiva
C	9	0.41	Casi positiva
I	10	0.66	Asimetría positiva
O	11	0.36	Asimetría positiva
	12	0.34	Asimetría positiva
	13	0.13	Asimetría positiva
	15	0.15	Asimetría positiva
	16	0.41	Asimetría positiva
N	17	0.26	Asimetría positiva
A	18	0.44	Asimetría positiva
V	19	0.47	Asimetría positiva
A	20	- 0.14	Asimetría negativa
C	21	- 0.12	Asimetría negativa
H	22	0.46	Asimetría positiva
I	23	0.68	Asimetría positiva
S	24	- 0.06	Casi simétrica
T	25	- 0.12	Asimetría negativa
E	26	0.48	Asimetría positiva
	27	- 0.17	Asimetría negativa
	28	0.22	Asimetría positiva
	29	0.19	Asimetría positiva
	30	0.19	Asimetría positiva
	31	0.01	Casi simétrica
	32	- 0.34	Asimetría negativa
	18D	0.43	Asimetría positiva
	25D	0.30	Asimetría positiva
	29D	0.49	Asimetría positiva
	33	- 0.26	Asimetría negativa
	34	0.10	Asimetría positiva
	35	0.70	Asimetría positiva
	36	0.12	Asimetría positiva
P	36D	- 0.35	Asimetría negativa
L	37	- 0.07	Casi simétrica
A	38	0.22	Asimetría positiva
T	42	- 0.19	Asimetría negativa
A	43	- 0.34	Asimetría negativa
F	44	- 0.45	Asimetría negativa
O	44D	- 0.39	Asimetría negativa
R	45	- 0.23	Asimetría negativa
M	46	- 0.21	Asimetría negativa
A	47	- 0.37	Asimetría negativa
	48	0.25	Asimetría positiva
	49	0.07	Casi simétrica
	49D	0.50	Asimetría positiva
	58D	0.40	Asimetría positiva
	60D	0.53	Asimetría positiva
	62D	- 0.18	Asimetría negativa
	71D	- 0.06	Casi simétrica
	74D	0.39	Asimetría positiva

Tabla 6 Grado de Asimetría (Sk_1).

La posición de los sedimentos en el diagrama ternario propuesto por Shepard (1954), se muestran en la figura 7; la distribución de los grupos así establecidos se muestran en la figura 8. La correlación entre el tamaño promedio y los índices de asimetría y de clasificación, permitió identificar los siguientes cuatro grupos texturales de acuerdo al método de Inman (1952), (fig. 9).

GRUPO I: Corresponde con el 5% de los sedimentos, el cual está representado por arena de tamaño promedio Mz, de grano grueso a medio con un valor de 0.94 a 1.93 ϕ ; muy bien clasificado a muy mal clasificado, con valor de índice correspondiente, de 0.35 a 3.82 ϕ ; con una asimetría hacia los tamaños finos y asimétricos hacia los tamaños gruesos, con valores 0.19 a - 0.17 ϕ .

GRUPO II: Comprende el 78% de los sedimentos analizados y lo constituyen las arenas de grano fino a muy fino con Mz, comprendido entre los valores 2.15 a 3.74 ϕ ; muy bien clasificado a muy mal clasificado, con $\sigma\phi$ de 0.29 a 3.28 ϕ ; muy asimétricos hacia los tamaños finos a muy asimétricos hacia los tamaños gruesos (SK_1 : 0.66 a -0.45 ϕ), a excepción de las muestras 31 que es casi simétrica (SK_1 : 0.01 ϕ). Estos materiales son en su mayoría, 78%, las arenas de la figura 8; el porcentaje restante corresponde a los grupos litológicos de las arenas limosas, limos arenosos, limas arcillosos y arena limo arcillosa.

GRUPO III: Abarca al 12% de la población analizada. Son limos gruesos a medios, con tamaño medio, Mz, variando de 4.0 a 5.11 ϕ ; mal clasificado a muy mal clasificado, $\sigma\phi$ de 1.29 a 3.28 ϕ ; muy asimétricos hacia los tamaños finos. Son las arenas limosas de la figura 7.

GRUPO IV: Incluye al 5% de los sedimentos analizados. Formados por limo medio a limo muy fino, Mz de 5.58 a 7.03 ϕ ; muy mal clasificados y mal clasificados, $\sigma\phi$: 1.70 a 2.91 ϕ ; casi simétrica o con ligera asimetría negativa (SK_I : -0.09 ϕ), a muy asimétricas hacia los tamaños finos (SK_I : 0.30 a 0.36 ϕ). Representados en la figura 7, por limo arenoso, limo arcilloso y arena limo arcillosa.

DISTRIBUCION TEXTURAL

La distribución de los grupos texturales establecidos según sus porcentajes de arena, limo y arcilla se muestran en la figura 8.

El grupo predominante es el arenoso, su distribución es amplia y comprende a casi la totalidad del fondo de las bahías y de la plataforma, salvo algunas áreas que contienen sedimentos de textura diferente. Se le tiene, así mismo, como el material formador de las playas y de los frecuentes ganchos y barreras. Fue identificado en las dunas, tanto actuales como antiguas y en los cordones litorales.

