



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ASPECTOS DE GEOLOGIA MARINA DE LA PLATAFORMA
CONTINENTAL DEL ESTADO DE NAYARIT, MEXICO.

T E S I S
Que para obtener el Título de:
INGENIERO GEOLOGO
p r e s e n t a

CECILIA DEL CARMEN MENDEZ CAMACHO

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. ANTONIO MARQUEZ G.

1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.



FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-I-084

UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

SRITA. CECILIA DEL CARMEN MENDEZ CAMACHO
Presente.

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M. en C. Antonio Márquez García, y que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de ingeniero geólogo:

**ASPECTOS DE GEOLOGIA MARINA DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL
DEL ESTADO DE NAYARIT, MEXICO**

- I INTRODUCCION**
- II METODO DE TRABAJO**
- III ANALISIS MORFOLOGICO DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL**
- IV DISTRIBUCION DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES**
- V TECTONICA Y SEDIMENTACION**
- VI RECURSOS MINERALES**
- VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- BIBLIOGRAFIA**
- PLANOS E ILUSTRACIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, a 16 de noviembre de 1993
EL DIRECTOR


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS*EGLM*gggt*



A mis padres
Ing. Jorge Méndez F.
Sra. Rosa Ma. Camacho de Méndez

A mi esposo
Lic. Javier Nájera M.

A mi hermana
Gabriela Méndez C.

AGRADECIMIENTOS

Durante el tiempo de preparación de este trabajo, tuve la fortuna de contar con el apoyo de una gran cantidad de personas.

Agradezco en especial al M. en C. Antonio Marquez García, quien estuvo a cargo de la asesoría del presente trabajo, su paciencia, apoyo y orientación brindadas, ya que sus valiosos comentarios y observaciones, sin duda, enriquecieron significativamente la integración del mismo.

Estoy muy agradecida con el Ing. Hector Macías, Ing. Emiliano Campos, Dr. Victor Malpica e Ing. Fernando Rosique por sus valiosas observaciones y comentarios que contribuyeron a la depuración del texto.

A las autoridades del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y a la tripulación del Buque Oceanográfico "El Puma.

A mi compañero René Hernández, por su colaboración, sugerencias y apoyo incondicional durante la elaboración de esta tesis.

A todos aquellos compañeros, profesores y amigos que de una u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo.

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN	1
	OBJETIVOS	
	ANTECEDENTES	
	LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	
	CLIMA	
	VEGETACIÓN	
	HIDROLOGÍA	
	FISIOGRAFÍA	
	MARCO GEOLÓGICO	
	ESTRATIGRAFÍA	
	MAREAS Y CORRIENTES MARINAS	
II.	MÉTODO DE TRABAJO	19
III.	ANÁLISIS MORFOLÓGICO DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL	24
IV.	DISTRIBUCIÓN DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES	31
	COLOR DEL SEDIMENTO	
	TIPO DE SEDIMENTO	
	DISTRIBUCIÓN DEL SEDIMENTO	
	COMPOSICIÓN DEL SEDIMENTO	
V.	TECTÓNICA Y SEDIMENTACIÓN	39
VI.	RECURSOS MINERALES	46
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
	BIBLIOGRAFÍA	52
	ANEXOS	56

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1 Localización del área de estudio	6
Fig. 2 Regiones Hidrológicas y Cuencas del Estado de Nayarit	10
Fig. 3 Provincias Fisiográficas	13
Fig. 4 Perfiles Batimétricos	26
Fig. 5 Diagrama de zonificación del área	28
Fig. 6 Esquema de bloque diagramático del borde de la plataforma	30
Fig. 7 Sección transversal de la estratigrafía general de la costa	36
Fig. 8 Condiciones dominantes y desplazamiento de la línea de costa	36
Fig. 9 Tectónica Regional	41
Fig. 10 Reconstrucción de la tectónica de 3.5 millones de años	42
Fig. 11 Esquema de la evolución Neógena del Golfo de California	47

INDICE DE MAPAS

	Pág.
Mapa 1 Mapa de Localización de estaciones de muestreo	7
Mapa 2 Mapa Geológico	15
Mapa 3 Mapa Batimétrico de la plataforma continental	23
Mapa 4 Mapa de Localización de los perfiles batimétricos	25
Mapa 5 Mapa de Distribución de los sedimentos	34

ANEXO

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Ubicación y tipo de sedimento de la plataforma continental del Nayarit
Tabla 2	Ubicación y tipo de arcillas de la plataforma continental de Nayarit
Tabla 3	Composición de la fracción arenosa de las muestras
Tabla 4	Porcentaje de arenas y lodos en los sedimentos de la plataforma
Tabla 5	Ubicación y porcentaje de fósforo en los sedimentos de la plataforma
Tabla 6	Ubicación y color del sedimento

RESUMEN

La distribución de los sedimentos superficiales y la morfología de la plataforma continental del Estado de Nayarit, fue posible conocerlos a partir de la información batimétrica reciente y el análisis de los sedimentos obtenidos a bordo del Buque Oceanográfico "El Puma", durante la campaña oceanográfica EVOPAMEX I (Primera etapa), en julio de 1993. Es importante mencionar que este es un trabajo preliminar con el objetivo de tener un primer acercamiento al área de estudio y cuya metodología permitió el rápido acceso a resultados de utilización en trabajos de química y biología marina cumpliéndose uno de los objetivos del crucero.

La plataforma continental del Estado de Nayarit es amplia, con una amplitud promedio de 85 Km, en ella se presentan rasgos fisiográficos importantes como cañones submarinos localizados uno al norte de las Islas Marias, otro, al sur de las Islas y el tercero en la Bahía de Banderas, delimitando la zona en tres bloques. El borde o quiebre de la plataforma se localiza a profundidades variables entre los 100 y 500 m, siendo el bloque sur el de mayor profundidad con casi 500 m, y el de menor profundidad con 100 m el bloque central.

Los ríos que desembocan en el Océano Pacífico aportan la mayor parte de los sedimentos de la plataforma continental, su distribución es resultado de la acción de las corrientes superficiales y profundas que actúan en el área. Los sedimentos son depositados paralelamente a la línea de costa, a profundidades menores de 50 m se concentran las arenas mientras que los lodos se presentan a profundidades mayores de 200 m.

El cuarzo es el principal constituyente de la fracción arenosa de los sedimentos superficiales de esta plataforma. La mica se distribuye en forma homogénea en esta fracción arenosa con un promedio de 10%, la materia biogénica, principalmente foraminíferos constituyen un porcentaje importante (25% en promedio) en la fracción gruesa de las muestras de sedimentos. En menor proporción se presentan fragmentos de roca, feldespatos, fragmentos de conchas, radiolarios y espículas.

Los rasgos geológicos muestran que es una zona tectónicamente activa con una compleja transformación progresiva. Esta evolución es el resultado de los movimientos de migración de la placa de Norteamérica con una dirección noroeste, y de subducción de la placa oceánica del Pacífico, cuya interacción es responsable de la serie de zonas de fracturas en el Pacífico.

En zonas aledañas al área de estudio se presentan depósitos minerales relacionados con la formación del Golfo de California, además de los recientes descubrimientos de sulfuros polimetálicos en el "East Pacific Rise" y de los depósitos evaporíticos distribuidos en las costas del Golfo; han sido también localizados depósitos de fosforitas en la porción oriental de la Península de California. Sin embargo, en el área de estudio no se presentan elementos que nos indiquen depósitos minerales como los antes mencionados. El posible potencial económico de la zona es la explotación de material arenoso para la industria de la construcción.

I. INTRODUCCION

Los constantes fenómenos geológicos de nuestro planeta han modificado gradual y constantemente el contorno, forma y tamaño de la parte emergida y de la parte oceánica del territorio nacional.

El Pacífico Mexicano es una región de gran importancia tanto económica como científica, en sus aguas se presentan abundantes especies comerciales (atún y marlin) y en sus sedimentos un alto contenido de fosforitas y metales susceptibles de explotación económica, tales como los nódulos polimetálicos. En sus costas se encuentran importantes centros de actividad y asentamientos humanos que son afectados por la actividad sísmica y tectónica del área, así como por fenómenos climatológicos relacionados con la dinámica oceánica. (Aguayo y Marín, 1987)

Las plataformas continentales son zonas marginales sumergidas de los continentes, que se extienden desde la costa hasta un incremento abrupto en la inclinación del fondo, se caracterizan por tener pendientes suaves que generalmente son menores a 1/1000 (Marquez-García, 1984), el relieve es de 0.5° como máximo, el promedio de profundidad es menor de 400 m y su rango de amplitud no es muy variable. (Emery, 1967). (en Marquez, 1984).

Umbgrove (1946), menciona que casi siempre el borde real de un continente yace debajo del nivel del océano.

Boucart (1949), define a la plataforma, como el área situada entre la costa y la primera caída sustancial de la pendiente.

La plataforma continental, según García (1955), es el conjunto del plano, casi sin declive, que a partir de la costa llega a una zona del mar, donde la inclinación se hace repentinamente más pronunciada; además define los términos de "filo" o "borde" de la plataforma, como el lugar donde se quiebra el plano en ángulo más agudo. Esta prolongación de las tierras continentales, se encuentra limitada por el talud, que en su parte superior está definida por el filo o borde.

Por lo que se refiere a la profundidad del borde de la plataforma continental, Shepard (1963) le asigna un promedio de 131.5 m y acepta que pueda llegar hasta los 500 m y aún mas. Para establecer el límite inferior de la plataforma continental, se toma en consideración el cambio de pendiente, el cual deberá ser de apreciable magnitud en comparación con la misma plataforma a cualquier profundidad. García (1955) propone una inclinación mínima de 1.5 grados ó 2 grados sobre una extensión relativamente grande, Shepard (1963) establece este límite por un cambio en la pendiente que oscila entre 1.5 y 5.5 grados, alcanzando en ciertos casos, hasta 25 grados.

Según Stanley y Moore (1983), el borde de la plataforma se define como el punto donde se presenta el primer cambio mayor en el gradiente y hacia el límite mas alejado de la plataforma continental, y su profundidad, distancia a la playa y configuración es muy variable.

La plataforma continental se extiende desde los márgenes del continente hasta una profundidad de algunos cientos de metros dando paso a pendientes mayores que van hasta miles de metros hacia el fondo marino. Durante el primer siglo de exploración oceánica, los geólogos marinos estaban satisfechos considerando a la plataforma con una profundidad de 200 m, donde el talud comienza generalmente. El creciente interés económico en los recursos marinos provocó una discusión internacional sobre derechos territoriales de las plataformas continentales. Bajo el Tratado de la Ley de los Mares, la definición se volvió compleja y no científica, relacionada mas a la economía que a la geología, pero los científicos marinos continúan definiendo a la plataforma por su pendiente suave mas que por su profundidad. (Press y Sierver, 1986)

Este trabajo forma parte del proyecto Evolución del Pacífico Mexicano (EVOPAMEX I), desarrollado por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM con el apoyo de DGAPA-UNAM, mediante el proyecto de investigación IN208993 cuyo titular y responsable es el Dr. J. Eduardo Aguayo C.

Objetivos

La historia geológica de nuestros mares dista mucho de ser conocida, por esta razón esta tesis está encaminada a conocer las características sedimentológicas recientes, para ello se plantean los siguientes objetivos:

Determinar las características del relieve marino.

Establecer la distribución de los sedimentos a partir de su textura y composición.

Determinar la influencia tectónica y la dinámica oceánica en la Plataforma Continental.

Conocer los recursos minerales con potenciales económicos de la región.

Antecedentes

En general el área de estudio ha sido poco estudiada, mas sin embargo existe una gran cantidad de bibliografía concerniente a la apertura del Golfo de California y a la geología de la zona aledaña a Mazatlán. Por otro lado, se encontró que éste Estado de la República Mexicana, para fines de estudios geológicos, se toma como un apéndice de los Estados de Sinaloa y Jalisco.

Según Aguayo-Camargo y Marín-Córdoba (1987), el área de investigación es el resultado de una compleja evolución tectónica, primeramente por una subducción postcretácica de la Placa Farallón bajo la Placa Norteamericana y segundo por un proceso de expansión oceánica de la Dorsal del Pacífico Oriental desde el Plioceno hasta la actualidad.

El proceso de subducción produce una migración de la Placa Norteamericana al occidente asimilando progresivamente a la oceánica. Durante este evento se desarrolló un arco magmático, el cual del Cretácico Tardío al Paleoceno, migró hacia el oriente. En la actual Baja California y en las costas de Sonora y Sinaloa se inició un periodo de quietud magmática, que perduró hasta el Eoceno Tardío.

Durante este proceso se desarrollaron sistemas estructurales que limitan a grandes bloques continentales, los cuales son sistemas de fracturas y fallas de transcurrencia orientados en una dirección NE-SW, cuyo origen es el reflejo de subplacas oceánicas que conforman a la de Cocos y que están delimitadas por fallas de transformación, que al ser traslapadas en el continente se desplazan a diferentes velocidades, dependiendo del ángulo de incidencia entre el continente y la placa oceánica, de la configuración basal del continente, entre otros factores como lo menciona Stoiber y Carr (1973). (en Aguayo y Marín, 1987)

Estos rasgos morfotectónicos se han reportado por numerosos autores en diferentes partes de la República Mexicana. Aguayo y Marín (1987) describen todos estos rasgos morfotectónicos mostrando que en la zona de estudio se presenta un sistema de fallas y fracturas transcurrentes, el cual pierde definición en el ambiente oceánico, sobre todo en el talud y la plataforma continental, debido a varios factores como son la neotectónica de la región, las variaciones del nivel del mar y/o fenómenos de erosión-depósito por corrientes oceánicas de turbidez o de fondo.

Kulm, et al., (1975) realizó estudios similares a este trabajo, en la plataforma continental de Oregon, U.S.A., donde atribuye las causas de la distribución de los sedimentos en esta plataforma a la descarga de los sedimentos por ríos, sistemas de circulación en las lagunas, dimensión y dirección del oleaje, estratificación por densidad de la columna de agua y corrientes de fondo y superficiales.

Emery (1967), Kulm et al. (1975) mencionan que los ríos son los que transportan la mayor cantidad de sedimentos gruesos y las lagunas van a actuar como trampas de estos sedimentos, mientras que los sedimentos finos que se encuentran en suspensión, continúan hacia el mar.

Se han realizado además varios trabajos similares en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, por mencionar algunos como la sedimentología de la plataforma continental del Estado de Guerrero (Marquez-García y Morales de la Garza, 1984); Montoya I., Vega J. (1989) realizaron un estudio de sedimentos de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec; Lozano-Santa Cruz et al. (1988) realizó un estudio sobre la distribución de los minerales en los sedimentos del Pacífico Mexicano.

Localización del Area de Estudio

El área está localizada en la boca del Golfo de California frente a las costas del Estado de Nayarit al noroeste de la República Mexicana. Geográficamente está delimitada por las siguientes coordenadas 20° 30' y 22° 38.83' de latitud Norte y 105° 21.91' y 107° 01.57' longitud Oeste. (Mapa 1 , Tabla 1, Fig. 1)

El Estado de Nayarit esta constituido por 19 Municipios y abarca una superficie de 22,864.80 km². La capital de la entidad es Tepic, otras localidades importantes son Acaponeta, Compostela, Ixtlán del Río y San Blas por mencionar algunas.