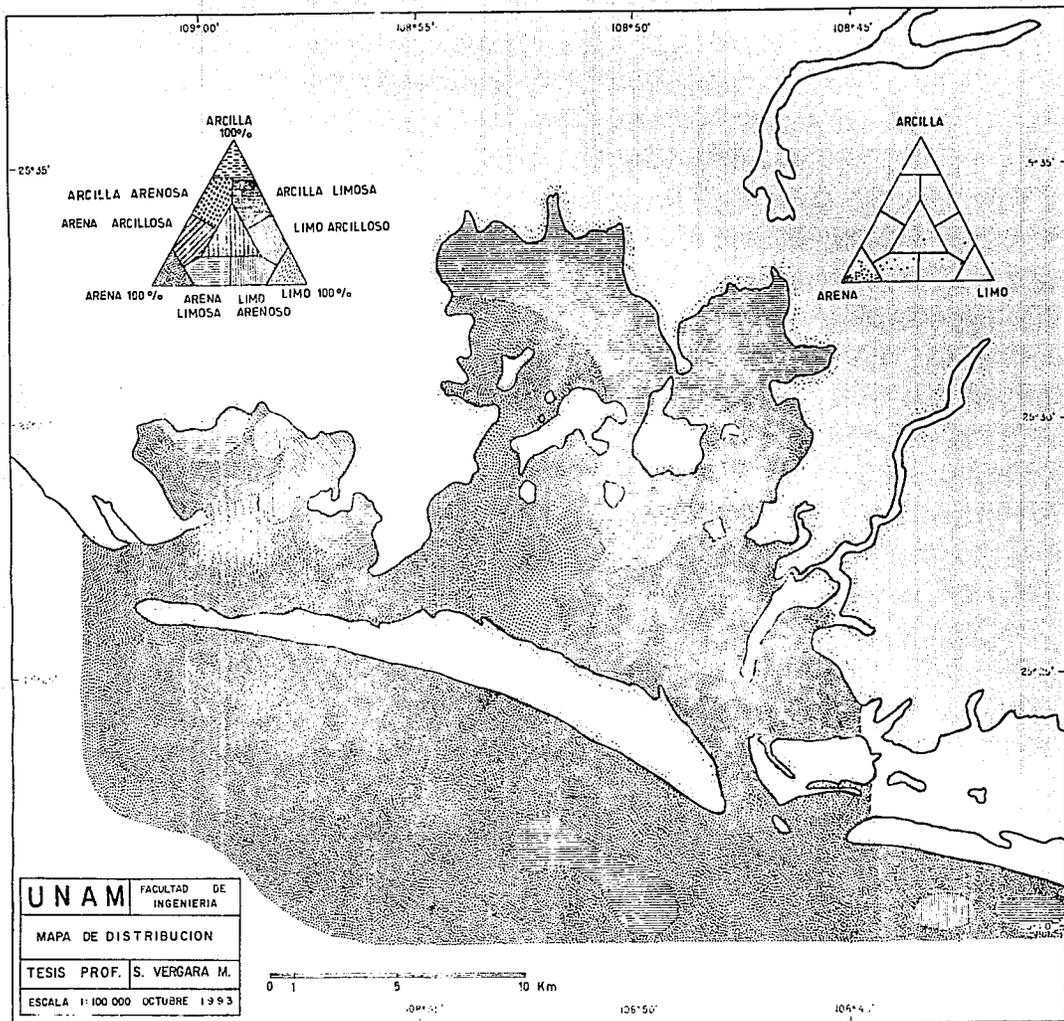


FIG. 8 DISTRIBUCION DE LOS SEDIMENTOS TIPO, DE ACUERDO AL CRITERIO DE SHEPARD (1954).

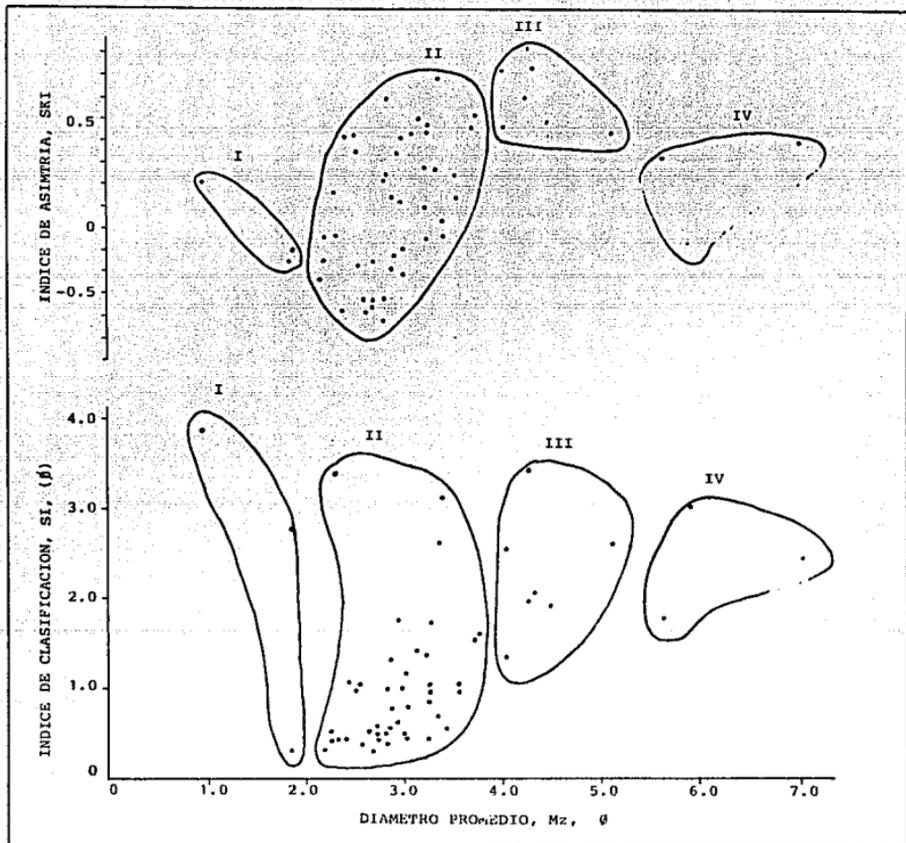


FIG. 9. GRUPOS TEXTURALES PROPUESTOS AL CORRELACIONAR EL DIAMETRO PROMEDIO CON LOS INDICES DE CLASIFICACION Y ASIMETRIA, SEGUN EL METODO DE INMAN (1952).

Otro grupo importante es el de las arenas limosas dispuestas, en mucho menor proporción que el anterior, dentro de la bahía Terome; en toda la parte norte de la bahía Navachiste, a excepción de la muestra 30 que forma un lente de material - limo arenoso hacia la parte noreste de esta bahía; y en la - plataforma formando un parche al suroeste de la boca Vasiquilla y frente a la parte media de la Isla Macapule representada por la muestra 18A.

Al grupo limo arenoso, dispuesto en varios pequeños parches, se le identificó al norte dentro de la bahía San Ignacio, al noroeste de la bahía Navachiste y en la plataforma al sureste de la Boca Basiquilla.

Los sedimentos limo arcillosos son muy escasos unicamente se encontraron al noreste de la bahía San Ignacio.

Así mismo, el sedimento arena - limo - arcillosa escasamente se encontro en la parte central de la bahía San Ignacio.

VIII ANALISIS COMPOSICIONAL

La fracción inorgánica de las arenas de las bahías y de la plataforma es cuarzo - feldespática, con porcentajes comprendidos entre 65 a 84% de cuarzo y de 1 a 12% de feldespatos dentro de la bahía San Ignacio. Para la bahía Navachiste se tienen los siguientes porcentajes 60 a 87% de cuarzo y de cero a 15% de feldespatos. Los sedimentos de plataforma indican valores de 55 a 87% de cuarzo y de cero a 21% de feldespatos; los porcentajes de fragmentos de roca oscilan entre 1 a 22% para toda el área; los porcentajes de minerales oscuros varían de cero a 12%, teniéndose mayor concentración dentro de las bahías; el porcentaje de otros minerales oscila dentro del rango de 2 a 12%, tabla 7.

La fracción orgánica analizada, consistió en determinar: el porcentaje de foraminíferos el cual varía de 0 a 50%, los mayores porcentajes se obtuvieron en las muestras 8, 16, 22, 23 y 31 con valores mayores de 22% y excepcionalmente en las muestras 24 y 25 A con valores de 40 y 50% respectivamente; - las conchas enteras de moluscos con porcentajes de 0 a 16%, - se localizaron prácticamente en toda la zona, a excepción de la estación 11 en la cual no se encontraron organismos; las conchas fracturadas de moluscos presentaron mayores porcentajes que las anteriores, oscilando entre 0 a 90%; y otra fracción orgánica en la cual se incluyeron espículas, onkolitos y fibras vegetales dieron porcentajes pequeños variando de 0 a 20%, en los cuales las fibras vegetales fueron casi nulas.

BAHIA	EST.	% QZO.	% FELD.	% ROCA	% OPACOS	% OTROS
S	1	72.29	6.78	9.69	5.23	6.01
	2	84.94	0.96	5.98	4.06	4.06
I	3	65.80	10.80	3.40	12.60	7.40
G	4	81.20	9.20	1.20	3.20	5.20
N	5					
A	6	70.36	6.65	11.89	4.03	7.07
C	7	80.62	3.68	8.14	4.46	3.10
I	8	76.58	10.36	9.98	1.15	1.93
O	9	77.40	12.20	3.20	2.80	4.40
	10	66.82	11.75	4.61	3.92	12.90
	11	65.03	6.96	22.25	2.88	2.88
BAHIA	12	76.71	1.62	16.97	1.81	2.89
	13	69.73	10.87	8.66	3.51	7.03
	15	87.03	3.79	4.99	1.80	2.39
N	16	81.03	1.73	7.66	5.55	4.03
A	17	74.23	5.38	13.65	2.60	4.23
V	18	59.07	15.33	14.63	2.09	8.88
A	19	80.77	8.85	1.92	2.88	5.58
C	20	71.87	10.16	13.09	0.98	3.90
H	21	79.92	6.95	3.09	5.60	4.44
I	22	69.00	7.60	7.80	5.60	10.00
S	23	76.34	9.94	4.78	2.58	6.36
T	24	76.54	9.81	1.35	1.15	11.15
E	25	72.65	0.00	4.70	11.41	11.24
	26	71.98	7.00	14.39	1.56	5.07
	27	82.40	5.60	0.60	5.80	5.60
	28	77.16	10.64	7.09	0.98	4.13
	29	76.04	4.37	15.21	1.53	2.85
	30	67.00	10.80	3.40	6.00	12.80
	31	72.00	12.00	6.00	6.40	3.60
	32	77.00	3.60	10.40	2.20	6.80
	18A	64.40	13.00	5.60	4.20	12.80
	25A	75.00	0.60	13.80	4.80	5.80
	29A	69.67	7.67	13.80	3.24	5.62
	33					
P	34	73.00	4.20	15.00	1.00	6.80
L	35	76.60	10.20	8.80	2.60	1.80
A	36	77.20	11.40	1.60	4.20	5.60
T	36A	54.80	21.00	8.60	9.60	6.00
A	37	74.35	6.96	9.34	3.58	5.77
F	38	77.20	3.00	9.20	3.40	7.20
O	42	80.40	0.60	10.20	3.00	5.80
R	43	83.00	3.00	9.00	1.60	3.40
M	44A	73.00	6.80	1.40	9.20	9.60
A	44A	72.80	5.80	13.60	2.20	5.60
	45	75.60	7.60	3.80	6.20	6.80
	46	87.60	3.00	3.60	1.80	4.00
	47	84.40	3.00	7.00	1.20	4.40
	48					
	49	76.20	8.00	8.20	1.60	6.00
	49A	82.60	7.00	1.40	2.40	6.60
	58A	82.40	9.00	1.80	2.20	4.60
	60A	83.20	0.40	12.60	1.60	2.20
	62A	82.65	0.00	11.28	1.30	4.77
	71A	56.40	15.60	22.60	1.80	3.60
	74A	87.60	0.00	0.20	0.20	12.00

Tabla 7 Mineralogía

El contenido porcentual de carbonatos totales en los sedimentos superficiales varía entre 2 a 94%, tabla 8, estando la mayoría de los valores entre 4 y 20%, los mayores porcentajes se obtuvieron dentro de la bahía Navachiste en las estaciones 15 y 30 con valores de 55 a 94 % respectivamente figura 10. Los valores menores de 2 a 7 %, corresponden en general, con los sedimentos arenosos de la plataforma. Las concentraciones altas de carbonatos (de más de 40 %) se obtuvieron en los sedimentos recuperados dentro de las bahías, caracterizados por el importante contenido de conchas de moluscos.

La distribución del contenido por ciento del carbón orgánico en el estudio se comportó de la siguiente manera figura 11.

El contenido de carbón orgánico muestra que, los valores más altos, se detectaron en la parte este de la bahía San Ignacio con valores de 2.38 y 2.86 % tabla 9.

La bahía Navachiste muestra un contenido homogéneo, con valores menores de 1 %, a excepción de las muestras obtenidas de las estaciones 24, 29 y 30, las cuales presentaron valores de 1.00, 1,18 y 1.32 % respectivamente.

La plataforma continental adyacente presenta valores bajos en contenido de carbón orgánico, en casi toda la zona excepto en la parte sureste de la boca Vasiquilla donde se detectaron valores más altos de carbón en sedimentos, correspondiente a la estación 25A con un valor de 1.09 %.

BAHIA	EST.	% CARBONATOS
S	1	7.11
	2	10.65
I	3	4.49
G	4	4.01
N	5	3.88
A	6	21.61
C	7	20.54
I	8	3.82
O	9	4.16
	10	15.54
	11	4.59
<hr/>		
BAHIA	12	5.51
	13	9.30
	15	55.03
N	16	22.61
A	17	6.39
V	18	4.89
A	19	6.64
C	20	18.61
H	21	42.38
I	22	14.98
S	23	6.25
T	24	48.20
E	25	12.97
	26	8.81
	27	3.14
	28	5.27
	29	4.77
	30	94.54
	31	10.38
	32	4.84
<hr/>		
BAHIA	18A	5.67
	25A	12.65
	29A	6.27
P	33	2.50
L	34	3.43
A	35	4.21
T	36	7.69
A	36A	6.90
F	37	7.66
O	38	6.72
R	42	5.58
M	43	5.42
A	44	6.04
	44A	5.26
	45	6.11
	46	7.92
	47	6.99
	48	7.53
	49	5.90
	49A	5.21
	58A	7.34
	60A	6.59
	62A	4.85
	71A	7.35
	74A	4.50

Tabla 8 Contenido de carbonatos

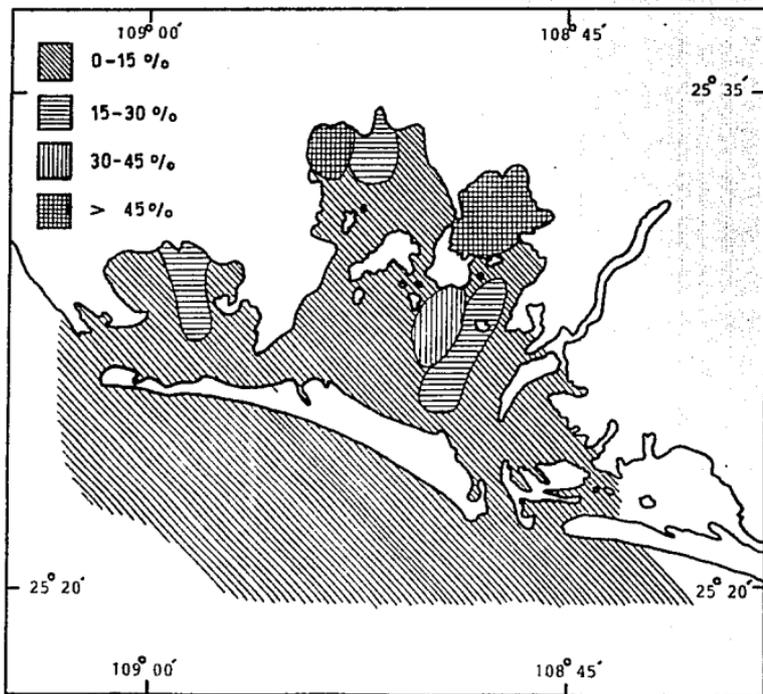


FIG. 10 CONTENIDO PORCENTUAL DE CARBONATOS

(VERGARA M. S., TESIS PROFESIONAL, FAC. DE ING., UNAM, 1993)