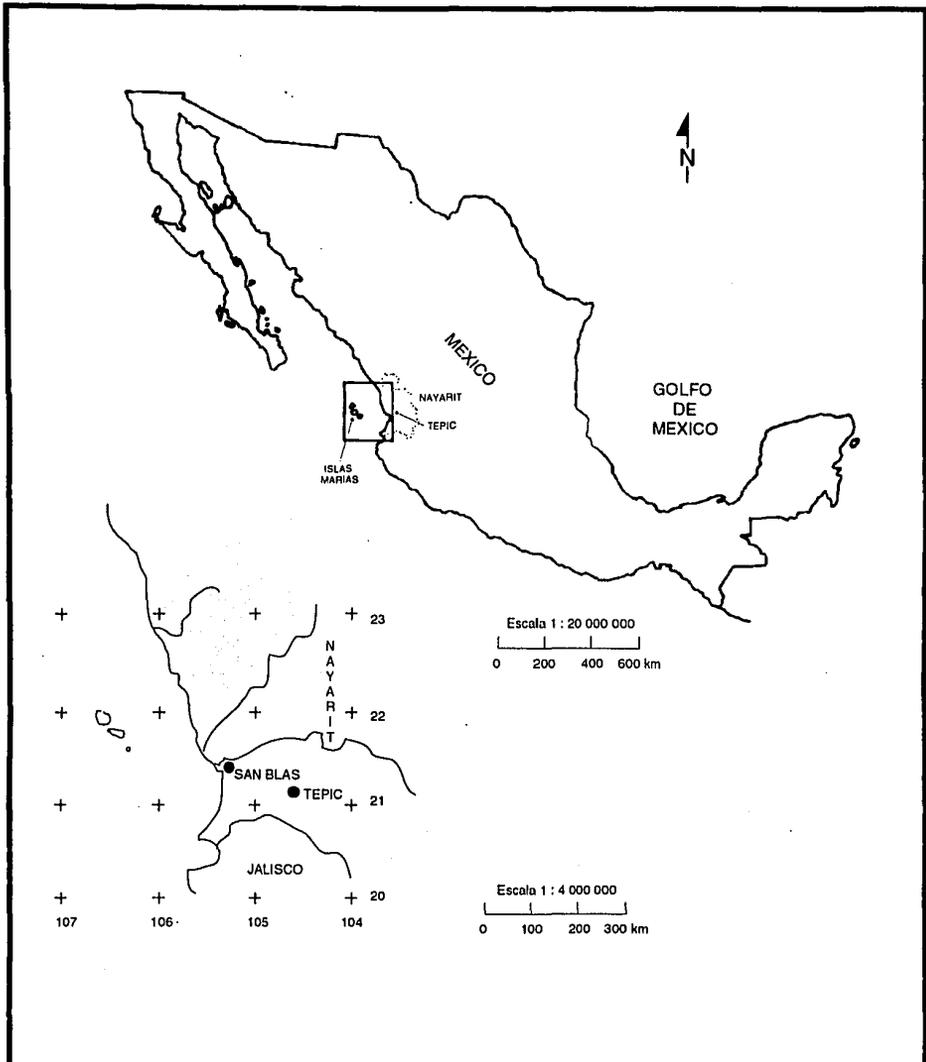
El único puerto con que cuenta actualmente Nayarit es el de San Blas que funciona unicamente como puerto de abrigo; si bien se tiene el proyecto de realizar diversas obras tendientes a su rehabilitación, con el objeto de adecuarlo al desarrollo turístico y al fomento pesquero.

Clima

El clima dominante en la entidad es el cálido, distribuyéndose a lo largo de la costa y en las zonas bajas de los valles y de los ríos Huaynamota y San Pedro. En menor grado se distribuyen climas de tipo semicálido en una franja que va de norte a sur, situada precisamente en la zona de transición entre la Llanura Costera y la Sierra Madre Occidental, y en las partes altas de la sierra se presenta el clima templado.

Dentro del subgrupo de clima cálido para la entidad, este se caracteriza por tener una temperatura media anual mayor a 22°C, se encuentra asociado principalmente a comunidades vegetativas del tipo de selva baja, selva mediana caducifolia, manglar y pastizales. Se localiza a lo largo de la zona costera; ocupa oproximadamente un 65% de la superficie del estado y presenta 5 variantes , de las que, de acuerdo con su extensión, sólo 3 son significativas de mencionar para el área de estudio de este trabajo.

Todos los datos de climas se obtuvieron de la Sintesis Geográfica del Estado de Nayarit editado por SPP en 1981.



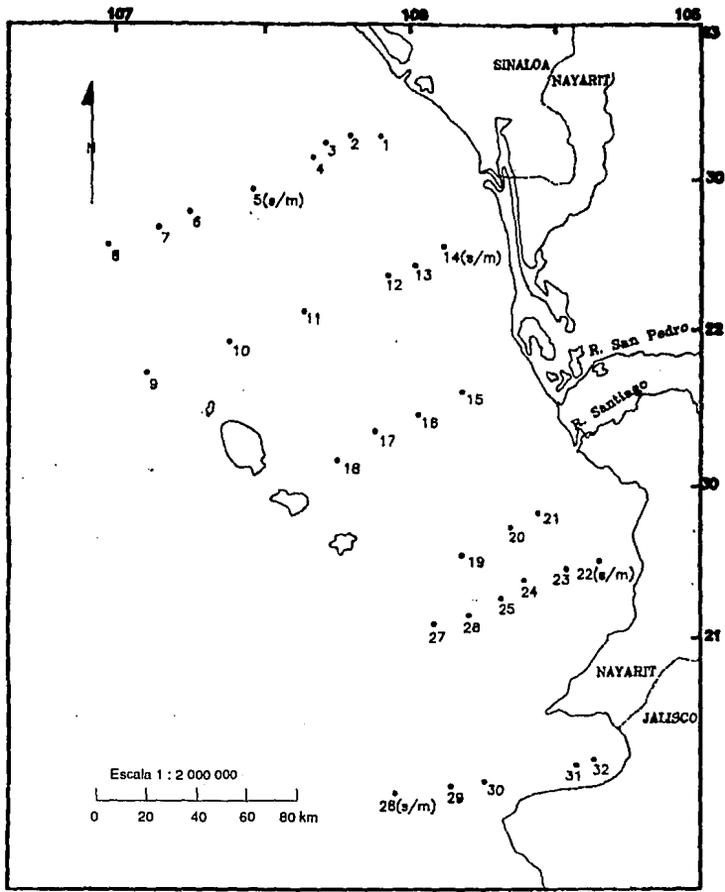
UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

Fig. 1 Localización del Area de Estudio

CECILIA MENDEZ CAMACHO



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

MAPA 1
Localización de las estaciones de muestreo
en la plataforma de Nayarit, México

TESIS PROFESIONAL

CECILIA MENDEZ CAMACHO

Clima cálido subhúmedo (AW2)

Es el mas húmedo, se distribuye a lo largo de toda la entidad, rige sobre parte de los municipios de Compostela, San Blas, Tepic y San Pedro Lagunillas. La lluvia media anual es mayor a 1200 mm y la temperatura media anual presenta un valor mayor a 22°C. La precipitación tiene su máxima incidencia en el mes de septiembre con un valor que oscila entre 390 y 400 mm y la mínima se presenta en abril con un valor menor de 5 mm. El régimen térmico mas caluroso se registra en agosto con una temperatura que va de 28 a 29°C, el mes mas frío es febrero con un rango entre 21 y 22°C.

Clima cálido subhúmedo (AW1)

Intermedio en cuanto a humedad se localiza hacia el noroeste y oeste en parte de los municipios de Acaponeta, Santiago Ixcuintla, San Blas, Compostela y en pequeñas zonas del sur de San Pedro Lagunillas.

La precipitación media anual fluctúa entre 1000 y 1500 mm, siendo la temperatura media anual mayor a 22°C. La máxima ocurrencia de lluvias oscila entre 370 y 480 mm y se registra en el mes de agosto, y la mínima en mayo con una precipitación menor a 5 mm. En el mes de junio se registra la máxima temperatura fluctuando entre 30 y 31°C, el mes mas frío es enero, con una temperatura que va de 25 a 26°C.

Clima cálido subhúmedo (AWo)

Es el menos húmedo de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5 mm. Rige principalmente en el sureste y en la región costera del noroeste y del suroeste. La precipitación media anual oscila entre 800 y 1200 mm, la temperatura media anual tiene un valor mayor a 22°C. El mes de julio es el de mayor precipitación con una cifra de 220 a 230 mm, el mes que se registra con menos lluvia es abril con un valor menor de 5 mm. El régimen térmico mas cálido corresponde a junio con una temperatura entre 30 y 31°C., el mes mas frío es enero con una temperatura entre 23 y 24°C.

Vegetación

Como efecto del predominio de climas cálidos, se ha desarrollado en el estado una intensa actividad agrícola basada en cultivos tropicales, tales como tabaco, caña de azúcar y frutales (plátano principalmente), entre otros, los que en su mayoría están sujetos a temporal y humedad sin excluir las zonas de riego. Entre éstos, el cultivo del tabaco es el más importante económicamente. A la fecha la agricultura está sujeta a los ciclos de temperatura y humedad en función de los períodos de precipitación que determinan el tipo de clima.

GEOLOGIA

Hidrología

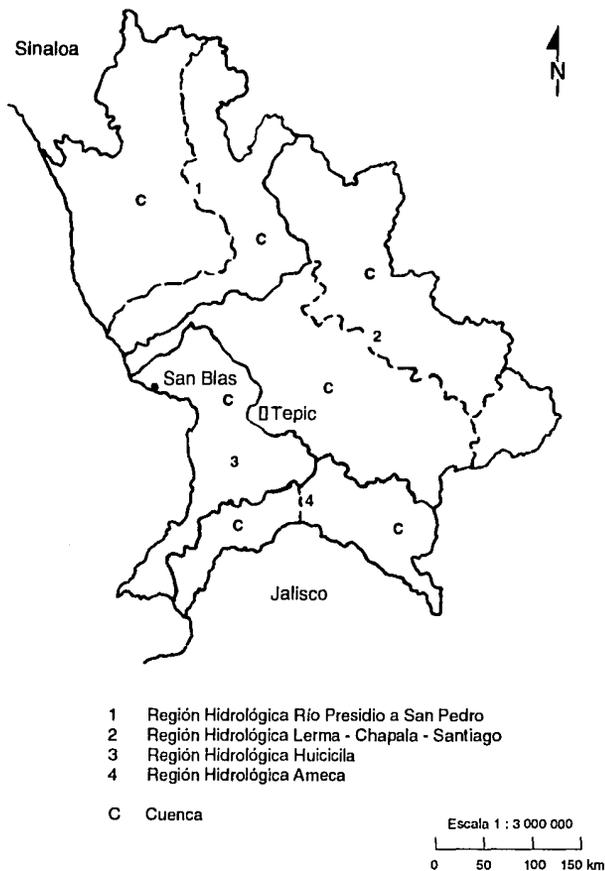
El Estado de Nayarit está comprendido en parte de cuatro regiones hidrológicas: Río Presidio a San Pedro, Lerma-Chapala-Santiago, Huicicila y Ameca. De ellas, la Lerma-Chapala-Santiago es la de mayor importancia por la superficie que ocupa, seguida por la del Río Presidio a San Pedro; ellas contribuyen en gran medida al desarrollo agrícola del Estado en las áreas de riego. Además de la aportación de material volcánico proveniente de la Sierra Madre Occidental a la zona costera. (Figura 2)

Región Hidrológica "Río Presidio a San Pedro"

La Hidrología de toda la región está representada por siete corrientes principales que descienden de los flancos de la Sierra Madre Occidental y desembocan en el Océano Pacífico.

El río San Pedro drena una superficie aproximada de 3,844.99 km², esta corriente es una de las más importantes y a la vez una de las más complejas en cuanto a su hidrología ya que originalmente era una cuenca cerrada, pero que debido a un proceso de erosión regresiva conocida con el nombre de piratería (debido al proceso de erosión captura una nueva cuenca) pudo desaguar en el Océano Pacífico.

REGION HIDROLOGICA Y CUENCAS



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

Fig. 2 Regiones Hidrológicas y cuencas del Estado de Nayarit.
tomado de la Síntesis Geográfica del Estado de Nayarit, SPP, 1981

CECILIA MENDEZ CAMACHO

Esta cuenca tiene un grado de contaminación de segundo orden; la principal fuente de residuos contaminantes son las poblaciones, de acuerdo con datos obtenidos del Atlas del Agua (SARH). (Síntesis Geográfica del Estado de Nayarit, SPP, 1981).

El río Acaponeta drena una superficie 5,603,918 km²; esta corriente nace en el estado de Durango con el nombre de Quebrada de San Bartolo; en Nayarit toma el nombre de Acaponeta. Este río tiene una longitud total de 233 km hasta la Barra de Novillero. Tiene como subcuencas intermedias las siguientes: río Acaponeta, río San Diego, río Las Conchas, El Palote-Higueras, El Bejuco y Rosamorada. La contaminación de esta cuenca es considerada de segundo orden, de acuerdo con el Atlas del Agua (SARH).

Región Hidrológica "Lerma-Chapala-Santiago"

Se puede considerar que en el Estado de Nayarit está la última etapa de esta región hidrológica, que es una de las más importantes del país, ya que la corriente principal llega a su término en el Océano Pacífico justamente en las costas de Nayarit. El río Santiago Aguamilpa drena una superficie de 6,026.99 km². Esta cuenca corresponde al último recorrido del río Grande de Santiago. Cabe mencionar que dentro de esta cuenca se encuentra la Presa Aguamilpa, la cual es el embalse de mayor importancia en todo el estado; su capacidad aproximada es de 1,200,000,000 m³. Las subcuencas intermedias que drenan y que son tributarias de la corriente principal son: río Bolaños-río Huaynamota, dos de las principales corrientes del río Santiago; río Huaynamota-Océano; río Tepic; río Mojarras; río Barranquitas y río de la Manga. Según el Atlas del Agua de la SARH, la contaminación de esta cuenca es de primer orden y requiere de control inmediato.

Región Hidrológica "Huicicila"

Esta región está dividida en dos porciones, la norte y la sur. Esta división se debe a que se interpone entre ambas la cuenca del río Ameca, la cual constituye otra región hidrológica. La porción norte es alargada con eje de norte a sur, tiene una longitud aproximada de 123 km y una anchura máxima de 55 km. Dentro de esta región se encuentran localidades importantes como: San Blas, Compostela, Jalcocotán y Zacoalpan. El río Huicicila-San Blas drena una superficie de 3,553.66 km².

Esta cuenca es de forma alargada en dirección a su corriente; esta limitada por el río Chico, la cuenca del río Santiago, la cuenca del río Ameca y en su parte baja por una ciénega correspondiente a pequeños arroyos de la vertiente del Océano Pacífico. La contaminación de esta cuenca es considerada de tercer orden en sus condiciones actuales; no presenta niveles de contaminación importantes; su capacidad de autopurificación es suficiente.

Región Hidrológica "Ameca".

Su forma es irregular y alargada en dirección este-oeste. La corriente principal de esta región actúa como límite estatal entre Jalisco y toda la parte sur de Nayarit; tiene su origen aproximadamente 25 km al oeste de la ciudad de Guadalajara, y su recorrido total es de 240 km, hasta su desembocadura en la Bahía de Banderas en el Océano Pacífico. La contaminación en esta cuenca es considerada de segundo orden, por ser la población la principal fuente de residuos contaminantes, y aunque no es grave por el momento, si requiere un pronto control.