BAHIA	CLAVE DE ESTACION	% C.O.
S I G N A C I O	1	0.1209
	2	0.1285
	3	0.1405
	4	0.1285
	5	1.1637
	6	
	7	2.3800
	8	0.4005
	9	0.4836
	10	0.6423
	11	2.865
<hr/>		
BAHIA N A V A C H I S T E	12	0.4156
	13	0.0075
	14	0.0375
	15	0.1350
	16	0.1500
	17	
	18	0.0600
	19	0.0300
	20	0.0450
	21	0.0525
	22	0.0975
	23	0.0450
	24	1.0067
	25	0.2793
	26	0.4248
	27	
	28	0.4030
	29	1.1880
	30	1.3260
	31	0.1920
32	0.0610	
<hr/>		
P L A T A F O R M A	18A	0.7170
	25A	1.0975
	29A	0.3951
	33	0.0962
	34	
	35	0.2220
	36	0.3480
	36A	0.2511
	37	0.3770
	38	0.4047
	42	0.200
	43	0.1629
	44	0.3180
	44A	0.3365
	45	0.3180
	46	0.3630
	47	0.3939
	48	0.5454
	49	0.4696
	49A	0.3951
58A		
60A		
62A		
71A		
74A		

Tabla 9 Relación de muestras a la que se les calculó %C.O. por el Mét.de Titulación

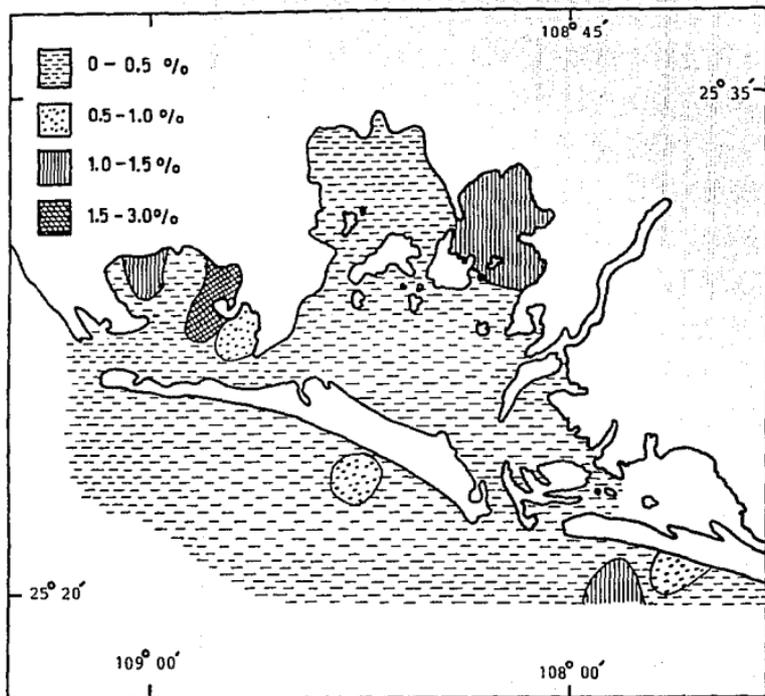


FIG. 11. CONTENIDO PORCENTUAL DE MATERIA ORGANICA

(VERGARA M. S., TESIS PROFESIONAL, FAC. DE ING., UNAM, 1993)

IX RESULTADOS Y DISCUSION

Las bahías San Ignacio y Navachiste se alojan en una de--
presión marginal costera intradeltaica y consisten en dos cu
cas someras intercomunicadas entre sí, que forman un sistema -
lagunar relacionado con los procesos sedimentarios que han fa-
vorecido el desarrollo de las llanuras aluviales de los ríos -
Fuerte y Sinaloa, considerados en una etapa de madurez temprana
en las partes superior y media de sus cauces, mientras que
en su porción inferior dentro de la llanura costera, presentan
una etapa de madurez tardía (Rodríguez y Córdoba, 1978).

Cada cuenca tiene rasgos físicos distintivos que las ca-
racterizan e individualizan, debido principalmente a la morfo-
logía, fisiografía litoral y a la actividad hidrodinámica exis
tente en la zona.

Los sedimentos lagunares fueron clasificados en cuatro -
grupos texturales, los cuales varían desde arenas gruesas, me-
dias y muy finas hasta los limos muy finos fig. 9. El gru
po predominante es el de las arenas finas a muy finas, las cu
as comprenden el 78% de los sedimentos analizados fig. 12
Son muy abundantes en la plataforma y en la mayor parte de la
zona de bahías, que han sido aportadas por el oleaje, la marea
y el viento; son arenas cuarzo-feldespáticas, cuyos granos de -
cuarzo varían de 55 a 87% y los feldespatos de 1 a 21% (tabla
7); los fragmentos de roca son escasos, de los cuales la -