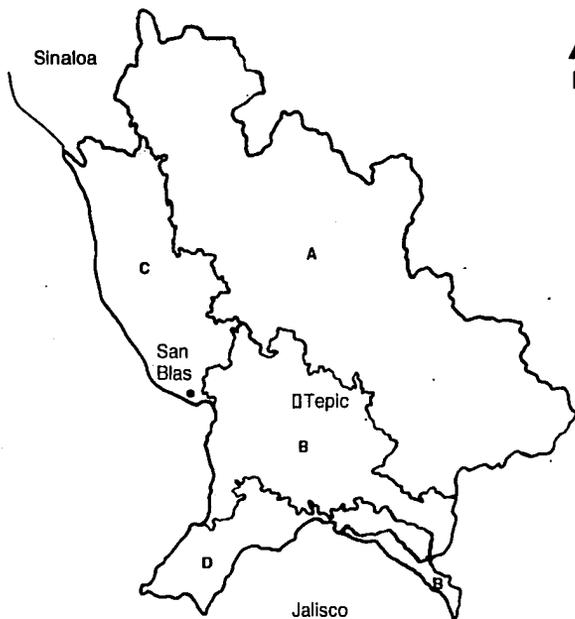
Fisiografía

Las provincias fisiográficas que abarcan el estado de Nayarit, de acuerdo a la descripción de López Ramos (1979), son la Sierra Madre Occidental, Llanura Costera del Pacífico, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur. De la primera, corresponden a la entidad parte de las siguientes subprovincias: Mesetas y cañones del sur, Sierras y Valles y Pie de la Sierra; de la segunda, la subprovincia del Río Grande de Santiago; de la tercera parte de la subprovincia de la Sierra de Jalisco y de las Sierras Neovolcánicas Nayaritas; y de la última, parte de la subprovincia de las Costas de Jalisco y Colima. (Fig. 3)

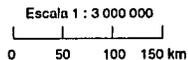
Marco Geológico

El Estado de Nayarit está comprendido, desde el punto de vista geológico dentro de 4 provincias que son: a) Sierra Madre Occidental, b) La Llanura Costera del Pacífico, c) El eje Neovolcánico y d) la Sierra Madre del Sur. La descripción de estas provincias se tomó de Geología de la República Mexicana (INEGI, 1984)

PROVINCIAS FISIOGRAFICAS



- A Sierra Madre Occidental
- B Eje Neovolcánico
- C Llanura Costera del Pacifico
(Subprovincia Delta del Rio Grande de Santiago)
- D Sierra Madre del Sur



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

Fig. 3 Provincias Fisiográficas del Estado de Nayarit,
tomado de la Síntesis Geográfica del Estado de Nayarit, SPP, 1981.

CECILIA MENDEZ CAMACHO

La mayoría de las rocas que existen en Nayarit son ígneas extrusivas (andesitas) e intrusivas (ignimbritas riolíticas y riodacitas) del Terciario. Les siguen en cuanto a área cubierta, los depósitos aluviales, lacustres, palustres y litorales que caracterizan a la provincia de la Llanura Costera, de edad Cuaternaria; en menor cantidad están los depósitos sedimentarios clásticos del Terciario y aún mas escasos son los afloramientos de rocas sedimentarias marinas (areniscas y lutitas) del Mesozoico (Triásico y Cretácico). (Mapa 2).

Las principales estructuras geológicas en el Estado de Nayarit están representadas por aparatos volcánicos, grandes coladas de lava, fallas y fracturas regionales que afectan, dislocando a las rocas y formando grandes fosas tectónicas por donde las corrientes de diversos ríos tienen un control en su cauce.

Sierra Madre Occidental

La Sierra Madre Occidental está formada por una extensa meseta volcánica afectada por grabens y fallas normales que la privan, sobre todo en los flancos, de su apariencia homogénea y seudohorizontal, el borde occidental constituye una terminación abrupta con fallas normales de grandes desplazamientos y zonas de profundas barrancas.

Según Mc Dowell y Clabaugh (1979), la Sierra Madre Occidental esta compuesta por dos importantes secuencias ígneas, cuyo contacto marca un periodo intermedio de calma volcánica. El complejo volcánico inferior posee una forma dominante de derrames y unidades piroclásticas de composición andesítica, pero también cuenta con intercalaciones de ignimbritas silíceas. El complejo superior constituye la cubierta ignimbrítica continua mas extensa de la Tierra, y se observa en una área alargada de orientación noroeste-sureste con 250 km de ancho y mas de 1 200 km de largo. (en Moran, 1984)

Sierra Madre del Sur

La Sierra Madre del Sur constituye una región con alta complejidad estructural que presenta varios dominios tectónicos yuxtapuestos. El segmento mas septentrional de la Sierra está formado por afloramientos de secuencias Mesozoicas, tanto sedimentarias de plataforma como vulcanosedimentarias de tipo arco insular volcánico-mar marginal.

Se considera que estas secuencias vulcanosedimentarias son resultado de la actividad magmática de un límite convergente de placas desarrolladas en esta porción de México durante el Cretácico Temprano. (Moran, 1984)

Eje Neovolcánico

El Eje Neovolcánico Transmexicano constituye una franja volcánica del Cenozoico Superior que cruza transversalmente la República Mexicana. Esta formado por una gran variedad de rocas volcánicas que fueron emitidas a través de un importante número de aparatos volcánicos. Son abundantes los derrames y productos piroclásticos de composición andesítica, aunque existen numerosas unidades dacíticas y aún riódacíticas. Su origen ha sido relacionado principalmente a la subducción de la Placa de Cocos, debajo de la corteza continental de México, que a nivel de la astenósfera sufre fusión parcial y origina los magmas del eje. (Moran, 1984)

Llanura Costera del Pacífico

Esta provincia abarca la porción noroccidental de Nayarit. Cubre una franja de mas de 100 Km de longitud por unos 50 Km de anchura. Limita al occidente con el Océano Pacífico, al este con la Sierra Madre Occidental y al sureste con el Eje Neovolcánico. Se caracteriza por su relieve casi plano formado por grandes llanuras de inundación, lagos y pantanos, alineados paralelamente a la costa. Existe una porción de llanura costera donde se ha formado una franja de largos cordones litorales que incluyen multitud de pantanos entre sus barras arenosas. Esta sucesión de cordones litorales indican la regresión paulatina de mar por levantamiento de terreno y además el aporte de sedimentos por los ríos que desembocan en la costa. (Moran, 1984)

Estratigrafía

Unicamente se describe la estratigrafía de la Planicie Costera y no toda la estratigrafía del Estado de Nayarit, debido al interés que se tiene a esta zona en particular para la elaboración de este trabajo.

Las rocas más antiguas de la llanura costera son rocas ígneas extrusivas del Terciario que aparecen en algunos afloramientos que bordean los límites de esta provincia con la Sierra Madre Occidental. La zona está limitada al oeste por un litoral con desarrollo de acumulaciones arenosas, producto de la acción de las corrientes litorales, las mareas y el oleaje que han re trabajado los sedimentos deltáicos y dado lugar a la formación de barras, tómbolos y flechas constituidos por arenas, gravas, limos y arcillas, depositados durante el Cuaternario. Las Islas Marias se consideran parte de esta provincia. (Síntesis Geográfica del Estado de Nayarit, SPP, 1981)

De acuerdo al interés de este trabajo, y de acuerdo a la Síntesis Geográfica del estado de Nayarit, se describe únicamente la subprovincia de la Llanura Costera, esto es, la subprovincia del Delta del río Grande de Santiago.

Esta subprovincia con respecto a la superficie total del Estado, cubre 14.95% con un total de 4,166km² y presenta las siguientes topofomas:

- Llanura deltáica: llanuras muy planas, formadas por los aluviones depositados por los ríos. Hay tres en esta subprovincia: río Acaponeta, río San Pedro y río Santiago.
- Marismas de lagunas: existe una extensión lodosa, muy plana a nivel del mar sujeta a inundaciones con aguas salobres de marea.
- Barras paralelas de antiguas líneas de costa: barras que aíslan la laguna costera del mar.
- Pequeña sierra de laderas tendidas: pequeña montaña alargada que inerrumpe la llanura deltáica.
- Lomerío cóncavo asociado con llanos: cadena de colinas de rocas ígneas ácidas.

Islas Marias

Las Islas Marias están constituidas por rocas ígneas extrusivas básicas de edad Mesozoico y por rocas del Cenozoico Superior, principalmente rocas volcánicas del Plioceno Superior, lavas, brechas, tobas basálticas y andesíticas. Algunas zonas de las islas están cubiertas por suelo o depósitos Cuaternarios.

Mareas y Corrientes Marinas

Se llama marea al ascenso y descenso que periódicamente experimenta el nivel del mar. Se denomina pleamar y bajamar a los niveles máximo y mínimo que alcanzan las aguas durante cada ciclo de marea.

De acuerdo a la clasificación de mareas de la carta de Oceanografía Física del Atlas Nacional de la República Mexicana (1990), las mareas son mixtas predominante semidiurna con variación de medio metro, esto es, cada 24 horas ocurren dos pleamares y dos bajamares, o sea, cada ciclo de marea dura aproximadamente medio día, además de denominarse mixta debido a su variación a lo largo del mes lunar. La amplitud de marea es de un metro, es decir, la diferencia de altura entre un pleamar y un bajamar.

Las aguas superficiales que circulan en esta área pertenecen al Golfo de California. La tendencia general durante todo el año de las corrientes en el área de estudio es hacia el noroeste con corrientes variables a muy variables. La temperatura del agua en invierno es de 14 a 15°C y en verano es de 16 a 17°C. La salinidad es menor o igual a 35‰. (Atlas de la República Mexicana, 1990).

II. METODO DE TRABAJO

El trabajo de campo se efectuó durante la Campaña Oceanográfica EVOPAMEX I (Evolución Oceanográfica del Pacífico Mexicano), a bordo del buque oceanográfico "El Puma", del 9 de julio al 17 del mismo mes en 1993; durante la cual se realizaron 6 transectos y un total de 32 estaciones en las que se colectaron 28 muestras de sedimentos superficiales a profundidades variables entre 50 y 2000 m, obteniéndose en una estación (estación 9) hasta 2900 m. (Tabla 1, Mapa 1).

Las estaciones fueron ubicadas en coordenadas geográficas por medio de satélite y radar, mientras que las profundidades se determinaron por ecosonda y sonar, mostrando así algunas características del fondo marino en los ecogramas obtenidos. A continuación se hace una breve descripción de éstos métodos oceanográficos.

El desarrollo del radar fue un gran desarrollo para la navegación cerca de la costa, y en el mar abierto sirve para prever colisiones entre embarcaciones o con hielo. El radar provee al navegante no solo con la dirección a un objeto o un punto de navegación, sino también la distancia o rango. Como el radar emplea una señal de ultra alta frecuencia, su rango está limitado a la línea de visual. Su uso es invaluable para la navegación y localización de riesgos de navegación con su limitado rango de varias decenas de millas.

La mayoría de los métodos modernos de navegación son de dos tipos, aquellos que emplean una triada hiperbólica y aquellos que usan un par de estaciones en tierra. En el sistema de triada hiperbólica una estación maestra está relacionada con dos estaciones esclavas, cada una de ellas transmite señales de radio y las líneas de igual tiempo de retardo entre la maestra y cada una de las esclavas puede ser representada en una hipérbola en la superficie de la tierra. Dos posiciones de intersecciones en la hipérbola se generan y el punto de cruce determinado por un receptor en la embarcación puede ser trasladado a una posición utilizando tablas definidas. Para el segundo sistema con un par de estaciones en tierra la distancia es medida a partir de cada estación, y la intersección de los círculos de distancia marcan la posición.

El sistema de navegación por satélite consiste de por lo menos la utilización de cuatro satélites, cuatro estaciones rastreadoras, dos estaciones introductoras de datos, un centro de cómputo y un equipo de navegación en un barco. Los satélites están en órbitas a altitudes de 500 a 700 miles y orbitan la tierra una vuelta cada 100 minutos. Cada dos minutos el satélite transmite señales de sincronización e identificación e información describiendo su órbita y las orbitas de los otros tres satélites. Los datos de la órbita son determinados por las estaciones rastreadoras durante varios pasos y son realizadas correcciones según los satélites pasan sobre la estación de introducción de datos.

La posición obtenida por los satélites se basa en la frecuencia de desvío, que ocurre cuando cambia la distancia relativa entre el satélite y el receptor. Este cambio puede ser medido por un receptor en un barco en cualquier momento que un satélite pasa a una elevación de ángulo entre 10 y 70° y esto se debe al movimiento del satélite en órbita, movimiento, del barco en el mar y la rotación de la Tierra.

Una herramienta básica de la oceanografía es la ecosonda. Ella provee un método para adquirir conocimiento de la profundidad o la topografía del suelo marino lo que es importante en toda investigación oceánica. El principio de la ecosonda se basa en un pulso de sonido transmitido por un barco en superficie, éste viaja a través del suelo marino reflejando y regresando a la superficie. Como la velocidad de la embarcación es lenta comparada con la velocidad del sonido en el agua, esto es esencialmente una reflexión vertical.

Si se conoce el tiempo en que viaja el pulso de sonido al fondo y regresa, y la velocidad del sonido en el agua es conocida, entonces la profundidad esta dada por:

$$\text{Profundidad} = \frac{\text{tiempo de reflexión} \times \text{velocidad del sonido en el agua.}}{2}$$

2

La velocidad del sonido en el agua varía con la temperatura, salinidad y presión de aproximadamente 1410 m/seg. en las aguas superficiales del Artico a los mayores valores cerca del fondo marino cerca de 1530 m/seg.

Las muestras se colectaron utilizando una draga modelo Smith-Mc Intyre, que tiene la propiedad de extraer el sedimento sin alterarlo, la muestra colectada de la draga correspondió a la parte superficial, por lo que se consideran sedimentos superficiales recientes. La cantidad de las muestras varió de estación a estación, en promedio se obtuvieron 50 gr de cada una de ellas.

La metodología que se siguió resultó en un rápido análisis de los sedimentos tanto en composición como en textura, lo que permitió su aplicación directa y expedita en trabajos de biología y química marina, cumpliéndose así uno de los objetivos de la campaña oceanográfica y del proyecto en general como primer acercamiento al área de estudio.

Los sedimentos fueron procesados en el Laboratorio de Sedimentología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, en donde se realizaron las siguientes determinaciones:

La textura del sedimento se determinó a partir de la relación arena/lodo, llevándose a cabo la separación de la arena y lodo mediante un tamiz de una abertura de 4 phi (0.0625mm) por vía húmeda, obteniéndose así el porcentaje de la fracción gruesa (% de arena y % de grava) y de la fracción fina (% de lodo).

Debido al contenido mínimo de gravas en los sedimentos (en promedio menor al 1%), se les agrupó dentro de la fracción arenosa.

Los sedimentos con un contenido mayor o igual al 50% de arena, se tamizaron a cada unidad (Phi) y las muestras con un alto porcentaje de arenas muy finas se tamizaron a cada 1/4 phi, con el fin de determinar los constituyentes de los sedimentos de la fracción arenosa, dichos tamizados se efectuaron en un agitador de tamices Ro-Tap W.S. Tyler.

El análisis composicional en muestra total, se realizó mediante "frotis" en láminas delgadas para identificación por mineralogía óptica de minerales, estudiados en un microscopio petrográfico.

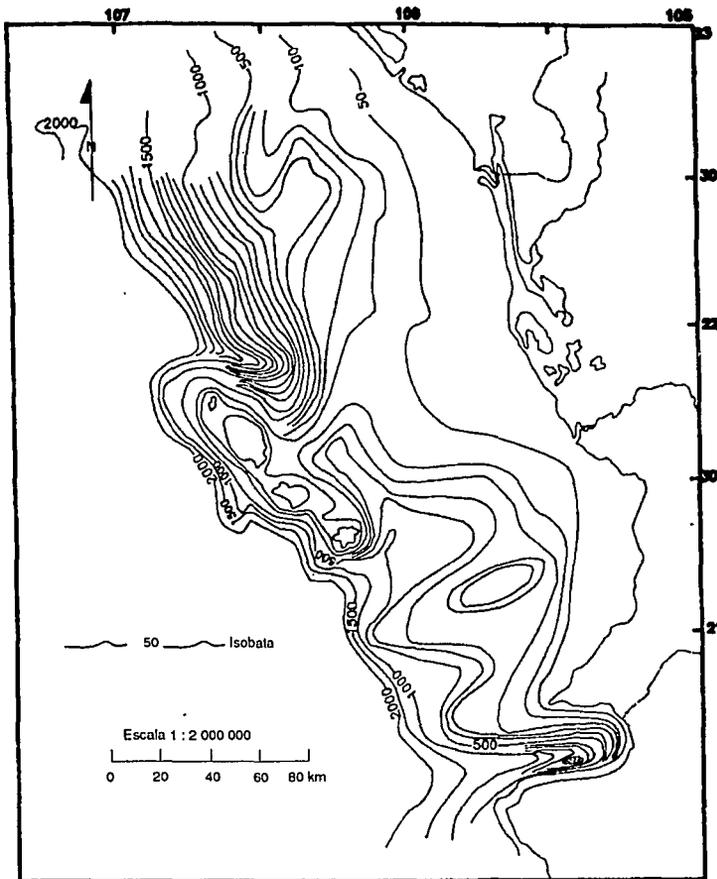
La fracción gruesa de todas las muestras fue analizada para obtener el porcentaje de sus constituyentes principales haciendo uso de un microscopio binocular marca Swift de 20 aumentos usándose cuadros comparativos de porcentaje visual (Terry & Chilingar), observándose cada muestra tres veces y obteniéndose su promedio.

Por otro lado, a los lodos se les aplicó la técnica de tinción de arcillas según Allman (1980), para lo cual se molió la muestra total y agregándole ácido clorhídrico se desecharon los carbonatos existentes, se lavó y secó el sedimento y se hicieron pruebas de coloración para Cristal de violeta, Safranina Y y Malaquita verde, determinándose así las diferentes arcillas presentes en el área. (Tabla 2).

Se realizó una prueba adicional para la identificación de fósforo, esto es mediante molibdato de amonio $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ en cristales, disuelto en ácido nítrico (HNO_3), añadiéndolo a la muestra total ya seca y molida observando la tinción a amarillo indicando la presencia de fósforo. (Allman, 1980)

Además, se elaboró un mapa batimétrico con la información recolectada en campo ubicando las estaciones con sus respectivas profundidades y trazando isolinias de profundidad (Mapa 3), modificado a partir de la carta Batimétrica escala 1:1 000 000 del INEGI. Para mayor descripción se realizaron 6 perfiles topográficos de la Plataforma Continental, ubicados en las líneas de transectos. (Figura 4).

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



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

MAPA 3

Mapa batimetrico, modificado de la carta
1 : 1 000 000 de INEGI 1984

CECILIA MENDEZ CAMACHO

III. ANALISIS MORFOLOGICO DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL

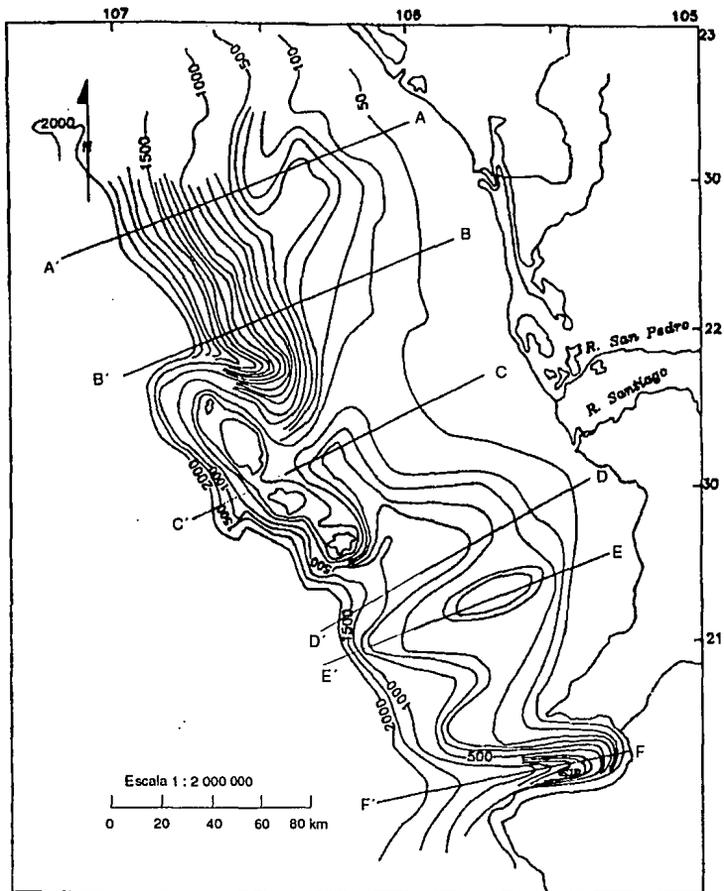
La plataforma continental se ha definido como la zona del fondo marino, que va desde el nivel del mar hasta una profundidad que tradicionalmente se ha considerado de 200 m. Sin embargo, esto no es correcto, ya que las plataformas raramente terminan a esta profundidad. Por ello es preferible limitar la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

Para realizar la descripción de la plataforma a profundidades menores de 500 m, se utilizó el mapa batimétrico escala 1:1 000 000 del INEGI modificado con los datos de profundidades obtenidos durante la campaña oceanográfica, así como por la descripción de 6 perfiles representativos que se ubican en las ilustraciones. (Mapa 4, Fig. 4).

La longitud promedio de la Plataforma Continental del Estado de Nayarit es de 85 km con variaciones de mas menos 15 km, la porción mas amplia se ubica al centro del área en el transecto C-C' y mide 104 km. La parte mas angosta se ubica al norte siendo el transecto B-B' con una distancia de 66 Km. Se puede notar que la zona norte que va desde la parte norte de las Islas Marias hasta el limite septentrional del Estado de Nayarit (y del área de estudio) tiene una amplitud de plataforma menor que la que se observa en el resto del área.

En lo referente a la pendiente de la plataforma se observa una ligera variación que va de 0.05° a 0.57°; de igual forma que con el borde de la plataforma se puede notar una zonificación de la pendiente distinguiendo tres zonas independientes, siendo la de mayor pendiente la porción sur con 0.57° y la de menor pendiente la parte central con 0.05°.

Se pueden denotar tres cañones principales debido a su pronunciamiento, estos son, uno en la parte inmediata superior de las Islas Marias, el segundo en la porción inferior de las Islas y el tercero y último el de Bahía de Banderas. A la mitad de estos dos últimos cañones se observa una entrada hacia la plataforma en la cual no hay indicios de fallamiento o fracturación, esto es, al no haber cambios en la profundidad del borde o variaciones en la pendiente de la plataforma suponemos que esta entrada se debe a erosión.



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

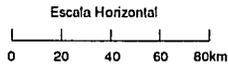
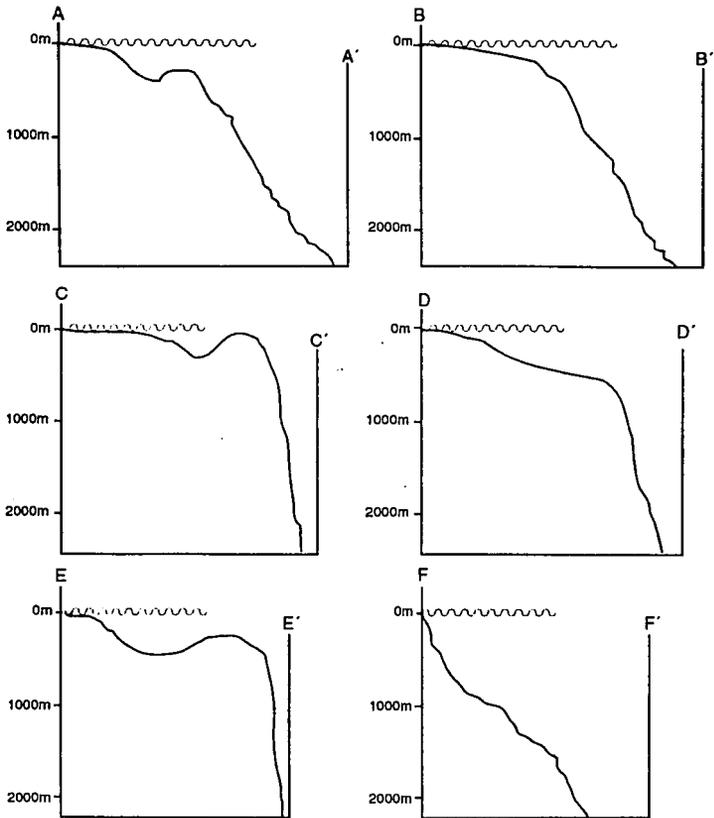
TESIS PROFESIONAL

MAPA 4

Ubicación de secciones batimétricas

CECILIA MENDEZ CAMACHO

PERFILES BATIMÉTRICOS



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

Fig. 4 Perfiles Batimétricos representativos de la Plataforma Continental del Estado de Nayarit, México, Méndez, 1994

CECILIA MENDEZ CAMACHO

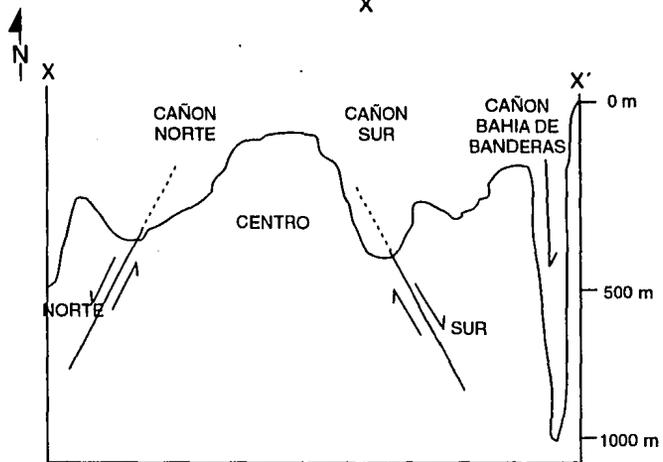
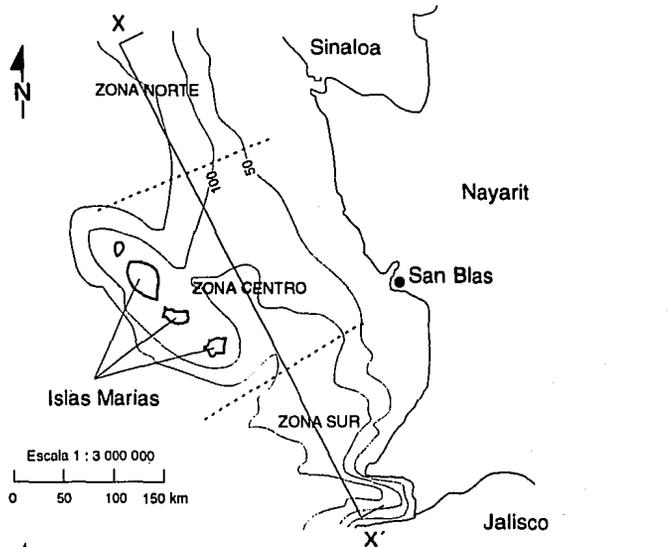
En los cañones antes mencionados varía la profundidad del borde de la plataforma y la pendiente, suponemos que estos se originaron a partir de movimientos tectónicos posiblemente relacionados con el sistema de fallas de la apertura del Golfo de California, delimitando tres zonas o bloques principales: norte, centro y sur. (Figura 5)

Según Shepard 1966, los cañones submarinos son considerados como un tipo específico de valle marino, usualmente presenta una sección transversal en forma de V, altas y escarpadas paredes, con salientes rocosas, un curso sinuoso y numerosos tributarios. Los cañones submarinos pueden presentarse en cualquier lugar desde la boca de los ríos hasta la parte baja del talud, generalmente el cambio drástico de profundidades provoca en las cabezas de los cañones una interface única somera-profunda de condiciones marinas sedimentológicas e hidrodinámicas específicas. Es bien conocido que los cañones son conductores activos del transporte de material detrítico de la costa y ambientes de plataforma a cuencas marinas profundas adyacentes, pero las complejas variables que operan en la formación, mantenimiento y relleno de estos patrones sedimentarios a través del tiempo y espacio aún no han sido totalmente comprendidas. (en Stanley y Moore, 1983)

La erosión submarina es de mayor importancia en la afectación de la morfología de los cañones. Los hundimientos son volumetricamente la actividad más importante formadora de las cabezas de los cañones, resultando estos en forma de circo, anchos y amplios festones redondeados con grandes pendientes laterales. (Stanley y Moore, 1983)

El borde o quiebre de la plataforma varía entre los 100 y 500 metros, mostrando tres regiones o bloques, hacia la parte norte o noreste de las Islas Marias el borde se localiza a 300 m de profundidad. La parte central se ubica a lo largo de las Islas Marias y presenta el quiebre a los 100 m de profundidad y la porción sur va desde las Islas hasta el cañón de Bahía de Banderas, y en la cual el borde varía de 400 a 500 metros de profundidad.

De acuerdo con la clasificación de bordes de plataformas de Vanney y Stanley (1983), la plataforma del margen este del Golfo de California se ubica dentro de lo "bordes de plataforma en márgenes inestables de apertura continental". En una vista de planta el quiebre en estas áreas presenta una configuración irregular en echelón resultado de un movimiento de levantamiento (tanto vertical como lateral) del sustrato durante el desplazamiento tectónico.