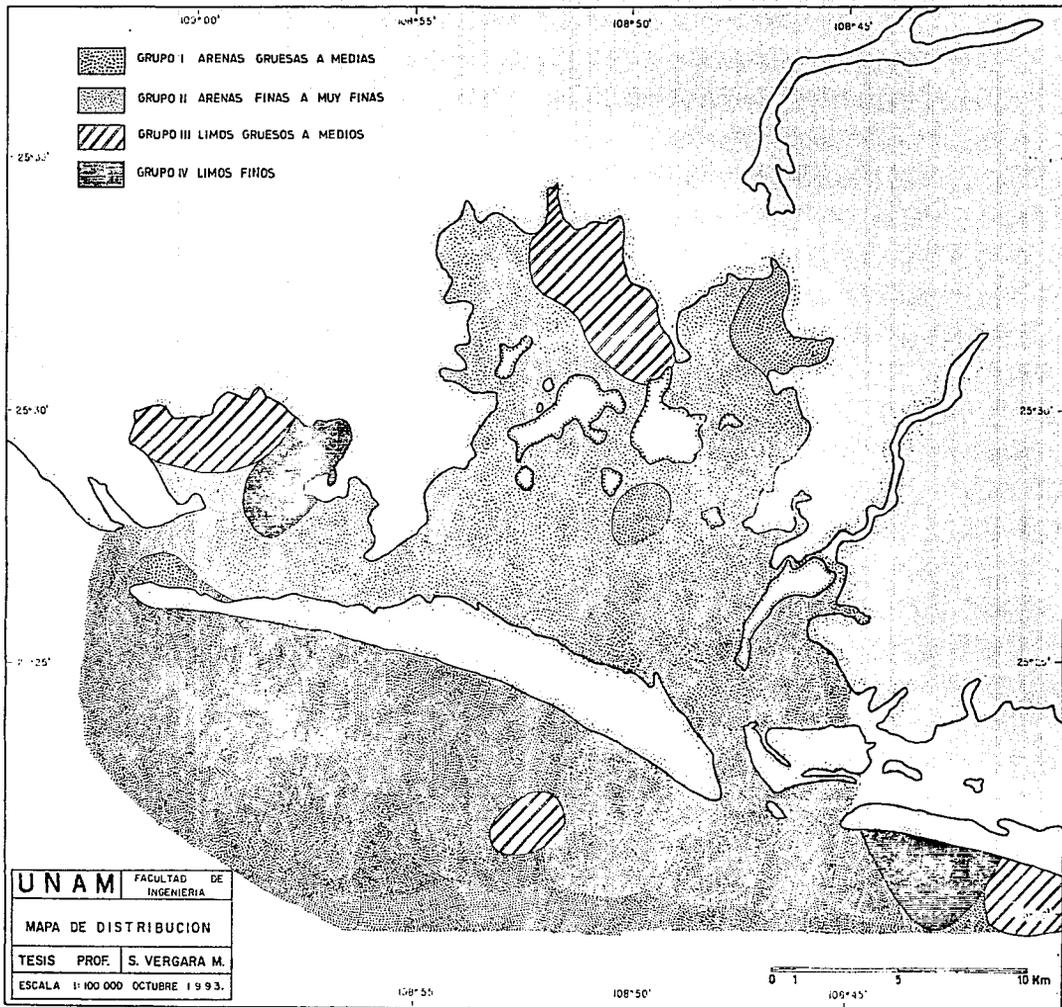


FIG. 12. MAPA DE DISTRIBUCION DE LOS GRUPOS TEXTURALES DETERMINADOS DE ACUERDO AL CRITERIO DE INMAN Y CHAMBERLAIN (1955).

mayoría fueron igneos, se les identificó en la ribera norte de la isla San Ignacio y en la ribera noroeste de la bahía Navachiste, así como en las inmediaciones de las islas volcánicas localizadas dentro de la bahía Navachiste, por lo que se deduce que la fuente de origen de tales fragmentos de roca son la Sierra Navachiste y las islas volcánicas fig. 6.

La distribución sedimentaria en las bahías y la plataforma continental está caracterizada por arenas de diferentes tamaños con el predominio de arenas finas a muy finas, con una clasificación ($G\phi = 0.29$ a 3.82ϕ), con asimetría positiva y negativa, bajo contenido de carbonatos (2.50 a 94.54%) y carbón orgánico (0.0075 a 2.865%), en un aspecto general. Al respecto, la distribución granulométrica en las bahías resultó muy semejante a la obtenida por Phleger y Ayala Castañares (1969) y Muhech (1990). Entre otros rasgos importantes se pueden señalar la presencia de limos de diversos tamaños enmarcados en el área de estudio en la parte más interior de las bahías San Ignacio y Navachiste, así como, en sedimentos de la plataforma ubicados al sur de la isla Macapule; coincidiendo en estas zonas con los porcentajes más altos del contenido de carbonatos y de carbón orgánico. De igual manera los sedimentos muy bien clasificados a bien clasificados con un color del sedimento de café oscuro a negro grisáceo se detectaron en zonas donde se tiene más energía, como es el caso de los -

sedimentos que se ubican en las inmediaciones de las bocas de acceso a las bahías y de aquellos que se encuentran dentro de los canales naturales originados por el flujo y reflujo de las mareas. Así mismo en la zona de bahías predominan las arenas de color negro oliva a negro grisáceo, muy bien clasificados a mal clasificados, a excepción de la parte noreste de la bahía Navachiste en la cual existe una predominancia de arenas color gris oscuro moderadamente bien clasificadas a mal clasificadas. fig. 13; en los sedimentos de plataforma predominan las arenas de color café grisáceo, café amarillento y gris oliva a gris oscuro muy bien clasificados a muy mal clasificados.

Los sedimentos analizados indican una tendencia a concentrarse en mayor proporción hacia el grupo arenoso, y en mucho menor proporción que el anterior, el grupo areno limoso, limo arenoso y escasamente los grupos limo arcilloso y arena limo arcilla. Se observa la ausencia de sedimentos homogéneos, siendo la totalidad de ellos mezclas impuras de arena o limo con cantidades variables de arcilla que en los materiales gruesos es escasa, y abundante en los de grano fino (tabla 3)

El marco sedimentológico anterior permite analizar el comportamiento sedimentario presente en el área de estudio, apoyado en la fisiografía litoral, morfología, presencia de canales naturales y en el conocimiento de los vertimientos de aguas residuales, sin olvidar el sistema de corrientes y mareas presentes en el área.

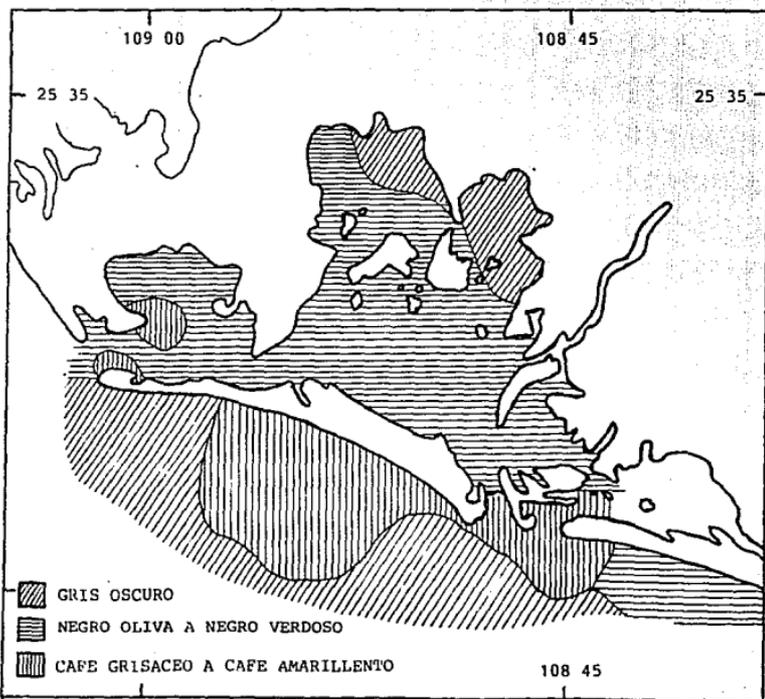


FIG. 13 DISTRIBUCION DE COLOR DEL SEDIMENTO

(VERGARA M. S., TESIS PROFESIONAL, FAC. DE ING., UNAM, 1993)

Las bahías San Ignacio y Navachiste, tienen condiciones similares en cuanto a la distribución sedimentaria, manifestándose por el predominio de arenas finas muy bien clasificadas a bien clasificadas en la entrada de las bocas de las bahías, esto se debe a que en estas áreas existe una mayor velocidad de las corrientes, con lo cual trae consigo una mejor selección de las partículas sedimentarias; de igual manera este grado de clasificación se manifiesta en sedimentos ubicados en los canales naturales; no así, hacia las partes más internas, en las cuales se presenta una disminución de la velocidad de corrientes al depositarse limos, con una mala clasificación, debido al aporte simultáneo de material grueso que está siendo cubierto por material fino al encontrar condiciones propicias de depósito.

La depositación de la materia orgánica se localiza asociada con limos y arcillas debido a la adherencia hacia dicho material y la descarga de aguas negras y aguas residuales para riego, esta asociación la manifiestan Medez et al. (1986), al estudiar aspectos ecológicos en la contaminación de macrobentos. Sin embargo, existen otros factores determinantes que condicionan el contenido orgánico de los sedimentos como son la deposición y descomposición orgánica.