SECCION TRANSVERSAL

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

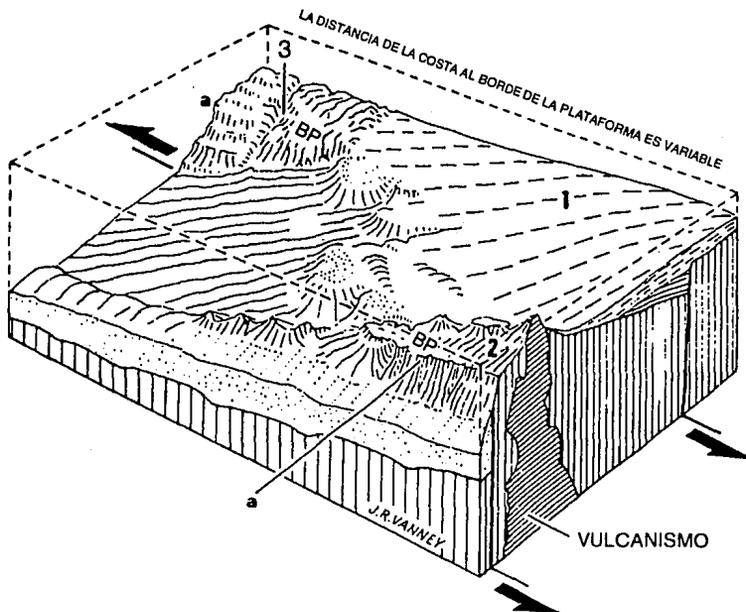
TESIS PROFESIONAL

Fig. 5 Diagrama de bloques asociados a cañones
submarinos Sección X-X'

CECILIA MENDEZ CAMACHO

Estos márgenes incluyen dos variantes morfológicas, de éstas la que mas se relaciona a la región de estudio es la de "borde de plataforma de ruptura rectilínea" es distintiva y bien definida, se presenta sobre o a lo largo de fallas transformes. Las series de sedimento progradante depositado con anterioridad al levantamiento como aquellos que se acumularon durante las etapas tempranas de apertura del Golfo de California son truncados y desplazados por fallas.

Así, el borde de la plataforma es la parte superior de un escarpe relacionado a fallamiento. Las porciones adyacentes de plataforma exterior aparecen rotas en bordes suaves y paralelos resultado de un levantamiento inicial y la subsecuente subsidencia. Como ejemplos se incluyen bloques insulares del tipo de Las Islas Marias. En algunos casos, el borde de la plataforma es cortada por cañones ubicados a lo largo de fallas con orientación perpendicular al quiebre de la plataforma. (Stanley y Moore, 1983). (Figura 6)



BP BORDE DE PLATAFORMA

a VARIANTE DE BORDE DE PLATAFORMA DE RUPTURA RECTILINEA

1 SERIE DE SEDIMENTOS PROGRADANTES (PRODELTA) DEPOSITADOS ANTES DEL LEVANTAMIENTO (COMO EN EL GOLFO DE CALIFORNIA)

2 BORDES PARALELOS RESULTANTES DE m LEVANTAMIENTO INICIAL Y LA SUBSECUENTE SUBSIDENCIA.

3 CAÑONES QUE CORTAN AL BORDE DE LA PLATAFORMA.

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

Fig. 6 Esquema de bloque diagramático, mostrando el borde de la plataforma en márgenes inestables
Tomado de Stanley y Moore, 1983.

CECILIA MENDEZ CAMACHO

IV. DISTRIBUCION DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES

La naturaleza, distribución y origen de los sedimentos superficiales de la plataforma continental son aspectos básicos en la definición y conocimiento de lo que ocurre actualmente sobre la plataforma, lo que es importante entender para el desarrollo de un país que cuenta con una Zona Económica Exclusiva muy amplia y casi sin explorar.

Color del Sedimento

De acuerdo al color del sedimento se establecieron 3 grupos:

- | | |
|-----------|----------------------------|
| Grupo I | Verde oscuro a gris |
| Grupo II | Verde olivo |
| Grupo III | Verde pardo a verde oscuro |

Como se puede observar en el Mapa No. 5, el grupo I se encuentra distribuido en forma regular con una tendencia paralela a la línea de costa y hacia mar adentro se localiza otra franja paralela de este mismo material, lo cual muestra una distribución paralela de los sedimentos a la línea de costa.

El grupo II se encuentra ampliamente distribuido de igual forma paralela a la línea de costa y también en un par de franjas paralelas hacia mar adentro.

Para el grupo III, tenemos la misma distribución que los grupos anteriores, esto es de forma paralela a la línea de costa y en medio de dos capas del grupo II, de este grupo solamente se registra una franja pero posiblemente hacia mar adentro se pueda encontrar otra capa similar pero habría que realizar otro muestreo a mayor profundidad.

El color es un parámetro útil para interpretar la influencia de la zona costera sobre la plataforma, dado que nos puede indicar la productividad biológica del área (color oscuro) y como se esta llevando a cabo la distribución de los sedimentos aportados por los ríos, además de ser un indicador de la composición de los sedimentos, ya que la mayoría de los sedimentos finos presentan un color verde pardo a verde oscuro (grupo III), mientras que los sedimentos mas gruesos presentan colores verde oscuro a gris (grupo I).

Tipo de Sedimento

En relación a la clasificación de los sedimentos, se tamizaron en el laboratorio del ICMYL para determinar el porcentaje de grava, arena y lodo como se muestra en la Tabla 5, y posteriormente con los datos obtenidos se procedió a obtener la nomenclatura correspondiente a los sedimentos superficiales obtenidos para cada una de las estaciones.

La arena y el lodo constituyen las dos fracciones mayores, se pudo observar que el material se agrupa fundamentalmente en los siguientes grupos: a) lodo; b) lodo arenoso; c) arena lodosa, y d) arena. Comparando estos grupos (a,b,c y d) con los parámetros utilizados para clasificar los sedimentos superficiales de la plataforma continental del Estado de Guerrero (Márquez y Morales, 1984), se decidió utilizar esta misma clasificación. Así que los parámetros utilizados para determinar el tipo de sedimento es el siguiente:

% Arena	Tipo de sedimento
> 90	Arena
>50<90	Arena lodosa
>10<50	Lodo arenoso
<10	Lodo

Distribución del Sedimento

La distribución de estos sedimentos en la plataforma continental del Estado de Nayarit (Mapa 5), presenta una tendencia general de formar franjas paralelas a la línea de costa interrumpidas solamente por una mancha en donde afloran sedimentos mas gruesos que los que esperaríamos para esas profundidades y cuya erosión por acción de corrientes le da una forma irregular engrosada hacia el noroeste.

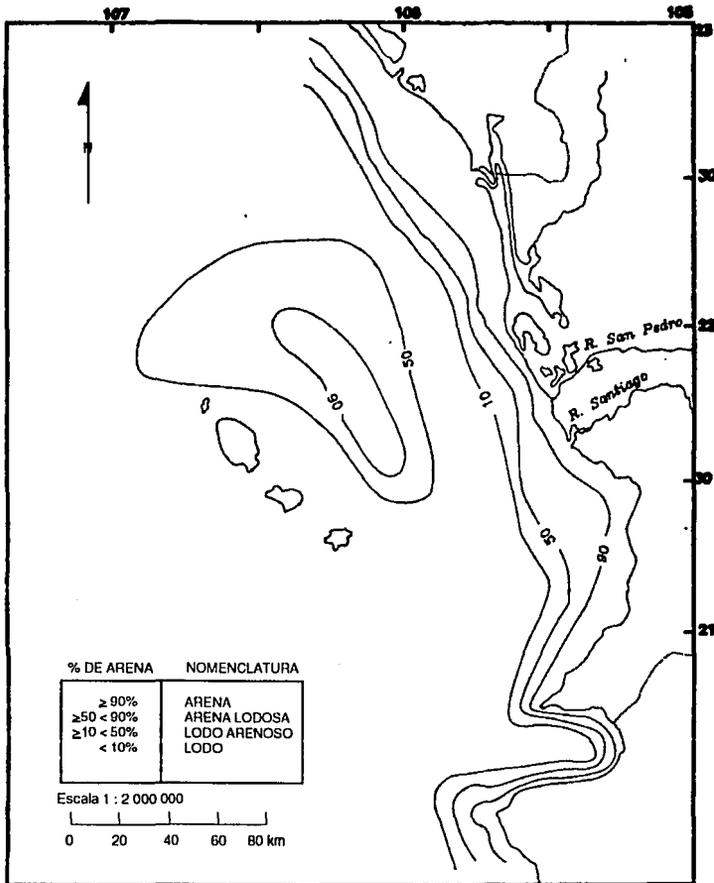
En la distribución de los sedimentos de esta plataforma, a excepción de la anomalía mencionada, existe una notable disminución gradual del tamaño de grano con respecto a la distancia con la línea de costa y con la profundidad, encontrándose así, arenas en áreas someras y cercanas a la línea de costa, pasando a arenas lodosas, lodos arenosos y lodos al aumentar la profundidad y acercarse al talud.

Shepard (1973) y Emery (1967), indican que la distribución de los sedimentos sobre una plataforma continental en general, es debido a las corrientes de fondo, exposición a las grandes olas, proximidad a las desembocaduras de los ríos y lagunas, abundancia de organismos calcáreos y la presencia de sedimentos relictos.

La Islas Marias ubicadas frente a la costa del Estado de Nayarit, desarrollan una forma de barrera que no permite la distribución paralela de los sedimentos enviándolos hacia la salida superior por influencia de las corrientes marinas.

Emery (1967), menciona que el 90% de las plataformas continentales, son afectadas por el oleaje a profundidades de 20 m, cuando la posición de la ola empieza a refractar y así transferir la energía hacia el fondo, lo que no permitiría el reposos de los sedimentos finos. En la plataforma continental de Nayarit no se encuentran sedimentos finos a profundidades menores de 50 m en promedio, lo cual puede significar que la acción del oleaje es menor a esta profundidad hasta la línea de costa.

El cambio relativo en el nivel del mar y la velocidad de depositación de sedimento determinan el caracter y el potencial de preservación de las mayoría de las secuencias litorales, sin embargo, la geología de los depósitos, su geomorfología y la energía de las olas y las mareas deben ser factores a considerar.



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

MAPA 5

Clasificación de sedimentos de la
plataforma continental de Nayarit, México

CECILIA MENDEZ CAMACHO

Según Davis (1987), en esta área una rápida transgresión ocurrió a partir de hace 18 mil años hasta cerca de 7.0 mil años con una elevación del nivel del mar aproximadamente de +8m. Turba o musgo a 7m tienen fechamiento con radiocarbon de 7.0+- 0.5 mil años. Extensos depósitos de pantano y laguna dominan la porción inferior de la sección estratigráfica a través de la región (Figura 7). Estos depósitos tiene claramente un menor potencial de preservación durante la transgresión. La preservación de esta parte de la secuencia empieza con la progradación de la costa que comenzó hace 4.75-3.60 miles de años en varias localidades a lo largo de la costa. (Davis, 1987)

Subsecuentemente al lento levantamiento del nivel del mar y la combinación de retrabajo de sedimentos previos y la adición de sedimentos fluviales, trajo como consecuencia una playa progradacional que ha continuado hasta el presente. (Davis, 1987) (Figura 8).

Las posibles corrientes que actúan en la plataforma continental de Nayarit son corrientes por mareas, meteorológicas, por densidad, de fondo y superficiales, estas últimas causadas posiblemente por las grandes corrientes oceánicas que se introducen hasta la plataforma, o bien, por corrientes litorales. De acuerdo al Atlas de la República Mexicana, en la Carta de Oceanografía Física se observa en general para prácticamente todo el año una tendencia de las corrientes marinas hacia el norte.

Todas las corrientes mencionadas van a constituir un mecanismo de transporte de los sedimentos provenientes de la zona costera, las corrientes superficiales o litorales pueden transportar sedimentos finos en suspensión depositándose en la plataforma de una manera homogénea.

La distribución de los sedimentos va a depender también de la cantidad de sedimentos aportados a la plataforma por la descarga de los ríos y lagunas, observándose en el área de estudio lo siguiente: (Figura 2). Los principales ríos aportadores de material son de norte a sur del estado el Río San Pedro, Río Acajoneta, Río Santiago-Aguamilpa, Río Huicicila-San Blas y el Río Ameca. El régimen de los escurrimientos en cada uno de ellos se caracteriza por tener mas o menos definido el periodo de avenidas como el de secas.

COSTA PROGRADANTE

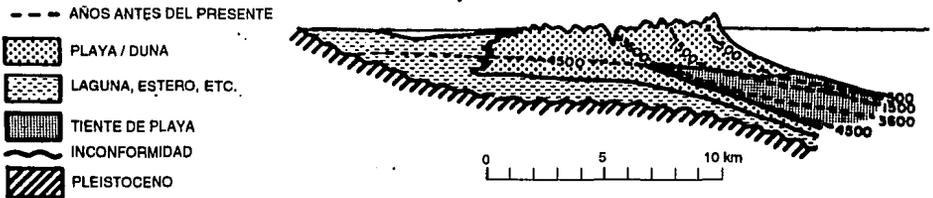


Fig. 7 Sección transversal de la estratigrafía general de la costa de Nayarit, México, en el presente progradante. Tomado de Davis, 1987.

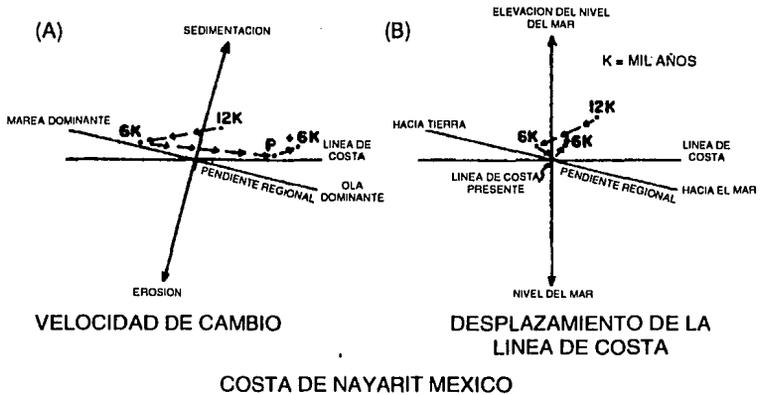


Fig. 8 Cambios en (A) condiciones dominantes y (B) desplazamiento de la línea de costa en Nayarit durante los últimos 12,000 años. Tomado de Davis, 1987

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

CECILIA MENDEZ CAMACHO

El aporte de sedimentos en la zona costera por los ríos y lagunas del área de estudio, van a depender de las variaciones estacionales, pues en épocas de lluvias el aporte de sedimentos alcanzará su máximo. Sin embargo, los cambios en la distribución por efecto de estas variaciones aún no han sido estudiadas.

Composición del Sedimento

El análisis de la composición de los sedimentos se dividió en dos fases, siendo la primera el análisis de la fracción gruesa mediante la observación directa al microscopio de la parte arenosa y cuyo resultado se observa integrada en la Tabla 3, y la segunda el análisis de los lodos mediante tinción y cuyo resultado se presenta en la Tabla 2.

Por lo que se refiere a la composición de las muestras arenosas, de acuerdo a la Tabla 3 se observa que la componente principal de las arenas es el cuarzo, por lo que se nombra cuarzoarenitas a la fracción gruesa de los sedimentos que se estudiaron, no se consideró pertinente el uso del triángulo de Folk debido al predominio del cuarzo y la escases de los dos elementos: feldespatos y fragmentos de roca. Además se encontraron otros elementos en cantidades menores como ferromagnesianos, magnetita y mica. En estas muestras es significativa la presencia de material biogénico tanto carbonatado como silíceo.

En relación a los lodos, estos pueden estar constituidos por minerales de origen primario o por minerales de origen secundario. El grado de alteración de estos minerales es variable del que depende el grado de caolinización o de montmorillonización que caracteriza a la arcilla. A este tipo de arcillas se les denomina arcillas residuales.

De acuerdo a la Tabla 2 que nos indica el resultado del análisis preliminar de la fracción lodosa, para determinar en forma general el tipo de arcilla presente, se observa la distribución de estas arcillas en franjas paralelas a la línea de costa en alternancia de Caolinita e Illita, alterada solamente por una mancha pequeña hacia el noreste de Dickita.

En las arcillas los constituyentes mineralógicos han sufrido diversos procesos de alteración que los han transformado o eliminado, la acción química y los agentes físicos originan a los minerales secundarios y el transporte y la lixiviación naturales dan lugar a la formación de una arcilla residual.

Lozano- Santa Cruz et al. (1988), realizó un estudio sobre la distribución de los minerales arcillosos de los sedimentos del Pacífico Central Mexicano, estableciendo los límites de distribución de la montmorillonita asociada al vulcanismo básico en el área de estudio.

V. TECTÓNICA Y SEDIMENTACIÓN

Los rasgos geológicos muestran que es una zona tectónicamente activa con una compleja transformación progresiva. Esta evolución es el resultado de los movimientos de migración de las placas de Norteamérica y del Caribe con dirección noroeste y de subducción de la placa oceánica del Pacífico, cuya interacción es responsable de la configuración de las provincias morfotectónicas del país; y en particular de la serie de patrones de fracturas en el Pacífico que se continúan desde la cuenca oceánica hasta el continente, produciendo zonas de alto riesgo sísmico. (Aguayo y Córdoba, 1987).

La dorsal oceánica del Pacífico Oriental se extiende hacia el norte del Ecuador y desaparece como un rasgo batimétrico distintivo cerca de la boca del Golfo de California. Transversal a la dorsal oceánica, se encuentra la zona de fractura Tamayo, cuyo trazo se expresa como un característico lineamiento batimétrico en el fondo oceánico del Golfo de California. La dorsal oceánica del Pacífico Oriental y las zonas de fractura Rivera y Tamayo, definen los límites de las placas Norteamericana y del Pacífico cerca de la boca del Golfo de California (Larson, 1970). Los movimientos diferenciales entre dichas placas se reflejan en el continente y se manifiestan en vulcanismo, sismicidad, fuentes térmicas, etc. (Aguayo-Camargo, 1987).

Es importante pues conocer en detalle los principales rasgos morfotectónicos de esta área y establecer las zonas de mayor riesgo sísmico, así como la evolución tectónica de la cuenca. Desde el punto de vista oceanográfico, presenta también una interesante dinámica pues se encuentran en esta área frentes oceánicos, fenómenos de surgencia, alta productividad biológica y la presencia de una bien desarrollada zona de poco oxígeno.

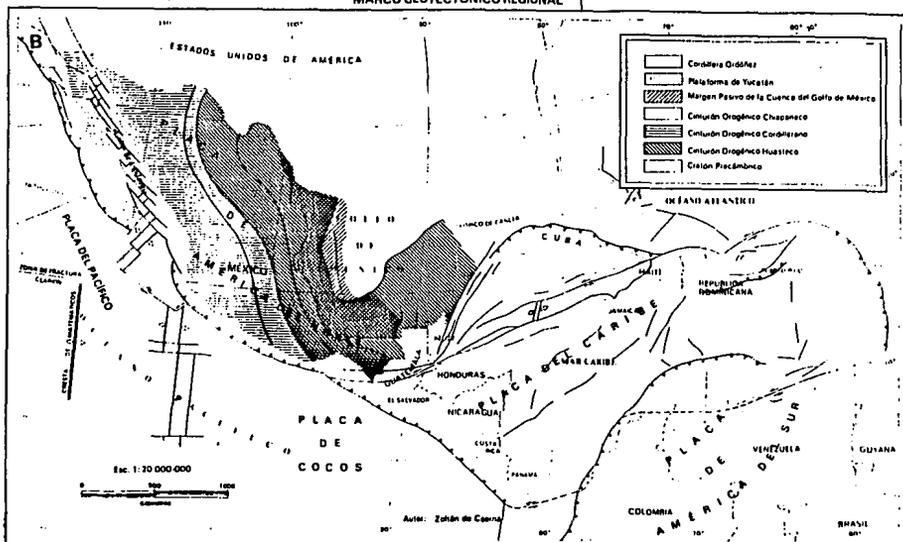
Los efectos del tectonismo y de la circulación oceánica se reflejan tanto en los sedimentos como en la distribución de las comunidades biológicas que ahí habitan, las cuales presentan características particulares de adaptación a la dinámica antes mencionada.

En el noroeste de México durante el Mioceno tardío y el Plioceno temprano el extremo oriental de la actual península de Baja California se empezó a separar del resto del continente con un desplazamiento hacia el noroeste, dando origen al Golfo de California (Moore, 1973), hace 4.5 millones de años. El desplazamiento y rompimiento de la península fue debido al movimiento de la Placa de Norteamérica hacia el occidente, subduccionando a la Dorsal del Pacífico Oriental y a la placa de Cocos en dirección noreste. Este proceso produce nuevos rasgos morfotectónicos, como son la misma dorsal oceánica y fallas de transcurrancia en orientación NW-SE, que localmente son la fractura Rivera y Tamayo y que en el área de estudio conforman una placa denominada Rivera, la cual se encuentra en proceso de subducción. (Figura 9).

Desde el punto de vista estructural se considera al Golfo, como una zona de apertura continental en dirección NW-SE, con una separación oblicua de la Península de Baja California. Larson et al (1968), se explican que el patrón estructural del Golfo de California consiste en una alternancia de pequeños ejes de creación de corteza de dirección noreste-suroeste y fallas transformes. (Roldán y Vasallo, 1984).(Fig. 10)

Los rasgos morfotectónicos mayores postcretácicos y la neotectónica del área, la cual es muy dinámica, es un reflejo palpable de que la corteza se encuentra en movimientos continuos, lo que hace necesario la elaboración de un mapa de riesgo sísmico para determinar las zonas mas expuestas a este tipo de fenómenos, por otro lado, este tectonismo activo puede crear fenómenos de hidrotermalismo y vulcanismo, como los que se encuentran presentes en el paralelo 21 y en el cono adventicio de 1051 m de altura sobre el nivel del mar, del volcán Evermann de reciente erupción en la isla Socorro (1993). Así mismo, esta actividad tectónica puede generar recursos minerales importantes, como los sulfuros masivos encontrados en las chimeneas hidrotermales en regiones cercanas al área de estudio.

MARCO GEOTECTÓNICO REGIONAL



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

Fig. 9 MARCO GEOTECTÓNICO REGIONAL

CECILIA MENDEZ CAMACHO

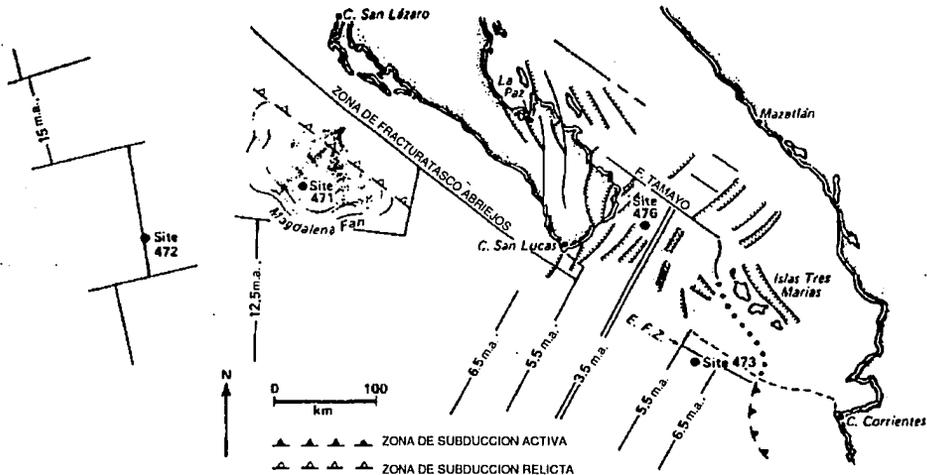


Fig. 10 Reconstrucción de la región sur de la Baja California a su configuración de 3.5 millones de años. Baja California ha sido desplazada 112 km. a partir del bloque continental de las Tres Marias debido al agrietamiento y desplazamiento en el centro de la boca del Golfo de California. Tomado de Moore, 1981

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

CECILIA MENDEZ CAMACHO

Sedimentología

La Plataforma continental y el talud están influenciados por un gran aporte de sedimentos terrígenos provenientes de la Sierra Madre Occidental, constituidos por rocas ígneas y aportados por los ríos al océano, atravesando la planicie costera y lagunas costeras que aportan materiales al océano cuando abren sus bocas, influenciados para su transporte y distribución por corrientes litorales. Existen otros depósitos de sedimentos terrígenos como son las antiguas líneas de costa que quedan como evidencia relictas de las variaciones del nivel del mar.

Emery (1967), en su estudio de los márgenes continentales del mundo, reporta que estos márgenes están cubiertos por sedimentos detríticos recientes aportados al océano por corrientes fluviales, viento, y erosión de oleaje, además de contener sedimentos biogénicos, autigénicos y volcánicos, entre otros.

Hacia la dorsal, se tienen formaciones oceánicas sedimentarias definidas por su color, mineralogía y textura, indicándonos de acuerdo con Cook (1975), diferentes regímenes de sedimentación prevalecientes en diferentes épocas, que para la región se pueden dividir en: 1) volcanogénicos por la actividad ígnea en la dorsal y fracturas aledañas, como las erupciones marinas recientes en la Isla Socorro en este año y que por corrientes de surgencia presentes en la región se están depositando en zonas más cercanas al continente y que probablemente estén afectando la vida bentónica en la plataforma y talud; 2) pelágicos, estos últimos con varias facetas que van desde sedimentos calcáreos hasta sedimentos puramente silíceos. (Aguayo y Marín, 1987)

La dinámica oceánica y costera se pone de manifiesto de diversas maneras, así tenemos entre otros, fenómenos de surgencia, productividad biológica, condiciones de óxido-reducción y corrientes que se verán reflejados en el tipo de sedimentos presentes en la plataforma y talud, así como la geomorfología que también es resultado de la evolución geológica compleja del área. (Aguayo y Marín, 1987)

Es importante notar que el grado de madurez de los sedimentos, que caracterizan a un determinado ambiente de depósito, depende de la cantidad de energía mecánica aplicada por las corrientes y las olas a los sedimentos después de que éstos fueron transportados a su lugar final de depósito; no depende de la energía gastada en moverlos desde su área fuente hasta este punto.

La madurez textural de los sedimentos es, en gran parte, el resultado de los diversos factores que definen el ambiente de depósito, sin embargo, según Folk, 1974, opina que la madurez textural es una función directa del tectonismo; según ellos, una intensa actividad tectónica y la existencia de geosinclinales con rápida subsidencia originan secciones estratigráficas compuestas enteramente de sedimentos inmaduros, una ligera inestabilidad tectónica (plataformas inestables) da lugar a sedimentos submaduros, condiciones estables (plataformas estables) producen sólo sedimentos maduros, y los periodos de estabilidad tectónica prolongada originan los sedimentos supermaduros. La simplificación de esta teoría es exagerada, porque (por lo menos en las tres fases inferiores de madurez) el ambiente de depósito ejerce un control mucho mayor que el tectonismo en la clasificación y en el redondeamiento de los sedimentos.

El grado y tipo de actividad tectónica determinan una asociación preferente (pero no necesaria), que comprende la litología del área-fuente, el relieve, los procesos geomórficos y la velocidad de subsidencia de la cuenca de depósito. Estos factores, a su vez, se integran y producen asociaciones preferentes de ambientes de depósito, ya que la velocidad de la afluencia de detritos en la cuenca, combinada con la velocidad de subsidencia de la misma, determinan la distribución cuantitativa de los ambientes de depósito, o sea la proporción entre facies continentales y marinas, o la importancia relativa de los sedimentos deltaicos con respecto a los de las playas. (Folk, 1974)

En consecuencia no es posible llegar a ninguna contundente conclusión tectónica basándose solamente en el estudio de una cuantas muestras, a menos que se pueda demostrar que éstas son típicas de un gran intervalo estratigráfico. Para determinar cual tipo de tectonismo está representado por los sedimentos, se estudia la distribución cuantitativa de los varios ambientes de depósitos en un gran intervalo estratigráfico y ésta se integra con otras características. tales como mineralogía, distribución de los espesores de las capas y estratigrafía general.

El grado de madurez textural de las areniscas depende de su ambiente de depósito, pero la importancia volumétrica de cada ambiente esta determinada por la actividad tectónica. La composición mineralógica de las areniscas es controlada por la litología del área fuente y ésta, a su vez, es afectada por el tectonismo (Krynine, 1975). En consecuencia, ambas propiedades se influyen mutuamente, aunque muestren un grado considerable de variación independiente.

VI. RECURSOS MINERALES

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

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

El Golfo de California en el NW de México es un rasgo geológico terciario formado por separación y deriva de una parte de la corteza continental de la placa Norteamericana. En cuanto a los depósitos minerales se consideran dos épocas metalogenéticas dentro del Neógeno: la primera de 17 a 3.5 m.a. (formación del protogolfo) durante ésta época se formaron los depósitos de fosforita de la porción sur de la Península, así como los yacimientos de boratos en el NW de Sonora. La segunda época metalogenética entre 3.5 m.a. y el presente fué la más prolífica en yacimientos entre los que destacan los de cobre de El Boleo y el de manganeso de Lucifer, así como otros mas pequeños de azufre y plomo-plata. Dentro de la segunda época metalogenética se considera también a los recientes descubrimientos de sulfuros polimetálicos en el "East Pacific Rise" y los de la cuenca de Guaymas. Por último se encuentran los depósitos evaporíticos tan ampliamente distribuidos en las costas del Golfo. (Roldán y Vasallo, 1984). (Fig. 11)

La metalogenia de la zona ha sido tratada por Wisser (1954), Gonzalez (1956), Salas (1975). De Cserna (1976) menciona algunos depósitos minerales relacionados con la formación del Golfo de California. (en Roldán y Vasallo, 1984)



Roldán y Vasallo

- A.- Volcanismo de la Formación Comondú
- B.- Sedimentos Marinos
- C.- Sedimentos Lagunares

- 1.- Depósitos de Boratos
- 2.- Depósitos de Fosforita

17 m. a. a 3.5 m. a.

(A)



Roldán y Vasallo

- A.- Volcanismo (basaltos continentales)
- B, C.- Rocas volcano - sedimentarias

- 1.- Cerro Prieto, Sierra de Cucapas y Sierra el Mayor (Agua caliente con azufre)
- 2.- Sierra Pintá (vetas con Pb - Ag en rocas volcánicas de Mioceno)
- 3.- Punta Diggs, Delicias Agua Caliente con azufre
- 4.- Miramar
- 5.- Isla Tiburón (Manganeso)
- 6.- Lucifer, Isla San Marcos (Manganeso y yeso estratiforme)
- 7.- El Boleo, Mulegé (Cobre estratiforme)
- 8.- Bahía San Agustín, Bahía Jojoval (Cobre tabular (?))
- 9.- Bahía Concepción, El Gavilán, Guadalupe, Santa Isabel, Isla del Carmen (Manganeso y yeso estratiforme)
- 10.- "East Pacific Rise" (Sulfuros Polimetálicos)

3.5 m.a. a 0 m.a.

(B)

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

Fig. 11 Esquema de la Evolución Neógena (A) (17-3.5 m.a.) y (B) (3.5-0 m.a.) del Golfo de California y zona adyacente, se indican algunos depósitos minerales asociados. Modificado a partir de Gazit y otros (1975), (1978) Lonsdale y Lawer (1980) y Rubin (1982) Tomado de Roldán y Vassallo, 1984.