La asociación de las partículas finas con el contenido de materia orgánica se debe a que al depositarse las partículas finas, indica una ausencia de corrientes, es decir que el agua casi queda estancada, provocando la formación de bacterias anaerobias, que consumen el oxígeno del agua y por lo tanto cambia el Eh de positivo (+) a negativo (-), es decir el ambiente se vuelve reductor, y propicia el desarrollo de la materia orgánica.

Los patrones de transporte de los sedimentos, tomando en cuenta la disminución del tamaño promedio de las partículas muestra una circulación preferencial hacia las partes más internas de las bahías San Ignacio y Navachiste, teniendo una mejor gradación la bahía San Ignacio; así mismo, sobre la plataforma ésta circulación se manifiesta de oeste a este y la tendencia a relacionar el tamaño promedio de las partículas sedimentarias entre otros parámetros son utilizados por McLaren y Bowles (1985).

Esta circulación preferencial en ambos casos es debida al transporte de las partículas, que viajan por tracción y saltación y en menor medida por suspensión hacia las zonas más internas de las bahías, y en el caso de la plataforma la circulación se debe a las corrientes de litoral ocasionadas

por el oleaje, que al incidir con un cierto ángulo sobre la -
costa, origina dichas corrientes, como es el caso de la re-
gión de Yavaros, Son., en la cual Ayala Castañares et. al. -
(1980), reporta que el ángulo de incidencia del oleaje es de
0 a 30° y la dirección de la corriente fue hacia el E con ve-
locidades de 3.9 a 20 cm/seg.

La geología regional y la fisiografía del área, son el -
resultado de la tectónica de placas y de los cambios del ni-
vel del mar.

La costa sinaloense, presenta relieve abrupto y llanuras
inclinadas hacia el océano, en las cuales estan presentes an-
tiguas líneas de playa, que evidencian el carácter progradan-
te de la región y confieren, a la fisiografía litoral, carac-
terísticas similares a las descritas por Curray y Moore - -
(1963), Curray et. al. (1969), Bird (1969) y Snead (1982).

La llanura costera, desde Mazatlán a los Mochis, Sinaloa
forma un plano inclinado hacia el suroeste razón por la cual
en esta región el curso de los ríos es normal a la costa.

Respecto a la fisiografía litoral que presenta el área - los rasgos más sobresalientes que se tienen son: antiguas líneas de playa, antiguas llanuras de inundación fluvial, dunas activas y dunas estabilizadas que, evidencian el carácter - progradante de la región. Evidencias de este tipo las podemos encontrar desde la desembocadura del Río Fuerte hasta San Blas Nayarit, en donde la llanura costera consiste principalmente de crestas y depresiones de dunas de playas abandonadas y que según Curray (1964), se puede clasificar como una regresión - deposicional; estas crestas se forman como una barra sumergida a lo largo de la costa, con una alta proporción de arena y baja energía del oleaje; si estas condiciones prevalecen durante varios ciclos de marea, la barra se transforma en una - playa quedando aislada la anterior. Lo expuesto anteriormente lo podemos observar en el sistema de bermas de la Isla San Ignacio.

Aún es poca incierta la edad de las antiguas líneas de - playa y el desarrollo de la llanura costera que, en el estado de Nayarit, llega a tener hasta 17 km de amplitud; el fechado con C14 sugiere que el nivel del mar alcanzó su posición actual hace aproximadamente de 3,000 a 5,000 años (Curray Moore, 1963; Curray 1969); basados en evidencias geológicas en el - Golfo de California Curray (1961), Phleger (1969), indican - que el actual nivel del mar se alcanzó hace unos 2,000 o - 2,500 años.

Los rasgos fisiográficos identificados en el área de estudio, pueden ser considerados como remanentes de antiguas -- formaciones costeras originadas durante la glaciación Wisconsiniana o la regresión holocénica, que según Curray et al. -- (1969), continúa actualmente aunque más lenta debido a cambios climáticos y a la acumulación de lodos terrígenos sobre las arenas transgresivas de la plataforma.

En la zona costera del área de estudio no se observan -- deltas; no obstante, existen dunas activas bien desarrolladas en las islas San Ignacio y Macapule; así mismo, se tiene un buen desarrollo de barras en forma de gancho, tómbolos y playas en la mayor parte del área figura 6, lo que sugiere que -- existe un gran aporte de sedimentos por la acción de las corrientes marinas, y se observa una dirección preferencial de las corrientes de oeste a este; aunque pudieran existir otras direcciones locales de la corriente, manifestándose por la -- presencia de pequeñas islas de arena localizadas al noroeste de punta San Ignacio y en la boca de acceso a la bahía San Ignacio, así como, la formación de bajos arenosos en toda la -- parte sur de la isla San Ignacio.

En cuanto a los sedimentos de las bahías San Ignacio y - Navachiste, así como los de la plataforma continental, la mayoría son terrígenos. La fuente de procedencia de los sedimentos son las rocas ígneas intrusivas y extrusivas del Cuaternario y el Cenozoico así como las rocas metamórficas del Mesozoico y Paleozoico que constituyen a la Sierra Madre Occidental, y los sedimentos del Cuaternario de la llanura costera - (Carta Geológica de la República Mexicana, 1992) transportados hacia la cuenca de depósito principalmente por los ríos - Fuerte y Sinaloa.

X CONCLUSIONES

1) Se determinaron cuatro grupos texturales, con base en la correlación de los parámetros granulométricos estadísticos de los sedimentos; siendo el más representativo el grupo arenoso, el cual comprende 78 % de las muestras analizadas, encontrándose distribuido ampliamente en la plataforma y en el sustrato de la zona de bahías; así mismo, presenta una mejor clasificación en los canales naturales de las mismas.

2) Los principales rasgos fisiográficos presentes en el área son: antiguos cordones de playa, antiguas llanuras de inundación fluvial, dunas activas y dunas estabilizadas, barras, tómbolos, ganchos y playas, los cuales atestiguan la progradación continental o de la costa, sobre el ambiente marino, lo que podríamos considerar como una etapa regresiva del mar en el área y que según Curaray op. cit. continúa actualmente aunque más lenta.

3) Los sedimentos en el sistema de bahías son detríticos y por lo tanto se considera que el aporte de estos, se efectuó durante la divagación del río Sinaloa hacia el sureste, al formar su llanura de inundación; así mismo, formó un paleodelta que se encuentra actualmente varios kilómetros tierra adentro.

4) El transporte sedimentario sobre la plataforma se evidencia por la disminución del tamaño de grano de las partículas sedimentarias de Oeste a Este y los rasgos fisiográficos presentes en la isla San Ignacio. La granulometría dentro de las bahías presenta una distribución gradual de arenas medias y - arenas finas en las bocas, a limos gruesos y limos muy finos hacia las partes más internas de las bahías, debido principalmente a la acción de las mareas y a la baja energía cinética del oleaje.

5) El contenido de carbonatos y de materia orgánica en los sedimentos, en general presenta valores bajos, con porcentajes promedio de 10 y 1 % respectivamente; por lo que, la escasez de limo, arcilla, carbonatos y materia orgánica particulada, dificulta el establecimiento de invertebrados detritófagos y facilita el de aquellas especies filtradoras que dependen principalmente del plancton y materia orgánica suspendida para su alimentación.