CECILIA MENDEZ CAMACHO

Dentro de los depósitos que se forman actualmente vale la pena destacar los recientes descubrimientos de sulfuros polimetálicos en el extremo noreste del "East Pacific Rise" sobre lavas de composición toleíticas directamente en pequeñas chimeneas hidrotermales y en su alrededor sulfuros de Zn,Cu,Fe y azufre nativo así como trazas de Pb,Ag,Pb y Cd, fué notada la ausencia de Mn aún como elemento menor (Francheteau et al 1979).

De acuerdo con Alexandersson y Klevebring (1978), la arena y grava son los materiales mas distribuidos en tonelaje en el mundo, sobrepasando al petróleo y carbón. Ambos resultan de las desintegración natural de las rocas. Cerca del 90% de la arena y grava son usadas para la construcción . Las playas y el piso marino, fondos y orillas de lagos, terrazas y fondos de ríos son las principales fuentes de estos materiales.(en Cronan, 1986)

Debido a que la arena y grava son materiales de bajo costo con uno de los menores precios en el mercado, el costo del transporte es un factor importante en el asentamiento de plantas de arena y grava. Por esto, ésta industria debe ser altamente descentralizada dando servicio a un área determinada. En ciertos países como Inglaterra, Australia y Nueva Zelanda entre otros, el minado de estos productos fuera de la costa ha venido acrecentandose llegando a ser una importante industria.

Según Cronan, 1986, debido a que este tipo de minado aún es muy reciente, aún no se conocen los impactos ambientales particulares, sin embargo se han observado que el minado en la plataforma continental puede cambiar la carga de sedimento e interferir con los patrones de dispersion de sedimentos, resultando en una erosión de la costa y la formación de problemas para la navegación, además puede cambiar la pesca en el área. Para evitar lo anterior se ha tomado un límite de entre 5 y 20 km a partir de la línea de costa, dependiento de la ubicación del punto de quiebre de la plataforma para llevar a cabo este minado sin afectar el ambiente, mas sin embargo esto es algo que un país como México aún no puede afrontar debido al alto costo de implantación.

Existe solamente una zona dentro del área de estudio en la que se podría recomendar este tipo de explotación debido a la mayor estabilidad relativa, tanto a la erosión como a la actividad tectónica además de la acción de las corrientes marinas.

Esta zona se ubica en la porción central frente a las Islas Marias, mismas que sirven de protección a esta área, y cuya localización se puede observar en el Mapa 5, presentando una forma longitudinal levemente alargada hacia el noreste debido a la presencia de un cañón y la erosión que este sufre por las corrientes marinas.

En relación a las arcillas, éstas dependen de su naturaleza, comportamiento, cantidad y otras condiciones de pureza. Los análisis realizados para la elaboración de este trabajo unicamente sirven para la determinación dentro de la fracción lodosa de la muestra, de la composición de sus materiales arcillosos, de tal forma que no se realizaron análisis de concentraciones y pureza de las arcillas, por lo tanto no se puede precisar ni las concentraciones ni la pureza ni factibilidad de aprovechamiento de este recurso.

Cronan (1986), toma como factores importantes en la génesis del fosfato, el que el agua marina este enriquecida con nutrientes, gran productividad biológica, levantamiento oceánico regional asociado con divergencia, y levantamiento dinámico localizado debido a la obstrucción topográfica de sistemas mayores. Las pocas cantidades de fosfato que se encontraron en algunas muestras (Tabla 3) se pueden deber a la influencia de la surgencias presentes al oeste del área, de cualquier forma son muy pocas las cantidades de fosfato que se encontraron como para ser susceptibles de explotación, mas sin embargo se recomienda un mayor estudio en esta zona para observar el comportamiento de este material.

Conforme se incremente el conocimiento de los recursos que se empiezan a explorar y se completen con futuras investigaciones, la explotación y beneficio de los recursos marinos presentes en la plataforma de Nayarit tomara atractivos rumbos. Lo que implicará una adecuada infraestructura científica, técnica y financiera para el óptimo aprovechamiento de tan importantes recursos.

VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1.- La plataforma continental del Estado de Nayarit es amplia, presentandose el borde de la misma a una distancia promedio de 85 kms. Su pendiente es suave, distinguiendose tres bloques con pendientes distintas que varían de 0.05° en la porción central hasta 0.57° en la porción sur, siendo esta la de mayor pendiente; la plataforma se extiende hasta mas de 500 metros de profundidad donde hay un cambio marcado en la pendiente.

2.- Se observan tres cañones principales en el área, mismos que delimitan los tres bloques definidos y en los que se presenta una mayor erosión tanto en el cañón sur o de Bahía Banderas por acción del río Ameca, como en el cañón norte que limita la parte septentrional de las Islas Marias. Estos cañones indican la actividad tectónica del área, directamente relacionada con la apertura del Golfo de California.

3.- La arena se concentra en franjas paralelas a la línea de costa, disminuyendo progresivamente a lodos a profundidades mayores, con un incremento en los fragmentos de conchas a profundidades menores a los 100 metros. Se observó una mancha irregular de sedimentos gruesos sobre el cañón norte localizandose a profundidades mayores de 500 metros y a una distancia de 80 km a la costa. Los sedimentos están constituidos por cuarzo, feldespato, mica, fragmentos de roca, biógenos y otros minerales además de materia orgánica, los constituyentes mas importantes son el cuarzo, biógenos, y de estos los carbonatos además de óxidos de hierro.

4.- El medio por el cual los sedimentos son transportados, son las corrientes superficiales y profundas presentes en la zona, una vez que son descargados por las principales corrientes fluviales del área. Mientras que los lodos son transportados en suspensión en toda la plataforma hacia áreas de menor energía donde son depositados. Se observa que éstos son distribuidos en líneas paralelas a la línea de costa.

5.- De acuerdo al color de los sedimentos, también se observa que se distribuyen de forma paralela a la costa, comenzando con verde oscuro a gris pasando a verde olivo y después a verde pardo o verde oscuro; sin embargo, en la parte norte, se observó una porción en la que se presenta de nuevo el verde olivo pasando a verde oscuro.

6.- En esta zona en especial no se pudo apreciar la presencia de cantidades importantes de P2O5 que puedan tener un interés económico a primera vista, sin embargo varios autores mencionan la presencia de este elemento en la porción sur de la Península de California y pudiera encontrarse en futuras investigaciones.

RECOMENDACIONES

1.- Realizar estudios batimétricos y sedimentológicos mas detallados a profundidades desde los 100 metros hasta el talud continental que permitan conocer mejor la morfología de la plataforma externa así como evaluar posibles depósitos de minerales autigénicos que estén presentes en el área.

2.- Obtener núcleos a profundidades mínimas de 3 metros, a lo largo de la plataforma para conocer las variaciones verticales en los sedimentos, las estructuras sedimentarias, la evolución de la plataforma y la influencia de la sedimentación por las variaciones del nivel del mar o por aportes extraordinarios de la red hidrológica presente en el área.

3.- Es importante la realización de otros estudios para determinar la presencia y orientación de las corrientes superficiales y profundas, la influencia de las corrientes locales y conocer las condiciones químicas y físicas que permitan conocer los procesos que están actuando o han afectado al área de estudio.

4.- Por último, cuantificar y evaluar el potencial de los sedimentos con recursos marinos aprovechables para la industria, ya que el presente trabajo es un estudio preliminar de la Plataforma Continental del Estado de Nayarit y tiene como propósito conocer la ubicación y tipo de sedimento, además de la distribución y composición de los mismos.

BIBLIOGRAFIA

AGUAYO, J.E., 1982. Origen y Distribución de Sedimentos en el Golfo de California. *Petroleo Internacional*.69:78.

AGUAYO, J.E., MARÍN CÓRDOBA S.. 1987. Origen y Evolución de los Rasgos Morfotectónicos Postcretácicos de Mexico. *Bol. Soc. Geol. Mexicana*. Tomo XLVIII, No. 2, 15:38.

ALLMAN, M. Y D.F. LAWRENCE. *Geological Laboratory Techniques*. Orio Publishing Company Inc. New York.

ATLAS NACIONAL DE LA REPUBLICA MEXICANA. *Cartas Oceanografía Física I y II* . Instituto de Geografía. UNAM 1990

BECK M. E., Jr. , 1991. Case for Northward Transport of Baja and Coastal Southern California: Paleomagnetic Data, Analysis, and Alternatives. *Geology*, vol. 19, 506:509.

BOUCART, J. 1948 *Géographie du Fond des Mers*. Paris.

CARTA GEOLOGICA. *Secretaria de Programación y Presupuesto*, 1981. escala 1:1000000

CONNALLY, G. G. ,1984. Soil Stratigraphy and inferred Tectonic History of the West Mexican Coastal Plain. In: *Neotectonics and sea level variations in the Gulf of California Area, a Symposium 55:73* (Hermosillo ,Son., April 21-23, 1984). Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, México,D.F.

CRONAN, D.S., 1986. *Sedimentation and Mineral Deposits in the Southern Pacific Ocean*. Academic Press Inc. (London) LTD.

CRONAN D.S., 1980. *Underwater Minerals*. Academic Press. London. 362p.

DAVIS, R. A., JR., CLIFTON, H.E. 1987. Sea Level Change and the Preservation Potential of Wave-Dominated and Tide-Dominated Coastal Sequences. The Society of Economic Paleontologists and mineralogists, Special Publication No. 41, 167:177 . Tulsa, USA.

EINSELE, G., 1986. Interaction Between Sediments and Basalt Injections in Young Gulf of California-Type Spreading Centers. *Geologische Rundschau* 75/1. 197:208 Stuttgart.

FOLK R.L., 1974. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill. Pub. Co. Austin, Texas. 182p.

FRANCHETEAU J., NEEDHAM H., CHOUKROONE P., JUTEAU T., SEGURET M., BALLARD R., FOX P., NORWAK, W. CARRANA A., CORDOBA D., GIERRERO J., RANGIN C., BOUGAULT H., CAMBON P. Y HEKINIAN R., 1979. Masive deep-sea sulphide ore deposits discovered on the East Pacific Rise. *Nature*, p. 523-528.

GARCIA C. T., 1955. Geología de la Terraza Continental, Serie de Ciencias naturales Nos. 3-4. Univ. Na. de Córdoba, Argentina, F.C.E., F. y N año XVII.

GUERRERO, M.G., 1993. Conceptos teóricos de Posicionamiento por Satélite. Facultad de Ingeniería. UNAM. Tesis Profesional.

HENRY, C. D.. 1989. Late Cenozoic Basin and Range Structure in Western Mexico Adjacent to the Gulf of California. *Geological Society of America Bulletin*, v. 101, 1147:1156., 7 figs., 1 table.

HERNANDEZ V.A., 1960, Minerales no Metálicos Mexicanos- Arcillas Industriales. Instituto de Investigaciones Tecnológicas. Num 60-2.

KRAUS H.E., HUNT F.W. and RAMSDELL S.L., 1967. Mineralogía: Una Introducción al estudio de minerales y cristales. Ed. Del Castillo, Madrid, 665p.

KRYNINE P.D. y JUDD W.R., 1975. Principios de Geología y Geotécnia para Ingenieros. Editorial Omega, Barcelona. 829p.

KULM,L.D., ROUSH,R.C., HARLETT,J.C., NEUDECK,R.H., CHAMBERS,D.H., Y RUNGE,E.J, 1975. Oregon Continental Shelf Sedimentation Interrelationships of Facies Distribution and Sedimentary Processes. The Journal of Geology 83 (2): 145-175.

LARSON, R.L. y CASE, C.G., 1970. Relative velocities of the Pacific North America and Cocos Plates in the Middle America Region, Earth Planet. Sci. Lett. 7:425-428.

LOPEZ-RAMOS E., 1979. Geología de México, Tomo III. 2a Edición. México D. F. 440p.

LOZANO-SANTA CRUZ R., ÁLTUZAR COELLO P., CARRANZA EDWARDS A. y ROSALES HOZ L. 1988. Distribución de minerales de la fracción arcillosa de sedimentos del Pacífico Central Mexicano. Remitido a su publicación en los anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM.

MARQUEZ-GARCIA A. y MORALES DE LA G.E., 1984. Sedimentología de la Plataforma Continental del Estado de Guerrero, Mexico. Facultad de Ingeniería. UNAM. Tesis Profesional.

MENDOZA G. L., REYES Z. A., REICHLER, M., 1984. La Geofísica del Golfo, una Revisión. In: Neotectónica and sea level variations in the Gulf of California Area, a Symposium 203-223 (Hermosillo ,Son., April 21-23, 1984). Univ. Nat. Autón. México, Inst. Geología, México,D.F.

MONTOYA, A.I. Y VEGA SALDAÑA, J. 1989. Estudio de sedimentos de la Plataforma Continental del Golfo de Tehuantepec, México. Facultad de Ingeniería , UNAM. Tesis Profesional.

MOORE, D.G., CURRAY, J.R. Geologic and Tectonic History of the Gulf of California.

MORAN ZENTENO D., 1984. Geología de la República Mexicana, INEGI..

NIEMITZ J., BISCHOFF, J., 1981. Tectonic Elements of the Southern Part of the Gulf of California: Summary. Geological Society of America Bulletin, Part. 1, vol. 92, 101:104.

ORTIZ-ASSIAN, PONCE DE LEON, RIVA PALACIO. 1968. Introducción al Estudio sobre la Nomenclatura de las Rocas Sedimentarias. Instituto Mexicano del Petróleo Subdirección de tecnología de Exploración. Tomo II Publicación No. 68 AE/028.

ORTLIEB, L. , RUEGG, J.C. , 1989. Geodetic and Tectonic Analyses ALlong an Active Plate Boundary: The Central Gulf of California. Tectonics, vol. 8, No. 3, 429:441.

PETTIJOHN E.J., 1975. Sedimentary Rocks. 3a. ed. Harper and Row Publishers, New York, 628 p.

PRESS F. and SIERVER R., 1986. Earth. 4a. Ed., Freeman and Company, San Francisco, 656 p.

ROLDÁN, Q.J., VASALLO, L.F., 1984. Abertura Continental Neógena en el Noroeste de Mexico y Depósitos Minerales Asociados. In: Neotectonics and sea level variations in the Gulf of California Area, a Symposium 295:305 (Hermosillo ,Son., April 21-23, 1984). Univ. NaI. Autón. México, Inst. Geología, México,D.F.

SHEPARD F.P., 1963. Submarine Geology, Harper and Row. New York, 2da. Edición, 357p.

SÍNTESIS GEOGRÁFICA DEL ESTADO DE NAYARIT, 1981. Secretaría de Programación y Presupuesto. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México D.F.

STANLEY D.J. y MOORE G.T., 1983. The Shelfbreak: Critical Interface on Continental Margins. Societ of economic Paleontologist and Mineralogists. Special Publication No. 33.

UMBROVE, J.H.F., 1946. Origin of Continental Shelves. Bull. of the Amer. Assoc. of Petroleum Geologist v. 30 No.2 pags. 249-253. Tulsa U.S.A.

ANEXOS

TABLA No. 1 UBICACION Y TIPO DE SEDIMENTO DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL ESTADO DE NAYARIT, MEXICO.