BIBLIOGRAFIA

ALBA, C. V. M.; GONZALES, M. J.; HERRERA, S.C.; LEDESMA, V.J;
MACHADO, N.A.; RICO, D. R.; ROSALES, C. E. Y VERA,
M. A., 1979. Estudio Sedimentológico de la Bahía de
Puerto Viejo, Mazatlán, Sinaloa. An. Centro Cienc.
del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México, 6(1):
97-120.

ALVAREZ, M., JR, 1961. Provincias Fisiográficas de la Repúbli
ca Mexicana. Bol. Soc. Geol. Mexicana, 24 (2): 1-21

AYALA CASTAÑARES, A.; V. M. MALPICA -CRUZ Y M. GUTIERREZ-ESTRA
DA, 1980. Geología Marina de la Región de Yavaros,
Sonora, México. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol.
Univ. Nal. Auton. México, 7 (2): 275-290.

AYALA CASTAÑARES, A.; M. GUTIERREZ-ESTRADA Y V. M. MALPICA -
CRUZ, 1990. Morfosedimentología de la Laguna de Agia
bampo, Sonora. Sinaloa, México, An. Inst. Cienc. del
Mar y Limnol. Univ. Nal, Auton, México, 17 (2): 257-
270

- BIRD, E. C. F., 1969. Coast an Introduction to Sistematic Geomorphology, vol. 4. Massachussetts. Institute of Techlogy Press, Cambridge, Mass., London, England - 246 pp.
- BYRNE, J. V., AND K. O. EMERY, 1960. Sedimentos of the Gulf of California. Geol. Soc. Am. Bull., 71 (7): 983-1010.
- CAMPA-UGANDA, M. F., 1978. La Evolución Tectónica de Tierra Caliente, Guerrero. Boletín. Sociedad Geológica Mexicana Tomo XXXIX, N^o 2, pp. 52-64, Septiembre 1973.
- CARRANZA, E. A.; M. GUTIERREZ Y R. RODRIGUEZ, 1975. Unidades Morfotectónicas Continentales de las Costas Mexicanas. An. Centro Cienc. Mar y Limnol. UNAM., 2(1): 81-88.
- CARTA GEOLOGICA DE LA REPUBLICA MEXICANA (1976). Comp. Sánchez Mejorada, S. Com. Carta Geol. Rep. Mex. Esc. 1: 2 000 000.
- CARVER, E. R., 1971. Procedures in Sedimentary Petrology. Wiley Interscience, New York: 653 p.
- CONTRERAS, E. F., 1985. Las Lagunas Costeras Mexicanas. Centro de Ecodesarrollo. Secretaría de Pesca, México, 253 p.

CONTRERAS, B. G. Y J. CAMPOS C. 1986a. Programa OAGEO-1, Cálculo de los Parámetros Sedimentológicos. Centro de datos e Investigaciones Oceanográficas, Dir. Gral. de Ocean. Nav. Secretaría de Marina.

CONTRERAS, B. G. Y J. CAMPOS C. 1986b. Manual Operativo de Geología Marina, Departamento de Geología Marina, Dir. Gral. de Ocean. Nav. Secretaría de Marina, 54-186 pp.

CONTRERAS, B. G. Y J. CAMPOS C. 1988, Sedimentología de la Tercera Raza Continental Sureste del Golfo de California, - México, Dir. Gral. de Ocean. Nav. Secretaría de Marina. 54 p.

CURRAY, J. R., 1961. Late Quaternary sea level: a discussion. Bull Geol. Soc. America 72 (11): 1707-1712.

CURRAY, J. R. AND. MOORE, D.G., 1963a. Sedimentos e Historia de la Costa de Nayarit, México. Bol. Soc. Geol. Mex. Tomo XXVI, No. 2.

CURRAY, J. R., 1964. Transgressions and Regressions. Paper in Marine Geology 10. Shepard Commemorative Volume. Edited by Robert L. Miller, p. 175-203, New York, McMillan.

CURRAY, J. R.; F. J. EMMEL Y P. S. S. CRAMPTON, 1969. Holocene History of a Strain Plain Lagoonal Cost. Nayarit, México. In: Ayala-Castañares, A. y F. B. Phleger (Eds.) Lagunas Costeras. Un Simposio, Mem. Simp. Inter. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO. Noviembre 28-30, 1967. México, D.F.,: 63-100.

DE CSERNA, Z. AND KENT, B.H. 1961. Mapa geológico de reconocimiento y secciones estructurales de la región de San Blas y El Fuerte, Estados de Sinaloa y Sonora. Inst. Geol., Univ. Nal. Auton. México, Mapas Geol. y Min. (4).

EMERY, K. O., 1938. A rapid method of mechanical analysis of sands. Jour. Sed. Pet., 8 p. 105-111.

FOLK, R.L., and W. C. WARD, 1957. Brazos River Bar: a study in the Significance of Grain Size Parameters. Jour. Sed. Pet., 27: 3-26

FOLK, R. L., 1965. Petrology of sedimentary rocks. Hemphills - Book Co., Austin, Texas. 159 p.

GABRIEL, A., and E. P. Cox., 1929. A Staining method for the quantitative determination of certain rock mineral. Am. Mineralogist. 14: 290-292.

GARCIA, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación de Koppen. Univ. Nal. Auton. México. Instituto de Geografía. 246 p.

GARCIA, B. E., 1989. Materia Orgánica en los Sedimentos de la Plataforma Sureste del Golfo de California, Relaciones Ecológicas y Granulométricas, Tesis Profesional. ENEP. Zaragoza. 60 p.

GRANT, G. M., 1971. Carbón Determination In. Carver, R.E. (Ed.) Procedures in Sedimentary Petrology, Wiley Interscience, Athens Georgia: 479-488.

GUTIERREZ-ESTRADA, M.; MALPICA-CRUZ, V. M. Y MARTINEZ-REYES, J 1982. Geomorfología y Sedimentos Recientes del Sistema Lagunas Atasta-Pom, Campeche, México. An. Inst. - Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 9 (1):89-100.

GUTIERREZ-ESTRADA, M. Y A. GALAVIZ-SOLIS, 1983. Morfología y Sedimentos recientes de las Lagunas El Carmen, Pajonal y La Machona, Tabasco, México, An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México, 10 (1): 249-268.

HISAZUMI, H., 1929. Informe Geológico Preliminar de la Parte -
Norte del Estado de Sinaloa. An. Inst. Geol., Univ.
Nal. Autón. México 3: 95-109.

I.N.E.G.I., 1984. Carta Geológica, LOS MOCHIS. Clave G-12-9 -
Esc. 1:250 000, Secretaría de Programación y Presu-
puesto.

I.N.E.G.I., 1984. Carta de Climas, La Paz Clave: 12R-VIII Esc.
1:500,000, Secretaría de Programación y Presupuesto.

I.N.E.G.I., 1989. Carta Geológica LA PAZ Esc. 1: 1 000 000, Se
cretaría de Programación y Presupuesto.

INMAN, D.L., 1952. Measures for Describing The size distribu-
tion of sediments. J. Sedim. Petrol. 22 (3): 125-145.