TRAN-SECTO	ESTA-CION	LATITUD	LONGITUD	PROF. (m)	TIPO DE SEDIMENTO Y COLOR
I	1	22,40.65	106,07.85	50	Arena verde obscuro con conchas
	2	22,38.83	106,12.87	78	Lodo verde olivo con conchas
	3	22,36.64	106,18.12	138	Lodo verde olivo
	4	22,34.93	106,20.06	350	Lodo pardo obscuro
	5	22,28.40	106,32.77	264	Sin muestra
	6	22,24.61	106,44.49	915	Arena verde obscuro
	7	22,20.92	106,52.48	1510	Lodo verde olivo
	8	22,17.78	107,01.57	2250	Lodo verde olivo
II	9	21,53.04	106,54.26	2973	Lodo arenoso verde pardo
	10	21,59.01	106,37.55	1387	Lodo verde
	11	22,05.00	106,22.00	289	Arena gris con fragmentos de roca
	12	22,11.79	106,04.62	60	Lodo verde olivo
	13	22,13.83	105,59.68	54	Lodo verde obscuro
	14	22,16.83	105,53.99	40	Sin muestra
III	15	21,48.49	105,50.08	38	Lodo verde obscuro
	16	21,44.07	105,59.04	55	Lodo verde obscuro con conchas
	17	21,40.71	106,08.11	67	Arena verde obscuro con conchas
	18	21,35.80	106,15.07	304	Lodo verde
IV	19	21,16.70	105,49.78	437	Lodo verde obscuro
	20	21,21.99	105,40.12	244	Lodo verde pardo obscuro
	21	21,24.96	105,34.09	62	Lodo gris con conchas
V	22	21,15.96	105,20.97	46	Sin muestra
	23	21,14.09	105,26.99	40	Arena verde olivo
	24	21,11.40	105,37.04	464	Lodo verde obscuro
	25	21,08.36	105,40.97	460	Lodo verde pardo
	26	21,05.16	105,47.77	468	Lodo verde obscuro
	27	21,03.30	105,55.03	242	Lodo verde con fragmentos de roca
VI	28	20,28.82	106,01.99	2427	Sin muestra
	29	20,30.91	105,51.63	1600	Lodo arenoso verde pardo
	30	20,31.60	105,44.55	1284	Lodo verde olivo
	31	20,34.88	105,26.77	798	Lodo verde pardo
	32	20,35.75	105,21.91	510	Lodo verde pardo

**TABLA No. 2 UBICACION Y TIPO DE ARCILLA DE
ACUERDO AL METODO DE TINCION DE ALLMAN (1980)**

TRAN- SECTO	ESTA- CION	CRISTAL VIOLETA	MALAQUITA VERDE	SAFRANINA Y	TIPO DE ARCILLA
I	1	Violeta	Verde	Rojo	Caolinita
	2	Verde olivo	Verde-amarillo	Pardo rojizo	Illita
	3	Violeta fuerte	Verde-amarillo	Pardo rojizo	Illita
	4	Violeta fuerte	Verde	Pardo	Caolinita
	5				Sin muestra
	6	Violeta	Verde-amarillo	Rojo	Caolinita
	7	Violeta fuerte	Verde	Rojo	Caolinita
	8	Violeta fuerte	Verde-amarillo	Rojo	Caolinita
II	9	Verde fuerte	Verde-amarillo	Rojo violeta	Illita
	10	No tiñó	No tiñó	No tiñó	Dickita
	11	Violeta	Verde-pardo	Rojo	Caolinita
	12	Verde fuerte	Pardo-amarillo	Pardo	Illita
	13	Verde- parduzco	Verde parduzco	Pardo	Caolinita
	14				Sin muestra
III	15	Verde fuerte	Verde-amarillo	Verde parduzco	Illita
	16	Verde	Pardo- amarillo	Pardo obscuro	Illita
	17	Violeta	Verde-amarillo	Rojo fuerte	Caolinita
	18	Verde fuerte	Pardo-amarillo	Pardo verde	Illita
IV	19	Verde fuerte	Pardo-amarillo	Pardo obscuro	Illita
	20	Verde/Violeta	Verde-pardo	Rojo -Pardo	Caolinita
	21	Verde/Violeta	Verde-Verdeazul	Rojo fuerte	Caolinita
V	22				Sin muestra
	23	Violeta	Verde parduzco	Rojo fuerte	Caolinita
	24	Verde/Violeta	Verde azul	Rojo -Pardo	Caolinita
	25	Verde	Verde parduzco	Pardo obscuro	Illita
	26	Verde/Violeta	Pardo obscuro	Rojo parduzco	Caolinita
27	Verde fuerte	Verde parduzco	Pardo obscuro	Illita	
VI	28				Sin muestra
	29	Verde fuerte	Verde amarillo	Rojo parduzco	Illita
	30	Verde fuerte	Verde amarillo	Verde pardo	Illita
	31	Verde fuerte	Verde amarillo	Pardo obscuro	Illita
	32	Verde fuerte	Verde parduzco	Pardo rojizo	Illita

**TABLA No. 3 DESCRIPCION DE LA COMPOSICION
DE LA FRACCION GRUESA DE LAS MUESTRAS**

TRAN- SECTO	ESTA- CION	TERRIGENOS					BIOGENICOS						AUTIGENICOS		Materia Orgánica	
		cuarzo	mica	frag. roca	piro- xenos	feldes- patos	Carbonatos			Siliceos			FEO2	P2O5		
							conchas	fora *	otros	radiolarios	espículas	otros				
I	1	15	10	10	0	0	25	10	5	10	5	5	5	0	0	
	2	25	10	0	0	0	15	0	5	15	15	5	5	0	5	
	3	25	15	0	0	0	10	20	5	0	10	5	5	0	5	
	4	25	20	10	0	0	0	10	5	0	0	0	15	0	15	
	5															
	6	15	5	15	0	0	20	0	0	15	10	5	5	0	10	
	7	30	10	0	0	0	0	20	5	0	5	10	10	0	10	
	8	35	10	0	0	0	5	10	5	10	0	5	10	5	5	
II	9	45	15	10	5	0	0	0	0	10	0	5	10	0	0	
	10	30	10	0	5	0	0	20	5	0	5	5	10	0	10	
	11	10	5	5	0	0	10	40	5	0	5	5	5	0	10	
	12	15	5	0	0	0	0	30	5	0	5	0	30	0	10	
	13	20	5	0	15	0	0	25	5	0	5	0	10	0	15	
	14															
III	15	25	10	0	5	0	0	15	0	0	5	0	30	0	10	
	16	15	0	0	0	0	0	25	0	0	10	0	30	5	15	
	17	15	0	15	0	10	10	15	0	0	5	0	10	0	20	
	18	35	10	0	0	0	0	15	0	0	10	0	15	10	5	
IV	19	35	15	0	5	0	0	5	5	0	0	0	15	10	10	
	20	30	15	0	5	0	0	15	5	0	10	0	10	0	10	
	21															
V	22															
	23	35	10	10	5	10	5	10	5	0	0	0	0	0	10	
	24	35	10	5	0	0	0	5	0	5	10	0	15	0	15	
	25	35	10	0	0	5	0	10	0	0	5	0	20	0	15	
	26	35	10	5	0	0	0	10	0	0	10	0	20	0	10	
	27	15	15	0	0	0	10	15	0	0	10	0	20	0	15	
VI	28															
	29	35	10	0	15	0	0	0	0	0	10	0	15	0	15	
	30	25	15	15	15	0	0	10	0	0	0	0	10	0	10	
	31	25	10	0	5	0	0	15	0	0	15	0	15	0	15	
	32	35	15	0	5	0	0	10	0	0	10	0	15	0	10	

foras* = Foraminíferos

TABLA No. 4 PORCENTAJES DE ARENAS Y LODOS DE LOS SEDIMENTOS

TRAN- SECTO	ESTA CION	LATITUD	LONGITUD	PROF. (m)	PESO SEDIM. SECO C/FRASCO	PESO SEDIM. LAVADO	PESO FRASCO	PESO SEDIM. SECO SI LÁVAR	PESO SEDIMENTO LAVADO (ARENA)	PESO LADOS	% DE ARENAS	% DE LODOS
I	1	22.40.65	106.07.85	50	182.4	170.1	82.4	100	87.7	12.3	87.7	12.3
	2	22.38.83	106.12.87	78	180.1	92.7	80.1	100	12.6	87.4	12.6	87.4
	3	22.36.64	106.18.12	138	147	58.3	57.9	89.1	0.4	88.7	0.448933	99.55106
	4	22.34.93	106.20.06	350	98.2	61.2	60.8	37.4	0.4	37	1.069518	98.93048
	5	22.28.40	106.32.77	264	Sin muestra	0	0	0	0	0	0	0
	6	22.24.61	106.44.49	915	65.2	60.2	59.9	5.3	0.3	5	5.660377	94.33962
	7	22.20.92	106.52.48	1510	69.5	62.3	62.1	7.4	0.2	7.2	2.702702	97.29729
	8	22.17.78	107.01.57	2250	68.9	61.8	61.7	7.2	0.1	7.1	1.388888	98.61111
II	9	21.53.04	106.54.26	2973	67.8	63.7	62.6	5.2	1.1	4.1	21.15384	78.84615
	10	21.59.01	106.37.55	1387	67.5	62.1	61.5	6	0.6	5.4	10	90
	11	22.05.00	106.22.00	289	71.9	70	61	10.9	9	1.9	82.5688	17.43119
	12	22.11.79	106.04.62	60	75.7	65.9	60.9	14.8	5	9.8	33.78378	66.21621
	13	22.13.83	105.59.68	54	72	60.8	60	12	0.8	11.2	6.666666	93.33333
	14	22.16.83	105.53.99	40	Sin muestra	0	0	0	0	0	0	0
III	15	21.48.49	105.50.08	38	72.3	60.8	60.6	11.7	0.2	11.5	1.709401	98.29059
	16	21.44.07	105.59.04	55	71.5	63.9	60.5	11	3.4	7.6	30.90909	69.0909
	17	21.40.71	106.08.11	67	84.3	83.7	60.1	24.2	23.6	0.6	97.52066	2.479338
	18	21.35.80	106.15.07	304	73.6	60.4	59.7	13.9	0.7	13.2	5.035971	94.96402
IV	19	21.16.70	105.49.78	437	68.6	60.1	60.1	8.5	0	8.5	0	100
	20	21.21.99	105.40.12	244	63.4	59.3	59	4.4	0.3	4.1	6.818181	93.18181
	21	21.24.96	105.34.09	62	83.9	81.4	59.8	24.1	21.6	2.5	89.62655	10.37344
V	22	21.15.96	105.20.97	46	Sin muestra	0	0	0	0	0	0	0
	23	21.14.09	105.26.99	40	80.7	78.3	60	20.7	18.3	2.4	88.40579	11.5942
	24	21.11.40	105.37.04	464	63.8	60.2	60	3.8	0.2	3.6	5.263157	94.73684
	25	21.08.36	105.40.97	460	63.3	60.2	60.1	3.2	0.1	3.1	3.125	96.875
	26	21.05.16	105.47.77	468	63.7	60	60	3.7	0	3.7	0	100
	27	21.03.30	105.55.03	242	71.9	70	61	10.9	9	1.9	82.5688	17.43119
	VI	28	20.28.82	106.01.99	2427	Sin muestra	0	0	0	0	0	0
29		20.30.91	105.51.63	1600	67.3	61.5	59.9	7.4	1.6	5.8	21.62162	78.37837
30		20.31.60	105.44.55	1284	69.5	62.3	62.1	7.4	0.2	7.2	2.702702	97.29729
31		20.34.88	105.26.77	798	65.2	60.2	59.9	5.3	0.3	5	5.660377	94.33962
32		20.35.75	105.21.91	510	66.4	60.2	60	6.4	0.2	6.2	3.125	96.875

**TABLA No. 5 UBICACION Y PORCENTAJE DE FOSOFORO
EN LOS SEDIMENTOS DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL**

TRAN- SECTO	ESTA- CION	LATITUD	LONGITUD	PROF. (m)	PORCENTAJE DE FOSOFORO
I	1	22,40.65	106,07.85	50	0.00
	2	22,38.83	106,12.87	78	0.00
	3	22,36.64	106,18.12	138	0.00
	4	22,34.93	106,20.06	350	0.25
	5	22,28.40	106,32.77	264	Sin muestra
	6	22,24.61	106,44.49	915	0.25
	7	22,20.92	106,52.48	1510	0.25
	8	22,17.78	107,01.57	2250	0.25
II	9	21,53.04	106,54.26	2973	0.00
	10	21,59.01	106,37.55	1387	0.50
	11	22,05.00	106,22.00	289	0.85
	12	22,11.79	106,04.62	60	0.00
	13	22,13.83	105,59.68	54	0.00
	14	22,16.83	105,53.99	40	Sin muestra
III	15	21,48.49	105,50.08	38	0.00
	16	21,44.07	105,59.04	55	0.25
	17	21,40.71	106,08.11	67	0.75
	18	21,35.80	106,15.07	304	0.00
IV	19	21,16.70	105,49.78	437	0.00
	20	21,21.99	105,40.12	244	0.50
	21	21,24.96	105,34.09	62	0.50
V	22	21,15.96	105,20.97	46	Sin muestra
	23	21,14.09	105,26.99	40	0.50
	24	21,11.40	105,37.04	464	0.00
	25	21,08.36	105,40.97	460	0.25
	26	21,05.16	105,47.77	468	0.00
	27	21,03.30	105,55.03	242	0.50
VI	28	20,28.82	106,01.99	2427	Sin muestra
	29	20,30.91	105,51.63	1600	0.00
	30	20,31.60	105,44.55	1284	0.00
	31	20,34.88	105,26.77	798	0.00
	32	20,35.75	105,21.91	510	0.00

TABLA No. 6 UBICACION Y COLOR DEL SEDIMENTO DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL ESTADO DE NAYARIT, MEXICO.

TRAN-SECTO	ESTA-CION	LATITUD	LONGITUD	PROF. (m)	GRUPOS DE SEDIMENTOS DEPENDIENDO DEL COLOR
I	1	22,40.65	106,07.85	50	I
	2	22,38.83	106,12.87	78	II
	3	22,36.64	106,18.12	138	II
	4	22,34.93	106,20.06	350	III
	5	22,28.40	106,32.77	264	Sin muestra
	6	22,24.61	106,44.49	915	I
	7	22,20.92	106,52.48	1510	II
	8	22,17.78	107,01.57	2250	II
II	9	21,53.04	106,54.26	2973	II
	10	21,59.01	106,37.55	1387	II
	11	22,05.00	106,22.00	289	I
	12	22,11.79	106,04.62	60	II
	13	22,13.83	105,59.68	54	III
	14	22,16.83	105,53.99	40	Sin muestra
III	15	21,48.49	105,50.08	38	III
	16	21,44.07	105,59.04	55	II
	17	21,40.71	106,08.11	67	I
	18	21,35.80	106,15.07	304	II
IV	19	21,16.70	105,49.78	437	III
	20	21,21.99	105,40.12	244	III
	21	21,24.96	105,34.09	62	II
V	22	21,15.96	105,20.97	46	Sin muestra
	23	21,14.09	105,26.99	40	I
	24	21,11.40	105,37.04	464	II
	25	21,08.36	105,40.97	460	III
	26	21,05.16	105,47.77	468	III
	27	21,03.30	105,55.03	242	III
VI	28	20,28.82	106,01.99	2427	Sin muestra
	29	20,30.91	105,51.63	1600	II
	30	20,31.60	105,44.55	1284	II
	31	20,34.88	105,26.77	798	II
	32	20,35.75	105,21.91	510	II