INMAN, D. L. and CHAMBERLAIN, T. K., 1955. Particle size dis-
tribution in nearshore sediments In: Finding Ancient
Shorelines. Soc. Econ. Paleont. Min., Spec. Publ. -
(3): 106-126.

INMAN, D. L. and E. C. NORDSTROM, 1971. On the Tectonic and -
Morphologic Classification of Coast. Jour. Geol., 79
1-21.

JACKSON, M. L., 1958. Soil Chemical Analysis Prentice Hall Pub. Co., Englewood Cliffs. N. H. 356 p.

KRUMBEIN, W. C., 1932. The mechanical analysis of fine-grained sediments. Jour. Sedim. Petrol. 2 (3): 140-149.

LANKFORD, R. R., 1977. Coastal Lagoons of México. Their origin and classification. In: Wiley, M. (Ed.) Estuarine - Processes. Academic Press., 2: 182-215.

LECUANDA, R., 1967. Ecología y Sedimentación de los manglares en las lagunas de Topolobampo, Sin., México. Resultados preliminares. III Congreso Nacional de Oceanografía. Campeche, Campeche.

LEDEZMA-GUERRERO, O.; GUTIERREZ-ESTRADA, M.; MALPICA-CRUZ V.; 1974. Hoja Geológica LOS MOCHIS, 12R - 1 (2), Esc. - 1:100 000. Univ. Nal. Autón. México. Instituto de Geología. Carta Geológica de México.

LOPEZ, A. R., 1986. Morfología y Sedimentos Superficiales de la Porción Meridional de la Plataforma Continental de Sinaloa, México. Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, UNAM. 58 p.

MALPICA-CRUZ, V.; GUTIERREZ-ESTRADA, M.; LEDEZMA-GUERRERO, O.; 1975. Hoja Geológica ISLA SAN IGNACIO, 12R- 1(1), Esc. 1:100 000. Univ. Nal. Autón. México. Instituto de Geología. Carta Geológica de México.

- MCLAREN, P. and. D. BOWLES, 1985. The effects of sediment - transport on grain-size distributions: Jour. Sed. - Pet., 55: 457-470.
- MENDEZ-UBACH, M. N.; V. SOLIS-WEISS, y A. CARRANZA-EDWARDS., 1986. La Importancia de la granulometría en la distribución de organismos bentónicos. Estudios de playas del Estado de Veracruz, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, México 13 (3): 45-55.
- MINA, E., 1950. Notas para geología de Sinaloa. Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol. 2 (4): 345-363.
- MINA, U. F., 1957. Bosquejo Geológico de territorio sur de la Baja California. Asoc. Mex. Geol. Petrol. 9 (3 y 4) 139-270.
- MORAN, Z. D. J., 1984. Geología de la República Mexicana. 2/da. Edición. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y Universidad Nacional Autónoma de México: 3-30.
- MUHECH, J. E., 1990. Distribución Granulométrica y Contenido de Carbón Orgánico en Sedimentos de las Bahías de - Ohuira, Topolobampo y Santa María, Sinaloa, México. Estación Oceanográfica de Topolobampo, Sin. Dir. - Gral de Ocean. Nav. Secretaría de Marina. 25 p.

MUHECH, J. E., 1991. Distribución Granulométrica y Contenido de Carbón Orgánicos en los Sedimentos del Sistema - Lagunar Teacapan-Agua Brava, Sinaloa, Nayarit, México. Estación Oceanográfica de Topolobampo, Sin. Dir. Gral. de Ocean. Nav. Secretaría de Marina. 28 p.

ORTEGA, G. F., ET AL (1992). Texto Explicativo de la Quinta - Edición de la Carta Geológica de la República Mexicana. ESC. 1: 2 000 000, Inst. Geol. SEMIP, Consejo - de Recursos Minerales. 74 p.

PHLEGER, F. P. and EWING, G. C., 1962. Sedimentology and Oceanography of Coastal Lagoons in Baja California, - México. Geol. Soc. America, Bull. 73 (2): 145-182.

PHLEGER, F. P. and AYALA, C., 1969. Marine geology of Topolobampo lagoons. In: Mem. Simp. Int. Lagunas Costeras UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, 1967, México, D.F.: 101-136.

POOLE, D. M., 1957. Size analysis of sand by a sedimentation technique, J. Sed. Pet. 27: 460-468.

RAISZ, E., 1964. Map of Landforms of México. Prepared for the geography branch of the office of Naval Research. - Second corrected edition. Cambridge Mass. U.S.A.

- RODEN, G. I., 1958. Oceanographic and Meteorological aspects - of the Gulf of California. *Pacif Sci.*, 12 (1): 21-45.
- RODRIGUEZ, R. y D. A. CORDOBA (Eds.), 1978. Atlas Geológico y Evaluación Geológico-Minera del Estado de Sinaloa. Instituto de Geología, UNAM y Secretaría del Desarrollo Económico del Estado de Sinaloa: 1-702.
- RUSNAK, G. A.; R. L. FISHER and F. P. SHEPARD, 1964. Batymetry and faults of The Gulf of California, In: *Marine Geology of the Gulf of California*, Van Andel, Tj. - and G. G. Shor (Eds.). *Am. Assoc. Pet. Geol. Mem.* 3 59-75.
- S.A.R.H., 1975. Boletín Hidrológico No. 36, Región Hidrológica No. 10, Dirección de Análisis y Balance Geohidrológico.
- SHACKLEY, M. L., 1975. Archeological sediments. A survey of - analytical methods. Butterworth and Co. (Publishers) London, 159 pp.
- SHEPARD, F. P., 1954. Nomenclature based on sand silt-clay ra tion. *Jour. Sed. Pet.*, 24: 151-158.
- SHEPARD, F. P., 1973. Submarine geology. Third Edition Harper Grow, Publishers, 517 p.

SNEAD, R. E., 1982. Coastal landforms and surface features: A photographic Atlas and Glossary. Rodman E. Snead, - Stroundsburd, P. Hutchinson Ross.

S.P.P., 1982. Geología de la República Mexicana. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, 81 p.

STOKES, G. G., 1851. On the effect of the internal friction - of fluids on the motion of pendulums Cambridge Philosoph. Soc. Trans. 19 (2): 8-106.

TAMAYO, J. L., 1970. Geografía Moderna de México. Ed. Trillas México. 390 p.

THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, 1984. Rock color chart. - Prepared by Rock-Color Chart Comitee. Reprinted - 1984.

VAN ANDEL, T. H., 1963. Recent Marine Sediments Of Gulf of California. En: TJEERD H. VAN ANDEL y G. G. SHOR (Ed.). Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 3: 216-310.

VAN ANDEL, Tj, H., 1964. Recent marine sediments of Gulf of California, Van Anandel, Tj. and G. G. Shor (Eds). Am Assoc. Pet. Geol. Mem. 3: 216-310.

WALKLEY, A., and I. A. BLACK., 1934. An examination of the -
degthareff method for determining soil organic ma--
tter and a proposed modification of the chromic -
acid titration method. Soil Science; 27: 29-38.

WEED, W. H. 1902. Notes on a Section Across The Sierra Madre
Occidental of Chihuahua and Sinaloa, México. Trans.
American Inst. Min. Eng. 32: 444-458.